

山东大学电气工程及其自动化专业

课程教学大纲

二〇二〇年七月

目录

通识教育必修课程	1
《道德与法律》课程教学大纲.....	1
《马克思主义基本原理概论》课程教学大纲.....	15
《中国近现代史纲要》理论课程教学大纲.....	39
《大学基础英语》理论课程教学大纲.....	66
《大学综合英语》理论课程教学大纲.....	89
《通用学术英语》理论课程教学大纲.....	109
《计算思维（电气）》理论课程教学大纲.....	123
《军事理论》理论课程教学大纲.....	138
《形势政策与社会实践》理论课程教学大纲.....	143
《体育》课程教学大纲.....	148
学科基础平台课程	155
《高等数学》理论课程教学大纲.....	155
《线性代数》理论课程教学大纲.....	180
《概率论与数理统计》理论课程教学大纲.....	196
《数字电子技术基础》理论课程教学大纲.....	204
《数字电子技术基础》实验课程教学大纲.....	217
《模拟电子技术基础》理论课程教学大纲.....	228
《模拟电子技术基础》实验课程教学大纲.....	240
专业基础课程	253
《电机学（1）》理论课程教学大纲.....	253
《电机学（2）》理论课程教学大纲.....	272
《电力电子技术》理论课程教学大纲.....	291
《电气工程基础》理论课程教学大纲.....	309
专业必修课程	331
《复变、场论、拉氏变换变换》理论课程教学大纲.....	331
《运筹学》理论课程教学大纲.....	346
《大学物理》理论课程教学大纲.....	361
《大学物理实验》实验课程教学大纲.....	379
《新生研讨课》理论课程教学大纲.....	386
《电气工程导论》理论课程教学大纲.....	401
《工程制图》理论课程教学大纲.....	416
《工程力学》理论课程教学大纲.....	421
《电路（1）》理论课程教学大纲.....	429
《电路（2）》理论课程教学大纲.....	442
《电路（2）实验》实践课程教学大纲.....	480
《电磁场》理论课程教学大纲.....	500
《单片机原理与应用》理论课程教学大纲.....	524
《自动控制理论》理论课程教学大纲.....	539

《信号与系统（双语）》理论课程教学大纲	566
《现代通信原理》理论课程教学大纲	587
《计算机网络与应用》理论课程教学大纲	599
实践环节课程	610
《单片机原理课程设计》课程教学大纲	610
《电气工程基础课程设计》课程教学大纲	625
《认识实习》课程教学大纲	647
《生产实习》课程教学大纲	660
《电力系统动模实验》课程教学大纲	667
《综合实验》课程教学大纲	681
《专业设计（A方向）》课程教学大纲	698
《专业设计（B方向）》课程教学大纲	703
《专业设计（C方向）》课程教学大纲	709
《专业设计（D方向）》课程教学大纲	717
《专业设计（E方向）》课程教学大纲	722
《专业设计（F方向）》课程教学大纲	731
《毕业论文（设计）》课程教学大纲	739
专业方向限选课程	754
《电力拖动自动控制系统》课程教学大纲	754
《电机设计》理论课程教学大纲	769
《现代变流技术及应用》理论课程教学大纲	784
《电力电子装置及应用》理论课程教学大纲	800
《电力系统分析》理论课程教学大纲	818
《电力电子自动控制系统》理论课程教学大纲	833
《电力系统继电保护》理论课程教学大纲	842
《电力系统故障分析》理论课程教学大纲	858
《电力系统自动控制技术》课程教学大纲	867
《微机型继电保护原理》课程教学大纲	880
《高电压绝缘技术》理论课程教学大纲	897
《电力系统过电压》理论课程教学大纲	913
《高电压试验技术》理论课程教学大纲	926
《新能源发电技术》理论课程教学大纲	944
《发电系统的组网与并网技术》理论课程教学大纲	951
《高压直流输电技术》理论课程教学大纲	961
《经济学原理》理论课程教学大纲	976
《工程经济学概论》理论课程教学大纲	988
《电力市场原理（双语）》理论课程教学大纲	1003
《电力企业管理》理论课程教学大纲	1016
《线路运行与检修》理论课程教学大纲	1030

通识教育必修课程

山东大学 马克思主义 学院

《道德与法律》课程教学大纲

编写人：史婷婷 审定人：徐国亮

编制时间：2017年6月 审定时间：2017年6月

一、课程基本信息：

课程名称	道德与法律		
英文名称	Ethics and Law		
课程编码	sd02810050		
开课单位	马克思主义学院		
课程类别	<input checked="" type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	3	学时	总学时 48 （授课 44 上机 实验 4 ）
适用专业	全校所有本科专业		
先修课程	无		
课程网站	http://course.sdu.edu.cn/G2S/Template/View.aspx?action=view&courseType=1&courseId=527&ZZWLOOKINGFOR=G		

二、课程描述

《道德与法律》课程，是高校思想政治理论课的必修课程。它是适应大学生成长成才需要，帮助大学生科学认识人生，加强道德修养，树立应有的法治观念，成为社会主义事业的建设者和接班人的课程。作为德育的主渠道和思想政治教育的主阵地，《道德与法律》是一门系统地对大学生进行马克思主义理论教育和品德、法律教育的课程。

Ethics and Law is a compulsory course of ideological and political theory course in colleges and universities. It's a course that helps college students scientific understand life, strengthens moral cultivation and establishes the proper rule of law. As the main channel of moral education and the main position of ideological and political education, *Ethics and Law* is a course that systematically educates college students about Marxist theory, moral and legal education.

三、课程教学目标和教学要求

【教学目标】

通过本课程教学，帮助大学生形成崇高的理想信念，弘扬伟大的中国精神，确立正确的人生观和价值观，学习和践行社会主义核心价值观，培养良好的思想道德素质和法律素质，进一步提高分辨是非、善恶、美丑和加强自我修养得能力，为逐渐成长为德智体美全面发展的社会主义事业的合格建设者和可靠接班人，打下扎实的思想道德和法律基础。

【教学要求】

1、理解正确世界观、人生观、价值观的基本意义及其影响,认识社会主义核心价值观在大学生成长成才中的重要意义和在本课程中的主线作用,了解本课程的内容、特点及学习方法。

2、掌握道德的基本理论知识,认识道德在社会生活中的重要作用,恪守公民基本道德规范,培养自身的社会责任感,积极参与道德实践,在实践中理解并遵守社会生活中的道德、规范,履行社会责任。

3、理解宪法规定的基本原则和制度,认识社会主义法律的本质特征和重要作用,从整体上把握中国特色社会主义法治体系,尊重法律权威,树立法治观念。树立正确的权利观和义务观,提高自己的法律素质和个人修养。

【教学要求与毕业要求指标点的对应关系】

毕业要求		教学 要求 1	教学 要求 2	教学要 求 3
指标点 1.2	具有较好的人文社会科学基础，具有人文社会科学素养、 社会责任感，具有较好的与他人沟通，协作的能力；	**	**	**

说明：相关——*，支撑——**，高度支撑——***

四、课程教学内容及学时分配

绪论 珍惜大学生活 开拓新的境界

第一节 适应人生新阶段（授课学时 1 学时）

【教学目标和要求】

帮助学生全面理解大学生活的特点和学习要求、生活环境、社会活动的变化，要求学生结合自身的实际情况，提升适应能力，尽快适应大学学习生活，确立德智体美全面发展的成才目标。

【具体教学内容】

1、认识与适应大学生活；2、更新学习理念；3、确立成才目标。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、研讨教学、多媒体辅助教学，学习时要结合大学生活的特点以及大学生活和中学生活的变化。

【教学/考核难点重点】

难点：如何适应大学的学习生活，认识大学生肩负的历史使命；重点：确立德智体美全面发展的成才目标。

第二节 提升思想道德素质与法律素质（授课 1 学时）

【教学目标和要求】

帮助学生理解思想道德和法律的关系；引导学生自觉进行思想道德修养和恪守法律，培养良好的思想道德素质和法律素质。

【具体教学内容】

1、思想道德与法律；2、思想道德素质与法律素质。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、多媒体辅助教学，引导学生自觉提高自身的思想道德素质和法律素质。

【教学/考核难点重点】

难点：理解思想道德和法律的关系；重点：深刻理解提高思想道德素质和法律素质的重要性。

第三节 培育和践行社会主义核心价值观（授课 1 学时）

【教学目标和要求】

树立正确的人生观、价值观和为建设中国特色社会主义而奋斗的政治方向；积极培育和践行社会主义核心价值观。

【具体教学内容】

1、社会主义核心价值观的基本内容；2、培育和践行社会主义核心价值观的重大意义。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、研讨教学、多媒体辅助教学。

【教学/考核难点重点】

难点：培育和践行社会主义核心价值观；重点：社会主义核心价值观的基本内容。

第四节 学习本课程的意义和方法（授课 1 学时）

【教学目标和要求】

在学习和实践过程中，引导学生们充分认识学习本课程的重要意义的的基础上，掌握科学的学习方法，把学习和实践结合起来。

【具体教学内容】

1、学习本课程的重要意义；2、学习本课程的基本方法。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、研讨教学、多媒体辅助教学。

【教学/考核难点重点】

难点：学习本课程的重要意义是什么；重点：学习本课程的基本方法。

第一章 追求远大理想坚定崇高信念

第一节 理想信念与大学生成长成才（授课 1 学时）

【教学目标和要求】

帮助学生理解理想信念对大学生成长成才的重要意义。

【具体教学内容】

1、理想与信念的含义与特征；2、理想信念的重要意义。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生讨论、多媒体辅助教学，学习时要结合学生思想实际。

【教学/考核难点重点】

难点：如何理解理想与信念的含义与特征；重点：深刻认识理想与信念在人生道路上的重要意义。

第二节 树立科学的理想信念（授课 1 学时）

【教学目标和要求】

使大学生在认识自己历史使命的基础上，理解应有的社会责任，树立科学信仰，坚定中国特色社会主义共同理想。

【具体教学内容】

1、认识大学生的历史使命；2、确立科学信仰；3、树立中国特色社会主义共同理想。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、多媒体辅助教学，联系学生思想实际。

【教学/考核难点重点】

难点：如何确立科学信仰；重点：树立中国特色社会主义共同理想。

第三节在实践中化理想为现实（授课2学时）

【教学目标和要求】

帮助学生正确认识理想与现实的关系，正视理想实现的长期性、艰巨性和曲折性；帮助学生正确认识个人理想与社会共同理想的关系；引导学生正确践行理想

【具体教学内容】

1、正确认识理想与现实的关系；2、坚持个人理想与社会理想的统一；3、在实践中放飞梦想。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生讨论、多媒体辅助教学。

【教学/考核难点重点】

难点：如何正确认识理想与现实的关系；重点：坚持个人理想与社会理想的统一。

第二章 弘扬中国精神 共筑精神家园

第一节 中国精神的传承与价值（（授课学时2学时））

【教学目标和要求】

教育引导大学生自觉担当起民族复兴的历史重任，努力做忠诚的爱国者和勇于创新的实践者，用实际行动展现出弘扬中国精神的青春风采。

【具体教学内容】

1、重精神是中华民族的优秀传统；2、中国精神是兴国强国之魂；3、中国精神是民族精神与时代精神的统一。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、研讨教学、多媒体辅助教学，学习时要结合大学生爱国主义教育实践。

【教学/考核难点重点】

难点：将中国传统文化的传授与大学生爱国主义情感的激发相结合，切实提升大学生爱国主义教育实效。

第二节 以爱国主义为核心的民族精神（授课1学时）

【教学目标和要求】

引导学生树立爱国主义光荣传统，深入领会中华民族精神旗帜的科学内涵，以此指引大学生为实现中华民族伟大复兴，实现自己的人生价值而奋斗。

【具体教学内容】

1、民族精神的基本内容；2、爱国主义及其时代价值；3、新时期的爱国主义；4、做忠诚的爱国者。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、研讨教学、多媒体辅助教学，引导大学深刻领会民族精神和爱国主义的科学内涵。

【教学/考核难点重点】

重点：在经济全球化背景下继续坚持和弘扬爱国主义精神，坚持爱国主义与社会主义的统一，把维护祖国统一放在突出位置，为建设中国特色社会主义坐出新一代大学生应有的贡献。

第三节 以改革创新为核心的时代精神（5 学时，其中授课 1 学时，社会实践 4 学时）

【教学目标和要求】

培养大学生创新型思维方式和放眼世界的宏观视野，提升大学生改革创新能力，引导大学生积极投身于国家建设，勇作改革的实践者和生力军。

【具体教学内容】

1、时代精神及其主要体现；2、改革开放的重要意义；3、做改革的实践者；4、参观爱国主义教育实践基地、革命英雄纪念馆。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、研讨教学、多媒体辅助教学，学习时要结合大学生爱国主义教育实践。

【教学/考核难点重点】

重点：引导大学生站在唯物史观立场上，深入理解解放和发展生产力对社会改革创新提出的要求，并结合中国“四个全面”战略布局，树立大胆探索未知领域的信心与勇气，培养改革创新的历史责任感。

第三章 领悟人生真谛 创造人生价值

第一节 树立正确的人生观（授课 2 学时）

【教学目标和要求】

通过系统学习世界观与人生观，结合个人实际和社会现实，帮助同学们树立正确的人生观，追求高尚的人生目的，确立积极进取的人生态度，正确认识人生价值，用科学高尚的人生观指引人生。

【具体教学内容】

1、世界观与人生观；2、追求高尚的人生目的，其中人生目的是人生观的核心；3、确立积极进取的人生态度；4、用科学、高尚的人生观指导人生

【教学和学习建议】

教法：理论讲授、案例教学、讨论、视频播放、图片展示

学生学习：听课记忆、做学习和人生规划、资料检索等

【教学/考核难点重点】

重点：人生观的科学内涵、人生观的构成。

难点：追求高尚的人生目标，确立积极进取的人生态度、用科学高尚的人生观指引人生。

第二节 创造有价值的人生（授课 1 学时）

【教学目标和要求】

通过本节的学习，让同学们认识什么是人生价值，人生价值的标准和评价是什么，怎样实现人生价值，人生价值能否实现、实现的程度以及实现的条件也将成为本次课的重要内容。

【具体教学内容】

1、价值观与人生价值；2、人生价值的标准与评价，包括人生的自我价值与社会价值、人生价值的标准以及人生价值的评价；3、人生价值实现的条件。主要由两方面因素决定：社会条件与个人条件。

【教学和学习建议】

主要采用讲授与讨论相结合的方法。引用名人名言和典型案例，启发学生思考。讲透理论，密切联系学生思想实际

【教学/考核难点重点】

重点：以正确的价值观衡量人生，追求有价值的人生。

难点：结合现实，如何在现实条件下追求有价值的人生。

第三节 科学对待人生环境（授课1学时）

【教学目标和要求】

帮助学生理解和把握四个和谐；培养大学生自觉运用科学的世界观、人生观、价值观指导学习和生活的能力；确立积极进取的人生态度，科学对待人生环境。

【具体教学内容】

1、协调自我身心关系。包括大学生心理健康的现状、影响因素和标准；2、协调个人与他人的关系，应坚持的原则以及正确认识和处理竞争与合作的关系；3、协调个人与社会的关系，社会是个人生存和发展的基础，个人是构成社会的前提。4、协调人与自然的关系，最终取决于人与社会关系的协调。

【教学和学习建议】

教法：理论讲授、案例教学、讨论、视频播放、图片展示

学生学习：听课记忆、做学习和人生规划、资料检索等

【教学/考核难点重点】

重点：自我身心的和谐、个人与他人的和谐、个人与社会的和谐、个人与自然的和谐

难点：自我身心的和谐、个人与社会的和谐。

第四章 注重道德传承 加强道德实践

第一节 道德及其历史发展（授课学时 0.5 学时）

【教学目标和要求】

帮助学生全面理解道德相关理论的基本内涵，正确认识道德的本质，了解道德的主要功能和社会作用，认清道德的基本发展规律。

【具体教学内容】

1、道德的本质；2、道德的功能与作用；3、道德的历史发展。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、研讨教学、多媒体辅助教学，学习时要结合我国道德建设现状。

【教学/考核难点重点】

难点：正确认识道德的本质；重点：深刻认识道德的发展规律及社会作用。

第二节 弘扬中华传统美德（1学时，其中授课0.5学时，研讨0.5学时）

【教学目标和要求】

准确把握中华传统美德的当代价值和基本精神，深入探讨中华传统美德的创造性转化和创新性发展，增强国家软实力。

【具体教学内容】

1、中华传统美德的当代价值；2、中华传统美德的基本精神；3、中华传统美德的继承和发展。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、多媒体辅助教学，学习时要联系实际，注重结合当前科学对待中华传统美德的社会发展需求，研讨当前社会中的历史虚无主义和全盘复古论两种错误观点。

【教学/考核难点重点】

难点：如何界定中华传统美德；重点：中华传统美德与社会主义道德建设和人类文明中有益的道德成果的融合。

第三节 继承与发扬中国革命道德（授课 1 学时）

【教学目标和要求】

了解中国革命道德的形成、发展以及主要内容，正确认识中国革命道德思想在当前社会发展中的作用和意义。

【具体教学内容】

1、中国革命道德的形成与发展；2、中国革命道德的主要内容；3、中国革命道德的发扬光大。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、研讨教学、多媒体辅助教学。

【教学/考核难点重点】

难点：如何发扬光大中国革命道德；重点：新时代发扬光大中国革命道德的意义。

第四节 加强社会主义道德建设（授课 1 学时，研讨 0.5 学时）

【教学目标和要求】

了解在“四个全面”战略布局中加强道德建设，正确认识社会主义道德建设的核心与原则，积极践行崇德向善的道德实践。

【具体教学内容】

1、“四个全面”战略布局中社会主义道德建设的支撑作用；2、社会主义道德建设的核心与原则；3、崇德向善的道德实践。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、研讨教学、多媒体辅助教学。

【教学/考核难点重点】

难点：如何认识社会主义道德建设的核心和原则；重点：大学生积极投身崇德向善的道德实践。

第五章 遵守道德规范 锤炼道德品格

第一节 社会公德（授课学时 2 学时）

【教学目标和要求】

帮助学生认识公共生活和公共秩序的基本特点和要求，思考、理解并自觉践行公共生活中的道德规范，养成良好的公共生活行为习惯。

【具体教学内容】

1、公共生活与公共秩序；2、公共生活中的道德规范；3、网络生活中的道德要求。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、研讨教学、多媒体辅助教学，学习时要结合我国公共道德建设。

【教学/考核难点重点】

难点：社会公德在实践中的应用；重点：公共生活有序化对经济社会发展的重大意义、社会公德的基本特征和主要内容

第二节 职业道德（授课 2 学时）

【教学目标和要求】

使学生明确高尚的职业精神，了解职业道德，通过认真学习职业道德，树立正确的择业观和创业观。

【具体教学内容】

1、职业生活中的道德规范；2、大学生的择业与创业；3、自觉遵守职业道德。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、多媒体辅助教学，学习时要联系实际。

【教学/考核难点重点】

难点：如何将职业道德的基本要求内化为自身素质的组成部分，提高自觉意识并体现在职业活动中；重点：认识职业道德，培育职业精神；掌握职业道德的基本要求。

第三节 家庭美德（授课 1 学时）

【教学目标和要求】

了解恋爱、婚姻家庭中的道德规范，树立正确的恋爱观和婚姻观，自觉遵守家庭美德。

【具体教学内容】

1、恋爱、婚姻家庭中的道德规范；2、大学生的恋爱观和婚姻观；3、弘扬家庭美德。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、研讨教学、多媒体辅助教学。

【教学/考核难点重点】

难点：如何做到自觉遵守家庭美德；重点：树立正确的恋爱观和婚姻观。

第四节 个人品德（授课 1 学时）

【教学目标和要求】

帮助学生理解个人品德的内涵和作用，了解个人品德修养的方法和途径，自觉追求崇高道德境界。

【具体教学内容】

1、个人品德及其作用；2、加强个人道德修养；3、追求高尚道德境界。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、研讨教学、多媒体辅助教学。

【教学/考核难点重点】

难点：自觉追求高尚道德境界；重点：加强个人道德修养的方法与途径。

第六章 学习宪法法律 建设法治体系

第一节 法律的概念及发展（授课学时 1 学时）

【教学目标和要求】

帮助学生认识法律，掌握法律的概念、本质和特征，了解法律的产生和发展过程。

【具体教学内容】

1、法律的词源与含义；2、法律的本质与特征；3、法律的产生与发展

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、多媒体辅助教学，建议学生课下了解有关法系的相关内容。

【教学/考核难点重点】

难点：法律的产生与发展；重点：法律的本质与特征

第二节 我国社会主义法律（授课学时 1 学时）

【教学目标和要求】

帮助学生正确认识社会主义法律的特征和社会主义法律的作用，全面了解和掌握社会主义法律的运行机制。

【具体教学内容】

1、社会主义法律的特征；2、社会主义法律的作用；3、社会主义法律的运行

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、多媒体辅助教学。

【教学/考核难点重点】

难点：社会主义法律是如何运行的；重点：社会主义法律的特征和作用

第三节 我国的宪法与法律部门（授课学时 2 学时）

【教学目标和要求】

帮助学生了解我国宪法确立的基本原则与制度，熟悉我国的实体法律部门和程序法律部门的具体构成及其相关内容，引导学生全面了解和认知我国的法律体系。

【具体教学内容】

1、我国宪法确立的基本原则与制度；2、我国的实体法律部门；3、我国的程序法律部门

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、研讨教学和多媒体辅助教学。

【教学/考核难点重点】

难点：我国法律体系的具体构成及其相关内容；重点：我国宪法确立的基本原则与制度

第四节 建设中国特色社会主义法治体系（授课学时 2 学时）

【教学目标和要求】

帮助学生认识建设中国特色社会主义法治体系的意义，了解建设中国特色社会主义法治体系的基本内容，把握全面依法治国的基本格局。

【具体教学内容】

1、建设中国特色社会主义法治体系的意义；2、建设中国特色社会主义法治体系的内容；3、全面依法治国的基本格局。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、研讨教学和多媒体辅助教学，建议紧密联系中国法治建设的实际。

【教学/考核难点重点】

难点：如何推进全面依法治国；重点：建设中国特色社会主义法治体系的内容

第七章 树立法治观念 尊重法律权威

第一节 树立社会主义法治观念（授课学时 2 学时）

【教学目标和要求】

帮助学生全面理解中国特色社会主义法治理论的基本内涵，正确认识依法治国与坚持党的领导、人民当家作主的统一关系，自觉树立社会主义法治观念。

【具体教学内容】

1、坚持党的领导、人民当家作主与依法治国相统一；2、依法治国与以德治国相结合；3、依法治国首先是依宪治国。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、研讨教学、多媒体辅助教学，学习时要结合我国法治建设。

【教学/考核难点重点】

难点：如何树立社会主义法治观念；重点：深刻认识依宪治国、依宪执政的含义及其重大意义。

第二节 培养社会主义法治思维（授课 2 学时）

【教学目标和要求】

准确把握法治思维的基本含义和特征，自觉培养法治思维，养成心中有法、自觉守法、遇事找法、解决问题用法的良好习惯，提高运用法治思维分析问题和解决问题的能力。

【具体教学内容】

1、法治思维的特征；2、法治思维的基本内容；3、培养法治思维的途径。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、多媒体辅助教学，学习时要联系实际，时常用法治思维思考问题。

【教学/考核难点重点】

难点：如何培养法治思维习惯；重点：深刻理解法治思维的基本内容。

第三节 尊重社会主义法律权威（授课 1 学时，研讨 1 学时）

【教学目标和要求】

增强法律意识，培育崇尚法律、信仰法律的法律情感，将法律内化为自觉的行为准则，自觉尊重和维护法律权威，成为社会主义法律的忠实崇尚者、自觉遵守者、坚定捍卫者。

【具体教学内容】

1、尊重法律权威的重要意义；2、尊重法律权威的基本要求；3、法律权威在现实中的体现。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、研讨教学、多媒体辅助教学。

【教学/考核难点重点】

难点：如何做到自觉维护法律权威；重点：尊重法律权威的基本要求。

第八章 行使法律权利 履行法律义务

第一节 法律权利与法律义务（授课学时 2 学时）

【教学目标和要求】

帮助学生全面理解法律权利和法律义务的基本内涵，正确认识法律权利和法律义务的关系。

【具体教学内容】

1、法律权利；2、法律义务；3、法律权利和法律义务的关系。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、研讨教学、多媒体辅助教学，学习时要结合我国法治建设。

【教学/考核难点重点】

难点：如何法律权利与人权、法律权利与法律义务的关系。重点：深刻认识法律权利的概念及分类。

第二节 我国宪法法律规定的权利与义务（授课 2 学时）

【教学目标和要求】

准确把握宪法规定的公民基本权利和基本义务，充分理解权利与义务的主体、权利范围、权利与义务的享有和履行、权利和义务的实现等内容，培养大学生的宪法意识。

【具体教学内容】

1、政治权利与义务；2、人身权利与义务；3、财产权利与义务；4、社会经济权利与义务；5、宗教信仰及文化权利与义务。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、多媒体辅助教学，学习时理论联系实际，培养宪法意识。

【教学/考核难点重点】

难点：如何培养宪法意识；重点：人身权利与义务、社会经济权利与义务。

第三节 依法行使权利与履行义务（授课 1 学时，研讨 1 学时）

【教学目标和要求】

了解如何行使法律权利和承担法律义务，如何尊重别人的权利，当自己的法律权利受到侵害后如何依照法律途径寻求保护和救济，以及滥用法律权利和违反法律义务后要承担什么法律责任等，树立正确的权利观和义务观，妥善处理学习、生活中遇到的法律问题和各种矛盾，不断提高自己的法律素质和个人素养。

【具体教学内容】

1、尊重法律权威的重要意义依法行使权利；2、依法救济权利；3、尊重他人权利；依法履行义务。

【教学和学习建议】

采用课堂讲授、案例教学、学生参与、研讨教学、多媒体辅助教学。

【教学/考核难点重点】

难点：当权利收到侵犯时如何依法维权；重点：尊重他人权利，依法履行义务。

五、教学要求对应关系

	教学要求 1	教学要求 2	教学要求 3		
绪论. 1 节	√				

绪论. 2 节	√				
绪论. 3 节	√				
绪论. 4 节	√				
1. 1 节	√				
1. 2 节	√				
1. 3 节	√				
2. 1 节	√				
2. 2 节	√				
2. 3 节	√				
3. 1 节	√				
3. 2 节	√				
3. 3 节	√				
4. 1 节		√			
4. 2 节		√			
4. 3 节		√			
4. 4 节		√			
5. 1 节		√			
5. 2 节		√			
5. 3 节		√			
5. 4 节		√			
6. 1 节			√		
6. 2 节			√		
6. 3 节			√		
6. 4 节			√		
7. 1 节			√		
7. 2 节			√		

7.3 节			√		
8.1 节			√		
8.2 节			√		
8.3 节			√		

六、考核及成绩评定方式

【考核方式】

考核方式为平时考核与期末考试相结合方式进行，不安排期中考试。平时考核包括学生上课、讨论、课堂表现、实践活动表现等。期末考试一般采用开卷形式，随堂考试。考试试题由任课教师自己命题，自己阅卷。考试前，按学校的统一安排时间进行辅导、答疑，不准划范围，指重点。

【成绩评定】

本门课程总成绩 100 分，其中平时成绩占比 40%，期末考试成绩占比 60%。

【考试大纲】

通过考核，使学生基本掌握本课程的基本知识、基本理论和观点，深刻理解思想道德修养和法律意识对于大学生成才的重要意义，了解并掌握思想道德修养和法律基础方面的一般知识。要求学生能初步运用本课程的基本知识、基本理论和观点观察、分析或解决社会现象和实际生活问题。要求学生达到及格以上成绩。

七、教材及参考资料

【教材】

本书编写组. 思想道德修养与法律基础. 北京：高等教育出版社. 2015 年修订版. 本教材为教育部统编教材.

【参考书】

[1] 中共中央文献研究室. 十六大以来重要文献选编. 北京：中央文献出版社. 2006 年.

[2] 习近平. 习近平谈治国理政. 北京：外文出版社, 2014 年.

[3] 毛泽东. 毛泽东选集. 北京：人民出版社. 1993 年.

[4] 中共中央文献研究室. 十八大以来重要文献选编. 北京：中央文献出版社. 2014 年.

山东大学

《马克思主义基本原理概论》课程教学大纲

编写人：

审定人：

编制时间：

审定时间：

一、课程基本信息：

课程名称	马克思主义基本原理概论		
英文名称	Introduction to the basic principles of Marxism		
课程编码	Sd02810150		
开课单位	马克思主义学院		
课程类别	<input checked="" type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	3	学时	48
适用专业	全校本科生		
先修课程	无		
课程网站	山东大学马克思主义学院网站精品课程一栏		

二、课程描述

《马克思主义基本原理概论》着重讲授马克思主义的世界观和方法论，帮助学生从整体上把握马克思主义，正确认识人类社会发展的基本规律。《马克思主义基本原理概论》课程教学对帮助学生树立正确的世界观、人生观和价值观，学会用马克思主义的世界观和方法论观察和分析问题，为学生确立建设中国特色社会主义的理想信念，自觉地坚持党的基本路线提供坚实的哲学理论基础。

An outline of fundamental principles of marxism teaches focus on teaching the marxist world outlook and methodology, it helps students to master marxism as a whole and to know right the basic laws of

development of human society. this course teaching provides students with a solid foundation of philosophical theory, which can help students to acquire a correct world outlook, life outlook and values, which can help them to learn to observe and analyze problems with marxist world view and methodology, which can helps them to establish the ideal belief in building chinese characteristic socialism, and to persist in basic lines of chinese communist party.

三、课程教学目标和教学要求

【教学目标】

通过本门课程的教学，使学生系统、科学地掌握马克思主义主要经典著作和基本原理，从整体上研究和把握马克思主义科学体系；能够运用马克思主义立场、观点和方法来分析现实社会问题、认识问题和科学发展中的问题。使大学生成长为德智体美全面发展的中国特色社会主义事业的合格建设者和可靠接班人。

“马克思主义基本原理”在提升大学生思想政治理论素质方面发挥了重要作用，为大学生全面发展提供了重要的保障。

【教学要求】

《马克思主义基本原理概论》是从整体上来介绍马克思主义基本理论的课程。通过本课程的学习，一是要使学生完整地把握马克思主义基本理论，使学生认识到马克思主义是科学的世界观和方法论，是我们从事社会主义革命和社会主义建设指导思想和理论基础。二是要求学生要掌握和了解马克思主义哲学、马克思主义政治经济学以及科学社会主义的基本理论，在实践中学会运用马克思主义的基本原理认识和分析各种社会实际问题，正确认识人类社会的本质、社会发展动力和社会发展的基本规律，正确认识资本主义和社会主义在其发展过程中出现的各种新情况、新问题，认识社会主义代替资本主义的历史必然性，从而坚定对社会主义和共产主义的信念。

【教学要求与毕业要求指标点的对应关系】

毕业要求	教学	教学
	要求 1	要求 2

8.1 理解个人与社会的关系，具有人文社会科学素养和社会责任感，正确地认识中国国情，树立和践行社会主义核心价值观。	**	***
7.1 能够知晓和理解环境保护和可持续发展的理念和内涵；能够认识电气工程在环境保护和可持续发展中的作用。	**	**
6.2 能够分析和评价电气工程实践和电气工程领域复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，以及这些制约因素对项目的影响，并理解应承担的责任。		**
11.1 掌握电气工程项目中涉及的管理与经济决策方法。了解工程及产品全周期、全流程的成本构成，理解其中涉及的工程管理与经济决策问题；		*

说明：相关——*，支撑——**，高度支撑——***

四、课程教学内容及学时分配

绪论 课时安排：4 课时

【教学目标和要求】

从总体上理解和把握什么是马克思主义，什么是马克思主义基本原理，了解马克思主义产生的过程和条件，掌握马克思主义最鲜明的特征，增强学习和运用马克思主义的自觉性。

【具体教学内容】

什么是马克思主义

什么是马克思主义基本原理

马克思主义产生的必然性

马克思主义的鲜明特征

马克思主义是行动的指南

【教学和学习建议】

一、内容扩展：

1、讲授马克思主义产生的理论来源时可以追溯到古希腊哲学及其哲学流变，但切忌无限扩展为西方哲学史

2、讲完什么是马克思主义和如何对待马克思主义后可以拓展讲授马克思主义在当代所面临的挑战：①社会变化对马克思主义的挑战②文化多元化的挑战③时代提出一些新问题的挑战。旨在告诉学生马克思主义需要同时也在不断地丰富和发展。但点到为止，不要扩展和延伸的太深太远，以免和后面产生重复。

二、教学方式、方法集锦

1、以马克思被评选为“千年风云人物”作为切入点，引导学生思考其原因，再展开讲授什么是马克思主义

2、以苏东剧变后，西方四大思想家走近马克思为切入点，（法国的德里达、美国的詹姆逊、德国的哈贝马斯、英国的吉登斯）

3、以美国金融危机后，美国和欧洲掀起“资本论”热为切入点

4、以社会调研“你眼中的马克思主义”和现场对学生调研“你眼中的马克思主义是什么？”作为切入点

三、资源共享

案例：千年马克思

【教学/考核难点重点】

（一）马克思主义和马克思主义基本原理的内涵和主要内容

（1）内涵：狭义、广义

（2）三大重要组成部分及其关系

这一部分是本章最重要的内容，要讲透彻。

具体要求：①对马克思主义科学内涵的界定可以从不同角度来分析，但最后要归结到教材上的内涵和历史使命

②第二部分三个组成部分及其三者之间的关系。三个组成部分各自的内容交代核心内容即可，不要在此展开。但三者之间的内在联系要重点讲，（哲学是马克思主义的世界观和方法论，是马克思主义的理论基础；政治经济学是马克思主义的主要内容，是马克思主义理论的具体运用和证明；科学社会主义是马克思主义思想体系的核心。）旨在解决马克思主义整体性的问题。要让学生完整

地理解和掌握马克思主义。打消学生对马克思主义理论体系是“拼盘”的误解和对马克思主义支离破碎的理解。

（二）、马克思主义的创立和发展

1、客观条件：①经济条件 ②政治条件 ③文化条件（理论来源）

——解决马克思主义产生的必然性

2、主观条件：①理想追求 ②人格 ③知识结构 ④思维方式⑤实践经验⑥与恩格斯的友谊

——可以利用视频资料《马克思的生平》作为辅助资料。

具体要求：这一部分的重点放在马克思主义产生的主观条件上，要以马克思的人格魅力和理想追求感染学生。

——通过以上两个问题的讲解，使学生完整地理解什么是马克思主义。

（三）为什么要学习马克思主义

1、马克思主义交给我们认识世界的根本方法。

2、马克思主义给我们提供了改造世界的伟大工具。

3、马克思主义为我们提供了人生的有益启迪。

（四）如何学习马克思主义

1、吃透理论，以历史的、逻辑的方法理解和把握马克思主义

2、回到原点，研读经典文献，准确地把握马克思主义

3、勤于思考

4、理论联系实际

5、练习与考试

具体要求：这一部分老师们可以根据自己的理解讲授，但要把这门课的考核方式和分数比例告知学生。

第一章 世界的物质性及其发展规律 课时安排 6 学时

【教学目标和要求】学习和把握马克思主义辩证唯物主义基本原理，着重掌握世界统一于物质的观点，物质决定意识的观点，事物矛盾运动规律的观点，逐步形成科学的世界观和方法论，不断提高运用唯物辩证法分析问题和解决问题的能力。

【具体教学内容】

世界统一于物质

物质决定意识

主观能动性与客观规律性的辩证统一

事物的普遍联系和永恒发展

唯物辩证法是根本方法

【教学和学习建议】

一、教学方式

课堂讲授、实践教学与讨论相结合

二、案例资料

1、白马非马

2、城门失火殃及池鱼

3、蝴蝶效应

4、田忌赛马

5、塞翁失马等

6、记忆的规律：艾宾浩斯曲线

【教学/考核难点重点】

一、重点内容

物质世界及其客观性的理解

（包括世界观、方法论、哲学基本问题、物质的客观实在性、世界的物质统一性、社会的物质性、社会生活的本质）

联系的特点和发展的规律性

（包括联系的特点、发展的实质、对立统一规律、质量互变规律、否定之否定规律、基本范畴）

客观规律性和主观能动性的辩证关系

（包括规律的实质、意识的本质、规律与能动性的关系）

自然规律和社会规律的联系与区别

二、难点内容

如何理解实践唯物主义？它与旧唯物主义的区别何在？

在讲课中如何使唯物辩证法与人的实践活动统一？

如何理解社会的规律性？如何理解规律的客观性与人的选择性之间的关系？

第二章 认识世界和改造世界

课时安排：6 课时

【教学目的和要求】

学习马克思主义认识论的基本原理，掌握实践、认识、真理、价值的本质及其相互关系，树立实践第一的观点，自觉培育和践行社会主义核心价值观，努力在改造客观世界的同时改造主观世界。

【具体教学内容】

科学的实践观

能动的反映论

实践是认识的基础

认识的本质及发展规律

真理的客观性、绝对性和相对性

价值、价值评价和价值观

认识世界和改造世界

认识论与思想路线

必然和自由

【教学和学习建议】

一、内容扩展：

- 1、讲授认识问题的缘起时，可以追溯到古希腊哲学及近代西方的认识论，但切忌无限扩展为西方哲学史。
- 2、讲授价值问题时，可以援引中国哲学的内容，但也切忌将其无限扩展。

二、教学方式、方法集锦

- 1、以史带论。认识论历史的梳理，为理解马克思主义认识论的基本观点铺垫道路。
- 2、问题导入。如真理部分可以让学生思考何谓真？又如何才能为其提供充足的理由？
- 3、案例引入。如真理的相对性绝对性问题部分可以波义耳定律的发现过程为例，逻辑证明的意义部分可以镓的发现为例等。
- 4、人生引导。学生对人生问题的敏感度极高，因此在涉及价值问题、知行问题等方面时可以引导学生从相关角度进行有深度的人生思考，同时体会本课学习

的现实意义。如结合中国足球黑哨问题，讲授真理与价值的关系，提高学生的学习兴趣。

三、资源共享

（一）案例

- 1、丁肇中发现新夸克
- 2、从第谷到开普勒（感性认识与理性认识）
- 3、丁玲对成仿吾的认识
- 4、寻找石兽——真理的具体性
- 5、梅兰芳化失误为经典
- 6、关于波义耳定律的故事
- 7、 $2+5=10000$
- 8、花瓶碎了
- 9、许衡摘梨
- 10、比萨斜塔的实验

其他：“板块飘移说”、“中医经络理论”、“真真假假华南虎”、“是是非非沙尘暴”等案例可参阅《〈马克思主义基本原理概论〉教学案例》一书。

【教学/考核难点重点】

一、重点内容

实践与认识的关系

认识的本质

认识运动过程及基本规律（两次飞跃、一个规律）

真理的属性和检验标准

二、难点问题

※ 真理的绝对性与相对性

※ 真理与价值的统一

第三章 人类社会及其发展规律 课时安排：8 课时

【教学目标和要求】

学习和把握历史唯物主义的基本原理，着重了解社会存在和社会意识的辩证关系、社会基本矛盾运动的规律、社会发展的动力和人民群众是历史的创造者等

观点，提高运用历史唯物主义正确认识历史和现实、正确把握社会发展规律的自觉性和能力。

【具体教学内容】

社会存在与社会意识的辩证关系

物质生产方式在社会存在和发展中的作用

社会基本矛盾运动的规律

社会基本矛盾在社会发展中的作用

阶级斗争和革命在社会发展中的作用

改革在社会发展中的作用

科学技术在社会发展中的作用

人民群众和个人在历史上的作用

【教学和学习建议】

一、内容扩展：

讲授科学技术社会作用的两重性时，可拓展讲授科学技术社会价值观问题上几种不同的观点，包括唯科学主义、反科学主义、停止发展的消极悲观主义、技术乐观主义等等。

二、教学方式、方法集锦

问题导入法

示例问题：鲁滨逊荒岛上的活动是社会生产活动吗？

案例导入法：

案例一：安泰和大地母亲

案例二：公安局长任长霞因公殉职引起群众无限哀思

媒体导入法

视频示例：电视片《我国成功进行首次载人航天飞行》

【教学/考核难点重点】

一、重点问题：

1、社会历史观的基本问题

（1）什么是社会历史观的基本问题（2）社会历史观的基本问题与哲学基本问题的关系（3）两种根本对立的历史观

2、生产方式是社会历史发展的决定力量

(1) 在讲述地理环境的作用时，可结合孟德斯鸠《论法的精神》一书中，有关地理环境的部分论述。

(2) 在讲述人口因素的作用时，可结合马尔萨斯的“人口决定论”。

在讲授完地理环境和人口因素的作用后，着重强调二者都不是社会发展的决定力量，只有物质资料的生产方式才是社会发展的决定力量。

3、社会存在与社会意识的辩证关系

这部分在讲清楚社会存在决定社会意识，社会意识对社会存在有反作用，且具有自身的相对独立性以后，最终落脚在先进文化的建设上，在当代中国，加强文化建设，充分发挥先进社会意识的能动作用，就必须坚持社会主义先进文化前进方向，发展和建设中国特色社会主义文化，为我国和全人类的文明进步作出更大贡献。

4、生产力与生产关系矛盾运动的规律

(1) 在讲述生产力概念时，要讲清楚生产力的客观现实性和社会历史性特征，讲生产力的构成时，强调科学技术是生产力的非独立性、渗透性、智能性因素。

(2) 在讲述生产力和生产关系的相互作用，讲到生产关系的反作用时，重点启发学生思考“为什么”，即为什么生产关系适合生产力状况时会促进生产力发展，不适合时会阻碍生产力发展？

(3) 在讲述生产力与生产关系的矛盾运动过程是从基本适合到基本不适合然后再到新的基本适合时，要突出强调“基本”。

(4) 在讲述生产关系一定要适合生产力状况的规律时，强调“一定要”，即该规律的客观性，不依人的意志为转移。

这一问题最终落脚在把握中国先进生产力的发展趋势和要求，社会主义的经济体制改革和现代化建设上。

5、经济基础与上层建筑矛盾运动的规律

包括经济基础和上层建筑两个基本概念，经济基础和上层建筑的相互作用以及矛盾运动，上层建筑一定要适合经济基础状况的规律。

6、社会形态更替的一般规律

重点讲述社会形态更替的统一性和多样性，并结合否定之否定规律的内容讲述社会形态更替的前进性和曲折性。

7、科学技术在社会发展中的作用

这一原理是唯物史观关于社会发展规律特别是社会发展动力原理的重要组成部分。这一部分有三个要点：

- (1) 科学技术是历史的伟大杠杆和最高意义上的革命力量
- (2) 科学技术革命及其重要作用的表现
- (3) 正确认识科学技术社会作用的两重性

8、人民群众是创造历史的决定力量

在讲授这一原理时，应讲清楚这一原理在马克思主义哲学特别是唯物史观中的地位，说明这一原理的理论前提、科学内涵和现实意义。

- (1) 群众史观与实践观点、物质资料生产方式是社会发展的决定力量观点的内在联系
- (2) 把握人民群众是历史的创造者这一命题的科学内涵
- (3) 从科学判断和价值判断相统一的角度来理解群众史观的重要意义。

通过讲授群众史观，要帮助学生自觉地树立群众观点，自觉地把广大人民群众的根本利益和要求作为最高的价值标准，更好地理解 and 落实以人为本的科学发展观。

二、难点问题：

怎样理解恩格斯的“合力论”？

恩格斯指出：“历史是这样创造的：“最终的结果总是从许多单个的意志的相互冲突中产生出来的，而其中每一个意志由于特殊的生活条件，才成为它所成为的那样。这样就有无数互相交错的力量，有无数个力的平行四边形，而由此就产生出一个总的结果，即历史事变。这个结果又可以看作一个作为整体的、不自觉地和不自主地起着作用的力量的产物。因为任何一个人的愿望都受到任何另一个人的妨碍，而最后出现的结果就是谁都没有希望过的事物。所以以往的历史总是像一种自然过程地进行，而且实质上也是服从于同一运动规律的。但是，各个人意志——其中的每一个都希望得到他的本质的和外部的，终归是经济的情况(或是他个人的，或是一般社会性的)使他想往的东西——虽然都达不到自己的愿望，而是融合为一个总的平均数，一个总的合力，然而从这一事实中决不应作出结论说，这些人的意志等于零。相反地，每个意志都对合力有所贡献，因而是包括在这个合力里面的。” 《马克思恩格斯选集》第4卷，人民出版社1995年版，第697页。

第四章 资本主义的形成及其本质 课时安排：8 课时

【教学目标和要求】运用马克思主义的立场、观点和方法，正确认识资本主义生产方式的内在矛盾，深刻理解资本主义的本质及规律，正确把握社会化大生产和商品经济运动的一般规律。

【具体教学内容】

私有制基础上商品经济的基本矛盾

劳动价值论及其意义

资本原始积累

剩余价值论及其意义

资本主义基本矛盾与经济危机

资本主义政治制度与意识形态的特点和本质

【教学和学习建议】

一、案例教学。如以“羊吃人的圈地运动”展开对资本主义生产方式产生的历史必然性的分析；以某一具体企业的资本家的经营为例，揭示资本家赚取剩余价值的方法；以2000年美国大选为例，揭示资本主义选举制度的性质和特点。

二、课堂讨论。如围绕劳动价值论、剩余价值论在当代面临的挑战展开课堂讨论。

【教学/考核难点重点】

一、重点内容

（一）马克思劳动价值论的内容及其意义

- 1、商品经济产生的历史条件
- 2、商品的二因素及其相互关系
- 3、生产商品的劳动二重性及其相互关系
- 4、私有制商品经济的基本矛盾
- 5、商品价值量的决定及变化规律
- 6、货币的本质及职能
- 7、马克思劳动价值论的意义

（二）马克思剩余价值论的内容及意义

- 1、剩余价值生产的前提条件
- 2、剩余价值生产的过程
- 3、剩余价值生产的方法
- 4、剩余价值的实现（产业资本的循环和周转、社会资本的再生产）
- 5、剩余价值的分配
- 6、马克思剩余价值理论的意义

二、难点问题

（一）马克思劳动价值论

- 1、商品二因素、生产商品的劳动二重性、私有制商品经济的基本矛盾之间的关系
- 2、货币流通规律
- 3、马克思劳动价值论在当代面临的挑战

（二）马克思剩余价值理论

- 1、资本主义生产过程是劳动过程和价值增值过程的统一
- 2、相对剩余价值的生产过程
- 3、资本有机构成及相对过剩人口的形成
- 4、社会资本再生产理论
- 5、剩余价值转化为利润，利润转化为平均利润
- 6、马克思剩余价值理论在当今面临的挑战

第五章 资本主义发展的历史进程 课时安排：6 课时

【教学目标和要求】

了解资本主义从竞争发展到垄断的进程，科学认识国家垄断资本主义和经济全球化的本质，正确理解当代资本主义新变化的特点及其实质，深刻理解资本主义的历史地位及其为社会主义所代替的历史必然性，坚定资本主义必然灭亡、社会主义必然胜利的信念。

【具体教学内容】

私人垄断资本主义的形成及特点

国家垄断资本主义的特点和实质

经济全球化的表现及后果

当代资本主义的新变化及实质

资本主义的历史地位及其为社会主义所代替的历史必然性

【教学和学习建议】

一、讲授方法：问题导入和案例分析

二、资源共享

案例：

1、杜邦公司的发家轨迹

2、 微软垄断案解析

3、摩根财团

4、知名跨国公司

5、中非合作论坛

6、法国国有化浪潮

7、反经济全球化

8、凯恩斯革命

【教学/考核难点重点】

一、重点内容（*号为难点问题）

（一）、垄断资本主义的实质

1、帝国主义的五个基本特征

具体要求：贯穿第一节的前两个问题，通过分析帝国主义的五个特征的内容及其表现形式，揭示垄断资本主义的实质。

2、国家垄断资本主义的形成和本质

具体要求：结合历史唯物论进行讲授

3、国家垄断资本主义的主要形式*

具体要求：这一问题重点放在第四种形式即宏观调节和微观规制上，结合资本主义国家对经济进行干预的资料，如各国应对经济危机时的具体措施，来说明宏观调节和微观规制的必要性和重要性。同时，也能在一定程度上说明资本主义国有垄断资本存在的缘由。

（二）、经济全球化及其后果

1、经济全球化是一把“双刃剑”

具体要求：结合发达国家和发展中国家在全球经济中的地位既相互关系，说明经济全球化既有积极结果又有消极后果。

2、内容扩展：

（1）反全球化运动和思潮

（2）中国如何应对全球化趋势

（三）、当代资本主义经济政治的新变化及其原因和实质

1、辩证分析当代资本主义新变化的原因

2、当代资本主义新变化的实质*

具体要求：可以有针对性的分析“股权分散化”、“社会福利”、“第三条道路”等现象，来揭示当代资本主义为什么会出现这些新变化，同时运用唯物史观，说明资本主义新变化的实质。

（四）、资本主义为社会主义所代替的历史必然性及长期性

1、资本主义灭亡的必然性

具体要求：结合第四章对资本主义经济制度本质的揭示，和第五章对资本主义发展进程及变化的阐释，来说明资本主义灭亡的必然性。

内容扩展：历史终结论和趋同论

2、资本主义向社会主义过渡的长期性*

具体要求：结合唯物辩证法和唯物史观，运用逻辑和历史相统一的方法说明社会主义取代资本主义是一个漫长的曲折、复杂的过程。

第六章：社会主义社会及其发展 **课时安排 3 课时**

【教学目标和要求】

了解社会主义从理论到实践的发展过程，掌握社会主义的基本特征，认识建设社会主义的艰巨性与长期性，坚定社会主义必胜的信念，清楚马克思主义政党的地位与作用，增强党的领导的自觉性。

【具体教学内容】

社会主义的产生与人类社会发展规律

科学社会主义的基本原则

俄、中等经济文化相对落后国家建立社会主义制度的必然性

经济文化相对落后国家建设社会主义的艰巨性和长期性

社会主义发展道路的多样性

社会主义实践探索中前进

【教学和学习建议】

一、内容扩展：

在讲授“社会主义发展道路多样性”这一问题时，可以简单介绍一下苏联模式、中国模式等相关内容。

二、教学方式、方法集锦

1、播放视频：在讲授从东欧剧变、苏联解体及社会主义进程中的挫折和失误中说明社会主义建设的艰巨性和长期性，坚定社会主义信念时，可以通过让学生观看有关苏东剧变的视频资料的方式来加深对这一问题的认识。

2、小组讨论——利用 1 课时组织学生围绕本章一些重要且不易理解的理论问题进行讨论，教师在讨论结束时对学生的讨论结果予以评论并对突出问题进行解释和论证。有这样一些问题值得讨论：如何看待暴力革命与和平方式的关系；如何评价苏联社会主义模式及其对中国社会主义建设的影响；在当代语境下如何理解“无产阶级”和“工人阶级”、“人民”和“人民群众”、“人民”和“公民”等概念的区别与联系；如何理解马克思主义政党的先进性；如何理解马克思主义政党的群众基础与阶级基础及其关系等。

三、资源共享

1、案例：世界发展多样性中的“中国模式”

（案例来源：《〈马克思主义基本原理概论〉教学案例》，龚玉敏主编，武汉大学出版社，2009 年，第 177-178 页。）

【教学/考核难点重点】

一、重点内容（画※号的为难点问题）

（一）社会主义制度的建立

社会主义从空想到科学、从理论到实践的发展进程 ※

无产阶级专政和社会主义民主※

（二）社会主义在实践中发展和完善

- 1、在实践中深化对社会主义基本特征的认识（社会主义本质）※
- 2、经济文化相对落后的国家建设社会主义的艰巨性和长期性※
- 3、社会主义发展道路的多样性
- 4、社会主义在实践探索中曲折发展

（三）马克思主义政党在社会主义事业中的地位和作用

- 1、马克思主义政党是新型的革命政党（党的先进性）※
- 2、马克思主义政党是社会主义革命和建设的领导核心

第七章 共产主义是人类最崇高的社会理想

课时安排：4 课时

【教学目标和要求】

学习和掌握马克思主义经典作家预见未来社会的科学立场和方法，把握马克思主义经典作家关于共产主义社会基本特征的主要观点，深刻认识共产主义社会实现的历史必然性和长期性，树立和坚定共产主义远大理想，积极投身于中国特色社会主义事业。

【具体教学内容】

马克思主义经典作家预见未来社会的科学立场和方法

共产主义社会基本特征

共产主义理想实现的历史必然性

实现共产主义不能超越社会主义发展阶段

共产主义远大理想与中国特色社会主义共同理想的关系

【教学和学习建议】

一、把握本章在全书中的地位

本章是重点，全书的逻辑终点和价值归宿。最充分地体现了新教材的编写宗旨，有《共产党宣言》结论为证。区别于机会主义——运动就是一切，目的无关紧要，区别于西方马克思主义——中立化、知识化、非政治化。传统讲课忽略，不应该。

本章也是难点，因为其中的很大一部分要等遥远的未来才能实现，社会反差又大，学生潜意识不愿接受。具有挑战性。正因为学生不愿接受才有讲的必要。

讲解关键是发挥主观能动性，根据学生疑问有说服力、有征服力地综合运用哲学、经济学和科社知识灵活解决问题。

二、理解本章的总体逻辑

本章是整个马克思主义原理的逻辑终点和价值归宿。本章从历史、逻辑和现实三个角度阐述了共产主义是人类最崇高的社会理想、应当为之不懈奋斗这一主题。第一节从思想历史的视角探究了马克思恩格斯展望共产主义的科学立场、根本方法以及所展望到的共产主义社会的基本特征，预示和初步显示了马克思主义关于共产主义是颠扑不破的真理；（可信、诱人）第二节以逻辑解读的角度切入理论本身，论证了实现共产主义的必然性、必要性、现实可能性，同时充分说明了其长期性和艰巨性，简言之，阐明了光明的诱人前景，警示了艰难的曲折道路；（一定能实现）第三节用现实主义的眼光看待共产主义，要求人们把共产主义的远大理想与社会主义建设结合起来，把社会主义的充分发展阶段与社会主义初级阶段结合起来，把社会共同理想与个人奋斗结合起来，以便为共产主义铺路造桥，添砖加瓦。（积极投身社会主义建设）

三、内容扩展：

- 1、讲授共产主义产生的理论来源时可以联系到古代近代相关理论，但只是衬托，不是主流。
- 2、讲完共产主义的基本理论后可以拓展讲授共产主义在当代所面临的挑战，如“五”所示。

四、教学方式、方法集锦

以问题作为切入点。由于基本理论是从哲学、政经合理推演出来的，如果前边基本理论讲得比较透，这里的理论阐述可以只作为基本面，留出时间等待学生提出的各种有可能是很奇怪的问题。基本问题比如：

- 1、共产主义渺茫论（所谓人性自私、懒惰、资源有限）
- 2、共产主义失败论（苏内部、违背马克思主义、）
- 3、共产主义等待论
- 4、共产主义终点论
- 5、经济全球化与实现共产主义的历史使命的关系。（矛盾、危机、分化、非传统安全问题）
- 6、真理检验问题。

【教学/考核难点重点】

（画※号的为难点问题）

本章引论增加内容：选择相关代表性人物与言论，如中国古代的大同社会、《桃花源记》、柏拉图的《理想国》、摩尔的《乌托邦》以及后来圣西门、傅立叶和欧文等人的理论，显示共产主义思想因素的悠久历史，侧面烘托其价值，力图给学生这样的印象：

共产主义不仅是马克思主义者的理想，而且有人类共同理想渊源
具有深厚的历史根基和人类学根基

不是马克思主义者的杜撰

第一节 马克思主义经典作家对共产主义社会的展望

本节通过介绍科学方法及展望的科学内容暗示共产主义理论可信。要给予经济学与哲学思考。

一、马克思主义经典作家展望未来社会的科学立场和方法（重点）

愿望加科学方法（不仅仅是痛恨的诅咒）——科学性

（一）在揭示人类社会发展一般规律基础上指明社会发展的方向

从规律着眼（尊重规律）

（二）在剖析资本主义社会旧世界中阐发未来新世界的特点

从现实着手！切入点当时的资本主义现实！正确处理两者的关系，让学生感到可信！（从实际出发）

（三）立足于揭示未来社会的一般特征，而不做详尽的细节描绘

只做宏观预言不独断细节（从宏观立论，站得高，看得远）

本部分可以结合空想社会主义对比来讲。

二、马克思主义经典作家揭示的共产主义社会的基本特征（重点）

展望共产主义前景——价值性（诱人）。依托哲学中社会基本结构的角度给学生讲特征以便于把握

第二节 共产主义社会是历史发展的必然趋势

历史——逻辑，暗示——明示，展示——论证

增加内容：《国际歌》的内容与创作背景——用当时人们的坚定信念启示今天的人们。

一、实现共产主义是人类最伟大的事业

这一目侧重于从无产阶级的主观条件讲共产主义实现的必然性（无产阶级要求而且能够）

（一）实现共产主义是无产阶级解放斗争的最终目标

需要与可能

（二）实现共产主义是全人类解放的根本体现

工人阶级的解放与全人类的解放是完全一致的（延伸），（正义性与必然性，最终为全人类认可）

二、实现共产主义是历史发展规律的必然要求※（重点）

这一目侧重于从客观条件讲共产主义实现的必然性

（一）共产主义理想是能够实现的社会理想

人类社会的一般规律、资本主义现实

||未来共产主义与宗教意义上的天国区别||

（二）共产主义理想的实现是历史规律的必然要求

资本主义特殊规律（基本矛盾）、马克思主义的理论启发与战略策略的制定推进必然性

打比方：自助餐

三、实现共产主义是一个长期的实践过程

讲长期性，突出辩证色彩，免于机械唯物主义嫌疑，真实可信

（一）社会主义社会的充分发展和向共产主义社会过渡需要很长的历史时期

从一般意义上看创造实现共产主义条件的艰难性

恩格斯也不敢盲目乐观

1893年5月11日恩格斯对法国“费加罗报”记者有一段谈话：

（二）当代资本主义的灭亡和向社会主义、共产主义的转变也是一个长期的过程
由远到近讲当代资本主义的生命力、社会主义的不足

（三）正确理解“两个必然”和“两个决不会”的关系※（重点）

综合，“两个必然”和“两个决不会”，必然性、时间性、条件性，避免循环论和直线论，或者说，破除悲观论和简单化。

第三节 在建设中国特色社会主义的进程中

为实现共产主义而奋斗

江泽民“七一”讲话中最低纲领与最高纲领的统一论

一、社会主义是走向共产主义的必由之路

量变与质变的关系的应用——建设社会主义，侧重于客观

(一) 实现共产主义不能超越社会主义发展阶段

(二) 建设中国特色社会主义是中华民族走向共产主义的必由之路

从远到近——建设中国特色社会主义

三、树立共产主义远大理想，积极投身中国特色社会主义事业（重点）

这个理论对个人的方法论指导意义

(一) 树立共产主义远大理想，坚定共产主义必胜的信念

侧重于主观讲坚定共产主义必胜的信念

(二) 在建设中国特色社会主义事业中从我做起，从现在做起

宏观到微观，理论到实践，聚焦于特色社会主义一般人到学生

五、教学要求对应关系

	教学要求 1	教学要求 2			
绪论	X				
第一章		X			
第二章		X			
第三章		X			
第四章		X			
第五章		X			
第六章		X			
第七章		X			

六、考核及成绩评定方式

【考核方式】：期末考试（笔试;开、闭卷）

【成绩评定】：平时成绩 30%

期末成绩 70%

【考试大纲】

《马克思主义基本原理概论》考试内容包括教科书所有章节的内容，具体分布情况如下：

绪论	5%
第一章 世界的物质性及其发展规律	25%
第二章 认识的本质及发展规律	10%
第三章 人类社会及其发展规律	10%
第四章 资本主义的本质及规律	25%
第五章 资本主义的发展及其趋势	10%
第六章 社会主义的发展及其规律	10%
第七章 共产主义崇高理想及其最终实现	5%

七、教材及参考资料

教材：《马克思主义基本原理概论》教材编写课题组，《马克思主义基本原理概论》，高等教育出版社（马克思主义理论研究和建设工程重点教材，2015年版）

音像资料

绪论

视频资料

- 视频 1 寻找马克思主义（4 分钟）
- 视频 2 马克思的伟大人格风范(生平)（3 分 35）
- 视频 3 世界历史：马克思主义的诞生（30 分）
- 视频 4 居安思危（8 分 37）
- 视频 5 马克思主义的作用（合）（4 分 37）
- 视频 6 马克思主义（3 分钟）
- 视频 7 共产党宣言（90 分钟）

第一章

视频资料

- 1、千里之外
- 2、秃头辩
- 3、可持续发展等
- 4、都江堰工程（视频）

第二章

视频资料

- 1、《大家访谈——丁肇中》（40 分钟）
- 2、《华南虎事件》（3 分钟）
- 3、《实践是检验真理的唯一标准》（15 分钟）
- 4、《足球——黑哨的代价》（11 分钟）
- 5、《24 节气的认识过程》（3 分钟）
- 6、《开普勒三大行星定律的论证——从感性认识到理性认识》（10 分钟）

第三章

视频资料

- 1、《感动中国》——徐本禹、任长霞
- 2、环境危机
- 3、难以忽视的真相
- 4、百年小平
- 5、人民公社化、重整大地农村改革

第四章

视频资料：

- 1、英国资本主义的产生——资本主义生产关系的产生（28 分钟）
- 2、非洲奴隶贸易——资本原始积累（30 分钟）
- 3、中国货币发展的历史——货币的起源（4 分钟）
- 4、视频 2 百万英镑——货币的本质（1 个半小时）
- 5、资本是什么——资本与货币的区别（2 分钟）
- 6、摩登时代——剩余价值生产方法（12 分钟）
- 7、世界历史——资本主义经济危机（30 分钟）
- 8、从美国大选看金钱政治——资本主义政治制度（5 分钟）
- 9、美国总统竞选秀——资本主义政治制度（1 小时）

第五章

视频资料：大国崛起

第六章

视频资料：

人类历史的必由之路（总时长 30 分钟）

（视频来源：《社会主义核心价值体系纵横谈》之三，教育部社科中心、中国教育电视台等联合录制。）

第七章

参考经典文献：

- 1、恩格斯《共产主义原理》
- 2、马克思恩格斯：《共产党宣言》

- 3、马克思：《哥达纲领批判》
- 4、恩格斯：《社会主义从空想到科学的发展》
- 5、列宁：《国家与革命》
- 6、毛泽东：《读苏联《政治经济学教科书》的谈话（节选）》
- 7、邓小平：《一靠纪律二靠理想才能团结起来》
- 8、江泽民：《在庆祝中国共产党成立八十周年大会上的讲话》
- 9、胡锦涛：《在“三个代表”重要思想理论研讨会上的讲话》

【参考书】

- 1、周向军、孙世明主编.《高校思想政治理论课学习指南》，山东大学出版社 2007 年版。
- 2、周向军主编.《高校思想政治理论课教学改革与创新》山东大学出版社 2011 年版。
- 3、周向军主编《高校思想政治理论课阅读文献导读》，山东大学出版社 2010 年版。

山东大学 马克思主义 学院

《中国近现代史纲要》理论课程教学大纲

编写人： 黄广友 审定人： 赵秀丽

编制时间： 2017年6月25日 审定时间： 2017年7月1日

一、课程基本信息：

课程名称	中国近现代史纲要		
英文名称	Outline of Modern Chinese History		
课程编码	0281000510		
开课单位	马克思主义学院		
课程类别	<input checked="" type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	2	学时	总学时 32 (授课 32)
适用专业	全校各专业		
先修课程	马克思主义基本原理		
课程网站	http://www.bkjjx.sdu.edu.cn/xsfwdefault_wsxx_index.site?isDto=1&ccc=1005&beanName=catalogPageBean&pageIndex=1&typeCode=100502&pageSize=15		

二、课程描述

《中国近现代史纲要》是我校全日制文理科各专业普遍开设的公共政治理论课，是国家高等学校进行中国近现代基本理论问题教育教学的必修课，是对大学生进行思想政治教育，帮助大学生坚定理想信念，树立正确的世界观、人生观和价值观，体现社会主义高等教育本质特征的一门思想政治理论课。

The major of public political theory course-- “Outline of the history of modern China” --opening in our school full-time arts is a compulsory curse of national higher school Chinese modern basic

theory problem of education, meanwhile an ideological and political theory course strengthening the ideological and political education of college students , helping students building up their ideals and faith so as to establish a correct outlook upon the world , life and value view , which reflects the essential characteristics of socialism higher education.

三、课程教学目标和教学要求

【教学目标】

通过本课程的学习，加深学生对我国近现代国史、国情的了解，认识近现代中国社会发展和革命发展的历史进程及其内在规律性，增强学生的爱国情感和建设社会主义现代化强国的自觉性和使命感，提高运用科学的历史观和方法论分析和评价历史问题、辨别历史是非和社会发展方向的能力。

【教学要求】

1、通过教学，帮助学生了解外国资本—帝国主义入侵中国及其与中国封建势力相结合给中华民族和中国人民带来的深重苦难，了解近代以来中国面临的争取民族独立、人民解放和实现国家富强、人民富裕这两项历史任务；懂得必须首先推翻半殖民地半封建的社会制度，争得民族独立、人民解放，才能为集中力量进行现代化建设开辟道路，认识革命的必要性、正义性、进步性；自觉地继承和发扬近代以来中国人民的爱国主义精神和革命传统，进一步增强实现中华民族伟大复兴的责任感和使命感。

2、通过教学，帮助学生了解近代以来中国的先进分子和人民群众为救亡图存而进行艰苦探索、顽强奋斗的历程及其经验教训；注意比较地主买办资产阶级、民族资产阶级和工人阶级政党的政治方案，懂得旧民主主义革命让位给新民主主义革命、资产阶级共和国让位给人民共和国的原因；认识历史和人民怎样选择了中国共产党、选择了马克思主义，进一步增强拥护共产党的领导和接受马克思主义指导的自觉性。

3、在教学中联系新中国成立以后的国内外环境，帮助学生了解中国人民走上以共产党为领导力量的社会主义道路的历史必然性；了解实行改革开放和搞好现代化建设的重大意义，联系中国现代化建设事业取得的巨大成就，懂得中

国选择社会主义的正确性；进一步树立“只有社会主义才能救中国，只有社会主义才能发展中国”的信念，坚定不移地走中国特色社会主义道路。

4、紧密结合中国近现代的历史实际，通过对有关历史进程、事件和人物的分析，帮助学生进一步明确中国近现代历史的主题、主线和主流、本质，懂得珍惜中国人民英勇奋斗的历史，尤其是中国共产党领导中国人民进行革命、建设、改革的历史，提高运用科学的历史观和方法论分析和评价历史问题、辨别历史是非和社会发展方向的能力。

【教学要求与毕业要求指标点的对应关系】

毕业要求	教学要求 1	教学要求 2	教学要求 3
8.1 理解个人与社会的关系，具有人文社会科学素养和社会责任感，正确地认识中国国情，树立和践行社会主义核心价值观。	***	***	***

说明：相关——*，支撑——**，高度支撑——***

四、课程教学内容及学时分配

上编 从鸦片战争到五四运动前夜 (1840-1919)

综述一 风云变幻的八十年 (1 学时)

第一节 鸦片战争前的中国与世界 (0.3 课时)

【教学目标和要求】通过本节的教学，使学生认识殖民主义侵略的本质与特征；认识中国近代半殖民地半封建社会的特征，把握中国近代半殖民地半封建社会性质这一基本国情。

【具体教学内容】

1. 灿烂的中国古代文明
2. 中国封建社会由昌盛到衰落
3. 世界资本主义的发展与殖民扩张

【教学和学习建议】教学方法建议采用授课为主，辅以课堂研讨的方式。

【教学/考核难点重点】

1. 鸦片战争与中国近代史的开端

2. 中国封建社会由昌盛到衰落的原因

第二节 外国资本主义入侵与近代中国社会的半殖民地半封建性质（0.5 学时）

【教学目标和要求】通过本节综述的教学，使学生正确理解近代中国的主要矛盾与历史任务，进一步明确国家独立与富强、革命与现代化之间的关系。

【具体教学内容】

1. 鸦片战争：中国近代史的起点
2. 中国社会的半殖民地半封建性质
3. 社会阶级关系的变动

【教学和学习建议】教学方法建议采用授课为主。

【教学/考核难点重点】如何正确认识近代中国的半殖民地半封建社会性质和基本特征。

第三节 近代中国的主要矛盾和历史任务（0.2 学时）

【教学目标和要求】通过本节综述的教学，使学生的主要矛盾和历史任务，明确国家独立与富强、革命与现代化之间的关系。

【具体教学内容】

1. 两对主要矛盾及其关系
2. 两大历史任务及其关系

【教学和学习建议】教学方法建议采用授课为主，辅以课堂研讨的方式。

【教学/考核难点重点】正确认识两对主要矛盾、两大历史任务及其关系。

第一章 反对外国侵略的斗争（2 学时）

第一节 资本—帝国主义对中国的侵略

（0.5 学时，其中授课 0.5 学时）

【教学目标和要求】本节主要了解资本—帝国主义对中国的侵略给中国人民带来的深重灾难，认识资本—帝国主义是阻碍中国经济和社会发展的严重障碍，是近代中国落后、贫困的总根源。

【具体教学内容】教学内容包括：

1. 军事侵略：发动侵略战争，屠杀中国人民；侵占中国领土，划分势力范围；勒索赔款，抢掠财富。
2. 政治控制：控制中国的内政、外交；镇压中国人民的反抗；扶植、收买代理人。

3. 经济掠夺：控制中国的通商口岸；剥夺中国的关税自主权；实行商品倾销和资本输出；操纵中国的经济命脉。

4. 文化渗透：披着宗教外衣，进行侵略活动；为侵略中国制造舆论。

【**教学和学习建议**】主要采用课堂讲授的教学方法，再加上组织学生讨论；学生学习时应该理清近代资本—帝国主义对中国实施侵略的过程。

【**教学/考核难点重点**】资本—帝国主义对中国的侵略给中国带来了什么。

第二节 抵御外国武装侵略 争取民族独立的斗争

(1 学时，其中授课 0.5 学时，研讨 0.5 学时)

【**教学目标和要求**】本节主要把握近代中国人民抵御外来侵略、争取民族独立斗争的历史进程，充分理解中国人民反侵略斗争的重大意义，从中吸取爱国主义的精神营养。

【**具体教学内容**】教学内容包括：

1. 抵抗外来侵略的斗争历程。主要讲两个层面：人民群众的反侵略斗争和清朝爱国官兵的反侵略斗争。

2. 粉碎瓜分中国的图谋。主要讲 19 世纪末期中国出现的边疆危机和瓜分危机，以及义和团运动与列强瓜分中国图谋的破产。

【**教学和学习建议**】采用课堂讲授和学生讨论相结合的教学方法。在学生学习方面，要求学生收集阅读义和团运动的相关资料，讨论分析帝国主义列强没有能够实现瓜分中国的图谋的原因。

【**教学/考核难点重点**】如何认识近代中国人民反侵略斗争的意义。

第三节 反侵略战争的失败与民族意识的觉醒

(0.5 学时，其中授课 0.5 学时)

【**教学目标和要求**】本节主要认识和了解近代反侵略战争失败的根本原因和教训，了解在近代反侵略战争中中华民族民族意识的觉醒。

【**具体教学内容**】教学内容包括：

1. 反侵略战争失败及其原因。历次的反侵略战争，都是以中国失败、中国政府被迫签订丧权辱国的条约而告结束的，主要有以下两个方面：社会制度的腐败和经济技术的落后，而前者则是更根本的原因。

2. 民族意识的觉醒。鸦片战争以后，先进的中国人开始睁眼看世界了；中日甲午战争以后，中国人民的民族意识开始普遍地觉醒。

【**教学和学习建议**】主要采用课堂讲授的教学方法。在学生在学习方面，要求学生通过课外阅读了解林则徐、魏源、严复等历史人物及其在民族意识觉醒中的作用。

【**教学/考核难点重点**】如何认识近代中国人民反侵略斗争失败的原因。

第二章 对国家出路的早期探索（3学时）

第一节 农民群众斗争风暴的起落

（1学时，其中授课3/4学时，研讨1/4学时）

【**教学目标和要求**】通过学习，使学生了解太平天国农民战争的主要历史过程；正确认识该运动对国家出路探索的历史作用；了解运动失败原因和教训；认识旧式农民运动不可能实现中国的独立和富强。

【**具体教学内容**】太平天国农民战争；农民斗争的意义和局限

【**教学和学习建议**】课堂教学为主，辅之以课堂讨论。

【**教学/考核难点重点**】太平天国的历史意义及其失败的原因和教训

第二节 洋务运动的兴衰

（1学时，其中授课3/4学时，研讨1/4学时）

【**教学目标和要求**】认识洋务运动的主要历史过程；正确认识该运动的历史作用；了解运动失败原因和教训；认识洋务派不可能为实现中国的独立和富强指明道路。

【**具体教学内容**】

1. 洋务事业的兴办；
2. 洋务运动历史作用及其失败

【**教学和学习建议**】课堂教学为主，辅之以课堂讨论。

【**教学/考核难点重点**】洋务运动的历史作用及其失败的原因和教训

第三节 维新运动的兴起和夭折

（1学时，其中授课3/4学时，研讨1/4学时）

【**教学目标和要求**】认识戊戌维新运动的主要历史过程；正确认识该运动对国家出路探索的历史作用；了解运动失败原因和教训；认识资产阶级维新派不可能完成实现中国独立富强的使命。

【**具体教学内容**】

1. 戊戌维新运动的开展；

2. 戊戌维新运动的意义和教训

【教学和学习建议】 课堂教学为主，辅之以课堂讨论。

【教学/考核难点重点】 戊戌维新运动的历史意义及其失败的原因和教训

第三章 辛亥革命与君主专制制度的终结（3 学时）

第一节 举起近代民族民主革命的旗帜

（1 学时）

【教学目标和要求】 通过本节的教学，使学生了解辛亥革命发生的历史条件，理解近代中国进行资产阶级民主革命的必要性；了解资产阶级革命派的活动，以及以三民主义为核心的资产阶级共和国方案。

【具体教学内容】

- 1、辛亥革命爆发的历史条件；
- 2、资产阶级革命派的活动；
- 3、三民主义学说和资产阶级共和国方案；
- 4、关于革命和改良的辩论。

【教学和学习建议】 建议采用专题化教学；学生学习时应注意思考资产阶级民主革命的必要性。

【教学/考核难点重点】

- 1、辛亥革命爆发的原因
- 2、三民主义学说
- 3、20 世纪初革命派与改良派论战的内容及意义

第二节 辛亥革命与建立中国

（1 学时）

【教学目标和要求】 通过本节的学习，使学生认识辛亥革命的伟大意义。

【具体教学内容】

- 1、武昌起义、保路风潮与封建帝制的覆灭
- 2、中华民国的建立

【教学和学习建议】 建议采用专题化教学；学生学习时应注重阅读有关的史料与书目。

【教学/考核难点重点】

- 1、 南京临时政府的性质

2、辛亥革命的伟大意义

第三节 辛亥革命的失败

(1 学时)

【教学目标和要求】通过本节的学习，使学生了解辛亥革命失败的原因及教训，认识资产阶级共和国的道路在中国走不通，充分认识资产阶级领导的旧民主主义革命让位于无产阶级领导的新民主主义革命是历史发展的必然。

【具体教学内容】

- 1、封建军阀专制统治的形成；
- 2、挽救共和的努力及其受挫；
- 3、辛亥革命失败的原因和教训。

【教学和学习建议】建议采用专题化教学；学生学习时应注重阅读有关的史料与书目。

【教学/考核难点重点】

- 1、袁世凯及北洋军阀的专制统治；
- 2、辛亥革命失败的原因。

中编 从五四运动到新中国成立 (1919-1949)

综述 翻天覆地的三十年 (1 学时)

【教学目标和要求】通过中编综述的教学，使学生理解中国新民主主义革命所处的新时代和国际环境及对中国革命的深度影响；进一步理解影响中国前进的三大障碍；了解中国当时的三大力量、三个救国方案以及两个中国之命运的斗争，进而深刻认识到中国共产党的建国方案是中国人民的共同选择。

【具体教学内容】

- 1、中国所处的时代和国际环境；
- 2、“三座大山”的重压；
- 3、两个中国之命运。

【教学和学习建议】建议采用专题化教学；学生学习时应注意梳理 1919-1949 年中国的基本历史线索。

【教学/考核难点重点】

- 1、第一次世界大战对中国的影响；
- 2、反法西斯战争胜利后国家格局的深刻变化；
- 3、近代中国的三种建国方案、两个中国之命运

第四章 开天辟地的大事变（3 课时）

第一节 新文化运动和五四运动

（1 学时，其中授课 1 学时）

【教学目标和要求】

通过本节的教学，使学生了解新文化运动的意义及其局限性，认识中国的先进分子是经过怎样艰苦求索，选择了马克思主义。了解五四运动的历史特点，认识五四运动是中国新民主主义革命的开端。

【具体教学内容】

1. 北洋军阀的统治
2. 新文化运动与思想解放的潮流
3. 十月革命与马克思主义在中国的传播
4. 五四运动：新民主主义革命的开端

【教学和学习建议】

建议使用的教学法：多媒体教学、互动式教学

学生学习时应该多注意用历史理解之同情感受当时的具体历史境遇，研讨五四运动和新文化运动的国际、国内历史条件。

【教学/考核难点重点】

1. 五四运动以前新文化运动的意义及局限
2. 五四运动历史的特点
- 3 五四运动成为中国新民主主义革命的开端
4. 俄国十月革命为中国送来马克思列宁主义

第二节 马克思主义进一步传播与中国共产党诞生

（1 学时，其中授课 1 学时）

【教学目标和要求】

通过本节的教学，使学生了解中国早期马克思主义思想运动，认识中国共产党是马克思主义与中国工人运动相结合的产物，深刻体会中国共产党的成立是“开天辟地”的大事变。

【具体教学内容】

1. 中国早期马克思主义思想运动的特点
2. 马克思主义与中国工人运动的集合
3. 中国共产党的创建及其历史特点

【教学和学习建议】

建议使用的教学法：互动式教学

学习建议：组织学生讨论中国共产党创立时的国际、国内背景，对比探讨中共一大党代表人员的革命人生历程和结局。

【教学/考核难点重点】

1. 五四运动后中国先进知识分子对马克思主义的宣传
2. 中国共产党成立的历史特点及伟大意义
3. 中国共产党的成立是开天辟地的大事变

第三节 中国革命的新局面

（1学时，其中授课1学时）

【教学目标和要求】

通过本节的教学，使学生了解中国共产党成立后，中国革命呈现的新面貌。第一次国共合作与国民革命兴起及失败的过程、原因，认识革命统一战线中坚持无产阶级领导权的重要性。

【具体教学内容】

1. 制定革命纲领，发动工农运动
2. 实行国共合作，掀起大革命高潮

【教学和学习建议】

建议使用的教学法：多媒体教学、补充式教学

学习建议：观看国民大革命的纪录片，分析北伐的具体作战路线。

【教学/考核难点重点】

1. 中国共产党成立后，中国革命呈现的新面貌
2. 第一次国共合作及其特点
3. 大革命的意义、失败原因和教训

第五章 中国革命的新道路（2课时）

第一节 对革命新道路的艰苦探索

(1 学时，其中授课 1 学时)

【教学目标和要求】

通过本节的教学，使学生正确认识国民党政权的性质，认识中国人民要争得民族独立和自身解放，就必须同这个反动统治作坚决的斗争；了解中国革命新道路的开辟过程，认识从中国国情出发，确定党的路线、方针和政策的重要性。

【具体教学内容】

1. 国民党在全国统治的建立
2. 土地革命战争的兴起
3. 走农村包围城市、武装夺取政权的道路

【教学和学习建议】

建议使用的教学法：讲授法、互动式教学法

学习建议：分组讨论蒋介石反革命后给中国革命带来的困难，对中国共产党继续革命产生的影响。

【教学/考核难点重点】

1. 国民党政权的性质
2. 土地革命战争的兴起
3. 以毛泽东为代表的中国共产党人在革命实践中探索和开辟中国革命新道路的过程及重大意义

第二节 中国革命在探索中曲折前进

(1 学时，其中授课 1 学时)

【教学目标和要求】

通过本节的教学，了解中国共产党如何总结经验、加强自身思想理论建设，认识加强党的自身建设的重要性。

【具体教学内容】

1. 土地革命战争的发展及其挫折
2. 中国革命的历史性转折
3. 总结历史经验，迎接全国性的抗日战争

【教学和学习建议】

建议使用的教学法：讲授法、影视资料教学法

学习建议：查阅井冈山斗争的材料，研读《中国红色政权为什么能够存在》、《星星之火可以燎原》等著作，讨论毛泽东开辟革命道路的理论探索。

【教学/考核难点重点】

1. 中国共产党在开辟中国革命新道路的过程中，连续三次发生“左”倾错误的原因
2. 中国革命是怎样实现历史性转折的：遵义会议是党的历史上生死攸关的转折点；长征胜利是中国革命转危为安的关键
3. 红军长征到达陕北后，中国共产党是如何总结历史经验、加强党的思想理论建设

第六章 中华民族的抗日战争（3 课时）

第一节 日本发动灭亡中国的侵略战争（0.5 学时）

【教学目标和要求】

通过本节的教学，使学生认清日本军国主义发动灭亡中国的侵略战争给中国人民带来的深重灾难。

【具体教学内容】

- 1、日本灭亡中国的计划及其实施
- 2、残暴的殖民统治和中华民族的深重灾难

【教学和学习建议】

建议使用的教学法：多媒体教学、互动式教学。学生学习时应该充分了解到日本发动侵华战争是蓄谋已久的，认识其侵略本质。

【教学/考核难点重点】

- 1、日本军国主义灭亡中国的既定国策
- 2、当下社会如何正确认识日本的战争暴行

第二节 从局部抗战到全国性抗战（0.5 学时）

【教学目标和要求】

通过本节的教学，使学生了解中国军民的局部抗战与全国性抗战的历史，继承和发扬爱国主义精神，增强责任感和使命感，认识国共两党以第二次合作为基础的抗日民族统一战线的意义。

【具体教学内容】

- 1、中国共产党举起武装抗日的旗帜

- 2、局部抗战与救亡运动
- 3、停止内战，一致对外
- 4、全国性抗战的开始

【教学和学习建议】

建议使用的教学法：采用专题化教学。学生学习时应该掌握中国人民反侵略的历史过程。

【教学/考核难点重点】

1. 九一八事变后中国共产党举起武装抗日旗帜
2. 抗日民族统一战线的形成的及其历史意义

第三节 国民党与抗日的正面战场（0.5 学时）

【教学目标和要求】

通过本节的教学，使学生了解国民党以及正面战场在抗日战争中的地位与作用。

【具体教学内容】

1. 战略防御阶段的正面战场
2. 战略相持阶段的正面战场

【教学和学习建议】

建议使用的教学法：多媒体教学、互动式教学。学生学习时应该掌握国民党正面战场在抗战不同阶段所发挥的不同作用，能够正确客观的评价整个抗战期间的国民党正面战场。

【教学/考核难点重点】

如何正确评价抗战时期国民党的正面战场的抗战？

第四节 中国共产党成为抗日战争的中流砥柱（1 学时）

【教学目标和要求】

通过本节的教学，使学生认识中国共产党在抗战中的中流砥柱作用，把握两个战场之间的关系。

【具体教学内容】

1. 全面抗战的路线和持久战的方针
2. 敌后战场的开辟与游击战争的发展
3. 坚持抗战、团结、进步的方针
4. 抗日民主根据地的建设

5. 推进大后方的抗日民主运动和进步文化工作

6. 中国共产党的自身建设

【教学和学习建议】

建议使用的教学法：多媒体教学、互动式教学。学生学习时应该深刻理解中国共产党在抗战中所发挥的重要作用，自觉抵制关于共产党抗战的历史虚无主义言论。

【教学/考核难点重点】

如何理解中国共产党是抗日战争的中流砥柱？

第五节 抗日战争的胜利及其原因和意义（0.5 学时）

【教学目标和要求】

通过本节的教学，使学生充分认识中国人民的抗日战争在世界反法西斯战争中的地位与作用，掌握抗日战争胜利的意义、原因和基本经验。

【具体教学内容】

1. 抗日战争的胜利
2. 中国人民抗日战争在世界反法西斯战争中的地位
3. 抗日战争胜利的意义、原因和基本经验

【教学和学习建议】

建议使用的教学法：多媒体教学、互动式教学。学生应该在全球视野下思考中国的抗日战争在世界反法西斯战争中的重要地位。

【教学/考核难点重点】

中国抗日战争胜利的原因及意义？

第七章 为新中国而奋斗（2 课时）

第一节 从争取和平民主到进行自卫战争（0.5 学时）

【教学目标和要求】

通过本节的教学，使学生了解抗战胜利后的时局及其对中国历史发展的影响，认识两种命运、两种前途的决定胜负的斗争是这一时期中国历史的基本内容。

【具体教学内容】

1. 中国共产党争取和平民主的斗争
2. 国民党发动内战和解放区军民的自卫战争

【教学和学习建议】

建议使用的教学法：讲授法。学生学习时应该了解中国共产党在战后为争取和平民主所作出的努力。

【教学/考核难点重点】

抗战胜利后的国际国内形势

中国共产党争取和平民主的斗争

第二节 国民党政府处在全民的包围中（0.5 学时）

【教学目标和要求】

通过本节的教学，使学生了解国民党政权的反动本质及其所面临的全面危机，认识这一政权遭到广大人民的反对并迅速走向崩溃的根本原因。

【具体教学内容】

1. 全国解放战争的胜利发展
2. 土地改革与农民的广泛发动
3. 第二条战线的形成

【教学和学习建议】

建议使用的教学法：多媒体教学、互动式教学。学生学习时应该了解国民党的独裁转载、贪污腐败不得民心，其失败有一定的必然性。

【教学/考核难点重点】

国民党政府陷入全民的包围中并迅速走向崩溃的原因

第三节 中国共产党与民主党派的合作（0.5 学时）

【教学目标和要求】

通过本节的教学，使学生认识“第三条道路”幻想破灭及中国共产党领导的多党合作、政治协商格局形成的历史必然性。

【具体教学内容】

1. 各民主党派的历史发展
2. 中国共产党与民主党派的团结合作
3. 第三条道路的幻灭

【教学和学习建议】

建议使用的教学法：讲授法。学生通过学习第三条道路的基本内容，明白为什么资产阶级共和国的方案在中国是行不通的。

【教学/考核难点重点】

如何认识民主党派的历史作用？

中国共产党领导的多党合作、政治协商的格局是怎样形成的？

第四节 创建人民民主专政的新中国（0.5 学时）

【教学目标和要求】

通过本节的教学，使学生认识人民共和国的创建和共产党执政地位的确立是历史和人民的选择；了解中国新民主主义革命胜利的原因和基本经验，进一步认识“没有共产党，就没有新中国”的真理。

【具体教学内容】

1. 南京国民党政权的覆灭
2. 人民政协与《共同纲领》
3. 中国革命胜利的原因和基本经验

【教学和学习建议】

建议使用的教学法：多媒体教学、互动式教学。学生通过解放战争几次战役的学习，理解中国共产党为什么能够获得民心，为什么能最终取得胜利。

【教学/考核难点重点】

为什么说“没有共产党就没有新中国”？

中国革命取得胜利的基本经验是什么？

下编 从新中国成立到社会主义现代化建设新时期 (1949-2015)

综述三 从新中国成立到社会主义现代化建设新时期（1 学时）

【教学目标和要求】

使学生宏观把握成立以来的历史脉络和马克思主义中国化的历史进程，认识中华人民共和国成立的伟大历史意义；使学生了解新中国成立后取得的伟大历史成就，激发对党和国家的热爱；树立“只有社会主义才能救中国，只有社会主义才能发展中国的观念”，坚持中国共产党的领导，坚持四个自信，增强学生的历史使命感和坚定社会主义道路并自觉贯彻党的基本路线的自觉性。

【具体教学内容】

1. 中华人民共和国的成立和中国进入社会主义初级阶段
2. 新中国发展的两个历史时期及其相互关系

3. 开创和发展中国特色社会主义

【教学和学习建议】

教学方法：应采取教师讲授与学生自主讨论相结合的课堂教学方式；如有条件，应加强社会实践教学。

学生学习时应该注意的问题：学生在学习本次课程时，应重点把握新中国成立的伟大历史意义的各方面；要加强课下相关文献的阅读，为课堂讨论进行准备。

【教学/考核难点重点】

中华人民共和国成立的历史意义；新民主主义社会的建立与中国进入社会主义初级阶段；正确认识两个历史时期及其相互关系；中国特色社会主义理论体系创新进程。

第八章 社会主义基本制度在中国的确立（2 学时）

第一节 从新民主主义向社会主义过渡的开始

（0.5 学时 授课 0.5 学时）

【教学目标和要求】

使学生认识新民主主义社会是属于社会主义体系的、向社会主义过渡的社会；理解完成民主革命遗留任务和恢复国民经济的艰巨性、必要性及其重大历史意义；认识新中国成立后最初三年向社会主义过渡的具体步骤。

【具体教学内容】

1. 完成民主革命遗留任务和恢复国民经济
2. 开始向社会主义过渡

【教学和学习建议】

教学方法：应采取教师讲授与学生自主讨论相结合的课堂教学方式；如有条件，应加强社会实践教学。

学生学习时应该注意的问题：完成民主革命遗留任务、恢复国民经济与向社会主义过渡之间的逻辑联系；建国后最初三年里中国共产党带领全党全国人民进行的各方面努力的重要历史意义；学生在课堂学习之外应加强党史国史相关文献的阅读。

【教学/考核难点重点】

建国后面临的任务仍然十分艰巨，考验党的执政能力；新民主主义社会是一个过渡性的社会。

第二节 社会主义道路：历史和人民的选择（0.5 学时 授课 0.5 学时）

【教学目标和要求】

使学生了解中国走工业化道路的历史任务以及实行工业化就必须走社会主义道路的原因和意义；理解过渡时期总路线的必要性和正确性；认识社会主义是历史和人民的正确选择。

【具体教学内容】

1. 工业化的任务和发展道路
2. 过渡时期总路线反映了历史的必然性

【教学和学习建议】

教学方法：应采取教师讲授与学生自主讨论相结合的课堂教学方式；如有条件，应加强社会实践教学。

学生学习时应该注意的问题：工业化任务的历史性及其与走社会主义道路之间的密切联系；过渡时期总路线的内容和意义；进行社会主义改造的国内外条件；学生在课堂学习之外应加强党史国史相关文献的阅读。

【教学/考核难点重点】

1. 工业化与社会主义道路之间的联系
2. 过渡时期总路线的内容与意义
3. 社会主义制度是历史和人民的选择

第三节 有中国特点的向社会主义过渡的道路（1 学时授课 1 学时）

【教学目标和要求】

使学生了解有中国特点的社会主义改造的基本经验；认识社会主义基本制度的确立为中国以后的一切进步和发展奠定了基础；充分理解这一历史时期的重要意义。

【具体教学内容】

1. 社会主义工业化与社会主义改造同时并举
2. 农业合作化运动的发展
3. 对资本主义工商业赎买政策的实施

【教学和学习建议】

教学方法：应采取教师讲授与学生自主讨论相结合的课堂教学方式；如有条件，应加强社会实践教学。

学生学习时应该注意的问题：中国向社会主义过渡的特点；社会主义基本政治制度与经济制度在中国全面确立的过程、形式与意义；学生在课堂学习之外应加强党史国史相关文献的阅读。

【教学/考核难点重点】

具有中国特点的社会主义改造道路；完成社会主义改造是中国历史上最伟大最深刻的社会变革。

第九章 社会主义建设在探索中前进（3 学时）

第一节 良好的开局

（授课 1 学时，安排学生课外阅读相关文件和资料）

【教学目标和要求】使学生了解在建设社会主义开端时的基本国情，认识党提出马克思主义同中国实际“第二次结合”的重要性；理解社会主义道路探索的必要性和曲折性；理解毛泽东《论十大关系》主要内容和对中国经济政治建设的指导意义；充分认识中共八大的内容和重要意义；了解《关于正确处理人民内部矛盾的问题》的主要内容以及对社会主义社会矛盾分析的正确性，充分认识我党采取整风运动必要性。

【具体教学内容】

1. 全面建设社会主义的开端
2. 早期探索的积极进展

【教学和学习建议】建议采用教师讲授法（含课堂问答和互动）；其次学生课外阅读经典法，让学生阅读《论十大关系》、《关于争取处理人民内部矛盾》等经典文件和资料，把老师讲授和学生阅读相结合，提高学生自学能力和加深对教材内容的理解。

【教学/考核难点重点】社会主义改造完成之后国内国际形势；《论十大关系》、《关于争取处理人民内部矛盾》、中共八大等对指导社会主义建设的重要作用；教学的难点是客观认识和正确评价整风运动和反对右派斗争扩大化。

第二节 探索中的严重曲折

（授课 1 学时，安排学生课外阅读相关资料）

【教学目标和要求】要求学生了解“大跃进”、人民公社化运动和“文化大革命”发动的历史背景，充分认识主观意志下产生的忽视经济规律，急于求成的思想，以及在这种思想指导下发动的“大跃进”、人民公社化运动及对生产力

破坏，和党对“左”的思想的初步调整；充分认识“文化大革命”的危害以及林彪、“四人帮”对社会主义道路探索的危害，深刻理解社会主义道路探索过程的曲折性，认识到社会主义探索成功经验和失败教训。

【具体教学内容】

1. “大跃进”及其纠正
2. “文化大革命”及其结束
3. 严重的曲折，深刻的教训

【教学和学习建议】 教师讲授方法为主（含课堂问答和互动），以学生阅读历史史实的方法为辅；其次是学生课外阅读法，请学生阅读相关资料，使学生增加相关历史背景知识，并将教师的讲授和学生的阅读相结合，从而使学生加深对教材内容的理解，以便使学生对历史形成自己的正确判断。

【教学/考核难点重点】 教学重点：社会主义建设道路的曲折探索过程、“文化大革命”的错误根源和错误表现以及对社会的深重影响和深刻教训。教学难点：如何对“文化大革命”进行客观而深刻的剖析。

第三节 建设的成就 探索的成果

（授课 1 学时，安排学生课外阅读相关文件和资料）

【教学目标和要求】 要求学生了解：在全面建设社会主义时期，经过“一五”到“四五”期间 20 多年的艰苦探索，国家建立的“独立的、比较完整的工业体系和国民经济体系”；了解人民生活水平提高和文化、教育、医疗、科技事业的发展状况；了解国际地位的提高和国际环境改善的状况。准确把握在我国在社会主义建设过程中形成的若干重要原则。

【具体教学内容】

1. 独立的、比较完整的工业体系和国民经济体系的建立
2. 人民生活水平的提高与文化、教育、医疗、科技事业的发展
3. 国际地位的提高与国际环境的改善
4. 探索中形成的建设社会主义的若干重要原则

【教学和学习建议】 建议采用的教学方法是教师讲授法为主（含课堂提问和其他形式的互动）；其次是学生课外阅读法，请学生阅读相关资料，将教师的讲授和学生的阅读相结合，帮助学生深刻理解在探索过程曲折和在探索中形成的建设社会主义的若干重要原则。

【教学/考核难点重点】教学重点:讲解我国在探索过程中形成的建设社会主义的若干重要原则和各个不同阶段采取的建设目标、方针政策以及取得的主要成绩和重要经验。教学难点:如何让学生理解在一个半殖民地半封建的大国,怎样才能更好地把马克思主义基本原理和中国的建设实际结合起来,少走弯路,甚至不走弯路,取得社会主义建设的更大胜利。

第十章 改革开放与现代化建设新时期(4学时)

第一节 历史性的伟大转折和改革开放的起步

(1学时,其中授课0.8学时,研讨0.2学时)

【教学目标和要求】通过本节的教学,使学生深刻认识中共十一届三中全会实现了新中国成立以来党的历史的伟大转折,中国从此进入了改革开放和社会主义现代化建设的历史新时期,深刻理解十一届三中全会的重要地位和深远意义。

【具体教学内容】

1. 历史性的伟大转折
2. 改革开放的起步
3. 拨乱反正任务的胜利完成

【教学和学习建议】讲授和课堂讨论结合。

【教学/考核难点重点】

真理标准问题讨论有何意义;为什么说十一届三中全会实现了伟大的历史转折?;四项基本原则提出的背景、内容和意义。

第二节 改革开放和现代化建设新局面的展开(0.4学时)

【教学目标和要求】通过本节的教学,使学生深入了解改革开放全面展开后的进程,全面把握社会主义初级阶段理论、社会主义初级阶段基本路线和“三步走”发展战略的内涵。

【具体教学内容】

1. 改革开放的全面展开
2. 改革开放和现代化建设的深入推进
3. 中国特色社会主义事业的继续推进

【教学和学习建议】讲授为主。

【教学/考核难点重点】

社会主义初级阶段理论和社会主义初级阶段基本路线的内涵；“三步走”发展战略的提出及内涵。

第三节 中国特色社会主义事业的跨世纪发展（0.6 学时）

【教学目标和要求】通过本节的教学，使学生深刻理解邓小平南方谈话对社会主义现代化建设事业的重大影响，正确认识十四大、十五大的主要历史功绩，全面把握邓小平理论确立为党的指导思想的意义及“三个代表”重要思想的内涵。

【具体教学内容】

1. 改革开放的历史性突破
2. 进一步推进改革开放和现代化建设
3. 改革开放和现代化建设的跨世纪发展

【教学和学习建议】讲授为主，课间结合视频资料。

【教学/考核难点重点】

邓小平南方谈话的内容和意义；中共十四大的主要历史功绩；中共十五大的主要历史功绩；邓小平理论确立为党的指导思想的意义；“三个代表”重要思想的提出及内涵。

第四节 在新的历史起点上推进中国特色社会主义（0.5 学时）

【教学目标和要求】通过本节的教学，使学生深刻理解把握科学发展观和构建社会主义和谐社会等重大战略思想和战略任务的内容，正确认识十六大、十七大的主要历史功绩。

【具体教学内容】

1. 全面建设小康社会战略目标的确定
2. 不断推动经济社会的科学发展
3. 奋力把中国特色社会主义推进到新的发展阶段

【教学和学习建议】讲授为主。

【教学/考核难点重点】

中共十六大的主要历史功绩；科学发展观的提出及历史地位；构建社会主义和谐社会的提出及意义；中共十七大的主要历史功绩

第五节 开拓中国特色社会主义更为广阔的发展前景

(1 学时，其中授课 0.8 学时，研讨 0.2 学时)

【教学目标和要求】通过本节的教学，使学生深刻认识实现民族复兴中国梦提出的重大意义，全面正确把握“四个全面”战略布局的内涵。

【具体教学内容】

1. 全面建设小康社会目标的确定和实现民族复兴中国梦的提出
2. 协调推进“四个全面”战略布局
3. 具有新的历史特点的重大实践

【教学和学习建议】讲授和课堂讨论结合，课间结合视频资料。

【教学/考核难点重点】中共十八大的主要历史功绩；实现中华民族伟大复兴中国梦的提出及意义；“四个全面”战略布局的提出及内涵；社会主义核心价值观的提出及意义。

第六节 坚定不移沿首中国特色社会主义道路前进 (0.5 学时)

【教学目标和要求】通过本节的教学，使学生全面了解十一届三中全会以来改革开放和现代化建设取得的巨大成就，正确认识取得巨大成就的根本原因和主要经验，增强在中国共产党领导下走中国特色社会主义道路的坚定性和自觉性。

【具体教学内容】

1. 改革开放以来的巨大成就
2. 取得巨大成就的根本原因和主要经验
3. 努力实现两个一百年的目标

【教学和学习建议】讲授为主。

【教学/考核难点重点】十一届三中全会以来，改革开放和现代化建设取得了哪些巨大成就？取得巨大成就的根本原因和主要经验是什么？

五、教学要求对应关系

	教学要求 1	教学要求 2	教学要求 3	教学要求 4	
综述一	X	X	X	X	
1.1 节	X	X		X	
1.2 节	X	X		X	
1.3 节	X	X		X	

2.1 节	X	X		X	
2.2 节	X	X		X	
2.3 节	X	X		X	
3.1 节	X	X		X	
3.2 节	X	X		X	
3.3 节	X	X		X	
综述二	X	X		X	
4.1	X	X		X	
4.2	X	X		X	
4.3	X	X		X	
5.1	X	X		X	
5.2	X	X		X	
6.1	X	X		X	
6.2	X	X		X	
6.3	X	X		X	
6.4	X	X		X	
6.5	X	X		X	
7.1	X	X		X	
7.2	X	X		X	
7.3	X	X		X	
7.4	X	X		X	
综述	X		X	X	
8.1	X		X	X	
8.2	X		X	X	
8.3	X		X	X	
9.1	X		X	X	
9.2	X		X	X	
9.3	X		X	X	
10.1	X		X	X	

10.2	X		X	X	
10.3	X		X	X	
10.4	X		X	X	
10.5	X		X	X	
10.6	X		X	X	

六、考核及成绩评定方式

【考核方式】：包括课堂提问、期中课程论文、期末考试（笔试、开卷）。

【成绩评定】：平时 30%，其中期中课程论文 20%、课堂提问 10%；期末考试 70%。

【考试大纲】本课程成绩采用综合评分方法。学生成绩由三部分组成：课堂回答问题、期中课课程论文成绩、期末考试成绩，引导学生不死记硬背，进行自主性学习，培养学生理论联系实际能力。考核要点如下：

上编综述 正确认识两对主要矛盾、两大历史任务及其关系。

第一章 反对外国侵略的斗争。资本—帝国主义对中国的侵略给中国带来了什么。如何认识近代中国人民反侵略斗争的意义；如何认识近代中国人民反侵略斗争失败的原因。

第二章 对国家出路的早期探索。太平天国的历史意义及其失败的原因和教训；洋务运动的历史作用及其失败的原因和教训；戊戌维新运动的历史意义及其失败的原因和教训。

第三章 辛亥革命与君主专制制度的终结。南京临时政府的性质；辛亥革命的伟大意义；辛亥革命失败的原因。

中编综述 翻天覆地的三十年。第一次世界大战对中国的影响；反法西斯战争胜利后国家格局的深刻变化；近代中国的三种建国方案、两个中国之命运。

第四章 开天辟地的大事变。五四运动以前新文化运动的意义及局限；五四运动历史的特点；五四运动成为中国新民主主义革命的开端；俄国十月革命为中国送来马克思列宁主义；五四运动后中国先进知识分子对马克思主义的宣传；中国共产党成立的历史特点及伟大意义；中国共产党的成立是开天辟地的大事变；中国共产党成立后，中国革命呈现的新面貌；第一次国共合作及其特点；大革命的意义、失败原因和教训。

第五章 中国革命的新道路。国民党政权的性质；土地革命战争的兴起；以毛泽东为代表的中国共产党人在革命实践中探索和开辟中国革命新道路的过程及重大意义；中国共产党在开辟中国革命新道路的过程中，连续三次发生“左”倾错误的原因；2. 中国革命是怎样实现历史性转折的：遵义会议是党的历史上生死攸关的转折点；长征胜利是中国革命转危为安的关键；红军长征到达陕北后，中国共产党是如何总结历史经验、加强党的思想理论建设

综述三 从新中国成立到社会主义现代化建设新时期。中华人民共和国成立的历史意义；新民主主义社会的建立与中国进入社会主义初级阶段；正确认识两个历史时期及其相互关系；中国特色社会主义理论体系创新进程。

第六章 “九·一八”事变后中国共产党举起武装抗日旗帜，抗日民族统一战线的形成的及其历史意义，抗战时期国民党正面战场抗战评价，中国共产党是抗日战争的中流砥柱，中国抗日战争胜利的原因及意义。

第七章 抗战胜利后的国际国内形势，中国共产党争取和平民主的斗争，国民党政府陷入全民的包围中并迅速走向崩溃的原因，如何认识民主党派的历史作用？中国共产党领导的多党合作、政治协商的格局是怎样形成的？为什么说“没有共产党就没有新中国”？中国革命取得胜利的基本经验是什么？

第八章 社会主义基本制度在中国的确立。建国后面临的任务仍然十分艰巨，考验党的执政能力；新民主主义社会是一个过渡性的社会；工业化与社会主义道路之间的联系；过渡时期总路线的内容与意义；社会主义制度是历史和人民的选择；具有中国特点的社会主义改造道路；完成社会主义改造是中国历史上最伟大最深刻的社会变革。

第九章 社会主义建设在探索中前进。怎样理解新民主主义社会是一个过渡性的社会；怎样理解社会主义制度在中国的确立是历史和人民的选择；中共八大对社会主义道路的探索；社会主义建设道路的曲折探索过程；为什么说完成社会主义改造是中国历史上最伟大最深刻的社会变革。

第十章 改革开放与现代化建设新时期。真理标准问题讨论的意义；为什么说十一届三中全会实现了伟大历史转折；社会主义初级阶段理论和社会主义初级阶段基本路线的内涵；“三步走”发展战略的提出及内涵；邓小平南方谈话的内容和意义；中共十四大的主要历史功绩；中共十五大的主要历史功绩；邓小平理论确立为党的指导思想的意义；“三个代表”重要思想的提出及内涵；

中共十六大的主要历史功绩；科学发展观的提出及历史地位；构建社会主义和谐社会的提出及意义；中共十七大的主要历史功绩；中共十八大的主要历史功绩；实现中华民族伟大复兴中国梦的提出及意义；“四个全面”战略布局的提出及内涵；社会主义核心价值观的提出及意义；改革开放和现代化建设取得巨大成就的根本原因和主要经验是什么？

七、教材及参考资料

【教材】

《中国近现代史纲要》编写组编：《中国近现代史纲要》；高等教育出版社；2015年第6版；马克思主义理论研究和建设工程重点教材。

【参考书】

沙健孙、李捷、龚书铎主编：《〈中国近现代史纲要〉教师参考书》、《〈中国近现代史纲要〉学生辅学读本》、《“中国近现代史纲要”课疑难问题解析》、《“中国近现代史纲要”课学习参考文选》，高等教育出版社，2007年。

山东大学 外国语学院

《大学基础英语》理论课程教学大纲

编写人：林殿芳

审定人：崔校平

编制时间：2019年8月

审定时间：2019年8月

一、课程基本信息：

课程名称	大学基础英语（1）；大学基础英语(2) 大学基础英语（3）；大学基础英语（4）		
英文名称	College English (Basic Level)		
课程编码	sd03110010; sd03110020; sd03110030; sd03110040		
开课单位	外国语学院大学外语教学部		
课程类别	<input checked="" type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	8	学时	128
适用专业	非英语专业艺体民本科生		
先修课程	无		
课程网站	http://www.sden.sdu.edu.cn/		

二、课程描述

“大学基础英语”课程是为“艺体民”本科生开设的通识教育必修课程。“大学基础英语”兼有工具性和人文性双重性质。它既是一门语言基础知识课程，也是拓宽知识、了解世界的文化素质教育课程。因此，“大学基础英语”课程在传授语言知识的基础上充分考虑对学生文化素质和跨文化交际意识的培养。同时，注重培养学生的自主学习能力，强调通过大量的自主阅读和视听说练习来提高学生的语言应用能力。

College English (Basic Level) is a compulsory public course designed for students at their undergraduate level. It plays an irreplaceable role in talent cultivation. The functions of College English (Basic Level) are two folds: being instrumental and humanistic in particular. It is not only a linguistic fundamental knowledge course but also a cultural quality education one to broaden students' horizons and guide them to explore the world. Therefore, College English (Basic Level) takes full consideration of the cultivation of students' cultural quality and inter-cultural communication awareness. Meanwhile, the course highlights the development of the students' ability in autonomy learning and improves their linguistic competence by means of extensive autonomous reading, listening and speaking practices.

三、课程教学目标和教学要求

【教学目标】

通过本课程的学习，使学生在听说读写译等英语语言应用能力方面能够达到《大学英语教学指南》的基础目标要求。

【教学要求】

1. 听力理解能力：能听懂英语授课，能听懂日常英语谈话和一般性题材讲座，能基本听懂慢速英语节目，语速为每分钟 130 词左右，能掌握其中心大意，抓住要点。能运用基本的听力技巧帮助理解。
2. 口语表达能力：能在学习过程中用英语交流，并能就某一主题进行讨论。能就日常话题和英语国家的人士进行交谈。能就所熟悉的话题经准备后作简短发言，表达比较清楚，语音、语调基本正确。能在交谈中使用基本的会话策略。
3. 阅读理解能力：能够基本读懂一般性题材的英文文章，阅读速度达到每分钟 70 词，在快速阅读篇幅较长、难度略低材料时，阅读速度达到每分钟 100 词，能基本读懂国内英文报刊，掌握中心意思，理解主要事实和有关细节。能读懂工作、生活中常见的应用文体的材料。能在阅读中使用有效的阅读方法。

4. 书面表达能力：能完成一般性写作任务，能描述个人经历、观感、情感和发生的事件等，能就一般性话题或提纲在半小时内写出 120 词的短文，内容基本完整、用词恰当，语意连贯。能掌握基本的写作技能。

5. 翻译能力：能借助词典对题材熟悉的文章进行英汉互译，英汉译速为每小时 300 英语单词，汉英译速为每小时 250 个汉字。译文基本流畅，能在翻译时使用适当的翻译技巧。

6. 推荐词汇量：掌握的词汇量应达到 4500 个单词和 700 个词组（含中学应掌握的词汇），其中 2000 个单词为积极词汇，即要求学生能够在认知的基础上学会熟练运用，包括在口头表达以及书面表达两个方面。

四、课程教学内容及学时分配

大学基础英语课程分四个学期完成，分别为大学基础英语（1）、大学基础英语（2）、大学基础英语（3）和大学基础英语（4）。

每单元课堂授课 8 学时，学生网上自主学习 4 学时。

第一学期

Unit 1-Book 1 College Life

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about college life; Making comments on college life; Talking about your most memorable examination; Talking about Teaching buildings, Libraries, teaching skills and quality

2. Reading skills:

Reading with a purpose: reading the title of the text; reading the first paragraph; reading the first sentence of each of the other paragraph; reading the final paragraph; looking for key words.

3. Writing skill:

Registration forms and name cards

4. Talking about professional skills Language in use:

Registration forms and name cards

Applying for an admission

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon

【教学和学习建议】

Pair conversation to speculate about college life; class discussion about teaching skills and relationships at college; Registration forms and name cards

【教学/考核难点重点】

Talking about college life; Talking about professional skills; Writing Registration forms and name cards

Unit 2-Book 1 Education the Right Way

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about Education; Making comments on Education; Talking about Education; Talking about teaching and learning skills

2. Reading skills:

Skimming: read the title of the text; read the first paragraph; read the first sentence of each of the other paragraph; read the final paragraph; look for key words.

3. Writing skill:

Learning to write notes of apology

4. Talking about professional skills Language in use:

Writing notes of apology

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon

【教学和学习建议】

Pair conversation to speculate about studying online; class discussion about online education t; application form for admission

【教学/考核难点重点】

Talking about the world-famous universities; Talking about professional skills; writing notes of apology

Unit 3-Book 1 Work Hard with Purpose

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about work hard with purpose; Making comments on how to work hard as a student; Talking about the role models who work very hard.

2. Reading skills:

Improving concentration: controlling external distractions while increasing your attention span; focusing on the main points of what you read

3. Writing skill:

A formal letter of invitation to a symposium

4. Talking about professional skills Language in use:

Learning to create a poster for a music concert and an invitation card to a party

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon

【教学和学习建议】

Pair conversation to speculate about leisure activities; class discussion about leisure activities on campus and your favorite leisure-time hobby; application form for admission

【教学/考核难点重点】

Talking about the world famous universities; Talking about professional skills; learning to create a poster for a music concert and an invitation card to a party

Unit 4-Book 1 Living on Your Own

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about living on campus; Making comments on self-dependent experiences; Talking about your first job interview and part-time working experiences; Talking about communication skills

2. Reading skills:

Review and recall: increasing the amount of information

3. Writing skill:

Bank account form

4. Talking about professional skills Language in use:

Learn how to fill bank account form

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon 【教学和学习建议】

Pair conversation to speculate about living on campus; class discussion about self-dependent experiences; Talking about communication skills; bank account forms

【教学/考核难点重点】

Talking about living on campus; Talking about self-dependent experiences; Talking about communication skills; bank account forms

Unit 5-Book 1 Socializing

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about socializing; Making comments on various ways of socializing;

Talking about your own experience of socializing with other people;

2. Reading skills:

Identifying the topic: it means clarifying what the entire paragraph is mainly about.

3. Writing skill:

Writing an order form

4. Talking about professional skills Language in use:

Writing and producing

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon

【教学和学习建议】 Pair conversation to speculate about sources of information; class discussion about various sources of information; your own experience of getting information from different sources

【教学/考核难点重点】

Talking about sources of information; Talking about own experience of getting information from different sources; Writing an order form

第二学期

Unit 6-Book 1 Volunteering

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about volunteering in the world; Making comments on the voluntary work for the Olympics; Talking about your own experiences of being a volunteer

2. Reading skills:

Finding the main idea: reading the beginning and the ending of the paragraph; sometimes reading the middle of the paragraph,

3. Writing skill:

Writing schedules for sports events

4. Talking about professional skills Language in use:

Writing schedules for sports events

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon

【教学和学习建议】 Pair conversation to speculate about volunteering in the world; class discussion about the voluntary work for the Olympics; Talking about your own experiences of being a volunteer; Writing schedules for sports events

【教学/考核难点重点】

Talking about the voluntary work for the Olympics; Talking about your own experiences of being a volunteer; Writing schedules for sports events

Unit 7-Book 1 Reading

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about reading; Making comments on how to read effectively; Talking about you own reading experience

2. Reading skills:

Major support details: which statements directly prove or explain the main idea? your answer will lead to the important details of the paragraph.

3. Writing skill:

Writing a notice

4. Talking about professional skills Language in use:

Writing and producing: subjunctive mood

Writing a notice

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon

【教学和学习建议】

Pair conversation to speculate about learning strategies; class discussion about how to learn effectively; writing and producing: subjunctive mood; Writing a notice

【教学/考核难点重点】

Talking about learning strategies; Talking about how to learn effectively; writing and producing: subjunctive mood

Writing a notice

Unit 8-Book 1 Love and Friendship

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about love and friendship; Making comments on people's experience and opinions on love and friendship; Talking about your experience and opinions on love and friendship; Talking about Valentine's day

2. Reading skills:

Minor supporting details: they provide information that qualifies, describes ,or explains the major details.

3. Writing skill:

Writing invitations

4. Talking about professional skills Language in use:

Writing and producing: punctuation

Writing invitations

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon

【教学和学习建议】

Pair conversation to speculate about love and friendship; class discussion about people's experience and opinions on love and friendship; Talking about your experience and opinions on love and friendship; writing and producing: punctuation
Writing invitations

【教学/考核难点重点】

Talking about people's experience and opinions on love and friendship; Talking about your experience and opinions on love and friendship;
writing and producing: punctuation; Writing invitations

Unit 1-Book 2 Famous Universities

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about the world famous universities; Making comments on their staff and students; Talking about Teaching buildings and Libraries at the universities ; Talking about teaching skills and quality

2. Reading skills:

Skimming: read the title of the text; read the first paragraph; read the first sentence of each of the other paragraph; read the final paragraph; look for key words.

3. Writing skill:

Writing a application form for admission

4. Talking about professional skills Language in use:

Applying for an admission

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon

【教学和学习建议】

Pair conversation to speculate about the world famous universities; class discussion about teaching skills and relationships at work; application form for admission

【教学/考核难点重点】

Talking about the world famous universities; Talking about professional skills;

Writing an application form for admission

Unit 2-Book 2 Jobs and Careers

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about jobs and careers; Making comments on the job opportunities ;

Talking about job interviews ; Talking about job-hunting skills and quality

2. Reading skills:

Scanning: read rapidly to locate specific information; read with a clear idea and etc..

3. Writing skill:

Writing a resume

4. Talking about professional skills Language in use:

A resume

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon

【教学和学习建议】

Pair conversation to speculate about jobs and careers; class discussion about job-hunting skills and relationships at work; resume

【教学/考核难点重点】

Talking about jobs and careers; Talking about professional skills; Writing a resume

Unit 3-Book 2 Advertising

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about the advantages and disadvantages of advertising ; Making comments ; Talking about the role of the Ad Council; Talking about the use and abuses of advertisement

2. Reading skills:

Skimming: read the title of the text; read the first paragraph; read the first sentence of each of the other paragraph; read the final paragraph; look for key words.

3. Writing skill:

Writing a personal Ads

4. Talking about professional skills Language in use:

A personal Ads

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon

【教学和学习建议】

Pair conversation to speculate about the advantages and disadvantages of advertising; class discussion about the role of the Ad Council; Talking about the use and abuses of advertisement **【教学/考核难点重点】**

Talking about the advantages and disadvantages of advertising; Talking about the role of the Ad Council; Writing a personal Ads.

第三学期

Unit 4-Book 2 Chinese Culture

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about Chinese culture; Making comments on Chinese culture; Talking about Chinese culture

2. Reading skills:

Skimming: read the title of the text; read the first paragraph; read the first sentence of each of the other paragraph; read the final paragraph; look for key words.

3. Writing skill:

Writing an application form for holiday insurance

4. Talking about professional skills Language in use:

Applying for holiday insurance

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon

【教学和学习建议】

Pair conversation to speculate about traffic accidents; class discussion about skills and relationships at work; application form for admission

【教学/考核难点重点】

Talking about traffic accidents; Talking about rescues, calamities and professional rescue skills; Writing an application form for holiday insurance

Unit 5-Book 2 Ways to Success

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about some successful people; Making comments on their success stories; Talking about the advantage of getting good education

2. Reading skills:

Identifying passage organization: read the text to point out the types of organization; the use of passage organization to learn about the information

3. Writing skill:

Writing greeting cards for achievements

4. Talking about professional skills Language in use:

Greeting cards for achievements

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon

【教学和学习建议】

Pair conversation to speculate about some successful people; class discussion about their success stories; greeting cards for achievements

【教学/考核难点重点】

Talking about some successful people; Talking about their success stories; Writing greeting cards for achievements

Unit 6-Book 2 Sports and Health

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about sports; Making comments on famous athletes; Talking about the way of keeping fit; Talking about the way to success

2. Reading skills:

Taking notes: recognizing and extract the main points; setting them down clearly and briefly; keeping the notes intelligible.

3. Writing skill:

Writing health background form

4. Talking about professional skills Language in use:

Health background form

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon

【教学和学习建议】

Pair conversation to speculate about sports; class discussion about teaching skills and relationships at work; application form for admission

【教学/考核难点重点】

Talking about the world famous universities; Talking about famous athletes ; Filling health background form

Unit 7-Book 2 Family Ties

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about your family; Making comments on the family relationship; Talking about your parents.

2. Reading skills:

Using Cue Words: reading the text; learning to make use of the cue words.

3. Writing skill:

Writing personal letters

4. Talking about professional skills Language in use:

Personal letters

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon

【教学和学习建议】

Pair conversation to speculate about your family; class discussion about family relationships; personal letters

【教学/考核难点重点】

Talking about your family; Talking about family relationships; Writing personal letters

Unit 8-Book 2 Computers and Security

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about computers and security; Making comments on computer viruses and the damage they may inflict; Talking about skills against computer viruses

2. Reading skills:

Outlining and Summarizing: finding and listing the main ideas; Listing the supporting ideas; including everything important that appears in the reading; reading the passage carefully; selecting the most important information; leaving out all but the most important details; presenting ideas and information in an organized way.

3. Writing skill:

Writing an internet notice

4. Talking about professional skills Language in use:

An Internet notice

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon

【教学和学习建议】

Pair conversation to speculate about computers and security; class discussion about computer viruses and the damage they may inflict; Writing an internet notice

【教学/考核难点重点】

Talking about computer viruses and the damage they may inflict; Talking about professional skills against computer viruses; Writing an internet notice

Unit 1-Book 3 Caring for Earth

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about caring for earth; Making comments on how to protect; Talking about what students do for protecting the earth.

2. Reading skills:

Cause and effect: finding and listing the main ideas; Listing the supporting ideas; including everything important that appears in the reading; reading the passage carefully; selecting the most important information; leaving out all but the most important details; presenting ideas and information in an organized way.

3. Writing skill:

Writing a formal letter of invitation

4. Talking about professional skills Language in use:

A formal letter of invitation

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon

【教学和学习建议】

Pair conversation to speculate about computers and security; class discussion about computer viruses and the damage they may inflict; Writing a formal letter of invitation

【教学/考核难点重点】

Talking about ways of protect the environment; Talking about the causes and effects; Writing a formal letter of invitation

第四学期

Unit 2-Book 3 Nobel Prize Winners

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about Nobel prize winners; Making comments on Nobel prize winners that students know, and discuss Nobel prize winner as role models.

2. Reading skills:

Analyzing word formation: to understand that words in English are composed of different parts. To learn how to memorize a word effectively.

3. Writing skill:

Write an essay on the topic of A New Category of Nobel Prize

4. Talking about professional skills Language in use:

A New Category of Nobel Prize

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon

【教学和学习建议】

Pair conversation to speculate about Nobel Prize Winners; class discussion about Nobel Prize Winners and the role models of Nobel Prize Winners; Write an essay on the topic of A New Category of Nobel Prize

【教学/考核难点重点】

Talking about Nobel Prize Winners; Write an essay on the topic of A New Category of Nobel Prize

Unit 3-Book 3 The Essence of Brand Building

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about building a brand; Making comments on how to build a brand, and discuss what kind of brand they want to build

2. Reading skills:

To understand the conceptual meaning of a word, which is known as the dictionary meaning which indicates the concepts. In reading we can find that many different words have the same conceptual meanings.

3. Writing skill:

Write an essay on the title of Secrets of Famous Brands

4. Talking about professional skills Language in use:

Secrets of Famous Brands

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon

【教学和学习建议】

Pair conversation to speculate about the essence of brand building; class discussion about Nobel Prize Winners and the Secrets of Famous Brands; Write an essay on the topic of Secrets of Famous Brands

【教学/考核难点重点】

Talking about the essence of brand building; Write an essay on the topic of Secrets of Famous Brands

Unit 4-Book 3 Genetic Engineering Dispute

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about genetic engineering dispute; Making comments on the development of GM food, and discuss the pro and cons of GM food

2. Reading skills:

To understand propositional meaning of a sentence. To know the meaning of a sentence is to know what the sentence is all about, and *what, who, where, when* and *how* are involved.

3. Writing skill:

Write an essay on the topic of Promising Future of Agriculture or Threatening Risks to Our Health?

4. Talking about professional skills Language in use:

Promising Future of Agriculture or Threatening Risks to Our Health?

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon

【教学和学习建议】

Pair conversation to future agriculture; class discussion about the pros and cons of GM food; Write an essay on the topic of Promising Future of Agriculture or Threatening Risks to Our Health?

【教学/考核难点重点】

Talking about pros and cons of GM food and future agriculture; Write an essay on the topic of Promising Future of Agriculture or Threatening Risks to Our Health?

Unit 5-Book 3 Lifelong Education

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about lifelong education; Making comments on lifelong education as a student, and discuss how to be a lifelong learner

2. Reading skills:

To understand the contextual meaning of a sentence: The propositional content of a sentence gets a contextual meaning when it is judged in a given situation or context. This might be a reason, justification, assumption, explanation, or other functions that the sentence might assume from the context. The functional value of a sentence is derived from the writer's intention in using it, and it is identified from the relationship between this sentence and others in the same text.

3. Writing skill:

Write an essay on the topic of Will MOOC replace traditional schooling eventually

4. Talking about professional skills Language in use:

Will MOOC replace traditional schooling eventually

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon

【教学和学习建议】

Pair conversation to speculate about lifelong learning; class discussion about: Will MOOC replace traditional schooling eventually and the role models of Nobel Prize Winners?; Write an essay on the topic of Will MOOC replace traditional schooling eventually

【教学/考核难点重点】

Talking about lifelong learning; Write an essay on the topic of Will MOOC replace traditional schooling eventually.

Unit 6-Book 3 Travel Around the World

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about traveling around the world; Making comments on traveling, and discuss their experience of travelling.

2. Reading skills:

To understand pragmatic meaning, which is the meaning the writer intends to pass on to the reader in his or her writing in the particular context the writer has created. This is what we usually mean by “reading between the lines

3. Writing skill:

Write an essay on the topic of write a tourism promotion for the city

4. Talking about professional skills Language in use:

Write a tourism promotion for the city

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon

【教学和学习建议】

Pair conversation to speculate about traveling around the world; class discussion about their experience of travelling; Write a tourism promotion for the city

【教学/考核难点重点】

Talking about their experience of travelling; Write a tourism promotion for the city

Unit 7-Book 3 Drug Abuse

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about drug abuse; Making comments on how to prevent drug abuse, and discuss the threat that drug abuse brings to the society.

2. Reading skills:

To understand a cohesive text can be achieved by means of grammatical devices, such as tense and aspect, reference, substitution, time or place relater and parallel construction; lexical devices, such as hyponymy, synonymy, complementarity, and metonymy and repetition; logical connectors, such as “and”, “but”, “in addition”, “that is to say”, “in the same way”, etc.

3. Writing skill:

Write an essay on the topic of Drug abuse among stars

4. Talking about professional skills Language in use:

Drug abuse among stars

【具体教学内容】

Part I Listen and Talk

Part II Read and Explore (1) Passage A (2) Passage B

Part III Write and Produce: General Writing and Practical Writing

Part IV Culture Salon

【教学和学习建议】

Pair conversation to speculate about drug abuse; class discussion about how to prevent drug abuse, and write an essay on the topic of Drug abuse among stars

【教学/考核难点重点】

Talking about drug abuse; Write an essay on the the topic of Drug abuse among stars

五、教学要求对应关系

	教学要 求 1	教学要求 2	教学要求 3	教学要求 4	教学要求 5	教学要求 6
Unit 1-Book 1	X	X	X	X	X	X
Unit 2-Book 1	X	X	X	X	X	X
Unit 3-Book 1	X	X	X	X	X	X
Unit 4-Book 1	X	X	X	X	X	X
Uni 5-Book 1	X	X	X	X	X	X
Unit 6-Book 1	X	X	X	X	X	X
Unit 7-Book 1	X	X	X	X	X	X
Unit 8-Book 1	X	X	X	X	X	X
Unit 1-Book 2	X	X	X	X	X	X
Unit 2-Book 2	X	X	X	X	X	X
Unit 3-Book 2	X	X	X	X	X	X
Unit 4-Book 2	X	X	X	X	X	X
Unit 5-Book 2	X	X	X	X	X	X
Unit 6-Book 2	X	X	X	X	X	X

Unit 7-Book 2	X	X	X	X	X	X
Unit 8-Book 2	X	X	X	X	X	X
Unit 1-Book 3	X	X	X	X	X	X
Unit 2-Book 3	X	X	X	X	X	X
Unit 3-Book 3	X	X	X	X	X	X
Unit 4-Book 3	X	X	X	X	X	X
Unit 5-Book 3	X	X	X	X	X	X
Unit 6-Book 3	X	X	X	X	X	X
Unit 7-Book 3	X	X	X	X	X	X

六、考核及成绩评定方式

【考核方式】：教学评估将形成性评估和终结性评估相结合。形成性评估主要依据学生平时的表现以及学习任务的完成情况，包括自我评估、学生之间相互评估，以及教师对学生的评估。终结性评估是指期末考试，应以评价学生的英语综合应用能力为主，同时测试学生对语言知识掌握的准确性。

【成绩评定】：期末考试 60%+口语考试 10%+网络自主学习 15%+课堂成绩 15%

【考试大纲】

大学基础英语课程考试大纲

考试目的	1. 考察学生掌握和应用知识的能力 2.评价教师教学质量		
考试对象	年级：一年级艺体民本科生 专业：非英语各专业		
考试方式	1.闭卷✓ 2.开卷 3.上机 4.综述 5.论文 6.其它（ ）		
考试方法	1.笔试✓ 2.口试 3.其它（ ）		
试卷来源	1.试题库✓ 2.试卷库 3.校内统一命题✓ 4.任课教师命题		
试题难易度	1.较容易（30%） 2.中等（40%） 3.较大难度（30%）		
卷面总分： 100			
	内容	题量（%）	类型（相应栏内打勾）

编 题 计 划			记忆	理解 分析	综合 应用	提高 扩展
	听力	20		✓	✓	✓
	阅读	30		✓	✓	✓
	词汇/语法	20	✓		✓	
	翻译	15	✓		✓	
	写作	15			✓	✓
阅卷方法	1. 微机阅卷✓ 2. 流水阅卷✓ 3. 任课教师阅卷					
记分方式	1. 百分制 ✓ 2. 五级制 3. 二级制					
备注： 1. 期末总成绩包括： 期末考试 60%+口语考试 10%+网络自主学习 15%+课堂成绩 15%						

七、教材及参考资料

【教材】编著者，教材名，出版社，出版年，教材类别（是否规划、获奖教材？）

孔庆炎等，《大学体验英语综合教程》1、2、3册，高等教育出版社，2012年第3版，“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

李霄翔，《大学体验英语听说教程》1、2、4册，高等教育出版社，2012年第3版，“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

山东大学 外国语学院

《大学综合英语》理论课程教学大纲

编写人：陈伟

审定人：崔校平

编制时间：2019年8月

审定时间：2019年8月

一、课程基本信息：

课程名称	大学综合英语(1); 大学综合英语(2)		
英文名称	College English(1); College English(2)		
课程编码	sd03111810; sd03111820		
开课单位	外国语学院大学外语教学部		
课程类别	<input checked="" type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	4	学时	120(课堂授课 64+ 网络自主学习 56)
适用专业	非英语专业本科生		
先修课程	无		
课程网站	http://www.sden.sdu.edu.cn/		

二、课程描述

“大学综合英语”课程是为非英语专业本科生开设的通识教育必修课程。

“大学英语”兼有工具性和人文性双重性质。它既是一门语言基础知识课程，也是拓宽知识、了解世界的文化素质教育课程。因此，“大学综合英语”课程在传授语言知识的基础上充分考虑对学生文化素质和跨文化交际意识的培养。同时，注重培养学生的自主学习能力，强调通过大量的自主阅读和视听说练习来提高学生的语言应用能力。

College English is a compulsory public fundamental course designed for non-English majors at their undergraduate level. The functions of College English are two folds: being instrumental and humanistic in particular. It is not only a linguistic fundamental knowledge course but also a cultural quality education one to broaden students' horizons and guide them to explore the world. Therefore, College English takes full consideration of the cultivation of students' cultural quality and inter-cultural communication awareness. Meanwhile, the course highlights the development of the students' ability in autonomy learning and improves their linguistic competence by means of extensive autonomous reading, listening and speaking practices.

三、课程教学目标和教学要求

【教学目标】

通过本课程的学习，使学生在听说读写译等英语语言应用能力方面能够达到《大学英语教学指南》的提高目标要求。

【教学要求】

1. 听力理解能力：能够基本听懂英语国家人士的谈话和讲座，能听懂题材熟悉、篇幅较长的国内英语广播或电视节目，语速为每分钟 150 词左右。能掌握其中心大意，抓住要点和相关细节。能基本听懂外国专家用英语讲授的专业课程。

2. 口语表达能力：能够和英语国家的人士进行比较流利的会话，较好地掌握会话策略，能基本表达个人意见、情感、观点等，能基本陈述事实、事件、理由等，表达思想清楚，语音、语调基本正确。

3. 阅读理解能力：能基本读懂英语国家大众性报刊杂志的一般性题材的文章，阅读速度为每分钟 70 词，在快速阅读篇幅较长的材料时，阅读速度达到每分钟 120 词，能就阅读材料进行略读或寻读。能够基本读懂自己专业方面的综述性文献，并能正确理解中心大意，抓住主要事实和有关细节。

4. 书面表达能力：能就一般性的主题基本表达个人观点，能写所学专业论文的英文摘要，能撰写所学专业的英文小论文。能描写各种图表，能在半小时内写出 160 词的短文，内容完整，条理清楚，文理通顺。

5. 翻译能力：能借助词典翻译一般英语国家报刊上题材熟悉的文章，能摘译所学专业的英语科普文章。英汉译速为每小时 350 英语单词，汉英译速为每小时 300 个汉字。译文基本通顺、达意，无重大理解和语言错误。

6. 推荐词汇量：掌握的词汇量应达到 5500 个单词和 1200 个词组（包括中学和一般要求应该掌握的词汇），其中 2500 个单词（包括一般要求应该掌握的积极词汇）为积极词汇。

四、课程教学内容及学时分配

大学综合英语课程分两个学期完成,分别为大学综合英语（1）和大学综合英语（2）。

每单元课堂授课 4 学时，学生网上自主学习 4 学时。

第一学期

Unit 1-Book 3 Discovering yourself

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Asking and responding to sensitive questions; Expressing annoyance;
Clarifying and asking for clarification; Giving an overview;
Closing a presentation

2. Reading skills:

Using narrative devices; understanding writer's style

3. Writing skill:

Planning an essay

4. Language in use:

Carrying out a survey on students' fears and ambitions

【具体教学内容】

Part I Inside View; Presentation Skills; Pronunciation

Part II Active Reading (1); Active Reading (2)

Part III Language in use; Reading across cultures;

Part IV Guided writing; Unit task

【教学和学习建议】

Pair conversation to ask and respond to sensitive questions; class presentation on “How to prepare for going to university”

【教学/考核难点重点】

Giving an overview in a presentation; Closing a presentation;
Planning an essay based on a survey

Unit 2-Book 3 Childhood Memories

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Emphasizing; Expressing surprising; Resuming a story; Introducing personal anecdotes; Making comparisons; Making suppositions

2. Reading skills:

Use of imagery

3. Writing skill:

Describing habitual actions in the past

4. Language in use:

Making a collection of childhood memories

【具体教学内容】

Part I Inside View; Presentation Skills; Pronunciation

Part II Active Reading (1); Active Reading (2)

Part III Language in use; Reading across cultures;

Part IV Guided writing; Unit task

【教学和学习建议】

Pair conversation to introducing personal anecdotes and express surprising; group work to resume a story ; write a report based on the collection of childhood memories by making comparisons and suppositions

【教学/考核难点重点】

Making comparisons; Making suppositions; Understanding the use of imagery

Unit 3-Book 3 Art for Art's Sake

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Prompting for more information; Remembering; Talking about time; Expressing strong opinions; Conceding an argument; Refuting an argument; Summarizing

2. Reading skills:

Linking ideas

3. Writing skill:

Listing items

4. Language in use:

Producing a leaflet on places of artistic interest

【具体教学内容】

Part I Inside View; Presentation Skills; Pronunciation

Part II Active Reading (1); Active Reading (2)

Part III Language in use; Reading across cultures;

Part IV Guided writing; Unit task

【教学和学习建议】

Pair conversation to talk about time and prompt for more information ;
group discussion to express strong opinions with conceding an
argument, refuting an argument and summarizing

【教学/考核难点重点】

Expressing strong opinions; Conceding an argument; Refuting an
argument; Summarizing; Write by linking ideas

Unit 4-Book 3 Changing Times

【教学目标和要求】

5. Functions in oral English:

Expressing blame; Reassuring; Making comparisons; Talking about
advantages and disadvantages; Checking plans; Starting off a
discussion; Reacting to other' s opinions; Inviting others to
speak; Closing a discussion

6. Reading skills:

Using irony to create empathy; Fact or opinion; Paradox

7. Writing skill:

Giving examples

8. Language in use:

Defending a traditional job or trade

【具体教学内容】

Part I Inside View; Presentation Skills; Pronunciation

Part II Active Reading (1); Active Reading (2)

Part III Language in use; Reading across cultures;

Part IV Guided writing; Unit task

【教学和学习建议】

Pair conversation to talk about advantages and disadvantages with
making comparisons and checking plans; group discussion by starting

off a discussion, reacting to other' s opinions , inviting others to speak and closing a discussion

【教学/考核难点重点】

Starting off a discussion; Reacting to other' s opinions; Inviting others to speak; Closing a discussion; Understanding of using irony to create empathy and the use of Paradox

Unit 5-Book 3 A Place in Society

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Introducing a subject; Talking about customs and culture;
Explaining the situation; Persuading people to volunteer

2. Reading skills:

Describing characters; Ordering and leaving out information

3. Writing skill:

Using the passive

4. Language in use:

Preparing a guide for immigrants to China

【具体教学内容】

Part I Inside View; Presentation Skills; Pronunciation

Part II Active Reading (1); Active Reading (2)

Part III Language in use; Reading across cultures;

Part IV Guided writing; Unit task

【教学和学习建议】

Pair conversation to talk about customs and culture; Class presentation to persuade people to volunteer ; write a guide for immigrants to China

【教学/考核难点重点】

Talking about customs and culture; Persuading people to volunteer;
Preparing a guide for immigrants to China

Unit 6-Book 3 Streets Full of Heroes

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Talking about buildings and materials; Asking about a personal history; Speculating; Introducing a final news item; Reporting comments; Ending the news

2. Reading skills:

Understanding writer' s style; Using quotations

3. Writing skill:

Using quotations

4. Language in use:

Writing a nomination for an unsung hero

【具体教学内容】

Part I Inside View; Presentation Skills; Pronunciation

Part II Active Reading (1); Active Reading (2)

Part III Language in use; Reading across cultures;

Part IV Guided writing; Unit task

【教学和学习建议】

Pair conversation to talk about buildings and materials and ask about a personal history; Group work to introduce a final news item, report comments and end the news

【教学/考核难点重点】

Introducing a final news item; Reporting comments; Ending the news;
Using quotations in writing

Unit 7-Book 3 The Secret Life of Science

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Making plans; Asking for and confirming further information;
Setting the context; Recalling the details

2. Reading skills:

Narrative Balance

3. Writing skill:

Comparing and contrasting

4. Language in use:

Ranking scientific research projects

【具体教学内容】

Part I Inside View; Presentation Skills; Pronunciation

Part II Active Reading (1); Active Reading (2)

Part III Language in use; Reading across cultures;

Part IV Guided writing; Unit task

【教学和学习建议】

Pair conversation to ask for and confirm further information; Class
talk by setting the context and recalling the details

【教学/考核难点重点】

Setting the context; Recalling the details; Narrative Balance

Unit 8-Book 3 High days and Holidays

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Talking about entertainment and leisure activities; Making invitations; Talking about important festivals; Expressing partial agreement; Talking about opportunities

2. Reading skills:

Understanding text organization; Metaphor

3. Writing skill:

Narrating and describing customs and festivals

4. Language in use:

Making a calendar of Chinese festivals

【具体教学内容】

Part I Inside View; Presentation Skills; Pronunciation

Part II Active Reading (1); Active Reading (2)

Part III Language in use; Reading across cultures;

Part IV Guided writing; Unit task

【教学和学习建议】

Pair conversation to talk about entertainment and leisure activities and make invitations; Group discussion to discuss the differences between Chinese festivals and western festivals by expressing partial agreement

【教学/考核难点重点】

Expressing partial agreement; Narrating and describing customs and festivals; understanding the cultural differences between China and western countries

第二学期

Unit 1-Book 4 Nine to Five

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Speculating about the future; Making enthusiastic comments;
Reassuring people; Talking about attitudes and relationships at
work; Talking about professional skills

2. Reading skills:

Point of view; Focusing on informal writing; Structuring a short
story

3. Writing skill:

Writing a resume

4. Language in use:

Applying for a job

【具体教学内容】

Part I Inside View; Presentation Skills; Pronunciation

Part II Active Reading (1); Active Reading (2)

Part III Language in use; Reading across cultures;

Part IV Guided writing; Unit task

【教学和学习建议】

Pair conversation to speculate about the future; class discussion
about attitudes and relationships at work; mock interview for job
hunting with a written resume

【教学/考核难点重点】

Talking about attitudes and relationships at work; Talking about
professional skills; Writing a resume

Unit 2-Book 4 A Good Read

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Starting a meeting; Criticizing; Conceding; Talking about writers and writing; Describing someone's behavior; Calming people and responding

2. Reading skills:

Reacting to the text; Understanding writer's style

3. Writing skill:

Writing a book review

4. Language in use:

Presenting a Chinese writer

【具体教学内容】

Part I Inside View; Presentation Skills; Pronunciation

Part II Active Reading (1); Active Reading (2)

Part III Language in use; Reading across cultures;

Part IV Guided writing; Unit task

【教学和学习建议】

Pair conversation to talk about writers and writing; group discussion by calming people and responding; Class presentation to present a Chinese writer or a piece of Chinese writing

【教学/考核难点重点】

Talking about writers and writing; Writing a book review; Presenting a Chinese writer

Unit 3-Book 4 Fashion Statements

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Encouraging people to do things; Showing astonishment; Correcting someone; Sounding moderate; Quoting people and sources

2. Reading skills:

Focusing in formal writing

3. Writing skill:

Describing trends

4. Language in use:

Analyzing fashion trends

【具体教学内容】

Part I Inside View; Presentation Skills; Pronunciation

Part II Active Reading (1); Active Reading (2)

Part III Language in use; Reading across cultures;

Part IV Guided writing; Unit task

【教学和学习建议】

Pair conversation to encourage people to do things by showing astonishment; Class presentation to analyzing fashion trends in China

【教学/考核难点重点】

Quoting people and sources ; Focusing in formal writing; analyzing fashion trends in China

Unit 4-Money Talks

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Checking and changing arrangement; Describing a tour of a building; Talking about research; Quoting statistics; Arguing against research

2. Reading skills:

Understanding writer' s attitude

3. Writing skill:

Giving advice

4. Language in use:

Preparing a leaflet about using banks in China

【具体教学内容】

Part I Inside View; Presentation Skills; Pronunciation

Part II Active Reading (1); Active Reading (2)

Part III Language in use; Reading across cultures;

Part IV Guided writing; Unit task

【教学和学习建议】

Pair conversation to describe a tour of a building and check and change arrangement; Class presentation to present a research by quoting statistics

【教学/考核难点重点】

Describing a tour of a building; Quoting statistics; Giving advice

Unit 5-Gender Studies

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Talking about self-esteem; Making a strong point; Talking about vague amounts; Starting a discussion by agreeing on terms; Inviting opinions; Inviting a general agreement; Moving the conversation on

2. Reading skills:

Understanding text' s organization; Evaluating the text

3. Writing skill:

Reporting research

4. Language in use:

Carrying out a press survey

【具体教学内容】

Part I Inside View; Presentation Skills; Pronunciation

Part II Active Reading (1); Active Reading (2)

Part III Language in use; Reading across cultures;

Part IV Guided writing; Unit task

【教学和学习建议】

Pair conversation to talk about self-esteem by making a strong point; Group discussion with starting a discussion by agreeing on terms, inviting opinions, inviting a general agreement and moving the conversation on

【教学/考核难点重点】

Talking about self-esteem; Starting a discussion by agreeing on terms; Inviting opinions; Inviting a general agreement; Moving the conversation on

Unit 6-All in the Past

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Recommending; Saying how sure you are; Reporting thoughts, beliefs and opinions; Stating that both views are important; Stating that whether your opinions has changed

2. Reading skills:

Using rhetorical devices; Understanding text organization

3. Writing skill:

Presenting a biased argument

4. Language in use:

Writing a report on an important historical event/discovery

【具体教学内容】

Part I Inside View; Presentation Skills; Pronunciation

Part II Active Reading (1); Active Reading (2)

Part III Language in use; Reading across cultures;

Part IV Guided writing; Unit task

【教学和学习建议】

Pair conversation to talk about your thoughts, beliefs and opinions by saying how sure you are ; Group discussion with stating that both views are important and that whether your opinions has changed; Role-play a historical event in Chinese history

【教学/考核难点重点】

Stating that both views are important; Stating that whether your opinions has changed; Presenting a biased argument

Unit 7-No Place Like Home

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Talking about accommodation; Complaining and criticizing; Giving warnings and making threats; Making superlative statements; Asking about meaning

2. Reading skills:

Humanizing the non-human; Rhetorical questions

3. Writing skill:

Making generalizations

4. Language in use:

Doing a survey on an ideal home

【具体教学内容】

Part I Inside View; Presentation Skills; Pronunciation

Part II Active Reading (1); Active Reading (2)

Part III Language in use; Reading across cultures;

Part IV Guided writing; Unit task

【教学和学习建议】

Pair conversation to talk about accommodation with some complaining and criticizing; Group discussion with making superlative statements and asking about meaning

【教学/考核难点重点】

Making superlative statements; Asking about meaning; Rhetorical questions

Unit 8-Architecture: Frozen Music

【教学目标和要求】

1. Functions in oral English:

Expressing willingness and unwillingness; Confirming and correcting;
Talking about expectations and surprise; Listing points made by the
previous speaker; Presenting a different argument

2. Reading skills:

Focusing on contrast; Using connotations

3. Writing skill:

Using strong or exaggerated language

4. Language in use:

Writing a travel brochure

【具体教学内容】

Part I Inside View; Presentation Skills; Pronunciation

Part II Active Reading (1); Active Reading (2)

Part III Language in use; Reading across cultures;

Part IV Guided writing; Unit task

【教学和学习建议】

Pair conversation to express willingness and unwillingness with
confirming and correcting; Group discussion with listing points made
by the previous speaker and presenting a different argument

【教学/考核难点重点】

Presenting a different argument; Using strong or exaggerated language
in writing; Using connotations

五、教学要求对应关系

	教学要求 1	教学要求 2	教学要 求 3	教学要求 4	教学要求 5	教学要求 6
Unit1-Book 3	X	X	X	X	X	X
Unit2-Book 3	X	X	X	X	X	X
Unit3-Book 3	X	X	X	X	X	X
Unit4-Book 3	X	X	X	X	X	X

Unit5-Book 3	X	X	X	X	X	X
Unit6-Book 3	X	X	X	X	X	X
Unit7-Book 3	X	X	X	X	X	X
Unit8-Book 3	X	X	X	X	X	X
Unit1-Book 4	X	X	X	X	X	X
Unit2-Book 4	X	X	X	X	X	X
Unit3-Book 4	X	X	X	X	X	X
Unit4-Book 4	X	X	X	X	X	X
Unit5-Book 4	X	X	X	X	X	X
Unit6-Book 4	X	X	X	X	X	X
Unit7-Book 4	X	X	X	X	X	X
Unit8-Book 4	X	X	X	X	X	X

六、考核及成绩评定方式

【考核方式】：教学评估将形成性评估和终结性评估相结合。形成性评估主要依据学生平时的表现以及学习任务的完成情况，包括自我评估、学生之间相互评估，以及教师对学生的评估。终结性评估是指期末考试，应以评价学生的英语综合应用能力为主，同时测试学生对语言知识掌握的准确性。

【成绩评定】：课程总成绩=期末成绩（70%）+ 口语（10%）+ 网络自主学习（10%）+ 课堂表现（10%）

【考试大纲】

大学综合英语课程考试大纲

考试目的	2. 考察学生掌握和应用知识的能力 2.评价教师教学质量
考试对象	年级：一年级本科生 专业：各专业
考试方式	1.闭卷✓ 2. 开卷 3. 上机 4. 综述 5. 论文 6. 其它 ()

考试方法	1.笔试✓ 2.口试 3. 其它 ()					
试卷来源	1.试题库✓ 2. 试卷库 3. 校内统一命题✓ 4. 任课教师命题					
试题难易度	1.较容易 (30%) 2. 中等 (40%) 3. 较大难度 (30%)					
卷面总分: 100						
编 题 计 划	内容	题量 (%)	类型 (相应栏内打勾)			
			记忆	理解 分析	综合 应用	提高 扩展
	听力	20		✓	✓	✓
	阅读	40		✓	✓	✓
	词汇/语法	10	✓		✓	
	翻译	15	✓		✓	
写作	15			✓	✓	
阅卷方法	2. 微机阅卷✓ 2. 流水阅卷✓ 3. 任课教师阅卷					
记分方式	2. 百分制 ✓ 2. 五级制 3. 二级制					
备注:						
2. 期末总成绩包括: 期末考试(60%) + 口语考试 (10%) + 平日(15%)+网上自主学习 (15%)						

七、教材及参考资料

1. 文秋芳主编, 《新标准大学英语综合教程》(2—4), 外语教学与研究出版社, 2011年1月第1版。“十二五”国家级规划教材。
2. 文秋芳主编, 《新标准大学英语视听说教程》(2—4), 外语教学与研究出版社, 2011年1月第1版。“十二五”国家级规划教材。
3. 李荫华主编, 《全新版大学英语综合教程》(2、3、4册), 上海外语教育出版社, 2014年6月第2版。“十二五”国家级规划教材。

4. 李荫华主编，《新世纪大学英语视听说教程》（2—4），上海外语教育出版社，2014年5月第1版。“十二五”国家级规划教材。
5. 王守仁 文秋芳主编，《新一代大学英语综合教程》（1-2），外语教学与研究出版社，2015年7月第1版。
6. 王守仁 文秋芳主编，《新一代大学英语视听说教程》（1-2），外语教学与研究出版社，2015年7月第1版。

山东大学 外国语学院

《通用学术英语》理论课程教学大纲

编写人：董艳丽

审定人：崔校平

编制时间：2019年8月

审定时间：2019年8月

一、课程基本信息：

课程名称	通用学术英语(1)、(2)		
英文名称	English for Academic Study (1), (2)		
课程编码	sd03110050; sd03110060		
开课单位	外国语学院大外部		
课程类别	<input checked="" type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	4	学时	120（课堂授课 64 学时，网络自主学习 56 学时）
适用专业	非英语专业本科生		
先修课程	无		
课程网站	http://www.sden.sdu.edu.cn/		

二、课程描述

通用学术英语课程是一门为非英语专业本科生开设的通识教育必修课，课程面向部分入学时英语基础好，并已达到大学英语基本目标要求的学生。该课程以培养学生的英语综合应用能力为目标，着重培养学生口头和书面的学术英语交流能力，同时培养学生的独立思考能力、推理分析能力和批判性思维能力，以提高他们的学术素养，使他们能用英语直接从事自己的专业学习和研究工作，

提高国际交往能力，增强参与国际竞争的能力，以适应我国社会发展和国际交流的需要。

English for Academic Study is a compulsory course for undergraduates who have met the basic requirements of College English. The course aims to cultivate the students' academic study ability by training students' oral and written communication skills, and at the same time improve their academic literacy by developing their independent thinking, reasoning and critical thinking abilities. The final objective of the course is to enhance students' abilities in their major study and research work, improve their ability of international communication and strengthen their ability to participate in international competition so as to meet the needs of social development and international exchanges.

三、课程教学目标和教学要求

【教学目标】

本课程以技能培养为目标，采用知识讲授与技能培养相结合的教学方式，学生在学完本课程之后应达到以下要求：

- 1、能够听懂英语讲座和讲课；
- 2、能用英语搜索、汲取、评价和组织信息；
- 3、能够引用原文、转写原文段落和句子；
- 4、能够口头陈述学术观点和演示学术研究成果；
- 5、能够撰写学术性说明文和小论文等；
- 6、能够参与和组织学术讨论、进行有效问答；
- 7、能以独立或合作形式开展项目研究。

【教学要求】

1. 听力部分：

能掌握各种一般英语听力技巧，了解和掌握听学术讲座的各种策略；能听懂一般性的学术讲座和专业讲课；能将大意或重点笔记下来；能就讲座的主题和大致进行提问和回答。

2. 口语部分：

能在课堂上用英语就学习或研究内容进行简单的演示和汇报，能用各种提问句型来获取信息，经过准备能就一般专业问题发表简单看法；能掌握学术讨论的策略，如：如何支持和反对他人的观点、如何打断别人的发言、如何准确地表达自己的学术观点等。

3. 阅读部分:

能掌握基本获取信息的阅读策略,并根据不同的阅读目的,选择适当的阅读方法。能阅读一般专业的学术文章(即科普性质的文章),学会记笔记;能识别和归纳文章中的主要思想,能区别事实和观点,判断各种资源文献的可靠性和可信性,学会批判性思辨阅读。

4. 写作部分:

能掌握主题句、定义和分类、阐述和说明、原因和分析、比较和对比等写作技巧,能掌握书面表达的词汇和句法,并运用以上技巧完成作业和考试;能描述表格和图表中的信息;能撰写一般的学术性说明文和学术小论文;能掌握学术写作的基本规范,规避学术写作中的一般剽窃现象。

四、课程教学内容及学时分配

通用学术英语课程共开设两学期,分别为通用学术英语(1)和通用学术英语(2)。每学期完成7-8个单元,每单元课堂授课4个学时,另外,每周课外网上自主学习4学时。

第一学期

1. Book One Unit 1 Global Warming

【教学目标和要求】

- 1) Language related to the topic
- 2) Reading skills: Skimming and scanning, making inference
- 3) Writing: Integrating information from difference sources, paraphrasing

【具体教学内容】

Part 1 Warm up: Listening and speaking practice

Part 2 Reading passages 1-4

Part 3 Writing

Part 4 Integrated Exercises

【教学和学习建议】

掌握课堂讲授内容,加强课下复习与训练。

【教学/考核难点重点】

对语言知识和应用技能的掌握。

2. Book One Unit 2 Urbanization

【教学目标和要求】

- 1) Language related to the topic
- 2) Reading skills: Skimming and scanning, making inference
- 3) Writing: Paragraph writing

【具体教学内容】

Part 1 Warm up: Listening and speaking practice

Part 2 Reading passages 1-4

Part 3 Writing

Part 4 Integrated Exercises

【教学和学习建议】

掌握课堂讲授内容，加强课下复习与训练。

【教学/考核难点重点】

对语言知识和应用技能的掌握。

3. Book One Unit 4 Cultural Awareness

【教学目标和要求】

- 1) Language related to the topic
- 2) Reading skills: Finding out topic sentences in reading
- 3) Writing: Paraphrasing, summarizing

【具体教学内容】

Part 1 Warm up: Listening and speaking practice

Part 2 Reading passages 1-4

Part 3 Writing

Part 4 Integrated Exercises

【教学和学习建议】

掌握课堂讲授内容，加强课下复习与训练。

【教学/考核难点重点】

对语言知识和应用技能的掌握。

4. Book One Unit 5 Art

【教学目标和要求】

- 1) Language related to the topic
- 2) Reading skills: Skimming and scanning
- 3) Writing: Paragraph writing

【具体教学内容】

Part 1 Warm up: Listening and speaking practice

Part 2 Reading passages 1-4

Part 3 Writing

Part 4 Integrated Exercises

【教学和学习建议】

掌握课堂讲授内容，加强课下复习与训练。

【教学/考核难点重点】

对语言知识和应用技能的掌握。

5. Book One Unit 6 Personality

【教学目标和要求】

- 1) Language related to the topic
- 2) Reading skills: Finding out topic sentences in reading
- 3) Writing: Paraphrasing, summarizing

【具体教学内容】

Part 1 Warm up: Listening and speaking practice

Part 2 Reading passages 1-4

Part 3 Writing

Part 4 Integrated Exercises

【教学和学习建议】

掌握课堂讲授内容，加强课下复习与训练。

【教学/考核难点重点】

对语言知识和应用技能的掌握。

6. Book Two Unit 1 Multidisciplinary Education

【教学目标和要求】

- 1) Language related to the topic
- 2) Listening to lectures — Preparation
- 3) Reading skills: One sentence summary
- 4) Discussing strategy — Opening a Discussion
- 5) Writing Strategy: Introduction in essay writing

【具体教学内容】

Part 1 Approaching the topic

Part 2 Reading about the topic: passages 1-4

Part 3 Exploring the topic

Part 4 Integrated Exercises

【教学和学习建议】

掌握课堂讲授内容，加强课下复习与训练。

【教学/考核难点重点】

对语言知识和应用技能的掌握。

7. Book Two Unit 2 The Scientific Method

【教学目标和要求】

- 1) Language related to the topic
- 2) Listening to lectures — Introduction
- 3) Reading skills: Skimming
- 4) Discussing strategy — Agreeing and disagreeing

5) Writing Strategy: Thesis statement in essay writing

【具体教学内容】

Part 1 Approaching the topic

Part 2 Reading about the topic: passages 1-4

Part 3 Exploring the topic

Part 4 Integrated Exercises

【教学和学习建议】

掌握课堂讲授内容，加强课下复习与训练。

【教学/考核难点重点】

对语言知识和应用技能的掌握。

第二学期

1. Book Two Unit 4 Responsibilities of Scientists

【教学目标和要求】

1) Language related to the topic

2) Listening to lectures — Signal words

3) Reading skills: Hunting for thematic clues in topic sentences

4) Discussing strategy — Asking for clarification or confirmation

3) Writing Strategy: Body paragraphs in essay writing

【具体教学内容】

Part 1 Approaching the topic

Part 2 Reading about the topic: passages 1-4

Part 3 Exploring the topic

Part 4 Integrated Exercises

【教学和学习建议】

掌握课堂讲授内容，加强课下复习与训练。

【教学/考核难点重点】

对语言知识和应用技能的掌握。

2. Book Two Unit 5 Scientific Discoveries

【教学目标和要求】

- 1) Language related to the topic
- 2) Listening to lectures — Examples
- 3) Reading skills: Guessing word meanings from the context clues
- 4) Discussing strategy — paraphrasing
- 5) Writing Strategy: Conclusion in essay writing

【具体教学内容】

Part 1 Approaching the topic

Part 2 Reading about the topic: passages 1-4

Part 3 Exploring the topic

Part 4 Integrated Exercises

【教学和学习建议】

掌握课堂讲授内容，加强课下复习与训练。

【教学/考核难点重点】

对语言知识和应用技能的掌握。

3. Book Two Unit 6 Fraud and Academic Dishonesty

【教学目标和要求】

- 1) Language related to the topic
- 2) Listening to lectures — Emphasis
- 3) Reading skills: Guessing word meanings from lexical clues
- 4) Discussing strategy — Giving evidence for arguments
- 3) Writing Strategy: Coherence in essay writing

【具体教学内容】

Part 1 Approaching the topic

Part 2 Reading about the topic: passages 1-4

Part 3 Exploring the topic

Part 4 Integrated Exercises

【教学和学习建议】

掌握课堂讲授内容，加强课下复习与训练。

【教学/考核难点重点】

对语言知识和应用技能的掌握。

4. Book Three Unit One Definition

【教学目标和要求】

- 1) Skills related to definition in listening, speaking, reading and writing
- 2) Speaking: (1) Giving a spoken summary; (2) Preparing for oral presentation
- 3) Academic skills: Synthesizing information, using information from different sources

【具体教学内容】

Part 1 Familiarizing yourself with definition

Part 2 Understanding lectures through definition

Part 3 Reading definition articles

Part 4 Writing an essay of definition

Part 5 Integrated Exercises

【教学和学习建议】

掌握课堂讲授内容，加强课下复习与训练。

【教学/考核难点重点】

对语言知识和应用技能的掌握。

5. Book Three Unit Two Classification

【教学目标和要求】

- 1) Skills related to classification in listening, speaking, reading and writing
- 2) Speaking: Keeping the discussion on topic or turning to a new topic
- 3) Academic skills: Organizing the content in writing and oral presentation

【具体教学内容】

Part 1 Familiarizing yourself with classification

Part 2 Understanding lectures through classification

Part 3 Reading d classification articles

Part 4 Writing an essay of classification

Part 5 Integrated Exercises

【教学和学习建议】

掌握课堂讲授内容，加强课下复习与训练。

【教学/考核难点重点】

对语言知识和应用技能的掌握。

6. Book Three Unit Three Comparison and Contrast

【教学目标和要求】

- 1) Skills related to comparison and contrast in listening, speaking, reading and writing
- 2) Listening to lectures: Note-taking
- 3) Speaking:(1) Giving your opinions and arguments; (2)Using proper language in oral presentation
- 3) Academic skills: synthesizing information, using information from different sources

【具体教学内容】

Part 1 Familiarizing yourself with comparison and contrast

Part 2 Understanding lectures through comparison and contrast

Part 3 Reading comparison and contrast articles

Part 4 Writing an essay of comparison and contrast

Part 5 Integrated Exercises

【教学和学习建议】

掌握课堂讲授内容，加强课下复习与训练。

【教学/考核难点重点】

对语言知识和应用技能的掌握。

7. Book Three Unit Four Cause and Effect

【教学目标和要求】

1) Skills related to cause and effect in listening, speaking, reading and writing

2) Listening to lectures: Symbols and abbreviations in note-taking

3) Speaking: (1)Interrupting in discussion; (2)Delivering oral presentation

3) Academic skills: Identifying the writer's attitude in reading

【具体教学内容】

Part 1 Familiarizing yourself with cause and effect

Part 2 Understanding lectures through cause and effect

Part 3 Reading cause and effect articles

Part 4 Writing an essay of cause and effect

Part 5 Integrated Exercises

【教学和学习建议】

掌握课堂讲授内容，加强课下复习与训练。

【教学/考核难点重点】

对语言知识和应用技能的掌握。

8. Book Three Unit Five Exemplification

【教学目标和要求】

- 1) Skills related to Exemplification in listening, speaking, reading and writing
- 2) Listening to lectures: Forms of notes
- 3) Speaking: (1) Offering the reasons for disagreement or argument;
(2) Using visual aids in oral presentation
- 3) Academic skills: Identifying supporting details

【具体教学内容】

Part 1 Familiarizing yourself with Exemplification

Part 2 Understanding lectures through Exemplification

Part 3 Reading Exemplification articles

Part 4 Writing an essay of Exemplification

Part 5 Integrated Exercises

【教学和学习建议】

掌握课堂讲授内容，加强课下复习与训练。

【教学/考核难点重点】

对语言知识和应用技能的掌握。

五、考核及成绩评定方式

【考核方式】：

教学评估采用形成性评估和终结性评估相结合的方式。形成性评估主要依据学生平时的表现以及学习任务的完成情况，包括自我评估、学生之间相互评估，以及教师对学生的评估，形成性评估占学业总成绩的 30%。终结性评估是指期末考试，以评价学生的英语综合应用能力为主，同时测试学生对语言知识掌握的准确性。终结性评估占学业总成绩的 70%。

【成绩评定】：

期末考试 60%，网上自主学习 15%，口语考试/学期项目 10%，平日表现 50%

【考试大纲】

《通用学术英语》课程考试大纲

考试目的	3. 考察学生掌握和应用知识的能力 2. 评价教师教学质量					
考试对象	年级：一年级本科生		专业：各专业			
考试方式	1. 闭卷✓ 2. 开卷 3. 上机 4. 综述 5. 论文 6. 其它 ()					
考试方法	1. 笔试✓ 2. 口试 3. 其它 ()					
试卷来源	1. 试题库✓ 2. 试卷库 3. 校内统一命题✓ 4. 任课教师命题					
试题难易度	1. 较容易 (30) 2. 中等 (40) 3. 较大难度 (30)					
卷面总分： 100						
编 题 计 划	内容	题量 (%)	类型 (相应栏内打勾)			
			记忆	理解 分析	综合 应用	提高 扩展
	听力	30		✓	✓	
	阅读	30		✓	✓	
	词汇	15	✓	✓	✓	
	翻译	10	✓	✓	✓	✓
写作	15	✓	✓	✓	✓	
阅卷方法	3. 微机阅卷✓ 2. 流水阅卷✓ 3. 任课教师阅卷					
记分方式	3. 百分制 ✓ 2. 五级制 3. 二级制					
备注： 3. 期末总成绩包括： 期末考试(60%) +平日(15%)+网上自主学习(15%)+口语考试/学期项目(10%)						

六、教材及参考资料

【教材】 编著者，教材名，出版社，出版年，教材类别（是否规划、获奖教材？）

蔡基刚《新核心综合学术英语教程》（1-3），上海交通大学出版社 2013 版
（规划教材）

蔡基刚《新核心大学英语听说教程》（1-3），上海交通大学出版社 2011 版
（规划教材）

【参考书】

Joan McCormack, e1 《学术英语口语》，外语教学与研究出版社，2015

Colin Campbell, e1 《学术英语听力》，外语教学与研究出版社，2015

John Slaght, e1 《学术英语阅读》，外语教学与研究出版社，2015

Dorothy E. Zemach, e1 《学术英语论文写作》，外语教学与研究出版社，
2015

山东大学 电气工程学院

《计算思维（电气）》理论课程教学大纲

编写人：刘炳旭

审定人：高厚磊、杨明

编制时间：2020年4月

审定时间：2020年5月

一、课程基本信息：

课程名称	计算思维（电气）				
英文名称	Computational Thinking（Electric）				
课程编码	sd01911210				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input checked="" type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	3	总学时	授课	上机	实验
		64	32	32	
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程					
课程网站					

二、课程简介

【课程性质与目的（中文）】

《计算思维（电气）》是电气工程及其自动化专业的一门必修的工程基础课。该课程从计算机程序及算法的概念出发，介绍C程序的编程技术，包括C语言基础知识、选择与循环结构程序设计、数组、函数、指针、结构体、文件等。教学过程中，以课堂讲解与上机实验相结合的方式，使学生掌握C语言的基础知识，掌握基于C语言的基本的软件设计技术，初步建立软件设计思想与计算思

维，为计算机今后的日常工作和科学研究中的应用打下基础。通过本课程的学习，培养学生的辩证思维能力和职业伦理素养，树立理论联系实际的科学观点和提高学生分析问题解决问题的能力。

【课程性质与目的（英文）】

Computational thinking (Electric) is a required basic engineering course for electrical engineering and automation specialty. This course starts from the concept of computer program and Algorithm, introduces the programming technology of C program, including basic knowledge of C language, program design of selection and loop structure, array, function, pointer, structure, file, etc. . In the process of teaching, students can master the basic knowledge of C language, master the basic software design technology based on C language, and establish the software design thought and calculation thinking, it will lay a foundation for the future work of computer and the application of scientific research. Through the study of this course, students can improve their dialectical thinking ability and engineering ethics, establish the scientific viewpoint of linking theory with practice, and get the ability to analyze and solve problems.

三、课程目标

序号	课程目标	达成度或方法
目标 1	使学生掌握基本的计算机设备操作和常用工具软件的使用，为科研工作的开展打下基础。	通过对计算机软件知识的介绍，结合上机实际操作，使学生掌握基本的计算机知识和操作能力。
目标 2	使学生能够利用 C/C++ 语言进行程序设计，把握计算机语言的基本语法内容与特点规律。	通过对 C/C++ 程序设计的学习和编程实践，逐步掌握 C/C++ 语言的语法，培养软件设计能力。
目标 3	使学生能够应用算法的概念进行问题归纳，为复杂过程问题的解决提出合理的方法与步骤。	通过对算法概念和问题归纳方法的介绍讨论，使学生逐步掌握解决复杂过程问题的途径和方法。
目标 4	使学生具备初步的计算机软件设计与开发的能力，为科研工作的开展提供必要的工具。	通过对软件开发与算法设计全过程的学习和实践，逐步建立利用计算机软件工具解决复杂工程问题的能力。
目标 5	使学生能够把握计算机软件的发展规律和内在要求，掌握结构化和面向对象的程序设计方法。	通过对软件知识的学习和软件经验的总结，逐步形成结构化程序设计方法，建立面向对象的思维方式。
目标 6	使学生在软件开发实践中建立独立的软件	通过课堂讨论与对编程实践的总

	设计思想和计算思维，初步具备解决新问题、适应新发展的能力。	结，学生逐步加深对软件设计的理解，树立自己的软件设计思想和计算思维。
--	-------------------------------	------------------------------------

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求		教学目标					
		目 标 1	目 标 2	目 标 3	目 标 4	目 标 5	目 标 6
毕业要求 1：工程知识： 具备解决复杂电气工程问题所需的数学、自然科学、专业基础知识和专业知识，能够将这些知识用于解决电气工程领域的复杂工程问题。	1.1 能将数学、自然科学、工程科学的语言工具用于电气工程问题的表述；		H				
	1.2 能针对电气工程领域复杂工程问题建立数学模型并求解。			M			
毕业要求 3：设计/开发解决方案： 能够针对电气工程领域的复杂工程问题设计解决方案，设计/开发满足特定需求的装置或系统，能够在设计环节中体现创新意识，并综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	3.2 针对电气工程领域复杂工程问题，能够设计/开发满足特定需求的单元（部件）、系统（装置）或工艺流程，并体现创新意识。				H		
毕业要求 5：使用现代工具： 能够针对电气工程领域的复杂工程问题，开发、选择与使用合适的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，进行分析、模拟与预测，并理解其局限性。	5.1 熟悉电气工程领域常用的仪器仪表、信息技术工具、工程工具与模拟仿真软件等，熟悉各种资源和技术，掌握其使用方法，并理解其适用条件和局限性。	H					
毕业要求 12：终身学习： 具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。	12.1 清醒认知社会发展和电气工程行业大变革的前景，具有自主学习和终身学习的意识。					M	
	12.2 具有不断学习和适应发展的能力，包括对技术问题的理解能力，归纳总结的能力和提出问题的能力。						L

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

以多媒体课件为主，并结合板书。

2. 课程内容：

本课程是电气工程及其自动化专业的一门必修的工程基础课，主要介绍计算机的软件与算法的基本概念，C 程序基础知识、选择与循环结构程序设计、数组、函数、指针、结构体、文件等。在教学中通过上机操作与课堂讲解相结合，通过编程操作实践进一步加深对软件设计思想的理解，初步建立计算思维。

3. 作业：

主要为课后习题，通过手工编程练习帮助学生理解课堂内容，巩固所学知识。

4. 上机实验

要求学生上机操作编程练习，完成必要的软件设计任务，掌握必要的软件开发技术，逐步建立软件设计思想和计算思维。

五、课程教学内容

第 1 章 计算机程序与 C 语言

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2、课程目标 5，通过本章学习，了解计算程序与计算机语言的基本知识，C 语言的主要特点与发展，达成以下目的：

1. 能够正确理解程序与计算机指令的关系，计算机语言的类型与发展（支撑课程目标 5）。
2. 能够把握 C 语言的主要特征，了解 C 语言的发展历程（支撑课程目标 2）。
3. 能够读懂简单的 C 语言程序，了解 C 程序的基本结构与运行过程（支撑课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：C 语言的主要特征，C 程序的基本结构。

难点：C 程序的运行过程。

【教学内容】

第一节 计算机程序的概念

第二节 计算机语言的类型与发展阶段

第三节 C 语言的发展历程与特点

第四节 最简单的 C 语言程序

1. C 语言程序举例
2. C 语言程序的结构

第五节 运行 C 程序的步骤与方法

第 2 章 算法

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 3、课程目标 5、课程目标 6，通过本章的学习，了解计算机算法的概念与表示方式，达成以下目的：

1. 能够把握算法的基本特征，进行基本的算法设计（支撑课程目标 3）。
2. 能够使用流程图或 NS 流程图描述算法的过程（支撑课程目标 5）
3. 能够把握结构化程序设计的特点，完成结构化的算法设计（支撑课程目标 5、6）。

【重点与难点】

重点：算法的基本特征与表示方式。

难点：结构化程序设计的特点。

【教学内容】

第一节 算法的概念与分类

第二节 算法的特征

第三节 算法的表示方式

1. 自然语言
2. 流程图与 NS 流程图
3. 伪代码
4. 计算机语言

第四节 结构化程序设计方法

第 3 章 C 程序设计基础

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2，通过本章的学习，掌握 C 语言的基础知识，达成以下目的：

1. 能够正确使用标识符，数据类型，常量与变量。
2. 能够正确使用运算符和表达式，使用 C 语句。
3. 能够正确通过调用函数实现程序的输入输出功能。

【重点与难点】

重点：C 语言中的标识符，数据类型，常量与变量，运算符与表达式，语句，输入输出函数。

难点：C 程序中数据的表达方式，各类运算符的用法。

【教学内容】

第一节 数据的表现形式及其运算

第二节 运算符与表达式

第三节 C 语句

第四节 数据的输入输出

第 4 章 选择结构程序设计

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2、课程目标 5，通过本章的学习，掌握选择结构式程序设计的方法，达成以下目的：

1. 能够在程序设计中正确使用 if 语句及其各类复合形式（支撑课程目标 2）。
2. 能够正确利用 switch 语句设计多分支结构的程序（支撑课程目标 2）。
3. 能够根据题意要求，选择合适的方式进行分支结构的程序设计（支撑课程目标 5）。

【重点与难点】

重点：if 语句与 switch 语句的使用，分支结构的程序设计。

难点：switch 语句的运行流程。

【教学内容】

第一节 if 语句的使用

1. 用 if 语句实现选择结构程序
2. if 语句的一般形式

第二节 用 switch 语句实现多分支选择结构程序

第三节 选择结构程序综合实例

第 5 章 循环结构程序设计

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2、课程目标 5，通过本章的学习，掌握循环式程序设计的方法，达成以下目的：

1. 能够在程序设计中正确使用 while 语句及 do...while 语句（支撑课程目标 2）。
2. 能够正确使用 for 语句进行循环结构的程序设计（支撑课程目标 2）。
3. 在程序设计中正确使用 break 语句与 continue 语句（支撑课程目标 2）。
4. 能够根据题意要求，选择合适的方式进行循环结构的程序设计（支撑课程目标 5）。

【重点与难点】

重点：while 语句、do...while 语句、for 语句、continue 与 break 语句的使用。

难点：各类循环语句的综合应用。

【教学内容】

第一节 用 while 语句实现循环

第二节 用 do...while 语句实现循环

第三节 用 for 语句实现循环

第四节 循环的嵌套与比较

第五节 改变循环的执行状态

1. break 语句的使用
2. continue 语句的使用

第 6 章 数组

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2，通过本章的学习，掌握数组的方法，达成以下目的：

1. 能够在程序设计中正确使用一维数组。
2. 能够在程序设计中定义二维数组，引用数组元素。
3. 能够在程序设计中定义和引用字符数组。
4. 能够把握字符串的特征，正确使用字符串函数。

【重点与难点】

重点：数组的定义和数字元素的引用，字符串的定义，字符串函数的使用。

难点：数字元素的引用，字符串的特征。

【教学内容】

第一节 一维数组的定义与引用

第二节 二维数组的定义与引用

第三节 字符数组

3. 字符数组的定义与初始化
4. 字符数组与字符串
5. 字符串处理函数

第 7 章 函数

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2、课程目标 5，通过本章的学习，掌握函数的方法，达成以下目的：

1. 能够按要求在程序设计中正确定义与调用函数。（支撑课程目标 2）。
2. 能够正确使用程序的参数接口定义，体会模块化程序的精髓（支撑课程目标 5）。
3. 能够区分并使用程序的局部变量和全局变量，把握结构化程序设计的特性（支撑课程目标 5）。

【重点与难点】

重点：函数的定义与调用，函数的嵌套与递归调用。

难点：数组作为函数的参数。

【教学内容】

第一节 函数的定义

第二节 函数的调用与声明

第三节 函数的嵌套调用

第四节 函数的递归调用

第五节 数组作为函数参数

第六节 局部变量与全局变量

第 8 章 指针

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2，通过本章的学习，掌握指针的概念与方法，达成以下目的：

1. 能够在程序设计中正确定义和使用指针变量。
2. 能够利用指针指向数组和字符串进行程序设计。
3. 能够正确把握指针在程序设计中的作用，理解 C 程序可直接访问物理地址的特性。

【重点与难点】

重点：指针变量的定义与引用，指针与数组、指针与字符串的综合应用。

难点：各类数据结构的程序表示方法。

【教学内容】

第一节 指针变量的定义和引用

第二节 指针变量作为函数的参数

第三节 指针与数组

第四节 指针与字符串

第 9 章 结构体

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2、课程目标 5、课程目标 6，通过本章的学习，掌握结构体的概念与用法，达成以下目的：

1. 能够定义自己的结构体类型，与满足系统设计的要求（支撑课程目标 2）。
2. 能够对自定义的结构体变量进行初始化，完成必要的程序设计任务（支撑课程目标 2）。
3. 能够在程序设计中用指针引用结构体数据（支撑课程目标 5）。
4. 能够定义并引用枚举类型，进行程序设计（支撑课程目标 6）。

【重点与难点】

重点：结构体类型的定义，结构体变量的定义与引用，结构体数组与结构体指针的使用，枚举类型的定义与使用。

难点：结构体类型的定义，结构体指针的引用。

【教学内容】

第一节 结构体变量的定义与使用

1. 结构体类型的定义
2. 结构体变量的定义与使用
3. 结构体变量的初始化与引用

第二节 结构体数组的使用

第三节 结构体指针

1. 指向结构体变量的指针
2. 指向结构体数组的指针
3. 结构体指针做函数参数

第四节 使用枚举类型

第 10 章 文件

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2，通过本章的学习，掌握文件的概念与用法，达成以下目的：

1. 能够正确操作磁盘文件，并理解文件系统的实现原理。
2. 能够在程序设计中正确打开和关闭文件，实现对文件的操作。

3. 能够通过程序顺序和随机存取文中的数据。

【重点与难点】

重点：文件的打开和关闭，数据文件的顺序读写，数据文件的随机读写，文件读写的出错检测。

难点：文件操作函数的正确应用。

【教学内容】

第一节 C 文件的有关基本知识

1. 文件的概念与分类
2. 文件缓冲区与文件指针

第二节 打开和关闭文件

第三节 顺序读写数据文件

1. 向文件读写字符与字符串
2. 文本文件的格式化读写
3. 二进制文件的读写

第四节 随机读写数据文件

1. 文件的位置标记及其定位
2. 文件的随机读写

第五节 文件读写的出错检测

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	第 1 章 第 1 节	计算机软件的发展阶段	了解计算机软件从起步到结构化、面向对象设计的发展历程	引导学生了解计算机软件的发展规律和内在要求。
2	第 1 章 第 3 节	C 语言的发展与特点	从 C 语言的发展历程中感受各国信息技术的发展情况	引导学生树立投身科技事业，发展国产软件的雄心。
3	第 2 章 第 4 节	结构化程序设计	程序应具有良好的结构性，是程序质量的重要方面	使学生认识结构的重要性，物质的结构往往决定着物质的特性
4	第 3 章 第 1 节	数据的表现形式及其运算	计算机中的数与数学中的差别	通过两种数据的比较，明确数学与计算机两门学科的差别

5	第6章 第2节	二维数组的定义与引用	二维数组元素的存储方式	认识数组的逻辑结构与物理结构的不同，感受数据的外部特性与实际的存储方式的关系
6	第7章 第1节	函数的定义与调用	函数的定义形式决定了函数调用的接口方式	认识函数接口的形成过程，而接口方式是模块化设计实现的重要内容
7	第8章 第1节	指针变量的定义与引用	指针就是地址变量，通过指针可以直接访问内存数据	使学生感受C语言功能的强大，感受高级语言与低级语言的差别。
8	第9章 第1节	结构体变量的定义与使用	利用结构体可以定义用户需要的新的数据类型	结构体扩展了程序设计的自由度，这反映了C语言功能的强大，也扩展我们的思维
9	第10章 第1节	文件的有关基础知识	文件物理存储方式与逻辑概念之间具有较大差别	使学生认识物理模型与逻辑模型之间的差别。

七、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	第1章	计算机程序与C语言	2		2						4
2	第2章	算法	1								1
3	第3章	C程序设计基础	5		2						7
4	第4章	选择结构程序设计	2		4						6
5	第5章	循环结构程序设计	2		4						6
6	第6章	数组	4		4						8
7	第7章	函数	4		4						8
8	第8章	指针	4		4			2			10
9	第9章	结构体	4		4						8
10	第10章	文件	2		4						6

合计	30		32			2			64
----	----	--	----	--	--	---	--	--	----

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、上机实验等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 30%，期末考核成绩占总成绩的 70%。

具体考核内容与所占比例详见下表

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (80%)	课程目标 2	52	100
	课程目标 3	14	
	课程目标 5	24	
	课程目标 6	10	
平时考核 (20%)	课程目标 1	20	100
	课程目标 2	50	
	课程目标 4	30	

【平时考核环节评分标准】

分值 考核 环节	<60	60-75	75-90	90-100
作业	不能按时提交作业，结果错误	基本按时提交作业，结果有错误	按时提交作业，结果不够完整正确	按时提交作业，书写工整，结果正确

上机实验	不参与实验项目，不了解实验内容	对项目内容基本了解，但无法完成实验项目	对实验内容准确了解，能够完成部分实验	对实验内容准确了解，能够独立完成全部实验
------	-----------------	---------------------	--------------------	----------------------

【平时考核环节权重】

考核	课程目标				合计
	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 4		
作业	0	10	10		20
上机实验	20	40	20		80
合计	20	50	30		100

【考试环节权重】

章节	课程目标					合计
	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 5	课程目标 6		
第 1 章 计算机程序与 C 语言	4	0	4			8
第 2 章 算法	0	10	3	5		15
第 3 章 C 程序基础知识	8	0	0			10
第 4 章 选择结构程序设计	6	0	2			10
第 5 章 循环结构程序设计	8	0	3			11
第 6 章 数组	8	0	0			10
第 7 章 函数	8	4	4			15
第 8 章 指针	4	0	0			4
第 9 章 结构体	4	0	8	5		15
第 10 章 文件	2	0	0			2
合计	52	14	24	10		100

九、教材及参考资料

【教材】

谭浩强，C 程序设计，清华大学出版社，2017，普通高等教育“十二五”国家级规划教材。

【参考书】

1. 谭浩强，C/C++程序设计（第二版），清华大学出版社，2004
2. 秦维佳，侯春光等，C/C++程序设计教程，机械工业出版社，2007。
3. 秦姣华，向旭宇，C/C++常用算法手册，中国铁道出版社，2013。

山东大学 电气工程 学院

《军事理论》理论课程教学大纲

编写人：陈军升

审定人：纪荣顺

编制时间：2017.07.02

审定时间：2017.07.03

一、课程基本信息：

课程名称	军事理论		
英文名称	Military Theory		
课程编码	Sd06910010		
开课单位	党委学生工作部. 武装部 国防教育与武装办公室		
课程类别	<input checked="" type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	2	学时	总学时 32 (<input checked="" type="checkbox"/> 授课 上机 实验)
适用专业	全校全体一年级本科生		
先修课程			
课程网站			

二、课程描述

军事课程是普通高等学校本、专科学生的一门必修课。军事课程以马列主义、毛泽东思想、邓小平理论和江泽民同志关于国防与军队建设的重要论述为指导，按照教育要面向现代化、面向世界、面向未来的要求，适应我国人才培养的战略目标和加强国防后备力量建设的需要，为培养高素质的社会主义事业的建设者和保卫者服务。

军事课程以国防教育为主线，通过军事课教学，使大学生掌握基本军事理论与军事技能，达到增强国防观念和国家安全意识，强化爱国主义、集体主义观念，加强组织纪律性，促进大学生综合素质的提高，为中国人民解放军训练后备兵员和培养预备役军官打下坚实基础的目的。

三、课程教学目标和教学要求

【教学目标】军事课（含军事理论教学和军事技能训练）这门课主要是使学习者按照宪法和法律的要求，掌握基本的军事学知识，接受基本的军事技能训练，了解国际战略局势和我国安全形势，增强国防观念和国家安全意识，积极主要地为国防建设做贡献。

通过 32 学时的军事理论学习，系统、全面、深入地掌握军事学的相关概念、了解中国国防历史和当今国际战略环境的基础上，理解加强国防和军队建设的重要意义，明确公民和组织的国防权利和义务；通过军事高技术的学习，了解军事高技术的发展状况及对现代战争的影响；通过信息化战争一章的学习，了解战争形态的发展演进历史，掌握信息化战争的概念、特点、现状和发展趋势，理解搞好国防建设与打赢信息化战争的关系。

通过 3 周的军事技能训练，使学习者了解中国人民解放军的条令、条例，完成队列训练、战术课目训练、野外生存训练、应急避险训练、实弹射击训练等内容，加强作风养成，培养团队思想和纪律意识，使学习者具备良好的军事素质。

【教学要求】

1、了解军事思想的形成与发展过程，初步掌握我军军事理论的主要内容，明确我军的性质、任务和军队建设的指导思想，树立科学的战争观和方法论。了解军事思想的形成与发展、体系与内容、主要代表著作，重点理解毛泽东军事思想的科学含义、主要内容、历史地位和现实意义，邓小平新时期军队建设思想科学含义、主要内容和地位作用，江泽民论国防和军队建设思想的主要内容、指导作用，胡锦涛关于国防和军队建设的重要论述的主要内容、指导作用。

2、了解我国国防的历史和现代化国防建设的现状，熟悉国防法规的基本内容，明确国防动员和武装力量建设的内容与要求，增强依法建设国防的观念。明确公民和组织的国防权利和义务；了解国际战略局势和我国安全形势，增强国防观念和国家安全意识，积极主动地为国防建设做贡献。

3、通过军事高技术的学习，了解军事高技术的发展状况及对现代战争的影响；树立“科学技术是第一生产力”的观点，激发学习科学技术的热情。了解战争形态的发展演进历史，掌握信息化战争的概念、特点、现状和发展趋势，理解搞好国防建设与打赢信息化战争的关系。

【教学要求与毕业要求指标点的对应关系】

毕业要求	教学要求 1	教学 要求 2	教学要 求 3
8.1 理解个人与社会的关系，具有人文社会科学素养和社会责任感，正确地认识中国国情，树立和践行社会主义核心价值观。	**	**	**
8.2 理解诚实公正、诚信守则的工程职业道德和规范，理解工程师对公众安全、健康和福祉，以及环境保护应承担的社会责任，并在电气工程实践中自觉遵守和履行。			*

说明：相关——*，支撑——**，高度支撑——***

四、课程教学内容及学时分配

（一）导论（2 学时）

主要是让学习者对军事学有一个总体的了解；掌握军事学的基本内涵、重要价值及其相互关系；了解学习这门课的重要意义和基本方法。

（二）军事思想（10 学时）

了解军事思想的形成与发展过程，初步掌握我军军事理论的主要内容，明确我军的性质、任务和军队建设的指导思想，树立科学的战争观和方法论。了解军事思想的形成与发展、体系与内容、主要代表著作，重点理解毛泽东军事思想的科学含义、主要内容、历史地位和现实意义，邓小平新时期军队建设思想科学含义、主要内容和地位作用，江泽民论国防和军队建设思想的主要内容、指导作用，胡锦涛关于国防和军队建设的重要论述的主要内容、指导作用。

（三）中国国防（6 学时）

了解我国国防的历史和现代化国防建设的现状，熟悉国防法规的基本内容，明确国防动员和武装力量建设的内容与要求，增强依法建设国防的观念。了解中国国防历史及主要启示，熟悉主要国防法规，理解国防法规体系，明确公民国防权利和义务；了解国防领导体制、国防建设成就，明确国防建设目标和政策；了解我国武装力量情况，熟悉中国人民解放军、中国人民武装警察部队和中国民兵编成和主要任务。

（四）战略环境（4 学时）

掌握战略基本理论，了解世界战略格局的概况，正确分析我国的周边环境，增强国家安全意识。重点掌握战略环境的概念，国际战略格局的定义及演变历史，当今国际战略格局的现状、特点和发展趋势，我国周边安全环境的演变与现状、发展趋势和中国所倡导的新的国家安全观。

（五）军事高技术（8 学时）

了解军事高技术概况，明确高技术对现代战争的影响。树立“科学技术是第一生产力”的观点，激发学习科学技术的热情。掌握军事高技术的概念与分类、高技术的发展趋势及对现代作战的影响。了解高技术在军事上的七大应用：精确制导技术；隐身伪装技术；侦察监视技术；电子对抗技术；航天技术；自动化指挥技术。

（六）信息化战争（2 学时）

了解信息化战争的特点，明确科技与战争的关系，树立为国防建设服务的思想。掌握信息化战争的概念，了解战争形态的演进过程，重点掌握信息化战争的特征与发展趋势，理解信息化战争与国防建设的关系，明确我们应当怎样围绕打赢信息化战争的要求，搞好国防建设。

五、教学要求对应关系

	课时	教学要求 1	教学要求 2	教学要求 3	
导论	2	X	X	X	
第一章	10	X		X	
第二章	6		X	X	
第三章	4	X	X	X	
第四章	8		X	X	
第五章	2	X	X	X	

六、考核及成绩评定方式

军事技能训练的考核按课目进行，最后综合赋分。在军列训练、战术课目训练、应急避险训练和演练、阅兵典礼等环节，要分别对受训练者作出评价，军训结束时，由连长、排长和政工干部，对每个受训者作出综合评价，按 100 分制打分。军训成绩单列存档。主要考察学生完成军事训练内容的能力、作风养成情况，以及按规定参加训练的情况。

军事理论学期末全校统一组织考试，考试形式为开卷（考生只能携带课本和本人手写笔记本，不允许携带和使用其它资料、材料）。卷面成绩 100 分，占总成绩的 100%。军训成绩单列存档。

七、教材及参考资料

【教材】《大学军事学教程》，山东大学出版社，2014 年 6 月第 3 版

【参考书】《大学生军事理论与技能教程》，国防大学出版社，2012年12月第1版

山东大学党委学生工作部、武装部

《形势政策与社会实践》理论课程教学大纲

编写人：崔颖

审定人：傅艺娜

编制时间：2017.7.18

审定时间：2017.7.21

一、课程基本信息：

课程名称	形势政策与社会实践课		
英文名称	Trend, Policy and Social Practice		
课程编码			
开课单位	山东大学党委学生工作部、武装部		
课程类别	<input checked="" type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	2	学时 2	总学时 96（授课 48 社会实践 48）
适用专业	全校 1-3 年级本科生		
先修课程	无		
课程网站	无		

二、课程描述

形势与政策教育是大学生思想政治教育的重要内容。形势与政策课是我校学生的必修课程，是对学生进行形势与政策教育的主渠道、主阵地，在大学生思想政治教育中具有不可替代的作用。

The Trend and Policy education is an important part of the ideological and political education of college students. Trend, Policy and Social Practice, which acts as the main channel position for students to be informed of the latest news, policy and topic of the world, is a compulsory course for students in our university. It plays an irreplaceable role in college education.

三、课程教学目标和教学要求

【教学目标】

形势政策与社会实践课是一门以马克思列宁主义、毛泽东思想和中国特色的社会主义理论为指导，以高校培养目标为依据，紧密结合国内外形势，紧密结合大学生的思想实际，对大学生进行比较系统的党的路线、方针和政策教育的思想政治教育课程。

【教学要求】

1. 引导大学生认清国内外形势，全面正确理解党的路线、方针和政策。
2. 坚定在中国共产党领导下走中国特色社会主义道路的信心和决心。
3. 为全面建设小康社会、构建社会主义和谐社会而努力学习、奋发成才，以实际行动迎接党的十九大召开。

【教学要求与毕业要求指标点的对应关系】

毕业要求		教学要求 1	教学要求 2	教学要求 3
指标点 1.2	通过适时地进行形势政策、世界政治经济与国际关系基本知识的教育，帮助学生开阔视野，及时了解和正确对待国内外重大时事，使大学生在改革开放的环境下坚定社会主义立场、增强学生的形势观察能力和分析能力。	**	**	**

说明：相关——*，支撑——**，高度支撑——***

四、课程教学内容及学时分配

《形势政策与社会实践》课分课堂教学和社会实践两部分。课堂教学每学期 8 学时，每次 2 学时，社会实践每学期 8 学时。

由于《形势与政策》课的内容具有理论性与时效性的特点，因此其内容具有特殊性，不同于传统课程有固定的教学内容体系。本课程教学内容根据教育部社政司下发的每学期《高校“形势与政策”教育教学要点》，主要围绕党和国家推出的重大战略决策和当代国际、国内形势的热点、焦点问题，并结合我校教学实际情况和学生关注的热点、焦点问题来确定，组织实施我校全校学生《形势与政策》课的教育教学工作。

着重进行党的基本理论、基本路线、基本纲领和基本经验教育；进行我国改革开放和社会主义现代化建设的形势、任务和发展成就教育；进行党和国家重大方针政策、重大活动和重大改革措施教育。要紧紧围绕国内外形势、重大事件、重要时事和我国的对外政策，围绕我省建设，以提高学生对形势与政策的认知能力为着力点，进行马克思主义形势观、政策观教育，引导学生正确把握国内外形势的大局。

以 2017 年春季学期为例：

按照教育部社科司《2017 年上半年高校“形势与政策”教育教学要点》相关要求，结合我校实际，2017 年春季《形势政策与社会实践》课教学专题安排如下：

二、教学主题安排

（一）授课主题：“赶考”路上全面从严治党（2 学时）

教学目标和要求：引导学生全面回顾从严治党的历程，特别是掌握党的十八大以来全面从严治党的新成就、新特点，了解“党要管党、从严治党”根植于党的优良传统和历史经验，充分认识到从严治党首先从党内政治生活严起，认识到办好中国的事情，关键在党，关键在党要管党、从严治党，全面从严治党只有进行时没有完成时。通过宣讲党的十八届六中全会精神，引导学生准确把握全会的重要意义，深刻认识全面从严治党的重要性紧迫性，增强“四个意识”，自觉在思想上政治上行动上同以习近平同志为核心的党中央保持高度一致。

（二）讨论课主题：根据学科专业特色，二至三年级从 1-4 主题中选其二进行讨论，一年级从 1-4 主题中选其一以及选择主题 5 进行讨论

1. 文化自信：中国特色社会主义的自信基石与力量源泉

讨论要点：党的十八大以来，习近平总书记明确提出“文化自信”的重要概念和“坚定文化自信”的战略要求，为当代中国建设社会主义文化强国、实现中华民族伟大复兴提供了重要理论指导和行动指南。通过学习，引导学生深入学习习近平总书记关于文化自信的重要思想，从总体上把握好“中国特色”的历史根基、文化本质、主体权利和光明前景，始终坚定“中国特色”文化自信，努力实现“中国特色”的文化崛起。

2. 共建共享“健康中国”

讨论要点：新中国成立以来，我国一直高度重视健康促进事业，随着《“健康中国 2030”规划纲要》的出台，“健康中国”蓝图越发清晰。通过学习，引导学生了解我国健康事业的发展脉络和“健康中国”战略内涵，促进学生形成正确的大健康观

3. 推进社会诚信建设

讨论要点：近年来，党中央、国务院将社会信用体系建设作为深化改革的一项重要任务着力部署推进。中央明确提出，要从更大维度、更深层次、更广范围推动构建守信联合激励和失信联合惩戒大格局。通过学习，引导学生树立

正确的诚信道德、信用观念，帮助他们充分认识诚信缺失问题的成因，了解国家在构建诚信社会上实施的有力措施，增强对建设诚信社会的信心。

4. 全球治理与中国方案

讨论要点：随着国际力量对比消长变化和全球性挑战日益增多，加强全球治理、推动全球治理体系变革是大势所趋。党的十八大以来，中国抓住机遇、主动作为、积极推动改革全球治理体系中不公平不合理的安排。通过学习，引导学生了解全球治理规则发生了哪些变化，背后的原因是什么；通过介绍推动全球治理变革中的中国理念和中国方案，引导学生充分认识到我们参与全球治理的根本目的与重大意义。

5. 社会实践指导（一年级）

全校一年级学生辅导员利用第二次讨论课环节，根据学校团委下发的有关提纲，引导学生深刻认识社会实践的重要意义，了解参与社会实践的各种方式，掌握社会实践的选题、立项、实践的流程，树立社会实践安全意识、掌握防范事故的基本措施，了解我校社会实践的考核流程，掌握社会实践报告的撰写方法等。

社会实践是学生在课堂教学和教学实习之外，深入社会、了解社会、适应社会和服务社会的各项实践活动，主要包含以感恩父母、回报家庭为导向的家庭角色体验活动，以认知社会、了解社会为导向的各种社会角色体验活动，以发展职业与服务社会能力、提高社会竞争力为导向的各种专业素质拓展活动等三种类型

五、教学要求对应关系

	教学要求 1	教学要求 2	教学要求 3		
专题一	X		X		
专题二		X			
专题三			X		
专题四	X				
专题五		X			
专题六			X		

六、考核及成绩评定方式

【考核方式】：闭卷方式

【成绩评定】：形势政策课成绩包括两部分，其中课堂教学占 50%，社会实践占 50%。课堂教学部分成绩=课堂讨论成绩×40%+期末考试成绩×60%。社会实

践成绩：分为优秀、良好、合格与不合格四个等级，社会实践活动考核优秀计 90 分、考核良好计 80 分、考核合格计 60 分、考核不合格者计 0 分。

七、教材及参考资料

教材：“形势与政策”专题讲稿《时事报告》杂志社编辑出版 半年一期
教学参考书：

1. 《时事报告》大学生版 《时事报告》杂志社编辑出版 半年一期
2. 《半月谈》中国中央宣传部委托新华通讯社主办 月刊
3. 《时事报告》 《时事报告》杂志社 月刊
4. 《新民周刊》 《新民周刊》编辑部 月刊
5. 《中国新闻周刊》 《中国新闻周刊》编辑部 月刊

山东大学 体育 学院

《体育》课程教学大纲

一、基本信息

课程编号：（1）sd02910630；（2）sd02910640；
（3）sd02910650；（4）sd02910660

课程名称：体育

英文名称：Physical education

课程类型：■通识必修课 □通识核心课 □通识选修课 □学科基础课
□专业基础课 □专业必修课 □专业选修课 □实践环节

总学时：128 讲课学时：128

学 分：4

适用对象：本科生

课程负责人：徐剑波

二、课程描述

体育课程是大学生以身体练习为主要手段，通过合理的体育教育和科学的体育锻炼过程，达到增强体质、增进健康和提高体育素养为主要目标的公共必修课程；是学校课程体系的重要组成部分；是高等学校体育工作的中心环节。

体育课程是寓促进身心和谐发展、思想品德教育、文化科学教育、生活与体育技能教育于身体活动中并有机结合的教育过程；是实施素质教育和培养全面发展人才的重要途径。

Physical education curriculum is a college public compulsory course, which aim is that college students consider physical exercises as the main means, through the reasonable sports education and scientific physical training process, to strengthen their physique, improve health and sports accomplishment. It is an important part of the school curriculum system. It is the central links of the high school sports work.

Physical education curriculum is an education process that promotes the harmonious development of body and mind, the moral character education, the culture science education and the life and sports skills education. It is an organic combination of physical activity and education. It is an important way to implement quality education and cultivate all-round talents.

三、教学目标和要求

积极参与各种体育活动并基本形成自觉锻炼的习惯，基本形成终身体育的意识，能够编制可行的个人锻炼计划，具有一定的体育文化欣赏能力。熟练掌握两项以上健身运动的基本方法和技能；能科学地进行体育锻炼，提高自己的运动能力；掌握常见运动创伤的处置方法。能测试和评价体质健康状况，掌握有效提高身体素质、全面发展体能的知识与方法；能合理选择人体需要的健康营养食品；养成良好的行为习惯，形成健康的生活方式；具有健康的体魄。根据自己的能力设置体育学习目标；自觉通过体育活动改善心理状态、克服心理障碍，养成积极乐观的生活态度；运用适宜的方法调节自己的情绪；在运动中体验运动的乐趣和成功的感觉。表现出良好的体育道德和合作精神；正确处理竞争与合作的关系。

四、课程设置

根据教育部《全国普通高等学校体育课程教学指导纲要》的要求和《高等学校体育工作基本标准》的文件规定，必须为一、二年级本科学生开设不少于144学时的体育必修课，每周安排体育课不少于2学时，每学时不少45分钟。为其他年级学生和研究生开设体育选修课。课程成绩计入学生学分。

结合山东大学体育教学师资、场地、器材等实际情况，针对学生的兴趣、需要、水平设计教学内容，从而有利于实现知识、健身、行为、习惯、情感的统一。在必修课基础上，开设选修课、保健课等多种类型体育课，体现课程结构的多样性、灵活性、整体性、开放性等特点。

（一）一年级开设以发展全面身体素质教育为主的必修课。

一年级体育课程教育以全面发展身体素质教育为主，全面提高学生综合素质，以提高学生跑、跳、投及协调能力为主要教学内容，结合《国家学生体质健康标准》的测试要求，对学生进行体质健康标准测试的训练。专项技能的学习充分尊重学生的兴趣、爱好、体质等实际状况自主选择。

（二）二年级开设以专项技能为主的必修课。

根据学生所选的课程，学习将以学生为主体，给学生创造更大的学习发展空间。体现统一要求与区别对待的教学原则，试行体育选项课中进行分级教学。

（三）三、四年级开设选修课。

主要提高学生的运动能力、培养体育兴趣、培养终身体育意识和健身习惯。以各项目教学比赛和自我健身方法为主要手段。

（四）保健与康复体育课。

该课程主要针对伤、病、残等学生开设。根据学生实际情况，有针对性的组织康复、保健体育教学。

五、课程内容与课时分配

（一）课程内容

确定体育课程内容的原则是：

1、健身性与文化性相结合。紧扣课程的主要目标，把“健康第一”的指导思想作为确定课程内容的出发点，同时重视课程内容的体育文化含量。

2、选择性与实效性相结合。学校应根据学生的特点以及地域、气候、场馆设施等不同情况确定课程内容，课程内容应力求丰富多彩，为学生提供较大的选择空间。要注意课程内容对促进学生健康发展的实效性，并注意与中学体育课程内容的衔接。

3、科学性和可接受性相结合。教学内容应与学科发展相适应，反映本学科的新进展、新成果。要以人为本，遵循大学生的身心发展规律和兴趣爱好，既要考虑主动适应学生个性发展的需要，也要考虑主动适应社会发展的需要，为学生所用，便于学生课外自学、自练。

4、民族性与世界性相结合。弘扬我国民族传统体育，汲取世界优秀体育文化，体现时代性、发展性、民族性和中国特色。

5、充分反映和体现教育部、国家体育总局制定的《学生体质健康标准（试行方案）》的内容和要求。

山东大学课程内容安排力求开放、灵活，并为教师和学生留有足够的教学空间。教学内容体现以学生为主体，注重人文精神的渗透，把知识学习、技能掌握、能力培养与情感体验有机结合起来。教学内容的选择和设计，有利于学生合作学习、自主学习、探究学习，有利于学生思维拓展和进一步激发学习愿望。

体育课程内容主要由理论和实践两大部分组成。理论教学内容主要包括运动项目的技战术理论，运动健身的原理与锻炼方法，运动损伤的预防与处理措施，体育养生及保健知识，体育锻炼的自我监督与评价方法等，教师、学生可

有选择的进行教学和自学，形式多样，突出理论教学的灵活性、实用性和针对性。实践部分主要包括篮球、排球、软式排球、足球、网球、乒乓球、羽毛球、武术套路、武术散手、健美操、健美、艺术体操、形体、定向运动、跆拳道、轮滑、瑜伽、体育舞蹈、橄榄球、棒垒球、保健体育、综合健身（全面发展学生跑、跳、投、柔韧及协调等综合素质）等内容，突出学生运动技能和锻炼方法的学习。

学习内容、锻炼方法、组织形式始终与提高学生的运动能力、心理健康和社会适应能力紧密结合。

（二）课时分配

公共体育课程的教学时数每学期 36 学时，每周 2 学时，每学期 18 周。一、二年级必修课共 144 学时，每学期 1 学分，共 4 学分。通选课 18 学时，1 学分和研究生公共体育课 36 学时，1 学分。

学期	教学内容	讲课	合计
一	体育理论	2	2
	跑的技术与训练	10	10
	专项技术	12	12
	考 试	4	4
二	体育理论	2	2
	健步走技术与训练	3	3
	投掷技术与训练	5	5
	跳跃技术与训练	5	5
	专项技术	15	15
	考 试	4	4
三	体育理论	2	2
	专项体能训练方法（力量）	5	5
	专项体能训练方法（耐力）	4	4
	专项体能训练方法（柔韧）	4	4
	专项技术	15	15
	考 试	4	4

四	体育理论	2	2
	专项体能训练方法（灵敏）	4	4
	专项体能训练方法（速度）	4	4
	专项体能训练方法（综合）	5	5
	专项技术	15	15
	考 试	4	4

六、教学方法

课程教学以课堂指导学习为主，结合实践训练、课堂讨论、自主学习、课后作业、期末考试等方式共同实施。

为保障教学目标的达成，采取以下具体措施：

1、教师通过技术示范与图解展示和视频展示相结合，直观、形象地展示所学技术的内容，让学生更直观、准确地理解动作技术基本结构和原理。

2、加强课上技术环节练习的多样化，分解练习与综合练习相结合，强化练习方法的学习。

3、注重互动式教学，通过提问式和启发式教学，鼓励学生进行思维学习，在学习中通过积极地思考学习，培养他们动作技术的学习兴趣和团队合作的能力。

4、重视课外锻炼对学习成绩提高的作用，布置课外练习任务，促进学生自觉锻炼习惯的形成。

5、加强考勤，对所有学生的每次考勤都记录在案，考勤情况记入总成绩。

七、课程评价

课程评价体系的目的是全面真实的反映大学生的体育学习效果，也是衡量教学效果的重要依据。体育课程的评价采用量化评价和行为评价相结合的原则。对大学生技战术和理论知识进行评价的同时，把学生参与意识、学习态度、人际关系和进取精神以及学生的进步幅度、出勤情况等纳入评价内容。

（一）考试内容：

体育	考 试 内 容	比 重	备 注
1	50 米	20%	
	引体向上（男）、仰卧起坐（女）	10%	

	1000 米（男）、800 米（女）	20%	
	专项技术	40%	达标 20%、技评 20%
	参与意识、学习态度、提高幅度	10%	
	合 计	100%	
2	立定跳远	20%	
	掷实心球	10%	
	1000 米（男）、800 米（女）	20%	
	专项技术	40%	达标 20%、技评 20%
	参与意识、学习态度、提高幅度	10%	
	合 计	100%	
3	50 米	10%	
	引体向上（男）、仰卧起坐（女）	10%	
	1000 米（男）、800 米（女）	20%	
	专项技术	50%	达标 20%、技评 30%
	参与意识、学习态度、提高幅度	10%	
	合 计	100%	
4	立定跳远	10%	
	引体向上（男）、仰卧起坐（女）	10%	
	1000 米（男）、800 米（女）	20%	
	专项技术	50%	达标 20%、技评 30%
	参与意识、学习态度、提高幅度	10%	
	合 计	100%	

（二）考试标准：根据各专项教学内容的不同要求，对技战术和素质考试采用定性评价和定量评价相结合的方法。课堂表现主要以教师定性评价为主。

单项得分	引体向上	1 分钟仰卧起坐	1000 米	800 米	立定跳远男	立定跳远女	50 米男	50 米女	掷实心球男	掷实心球女
100	17	52	3:27	3:30	263	195	6.9	7.7	11.5	7.8
95	16	49	3:34	3:37	256	188	7.0	8.0	10.9	7.6
90	15	46	3:42	3:44	248	181	7.1	8.3	10.5	7.5
88		44	3:47	3:49	244	178	7.3	8.5	10.0	7.4
86	14	42	3:52	3:54	240	175	7.5	8.7	9.7	7.3
84		40	3:57	3:59	236	172	7.7	8.9	9.5	7.2
82	13	38	4:02	4:04	232	169	7.9	9.1	9.3	7.1
80		36	4:07	4:09	228	166	8.1	9.3	8.9	7.0
78	12	34	4:12	4:14	224	163	8.3	9.5	8.7	6.9

76		32	4:17	4:19	220	160	8.5	9.7	8.5	6.8
74	11	30	4:22	4:24	216	157	8.7	9.9	8.3	6.7
72		28	4:27	4:29	212	154	8.9	10.1	8.0	6.6
70	10	26	4:32	4:34	208	151	9.1	10.3	7.5	6.4
60	9	24	4:52	4:44	203	146	9.3	10.5	7.3	6.2
50	8	22	5:12	4:54	198	141	9.5	10.7	7.0	6.0
40	7	20	5:32	5:04	193	136	9.7	10.9	6.7	5.7
30	6	18	5:52	5:14	188	131	9.9	11.1	6.2	5.4
20	5	16	6:12	5:24	183	126	10.1	11.3	5.8	5.0

(三) 考试办法:

- 1、综合技术评定及身体素质考试实行同一项目统一标准。
- 2、身体素质评分标准依照《国家学生体质监测标准》评分表计算成绩。
- 3、学生考试无补考或缓考，学期不及格需在下学期重修。
- 4、学生成绩累计 60 分及以上或合格为及格，但必须参加该学期所有考试规定内容的考核。
- 5、学生必须按时听课，方准参加课程考核。缺课累计达到或超过课程学时数四分之一，则取消参加该课程期末考试的资格。
- 6、未尽事宜以山东大学学籍管理规定和体育学院的决定为准。

八、推荐教材及主要参考书

推荐教材:

《体育与健康》 山东大学出版社 2009.09

主要参考书:

《篮球运动》 高等教育出版社 2005.09

《健身健美》 高等教育出版社 2005.09

《足球运动》 高等教育出版社 2005.09

《田径》 高等教育出版社 2005.09

《羽毛球运动》 高等教育出版社 2005.09

学科基础平台课程

山东大学 电气学院 学院

《高等数学》理论课程教学大纲

编写人：张天德

审定人：

编制时间：2017.7.6

审定时间：

一、课程基本信息：

课程名称	高等数学		
英文名称	advanced mathematics		
课程编码	sd00920120、sd00920130		
开课单位	数学学院		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input checked="" type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	10	学时	总学时 160
适用专业	理工科各专业		
先修课程	高中数学		
课程网站	http://www.icourse163.org/course/SDU-190001 http://www.icourse163.org/course/SDU-192001		

二、课程描述

高等数学是高等学校理工科专业必修的一门基础理论课程，也是为学生树立良好的学习习惯和学习动力的课程。通过本课程的学习，要使学生获得基本概念、基本理论和基本运算技能。逐步培养学生具有抽象概括问题能力、逻辑推理能力、空间想象能力、运算能力和综合利用所学知识分析问题和解决问题的能力，为学习后续课程和进一步学习数学知识奠定必要的数学基础。

Advanced Mathematics is a basic theoretical course, which is a compulsory module for science and engineering majors in higher

education. It is also a course for helping students obtain good learning habits and set up positive motivations. By learning this course, students can not only understand some basic concepts and theories, but also obtain some computing skills. It gradually cultivates students' abilities with logical reasoning, spatial imagination, operational skills, and their abilities to generalize abstract problems, as well as to analyze and solve problems by utilizing the knowledge that they have learned comprehensively, which is helpful to lay a necessary mathematical foundation for follow-up courses and their further learning mathematics knowledge.

三、课程教学目标

通过本课程的学习，要使学生获得基本概念、基本理论和基本运算技能，要通过各个教学环节逐步培养学生具有抽象概括问题能力、逻辑推理能力、空间想象能力、运算能力和综合利用所学知识分析问题和解决问题的能力，夯实和扩展数学基础理论知识。为学习后续课程和进一步学习数学知识奠定必要的数学基础。

目标 1. 使学生掌握极限、导数与微分、微分中值定理和导数应用、不定积分、定积分、常微分方程、向量代数和空间解析几何、多元函数微分学、无穷级数等方面的基本概念、基本理论和基本运算技能；

目标 2. 培养学生具有抽象概括问题能力、逻辑推理能力、空间想象能力、运算能力和综合利用所学知识分析问题和解决问题的能力；

目标 3. 掌握科学问题的分析方法，明确科学思维的重要性；具备科学素养和科学精神，以及独立创新能力和终身学习的能力。

【教学要求与毕业要求指标点的对应关系】

毕业要求	课程目标		
	目标 1	目标 2	目标 3
1.1 能将数学、自然科学、工程科学的语言工具用于电气工程问题的表述；	H		
1.2 能针对电气工程领域复杂工程问题建立数学模型并求解。		M	
2.1 能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理识别			L

和判断复杂电气工程问题的关键环节。			
-------------------	--	--	--

说明：H—强支撑，M—中等支撑，L—弱支撑

四、课程教学内容及学时分配

第一章 函数、极限、连续

第一节（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】 (1) 理解函数的概念。(2) 了解分段函数。(3) 了解复合函数的概念。(4) 掌握基本初等函数，理解初等函数的概念。(5) 能熟练列出简单问题的函数关系式。

【具体教学内容】 函数的概念、函数的几种特性、反函数与复合函数、初等函数、极坐标

【教学和学习建议】 课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】 函数的概念、基本初等函数

第二节（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】 了解极限的描述性定义，理解极限的性质，了解无穷小、无穷大的概念及其相互关系

【具体教学内容】 极限的概念与性质

【教学和学习建议】 课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】 极限的性质、无穷小

第三节（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】 掌握极限四则运算法则

【具体教学内容】 极限的四则运算法则

【教学和学习建议】 课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】 极限的四则运算法则、复合函数的极限运算法则

第四节（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】 掌握夹逼准则和单调有界数列极限存在准则，会用两个重要极限求极限

【具体教学内容】 准则 I：夹逼准则、准则 II：单调有界原理、两个重要极限

【教学和学习建议】 课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】 两个重要极限

第五节（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】 会对无穷小进行比较

【具体教学内容】无穷小的比较

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】等价无穷小代换定理

第六节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】理解函数在一点连续的概念，会判断间断点的类型

【具体教学内容】连续与间断、连续函数的运算法则、闭区间上连续函数的性质

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】连续的定义，间断点类型

第七节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】完善本章所学知识，提升学生解题能力

【具体教学内容】习题课。处理教材第一章（函数、极限和连续，极限，极限存在准则及两个重要极限，连续）的习题及疑难问题。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】本章各节难点重点

第二章 导数与微分

第一节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】理解导数和微分的概念，了解导数、微分的几何意义，知道函数可导、可微、连续之间的关系，能用导数描述一些实际问题中的变化率。

【具体教学内容】导数的定义、可导与连续

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】导数定义，可导与连续的关系

第二节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】掌握导数的运算法则，导数的基本公式

【具体教学内容】导数的四则运算法则

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】求导四则运算法则

第三节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】了解反函数的求导法则，掌握复合函数的求导法则

【具体教学内容】反函数的导数及复合函数的求导法则

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】复合函数的求导法则

第四节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】解高阶导数的概念，掌握初等函数一、二阶导数的求法，知道 $e^x, \sin x, 1/(1+x)$ 的n阶导数。

【具体教学内容】高阶导数

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】高阶导数通项公式

第五节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】会求隐函数和参数方程所确定的函数的二阶导数

【具体教学内容】隐函数的导数、由参数方程所确定的函数的导数

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】隐函数求导法则、参数方程求导公式

第六节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】了解微分的运算法则（包括微分形式不变性），掌握微分的定义及基本结论

【具体教学内容】微分的概念、微分的计算、微分的应用

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】可微与可导的关系

第七节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】完善本章所学知识，提升学生解题能力

【具体教学内容】习题课。处理教材第二章（导数的概念，导数的基本公式与运算法则，高阶导数、隐函数及由参数方程所确定的函数的导数、微分）的习题及疑难问题。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】本章各节难点重点

第三章 微分中值定理与导数应用

第一节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】掌握罗尔定理、拉格朗日中值定理

【具体教学内容】微分中值定理：罗尔定理、拉格朗日中值定理

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】拉格朗日中值定理

第二节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】掌握柯西中值定理

【具体教学内容】柯西中值定理

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】柯西中值定理

第三节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】会用洛必达（L' Hospital）法则求各种未定型的极限

【具体教学内容】洛必达法则： $\frac{0}{0}$ 型不定式、 $\frac{\infty}{\infty}$ 型不定式、其它类型不定式

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】洛必达法则

第四节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】理解泰勒中值定理、麦克劳林公式，了解泰勒公式的应用

【具体教学内容】泰勒中值定理、麦克劳林公式、泰勒公式的应用

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】麦克劳林公式

第五节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】了解函数的单调性与极值，掌握最大值和最小值的应用题的求解。

【具体教学内容】函数的单调性、函数的极值及其求法、函数的最大值和最小值

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】极值

第六节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】掌握曲线的凹凸性、曲线的渐近线，会进行函数作图；了解弧微分、曲率、曲率与曲率半径等概念

【具体教学内容】曲线的凹凸性、曲线的渐近线、函数作图、弧微分、曲率、曲率与曲率半径

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】曲线的凹凸性、曲线的渐近线

第七节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】完善本章所学知识，提升学生解题能力

【具体教学内容】习题课。处理教材第三章（微分中值定理，洛必达法则、泰勒中值定理、函数的单调性、极值和最大最小值、曲线的凹凸性和函数作图，弧微分、曲率）的习题及疑难问题。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】本章各节难点重点

第四章 一元函数积分学

第一节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】理解不定积分的概念及其性质

【具体教学内容】不定积分的概念与性质

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】不定积分的性质

第二节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】熟悉不定积分的基本公式，掌握不定积分的第一类换元法和分部积分法，会用第二类换元法，会查积分表。

【具体教学内容】换元积分法、分部积分法

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】不定积分的第一类换元法、第二类换元法、分部积分法，

第三节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】了解有理函数和三角函数的有理式的积分，会进行相应计算

【具体教学内容】有理函数和三角函数的有理式的积分

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】三角函数的有理式的积分

第四节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】理解定积分的概念及其性质。

【具体教学内容】定积分的概念及其基本性质

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】定积分的性质

第五节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】了解积分上限的函数，掌握有关求导定理。熟练掌握牛顿（Newton）—莱布尼兹（Leibniz）公式

【具体教学内容】微积分基本定理

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】微积分基本定理

第六节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】掌握定积分的换元法和分部积分法，了解定积分的近似计算

【具体教学内容】定积分的计算、定积分的近似计算

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】定积分的计算

第七节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】掌握定积分的微元法，能用于列写某些几何量和物理量的定积分表达式

【具体教学内容】微元法的基本思想、定积分在几何上的应用、定积分在物理上的应用

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习

【教学/考核难点重点】定积分在几何上的应用

第八节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】广义积分；完善本章所学知识，提升学生解题能力

【具体教学内容】习题课。处理教材第四章（不定积分、定积分、定积分的应用、定积分在物理上的应用、广义积分）的习题及疑难问题。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习

【教学/考核难点重点】本章各节难点重点

第五章 常微分方程

第一节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】了解微分方程、方程的阶、解、通解、初始条件、特解等概念；熟练掌握一阶微分方程的解法

【具体教学内容】微分方程的基本概念、一阶微分方程

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】一阶微分方程

第二节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】掌握特殊的高阶微分方程 $y^{(n)} = f(x)$ 、 $y' = f(x, y)$ 及 $y' = f(y, y')$ 的降阶法

【具体教学内容】可降阶的高阶微分方程

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】 $y' = f(x, y)$ 及 $y' = f(y, y')$ 的解法

第三节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】了解线性微分方程解的结构

【具体教学内容】线性微分方程解的结构

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】高阶线性微分方程解的结构

第四节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】熟练掌握二阶常系数齐次线性微分方程的解法；会求二阶常系数非齐次线性微分方程的特解

【具体教学内容】二阶常系数齐次线性微分方程、二阶常系数非齐次线性微分方程

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】二阶常系数非齐次线性微分方程的特解

第五节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】了解欧拉方程、常系数线性微分方程组微分方程的求解方法

【具体教学内容】欧拉方程、常系数线性微分方程组微分方程的求解及应用

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习

【教学/考核难点重点】欧拉方程

第六节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】完善本章所学知识，提升学生解题能力

【具体教学内容】习题课。处理教材第五章（微分方程的基本概念、几种常见的一阶微分方程、高阶微分方程、微分方程的应用）的习题及疑难问题

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习

【教学/考核难点重点】 本章各节难点重点：微分方程知识解决一些简单的实际问题

第六章 无穷级数

第一节（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】 理解无穷级数的收敛、发散及级数和的概念。了解无穷级数收敛的必要条件，知道无穷级数的基本性质

【具体教学内容】 常数项级数的概念；收敛级数的基本性质

【教学和学习建议】 课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】 无穷级数的基本性质

第二节（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】 了解几何级数和 p -级数的收敛性；会用正项级数的比较审敛法，掌握正项级数的比值审敛法；掌握交错级数的莱布尼兹审敛法

【具体教学内容】 正项级数的审敛法；交错级数。

【教学和学习建议】 课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】 正项级数审敛法、交错级数审敛法

第三节（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】 知道无穷级数绝对收敛与条件收敛的概念，了解绝对收敛与条件收敛的关系

【具体教学内容】 任意项级数的绝对收敛和条件收敛；绝对收敛级数的性质

【教学和学习建议】 课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】 任意项级数的收敛性

第四节（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】 了解函数项级数收敛的概念，会求幂级数的收敛半径、收敛区间及收敛域

【具体教学内容】 函数项级数及其收敛域；幂级数及其收敛性

【教学和学习建议】 课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】 幂级数收敛域

第五节（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】 了解幂级数在其收敛区间内的一些基本性质，掌握幂级数求和函数的方法

【具体教学内容】幂级数的四则运算；幂级数和函数的性质

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】幂级数求和函数

第六节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】知道泰勒(Taylor)公式和函数展开成泰勒级数的充要条件

(不证),掌握利用 $\frac{1}{1-x}, e^x, \sin x$ 的麦克劳林(Maclaurin)展开式把一些简单的函数间接展开成幂级数,会利用 $\ln(1+x), (1+x)^n$ 的麦克劳林展开式把一些简单的函数间接展开成幂级数。

【具体教学内容】泰勒级数；函数展开成幂级数。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】函数展开成幂级数

第七节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】了解函数值的近似计算； Γ -函数

【具体教学内容】函数值的近似计算； Γ -函数

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】 Γ -函数

第八节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】知道函数展开成傅里叶级数的充分条件,并能将以 2π 为周期的及定义在 $[-\pi, \pi]$ 上的函数展开成傅里叶级数

【具体教学内容】三角函数系的正交性；函数展开为傅里叶级数

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】函数展开为傅里叶级数(此处空缺)

第九节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】能将定义在 $[0, \pi]$ 上的函数展开成正弦或余弦级数,能将定义在 $[-L, L]$ 上的函数展开成傅里叶级数,能将定义在 $[0, L]$ 上的函数展开成正弦或余弦级数。

【具体教学内容】奇函数和偶函数的傅里叶级数；函数展开成正弦级数或余弦级数；一般区间上的傅里叶级数

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】奇函数和偶函数的傅里叶级数

第十节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】完善本章所学知识，提升学生解题能力

【具体教学内容】习题课。处理教材第六章第一到九节（常数项级数的概念和性质；正项级数的审敛法；交错级数和任意项级数的审敛法；幂级数；函数展开成幂级数；幂级数的简单应用； Γ -函数；傅里叶级数；正弦级数、余弦级数和一般区间上的傅里叶级数）的习题及疑难问题。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】本章各节难点重点

第七章 向量代数与空间解析几何

第一节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】理解空间直角坐标系；理解向量的概念

【具体教学内容】空间直角坐标系；两点间的距离；向量的概念；向量的线性运算；向量的坐标

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】向量的坐标

第二节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】掌握向量的坐标表示及运算（线性运算、点乘及叉乘），会求两个向量的夹角，知道向量的方向余弦，知道两个向量平行与垂直的充要条件

【具体教学内容】两向量的数量积和方向余弦；向量的向量积和混合积

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】数量积、向量积、和混合积

第三节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】了解平面方程的概念，会求的平面方程。

【具体教学内容】空间的平面方程

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】建立平面方程

第四节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】了解空间直线方程的概念，会求空间直线方程

【具体教学内容】空间的直线方程

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】建立空间直线方程

第五节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】了解曲面方程的概念。知道常用二次曲面的方程及其图形，知道以坐标轴为旋转轴的旋转曲面及母线平行于坐标轴的柱面方程及其图形；知道空间曲线的参数方程和一般方程，会求简单空间曲线在坐标平面上投影

【具体教学内容】空间曲面；空间曲线；

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】空间曲面、空间曲线

第六节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】了解常用的二次曲面

【具体教学内容】二次曲面

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】二次曲面

第七节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】完善本章所学知识，提升学生解题能力

【具体教学内容】习题课。处理教材第七章（向量代数与空间解析几何）的习题及疑难问题

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】本章各节难点重点

第八章 多元函数微分学及其应用

第一节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】理解多元函数的概念；知道二元函数的极限、连续性等概念，及有界闭域上连续函数的性质

【具体教学内容】多元函数的概念；二元函数的极限和连续

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】二元函数的极限

第二节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】了解偏导数的概念，会求高阶偏导数

【具体教学内容】偏导数；高阶偏导数

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】抽象函数求偏导数

第三节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】了解全微分的概念。

【具体教学内容】全微分

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】全微分定义

第四节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】掌握多元复合函数的求导法则

【具体教学内容】多元复合函数的微分法

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】多元复合函数的微分法

第五节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】会求隐函数的一阶、二阶偏导数

【具体教学内容】隐函数的微分法

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】求隐函数的二阶偏导数

第六节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】会求空间曲线的切线和法平面、空间曲面的切平面与法线

【具体教学内容】空间曲线的切线和法平面；空间曲面的切平面和法线

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】空间曲线的切线和法平面；空间曲面的切平面和法线

第七节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】了解多元函数极值的概念，会求函数的极值；会解一些简单的最大值和最小值的应用

【具体教学内容】多元函数的极值；最大值与最小值

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】最大、小值的应用问题

第八节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】了解条件极值的概念，会用拉格朗日乘数法求条件极值

【具体教学内容】条件极值

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】条件极值的应用题

第九节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】完善本章所学知识，提升学生解题能力

【具体教学内容】习题课。处理教材第八章（多元函数微分学及其应用）的习题及疑难问题

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】本章各节难点重点

第九章 重积分

第一节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】理解二重积分的概念，掌握二重积分的性质

【具体教学内容】引入二重积分的两个实际问题；二重积分的定义；二重积分的性质

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】二重积分的性质

第二节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】掌握直角坐标系下二重积分的计算方法

【具体教学内容】直角坐标系下二重积分的计算

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】先二后一法

第三节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】掌握极坐标系下二重积分的计算方法

【具体教学内容】极坐标下二重积分的计算

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】极坐标下二重积分的计算

第四节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】完善二重积分所学知识，提升学生解题能力

【具体教学内容】习题课。处理教材第九章（二重积分）的习题及疑难问题

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】二重积分各节难点重点

第五节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】了解三重积分的概念，会计算直角坐标系下的三重积分

【具体教学内容】三重积分的概念；在直角坐标系下的累次积分法

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】直角坐标系下三重积分的计算

第六节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】会计算柱面坐标系下的三重积分

【具体教学内容】在柱面坐标系下的累次积分法

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】柱面坐标系下三重积分的计算

第七节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】会计算球面坐标系下的三重积分，了解重积分的一般变量代换

【具体教学内容】在球面坐标系下的累次积分法；重积分的一般变量代换

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】球面坐标系下三重积分的计算

第八节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】会用重积分解决简单的应用题（体积、质量、曲面面积、重心、转动惯量）

【具体教学内容】曲面的面积；质心；转动惯量；引力

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】曲面的面积；质心

第九节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】完善本章所学知识，提升学生解题能力

【具体教学内容】习题课。处理教材第九章（三重积分）的习题及疑难问题

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】本章各节难点重点

第十章 曲线积分与曲面积分

第一节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】了解对弧长（第一类）曲线积分的概念，知道它的性质，掌握它的计算方法

【具体教学内容】对弧长（第一类）曲线积分的概念与性质；对弧长（第一类）曲线积分的计算法

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】对弧长曲线积分的计算

第二节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】了解对坐标（第二类）曲线积分的概念，掌握性质和计算方法

【具体教学内容】对坐标（第二类）曲线积分的概念和性质；对坐标（第二类）曲线积分的计算法；两类曲线积分之间的关系。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】对坐标曲线积分的计算

第三节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】掌握格林公式

【具体教学内容】格林公式

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】格林公式

第四节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】会运用曲线积分与路径无关的条件，会求解全微分方程

【具体教学内容】平面上曲线积分与路径无关的条件；二元函数的全微分求积、全微分方程

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】平面上曲线积分与路径无关的条件

第五节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】了解对面积（第一类）曲面积分的概念，掌握其计算方法

【具体教学内容】对面积（第一类）曲面积分的概念与性质；对面积（第一类）曲面积分的计算

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】对面积曲面积分的计算

第六节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】

【具体教学内容】习题课。处理教材第十章前 5 节（对弧长的曲线积分；对坐标的曲线积分；格林公式及其应用；对面积的曲面积分）的习题及疑难问题

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】本章 1-5 节难点重点

第七节（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】了解对坐标（第二类）曲面积分的概念与性质，掌握对坐标曲面积分的计算法

【具体教学内容】对坐标（第二类）曲面积分的概念与性质；对坐标（第二类）曲面积分的计算法；两类曲面积分的关系

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习

【教学/考核难点重点】对坐标曲面积分的计算

第八节（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】掌握高斯公式、斯托克斯公式

【具体教学内容】高斯公式；斯托克斯公式

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】高斯公式

第九节（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】了解方向导数和梯度的概念，掌握向量场的散度、向量场的旋度

【具体教学内容】场的表示法；数量场的梯度；向量场的散度。向量场的旋度；有势场 无源场 调和场

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】散度、旋度

第十节（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】完善本章所学知识，提升学生解题能力

【具体教学内容】习题课。处理教材第十章第五到七节（对坐标的曲面积分；高斯公式和斯托克斯公式；场论简介）的习题及疑难问题

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】本章各节难点重点

五、教学要求对应关系

	教学要 求 1	教学要 求 2	教学要 求 3		
1.1 节	X				
1.2 节	X	X			
1.3 节	X	X	X		
1.4 节	X	X			
1.5 节	X		X		
1.6 节	X	X			
1.7 节		X	X		

	教学要 求 1	教学要 求 2	教学要 求 3		
2.1 节	X	X			
2.2 节	X	X			
2.3 节	X	X			
2.4 节	X	X			
2.5 节	X	X			
2.6 节	X				
2.7 节		X	X		

	教学要 求 1	教学要 求 2	教学要 求 3		
3.1 节	X	X			
3.2 节	X	X			
3.3 节	X	X	X		
3.4 节		X	X		
3.5 节	X	X			

3.6 节	X	X			
3.7 节		X	X		

	教学要 求 1	教学要 求 2	教学要 求 3		
4.1 节	X				
4.2 节	X	X			
4.3 节		X	X		
4.4 节	X				
4.5 节	X	X	X		
4.6 节	X	X	X		
4.7 节		X	X		
4.8 节		X	X		

	教学要 求 1	教学要 求 2	教学要 求 3		
5.1 节	X	X			
5.2 节		X			
5.3 节		X			
5.4 节	X	X			
5.5 节		X			
5.6 节		X	X		

	教学要 求 1	教学要 求 2	教学要 求 3		
6.1 节	X	X			
6.2 节	X	X	X		

6.3 节	X	X			
6.4 节	X		X		
6.5 节		X	X		
6.6 节	X		X		
6.7 节	X				
6.8 节	X	X			
6.9 节	X	X			
6.10 节		X	X		

	教学要 求 1	教学要 求 2	教学要 求 3		
7.1 节	X				
7.2 节	X	X			
7.3 节	X	X			
7.4 节	X	X			
7.5 节	X				
7.6 节	X				
7.7 节		X	X		

	教学要 求 1	教学要 求 2	教学要 求 3		
8.1 节	X				
8.2 节	X	X			
8.3 节	X				
8.4 节	X	X	X		
8.5 节	X	X			

8.6 节	X	X			
8.7 节	X				
8.8 节	X	X			
8.9 节		X	X		

	教学要 求 1	教学要 求 2	教学要 求 3		
9.1 节	X				
9.2 节	X	X			
9.3 节	X	X			
9.4 节		X	X		
9.5 节	X	X			
9.6 节	X	X			
9.7 节	X	X			
9.8 节		X			
9.9 节		X	X		

	教学要 求 1	教学要 求 2	教学要 求 3		
10.1 节	X	X			
10.2 节	X	X			
10.3 节	X	X	X		
10.4 节	X				

10.5 节	X				
10.6 节	X	X			
10.7 节	X	X			
10.8 节	X	X	X		
10.9 节	X				
10.10 节		X	X		

【考核方式】：考核方式为平时考核与期末考试相结合方式进行。平时考核包括学生上课、讨论、作业等。期末考试为笔试、闭卷。

【成绩评定】：平时考核包括学生上课、讨论、在线作业等，占总成绩的30%。期末考试采用闭卷形式，占总成绩的70%。

【考试大纲】

高等数学（一）课程考试大纲

考试大纲是指导考试试卷编制、考试实施、备考和应考的总纲。课程考试大纲由承担教学任务的教学单位集体研究制定。一经公布实施，就成为主试和被试共同遵守的总章程，不得随意改动。在教学过程中，如果对课程教学大纲做出修订，考试大纲也要做出相应的修订，并同时在教学和考试过程中实施。

考试目的	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 考察学生掌握和应用知识的能力 2. 评价教师教学质量 3. 分级教学 4. 招生		
考试对象	年级： 级 专业：	卷面总分	100
考试方式	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 闭卷 2. 开卷 3. 上机 4. 综述 5. 论文 6. 设计 7. 其它 ()		
考试方法	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 笔试 2. 口试 3. 实际操作 4. 其它 ()		
试卷来源	1. 试题库 2. 试卷库 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 校内统一命题 4. 校外教师命题 5. 任课教师命题		
试题难易度	1. 较容易 (40) % 2. 中等难度 (30) % 3. 较大难度 (30) %		

编 题 计 划	题 量 %	类 型	记忆	理解 分析	综合 应用	提高 扩展	合计
	内 容						
	第一章：函数、极限与连续		2	5	5	5	17
	第二章：导数与微分		2	5	5	5	17
	第三章：微分中值定理与导数应用		2	5	5	5	17
	第四章：一元函数积分学		2	10	10	8	30
	第五章：常微分方程		2	6	6	5	19
	合 计		10	31	31	28	100
阅卷方法：	1. 微机阅卷 2. 流水阅卷 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 任课教师阅卷						
记分方式：	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 百分制 2. 五级制 3. 二级制						
备注：考试成绩占 70%，平时成绩占 30%							

高等数学 (2) 课程考试大纲

考试大纲是指导考试试卷编制、考试实施、备考和应考的总纲。课程考试大纲由承担教学任务的教学单位集体研究制定。一经公布实施，就成为主试和被试共同遵守的总章程，不得随意改动。在教学过程中，如果对课程教学大纲做出修订，考试大纲也要做出相应的修订，并同时在教学和考试过程中实施。

考试目的	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 考察学生掌握和应用知识的能力 2. 评价教师教学质量 3. 分级教学 4. 招生						
考试对象	年级：各年级 级 专业：	卷面总分	100				
考试方式	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 闭卷 2. 开卷 3. 上机 4. 综述 5. 论文 6. 设计 7. 其它 ()						
考试方法	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 笔试 2. 口试 3. 实际操作 4. 其它 ()						
试卷来源	1. 试题库 2. 试卷库 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 校内统一命题 4. 校外教师命题 5. 任课教师命题						
试题难易度	1. 较容易 (40) % 2. 中等难度 (30) % 3. 较大难度 (30) %						
编 题 计 划	题 量 %	类 型	记忆	理解 分析	综合 应用	提高 扩展	合计
	内 容						
	第六章：无穷级数		4	8	6	4	22
	第七章：向量代数与空间解析几何		2	4	4	4	14
	第八章：多元函数微分学及其应用		4	6	6	4	20
	第九章：重积分		4	6	6	4	20

划	第十章：曲线积分与曲面积分	4	10	5	5	24
	合 计	18	34	27	21	100
阅卷方法：	1. 微机阅卷 2. 流水阅卷 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 任课教师阅卷					
记分方式：	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 百分制 2. 五级制 3. 二级制					
备注：考试成绩占 70%，平时成绩占 30%						

七、教材及参考资料

【教材】编著者，教材名，出版社，出版年，教材类别（是否规划、获奖教材？）

[1]刘建亚、吴臻主编：蒋晓芸、张天德编，大学数学教程-微积分（1）（第二版），高等教育出版社出版，2011.6，普通高等教育“十二五”国家级规划教材

[2]刘建亚、吴臻主编：张天德、蒋晓芸编，大学数学教程-微积分（2）（第二版），高等教育出版社出版，2011.6，普通高等教育“十二五”国家级规划教材

【参考书】3-5 本相关的教材或者专著、杂志或网络资源

[1] 蒋晓芸、张天德、崔玉泉编，大学数学学习指南微积分（第二版） 山东大学出版社，2011.9

[2]刘建亚、吴臻、张天德等，高等数学习题精选精解，山东科技出版社，2013.9

山东大学 电气工程 学院

《线性代数》理论课程教学大纲

编写人：王晶

审定人：王晶

编制时间：2020年3月

审定时间：2020年3月

一、课程基本信息：

课程名称	线性代数		
英文名称	Linear Algebra		
课程编码	Sd01921130		
开课单位	电气工程学院		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input checked="" type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	3	学时	总学时 48 (授课 48 上机 0 实验 0)
适用专业	电气工程及其自动化		
先修课程			
课程网站			

二、课程简介

【课程中文简介】

线性代数是电力系统及其自动化专业一门重要的学科基础课程，是以矩阵为工具，对有限维向量空间进行研究的课程，内容包括行列式，矩阵及其运算，矩阵的初等变换域现行方程组，向量组的线性相关性，特征值和特征量，对称矩阵及二次型。该课程的学习可以为后续专业课程奠定必要的数学基础。

【课程英文简介】

Linear algebra is an important basic course for the major of power system and automation because it is usually encountered between basic problem-solving courses such as calculus or differential equations and more advanced courses that requires students to cope with mathematical rigors. It is a course to study finite dimensional vector space with matrix as a tool. The contents include determinant, matrix and its operation, elementary transformation of matrix and linear equations, linear correlation of vector system, eigenvalues and eigenvalues, symmetric matrix and quadratic form. The purpose of this course is to present the contemporary theory and applications of linear algebra to university students studying engineering.

三、课程目标

通过该课程学习，使学生掌握线性代数的基本理论与方法，培养学生正确运用线性代数知识来解决实际工程问题的能力，提高学生自主学习的意识和能力。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	掌握线性代数的基本理论与方法。例如矩阵，行列式，向量等相关的基本概念，运算与分析方法。	以线性方程组的求解作为主线，设置不同的分析背景，围绕这一主线提出与分析背景相关的一系列问题，分别用矩阵，行列式，向量等不同角度进行分析，开展课堂讨论，进行问题解答及结论应用，再对解答结论之间的关联进行分析讨论。
目标 2	能应用线性代数的理论和方法，利用矩阵语言描述相应问题并分析求解。	通过层级交叉式的问题设置式教学，使学生能理解相应的知识脉络，同时培养学生提炼问题，表述问题，分析问题的能力。利用课后思考题、作业及答疑等进一步加深对所学内容的理解与应用能力，从而在遇到与线性代数相关的复杂工程问题时，能选择合适的线性代数理论和方法对工程问题建立数学模型并分析求解，例如能利用线性方程组为直流电路建模，利用矩阵为公交换乘问题建模，并利用矩阵对角化实现矩阵高次幂的求解。
目标 3	能应用线性代数的理论与方法，识别与判断分析问题的关键环节。	将所学线性代数的基本理论与方法与实际的工程实例联系在一起，例如利用电路的 KCL 方程讨论方程组的线性相关与线性无关，利用正交变换讨论图像 90 度旋转的问题等。培养学生将线性代数的内容学以致用，识别

		与判断实际工程问题相应环节的能力。
目标 4	能够拓展利用线性代数的相关理论和方法，表述与分析工程相关的问题。	在掌握线性代数相关内容的基础上，设计与工程相关的微课题，引导学生利用所学理论与方法，对问题进行表述，并在此基础上进行分析。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
	1.1 能将数学、自然科学、工程科学 的语言工具用于电气工程问题的表述；	H			
1.2 能针对电气工程领域复杂工程问题建立数学模型并求解。			M		
2.1 能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理识别和判断复杂电气工程问题的关键环节。				H	
2.2 能基于相关科学原理和数学模型方法正确表达电气工程领域复杂工程问题；					H

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

板书与多媒体结合

2. 课程内容：

本课程是电气工程及其自动化专业的工程基础课程，是对中学所学代数知识的进一步深化，是以矩阵为工具，对有限维向量空间进行研究。在教学中要注意到矩阵分析的特点，重点讲解对分析问题的矩阵描述，应用矩阵解读与分析相应问题。

3. 作业：

主要为综合性线性代数分析题目，促进学生理解课堂内容。使学生在模仿课堂

例题，利用教材课后习题练习的基础上，能进一步综合应用所学习的方法，巩固所学知识。

4. 报告

采用密切联系教学内容，且与课程后续应用相关的微课题，例如直角坐标与极坐标之间的基变换矩阵，非齐次微分方程叠加求解等，促进学生根据所掌握的课程知识，进行团队交流合作，自主学习相关资料，结合文献研究，对问题进行信息综合，分析深化，得到有效结论。

五、课程教学内容

第一章 行列式

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，掌握二阶、三阶行列式的计算规则及高阶行列式的计算，达成以下目的：

1. 理解二阶行列式定义式，预测三阶行列式定义，能解释排列、逆序数及奇偶排列的关系，说明排列的奇偶性与对换的关系，归纳高阶行列式的定义式；
2. 借助二阶行列式的几何性质理解行列式的基本性质，能将行列式基本性质应用于行列式化简计算。
3. 理解行列式按行(列)展开公式，能应用行列式展开进行行列式计算。
4. 总结归纳克拉默法则，能举例说明克拉默法则的应用。

【重点与难点】

重点：利用行列式性质与行列式展开化简行列式进行计算。

难点：选择合适的计算方法计算抽象行列式。

【教学内容】

第一节 行列式的定义

二阶和三阶行列式；排列；逆序数；对换；高阶行列式定义

第二节 行列式的基本性质

行列式的运算性质；行列式基本性质在行列式运算中的应用。

第三节 行列式按行（列）展开

行列式按行（列）展开定理；行列式化简计算。

第二章 矩阵及其运算

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 与课程目标 2，通过本章学习，掌握矩阵的定义及矩阵运算规则，达成以下目的：

1. 理解矩阵的概念与分批处理数据。能列举基本的特殊矩阵并分析其特性。
2. 能理解并熟练进行矩阵的加法,数乘,乘法,转置等运算,
3. 理解矩阵和伴随矩阵的概念和性质，可推导矩阵可逆的充要条件,会用伴随矩阵求二阶方阵的逆矩阵，会利用矩阵定义求抽象矩阵的逆矩阵；
4. 理解矩阵分块的意义，会利用用分块矩阵进行矩阵加法、乘法、行列式等的运算.

【重点与难点】

重点：矩阵的运算定义及运算规则。

难点：矩阵的乘法运算，方阵的行列式计算，抽象矩阵逆矩阵求解。

【教学内容】

第一节 矩阵

矩阵定义，特殊矩阵。

第二节 矩阵的运算

矩阵的加法，数乘，乘法，转置，伴随矩阵运算定义及运算规则。

第三节 逆矩阵

逆矩阵的定义，逆矩阵求解。

第四节 矩阵分块法

分块矩阵，分块矩阵运算规则。

第三章 矩阵的初等变换与线性方程组

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1-4，通过本章学习，掌握矩阵初等变换规则及其在

线性方程组求解过程中的应用，达成以下目的：

1. 理解矩阵初等变换的概念，能用初等矩阵描述初等变换，熟练运用初等变换化矩阵为阶梯形矩阵。
2. 理解矩阵的秩的概念；会求解矩阵的秩。
3. 了解系数矩阵，增广矩阵的概念；能用矩阵初等变化求解线性方程组的解并判断线性方程组解得情况。

【重点与难点】

重点：矩阵的初等变换，矩阵的秩，线性方程组解的判定。

难点：初等矩阵的应用，矩阵秩的求解。

【教学内容】

第一节 矩阵的初等变换

矩阵初等变换的定义；初等矩阵。

第二节 矩阵的秩

矩阵秩的定义；矩阵秩的性质，求解矩阵的秩。

第三节 线性方程组的解

利用矩阵初等变换求解线性方程组。

第四章 向量组的线性相关性

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1-4，通过本章学习，掌握向量组线性相关、线性无关、线性组合等概念，并从向量组线性相关角度分析线性方程组的解的结构，达成以下目的：

1. 理解向量的概念及运算；对比分析高维代数向量与几何向量，结合线性方程组掌握向量的线性组合概念。
2. 理解向量组线性相关及线性无关的含义；能进行向量组线性相关性的判定。
3. 结合坐标系理解向量组的极大线性无关组和向量组秩的概念，会求解向量组的极大线性无关组及向量组的秩
4. 理解向量空间和基的概念，对比分析向量空间与几何空间，结合几何分析理

解子空间的概念，会推导基变换与坐标变换的公式。

5. 结合向量空间的概念理解线性方程组解空间的概念，能利用向量空间基的概念分析线性方程组解的结构；会求解齐次线性方程组的基础解系。

【重点与难点】

重点：向量组线性组合的定义，矩阵的秩，线性方程组解的判定。向量组的极大无关组，向量组的秩。向量空间的基，维数与坐标，线性方程组解的结构。

难点：向量组的线性相关、线性无关等概念；向量组线性相关性判定；抽象向量组的秩。基变换与坐标变换，抽象方程组的解。

【教学内容】

第一节 向量组及其线性组合

向量概念与运算，向量组的定义。向量组线性组合、线性表示的定义。

第二节 向量组的线性相关性

向量组的线性相关、线性无关等概念；向量组线性相关性判定；

第三节 向量组的秩

向量组的极大线性无关组及秩的概念与性质；向量组的秩矩阵的秩之间的关系。

第四节 向量空间

向量空间的定义与简单性质；维数、基与坐标；基变换与坐标变换。

第五节 线性方程组的解的结构

齐次线性方程组的解空间，线性方程组的基础解系，非齐次线性方程组的解。

第五章 相似矩阵及二次型

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1-4，通过本章学习，掌握矩阵对角相似化的方法，并将其用于二次型的化简，达成以下目的：

1. 会计算向量的内积、长度及夹角，判断向量是否正交，能用施密特正交化方法将线性无关的向量组变为等价的正交向量组。
2. 理解特征值和特征向量的概念及性质，会求解矩阵特征值和特征向量。
3. 理解相似矩阵的概念，能应用相似矩阵的性质分析问题，掌握矩阵可相似对

角阵的充要条件，会用相似变换化矩阵为对角阵。

4. 了解实对称矩阵的特征值和特征向量的概念及性质；会用正交矩阵化实对称矩阵为对角阵。

5. 理解二次型的概念；会用矩阵描述二次型，了解合同矩阵的概念及性质，能用矩阵描述二次型的标准形，理解惯性定理，能用正交变换化二次型为标准形。

6. 能用配方法化二次型为标准形的方法。对比分析配方法与正交变换所得的标准型，理解惯性定理。

7. 理解正定、负定二次型及正定、负定矩阵的概念，能进行正定二次型与正定矩阵的判别。

【重点与难点】

重点：正交性的判定；施密特正交化方法的应用。矩阵特征值与特征向量的求解。相似矩阵的应用，对称矩阵对角化方法，用配方法化二次型为标准形的方法。

难点：抽象矩阵特征值与特征向量的求解，正定二次型与正定矩阵判别法。

【教学内容】

第一节 向量的内积、长度及正交性

向量的内积、长度及正交性定义；施密特正交化方法。

第二节 方阵的特征值与特征向量

矩阵的特征值和特征向量的概念、性质及求法。

第三节 相似矩阵

相似矩阵的概念、性质；矩阵可对角化的充要条件及相似对角矩阵。

第四节 对称矩阵的对角化

实对称矩阵的特征值、特征向量及相似对角矩阵。

第五节 二次型及其标准型

二次型及其矩阵表示，标准型；二次型的秩、惯性定理、二次型的标准形与规范形、用矩阵的正交变换化二次型为标准型。

第六节 用配方法化二次型为标准型

用配方法化二次型为标准形的方法。

第七节 正定二次型

正定二次型与正定矩阵定义及其判别法。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	第一章	行列式	行列式的发展历史，范德蒙德，西尔维斯特等数学家的研究历程。	科学研究由实际需求推动，发现需求，坚持不懈才能得到相应成就。
2	第一章	行列式计算	由二阶行列式猜想三阶行列式的定义，由此总结高阶行列式的定义	由特殊到一般再到特殊的科学思维。
3	第二章	逆矩阵	利用逆矩阵进行信件的加密解密	培养学生利用科学原理解决工程问题的意识和能力。
4	第三章	矩阵的初等变换	高斯消元法与九章算术。	提升学生的民族自豪感。
5	第三章	线性方程组求解	利用初等变换求解线性方程组的过程	千里之堤毁于蚁穴，在学习和工作中要注意细节。
6	第三章	矩阵的初等变换	救灾物资的配运问题。	培养学生一方有难，八方支援的情怀，引导学生利用科学原理进行管理的意识。
7	第四章	线性相关与线性无关	人力资源管理中的线性相关与线性无关	培养学生“化繁为简”的工程思维，鼓励学生成长为有特性的人。
8	第四章	最大无关组	人力资源管理中的最大无关组	培养学生利用科学原理进行管理，并且知人善任。
9	第五章	特征值与特征向量	共享单车的使用问题	培养学生的社会责任感
10	第五章	矩阵对角化	利用矩阵对角化求矩阵高次幂分析人口问题。	培养学生将抽象的知识点应用于实际问题，同时引发学生关注社会发展和民生问题，培养社会责任感。

七、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计		
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课		其他	
1	第1章	行列式	6						1			7

2	第2章	矩阵及其运算	6					1			7
3	第3章	矩阵的初等变换与线性方程组	8					1			9
4	第4章	向量组的线性相关性	10					1			11
5	第5章	相似矩阵及二次型	12					2			14
合计			42					6			48

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂讨论、课堂测验和报告等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，期末考核成绩占总成绩的 80%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (80%)	课程目标 1	50	100
	课程目标 2	20	
	课程目标 3	30	
	课程目标 4	0	
平时考核 (20%)	课程目标 1	60	100
	课程目标 2	10	
	课程目标 3	15	
	课程目标 4	15	

【平时考核环节评分标准】

分值 考核 环节	<60	60-75	75-90	90-100
----------------	-----	-------	-------	--------

习题作业	对线性代数原理与计算方法运用能力较差,不能正确解答。	能对运用线性代数有关定理、分析方法解答作业中的部分问题,思路不够清晰,表述不够规范。	能较好地运用线性代数的原理和方法,解答作业中的大部分问题。思路较为清晰,表述较为规范。	能灵活地运用线性代数的原理和方法,正确地解答作业中的问题,思路清晰,表述规范。
平时测验	不能在规定的时间内解答线性代数计算、证明等问题,答题不准确。	能在规定的时间内解答线性代数计算、证明等部分问题。	能在规定的时间内较为规范地解答线性代数计算、证明等部分问题。	能在规定的时间内,灵活运用线性代数原理与方法,正确规范地解答相应的计算、证明等问题。
课堂讨论	课堂讨论不积极,问题分析的能力较弱	陈述线性代数概念、线代分析方法基本准确,能参与电路计算等问题的讨论,有一定的问题分析能力。	能正确陈述线性代数概念、线性电路的分析方法,积极参与证明、计算等问题的讨论,问题分析能力较强	能正确陈述线性代数概念、线性电路的分析运算方法,积极参与计算、计算等问题的讨论,问题分析能力强,对问题有自己的见解。
报告	未按时提交报告,离题或跑题,未能理解阅读材料,论证信息严重不足。	报告表达含糊不清,内容片面,论据不够充分。	报告表达较清晰,内容较全面,论据较为充分。	报告表达清晰严谨,内容周全,探讨有深度,论据充分可信。

【平时考核环节权重】

考核	课程目标				
	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	合计
习题作业	50	10	20	0	80
报告	0	0	5	15	20
合计	50	10	25	15	100

【考试环节权重】

章节	课程目标				
	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	合计
第 1 章 行列式	10	0	0	0	10
第 2 章 矩阵及其运算	15	5	0	0	20
第 3 章 矩阵的初等变换	10	5	5	0	20

与线性方程组					
第 4 章 向量组的线性相关性	10	5	10	0	25
第 5 章 相似矩阵及二次型	5	5	15	0	25
合计	50	20	30	0	100

九、教材及参考资料

【教材】普通高等教育“十一五”国家级规划教材《线性代数》，同济大学数学系编（第六版），高等教育出版社。

【参考书】

- ① 《Introduction to linear algebra》,3rd edition,Gilbert Strang, Wellesley-Cambridge Press,2012.
- ② 《高等代数学》，第三版，姚慕生，复旦大学出版社，2014。
- ③ 《线性代数应该这样学》，杜现昆译，人民邮电出版社，2009。

附件 1

“线性代数”课程考试大纲

一、总 则

“线性代数”课程教学大纲介绍了课程的地位、作用和教学目标，并主要从教学内容、基本要求以及学时分配等方面规范了各教学班的教学活动。为保证课程的教学质量，提高教师的教学效果、学生的学习质量、考试命题的科学性和规范性，特制定“线性代数课程考试大纲”。该大纲是线性代数课程建设的重要内容，是教师在教学活动中必须参考的教学文件。

考试大纲以知识点串联统帅全书，使知识点成为教学的要点，学习理解的重点和考试命题的出发点。考试大纲是依据教学大纲制定的，是对教材章节内容的剖析、归纳，是对教学大纲的细化和补充，两者都是指导现行的线性代数教学的基本文件，将长期发挥作用。

在本大纲中，将每章的知识点按重要程度分成 A,B,C 三类。其中 A 类知识点要求深刻理解、牢固掌握和熟练应用；B 类知识点要求理解；C 类知识点要求了解。为突出重点，A 类知识都加方括号作了说明。一般要说明该知识点相关的子知识点及不同知识点之间的逻辑关系。对个别 B 类知识点亦作了说明，以便规范教学要求。

考试大纲适用于电气工程及其自动化专业。

二、考核知识点及要求

第一章、行列式

A

行列式的基本概念和基本性质[会用行列式基本概念计算特定项系数，会用行列式基本性质化简行列式，计算简单的抽象向量构成的行列式]

行列式按行（列）展开[利用行列式展开和行列式基本性质联合对行列式进行化简计算]

克拉默法则[会用克拉默法则分析线性方程组的解的情况]

B

特殊形式的行列式计算（范德蒙德行列式的计算公式）

C

排列，对换。

第二章 矩阵及其运算

A

矩阵的线性运算[矩阵加法和数乘的运算规律]

矩阵的乘法[矩阵乘法运算规律，特殊方阵高次幂求解]

方阵的行列式[特殊方阵例如伴随矩阵，逆矩阵的行列式；方阵乘积的行列式求解]

矩阵的转置矩阵、伴随矩阵、逆矩阵[转置、伴随及逆矩阵运算规律；会用伴随矩阵求低阶矩阵的逆矩阵，会根据逆矩阵定义求解抽象矩阵的逆矩阵]

B

矩阵的概念[矩阵的基本概念及在后续章节中的体现]；

分块矩阵及其运算[分块矩阵的意义及在后续章节中的体现]；

第三章、矩阵的初等变换与线性方程组

A

矩阵的初等变换[初等变换的矩阵描述，利用初等变换求解矩阵的秩，利用初等变换求解逆矩阵与矩阵方程，利用初等变换求解线性方程组及矩阵方程]

矩阵的秩[矩阵秩的定义，矩阵秩的求解]

线性方程组的解[利用矩阵的秩判定线性方程组解的情况：非齐次线性方程组有解的充要条件，齐次线性方程组有非零解的充要条件]

B

线性方程组的矩阵描述（数学问题的矩阵描述及在后续章节的体现）

第四章、向量组的线性相关性

A

向量的线性组合和线性表示[会从线性组合和线性表示的概念解读线性方程组与矩阵方程]

向量组的线性相关与线性无关[向量组线性相关与线性无关的判别，线性相关与线性无关的意义及在后续章节的体现]

向量组的秩[向量组的秩的概念及在后续章节的体现，向量组的秩与矩阵秩的关系；矩阵行满秩与列满秩的概念及相关特性；求解向量组秩]

向量组的极大无关组[理解极大无关组的意义和非唯一性，理解向量组等价的概念，会求向量组的极大无关组]

向量空间[向量空间的概念及在后续章节体现，基变换和坐标变换，过度矩阵]
线性方程组解的结构[齐次线性方程组解空间的概念及解空间的维数，求解齐次线性方程组的基础解系，利用基础解系描述线性方程组通解和非齐次线性方程组的通解]

B

向量的概念

第五章、相似矩阵及二次型

A

向量的内积、长度及正交性[内积定义，正交判定，正交规范化的施密特方法，正交矩阵的性质]

矩阵的特征值和特征向量[特征值和特征向量的概念和性质，求解特征值与特征向量]

相似矩阵[相似变换和相似矩阵的概念及性质，矩阵可相似对角化的充要条件及相似对角矩阵，对角化在方阵求幂中的应用]

对称矩阵对角化[实对称矩阵的特征值和特征向量的性质，实对称矩阵利用正交矩阵化为相似对角矩阵方法]

二次型及其标准型[二次型的矩阵表示，求解二次型的秩，二次型的标准型规范型矩阵表示的特殊性]

二次型化简[用正交变换化二次型为标准型，用配方法化二次型为标准型，惯性定理]

正定二次型[正定矩阵、负定矩阵的概念，正定二次型、负定二次型判别]

B

向量的夹角

半正定、半负定的概念

三、命 题

线性代数课程考核应在大纲所列知识点范围内进行。尽可能全面考察学生灵活运用知识，分析解决问题的能力，以达到定量测评学生线性代数理论综合素养高低的目的是。考试题型可包含填空题，选择题，简单计算题，计算题和证明题几类。

由于一套试题难以覆盖全部的知识点，只能追求覆盖率的最大化，因此组卷时采用多参数评估体系，即按教材的“章”覆盖率和按 A 类知识点覆盖率。具体要求如下：

1. “章节”覆盖率 100%

2. 按 A 类知识点覆盖率在 75% 左右。其中线性代数 A 类知识点丰富，原则上不出 B 类知识点的试题，但可以稍有涉及，向量组的线性相关性判别和二次型是本门课的综合知识点，A 类知识点覆盖率应更高些。

命题的另一个原则问题是每套试题的难度应基本相同。为此在命题试解时应为每题标定难度系数，难度系数是知识点多少和计算量大小的综合定量表示。组卷时应保持每套试题的总难度系数相等。其中，中等及中等以下难度的题 70%，偏难的题 20%，难题 10%。

四、考试与阅卷

考试由教务处统一组织实施，包括命题、试卷印刷、监考等。阅卷由电工理论与新技术研究所线性代数课程组集体流水阅卷，统一评分标准。

五、总结与评估

考试结束后，由研究所根据分数分布情况，对试卷进行分析评估，为改进教学工作，提高教学质量提供理论基础。

山东大学 电气工程 学院

《概率论与数理统计》理论课程教学大纲

编写人： 叶宏

审定人：

编制时间：2017

审定时间：

一、课程基本信息：

课程名称	概率论与数理统计		
英文名称	Probability Theory and Mathematical Statistics		
课程编码	sd00920020		
开课单位	数学学院		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input checked="" type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	3	学时	48-54
适用专业	理工科各专业		
先修课程	高等数学、线性代数		
课程网站	http://www.icourse163.org/course/SDU-1001945006 http://58.194.179.4/math/gltj/		

二、课程描述

概率论与数理统计是研究随机现象统计规律性的数学学科，包括概率论与数理统计基本知识与方法。它的应用非常广泛，并有其独特的思维方法。在高等学校理工科专业教学计划中是一门重要的基础理论课程。

This course introduces concepts of probability and statistics. It emphasizes models methodology and applications rather than rigorous mathematical development and theory. The topics include probability and statistics.

三、课程教学目标和教学要求

【教学目标】引导学生从传统的确定性思维模式进入随机性思维模式，使学生掌握随机问题的数学处理方法。努力培养学生的科学思维及创新能力，注重理论联系实际的教学思想，提高学生分析问题和解决问题的能力，夯实和扩展

“概率论与数理统计”的基础理论知识。

【教学要求】通过本课程的学习，

1. 使学生掌握概率论与数理统计的基本概念，基本理论和基本计算方法；
2. 使学生初步掌握处理随机现象的基本思想和方法；
3. 培养学生运用概率统计方法分析和解决实际问题的能力。

【教学要求与毕业要求指标点的对应关系】

毕业要求		教学 要求 1	教学 要求 2	教学要 求 3
指标点 1.1	具有较扎实的数学、物理等自然科学的基础知识，能将数学的基本概念运用到工程问题的适当表述之中，能就工程问题建立方程并进行求解；	***	*	**

说明：相关——*，支撑——**，高度支撑——***

四、课程教学内容及学时分配

第一章 随机事件与概率

第一节 随机事件，概率定义（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】了解样本空间的概念，理解随机事件，随机事件的频率，概率等概念，掌握事件间的关系及运算。

【具体教学内容】随机事件与样本空间，事件的关系与运算，概率的概念。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】古典概率

第二节 条件概率，独立性（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】掌握概率的基本性质，了解条件概率的概念，会计算相关概率；理解事件的独立性的概念，掌握用事件独立性进行概率计算。

【具体教学内容】概率的性质基本公式，条件概率与乘法公式，事件的独立性。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】事件的独立性

第三节 全概率，贝叶斯公式，伯努利概型（3学时，其中授课2学时，本章习题课1学时）

【教学目标和要求】掌握全概率公式、贝叶斯公式，并能熟练运用这些公式求解相关问题。理解独立重复试验的概念，掌握计算有关事件概率的方法。

【具体教学内容】全概率，贝叶斯公式，伯努利概型，二项概率公式。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】全概率贝叶斯公式，伯努利概型。

第二章 随机变量及其概率分布

第一节 随机变量 分布函数 离散型随机变量的概率分布（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】理解随机变量及其分布函数的概念，掌握其性质；理解离散型随机变量的概念及基分布列的概念和性质；熟练掌握二项分布、泊松分布；会利用分布列及分布函数计算有关事件的概率。

【具体教学内容】随机变量，随机变量分布函数的概念及其性质，离散型随机变量的概率分布，二项分布、泊松分布。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】离散型随机变量的概率分布

第二节 连续型随机变量（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】理解连续型随机变量的概念及其概率密度函数的概念和性质；熟练掌握均匀分布、正态分布和指数分布及其性质；会利用概率密度函数计算有关事件的概率。

【具体教学内容】连续型随机变量的概率密度，常见随机变量的分布。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】概率密度；正态分布。

第三节 随机变量函数的分布（3学时，其中授课2学时，本章习题课1学时）

【教学目标和要求】会求简单的随机变量函数的概率分布。

【具体教学内容】离散型随机变量，连续型随机变量函数的分布。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】连续型随机变量函数的分布。

第三章 多维随机变量及其分布

第一节 二维随机变量的概率分布（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】理解二维随机变量的概念，理解二维随机变量的联合分布函数的概念、性质；离散型联合分布律和连续型联合概率密度，会利用二维概率分布求有关事件的概率；掌握二维均匀分布；了解二维正态分布。

【具体教学内容】二维随机变量，联合分布函数，离散型联合分布律和连续型联合概率密度；二维均匀分布；二维正态分布。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】二维连续型随机变量的概率分布。

第二节 边缘分布和条件分布 随机变量的独立性（3学时，其中授课3学时）

【教学目标和要求】理解二维离散型随机变量的边缘分布律，二维连续型随机变量的边缘概率密度及条件概率密度的概念；掌握边缘分布与联合分布的关系。理解随机变量的独立性的概念，掌握二维随机变量独立的条件。

【具体教学内容】二维离散型随机变量的边缘分布律，二维连续型随机变量的边缘概率密度及条件概率密度；随机变量的独立性。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】边缘分布律，边缘概率密度。

第三节 随机变量函数的分布（3学时，其中授课2学时，本章习题课1学时）

【教学目标和要求】会求两个随机变量的简单函数的分布，会求两个随机变量的和的分布，最大值及最小值的分布。

【具体教学内容】二维随机变量函数的分布，和的分布，商的分布，最大值及最小值的分布。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】二维连续型随机变量函数的分布。

第四章 随机变量的数字特征

第一节 随机变量的数学期望（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】理解数学期望的概念，并掌握它的性质与计算。会计算随机变量函数的数学期望。

【具体教学内容】数学期望的性质与计算。随机变量函数的数学期望。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】随机变量的数学期望。

第二节 方差，协方差，相关系数（3学时，其中授课3学时）

【教学目标和要求】了解方差，协方差，相关系数的概念、性质与计算公式。熟记二项分布、泊松分布、均匀分布、指数分布和正态分布的数学期望与方差。

【具体教学内容】方差，协方差，相关系数的概念、性质与计算公式。二项分布、泊松分布、均匀分布、指数分布和正态分布的数学期望与方差。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】方差协方差相关系数的计算。

第三节 大数定律和中心极限定理（3 学时，其中授课 2 学时，本章习题课 1 学时）

【教学目标和要求】理解切比雪夫不等式，了解切比雪夫大数定律及贝努里大数定律，理解独立同分布的中心极限定理，并会用相关定理近似计算有关随机事件的概率。

【具体教学内容】切比雪夫不等式，切比雪夫大数定律及贝努里大数定律，中心极限定理。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】中心极限定理。

第五章 数理统计基本知识

第一节 总体，随机样本，统计量（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】理解总体、个体、样本的概念。理解统计量的概念，理解样本均值、方差和样本矩的概念并会计算。

【具体教学内容】总体，个体，简单随机样本，统计量，样本均值，样本方差和样本矩。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】统计量和样本矩。

第二节 抽样分布，正态总体的常用抽样分布（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】掌握几种常用的抽样分布及其结论；理解分位数的概念；掌握几种重要分布的分位数及查表算法。

【具体教学内容】常用抽样分布 分位数 正态总体的常用抽样分布

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】常用抽样分布。

第六章 参数估计和假设检验

第一节 点估计（3 学时，其中授课 3 学时）

【教学目标和要求】理解参数估计的概念，熟练掌握点估计的矩估计法和极大似然估计法。掌握估计量好坏的三个评选标准。

【具体教学内容】参数估计，点估计的矩估计法和极大似然估计法。估计量的评选标准。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】矩估计法和极大似然估计法。

第二节 区间估计（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】理解区间估计的概念，掌握单个正态总体的均值和方差的置信区间；了解两个正态总体期望差及方差比的区间估计。

【具体教学内容】区间估计. 单个正态总体的均值和方差的置信区间；两个正态总体期望差及方差比的置信区间。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】正态总体的均值和方差的置信区间。

第三节 假设检验（5 学时，其中授课 4 学时，本章习题课 1 学时）

【教学目标和要求】理解显著性检验的基本思想；掌握显著性检验的基本步骤和可能产生的两类错误；掌握单个正态总体的均值和方差的假设检验；了解两个正态总体参数的假设检验。

【具体教学内容】显著性检验的基本思想；基本步骤和两类错误；单个正态总体的均值和方差的假设检验；两个正态总体参数的假设检验。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】正态总体的均值和方差的假设检验。

第七章 一元线性回归分析及方差分析

第一节 一元线性回归分析（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】掌握一元线性回归的基本方法。

【具体教学内容】回归分析，一元线性回归分析。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】一元线性回归分析。

第二节 方差分析（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】了解单因素方差分析的思想，掌握单因素方差分析的基本方法。

【具体教学内容】方差分析，单因素方差分析的基本方法。

【教学和学习建议】课堂讲解、提问、讨论；课后在线课堂、测验练习。

【教学/考核难点重点】单因素方差分析。

五、教学要求对应关系

	教学要求 1	教学要求 2	教学要求 3		
1.1 节	X				
1.2 节	X	X			
1.3 节	X	X			
2.1 节	X	X			
2.2 节	X	X	X		

2.3 节	X	X	X		
3.1 节	X	X			
3.2 节	X				
3.3 节	X	X	X		
4.1 节	X	X	X		
4.2 节	X	X	X		
4.3 节	X		X		
5.1 节	X				
5.2 节	X				
6.1 节	X	X	X		
6.2 节	X	X	X		
6.3 节	X	X	X		
7.1 节	X		X		
7.2 节	X		X		

六、考核及成绩评定方式

【考核方式】考核方式为平时考核与期末考试相结合方式进行。平时考核包括学生上课、讨论、作业等.期末考试为笔试、闭卷.

【成绩评定】平时考核包括学生上课、讨论、作业等，占总成绩的 20%。
期末考试采用闭卷形式，占总成绩的 80%。

【考试大纲】

考试目的	考察学生掌握和应用知识的能力						
考试对象	年级：	专业：	卷面总分	100			
考试方式	闭卷						
考试方法	笔试						
试卷来源	校内统一命题						
试题难易度	1.较容易（30）% 2.中等难度（50）% 3.较大难度（20）%						
编	题 量 内 容		记 忆	理 解 分 析	综 合 应 用	提 高 扩 展	合 计

题 计 划	第一章：随机事件与概率	2	3	3	2	10
	第二章：随机变量及其分布	2	5	5	3	15
	第三章：多维随机变量及其分布	5	5	5	5	20
	第四章：随机变量的数字特征	5	5	5	5	20
	第五章：数理统计基本知识	2	3	3	2	10
	第六章：参数估计和假设检验	5	5	10	5	25
	合 计	21	26	31	22	100
阅卷方法：	任课教师集体阅卷					
记分方式：	百分制					
备注：平时成绩与期末考试成绩相结合，平时成绩占 20%，期末考试成绩占 80%.						

一、教材及参考资料

【教材】

刘建亚吴臻《大学数学教程—概率论与数理统计》高等教育出版社 2012 规划获奖教材.

【参考书】

教材：刘建亚吴臻《大学学习指南—概率论与数理统计》山东大学出版社

网络资源：中国大学慕课—概率论与数理统计 山东大学 胡发胜叶宏黄宗媛

山东省精品课程—概率论与数理统计 山东大学 林路陈增敬吴臻等

山东大学 控制科学与工程学院 学院

《数字电子技术基础》理论课程教学大纲

编写人：徐向华 审定人：姚福安

编制时间：2017.3 审定时间：2017.4

一、课程基本信息：

课程名称	数字电子技术基础		
英文名称	Fundamentals of Digital Electronic Technology		
课程编码	Sd01731350		
开课单位	山东大学控制科学与工程学院		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input checked="" type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	3	学时	48
适用专业	自动化、电气工程、测控技术与仪器、物流工程、生物医学工程		
先修课程	高等数学、大学物理、电路		
后续课程	单片机原理及应用、微机原理、计算机控制技术等		
课程网站			
教学团队	姚福安、徐向华、魏爱荣、高宁、蒋华军、臧利林、刘春生、荣海林、宋可纪		
课程负责人	姚福安		

二、课程描述

《数字电子技术基础》是自动化、电气工程、测控技术与仪器、物流工程、生物医学工程等专业本科生学习电子技术的入门课程，为科学基础平台课。该课程逻辑性强，技术发展快，具有很强的实践性和工程技术特征。本课程主要讲授集成逻辑门电路、数字逻辑基础、组合逻辑电路分析与设计、触发器、时序逻辑电路分析与设计、脉冲产生与整形电路、A/D与D/A转换器等。通过本

课程的学习，不仅提高学生的分析问题和解决实际工程问题的能力，还为今后进行大规模数字系统的设计及后续课程的学习奠定良好的基础。

《Fundamentals of Digital Electronic Technology》 is an introductory course for students majoring in automation, electrical engineering, measurement and control technology and instrumentation, logistics engineering, biomedical engineering and other professional undergraduate study of electronic technology. It is a scientific foundation platform course with strong logic, rapid technological development, and strong practical and engineering characteristics. The main contents of this course are: integrated logic gate circuit, digital logic foundation, analysis and design of combinational logic circuit, trigger, analysis and design of sequential logic circuit, pulse generation and shaping circuit, A/D and D/A converter etc. Through the study of this course, students can not only improve the ability to analyze problems and solve practical engineering problems, but also lay a good foundation for the design of large-scale digital systems and the study of follow-up courses in the future.

三、课程教学目标及其对毕业要求的重点支持

《数字电子技术基础》是研究各种逻辑门电路、集成器件的功能及其应用的技术科学。本课程通过对常用电子器件、数字电路及其系统的分析和设计的学习，使学生获得数字电子技术方面的基本知识、基本理论和基本技能，能够综合运用所学知识解决数字电路相关的应用问题，同时为深入学习数字电子技术及其在各专业中的应用提供重要的理论基础。

本课程由逻辑代数的基础知识、门电路、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、脉冲产生与整形电路、A/D 与 D/A 转换电路等内容组成。本课程教学通过对常用电子器件、数字电路及其系统的分析和设计的学习，配合实验训练，培养学生的逻辑分析和设计能力，同时完善学生的实践技能，强化工程素质培养，提升学生数字系统的整体设计理念，进一步强化实践是检验理论的唯一标准的认识观【1.2, 4.1】。具体分析如下：

培养学生理解数字逻辑的基本概念及其在实际生产生活中的作用，培养学生的逻辑分析和设计能力，使学生对数字电路系统的工程应用背景、研究目的及基本概念、问题和解决方法建立基本认识；【1.2】

具备查阅电子元器件手册并合理选用元器件的能力，会分析基础电路功能，能够制作简单电路板。并在学习过程中，培养常用电子仪器仪表的使用，能够识读电路图。【2.1】

培养学生具备分析和解决生产、生活中一般电子问题的能力，具备学习后续电类及相关专业课程的能力。【2.1】

培养学生具备初步设计电路的能力，会简单调试、检测基本电路。逐步建立起电路设计的基本思想，扎实掌握选型、检测、调试等基本技能。【4.1】

培养学生根据仿真实验目的确定需要的数据，并能够通过合适的手段收集数据，能够运用计算仿真软件（如 Multisim 等）进行数字电路的分析、计算和仿真。【4.1】

四、课程教学内容及学时分配

0、绪论(2学时) 【1.2】

数字电子技术的研究对象、任务和方法。

数字量与模拟量。

算术运算和逻辑运算。

【教学目标和要求】

通过本章学习，让学生了解电子技术发展状况，了解电子技术在各行各业中的应用，提高他们的学习兴趣。熟悉本课程的特点，掌握该课程的学习方法，掌握数字信号及模拟信号的特征。掌握基本逻辑运算的描述及表示方法。

【教学和学习建议】

教学过程中建议采用引导加自学相结合，让学生自行查阅电子技术的发展历史，了解电子技术的发展过程，知道电子技术是一门发展非常迅速的学科，引导学生增加学习电子技术的兴趣，掌握学习本课程的要点。建议学生通过网络或观看视频进行学习。

【教学/考核难点重点】

数字信号及模拟信号的基本特点、数字电路处理的对象、基本逻辑运算的定义及表示。

第一章 初识数字电路（2 学时）【1.2】

- 1.1 数字电路的基本概念
- 1.2 数制与 BCD 码
- 1.3 逻辑运算
- 1.4 逻辑函数及其表示方法

【教学目标和要求】

通过一般概念的学习，使学生掌握十进制数、二进制、十六进制数的表示及其与相互转

换。掌握 8421BCD 码，了解其他常用编码。掌握五种基本逻辑运算（与、或、非、异或、同或）及其对应的逻辑符号。掌握逻辑关系的描述方法及其相互转换。掌握逻辑函数的表示方法以及相互间的转换。

【教学和学习建议】

教学过程中采用启发式教学方法，应注意基本概念、基本定义的讲解，讲清楚数值系统和逻辑代数系统的区别及表示。理解数与码的不同点。真正理解基本逻辑关系的运算规则、表达方式，掌握实际问题的逻辑函数的建立和表述。建议学生在学习中通过做练习题、阅读相关参考资料，进一步加强逻辑分析问题的能力。

【教学/考核难点重点】

不同进制数制的特点、不同进制数的转换、二进制代码的定义、常用二进制代码的表示、基本逻辑运算及表达、逻辑函数的建立及表示。

第二章 分析与设计数字电路的工具(4 学时)【1.2, 4.1】

- 2.1 逻辑代数
- 2.2 卡诺图化简法

【教学目标和要求】

通过本章学习，掌握逻辑代数中的基本定律和定理，掌握逻辑代数的基本规则，掌握逻辑函数的公式化简方法。熟练掌握逻辑函数的卡诺图化简方法。熟练掌握逻辑函数不同形式的表达式之间的转换。

【教学和学习建议】

教学中建议采用对比教学法，强调逻辑代数和普通代数之间的联系与区别，加深同学对逻辑代数中公式、定理、恒等式的理解，掌握逻辑代数的化简、表达式变换等方面的技巧。建议学生在学习中可通过做大量的习题、自学参考书中的相关内容掌握本章知识。

【教学/考核难点重点】

逻辑代数中常用的公式及定理、逻辑代数的基本规则、逻辑代数的代数法化简、逻辑函数的最小项表示、逻辑函数的卡诺图化简法、逻辑函数的不同表达式之间的转换。

第三章 逻辑门电路(4 学时) 【1.2】

- 3.1 二极管的开关特性及二极管门电路
- 3.2 三极管的开关特性及三极管门电路
- 3.3 TTL 逻辑门电路
- 3.4 MOS 逻辑门电路
- 3.5 集成门电路的应用

【教学目标和要求】

通过本章节的学习，让学生熟悉什么是逻辑门电路，了解半导体二极管、三极管和 MOS 管的开关特性。掌握集成 TTL、CMOS 门电路的组成和工作原理，掌握典型集成 TTL 门电路和集成 CMOS 门电路的逻辑功能、特性、主要参数和使用方法。掌握集成 OC 门、三态门、CMOS 传输门的特点及使用方法。

【教学和学习建议】

教学过程中，从数字信号引入，建立逻辑信号的概念，强调在正逻辑中逻辑 0 和逻辑 1 表示的含义，从而引入二极管、三极管器件组成的逻辑门电路，并采用器件的开关模型分析逻辑电路的实现的逻辑功能。然后在采用问题导入法，指出原逻辑电路存在的问题，提出逐步改进的电路结构，最后介绍集成 TTL 逻辑门电路、集成 CMOS 门电路的结构及特点。根据实际电路中应用，再引入 OC 门、三态门、传输门等特殊结构的门电路。学生在进行本章学习时，应重点掌握集成门电路的外特性，深刻理解集成门电路的各项性能指标，能正确比较两种集成门电路的优缺点，建议通过习题、实验或计算机辅助分析软件进一步加深学习。

【教学/考核难点重点】

半导体二极管、三极管的开关特性、集成 TTL 与非门电路的分析及特点、集成 TTL 门电路的传输特性及主要参数指标、OC 门、三态门电路的结构、特点及应用、集成 CMOS 反相器的结构及分析、CMOS 反相器的传输特性及主要参数指标、CMOS 传输门电路的工作原理及应用、集成门电路在实际应用应注意的问题。

第四章 组合逻辑电路(8 学时) 【1.2, 4.1】

- 4.1 组合逻辑电路的分析方法与设计方法
- 4.2 编码器
- 4.3 译码器
- 4.4 数据选择器
- 4.5 数值比较器
- 4.6 加法器
- 4.7 组合逻辑电路中的竞争冒险

【教学目标和要求】

通过本章节的学习，让学生掌握组合电路的特点、分析方法和设计方法。掌握集成编码器、译码器、加法器、数据选择器和数值比较器等常用组合电路模块的逻辑功能及使用方法。了解组合电路的竞争冒险现象及其消除方法。本章内容有助于学生掌握正确的科学思维方法和科学研究方法。

【教学和学习建议】

在本章教学中，应该采用启发式教学方法，首先讲解组合逻辑电路的特点，通过实例讲述一般组合逻辑电路的分析过程。然后提出实际逻辑问题，结合实例再讲述利用基本逻辑门电路进行组合逻辑电路的设计方法、步骤。最后讲述常用的中规模集成组合逻辑电路模块，在教学中注意理论联系实际，重点讲述各种模块的功能，让学生灵活使用各种模块完成相应的设计任务，学会查阅各种资料，掌握获取学习资料的方法。建议学生通过习题、课堂讨论、网络资源、实验等多种方式进行学习。

【教学/考核难点重点】

组合逻辑电路的分析与设计方法、常用中规模集成组合逻辑模块的功能与特点、中规模集成组合逻辑模块组成逻辑电路的分析与设计方法、组合逻辑电路的竞争与冒险。

第五章 记忆单元电路(6 学时)【1.2】

5.1 锁存器

5.2 触发器

5.3 集成锁存器与触发器

【教学目标和要求】

通过本章节的学习,学生应该能够掌握典型触发器的逻辑功能及其描述方法。理解基本 RS 触发器的电路结构、工作原理及动态特性,熟悉同步 RS 触发器、主从式 RS 触发器的结构及特点。掌握边沿触发 D 触发器、JK 触发器的功能及触发特性。掌握集成触发器的特点应用。本章内容有助于学生掌握正确的科学思维方法和科学研究方法,以及良好的系统综合分析素养。

【教学和学习建议】

在教学过程中,建议采用问题导向法进行讲解,首先讲述触发器的要求,然后讲述触发器状态改变的过程,进而提出同步触发概念,接下来讨论克服空翻现象,讲解主从式结构,最后讨论边沿触发器的特点。结合实际要求,重点介绍集成触发器的应用。建议学生在学习过程中,正确理解触发器的功能、作用及触发过程,可通过习题、实验或计算机辅助分析软件、网络资源等方式进行加深学习。

【教学/考核难点重点】

触发器的功能、触发器的触发特性、边沿触发、异步清零、异步置数、集成触发器的应用。

第六章 时序逻辑电路(10 学时)【1.2, 4.1】

6.1 时序逻辑电路的基本概念

6.2 时序逻辑电路的一般分析方法

6.3 计数器

6.4 寄存器

6.5 时序逻辑电路的一般设计方法

【教学目标和要求】

通过本章节的学习，学生应该能够掌握时序电路的特点、描述方法和分析方法。掌握集成计数器、寄存器等常用时序电路模块的工作原理、逻辑功能及使用方法。掌握利用集成计数器、寄存器设计任意时序电路的方法。了解利用触发器设计同步时序逻辑电路的方法。本章内容有助于学生掌握正确的科学思维方法和科学研究方法，提高学生综合运用知识的能力。

【教学和学习建议】

在教学过程中，应注意前后章节的联系，先从触发器能够存储一位二进制数开始，引导出时序逻辑电路的组成、描述等概念，进而提出什么是同步时序逻辑电路和异步时序电路。下面从分析时序逻辑电路的功能开始，通过实例介绍一般时序逻辑电路的分析步骤，然后引导出异步二进制计数器、同步二进制计数器的组成及特点。根据实际应用及技术发展，重点介绍集成计数器、寄存器的功能及应用。建议学生在学习时，可通过习题、课堂讨论、大型作业、设计课题、实验、网络资源等方式，进一步加强对本章内容的学习。

【教学/考核难点重点】

时序逻辑电路的分析方法、集成计数器的应用、集成寄存器的应用、利用触发器设计一般同步时序逻辑电路的方法。

第七章 脉冲单元电路(6学时)【1.2, 4.1】

7.1 脉冲信号与脉冲电路

7.2 集成 555 定时器

7.3 施密特触发器

7.4 多谐振荡器

7.5 单稳态触发器

【教学目标和要求】

通过本章节的学习，学生应该能够了解脉冲信号参数的定义。掌握集成 555 定时器组成施密特触发器、单稳态触发器和多谐振荡器的电路结构和工作原理，并能正确计算这些电路的参数指标。能够利用集成 555 定时器设计具有一定功能的电路。本章内容有助于学生掌握正确的科学思维方法和科学研究方法，提高学生的综合设计能力。

【教学和学习建议】

在教学过程中，采用问题导入法，首先介绍脉冲信号的特点及作用，然后引出集成 555 定时器，讲解 555 定时器的结构、功能及管脚作用，然后逐步介绍 555 定时器组成的典型电路。根据实际应用情况，介绍其他集成施密特触发器、单稳态触发器及应用要点。建议学生在学习时，可通过作业、习题课、实验、综合设计、网络资源等方式进行学习。

【教学/考核难点重点】

脉冲信号的参数、555 定时器的功能、施密特触发器的特点及应用、多谐振荡器的功能及参数计算、单稳态电路的分析及计算、单稳态触发器的不可重复触发及可重发触发的概念。

第八章 半导体存储器(4 学时) 【1.2】

8.1 什么是半导体存储器

8.2 只读存储器

8.3 随机存取存储器

【教学目标和要求】

通过本章节的学习，学生正确理解半导体存储器 ROM、RAM 的功能，能够了解 ROM、RAM 的电路结构、工作原理和扩展存储容量的方法。理解用 ROM 实现组合逻辑函数的方法。本章内容有助于学生掌握正确的科学思维方法和科学研究方法，培养学生系统分析问题的能力。

【教学和学习建议】

在教学过程中，采用理论联系实际的方法，让学生理解 ROM、RAM 的功能及特点，讲述 ROM 电路的组成及特点，学习利用 ROM 组成组合逻辑电路的思路。然后讲述 RAM 电路的结构，讲述 RAM 电路的应用。建议学生学习时，可收集网络资源、自学、讨论等方式进行学习。

【教学/考核难点重点】

ROM、RAM 电路的结构及特点、ROM、RAM 容量的表示方法、地址线、数据线、读写控制电路、利用 ROM 实现逻辑函数的方法。

第九章 数模与模数转换器(4 学时) 【1.2】

9.1 概述

9.2 D/A 转换器

9.3 A/D 转换器

【教学目标和要求】

通过本章节的学习，学生能正确理解 A/D、D/A 转换器的作用，能够熟悉 D/A、A/D 转换器电路的组成及工作原理，了解不同结构 D/A、A/D 电路的特点，掌握 D/A、A/D 主要参数。本章内容有助于学生掌握正确的科学思维方法和科学研究方法，提高学生的综合系统设计能力。

【教学和学习建议】

在教学过程中，采用理论联系实际，导入式教学方法。首先先从电路要实现的功能讲起，利用电路知识，将模拟开关、电阻网络、控制信号等综合起来，完成对 D/A 电路的分析，让学生理解 D/A 转换原理。最后讲述 A/D 转换器的结构和转换原理。建议学生学习时，可通过做习题、讨论、实验、综合应用、网络资源等方式加深学习。

【教学/考核难点重点】

倒 T 型网络 D/A 转换器、并行比较型 A/D 转换器、逐次逼近型 A/D 转换器、双积分型 A/D 转换器。

第十章 可编程逻辑器件（10 学时，自学）【4.1】

10.1 PLD 基本概念

10.2 低密度 PLD

10.3 高密度 PLD

10.4 可编程逻辑器件的数字系统设计

【教学目标和要求】

通过本章学习，让学生了解大规模可编程逻辑器件的结构及特点，熟悉开发可编程逻辑器件的开发过程，掌握一种用于可编程器件开发的 EDA 工具，学会一种用于描述数字电路设计的硬件描述语言。提高学生的现代数字系统设计的能力。

【教学和学习建议】

学生在自学时建议首先了解可编程逻辑器件的特点，然后选择一款可编程逻辑器件口袋式学习板，并安装针对本开发板开发的 EDA 工具软件，可通过视频、网上资源、实验例程、团队讨论等方式进行开放式学习。

【教学/考核难点重点】

可编程器件的结构及特点、EDA 工具的使用、硬件描述语言的学习。

五、各章教学目标及要求与毕业要求的对应关系表

	毕业要求 1	毕业要求 4
第一章	√	
第二章	√	
第三章	√	
第四章	√	√
第五章	√	
第六章	√	√
第七章	√	√
第八章	√	
第九章	√	

六、教学方法

在教学方式上，以目前的课堂授课为基础，不断丰富教学内容，在教学过程中注重传统教学方式与现代技术的结合，充分利用多媒体教学和网络资源等现代化技术提高教学质量。授课时，提供多媒体电子教案辅助以生动的 EWB 电路辅助分析软件，在大屏幕上形象生动地展示动态演示电路的工作原理和工作过程，加上板书交流相配合的教学方法。课堂教学用任务驱动模式，通过问题解决的过程，培养学生自主分析问题和解决问题的能力，强调学生自主学习，鼓励学生学会探索研究性学习，小组协作学习。

其他说明:

1、针对本课程学时少，内容多，发展快，实践性强的特点，应采取精讲多练和启发式教学；重视实验教学和课程设计教学环节以及课外电子设计科技活动。

2、本课程涉及概念多且比较抽象，所以要有一定课时的习题课并配有相当数量的课外习题作业，若有条件可作一些电子技术仿真演示或练习。

3、本课程是电子技术方面入门性质的技术基础课，要达到合格的工科学生必须具备的有关要求，还有待于在后续课程、生产实习、毕业设计等教学环节中继续培养和提高。

七、考核及成绩评定方式

【考核方式】：笔试+平时测验及作业。

【成绩评定】：期末考试 80%，平时测试+习题 20%。

【考核对毕业要求的支撑】 见下表

表 7.1 考核对毕业要求的支撑

一级指标	二级指标	考核点 1	考核点 2	考核点 3	考核点 4	考核点 5	考核点 6
1	1.2	√	√	√	√	√	√
4	4.1			√		√	√

表 7.1 中

考核点 1 为：逻辑代数

考核点 2 为：集成逻辑器件

考核点 3 为：组合逻辑电路分析及设计

考核点 4 为：触发器及应用

考核点 5 为：时序逻辑电路分析及设计

考核点 6 为：脉冲产生与整形

八、教材及参考资料

教材:

《数字电子技术基础》(第二版) 范爱平, 周常森, 清华大学出版社, 2008

参考书目:

《数字电子技术基础》阎石，高等教育出版社，2006.

《电子技术基础——数字部分》康华光主编. 高等教育出版社，2005.

《数字电子技术》江晓安编著 西安电子科技大学出版社，2003.

山东大学 控制科学与工程 学院

《数字电子技术基础》实验课程教学大纲

编写人：姚福安

审定人：徐向华

编制时间：2017.3

审定时间：2017.4

一、课程基本信息

课程名称	数字电子技术基础实验				
英文名称	Experiment of Digital Electronic Technology Foundation				
课程编码	Sd01732270				
开课单位	控制科学与工程学院电子技术基础实验室				
实验类型	<input checked="" type="checkbox"/> 专业基础实验 <input type="checkbox"/> 专业实验 <input type="checkbox"/> 综合实验 <input type="checkbox"/> 创新实验 <input type="checkbox"/> 开放实验				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
实验类别	<input checked="" type="checkbox"/> 独立设课 <input type="checkbox"/> 非独立设课				
学分	1	总学时	32	实验学时	32
适用专业	自动化、电气工程、测控技术与仪器、物流工程、生物医学工程				
先修课程	大学物理实验、电路实验、数字电子技术基础				
后续课程	单片机原理与应用、微机原理、计算机控制技术				
课程网站					
教学团队	姚福安、徐向华、魏爱荣、高宁、蒋华军、臧利林、刘春生、荣海林、宋可纪				
课程负责人	姚福安				

二、课程描述

《数字电子技术基础实验》是与《数字电子技术基础》配合的实验课程，该课程是自动化、电气工程、测控技术与仪器、生物医学工程、物流工程等专业本科生的一门重要专业基础课，是联系基础课与专业课程之间的重要桥梁。本课程主要内容有集成门电路的参数测试、组合逻辑电路测试及设计、常用中规模集成组合逻辑电路应用、集成触发器测试及应用、集成计数器实验、集成寄存器实验、集成 555 定时器应用、数字电子技术综合设计实验及数字电子电路的计算机仿真虚拟实验。通过实验激发学生的学习兴趣，培养学生的分析问题及解决问题的能力，为后续课程的学习打下坚实的基础。

《Experiment of Digital Electronic Technology Foundation》 is an experiment course matched with 《Fundamentals of Digital Electronic Technology》. This course is an important specialized basic course for undergraduates majoring in automation, electrical engineering, measurement and control technology and instrument, biomedical engineering, logistics engineering and so on, and it is an important bridge between basic courses and professional courses. The main contents of this course are: parameter measurement of integrated gate circuit, test and design of combinational logic circuit, application of medium scale integrated combinational logic circuit, test and application of integrated trigger, integrated counter experiment, integrated register experiment, integrated 555 timer application, comprehensive design experiment of digital electronic technology and virtual experiment on computer simulation of digital electronic circuit. This experiment course can stimulate students' interest in learning, train students' ability to analyze and solve problems, and lay a solid foundation for the study of follow-up courses.

三、课程教学目标及其对毕业要求的重点支持

《数字电子技术基础实验》课程的主要目的是加深对《数字电子技术基础》理论知识的理解，加强学生的工程实践能力和实验技能的培养，通过开设基本实验、综合性实验、设计型实验及虚拟仿真型实验，主要让学生掌握常用电子仪器的使用方法，掌握数字电子电路的常用的测试与设计方法，掌握数字电子

电路的安装、调试及故障排除方法，培养学生的综合运用电子技术的能力，培养学生的独立思考问题及解决问题的能力，培养学生对实验结果和误差原因进行科学分析的能力，培养学生的创新能力及科学素养。【4.2, 4.3, 4.4】

1、培养学生根据实际问题，提出合理的实验方案及搭建实验电路的能力。【4.2】

2、培养学生根据实验目的确定需要的实验数据并进行实验数据获取的能力。【4.3】

3、培养学生对实验结果和误差原因进行分析，得到合理有效结论的能力。【4.4】

4、培养学生安装、调试电路的能力，并训练学生进行简单设计电路的能力。【4.2】

四、课程教学内容及学时分配

1. 集成门电路的参数测试（3学时）【4.4】

1.1 集成与非门 74LS00、集成异或门 74LS86 逻辑功能的测试。

1.2 集成与非门 74LS00 的静态功耗、传输特性曲线、输入短路电流、扇出系数、平均延迟时间的测量。

1.3 观察异或门对脉冲的控制作用。

【主要仪器设备】 数字存储示波器，函数发生器，数字万用表、数字电子技术实验箱。

【目标及要求】 了解 TTL 集成门电路的特点，掌握测试集成逻辑电路的正确方法，掌握测试集成逻辑电路各项指标的方法，学会查阅集成电路的使用方法，提高学生的自学能力。

【实验要求】 要求自觉遵守实验室各项规定，严格遵守实验操作规范，培养良好的实验习惯。总结集成门电路的传输特性曲线的测试方法，掌握集成门电路的传输时间的测量方法，掌握存储示波器观察稳定波形的操作方法及测量波形指标的方法。回答教材思考题相关内容。

2. 组合逻辑电路的测试与设计（3学时）【4.2, 4.3】

2.1 半加器逻辑电路的测试。

2.2 全加器逻辑电路的测试。

2.3 利用集成逻辑门电路设计一个简易的密码锁电路并测试。

2.4 利用集成逻辑门电路设计一个火灾报警电路并测试。

【主要仪器设备】 数字存储示波器，函数发生器，数字万用表，数字电子电路实验箱。

【目标及要求】 掌握组合逻辑电路的测试方法，掌握利用小规模集成逻辑门电路设计组合逻辑电路的方法步骤，掌握逻辑电路的搭建及测试技术，提高学生的故障排查能力，培养学生的逻辑分析问题的能力

【实验要求】 提前预习本次实验相关内容，提前查阅本实验所用各种集成器件的资料，画出设计任务逻辑电路图。重点掌握使用集成逻辑门电路设计组合逻辑电路的方法，学会比较集成逻辑门电路的优缺点，熟练掌握电子仪器的使用方法。总结实验过程，整理实验数据，给出实验结论。

3. 集成编码器、译码器的功能测试及应用 (3 学时)【4.2, 4.3, 4.4】

3.1 集成编码器 74LS148 功能测试。

3.2 集成译码器 74LS138 功能测试。

3.3 利用 74LS138 和 74LS00 设计一位二进制数值比较器电路并测试。

【主要仪器设备】 数字存储示波器，函数发生器，数字万用表，数字电子电路实验箱

【目标及要求】 熟悉中规模集成逻辑器件的特点，掌握常用中规模组合逻辑电路的功能及使用方法，深刻理解集成中规模逻辑器件使能端的作用，掌握集成中规模逻辑器件设计一般组合逻辑电路的方法，培养学生综合运用知识的能力。

【实验要求】 提前预习本次实验相关内容，查阅实验相关的集成器件使用资料，预先设计好实验的电路，建议在计算机辅助设计及分析软件上进行虚拟实验。重点掌握利用中规模集成逻辑器件设计一般组合逻辑的方法。

4. 集成数据选择器、数值比较器功能测试及应用 (3 学时)【4.2, 4.3, 4.4】

- 4.1 集成数据选择器 74LS151 功能测试。
- 4.2 集成数值比较器 74LS85 功能测试。
- 4.3 利用 74LS151 设计数码判定逻辑电路并测试。
- 4.4 集成中规模组合逻辑器件的级联扩展。

【主要仪器设备】 数字存储示波器，函数发生器，数字万用表，数字电子电路实验箱

【目标及要求】 熟悉集成中规模逻辑器件数据选择器、数值比较器的功能，掌握中规模集成逻辑器件的级联扩展方法，掌握利用数据选择器设计一般组合逻辑电路的方法，培养学生独立进行科学研究的能力。

【实验要求】 提前预习本次实验相关内容，查阅本实验所用的所有集成器件资料，并建议将实验电路预先进行计算机辅助仿真实验。重点掌握数据选择器设计一般组合逻辑电路的方法。

学生要总结本次实验体会，认真记录实验过程中出现的现象。

5. 集成触发器的功能测试及应用（3 学时）【4.2, 4.3, 4.4】

- 5.1 集成触发器 74LS74 逻辑功能功能的测试。
- 5.2 利用 74LS74 构成二分频器电路实验。
- 5.3 利用 74LS74、74LS00 设计一个 2 位二进制加法计数器并测试。

【主要仪器设备】 数字存储示波器，函数发生器，数字万用表，数字电子电路实验箱

【目标及要求】 掌握集成触发器的功能及特点，深刻理解触发器异步清零、异步置数的作用，掌握集成触发器的触发特性，学会正确使用集成触发器，掌握利用触发器构成异步二进制计数器的方法。提高学生的逻辑设计能力，培养学生的应用能力。

【实验要求】 提前预习本次实验相关内容，并建议将实验电路预先进行计算机辅助仿真实验，预先搭建实验方案。总结 74LS74 集成触发器的逻辑功能，掌握利用示波器观察频率不同的同步信号脉冲波形的的方法，画出利用 74LS74 构成异步二进制计数器的电路图。书写实验收

获及体会，反思实验结果。

6. 集成计数器功能测试及应用 (3 学时) 【4.2, 4.3, 4.4】

- 6.1 集成计数器 74HC161 的功能测试。
- 6.2 观察计数器、译码器、数码管组成电路显示脉冲个数。
- 6.3 观察 74HC161 输出信号的波形与 CP 脉冲的关系。
- 6.4 利用 74HC161 和 74LS00 设计一个十进制计数器并测试。

【主要仪器设备】 数字存储示波器，函数发生器，数字万用表，数字电子电路实验箱

【目标及要求】 熟悉集成计数器的功能，掌握集成计数器异步清零、同步置数、使能端等工作方式的作用，熟悉 CMOS 集成器件使用注意的问题，掌握计数器、译码器、显示器构成的数字电路的作用及特点，掌握利用集成计数器设计任意进制计数器电路的方法，学会正确观察计数器输出信号波形的的方法，提高学生的工程实践能力及创新能力。

【实验要求】 提前预习本次实验相关内容，并建议将实验电路预先进行计算机辅助仿真实验，

查阅集成计数器的资料，了解 CMOS 集成电路使用注意的问题，预先搭建实验方案。记录实

验波形，整理实验表格，总结实验结论，反思实验结果，回答思考题内容。

7. 集成寄存器功能测试及应用 (3 学时) 【4.2, 4.3, 4.4】

- 7.1 集成寄存器 74LS194 的功能测试。
- 7.2 集成寄存器 74LS194 构成环形计数器并测试。
- 7.3 集成寄存器 74LS194 构成扭环形计数器并测试。
- 7.4 利用 74LS194 设计一个彩灯控制器并验证。

【主要仪器设备】 数字存储示波器，函数发生器，数字万用表，数字电子电路实验箱

【目标及要求】 熟悉集成寄存器的功能，正确理解寄存器并行输入/并行输出、并行输入/串行输入、串行输入/并行输出、串行输入/串行输出方式的工作过程及特点，掌握集成寄存器的应用，深刻理解计数器的自启动概念，提高学生解决较复杂工程问题的能力。

【实验要求】 提前预习本次实验相关内容，并建议将实验电路预先进行计算机辅助仿真实验，

查阅实验所用集成器件的资料，画出预先设计的实验电路图。总结 74LS194 的

功能，掌握利用 74LS194 设计小型数字控制系统的设计方法，画出设计电路图，观察实验结果，总结实验收获体会。

8. 555 集成定时器的应用 (2.5 学时) 【4.2, 4.3, 4.4】

- 8.1 施密特触发器电路实验。
- 8.2 多谐振荡器电路实验。
- 8.3 单稳态触发器电路实验。
- 8.4 叮咚门铃电路设计实验。

【主要仪器设备】 数字存储示波器，函数发生器，数字万用表，模拟电子电路实验箱

【目标及要求】 熟练掌握 555 集成定时器构成信号变换、脉冲产生、脉冲整形电路的工作原

理及性能指标测试，掌握 555 集成定时器设计具有一定实用功能电子电路的方法，培养学生

的工程实践能力及科研能力，提高学生的综合电路测试及设计能力。

【实验要求】 提前预习本次实验相关内容，并建议将实验电路预先进行计算机辅助仿真实验，提前查阅所用集成电路的资料，画好初步设计的电路图。总结实验电路工作原理及测试方法，

记录实验数据，反思实验结果，书写实验报告。

9. 数字电子技术综合设计实验—简易数显式电容测量仪设计 (5 学时) 【4.2, 4.3, 4.4】

利用常用的中、小规模集成电路，设计一个电容测量仪，其要求为：

- (1) 测量的电容容量能数字显示。
- (2) 测量电容的容量范围 $1\sim 10\mu\text{F}$ 。
- (3) 分辨率 $1\mu\text{F}$
- (4) 有超量程指示。

【主要仪器设备】 数字存储示波器，函数发生器，数字万用表，模拟电子电路实验箱

【目标及要求】 熟悉数字电子系统的一般设计方法，掌握数字电子系统的安装、调试方法，
掌握电子设计资料的获取方法，培养学生科学实验研究的逻辑思维，培养严谨、实事求是的
科学态度，提高学生的团队合作能力。

【实验要求】 提前预习本次实验相关内容，根据设计要求，提前查阅各种文献、资料，预先
设计出各个单元电路，并进行仿真实验，画好初步设计的系统电路图。总结实
验结果及数据，
反思实验过程，分析设计电路存在的问题，提出该系统的改进措施及方案，书
写规范的设计
文档。

10. 数字电路的虚拟仿真实验—组合逻辑电路竞争冒险现象的研究 (3 学时)

【4.2, 4.3, 4.4.4.5】

- 10.1 Multisim 软件仿真电路的建立方法。
- 10.2 在 Multisim 实验平台上观察竞争冒险现象。
- 10.3 在 Multisim 实验平台上进行竞争冒险的消除。

【主要仪器设备】 计算机、电子电路计算机仿真软件 Multisim

【目标及要求】 掌握电子电路计算机仿真软件 Multisim 的使用方法；了解数字电路中竞争冒险现象及危害，熟悉消除电路竞争冒险的措施及方法，熟练掌握在 Multisim 软件中建立电子电路的方法及仿真技术，培养学生使用现代化工具进行分析电子电路的能力。

【实验要求】 提前了解 Multisim 软件的功能，可借助网络、参考书籍自学该软件的使用方法，
建议将该软件的学生学习版安装到自己的电脑中。掌握各种电子元件的获取，
掌握各种虚拟
电子仪器的使用，掌握虚拟电子电路的建立。总结仿真实验结果，记录竞争冒险波形，书写
实验体会。

五、各实验教学要求与毕业要求的对应关系表

	毕业要求 4
实验 1	√
实验 2	√
实验 3	√
实验 4	√
实验 5	√
实验 6	√
实验 7	√
实验 8	√
实验 9	√
实验 10	√

六、教学方法

《数字电子技术基础实验》是实践性非常强的一门课程，其主要目的是培养学生的工程意识及科学实验技能，养成良好的科学研究习惯。为调动学生的主观能动性和创造性，在该实验教学中以学生为中心，采用自主式、合作式、互动式、启发式、讨论式、探索研究式等教学方法，将理论与实践充分结合，充分调动学生的学习积极性，全面提高学生的综合素质，具体做法是如下。

一是突出了《数字电子技术基础实验》课程的独立性及系统性，为此加强了该课程的教材建设，正式出版了相应的教材，该教材全面讲述了电子测量的基础知识、误差处理、电子仪器的基本原理及使用、电子电路的安装调试技术、常用电子元器件及集成电路、实验内容等。二是突出了《数字电子技术基础实验》课程的教学层次性，对于每个实验项目，其内容都有基本型、提高型、创新型三个层次，可以满足不同的教学对象。三是突出了《数字电子技术基础实验》的先进性，主要是将电子电路计算机辅助软件 Multisim 引入到实验教学中，采用“虚实结合”的教学方式，提高学生利用现代化工具进行电子设计的能力。

四是突出了《数字电子技术基础实验》课程的应用性，在每个实验后面，均附有大量的思考题和应用题供学生课后思考，进一步启发学生的创造能力及创新能力。

为此，对于每个实验项目开始前，均要求学生提前预习相关内容，通过教材、网络等手段查找实验器件的参数，写好预习报告，对于实验电路，提前可以在自己的计算机上先进行虚拟仿真实验；然后进入实验室，教师主要讲解实验中的操作技能、仪器使用要点、测试技术等，主要是让学生自己进行实际安装、调试、测量电路参数指标；最后完成实验后，让学生会进行实验反思，撰写规范的实验报告，反思理论和实际的不同点，建立学生的工程意识，提高学生的独立分析问题及解决问题的能力。

七、考核及成绩评定方式

【考核内容】 预习+操作+结果+报告+期末考试（理论考试+操作考试）

【成绩评定】 日常实验占 10%，实验报告占 10%，期末理论考试 20%，实验操作考试 60%。

总成绩评定可分为：优秀、良好、中等、及格、不及格 5 个等级。

【知识点考核对毕业要求的支撑】

知识点考核对毕业要求的支撑表

一级指标	二级指标	实 验 1	实 验 2	实 验 3	实 验 4	实 验 5	实 验 6	实 验 7	实 验 8	实 验 9	实 验 10
4	4.2		√	√	√	√	√	√	√	√	√
	4.3		√	√	√	√	√	√	√	√	√
	4.4	√		√	√	√	√	√	√	√	√
	4.5	√		√	√	√	√	√	√	√	√

表中

实验 1: 集成门电路的参数测试

实验 2: 组合逻辑电路的测试与设计

实验 3: 集成编码器、译码器的测试及应用

实验 4: 集成数据选择器、数值比较器的测试及应用

实验 5: 集成触发器的测试及应用

实验 6: 集成计数器的测试及应用

实验 7: 集成寄存器及其应用

实验 8: 555 集成定时器的应用

实验 9: 数字电子技术综合设计实验—简易数显式电容测量仪设计

实验 10: 数字电子电路的虚拟仿真实验—组合逻辑电路竞争冒险现象的研究

八、教材及参考书目

【教材】

姚福安 徐向华, 《电子技术实验—课程设计与仿真》, 清华大学出版社, 2014. 8.

【参考书】

高文焕 张尊侨等, 《电子电路实验》, 清华大学出版社, 2008. 1

陈大钦等, 《电子技术基础实验—电子电路实验、设计及现代 EDA 技术》, 高等教育出版社, 2008. 6

罗杰 谢自美, 《电子电路—设计. 实验. 测试》, 电子工业出版社, 2008. 4

山东大学 控制科学与工程学院 学院

《模拟电子技术基础》理论课程教学大纲

编写人：徐向华

审定人：姚福安

编制时间：2017.3

审定时间：2.17.4

一、课程基本信息：

课程名称	模拟电子技术基础		
英文名称	Fundamentals of Analog Electronic Technology		
课程编码	Sd01730970		
开课单位	山东大学控制科学与工程学院		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input checked="" type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	3	学时	48
适用专业	自动化、电气工程、测控技术与仪器、物流工程、生物医学工程		
先修课程	高等数学、大学物理、电路		
后续课程	检测技术、传感器技术、计算机控制技术		
课程网站			
教学团队	姚福安、徐向华、魏爱荣、高宁、蒋华军、臧利林、刘春生、荣海林、宋可纪		
课程负责人	姚福安		

二、课程描述

《模拟电子技术基础》是自动化、电气工程、测控技术与仪器、物流工程、生物医学工程等专业本科生学习电子技术的入门课程，为科学基础平台课，该课程具有很强的实践性和工程技术特征。本课程主要讲授半导体器件及应用、基本放大器、负反馈放大电路、集成运算放大器及应用、信号产生电路及稳压电源等内容，使学生获得常用电子器件、电路及其系统分析和设计方面的基本

知识、基本理论和基本技能。为后续相关课程的学习和电子技术在专业中的应用奠定基础。

《Fundamentals of Analog Electronic Technology》 is an introductory course for students majoring in automation, electrical engineering, measurement and control technology and instrumentation, logistics engineering, biomedical engineering and other professional undergraduate study of electronic technology. It is a scientific foundation platform course with strong practical and engineering characteristics. The main contents of this course are: semiconductor devices and applications, basic amplifier, negative feedback amplifier circuit, integrated operational amplifier and its application; signal generating circuit and voltage stabilizing power supply, etc. It enables students to obtain the basic knowledge, basic theory and basic skills of analysis and design on common electronic devices, circuits and systems. The course lays the foundation for the following related courses and the application of electronic technology in the specialty.

三、课程教学目标及其对毕业要求的重点支持

本课程是理论性和工程应用性都很强的专业基础课，也是后续专业课的桥梁。通过本课程学习使学生掌握模拟电子技术中的基本概念，电子元器件的功能和使用；掌握组成模拟电子技术的各种单元电路的工作原理、性能和特点；掌握模拟电子技术的基本原理、基本分析方法和计算方法，使学生具有一定的电路分析、计算的能力。培养学生的工程实践能力，提高学生的综合应用电子技术的能力及解决较复杂问题的能力。本课程具体对毕业要求达成的贡献如下：培养学生理解模拟信号的基本概念及其在实际生产生活中的作用，培养学生的理解电路结构和原理，使学生对模拟电路的工程应用背景、研究目的及基本概念、问题和解决方法建立基本认识。【1.2】

理解半导体基本器件的原理，特性、主要参数及其选用。【1.2】

初步掌握阅读和分析模拟电路原理图的一般规律，初步掌握一般模拟单元电路的设计计算步骤和方法。【1.2】

培养学生具备初步设计电路的能力，会简单调试、检测基本电路。逐步建立起电路设计的基本思想，扎实掌握选型、检测、调试等基本技能。【1.2，4.1】

四、课程教学内容及学时分配

第一章 半导体器件基础（4 学时）【1.2】

1.1 半导体的基础知识

1.2 半导体二极管

1.3 半导体三极管

【教学目标和要求】

通过本章学习，了解半导体材料的基本特性；掌握 PN 结的工作原理和主要特性；掌握二极管、稳压二极管和三极管的工作原理和主要特性。重点掌握半导体器件的外特性，深刻理解器件的主要参数及使用要点。

【教学和学习建议】

教学中应采用启发式教学方式，采用理论与实践相结合，重点讲解半导体器件的外特性，强调半导体器件的非线性特征，鼓励学生亲自动手实践。对基本概念的正确理解可通过适当的课后思考题或作业题掌握，同时建议学生对半导体器件的参数有深刻的认识，建议通过识别电子元器件、实际测量电器件的参数等，进一步提高应用能力。

【教学/考核难点重点】

半导体二极管的工作状态的判定及分析模型、半导体二极管直流电阻及交流电阻的概念、稳压二极管的工作原理及使用注意问题、半导体三极管的控制原理、半导体三极管的特性曲线、半导体三极管不同的工作区域及特点。

第二章 基本放大电路（8 学时）【1.2】

2.1 放大电路的一般表示方法及其性能指标

2.2 单管共射放大电路的工作原理

2.3 放大电路的图解分析法

2.4 放大电路的动态分析法

2.5 共集和共基放大电路

2.6 多级放大电路

2.7 放大电路的频率响应

【教学目标和要求】

通过本章学习，掌握放大电路的功能、组成及工作原理，掌握放大器的静态工作点、饱和失真与截止失真、直流通路与交流通路，直流负载线与交流负载线、放大倍数、输入电阻和输出电阻、最大不失真输出电压等概念。掌握放大电路的分析方法，能够正确估算基本放大电路的静态工作点和动态指标，正确分析电路的输出波形产生失真的原因和消除方法；掌握基本共射、共集、共基极放大电路的工作原理及性能特点。了解温度对放大电路的影响、掌握稳定工作点的放大电路工作原理。了解直接耦合、阻容耦合的特点。能够估算多级放大电路的动态参数。了解放大电路的上限频率、下限频率、通频带、增益带宽积、波特图等概念，熟悉影响放大器频率响应的因素。

【教学和学习建议】

教学中应注意工程观念，向学生灌输实际工程分析电路的方法，让学生学会采用近似等效的方法分析基本放大器的性能指标。在教学中，注意放大器工作原理的讲解，强调放大器正常工作的基本条件，让学生理解将非线性器件采用线性电路模型等效的方法、思路，让学生掌握借助于电路理论分析电子线路的方法。建议学生在学习工程中，注意基本理论、基本概念的掌握，同时对电子电路的工作的分析可以采用实验、电子电路的计算机辅助软件进行学习研究分析，进一步加深电子电路的学习。

【教学/考核难点重点】

放大器主要特性指标的定义、基本放大器的组成原则及工作原理、放大器直流偏置电路的作用及不同结构电路的分析、特点、放大器的图解法分析、放大器的微变等效电路及分析、静态工作点对放大器性能的影响、三种基本组态放大器的特点、多级放大器的分析方法及注意的问题、放大器的频率响应。

第三章 场效应管放大器（4 学时） 【1.2】

3.1 场效应管

3.2 场效应管放大电路

【教学目标和要求】

通过本章学习，了解场效应管的基本结构，深刻理解场效应管的控制原理，掌握场效应管的特点及使用方法，掌握场效应管的外特性和主要参数的物理意义，掌握场效应管组成放大器的工作原理；掌握场效应管放大器直流偏置电路

结构及分析，掌握场效应管器件的微变等效模型，掌握场效应管放大电路的微变等效电路分析方法。

【教学和学习建议】

教学中建议采用对比法学习，将场效应管和三极管器件对比，指出它们的相同点和不同点，比较它们各自的特点，指出它们组成电路的原则。同时建议通过实验或计算机辅助分析软件进一步研究放大器的工作原理及性能指标分析。

【教学/考核难点重点】

场效应管的控制原理、不同结构场效应管的输出特性及转移特性、场效应管工作不同区域的外部条件、场效应管组成放大器的基本原则、场效应管常用的直流偏置电路及分析、场效应管的微变等效电路、场效应管放大器的微变等效电路法分析。

第四章 功率放大器（4 学时） 【1.2】

4.1 概述

4.2 乙类功率放大器

4.3 甲乙类功率放大器

4.4 集成功率放大器

【教学目标和要求】

了解功率放大电路的特点及所要研究的问题，熟悉功率放大器的分类及各类电路的特点，了解甲类功率放电路的缺点，掌握乙类互补对称功率放大器的结构及工作原理，掌握乙类互补对称功率放大器各项指标的计算方法，掌握功率放大器中功放管的选择方法，掌握甲乙类功率放大器的特点及电路结构，掌握复合管器件的特点及连接原则，了解集成功率放大器的特点及使用方法。

【教学和学习建议】

教学过程中，要强调功率放大器和前面讲的小信号放大器的不同点在哪里，强调功率放大器的作用，明确功率放大器工作在大信号状态下工作的特点，重点讲清楚提高功率放大器的效率所采取的措施。引导学生克服电路所存在的问题而逐步采用的思路，进而提出甲乙类、复合管、单电源供电、自举电容等电路结构。最后强调集成功率放大器的优点及实用性。学生可以通过实验或电子

电路的计算机辅助分析软件对不同电路结构的功率放大器进行仿真，提高学习效果。

【教学/考核难点重点】

功率放大器的特点及要求、乙类、甲乙类功率放大器的电路结构及工作原理、乙类、甲乙类功率放大器性能指标的计算、功率放大器功率管的选取、集成功率放大器的使用。

第五章 集成运算放大器 (4 学时) 【1.2】

- 5.1 差动放大电路
- 5.2 集成运算放大器中的单元电路
- 5.3 集成运放简介
- 5.4 集成运算放大器的主要参数
- 5.5 特殊集成运算放大器

【教学目标和要求】

了解直接耦合放大器的特点及零点漂移与温度漂移产生的原因，掌握差动放大器的电路结构及工作原理，正确理解差模信号、共模信号等基本概念，熟练掌握差动放大器的静态分析及交流各项指标的计算，掌握差动放大器不同组态的指标计算方法，熟悉差动放大器提高共模抑制比的措施，掌握常用恒流源电路的分析及作用，了解集成运算放大器的基本组成，熟悉集成运算放大器的各个单元电路的作用，正确理解集成运算放大器的各项参数的物理意义，掌握理想运算放大器的特点，正确理解特殊集成运算放大器的特点及应用场合。

【教学和学习建议】

本章教学中，建议采用导入式教学方法，首先引入直流信号、直流耦合、单端直流放大器等概念，分析直流耦合单端放大器存在的问题，然后引导出克服零点漂移的差动放大器的结构，进而全面对差动放大器进行讲解及分析。在此基础上，引入集成运算放大器的基本组成及结构，简单介绍集成运算放大器各个单元电路的作用，最后重点讲述集成运算放大器的各项参数。建议学生学习过程中，不要过多的对集成运算放大器的内部电路进行分析，重点是理解内部电路的组成及作用，掌握集成运算放大器的参数指标，学会选择使用集成运

算放大器。学生可以通过实验或计算机辅助分析软件对差动放大器、集成运算放大器参数测试进行分析验证。

【教学/考核难点重点】

零点漂移、差模信号、共模信号、共模抑制比、双端输入、单端输入、双端输出、单端输出、恒流源、有源负载等概念、差动放大器的静态工作点计算、差动放大器的各项交流指标的分析计算、集成运算放大器的结构及特点、集成运算放大器的直流及交流参数指标。

第六章 反馈放大电路 (8 学时) **【1.2】**

- 6.1 反馈的基本概念
- 6.2 负反馈放大器的四种类型
- 6.3 负反馈对放大器性能的影响
- 6.4 负反馈放大器的计算
- 6.5 负反馈放大器的自激振荡及消除方法

【教学目标和要求】

熟悉反馈、直流反馈和交流反馈、正反馈和负反馈、电压反馈和电流反馈、串联反馈和并联反馈的基本概念。掌握反馈放大器负反馈组态的判别方法，理解负反馈放大电路放大倍数 A_f 在不同反馈组态下的物理意义。掌握交流负反馈对放大电路性能的影响，并能够根据需要在放大电路中引入合适的交流负反馈。掌握深度负反馈放大器的交流指标的分析方法。了解负反馈对放大器稳定性的影响。

【教学和学习建议】

在教学过程中，建议采取问题导入法讲解，首先提出一般放大器中所存在的问题及要求，然后引入反馈的作用，这可以通过静态工作点的稳定偏置电路介绍。进而提出反馈的概念，引出开环、闭环概念，逐渐对不同组态的放大器展开讨论。建议学生首先要正确理解反馈放大器的基本概念，正确理解单环负反馈系统的方框图及表示方法，搞清楚具体负反馈电子电路系统与方框图的对应关系，正确理解深度负反馈放大器近似估算的条件。建议学生可以通过实验和计算机仿真软件进一步加深学习。

【教学/考核难点重点】

负反馈放大器组态的判别、单环负反馈放大器的框图及放大倍数的一般表达式、负反馈放大器性能指标的改善、深度负反馈放大器的近似分析方法、负反馈放大器稳定性分析

第七章 信号的运算与处理电路 (4 学时) 【1. 2, 4. 1】

7.1 比例电路

7.2 基本运算电路

7.3 对数和反对数运算电路

7.4 集成模拟乘法器

7.5 有源滤波器

【教学目标和要求】

深刻理解集成运放工作在线性区的特及条件。掌握集成运放组成的比例、求和、积分、微分运算电路的功能，了解对数和指数运算电路。掌握集成运算放大器构成较复杂电路的分析，掌握模拟乘法器实现的乘法、乘方、除法和开方运算电路。了解有源滤波器的基本概念及作用。

【教学和学习建议】

在教学过程中，应注意前后章节的联系，注意负反馈概念的延伸，本章就是集成运算放大器引入负反馈后的电路。结合集成运算放大器器件的特点，强调“虚短”、“虚断”等概念，熟练掌握工作在线性状态下的运算电路的分析方法。建议学生可以通过实验和计算机仿真软件进一步加深理解学习。

【教学/考核难点重点】

集成运算放大器的线性区、工作在线性区的基本条件、虚短、虚断基本概念、集成模拟乘法器的功能、较复杂运算电路的分析。

第八章 波形的产生与变换电路 (8 学时) 【1. 2, 】

8.1 正弦波振荡器的基本原理

8.2 RC 振荡电路

8.3 LC 振荡电路

8.4 石英晶体振荡电路

8.5 比较器

8.6 方波发生器

8.7 三角波及锯齿波信号发生器

【教学目标和要求】

熟练掌握正弦波振荡电路的组成、工作原理、幅值和相位平衡条件，熟练掌握 RC 桥式正弦波振荡电路的组成、起振条件和振荡频率，掌握 LC 正弦波振荡电路的结构、工作原理及振荡频率的计算，了解石英晶体振荡电路的工作原理及振荡频率与参数的关系。掌握集成运算放大器工作在非线性区的条件，掌握常用电压比较器的工作原理及主要参数计算。熟悉方波发生器的电路结构及工作原理，了解三角波、锯齿波、方波信号发生器的组成及工作原理。

【教学和学习建议】

在教学过程中，采用问题导入法，讲述各种信号源的作用，引入正弦波信号发生器产生振荡应该满足的条件。进而提出产生正弦波信号的电路框图，介绍每部分的作用。然后展开讨论不同选频网络组成的正弦波信号发生器的电路结构及特点。对于其他波形信号的产生，首先讨论集成运算放大器组成的非线性应用电路电压比较器，然后再介绍方波发生器、三角波发生器的工作原理。建议学生可以通过实验和计算机仿真软件进一步加深理解学习。

【教学/考核难点重点】

正弦波信号发生器稳定振荡的条件、自行起振条件，正弦波振荡频率的计算、集成运算放大器工作在非线性区的特点及条件、电压比较器的工作原理及分析、非正弦波信号发生器的电路结构及工作原理。

第九章 直流稳压电源（4 学时）【1.2, 4.1】

9.1 整流与滤波电路

9.2 串联式稳压电路

9.3 集成串联式稳压电路

9.4 集成开关式稳压电路

【教学目标和要求】

掌握单相整流电路的工作原理、输出电压平均值的估算和整流二极管的选择。掌握电容滤波的工作原理及其输出电压平均值的估算。掌握串联稳压电路的工作原理、输出电压的调节范围和调整管的选择。掌握线性集成稳压电路的应用。了解开关式稳压器的稳压原理及特点。

【教学和学习建议】

在教学过程中，采用理论联系实际的方法，将稳压电源的作用引导出来。然后结合所学过的电子器件，如何完成整流、滤波、稳压等功能，进而提出电路结构和分析指标。最后提出集成稳压器的特点，讲解使用的直流稳压电路组成，分析线性集成稳压器的应用及注意事项，展望集成稳压器的发展方向，简述开关式稳压器的稳压原理。建议学生可以通过实验和计算机仿真软件进一步加深理解学习。

【教学/考核难点重点】

桥式整流电路的工作原理及参数指标计算、电容滤波电路的功能及对整流电路的影响、稳压管组成的稳压电路的分析、晶体管串联式线性稳压电路的稳压原理及参数指标计算、线性三端集成稳压器的应用、开关式稳压器的稳压原理及特点。

五、各章教学目标及要求与毕业要求的对应关系表

	毕业要求 1	毕业要求 4
第一章	√	
第二章	√	
第三章	√	
第四章	√	
第五章	√	
第六章	√	
第七章	√	√
第八章	√	
第九章	√	√

六、教学方法

在教学方式上，以目前的课堂授课为基础，不断丰富教学内容，在教学过程中注重传统教学方式与现代技术的结合，充分利用多媒体教学和网络资源等现代化技术提高教学质量。授课时，提供多媒体电子教案辅助以生动的 EWB 电路辅助分析软件，在大屏幕上形象生动地展示动态演示电路的工作原理和工作过程，加上板书交流相配合的教学方法。课堂教学用任务驱动模式，通过问题解决的过程，培养学生自主分析问题和解决问题的能力，强调学生自主学习，鼓励学生学会探索研究性学习，小组协作学习。

其他说明：

1、针对本课程学时少，内容多，发展快，实践性强的特点，应采取精讲多练和启发式教学；重视实验教学和课程设计教学环节以及课外电子设计科技活动。

2、本课程涉及概念多且比较抽象，所以要有一定课时的习题课并配有相当数量的课外习题作业，若有条件可作一些电子技术仿真演示或练习。

3、本课程是电子技术方面入门性质的技术基础课，要达到合格的工科学生必须具备的有关要求，还有待于在后续课程、生产实习、毕业设计等教学环节中继续培养和提高。

七、考核及成绩评定方式

【考核方式】：笔试+平时测验及作业。

【成绩评定】：期末考试 80%，平时测试+习题 20%。

【考核对毕业要求的支撑】 见下表

表 7.1 考核对毕业要求的支撑

一级指标	二级指标	考核点 1	考核点 2	考核点 3	考核点 4	考核点 5	考核点 6	考核点 7
1	1.2	√	√	√	√	√	√	√
4	4.1						√	√

表 7.1 中

考核点 1 为：常用电子器件

考核点 2 为：基本放大器工作原理及分析

考核点 3 为：差动放大器及集成运算放大器

考核点 4 为：负反馈放大器分析

考核点 5 为：集成运算放大器及应用

考核点 6 为：信号发生器

考核点 7 为：直流稳压电源

八、教材及参考资料

教材：

《模拟电子技术基础》（第二版） 王济浩编著，清华大学出版社，2009

参考书目：

《电子技术基础—模拟部分》康华光编著，高等教育出版社，2006

《电子线路—线性部分》 谢嘉奎编著，高等教育出版社，2004

《模拟电子技术基础（第三版）》 童诗白编著，高等教育出版社，2001

山东大学 控制科学与工程 学院

《模拟电子技术基础》实验课程教学大纲

编写人：姚福安

审定人：徐向华

编制时间：2017.3

审定时间：2017.4

一、课程基本信息

课程名称	模拟电子技术基础实验				
英文名称	Experiment of Analog Electronic Technology Foundation				
课程编码	Sd01732270				
开课单位	XX 学院 XX 实验室				
实验类型	<input checked="" type="checkbox"/> 专业基础实验 <input type="checkbox"/> 专业实验 <input type="checkbox"/> 综合实验 <input type="checkbox"/> 创新实验 <input type="checkbox"/> 开放实验				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
实验类别	<input checked="" type="checkbox"/> 独立设课 <input type="checkbox"/> 非独立设课				
学分	1	总学时	32	实验学时	32
适用专业	自动化、电气工程、测控技术与仪器、物流工程、生物医学工程				
先修课程	大学物理实验、电路实验、模拟电子技术基础				
后续课程	检测技术、传感器技术、计算机控制技术				
课程网站					
教学团队	姚福安、徐向华、魏爱荣、高宁、蒋华军、臧利林、刘春生、荣海林、宋可纪				
课程负责人	姚福安				

二、课程描述

《模拟电子技术基础实验》是与《模拟电子技术基础》配合的实验课程，该课程是自动化、电气工程、测控技术与仪器、生物医学工程、物流工程等专业本科生的一门重要专业基础课，是联系基础课与专业课程之间的重要桥梁。本课程主要内容有常用电子仪器的使用及测量、基本放大器实验、差动放大器实验、反馈放大器实验、集成运算放大器应用实验、信号发生器实验、稳压电源实验、模拟电子技术综合实验及模拟电子电路的计算机仿真虚拟实验。通过实验激发学生的学习兴趣，锻炼学生的科学研究能力，培养学生的分析问题及解决问题的能力。

《Experiment of Analog Electronic Technology Foundation》 is an experiment course matched with 《Fundamentals of Analog Electronic Technology》. This course is an important specialized basic course for undergraduates majoring in automation, electrical engineering, measurement and control technology and instrument, biomedical engineering, logistics engineering and so on, and it is an important bridge between basic courses and professional courses. The main contents of this course are: usage and measurement of common electronic instruments, basic amplifier experiment, differential amplifier experiment, feed-back amplifier experiment, application experiment of integrated operational amplifier, signal generator experiment, stabilized power supply experiment, comprehensive experiment of Analog Electronic Technology and virtual experiment on computer simulation of analog electronic circuit. The course can stimulate students' interest in learning, cultivate students' scientific research ability, and cultivate students' ability to analyze and solve problems.

三、课程教学目标及其对毕业要求的重点支持

《模拟电子技术基础实验》课程的主要目的是加深对模拟电子技术基础理论知识理解，加强学生的工程实践能力和实验技能的培养，通过开设基本实验、综合性实验、设计型实验及虚拟仿真型实验，主要让学生掌握常用电子仪器的使用方法，掌握模拟电子电路的常用的测试技术，掌握一般模拟电子电路

的安装、调试及故障排除方法，培养学生的综合运用电子技术的能力，培养学生的独立思考问题及解决问题的能力，培养学生对实验结果和误差原因进行科学分析的能力，培养学生的创新能力及科学素养。【4.2, 4.3, 4.4】

1、培养学生根据实际问题，提出合理的实验方案及搭建实验电路的能力。【4.2】

2、培养学生根据实验目的确定需要的实验数据并进行实验数据获取的能力；【4.3】

3、培养学生对实验结果和误差原因进行分析，得到合理有效结论的能力。【4.4】

4、培养学生安装、调试电路的能力，并训练学生进行简单设计电路的能力。【4.2】

四、课程教学内容及学时分配

1. 常用电子仪器的使用及测量方法（3学时）【4.3, 4.4】

1.1 函数发生器的正确调整，能正确输出所需要的信号。包括频率调整、幅值调整、直流偏移调整、占空比调整等。

1.2 示波器的正确使用，能稳定的观察出输入信号的波形。包括输入耦合方式、输入探头的校正、水平轴调节、垂直轴调节、触发源选择及触发方式、触发电平调节等；

1.3 利用示波器测试信号参数，能合理的选择减小误差的测试方案。包括信号频率的测量、周期的测量、幅值的测量、脉冲参数的测量、相位差的测量等

【主要仪器设备】 数字存储示波器，函数发生器，交流毫伏表，数字万用表

【目标及要求】 掌握常用电子仪器的正确操作及使用；掌握函数发生器的使用方法；掌握示波器的使用方法；掌握利用示波器测量信号各种参数的方法；了解利用仪器测量误差产生的原因及消除方法。

【实验要求】 要求自觉遵守实验室各项规定，严格遵守实验操作规范，培养良好的实验习惯。总结存储示波器的特点及存储示波器观察稳定波形的操作方法及测量波形指标的方法。实验后，整理好实验仪器设备，记录好实验数据。

2. 晶体管基本放大器实验（3学时）【4.3, 4.4】

2.1 基本放大器静态工作点调试及测量；

2.2 基本放大器主要指标的测量；

2.3 静态工作点对放大器性能的影响；

2.4 实验故障排查。

【主要仪器设备】 数字存储示波器，函数发生器，交流毫伏表，数字万用表，模拟电子电路实验箱

【目标及要求】 掌握晶体三极管组成放大器的基本要求及工作原理；学会基本放大器静态工作点的测量及调试方法；掌握基本放大器的主要性能指标的测量方法；学会减小干扰信号的措施及方法；正确分析静态工作点对放大器输出信号失真的影响；进一步熟悉各种仪器的使用及排查故障的方法，培养学生实验数据分析及处理的能力。

【实验要求】 提前预习本次实验相关内容，重点学会基本放大器静态工作的调试及测量，总结基本放大器的输入电阻、输出电阻、电压放大倍数的测试方法，验证基本放大器的非线性失真与静态工作点的关系。整理实验数据，反思实验结果，回答思考题提出的问题。

3. 场效应管基本放大器实验（2.5学时）【4.3，4.4】

3.1 场效应管主要参数的测量。

3.2 场效应管放大电路的静态工作点调整及测量。

3.3 场效应管放大器的主要交流指标的测量；

3.4 观察静态工作点对放大器失真的影响。

【主要仪器设备】 数字存储示波器，函数发生器，交流毫伏表，数字万用表，模拟电子电路实验箱

【目标及要求】 掌握场效应管的控制原理，掌握场效应管组成放大器的工作原理；掌握高输入阻抗放大器的交流输入电阻的测试技术；比较与晶体管放大器的不同，进一步提高放大器性能指标的测试及电子仪器的使用技能，提高学生独立分析问题及解决问题的能力。

【实验要求】 提前预习本次实验相关内容，重点掌握场效应管的直流偏置电路

的结构及测试

要点，掌握高输入阻抗放大器测量输入电阻的测试技术，掌握结型场效应管的夹断电压、漏

极饱和电流等参数的测试方法。实验完成后，反思实验结果，书写实验报告，总结实验体会。

4. 差动放大器实验（2.5学时）【4.3, 4.4】

4.1 基本差动放大器的静态工作点测试；

4.2 基本差动放大器的差模电压放大倍数、共模电压放大倍数的测量；

4.3 恒流源差动放大器的差模电压倍数、共模电压放大倍数的测量。

【主要仪器设备】 数字存储示波器，函数发生器，交流毫伏表，数字万用表，模拟电子电路实验箱

【目标及要求】 掌握差动放大器的基本工作原理，正确理解差模信号及共模信号的定义；正确理解恒流源的工作原理及电路实现；掌握差模电压放大倍数、共模电压放大倍数的测试技术；进一步加深理解电子电路中要求“共地”技术对测量误差的影响；进一步熟练各种电子仪器的使用方法及故障排除方法，提高学生的故障排查能力及解决问题的能力。

【实验要求】 提前预习本次实验相关内容，并建议将实验电路预先进行计算机辅助仿真实验。

重点掌握差动放大器共模抑制比的测试方法，深刻理解恒流源的作用，正确的选择测量仪器

及合理的测试方案。总结实验体会，整理实验结果，提出改进措施。

5. 负反馈放大器实验（2.5学时）【4.3, 4.4】

5.1 开环放大器性能指标的测量；

5.2 电压串联负反馈放大器性能指标的测量；

5.3 观察负反馈对放大器非线性失真的改善。

【主要仪器设备】 数字存储示波器，函数发生器，交流毫伏表，数字万用表，模拟电子电路实验箱

【目标及要求】 掌握负反馈放大器的组成特点及工作原理，学习负反馈放大器在开环和闭环状态下的性能指标测试方法，深刻理解引入负反馈对放大器性能指标的改善，正确理解反馈深度对放大器稳定性的影响，了解消除自激振荡的措施方法，提高学生综合分析电子系统的能力。

【实验要求】 提前预习本次实验相关内容，并建议将实验电路预先进行计算机辅助仿真实验，

预先搭建实验方案。重点搭建开环放大器电路并测量其交流指标，尤其是放大器的频率响应

指标。构建闭环放大器电路并测量其交流指标，将两个电路的交流指标对比，给出正确的结论。

6. 集成运算放大器组成的基本运算电路实验（2.5 学时）【4.2，4.3，4.4】

6.1 集成运算放大器组成基本线性运算电路的测试；

6.2 集成运放组成的交流放大器的频率响应测试。

6.3 减小直流运算误差的措施。

【主要仪器设备】 数字存储示波器，函数发生器，交流毫伏表，数字万用表，模拟电子电路实验箱

【目标及要求】 掌握集成运算放大器组成运算电路的原则及特点，深刻理解“虚短”、“虚断”、“虚地”的基本概念；掌握运算放大器组成基本运算电路减小误差的方法，熟悉集成运算放大器稳定工作的措施，掌握集成运算放大器正确使用中注意的问题及电路故障排查方法；掌握运算放大器组成交流放大电路的特点，正确理解运算放大器的交流参数对交流放大器的频率响应的影响，提高学生的工程实践能力及创新能力。

【实验要求】 提前预习本次实验相关内容，并建议将实验电路预先进行计算机辅助仿真实验，

预先搭建实验方案。理解集成运算放大器组成基本运算电路产生运算误差的原因，学会减小

运算误差采取的措施。掌握集成运放构成交流放大器的原则，学会正确设计交流放大器电路

的方法。

7. 信号发生器实验（2.5 学时）【4.3，4.4】

7.1 RC 正弦波信号发生器调试及测量；

7.2 方波信号发生器的调试及测量。

【主要仪器设备】 数字存储示波器，函数发生器，交流毫伏表，数字万用表，模拟电子电路实验箱

【目标及要求】 掌握正弦波信号发生器的基本工作原理，正确理解 RC 正弦波

信号发生器稳幅电路的作用，学会正弦波信号发生器的调试方法，掌握正弦波信号发生器的性能指标的测试方法；掌握方波信号发生器的工作原理，掌握方波信号发生器的调试技术；掌握一般电子电路的故障排除方法，提高学生的电子电路的安装、调试及设计能力。

【实验要求】 提前预习本次实验相关内容，并建议将实验电路预先进行计算机辅助仿真实验，预先搭建实验方案。掌握 RC 正弦波信号发生器的安装及调试方法，深刻理解起振条件，学会减小正弦波失真的措施。掌握输出波形各参数的测试方法，掌握电路故障的排查技术。

8. 线性直流稳压电源实验 (2.5 学时) 【4.2, 4.3, 4.4】

- 8.1 串联型晶体管直流稳压电源测试；
- 8.2 三端集成稳压器性能指标测试；
- 8.3 可调直流稳压电源设计及测试。

【主要仪器设备】 数字存储示波器，函数发生器，交流毫伏表，数字万用表，模拟电子电路实验箱

【目标及要求】 掌握串联式线性稳压器的的工作原理，掌握直流稳压电源性能指标的测试方法；

掌握集成线性稳压器的使用方法；掌握利用集成稳压器构成稳压电源的设计方法；掌握直流

稳压电源的故障排查方法及安装调试方法，提高学生独立进行实验研究的能力。

【实验要求】 提前预习本次实验相关内容，并建议将实验电路预先进行计算机辅助仿真实验，提前查阅所用集成电路的资料，画好初步设计的电路图。重点掌握稳压电源的参数及测量，掌握集成稳压器的使用方法，掌握利用集成稳压器组成稳压电源的设计及安装调试。

9. 模拟电子技术综合设计实验一直流电机转速调节器设计 (5 学时) 【4.2, 4.3, 4.4】

- 9.1 PWM 信号产生电路设计。

9.2 PWM 信号生成及测试。

6.3 直流电机驱动电路设计。

6.4 直流电机转速控制器系统测试。

【主要仪器设备】 数字存储示波器，函数发生器，交流毫伏表，数字万用表，模拟电子电路实验箱

【目标及要求】 熟悉小功率直流电机的调速原理及方法；掌握利用集成运算放大器设计

PWM 信号发生器的设计方法，掌握 PWM 信号测试及调试的技术；掌握直流电机驱动电路的

设计方法；掌握简单的电子系统电路的调试及测量步骤、方法，进一步提高学生的综合运用

电子电路的能力，培养学生独立进行科学研究的能力。

【实验要求】 提前预习本次实验相关内容，根据设计要求，提前查阅各种文献、资料，预先

设计出各个单元电路，并进行仿真实验，画好初步设计的系统电路图。重点掌握 PWM 信号

发生器的组成原理及安装调试方法，掌握直流电机的驱动电路的组成及工作原理。

10. 电子电路计算机仿真软件 Multisim 使用 (2 学时) 【4.2 , 4.3, 4.4】

10.1 Multisim 软件的主要功能；

10.2 Multisim 软件主要元件库的使用；

10.3 Multisim 软件主要虚拟仪器使用；

10.4 Multisim 软件仿真电路的建立。

【主要仪器设备】 计算机、电子电路计算机仿真软件 Multisim

【目标及要求】 掌握电子电路计算机仿真软件 Multisim 的使用方法；熟练掌握常用的虚拟仪器的使用；掌握常用的电子元件、集成运算放大器的模型及使用；熟练掌握在 Multisim 软件中建立电子电路的方法及仿真技术，培养学生使用现代化工具进行分析电子电路的能力。

【实验要求】 提前了解 Multisim 软件的功能，可借助网络、参考书籍自学该软件的使用方法，

建议将该软件的学生学习版安装到自己的电脑中。掌握各种电子元件的获取，

掌握各种虚拟

电子仪器的使用，掌握虚拟电子电路的建立。

11. OTL 音频功率放大器的仿真分析（虚拟实验）（3 学时）【4.2, 4.3, 4.4】

11.1 乙类 OTL 功率放大器的仿真及各项指标测试；

11.2 甲乙类 OTL 功率放大器的仿真及观察交越失真的改善；

11.3 带有自举功能的 OTL 功率放大器的仿真及最大输出不失真幅值测量。

【主要仪器设备】 计算机、电子电路计算机仿真软件 Multisim

【目标及要求】 熟练掌握 OTL 功率放大器的工作原理，掌握 Multisim 仿真电子电路的方法；正确理解甲乙类功率放大器改善交越失真的原理；正确理解自举电路提高功率放大器交流最大不失真幅值的原理；学会利用虚拟仪器正确测量功率放大器各项性能指标的方法，培养学生利用现代信息技术获取知识的能力。

【实验要求】 提前了解 Multisim 软件的功能，可借助网络、参考书籍自学该软件的使用方法，

建议将该软件的学生学习版安装到自己的电脑中。另外提前预习虚拟实验内容，

画出要进行

虚拟实验的电路图，并列要测试的实验项目。掌握克服交越失真的措施，掌

握提高输出电

压幅值的方法。

12. 有源滤波器仿真及设计（虚拟设计实验）（3 学时）【4.2, 4.3, 4.4】

12.1 二阶低通有源滤波器仿真测试及设计；

12.2 二阶高通滤波器仿真测试及设计；

12.3 二阶带通滤波器设计及仿真；

12.4 二阶带阻滤波器设计及仿真。

【主要仪器设备】 计算机、电子电路计算机仿真软件 Multisim

【目标及要求】 深刻理解有源滤波器的组成及工作原理；正确理解集成运算放大器的参数对有源滤波器的影响；掌握有源滤波器的设计及调试方法；掌握利用 Multisim 软件测试有源滤波性能指标的方法；熟悉改变电路元件参数对有源滤波器特性的影响，全面提高学生的设计电子电路的能力及解决较复杂问题的

能力。

【实验要求】 提前了解 Multisim 软件的功能，可借助网络、参考书籍自学该软件的使用方法，
建议将该软件的学生学习版安装到自己的电脑中。另外提前预习虚拟实验内容，
画出要进行
虚拟实验的电路图，并列出来要测试的实验项目。熟悉有源滤波器的设计方法，
掌握有源滤波
的调试方法，比较不同结构的有源滤波器性能特点。

五、各实验教学要求与毕业要求的对应关系表

	毕业要求 4
实验 1	√
实验 2	√
实验 3	√
实验 4	√
实验 5	√
实验 6	√
实验 7	√
实验 8	√
实验 9	√
实验 10	√
实验 11	√
实验 12	√

六、教学方法

《模拟电子技术基础实验》是实践性非常强的一门课程，其主要目的是培养学生的工程意识及科学实验技能，养成良好的科学研究习惯。在教学上采用更加灵活的教学方式，目前采用方式是学生自学、理论讲解、实验室实际操作、理论与实践结果对比反思等环节，充分调动学生的学习积极性，全面提高学生的综合素质，具体做法是如下。

一是突出了《模拟电子技术基础实验》课程的独立性及系统性，为此加强了该课程的教材建设，正式出版了相应的教材，该教材全面讲述了电子测量的基础知识、误差处理、电子仪器的基本原理及使用、电子电路的安装调试技术、常用电子元器件及集成电路、实验内容等。二是突出了《模拟电子技术基础实验》课程的教学层次性，对于每个实验项目，其内容都有基本型、提高型、创新型三个层次，可以满足不同的教学对象。三是突出了《模拟电子技术基础实验》的先进性，主要是将电子电路计算机辅助软件 Multisim 引入到实验教学中，采用“虚实结合”的教学方式，提高学生利用现代化工具进行电子设计的能力。四是突出了《模拟电子技术基础实验》课程的应用性，在每个实验后面，均附有大量的思考题和应用题供学生课后思考，进一步启发学生的创造能力及创新能力。

为此，对于每个实验项目开始前，均要求学生提前预习相关内容，通过教材、网络等手段查找实验器件的参数，写好预习报告，对于实验电路，提前可以在自己的计算机上先进行虚拟仿真实验；然后进入实验室，教师主要讲解实验中的操作技能、仪器使用要点、测试技术等，主要是让学生自己进行实际安装、调试、测量电路参数指标；最后完成实验后，让学生会进行实验反思，撰写规范的实验报告，反思理论和实际的不同点，建立学生的工程意识，提高学生的独立分析问题及解决问题的能力。

七、考核及成绩评定方式

【考核内容】预习+操作+结果+报告+期末考试（理论考试+操作考试）

【成绩评定】日常实验态度 10%，实验报告占 10%，期末理论考试 20%，实验操作考试 60%。

总成绩评定可分为：优秀、良好、中等、及格、不及格 5 个等级。

【知识点考核对毕业要求的支撑】

知识点考核对毕业要求的支撑表

一级指标	二级指标	实 验 1	实 验 2	实 验 3	实 验 4	实 验 5	实 验 6	实 验 7	实 验 8	实 验 9	实 验 10	实 验 11	实 验 12
4	4.2						√		√	√	√	√	√
	4.3	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	4.4	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
	4.5	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

表中

实验 1：常用电子仪器的使用及测量方法

实验 2：晶体管基本放大器实验

实验 3：场效应管放大器实验

实验 4：差动放大器实验

实验 5：负反馈放大器实验

实验 6：集成运算放大器组成的基本运算电路实验

实验 7：信号发生器实验

实验 8：线性直流稳压电源实验

实验 9：模拟电子技术综合设计实验一直流电机转速调节器设计

实验 10：电子电路计算机仿真软件 Multisim 使用

实验 11：OTL 音频功率放大器的仿真分析

实验 12：有源滤波器仿真及设计

八、教材及参考书目

【教材】

姚福安 徐向华, 《电子技术实验—课程设计与仿真》, 清华大学出版社,
2014. 8.

【参考书】

高文焕 张尊侨等, 《电子电路实验》, 清华大学出版社, 2008. 1

陈大钦等, 《电子技术基础实验—电子电路实验、设计及现代 EDA 技术》, 高等教育出版社, 2008. 6

罗杰 谢自美, 《电子电路—设计. 实验. 测试》, 电子工业出版社, 2008. 4

专业基础课程

山东大学电气工程学院

《电机学（1）》理论课程教学大纲

编写人：王兴华

审定人：徐衍亮

编制时间：2020年4月

审定时间：2020年5月

一、课程基本信息：

课程名称	电机学（1）				
英文名称	Theory of Electric Machinery				
课程编码	sd01931560				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	3	总学时	授课	上机	实验
		52 学时	44 学时		8 学时
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	《高等数学》、《大学物理》、《电路》、《电磁场》				
课程网站	http://www.course.sdu.edu.cn 电机学精品课程				

二、课程描述

《电机学》是电气工程及其自动化专业一门必修的专业基础课。本课程是在高等数学、大学物理和电磁场等课程的基础上，讲授变压器、直流电机、交流电机等电磁装置的结构、工作原理和工作特性，使学生能够掌握电磁装置的分析方法，并对电磁装置进行分析和定量计算，解决电机运行中的电磁问题，为学习后续专业课程提供必要的理论基础。同时，通过本课程学习培养学生的辩证思维能力和职业伦理素养，树立理论联系实际科学观点，提高学生分析

问题解决问题的能力。

Theory of Electric Machinery is a professional basic course of electrical engineering and automation specialty. On the basis of College Physical (Electromagnetism), Engineering Mathematics, Electromagnetic Field and other related courses, the electromagnetic devices, such as Transformer, DC motor, AC machinery, are discussed in detail in this course. so that students can master the method of analysis and calculation about the electromagnetic devices. By learning this course the students can master the basic analysis methods of electromagnetic devices and the basic experiment skills. It will lay the foundation for the future professional course. Through the study of this course, students can improve their dialectical thinking ability and engineering ethics, establish the scientific viewpoint of linking theory with practice, and get the ability to analyze and solve problems.

三、课程目标

通过该课程的学习，掌握各种电机的结构、运行原理和工作特性，能够运用电机学基本概念、基本原理、基本分析和计算方法，对电磁装置实际运行问题进行分析、建模和计算。通过分组实验、电机实训等环节，逐步培养团队合作精神和实际工程理念。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	能够运用高等数学、大学物理、工程电磁场等相关专业知 识，分析推导各类电机基本方程式、等效电路和相量图，并以此进行定性分析和定量计算，从而具备建立各类电机数学模型并分析其工作特性的能力。	结合电机具体结构对电磁感应过程进行深入分析，深刻体会电磁感应的物理过程和理论本质，掌握电机工作特性的分析方法，由此培养创新和学习意识。通过课堂讨论、作业练习、实验结果分析等环节，培养自主学习和分析解决问题的能力。
目标 2	掌握各类常用电机（变压器、直流电机、感应电机、同步电机）的结构、工作原理及参数计算等理论知识，形成完整的电机专业知识体系，具备对电机相关电气工程领域复杂工程问题进行分析的能力。	将电路和电磁场等相关知识融入各类电机结构、工作原理的学习过程中，使场的问题转化为路的问题，逐步建立起电机的等效电路模型，形成电机的分析方法；通过作业练习、问题讨论、查阅资料、分组实验、电机实训等环节加深电机理论的理解，逐步提高利用电机理论知识分析解决实际问题的能力。
目标 3	能够自主阅读电机学相关资料，了解具体工程信息，掌握各类电机的	利用课本知识和在线学习资源，掌握电机学基本概念及计算分析方法的基础上，设

	基本分析方法和操作技能，并针对具体工程需求进行分析设计，形成合理有效的解决方案；具备融合多学科知识进行电气设备的设计开发能力。	计一定工况下的感应电机起动方案，并通过电机实验加以验证，以此提升分析解决问题的能力。结合集肤效应在深槽式感应电机起动过程中的应用等知识点启发学生的创新意识。
目标 4	能够将电磁场、电路、大学物理及电机学中学习的分析方法和数学模型应用于电气设备运行性能分析，综合评价和判断电气设备运行的电磁、环保等性能。具备独立思考和解决问题的能力。	建立电机的等效电路模型，将电磁场问题等效为电路问题，掌握电磁问题的分析思路和方法。通过电机案例的计算分析训练明确电机性能在电力工程中的作用和影响。通过电机实训和生产企业参观加深理解电气工程行业的现状和发展趋势，激发自主学习的动力和兴趣；同时认识电磁噪声、电磁干扰在电磁感应过程中的利与弊，认识到电气工程在环保和可持续发展的作用。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

教学目标 毕业要求	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
	1.4 能够将相关知识和数学模型方法用于电气工程领域复杂工程问题解决方案的比较与综合。		H	
2.4 能应用基本原理和专业知识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。	H			
3.2 针对电气工程领域复杂工程问题，能够设计/开发满足特定需求的单元（部件）、系统（装置）或工艺流程，并体现创新意识。			H	
7.1 能够知晓和理解环境保护和可持续发展的理念和内涵；能够认识电气工程在环境保护和可持续发展中的作用。				M
12.1 清醒认知社会发展和电气工程行业大变革的前景，具有自主学习和终身学习的意识。				H

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

理论课程部分：SPOC 模式线上线下混合式教学，线上采用智慧树教学平

台，学生自主观看线上课程，完成线上测试环节；线下课程采用板书与多媒体结合。

实验课程部分：多媒体与仿真实验操作结合。

2. 课程内容：

本课程是电气工程及其自动化专业必修的一门专业基础课，是将电路、大学物理、电磁场课程中所学知识融入电机电磁感应过程分析中，主要学习电机、变压器等电磁装置能量转换过程中的电磁感应耦合关系、工作原理、工作特性和电机特性分析计算方法。课程重点讲述电机内电磁感应物理过程、将场的问题等效为路的问题，阐述等效电路和相量图等电机分析工具。目标是使学生掌握电机运行基本分析方法和计算方法，为今后学习电气工程领域专业课程及从事该领域的生产实际工作奠定坚实的理论基础。教学中要注意理论与实践的结合，即将电磁感应理论与电机具体结构紧密耦合进行分析讨论。

3. 作业：

理论课程主要为课后习题和线上测试题。课后习题为主观题类型，要求学生认真书写，促进学生理解课堂内容，能模仿例题演算习题，巩固所学知识；线上测试题为客观题类型，要求学生能够根据课堂知识进行计算分析，发现自己知识缺口。

实验课程主要为实验报告，加深学生理解仿真原理和电机理论基础，完成数据验证、仿真程序编写和仿真分析，巩固所学知识，提高学生应用仿真软件解决实际问题的能力。

4. 拓展项目

电机实训环节和电机特性试验环节，促进学生对电机结构、原理和生产工艺的认知，巩固所掌握的课程知识，提高实践和分析能力。

五、课程教学内容

第一章 绪论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和目标 4：通过本章学习，了解电机的概念

和分类，回顾电磁场的基本定律，掌握铁磁材料特性和电感的基本概念。并达成以下目的：

1. 正确理解电机的概念、分类及其作用；
2. 回顾电磁场的基本定律和铁磁材料的特性；
3. 能够理解电感、互感的概念。

【重点与难点】

重点：理解电磁场基本定律。

难点：理解铁磁材料的特性及其在电机中的作用。

【教学内容】

第一节 磁场与磁路

电机的发展概述、磁路的概念、磁场的基本定律。

第二节 铁磁材料特性

铁磁材料的特性；磁介质的分类和特性；铁芯损耗的原因及其计算方法；常用的软磁材料。

第三节 电感

电感和磁场储能的概念，介绍动态电感的概念和分析方法，推导电感和磁场储能的计算方法。

第二章 变压器

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 4，通过本章学习，掌握变压器的结构、运行原理和工作特性，掌握变压器的分析计算方法，三相变压器组及其并联问题，达成以下目的：

1. 掌握变压器的结构、工作原理，理解变压器运行状态下内部磁场及其等效电抗的物理含义，变压器等效电路、相量图的推导及其参数测定（支撑课程目标 1）；

2. 能够根据变压器等效电路、相量图分析计算变压器的工作特性和相应工程问题计算（支撑课程目标 2 和目标 4）；

3.能够分析三相变压器联结组及其并联问题（支撑课程目标1）。

【重点与难点】

重点：变压器内部磁场的电抗等效，等效电路的分析推导，变压器特性参数的计算，相量图分析，变压器工作特性分析计算。

难点：三相变压器联结组判别及其并联问题。

【教学内容】

第一节 变压器的原理和结构

变压器的基本工作原理，变压器的结构，铁芯结构和绕组结构种类及其特点；变压器的额定值。

第二节 变压器空载运行

变压器空载运行工况下的变量参考方向的规定，基本方程，电压变比，主磁通和励磁电流，励磁阻抗。

第三节 变压器的负载运行

变压器负载运行工况下的变量参考方向的规定，负载时磁动势平衡和能量传递，漏磁通和漏电抗。

第四节 变压器的等效电路

变压器的基本方程，变压器的等效电路，相量图。

第五节 变压器参数测定、标么值

空载试验测励磁参数，短路试验测短路参数；标么值的概念和基值的选取，标么值的求解方法。

第六节 三相变压器的磁路和联结组

磁路系统分类：各相磁路彼此无关，各相磁路彼此相关；三相绕组的联结，单相绕组的原副边电压相位关系，三相高低压绕组间的相位关系，时钟表示法绕组联结组号的分析方法；绕组接法和磁路结构对二次侧电压波形的影响。

第七节 变压器的运行特性

变压器的运行特性：外特性和电压调整特性的分析计算方法，效率特性与效率，最大效率的计算；变压器的并联运行的条件，并联运行负载分配特点。

第八节 特殊变压器

三绕组变压器工作原理及其等效电路变压器；自耦变压器的原理及其基本计算；仪用互感器的工作原理和使用特点；分裂变压器原理介绍。

第九节 变压器不对称运行

三绕组变压器的不对称运行，介绍对称分量法，各相序阻抗及其等效电路的分析推导，结合三相变压器 Yyn 联结单相运行，分析计算各对称分量大小。

第三章 直流电机

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，课程目标 3 和课程目标 4，通过本章学习，掌握直流电机的结构、工作原理和工作特性的分析计算，达成以下目的：

1. 掌握直流电机绕组的构成及其连接规律（支撑课程目标 1）；
2. 掌握直流电机内部定转子磁场的分布及其特点，直流电机的感生电动势、电磁转矩的计算方法（支撑课程目标 2）；
3. 掌握直流电机内部基本方程，以此分析计算直流电机的工作特性（支撑课程目标 4）；
4. 掌握直流电机的启动和调速方法，理解绕组换向问题及其解决方法（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：不同励磁方式下电压、转矩方程和电机工作特性分析。

难点：直流电机的电枢反应。

【教学内容】

第一节 直流电机工作原理结构和额定值

介绍直流发电机原理，直流电动机原理，直流电机的可逆运行；直流电机的定子结构：主极，换向极，机座，电刷结构；转子结构：电枢铁芯，电枢铁心和换向器；直流电机的额定值。

第二节 直流电机的电枢绕组

介绍直流的电枢绕组，电枢绕组的基本概念：电枢绕组的节距，单叠绕组

特点，绕组展开图的绘制过程，单叠绕组的电路图；单波绕组的特点及其绕组展开图的绘制过程，单波绕组的电路图。

第三节 直流电机的磁场

直流电机的空载磁场，直流电机励磁方式：他励直流电机，并励直流电机，串励直流电机，复励直流电机；空载磁场的分布。直流电机的负载磁场，电枢反应的影响，电刷偏离时的电枢反应。

第四节 直流电机的感应电势和电磁转矩

直流电机的感应电动势和电磁转矩，绕组感应电动势的分析推导；电磁转矩的分析推导。

第五节 直流电机的基本方程

直流电动机的基本方程：电压方程，功率方程，转矩方程。直流电动机的运行特性：他励直流电动机运行特性，并励直流电动机运行特性，串励直流电动机运行特性，复励直流电动机的运行特性；直流电动机稳定运行的条件。

第六节 直流电机的起动和调速

直流电动机的起动方法：直接起动，电枢回路串电阻起动，降压起动；直流电动机的调速：电枢回路串电阻调速，减小气隙磁通调速，改变电枢电压调速；调速实例计算。

第七节 直流电机换向

直流电机的换向：直流电机的换向过程，换向元件中的感应电动势，换向元件中的电流变化规律，改善换向的方法：移动电刷，安装换向极，补偿绕组。

第四章 交流电机的共同理论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3，通过本章学习，掌握交流电机绕组、感生电动势、电枢磁动势的特性分析和相关计算方法，达成以下目的：

1. 根据交流绕组构成规则，理解并掌握三相单、双层绕组的连接规律（支撑课程目标 1）；
2. 能够分析计算交流绕组的感生电动势的基波和高次谐波。（支撑课程目标

2);

3.能够分析计算单、三相交流绕组磁动势的特点及其分析计算方法，高次谐波电动势的特点及其抑制方法（支撑课程目标3）；

【重点与难点】

重点：交流绕组感生电动势的分析计算，高次谐波的分析及其抑制方法。

难点：交流绕组单、三相电动势的分析计算，高次谐波磁动势的特点及其抑制方法。

【教学内容】

第一节 交流绕组的基本概念

交流电机绕组的基本概念，三相双层绕组的特点，槽电势星形图和相带划分，绕组展开图的绘制：叠绕组展开图的绘制，波绕组展开图的绘制。

第二节 正弦磁场下感应电动机的感应电动势

导体的感应电动势（大小，频率，有效值），整距线圈的感应电动势，短距线圈的感应电动势，线圈组的感应电动势，相电动势和线电动势。

第三节 感应电动势中谐波及其削弱方法

主机磁场非正弦分布引起的谐波电动势，齿谐波电动势，相电动势和线电动势的有效值，削弱谐波电动势的方法：削弱谐波电动势的方法，削弱齿谐波电动势的方法。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	绪论	电机的发展与创新	新中国建立，尤其是改革开放以来，中国的电机事业的发展与创新	培养学生的民族自信心和自豪感，面对激烈的国际竞争，要具有责任意识和担当。
2	绪论	电感与磁场储能	从能量守恒的角度推导磁场储能	培养学生利用基本的原理和定理解决实际问题的能力。
3	第2章第1节	近年来中国电力变压器的发展	观看《大国重器》中关于中国高端换流变压器的制造	引导学生认识国家在高端制造业取得的巨大成就，培养学生的民族自信心和自豪感。
4	第2章第2节	变压器的空载运行	将变压器复杂的电磁场问题通过简化和等效，演变为简单的等效电路求解	对学生进行方法论教育，通过抓住主要问题和主要矛盾，忽略次要问题，可将复杂问题简化。
5	第2章	变压器的负	在工程实际中，一般采	培养学生在分析问题时，追本

	第3节	载运行	用近似和简化等效电路,既能满足工程精度需求,又可以降低计算工作量	溯源抓住主要问题、关键问题,并能用适当的方法解决实际工程问题的能力。
6	第2章第4节	变压器等效电路参数的测定	为保证安全,空载试验在低压侧进行,短路试验在高压侧进行	引导学生重视安全问题,遵守规则与秩序,增强法律意识和职业责任感。
7	第2章第5节	标么值	短路阻抗的大小选择必须综合考虑。从电压调整率的角度,希望短路阻抗小一些,但是从短路故障限流的角度,希望短路阻抗大一些	引导学生辩证统一地看待事物的矛盾法则。解决工程实际问题时要综合考虑多种因素的影响。
8	第2章第6节	三相变压器的联结组	三相变压器中,为了得到较好的电动势波形,必须有一侧采用三角形接法。对于Yy联结组,可以额外增加一个三角形接法的第三绕组。	培养学生在解决实际问题时,必须针对实际运行状况,结合所学理论知识,寻找合理的解决方案。
9	第2章第7节	变压器的运行特性	实际电力变压器的设计时,额定运行状态对应的铁耗远低于铜耗。	培养学生在解决问题时,必须对实际运行状况进行详尽的调查研究,将所学理论知识与实际相结合,才能给出合理的解决方案。
10	第2章第8节	变压器的并联运行	要想获得最好的性能,并联变压器之间必须满足特定的条件,否则可能造成性能下降,严重的甚至发生严重事故	引导学生思考,在团队合作中,如何既能保证每位成员发挥长处,又能让团队形成合力。思考作为团队负责人和团队一份子应该具备什么样的素质。
11	第2章第9节	特殊变压器	电压互感器和电流互感器,通过合理的利用变压器理论,很好的解决了工程实际中高电压和大电流的测量问题。	引导学生建立理论学习必须为解决实际问题服务的思想,引导学生思考解决实际问题时,应该具备什么样的素质。
12	第3章第1节	直流电机的工作原理、结构和额定值	直流电机在我国电力机车、机床等领域的作用	教育引导学生在深刻理解直流电机在国家工业中的重要作用,激发大学生科技报国的远大志向和使命感
13	第3章第2节	直流电机的电枢绕组	直流机电枢绕组的连接规律和特点	培养学生认识归纳与总结的辩证关系,通过反思和总结进行科技创新
14	第3章第3节	直流电机的空载和负载磁场	直流电机空载和负载磁场的分布特点	培养学生在学习过程中进行追本溯源分析研究问题的能力,建立通过现象追寻本质的理念
15	第3章第4节	直流电机的感应电势和电磁转矩	介绍法拉第实验发现电磁感应定律的过程	引导学生关注科技发展历史,通过科学家的科研实例激发学生专注科研的精神
16	第3章	直流电机的	直流电机的基本方程以	引导学生辩证统一地看待事物

	第 5 节	基本方程和运行特性	及不同励磁方式对直流电机性能的影响	的不同方面, 综合考虑多种因素的影响解决科学问题
17	第 3 章 第 6 节	直流电动机的起动和调速方法	介绍直流电机的启动和调速相关方法, 以及这些方法在工、农业生产中的应用	引导学生关注国内外前沿技术的发展, 树立国际视野, 激发大学生科技报国的热情
18	第 4 章 第 1 节	交流绕组的基本原理及双层绕组的连接特点	爱迪生与特斯拉关于直流电与交流电的讨论	教育学生了解科技发展史, 引导学生认识科技发展是全方位和辩证的, 使学生建立辩证统一解决科学问题的理念
19	第 4 章 第 2 节	正弦磁场下电机的感应电动势	我国科学家对交流电机绕组理论的贡献	通过榜样人物效应激发大学生努力科研的热情, 树立学生科研报国的积极热情
20	第 4 章 第 3 节	感应电动势中的谐波及其削弱方法	交流电机磁动势谐波的产生原因和削弱方法	引导学生关注能源领域的国内外前沿发展动向, 提高交流电机的运行效率, 实现国家“双碳”目标

七、学时分配表

序号	章节	章节内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	第1章	绪论	6								6
2	第2章	变压器	17	4					1		22
3	第3章	直流电机	13	4					1		18
4	第4章	交流电机的共同问题	6								6
合计			42	8					2		52

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂讨论、课堂测验、线上学习和实训操作等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，期末考核成绩占总成绩的 80%。具体考核内容与所占比例详

见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (80%)	课程目标 1	35	100
	课程目标 2	15	
	课程目标 3	25	
	课程目标 4	25	
平时考核 (20%)	课程目标 1	25	100
	课程目标 2	15	
	课程目标 3	30	
	课程目标 4	30	

【平时考核环节评分标准】

考核得分 考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
习题作业	对电机的有关概念、计算方法运用较差,不能正确解答作业中的问题	能运用电机有关概念、计算方法,正确解答各章节作业中的问题	能较好地运用电机的有关概念、计算方法,正确地解答各章节作业中的问题	能灵活地运用电机中电磁感应的有关概念、各种实用计算方法,正确地解答各章节作业中的问题
平时测验	不能在规定的时间内解答电机特性计算等测试问题,答题不准确	基本能在规定的时间内解答有关电机计算等测试问题,答题基本准确	能在规定的时间内,较准确地解答电机有关计算等测试问题	能在规定的时间内准确地解答电机有关计算等测试问题
课堂讨论	课堂讨论不积极,分析电机问题能力弱,表达不清晰	能基本准确陈述电机的概念,能对电机相关计算等有关问题参与课堂讨论	能较准确地陈述电机的概念,积极参与电机相关计算等有关问题课堂讨论	积极参与课堂讨论,正确陈述电机的概念,分析问题能力较强
线上学习	线上课程完成度低于60%。	线上课程完成度低于75%,高于60%。	线上课程完成度低于90%,高于75%。	线上课程完成度高于90%。
电机实验和实训	不参与电机实训作业,不了解实训	对实训内容基本了解,但无法完成实训作	对实训内容准确了解,能够完成部分实训	对实训内容准确了解,能够完成全

	作业内容	业要求	作业要求	部实训作业 要求
--	------	-----	------	-------------

【平时考核环节权重】

课程目标 考核环节	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	合计
习题作业	5	10	10	10	35
考勤、课堂讨论 及测试	5	5	5	5	20
线上课程	5	5	5	5	20
电机实验和实训	5	5	5	10	25
合计	20	25	25	30	100

【考试环节权重】

权重 章节	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	合计
第 1 章 绪论	5	5	5	0	15
第 2 章 变压器	5	10	10	10	35
第 3 章 直流电机	5	5	10	5	25
第 4 章 交流电机的共同问 题	5	5	10	5	25
合计	20	25	35	20	100

九、教材及参考资料

【教材】

1. 王秀和 电机学（第二版），北京：机械工业出版社，2011 年版

【参考资料】

1. 汤蕴璆. 电机学（第二版）. 北京：机械工业出版社，2007 年版
2. 程周. 电机与电气控制实验及课程设计. 北京：机械工业出版社，2000 年版
3. 中国电气工程大典第 9 卷电机工程. 北京：中国电力出版社，2008 年版
4. 孙旭东 电机学习题与题解. 北京：科学出版社，2007 年版
5. 顾绳谷 电机及拖动基础. 北京：机械工业出版社，1981 年版

6. 徐君贤 电机与电器制造工艺学. 北京: 机械工业出版社, 2006 年版

附件：电机实验

一、实验目的与课程目标支撑

实验 1 单相变压器参数测定和工作特性实验

【教学目的与课程目标支撑】

本实验教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3 和课程目标 4，通过本实验内容开展，掌握单相变压器参数测定和运行特性实验原理和方法，达成以下目的：

1. 能够描述采用空载实验和短路实验测定变压器参数原理，能够根据实验接线图，选择合适测量表计完成实验接线，能够按照实验步骤完成实验内容，记录实验数据（支撑课程目标 1）；

2. 能够根据测定的实验数据进行变压器变比计算，绘制变压器空载特性曲线、短路特性曲线，计算变压器的激磁阻抗和短路阻抗，能够根据计算参数画出被试变压器折算到低压侧的“T”型等效电路（和课程目标 2）；

3. 能够描述变压器负载实验原理，能够根据实验接线图，选择合适测量表计完成接线和实验，能够绘制变压的外特性曲线，并计算变压器的电压变化率，能够根据测定数据计算变压器在不同负载下的工作效率（支撑课程目标 1）；

4. 能够用实验方法测定变压器的铁耗及铜耗并应用于实际工程（支撑课程目标 4）。

【重点与难点】

重点：变压器空载实验和短路实验测定变压器参数的原理，空载实验和短路实验步骤，变压器激磁阻抗和短路阻抗的计算，变压器参数在不同侧之间的折算。

难点：利用实验数据进行变压器“T”型等效电路参数计算。

【教学内容】

内容 1 单相变压器空载实验

通过空载实验测量变压器变比、绘制空载特性曲线，并计算变压器激磁阻抗。

内容 2 单相变压器短路实验

通过短路实验绘制变压器短路特性曲线，并计算变压器短路阻抗。

内容 3 单相变压器负载实验

通过负载实验，分别测取变压器在纯电阻负载和阻感性负载条件下的外特性曲线，计算变压器的工作效率。

【讨论内容】

变压器的空载和短路实验有什么特点？实验中电源电压一般加在哪一方较合适？各种仪表应怎样联接才能使测量误差最小？

【实验报告】

根据实验实测数据进行变压器参数计算，撰写实验报告。

实验 2 三相变压器极性测定和联结组判别实验

【教学目的与课程目标支撑】

本实验教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3 和课程目标 4，通过本实验内容开展，掌握实验测定三相变压器极性方法和三相变压器联结组判别方法，达成以下目的：

- 1.能够描述三相变压器极性测定实验原理，能够根据实验接线图，选择合适测量表计完成实验接线，能够按照实验步骤完成实验内容，记录实验数据（支撑课程目标 1）；
- 2.能够根据测定的实验数据进行三相变压器相间极性和原、副边极性判别（和课程目标 2）；
- 3.能够描述三相变压器联结组判别实验原理，能够根据实验接线图，选择合适测量表计完成接线，能够按照实验步骤完成实验内容，记录实验数据（支撑课程目标 1）；
- 4.能够用实验方法判别 Yy-0 联接组和 Yd-11 联接组并应用于实际工程（支

撑课程目标 4)。

【重点与难点】

重点：三相变压器相间极性和原副边极性测定方法，三相变压器不同联结组的接线方法，三相变压器联结组别判别方法。

难点：利用实验数据进行三相变压器联结组别判别。

【教学内容】

内容 1 三相变压器极性测定实验

通过采用实验方法，完成三相变压器相间极性和原副边极性测定。

内容 2 三相变压器联结组别判别实验

通过采用实验方法，完成 Yy-0 联接组和 Yd-11 联接组三相变压器的联结组别判定。

【讨论内容】

如何把 Yy-0 联接组改成 Yy-6 联接组以及把 Yd-11 改为 Yd-5 联接组？

【实验报告】

根据实验实测数据进行三相变压器极性测定和联结组判别，撰写实验报告。

实验 3 直流他励电动机工作特性和调速特性实验

【教学目的与课程目标支撑】

本实验教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3，通过本实验内容开展，掌握直流他励电动机的调速方法，以及工作特性和机械特性的测取方法，达成以下目的：

1.能够描述直流他励电动机的工作原理，能够根据实验接线图，选择合适的测量表计完成实验接线，能够按照实验步骤完成实验内容，记录实验数据（支撑课程目标 1）；

2.能够正确启动直流他励电动机，通过调节直流他励电动机负载，测取电动机的工作特性和机械特性，绘制电动机的工作特性曲线、机械特性曲线，计算电动机在额定负载下的工作效率（课程目标 2）；

3. 能够描述直流电动机的调速方法和不同方法的优缺点，能够在实验室实现改变电枢电压调速和改变励磁电流调速，能够绘制上述两种调速方法下电动机的调速特性曲线（支撑课程目标 1）。

【重点与难点】

重点：直流他励电动机的启动与停机，直流电动机改变电枢电压调速和改变励磁电流调速的原理，直流电动机工作特性和机械特性的测取方法。

难点：直流他励电动机的启动，直流他励电动机的调速。

【教学内容】

内容 1 直流他励电动机工作特性和机械特性实验

将直流电动机接成他励方式，正确启动直流电动机，通过调节直流电动机负载，测取电动机工作特性和机械特性，并计算电动机的工作效率。

内容 2 直流他励电动机调速特性实验

分别采用改变电枢电压调速和改变励磁电流调速两种方法进行直流电动机调速，测取两种调速方法下直流电动机的调速特性。

【讨论内容】

讨论直流电动机不同调速原理与方法的优缺点，讨论直流并励电动机与他励电动机工作过程中的优缺点。

【实验报告】

根据实验实测数据绘制直流电动机的工作特性曲线和机械特性曲线，计算电动机的工作效率，撰写实验报告。

实验 4 直流并励发电机工作特性实验

【教学目的与课程目标支撑】

本实验教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 4，通过本实验内容开展，掌握直流并励发电机的启动方法，以及运行特性的测取方法，达成以下目的：

1. 能够描述直流并励发电机的工作原理，能够根据实验接线图，选择合适

测量表计完成实验接线，能够按照实验步骤完成实验内容，记录实验数据（支撑课程目标 1）；

2.能够描述直流并励发电机的自励条件，正确启动直流并励发电机，通过调节发电机负载，测取发电机的外特性，绘制发电机的外特性曲线（课程目标 2 和课程目标 4）。

【重点与难点】

重点：直流并励发电机的启动与停机，直流并励发电机的自励建压，直流并励发电机外特性的测取方法。

难点：直流并励发电机的自励建压。

【教学内容】

内容 1 直流并励发电机的启动实验

将直流发电机接成并励方式，正确启动直流电动机，通过直流电动机带动发电机旋转，实现直流并励发电机的自励建压。

内容 2 直流并励发电机的外特性实验

直流并励发电机启动并自励建压后，通过调节发电机所带负载，测取直流并励发电机的外特性。

【讨论内容】

分析直流并励发电机不能自励建压的原因有哪些？

【实验报告】

根据实验实测数据绘制直流并励发电机的外特性曲线，计算直流并励发电机的电压变化率，撰写实验报告。

二、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	实验 1	单相变压器参数测定和工作特性实验	变压器等效电路犹如人与人之间的相处之道	引导学生践行自由、平等、诚信、友爱、公正的原则，让学生深化对于社会主义核心价值观的理解。
2	实验 2	三相变压器极性测	变压器极性判别方法与哲学思辨	引导学生抓住主要矛盾，遇到问题要抓主要问题，关键问题，解

		定和联结组判别实验		决难点问题。
3	实验3	直流他励电动机工作特性和调速特性实验	直流电动机不同调速方法分析	引导学生辩证地看待和分析问题，提升大学生应对问题与挑战的底气。
4	实验4	直流并励发电机工作特性实验	并励发电机的工作原理与自励建压过程犹如一个人自我价值的实现过程	提高大学生的自觉性、坚韧性，激发大学生践行使命担当的动力。
5	实验报告		在完成实验报告过程中，如存在抄袭、篡改实验数据，该项记零分。	应遵守学术诚信，诚实做人。

三、学时分配表

序号	章节	章节内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	实验1	单相变压器参数测定和工作特性实验		2							2
2	实验2	三相变压器极性测定和联结组判别实验		2							2
3	实验3	直流他励电动机工作特性和调速特性实验		2							2
4	实验4	直流并励发电机工作特性实验		2							2
合计				8							8

四、教材及参考资料

【教材】

1. 李国建主编. 电机实验技术. 济南: 山东大学出版社, 2016.

山东大学电气工程学院

《电机学（2）》理论课程教学大纲

编写人：王兴华

审定人：徐衍亮

编制时间：2020年4月

审定时间：2020年5月

一、课程基本信息：

课程名称	电机学（2）				
英文名称	Theory of Electric Machinery				
课程编码	sd01931570				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	3	总学时	授课	上机	实验
		52 学时	44 学时		8 学时
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	《高等数学》、《大学物理》、《电路》、《电磁场》				
课程网站	http://www.course.sdu.edu.cn 电机学精品课程				

二、课程描述

《电机学》是电气工程及其自动化专业一门必修的专业基础课。本课程是在高等数学、大学物理和电磁场等课程的基础上，讲授变压器、直流电机、交流电机等电磁装置的结构、工作原理和工作特性，使学生能够掌握电磁装置的分析方法，并对电磁装置进行分析和定量计算，解决电机运行中的电磁问题，为学习后续专业课程提供必要的理论基础。同时，通过本课程学习培养学生的辩证思维能力和职业伦理素养，树立理论联系实际的科学观点，提高学生分析问题解决问题的能力。

Theory of Electric Machinery is a professional basic course of electrical engineering and automation specialty. On the basis of College Physical (Electromagnetism), Engineering Mathematics, Electromagnetic Field and other related courses, the electromagnetic devices, such as Transformer, DC motor, AC machinery, are discussed in detail in this course. so that students can master the method of analysis and calculation about the electromagnetic devices. By learning this course the students can master the basic analysis methods of electromagnetic devices and the basic experiment skills. It will lay the foundation for the future professional course. Through the study of this course, students can improve their dialectical thinking ability and engineering ethics, establish the scientific viewpoint of linking theory with practice, and get the ability to analyze and solve problems.

三、课程目标

通过该课程的学习，掌握各种电机的结构、运行原理和工作特性，能够运用电机学基本概念、基本原理、基本分析和计算方法，对电磁装置实际运行问题进行分析、建模和计算。通过分组实验、电机实训等环节，逐步培养团队合作精神和实际工程理念。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	能够运用高等数学、大学物理、工程电磁场等相关专业知 识，分析推导各类电机基本方程式、等效电路和相量图，并以此进行定性分析和定量计算，从而具备建立各类电机数学模型并分析其工作特性的能力。。	结合电机具体结构对电磁感应过程进行深入分析，深刻体会电磁感应的物理过程和理论本质，掌握电机工作特性的分析方法，由此培养创新和学习意识。通过课堂讨论、作业练习、实验结果分析等环节，培养自主学习和分析解决问题的能力。
目标 2	掌握各类常用电机（变压器、直流电机、感应电机、同步电机）的结构、工作原理及参数计算等理论知识，形成完整的电机专业知识体系，具备对电机相关电气工程领域复杂工程问题进行分析的能力	将电路和电磁场等相关知识融入各类电机结构、工作原理的学习过程中，使场的问题转化为路的问题，建立起电机的等效电路模型，形成电机的分析方法；通过作业练习、问题讨论、查阅资料、分组实验、电机实训等环节加深电机理论的理解，逐步提高利用电机理论知识分析解决实际问题的能力。
目标 3	能够自主阅读电机学相关资料，了解具体工程信息，掌握各类电机的基本分析方法和操作技能，并针对	利用课本知识和在线学习资源，掌握电机学基本概念及计算分析方法的基础上，设计一定工况下的感应电机起动方案，并通

	具体工程需求进行分析设计，形成合理有效的解决方案；具备融合多学科知识进行电气设备的设计开发能力。	过电机实验加以验证，以此提升分析解决问题的能力。结合集肤效应在深槽式感应电机起动过程中的应用等知识点启发学生的创新意识。
目标 4	能够将电磁场、电路、大学物理及电机学中学习的分析方法和数学模型应用于电气设备运行性能分析，综合评价和判断电气设备运行的电磁、环保等性能。具备独立思考和解决问题的能力。	建立电机的等效电路模型，将电磁场问题等效为电路问题，掌握电磁问题的分析思路和方法。通过电机案例的计算分析训练明确电机性能在电力工程中的作用和影响。通过电机实训和生产企业参观加深理解电气工程实践对经济和社会发展的作用和意义，激发自主学习的动力和兴趣；同时认识电磁噪声、电磁干扰在电磁感应过程中的利与弊，认识到电气工程在环保和可持续发展的作用。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

教学目标 毕业要求	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
	1.4 能够将相关知识和数学模型方法用于电气工程领域复杂工程问题解决方案的比较与综合。		H	
2.4 能应用基本原理和专业知识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。	H			
3.1 掌握电气工程领域工程设计和产品开发的全周期、全流程的基本方法和技术，并根据技术需求分析影响设计目标和技术方案的各种因素。			H	
7.2 能够站在环境保护和可持续发展的角度思考电气工程实践的可持续性，评价电气工程实践可能对人类和环境等方面产生的积极意义和不利影响。				M
12.1 清醒认知社会发展和电气工程行业大变革的前景，具有自主学习和终身学习的意识。				H

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

理论课程部分：SPOC 模式线上线下混合式教学，线上采用智慧树教学平

台，学生自主观看线上课程，完成线上测试环节；线下课程采用板书与多媒体结合。

实验课程部分：多媒体与仿真实验操作结合。

2. 课程内容：

本课程是电气工程及其自动化专业必修的一门专业基础课，是将电路、大学物理、电磁场课程中所学知识融入电机电磁感应过程分析中，主要学习电机、变压器等电磁装置能量转换过程中的电磁感应耦合关系、工作原理、工作特性和电机特性分析计算方法。课程重点讲述电机内电磁感应物理过程、将场的问题等效为路的问题，阐述等效电路和相量图等电机分析工具。目标是使学生掌握电机运行基本分析方法和计算方法，为今后学习电气工程领域专业课程及从事该领域的生产实际工作奠定坚实的理论基础。教学中要注意理论与实践的结合，即将电磁感应理论与电机具体结构紧密耦合进行分析讨论。

3. 作业：

理论课程主要为课后习题和线上测试题。课后习题为主观题类型，要求学生认真书写，促进学生理解课堂内容，能模仿例题演算习题，巩固所学知识；线上测试题为客观题类型，要求学生能够根据课堂知识进行计算分析，发现自己知识缺口。

实验课程主要为实验报告，加深学生理解仿真原理和电机理论基础，完成数据验证、仿真程序编写和仿真分析，巩固所学知识，提高学生应用仿真软件解决实际问题的能力。

4. 拓展项目

电机实训环节和电机特性试验环节，促进学生对电机结构、原理和生产工艺的认知，巩固所掌握的课程知识，提高实践和分析能力。

五、课程教学内容

第四章 交流电机的共同理论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，掌握交流电

机绕组、感生电动势、电枢磁动势的特性分析和相关计算方法，达成以下目的：

1. 根据交流绕组构成规则，理解并掌握三相单、双层绕组的连接规律（**支撑课程目标 1**）；
2. 能够分析计算交流绕组的感生电动势的基波和高次谐波（**支撑课程目标 1、目标 4**）；
3. 能够分析计算单、三相交流绕组磁动势的特点及其分析计算方法，高次谐波电动势的特点及其抑制方法（**支撑课程目标 2、目标 4**）；

【重点与难点】

重点：交流绕组感生电动势的分析计算，高次谐波的分析及其抑制方法。

难点：交流绕组单、三相电动势的分析计算，高次谐波磁动势的特点及其抑制方法。

【教学内容】

第四节 正弦电流下单相绕组的磁动势

整距线圈的磁动势，整距线圈组的磁动势，单相绕组的磁动势。

第五节 正弦电流下对称三相绕组的旋转磁动势

对称三相绕组的基波合成磁动势：解析法推导三相合成磁动势的表达式，分析基波合成磁动势的特点，利用图解法分析三相合成基波磁动势的特点。三相合成磁动势中的谐波，解析表达式及其特点。椭圆形旋转磁动势的分解：正负序磁场的概念。

第五章 感应电机

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3 和课程目标 4，通过本章学习，掌握感应电动机的结构、工作原理及其工作特性的分析方法，达成以下目的：

1. 能够掌握三相感应电动机的工作原理和运行状态，深入理解三相感应电机定、转子磁动势的关系（**支撑课程目标 1**）；
2. 能够推导三相感应电动机的基本方程和等效电路，掌握电机参数的测定

方法（支撑课程目标 2）；

3. 能够利用等效电路、相量图分析计算电机的工作特性，分析电机运行的机械特性和一般工程问题（支撑课程目标 4）；

4. 能够分析感应电机的启动和调速问题，为电动机的运行提供分析和指导（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：三相感应电动机的磁动势平衡，电机等效电路的分析推导，电动机工作特性分析。

难点：感应电动机的机械特性与电机运行状态、电机参数的关系。

【教学内容】

第一节 感应电机的结构

感应电机两个主要组成部分定子和转子的结构特点；感应电机的气隙大小对电机性能的影响及原因分析。

第二节 感应电机的工作原理和运行状态

感应电机的工作原理、三种运行状态和感应电动机的额定值。

第三节 感应电动机的磁动势和磁场

空载电动势的表达式，主磁通的定义及流通路径，定子漏磁通的构成，感应电动势的表达式；负载时的转子磁动势和转子反应，负载时的电磁关系；励磁阻抗和漏电抗的定义。

第四节 三相感应电动机的基本方程、相量图和等效电路

感应电机的磁动势方程，负载运行时的电压方程，频率归算和绕组归算，等效电路的两种结构，感应电机的相量图及其绘制方法。

第五节 三相感应电动机的参数测定

空载试验和励磁参数的测定，短路试验和短路参数的测定。

第六节 笼型转子参数的计算

笼型转子极数确定方法，笼型转子相数确定方法，笼型转子参数计算和归算方法。

第七节 感应电动机的功率关系、功率方程和转矩方程

感应电动机的功率关系，功率方程，转矩方程。

第八节 感应电动机的电磁转矩和机械特性

电磁转矩的物理表达式，参数表达式和实用表达式。

第九节 感应电动机的工作特性及其计算

工作特性(转速、定子电流、功率因数、转矩和效率特性)的变化规律，直接负载法计算工作特性的步骤。

第十节 感应电动机的起动及深槽和双笼电机

笼型和绕线型感应电动机采用的起动方法，深槽和双笼结构的工作原理。

第十一节 感应电动机的调速

变极、变频和改变转差率调速方法的原理和机械特性曲线。

第六章 同步电机

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3 和课程目标 4，通过本章学习，掌握同步电机的结构、运行原理和工作特性，同步发电机的并联运行问题及其调控特性，达成以下目的：

1. 能够根据同步发电机的运行状态分析电枢反应影响，在不饱和、饱和状态下隐极、凸极同步发电机的相量图分析方法（支撑课程目标 2、目标 4）；
2. 能够根据同步发电机的方程分析功角特性，掌握同步电抗参数的测定方法（支撑课程目标 1）；
3. 掌握同步发电机的并网方法，分析并网状态下的发电机的调节特性（支撑课程目标 3 和目标 4）。

【重点与难点】

重点：同步发电机的电枢反应，隐极、凸极同步发电机的相量图分析，同步发电机的功角特性分析及同步参数测定方法。

难点：同步发电机的并网方法及其并网后的控制特性。

【教学内容】

第一节 同步电机的基本结构和运行状态

隐极和凸极同步电动机结构，同步电机的三种运行状态，励磁方式和额定值。

第二节 同步发电机的空载磁场和电枢反应

空载磁场，对称负载时的电枢反应磁场。

第三节 隐极同步发电机的电压方程、相量图和等效电路

掌握隐极同步发电机不考虑饱和和考虑饱和时的电压方程、相量图和等效电路。

第四节 凸极同步发电机的电压方程和相量图

双反应理论，凸极同步发电机的电压方程和相量图，直轴和交轴同步电抗的意义。

凸极同步发电机的电压方程，内功率因数角的计算，励磁电动势的计算。

第五节 同步发电机的功率方程、转矩方程和功角特性

熟记功率方程、转矩方程和功角特性的表达式。

第六节 同步发电机的参数测定

利用空载特性、短路特性确定，短路比，计算直轴同步电抗。

第七节 同步发电机的运行特性

同步发电机的运行特性，采用电动势-磁动势矢量图确定额定励磁电流和电压调整率。

第八节 同步发电机的并联运行

投入并联的条件，操作方法和步骤，有功功率调节和静态稳定，无功功率调节和V形曲线。

第九节 同步电动机和同步补偿机

同步电动机的电压方程、相量图、功角特性、功率方程、转矩方程和运行特性，同步补偿机的工作原理。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	第4章 第4节	正弦电流下 单相绕组的 磁动势	单相绕组通入正弦电流 产生脉振磁势及其特点	培养学生分析问题时使用辩证的方法解决问题，根据工程实际情况综合考虑多方面因素解

				决问题
2	第4章 第5节	正弦电流下 对称三相绕 组的旋转磁 动势	三相绕组通入对称正弦 电流产生旋转磁势及其 特点	引导学生分析问题时采用类 比的方法，抓住关键，提高 解决问题的能力 and 水平
3	第5章 第1节	感应电机的 结构	感应电机在生产生活中 的应用，课程在专业人 才培养体系中的作用。	教育引导从课程内容的国 际和历史角度认识理解课 程内容的知识性、时代性。
4	第5章 第2节	感应电机的 工作原理和 运行状态	介绍特斯拉电动汽车用 感应电机的特点	引导学生了解前沿技术，培 养学生国际视野。
5	第5章 第3节	感应电动机 的磁动势和 磁场	爱迪生与特斯拉直流电 和交流电之争，特斯拉 放弃交流电专利	引导学生认识科技发展是全 方位的，辩证统一地看待 事物的矛盾法则，即对立 统一的法则。解决工程实 际问题时要综合考虑多种 因素的影响。
6	第5章 第4节	三相感应电 动机的基本 方程、相量 图和等效电 路	电气设备采用硅钢片做 铁芯	培养大学生在分析问题时， 采用类比的方法，能够根 据不同条件下的解决问题的 方法。
7	第5章 第5节	三相感应电 动机的参数 测定	热水器漏电事件	教育引导深刻理解和自觉 实践电气专业的职业规 范，增强职业责任感。
8	第5章 第6节	笼型转子参 数的计算	感应电机断条故障对性 能的影响	培养大学生在分析问题时， 追本溯源抓住主要问题、 关键问题，并能用适当的 方法解决实际工程问题的 能力。
9	第5章 第7节	感应电动机 的功率关 系、功率方 程和转矩方 程	介绍电磁弹射用直线感 应电机原理	激发大学生科技报国的家 国情怀和使命担当。
10	第5章 第8节	感应电动机 的电磁转矩 和机械特性	多相特种感应电机应用 介绍	培养学生创新性思维
11	第5章 第9节	感应电动机 的工作特性 及其计算	南仁东事迹	通过榜样人物效应激发大 学生的爱岗敬业的精神。
12	第5章 第10节	感应电动机 的起动及深 槽和双笼电 机	从法拉第的实验描述到 麦克斯韦系统统一理论 的建立过程	引导学生理解掌握继承与 发展，学习与创新的关系。
13	第5章 第11节	感应电动机 的调速	基于“解耦理论”的矢量 控制介绍	培养大学生在分析问题时， 追本溯源抓住主要问题、 关键问题，培养创新思维。
14	第6章 第1节	同步电机的 基本结构和 运行状态	永磁同步电机的基本介 绍	强调永磁同步电机的优势 及在各个方面的重 要性，激发同学们投入电 机相关行业的热情。
15	第6章	同步发电机	介绍大型同发电机设计	介绍目前大型同步发电机的 设

	第 2 节	的空载磁场和电枢反应	重点和难点, 引领学生了解最新前沿技术	计研发过程, 与国外先进技术做对比, 激发学生爱国情怀。
16	第 6 章第 3 节	隐极同步发电机的电压方程、相量图和等效电路	介绍大型汽轮发电机结构及组成	让学生们了解汽轮发电机的结构特点及国内外发展现状。
17	第 6 章第 4 节	凸极同步发电机的电压方程和相量图	介绍大型水轮发电机结构及组成	让学生们了解水轮发电机的结构特点及国内外发展现状。
18	第 6 章第 5 节	同步发电机功率方程、转矩方程和功角特性	讲解现代电机设计中的热管理技术	让学生了解提高电机效率的方法, 加强对科研的认识, 认识到基础理论学习与开拓创新的关系。
19	第 6 章第 6 节	同步发电机的参数测定	短路验后的设备烧毁事故	引导学生重视安全问题, 遵守规则与秩序。
20	第 6 章第 7 节	同步发电机的运行特性	马伟明院士的事迹	通过榜样人物效应激发大学生的民族自信心和民族自豪感, 坚定爱国主义精神。
21	第 6 章第 8 节	同步发电机的并联运行	风力发电用永磁同步电机并网运行	培养学生对工程问题的思考, 学会解决工程实际问题时要综合考虑多种因素的影响。
22	第 6 章第 9 节	同步电动机和同步补偿机	电动汽车用同步电动机发展历程	关注电驱动领域的国内外前沿发展现状, 树立国际视野。

七、学时分配表

序号	章节	章节内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
4	第4章	交流电机的共同问题	4								4
5	第5章	感应电机	21	4					1		26
6	第6章	同步电机	17	4					1		22
合计			42	8					2		52

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂讨论、课堂测验和实训操作等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 30%，期末考核成绩占总成绩的 70%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (70%)	课程目标 1	35	100
	课程目标 2	30	
	课程目标 3	20	
	课程目标 4	15	
平时考核 (30%)	课程目标 1	30	100
	课程目标 2	30	
	课程目标 3	20	
	课程目标 4	20	

【平时考核环节评分标准】

考核得分 考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
习题作业	对电机的有关概念、计算方法运用较差,不能正确解答作业中的问题	能运用电机有关概念、计算方法,正确解答各章节作业中的问题	能较好地运用电机的有关概念、计算方法,正确规范地解答各章节作业中的问题	能灵活地运用电机中电磁感应的有关概念、各种实用计算方法,正确规范地解答各章节作业中的问题
平时测验	不能在规定的时间内解答电机特性计算等测试问题,答题不准确	基本能在规定的时间内解答有关电机计算等测试问题,答题基本准确	能在规定的时间内,较准确地解答电机有关计算等测试问题	能在规定的时间内准确地解答电机有关计算等测试问题
课堂讨论	课堂讨论不积极,分析电机问题能力弱,表达不清晰	能基本准确陈述电机的概念,能对电机相关计算等有关问题参与课堂讨论	能较准确地陈述电机的概念,积极参与电机相关计算等有关问题课堂讨论	积极参与课堂讨论,正确陈述电机的概念,分析问题能力较强
线上学习	线上课程完成度低于60%。	线上课程完成度低于75%,高于60%。	线上课程完成度低于90%,高于75%。	线上课程完成度高于90%。

电机实验和实训	不参与电机实训作业，不了解实训作业内容	对实训内容基本了解，但无法完成实训作业要求	对实训内容准确了解，能够完成部分实训作业要求	对实训内容准确了解，能够完成全部实训作业要求
期中考试 (统一出题阅卷)	以标准考试形式进行，统一阅卷，以卷面成绩确定得分。			

【平时考核环节权重】

课程目标 考核环节	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	合计
习题作业	5	5	5	10	25
考勤、讨论、平时测试	5	5	5	0	15
期中考试	10	10	10	10	40
线上课程 (仅参考)	0	0	0	0	0
电机实训	5	5	5	5	20
合计	25	25	25	25	100

【考试环节权重】

章节 权重	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	合计
第 4 章 交流电机的共同问题	5	5	0	5	15
第 5 章 感应电机	10	10	10	10	40
第 6 章 同步电机	15	10	10	10	45
合计	30	25	20	25	100

九、教材及参考资料

【教材】

1. 王秀和 电机学（第二版），北京：机械工业出版社，2011年版

【参考资料】

1. 汤蕴璆. 电机学（第二版）. 北京：机械工业出版社，2007年版
2. 程周. 电机与电气控制实验及课程设计. 北京：机械工业出版社，2000年版
3. 中国电气工程大典第9卷电机工程. 北京：中国电力出版社，2008年版
4. 孙旭东 电机学习题与题解. 北京：科学出版社，2007年版
5. 顾绳谷 电机及拖动基础. 北京：机械工业出版社，1981年版
6. 徐君贤 电机与电器制造工艺学. 北京：机械工业出版社，2006年版

附件：电机实验

一、实验目的与课程目标支撑

实验1 三相鼠笼异步电动机参数测定实验

【教学目的与课程目标支撑】

本实验教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3 和课程目标 4，通过本实验内容开展，掌握三相鼠笼异步电动机的启动方法，以及参数测定方法，达成以下目的：

- 1.能够描述三相鼠笼异步电动机的工作原理，能够根据实验接线图，选择合适测量表计完成实验接线，能够按照实验步骤完成实验内容，记录实验数据（支撑课程目标 1）；

2.能够描述三相鼠笼异步电动机的参数测定方法，能够根据实验测量数据，计算三相鼠笼异步电动机的激磁阻抗和短路阻抗，能够根据计算参数画出被试异步电动机的等效电路（课程目标 2 和课程目标 4）；

3.能够描述三相鼠笼异步电动机启动方法，描述异步电动机等效电路各参数物理意义（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：三相鼠笼异步电动机启动方法，三相鼠笼异步电动机空载实验和短路实验测定参数的原理，空载实验和短路实验步骤，三相鼠笼异步电动机激磁阻抗和短路阻抗的计算。

难点：利用实验数据进行三相鼠笼异步电动机等效电路参数计算。

【教学内容】

内容 1 三相鼠笼异步电动机空载实验

通过空载实验测量三相鼠笼异步电动机激磁回路参数，绘制三相鼠笼异步电动机空载特性曲线。

内容 2 三相鼠笼异步电动机短路实验

通过短路实验测量三相鼠笼异步电动机短路参数，绘制三相鼠笼异步电动机短路特性曲线。

【讨论内容】

讨论三相鼠笼异步电动机启动方法有哪些？

【实验报告】

根据实验实测数据，计算三相鼠笼异步电动机等效电路参数，绘制空载特性和短路特性曲线，撰写实验报告。

实验 2 三相鼠笼异步电动机工作特性实验

【教学目的与课程目标支撑】

本实验教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3，通过本实验内容开展，掌握三相鼠笼异步电动机的启动方法，以及工作特性测定方法，达成

以下目的：

1.能够描述三相鼠笼异步电动机的工作特性，能够根据实验接线图，选择合适测量表计完成实验接线，能够按照实验步骤完成实验内容，记录实验数据

（**支撑课程目标 1**）；

2.能够描述三相鼠笼异步电动机的工作特性测定方法，能够根据实验测量数据，计算三相鼠笼异步电动机的输出功率、转差率和工作效率，绘制工作特性曲线（**课程目标 2**）；

3.能够使用损耗分析法求取三相鼠笼异步电机在额定负载时工作效率（**支撑课程目标 3**）。

【重点与难点】

重点：三相鼠笼异步电动机的工作特性测定方法，三相鼠笼异步电动机的损耗分析方法。

难点：利用实验数据进行三相鼠笼异步电动机的损耗分析。

【教学内容】

内容 1 三相鼠笼异步电动机负载实验

通过负载实验测量三相鼠笼异步电动机的输出功率、转差率和工作效率，绘制工作特性曲线；使用损耗分析法求取三相鼠笼异步电机在额定负载时工作效率。

【讨论内容】

由直接负载法测得的电机效率和用损耗分析法求得的电机效率各有哪些因素会引起误差？

【实验报告】

根据实验实测数据绘制三相鼠笼异步电动机的工作特性曲线，使用损耗分析法求取三相鼠笼异步电机在额定负载时工作效率，撰写实验报告。

实验 3 三相同步发电机参数测定及运行特性实验

【教学目的与课程目标支撑】

本实验教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3 和课程目标 4，通过本实验内容开展，掌握三相同步发电机的启动方法及参数测定方法，达成以下目的：

1.能够描述三相同步发电机的工作原理，能够根据实验接线图，选择合适测量表计完成实验接线，能够按照实验步骤完成实验内容，记录实验数据（支撑课程目标 1 和课程目标 4）；

2.能够描述三相同步发电机的参数测定方法，能够根据实验测量数据，绘出被试同步发电机的空载特性和短路特性曲线（课程目标 2）；

3.能够利用空载特性和短路特性曲线求取同步发电机的直轴同步电抗，并计算短路比（支撑课程目标 3）；

4.能够描述三相同步发电机的工作特性测定方法，能够根据实验测量数据，求取电压调整率，绘制同步发电机工作特性曲线（课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：三相同步发电机启动方法，三相同步发电机空载实验和短路实验步骤，三相同步发电机直轴同步电抗的计算，三相同步发电机负载实验的调节。

难点：利用实验数据进行三相同步发电机直轴同步电抗的计算。

【教学内容】

内容 1 三相同步发电机空载实验

通过直流电动机带动三相同步发电机，调节同步发电机励磁电流，记录同步发电机输出电压，绘制三相同步发电机空载特性曲线。

内容 2 三相同步发电机短路实验

通过直流电动机带动三相同步发电机并使发电机短路，调节同步发电机励磁电流，记录同步发电机定子电流，绘制三相同步发电机短路特性曲线。

内容 3 三相同步发电机运行特性实验

通过直流电动机带动三相同步发电机并连接纯电阻负载，通过调节负载测取三相同步发电机工作特性，绘制三相同步发电机工作特性曲线。

【讨论内容】

讨论三相同步发电机在对称负载下有哪些基本特性？

【实验报告】

根据实验实测数据，绘制三相同步发电机空载特性、短路特性和工作特性曲线，计算三相同步发电机直轴同步电抗和短路比，撰写实验报告。

实验 4 三相同步发电机的并联运行实验

【教学目的与课程目标支撑】

本实验教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3，通过本实验内容开展，掌握三相同步发电机投入电网并联运行方法及有功和无功调节方法，达成以下目的：

1.能够描述三相同步发电机的投入电网并联运行条件，能够根据实验接线图，选择合适测量表计完成实验接线，能够按照实验步骤完成实验内容，记录实验数据（支撑课程目标 1）；

2.能够描述三相同步发电机的有功调节方法，能够进行发电机输出有功调节（支撑课程目标 2）；

3.能够描述三相同步发电机的无功调节方法，能够进行发电机输出有无调节，绘制输出功率等于零时三相同步发电机的 V 形曲线（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：三相同步发电机投入电网并联运行条件，三相同步发电机的准确同步法并网，三相同步发电机的有功调节和无功调节。

难点：三相同步发电机的准确同步法并网，三相同步发电机 V 形曲线的测取。

【教学内容】

内容 1 三相同步发电机的并联运行

通过直流电动机带动三相同步发电机，调节发电机运行参数满足并网条件，采用准确同步法投入电网并联运行。

内容 2 三相同步发电机并联运行时的有功调节

三相同步发电机并网后，通过调节原动机实现发电机输出有功功率的调节。

内容 3 三相同步发电机并联运行时的无功调节

三相同步发电机并网后，通过调节发电机励磁实现发电机输出无功功率的调节。

【讨论内容】

讨论三相同步发电机不满足并网条件强行并网会产生什么后果？

【实验报告】

试述三相同步发电机和电网并联运行时有功功率和无功功率的调节方法，绘出输出有功为零时同步发电机的 V 形曲线，并加以说明，撰写实验报告。

二、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	实验 1	三相鼠笼异步电动机参数测定实验	以鼠笼式电机的结构引出个人与国家的关系	鼓励大学生将个人理想与国家理想结合起来，将爱国情、强国志、报国行自觉融入坚持和发展中国特色社会主义事业、建设社会主义现代化强国、实现中华民族伟大复兴的奋斗之中。
2	实验 2	三相鼠笼异步电动机工作特性实验	三相鼠笼式异步电动机在生活与工程中的实际应用	着重培养学生务实奋进的科学精神和爱岗敬业的职业素养，实现在价值传播中凝聚知识底蕴，在知识传播中强化价值引领。
3	实验 3	三相同步发电机参数测定及运行特性实验	我国交流特高压同步电网建设情况介绍	引导学生关注智能电网的现状，培养学生的大局意识和爱国情怀。
4	实验 4	三相同步发电机的并联运行实验	同步发电机的过励和欠励运行	通过讲解同步发电机的过励和欠励运行，引导学生辩证看待事物的好与坏，尽量利用其优点，避免其缺点。
5	实验报告		在完成实验报告过程中，如存在抄袭、篡改实验数据，该项记零分。	应遵守学术诚信，诚实做人。

三、学时分配表

序号	章节	章节内容	学时分配								合计
			课堂 授课	实验 学时	上机 学时	实践 学时	在线 学习	习题 课	研讨 课	其他	
1	实验1	三相鼠笼异步电动机 参数测定实验		2							2
2	实验2	三相鼠笼异步电动机 工作特性实验		2							2
3	实验3	三相同步发电机参数 测定及运行特性实验		2							2
4	实验4	三相同步发电机的并 联运行实验		2							2
合计				8							8

四、教材及参考资料

【教材】

1. 李国建主编. 电机实验技术. 济南: 山东大学出版社, 2016.

山东大学电气工程学院

《电力电子技术》理论课程教学大纲

编写人：颜世钢 王建民 王玉斌 王辉 蒿天衢 董政 于静 审定人：王辉

编制时间：2020年2月

审定时间：2020年2月

一、课程基本信息

课程名称	电力电子技术				
英文名称	Power Electronics				
课程编码	sd01930280				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	3	总学时	授课	上机	实验
		56 学时	40 学时		16 学时
适用专业	电气工程及其自动化专业				
先修课程	《高等数学》、《电路》、《数字电子技术基础》、《模拟电子技术基础》、《电机学》、《自动控制理论》				
课程网站					

二、课程简介

【课程中文简介】

《电力电子技术》是电气工程及其自动化专业一门重要的专业基础课程。电力电子技术是利用电力电子器件对电能进行变换和控制的一门跨学科的技术，包括对电压、电流、频率和相位的变换。电力电子技术由三部分组成，即电力

电子器件、电力电子电路、电力电子系统及其控制。本课程着重学习电能变换电路的电路结构、工作原理、工作过程和应用等。

通过本课程的课堂学习和实验，学生将能够运用《电路》、《电子技术》《自动控制理论》、《电机学》的电气专业知识，分析电力电子变换拓扑的关键电气量的物理关系，对电能变换相关复杂工程问题解决方案进行分析并改进，能够针对电力电子技术具体问题，进行深入的研究、探索并提出解决方案。经过课程训练，能够培养学生树立理论联系实际的科学观点，提高学生分析问题解决问题的能力。

【课程英文简介】

Power electronics is an important basic core module of electrical engineering and automation. Power electronics technology is an interdisciplinary technology that uses power electronics to transform and control electrical energy, including the conversion of voltage, current, frequency and phase. Power electronics technology consists of three parts, namely, power electronic devices, power electronic circuits, power electronic systems and their control. This course focuses on the circuit structure, working principle, working process and application of all the electric energy conversion circuit.

Through the teaching and experimental training of the course, students can apply what they had learned in the courses such as "circuit", "electronic technology", "automatic control principle", "electrical machinery" to solve the electrical engineering problems. They can analyze the physical relationship of key electrical quantities of power electronics topology, analyze and improve the solutions of complex engineering problems related to power electronic conversion, and be able to conduct in-depth research, exploration and propose solutions in specific problems of power electronic technology. After the course training, students can establish the scientific viewpoint of integrating theory with practice and improve their ability to analyze and solve problems.

三、课程目标

通过该课程的学习，学生能够掌握电力电子器件及各种变换电路的结构、工作原理及调制方法；培养学生应用电力电子基本理论及方法对电能变换拓扑进行设计、分析及控制的能力；综合运用电气专业知识，对电力电子变换系统进行设计和开发；具备能够解决电气工程电能变换问题的基本素质。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	掌握各种电力电子器件的特性和使用方法, 各种电力电子变换拓扑的结构、工作原理及调制方法, 形成电力电子变换电路分析和设计的基本理论体系。具备能够运用电路、电子技术等相关专业知识和微积分等数学方法对整流电路、逆变电路、交流调压电路以及直流斩波电路的波形、输出电压、电流、功率、交/直流侧谐波、功率因数等重要电气量进行分析和计算的能力。	讲授常用电力电子器件结构及特点, 基本变换拓扑整流电路、逆变电路、交流调压电路以及直流斩波电路的波形、输出电压、电流、功率、交/直流侧谐波、功率因数等重要电气量进行分析和计算。通过课堂提问、讨论、作业及答疑等进一步巩固基本知识的掌握和运用, 能对具体的电力电子技术问题进行分析 and 计算。
目标 2	能够运用电力电子器件、变换电路中分析方法, 识别与判断变流技术相关问题的关键环节, 具备分析和解决相应电力电子技术工程问题的能力, 并能够对于电能变换相关复杂工程问题的解决方案进行分析和改进。	基于科学原理和关键参量关系来正确描述基本变换拓扑的构建, 结合交直流电源、变频控制、无功功率等电气工程领域复杂工程问题分析巩固深化。建议学生通过查阅相关资料, 加深工程应用的理解; 通过课堂提问、讨论、作业及实验等进一步巩固对复杂工程问题解决方案进行分析和改进的能力。
目标 3	能够通过设计、仿真等形式根据电力电子电路基本原理解释和理解工业及生活中的应用, 能够针对电力电子技术具体问题, 进行深入的研究、探索并提出解决方案, 具有分析和解决电能变换问题的基本素质。	掌握电力电子基本理论和分析方法的基础上, 引导学生通过作业、实验项目、文献阅读, 综合运用电气相关基础知识, 完成实验系统分析和仿真验证。通过小功率变换电路设计、分析及实验, 设计和模拟电力电子变换系统, 引导学生提出问题、解决问题, 进一步联系工程实际, 分析和了解大功率变换器的工程应用。
目标 4	能够关注电力电子行业发展前沿, 了解电力电子技术前沿领域研究热点及对电气行业、社会发展的重要作用。	讲授电力电子器件的前沿发展, 变换电路在社会各领域的发展和应用趋势, 能够利用网络、各种文献, 通过课堂、作业及课外阅读, 及时了解和自主学习电力电子行业前沿动态

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	教学目标	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
	1.3 能够将相关知识和数学模型方法用于推演、分析电气工程领域复杂工程问题。	M			
1.4 能够将相关知识和数学模型方法用于电气工程领域复杂工程问题解决方案的比较与综合。	H				
2.4 能应用基本原理和专业知识, 借助文献研究, 分析过程的影响因素, 获得有效结论。			H		
4.1 能够基于科学原理, 通过文献研究或相关方法, 调研和分析电气工程领域复杂工程问题的解决方案;				H	

4.3 能根据实验方案构建实验系统，安全地开展实验，科学正确地采集实验或仿真数据。			M	
12.1 清醒认知社会发展和电气工程行业大变革的前景，具有自主学习和终身学习的意识。				M

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

板书与多媒体结合

2. 课程内容：

本课程是电气工程及其自动化专业必修的一门专业基础课。需掌握各种主要的电力半导体器件的基本原理、特性及参数；熟悉 AC/DC 变换技术及 DC/AC 变换技术的基本原理及主要变换方法；对 AC/AC 变换技术、电力电子装置作一般了解；能阅读常见的电力电子电路及设计简单电力电子电路。同时为《电力电子装置》、《电力拖动自动控制系统》等后续课程以及从事与电气工程有关的技术工作和科学研究打下一定的基础。本课程是一门实践性很强的专业基础课程，技术发展和知识更新的速度较快，必须注意理论联系实际，加强实践环节，培养分析问题和解决问题的能力。

3. 作业：

主要为课后习题，促进学生理解课堂内容，能计算电路各参量，为拓扑设计提供依据，巩固所学知识。

4. 拓展项目

采用密切联系工程实际的实验及训练项目，促进学生根据所掌握的课程知识，对拓扑进行分析，应用所学知识解决实际问题，建立团队合作。

五、课程教学内容

第一章 绪论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 4，了解和熟悉电力电子技术的基础

本概念、学科地位、基本内容和发展历史，电力电子技术的应用范围，培养学生学习电力电子技术的兴趣。

【重点与难点】

重点：电力电子技术发展史。

【教学内容】

电力电子技术的基本概念、学科地位、基本内容和发展历史，电力电子技术的应用范围，电力电子技术的发展前景，本课程的任务与要求。

第二章 电力电子器件

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 4，通过本章学习，掌握电力电子器件的基本知识，达成以下目的：

1. 重点掌握电力二极管的基本；掌握晶闸管的原理、基本特性、参数；（支撑课程目标 1、2）
2. GTO、GTR、MOSFET、IGBT 等全控器件的基本原理、特性。（支撑课程目标 1、2、4）

【重点与难点】

重点：二极管反向特性和分类；晶闸管原理、参数。

难点：不同全控型器件不同器件的原理、特性及对比。

【教学内容】

第一节 电力电子器件概述

【教学目标和要求】 掌握电力电子器件的基本知识。

【具体教学内容】 学习电力电子器件的特点、系统组成和分类方法。

【教学和学习建议】 建议采用的课堂教学；学生学习时应该注意的问题：特点和分类。

【教学/考核难点重点】 特点和分类

第二节 电力二极管

电力二极管的原理、特性、参数、类型；学生学习时应该注意的问题：反

向特性和分类。

第三节 晶闸管

晶闸管的原理、基本特性、参数、派生器件。

第四节 典型全控器件

介绍 GTO、GTR、MOSFET、IGBT 等器件的原理、特性、主要参数及 SOA 等。习题 6、7、11

第五节 其它电力电子器件

了解其他电力电子器件，简介 MCT、SIT、SITH、IGCT 等

【研讨课】

通过查阅文献，对常用电力电子器件、宽禁带器件及功率集成模块的应用及发展开展讨论。

第三章 整流电路

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3，通过本章学习，掌握整流电路的基本原理、分析方法，达成以下目的：

1. 掌握单相可控整流电路的原理、波形、计算、参数选择；掌握三相可控整流电路的原理、波形、计算、参数选择（支撑课程目标 1、2）；

2. 非正弦电路的谐波和功率因数的定义及分析方法；掌握变压器漏抗在整流电路分析方法、具体影响；电容滤波的不可控整流电路输入电流分析方法；掌握逆变的概念、三相桥整流电路有源逆变工作状态、逆变失败与最小逆变角的限制（支撑课程目标 1、2）；

3. 能够理解和运用非正弦电路的谐波和功率因数的定义及分析方法；三相桥整流电路有源逆变工作状态、逆变失败与最小逆变角的限制（支撑课程目标 2、3）。

【重点与难点】

重点：各类整流电路的原理、波形分析、计算、参数选择；

难点：非正弦电路的谐波和功率因数的定义；逆变概念的建立，参数计算

【教学内容】

第一节 单相可控整流电路

学习单相半波可控整流电路、单相桥式全控整流电路、单相全波可控整流电路、单相桥式半控整流电路的原理、波形、计算、参数选择等。练习题：2、3、4、5。

第二节 三相可控整流电路

学习三相半波可控整流电路、三相桥式全控整流电路的原理、波形、计算、参数选择等。练习题：7、9、10、11、12、13。

第三节 变压器漏抗对整流电路的影响

学习考虑变压器漏抗时三相半波可控整流电路换流过程、重叠角、换相压降等分析法，并推广到其他可控整流电路。练习题：14、15、16、17。

第四节 电容滤波的不可控整流电路

学习电容滤波的单相不可控整流电路、电容滤波的三相不可控整流电路原理、波形、输出电压、输入电流波形。

第五节 整流电路的谐波和功率因数

学习非正弦电路的谐波和无功功率的概念、定义，学习阻感负载、电容滤波负载整流电路交流侧谐波和功率因数的分析。习题 18、19、20、22

第七节 整流电路的有源逆变工作状态

学习逆变的概念、三相桥整流电路有源逆变工作状态、逆变失败与最小逆变角的限制。

【研讨课】

1. 整流电路大功率应用双反星形拓扑的设计思路；
2. 确定逆变失败角的依据，逆变失败产生原因的思考开展研讨。

【习题课】

讲解讨论课后习题，整流电路相关问题问答。

第四章 逆变电路

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3 和课程目标 4，通过本章学习，掌握逆变电路的基本原理、分析方法，达成以下目的：

1. 掌握变流电路的四种换流方式；（支撑课程目标 1、2）；
2. 掌握电压型逆变电路的特点、分析方法、单相和三相桥式电压型逆变电路原理；（支撑课程目标 1、2）；
3. 了解电流型逆变电路的特点、分析方法；了解多重逆变电路和多电平逆变电路的结构、特点，扩展学生知识面。（支撑课程目标 3、4）。

【重点与难点】

重点：负载换流、强迫换流方式；单相全桥式、三相桥式电压型逆变电路的特点、波形分析。

难点：单相全桥式、三相桥式电压型逆变电路的特点、波形分析；移相调制原理。

【教学内容】

第一节 换流方式

学习逆变的基本工作原理、换流方式分类，习题 1、2。

第二节 电压型逆变电路（2 学时，其中授课 2 学时）

学习电压型逆变电路的特点、单相半桥式电压型逆变电路、单相全桥式电压型逆变电路、带中心抽头变压器逆变电路、三相桥式电压型逆变电路等波形分析、计算公式。习题 3、4、5。

第三节 电流型逆变电路

学习电流型逆变电路的特点、单相电流型逆变电路、三相电流型逆变电路等的波形分析、计算公式。

第四节 多重逆变电路和多电平逆变电路

学习多重逆变电路、多电平逆变电路的结构、特点、波形分析。

【研讨课】

研讨不同类型逆变器（重点电压型逆变器）的原理、应用，多重化、多电

平电路的意义及应用。

第五章 直流-直流变流电路

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，掌握直流-直流变流电路的基本原理、分析方法，达成以下目的：

1. 掌握基本斩波电路的原理、波形分析、参数计算、实际应用（支撑课程目标 1、2）；

2. 掌握复合斩波电路和了解多相多重斩波电路的结构、工作原理；（支撑课程目标 1、2）；

【重点与难点】

重点：降压斩波电路、升压斩波电路波形分析、参数计算。

难点：基本电力电子拓扑的分析方法。

【教学内容】

第一节 基本斩波电路

学习降压斩波电路、升压斩波电路、升降压斩波电路、CUK 斩波电路、Sepic 斩波电路和 Zeta 斩波电路的原理、波形分析、参数计算。其中降压斩波电路、升压斩波电路是重点。习题 1、2、3、4、5、6。

第二节 复合斩波电路和多相多重斩波电路

学习电流可逆斩波电路、桥式可逆斩波电路、多相多重斩波电路的结构、工作原理。习题 8、9、10

【研讨课】

研讨降压、升压、升降压等斩波电路在各种变换器拓扑组成中的基础作用。

【习题课】

讲解讨论课后习题，DC-DC 基本电路各种工作状态相关问题问答。

第六章 交流-交流变流电路

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2，通过本章学习，掌握交流-交流变流电路基本分析方法，达成以下目的：

1. 掌握交流调压电路在不同负载下的原理、波形、计算（支撑课程目标 1）；
2. 掌握交流调功电路，交流电子开关工作原理、波形分析；（支撑课程目标 1、2）；
3. 了解交-交变频电路的构成、工作原理、波形分析（支撑课程目标 1）。

【重点与难点】

重点：交流调功电路，交流电子开关工作原理、波形分析

难点：交流调功电路分析

【教学内容】

第一节 交流调压电路

学习单相交流调压电路、三相交流调压电路的工作原理、波形分析、公式计算。

习题 1、2。

第二节 其他交流电力控制电路（1 学时，其中授课 1 学时）

学习交流调功电路，交流电子开关工作原理、波形分析，及应用介绍。习题 3。

第三节 交-交变频电路

学习单相交-交变频电路、三相交-交变频电路的构成、工作原理、波形分析及应用介绍。

【研讨课】

研讨交流电子开关在无功补偿装置中的应用。

第七章 PWM 控制技术

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3 和课程目标 4，通过本章学习，掌握基本 PWM 调制方式，达成以下目的：

1. 掌握 PWM 控制的基本原理，PWM 逆变电路及其调制的基本方法（支撑

课程目标 1、2)；

2. 运用算法和调制法、特定谐波消去法、异步调制、同步调制、规则采样法、PWM 逆变电路的谐波分析等（课程目标 2、3、4）；

【重点与难点】

重点：PWM 调制基本原理；单极性、双极性 PWM 调制；

难点：单相、三相 PWM 逆变电路调制工作原理

【教学内容】

第一节 PWM 控制的基本原理

学习面积等效原理、PWM 控制的基本原理、波形分析。习题 1.

第二节 PWM 逆变电路及其控制方法

学习 PWM 逆变电路的控制方法，包括算法和调制法、特定谐波消去法、异步调制、同步调制、规则采样法、PWM 逆变电路的谐波分析等。习题 3、4、5、6.

【习题课】

讲解讨论课后习题，PWM 调制相关问题问答。

课内实验：

实验一 三相桥式全控整流及有源逆变电路实验

【教学目标和要求】

本教学内容支撑课程目标 1、2、3，通过实验操作，要求学生理解三相桥式全控整流及有源逆变电路的工作原理和晶闸管的工作特性，理解三相桥式全控整流电路实现有源逆变的条件。学会用示波器观测三相桥式全控整流电路转换到逆变状态的过程。

【实验内容】

- 1、调试晶闸管触发电路，观测阻性负载和阻感负载时，改变控制角大小时，整流电路输出电压、电流波形，晶闸管两端电压波形变化情况，记录输出电压平均值与控制角的关系。

- 2、观测主电路由整流电路变换到逆变电路的过程，模拟逆变失败故障，记录逆变失败时主电路输出电压波形的变化情况。

【主要仪器设备】

电力电子技术及电气传动实验装置、示波器、万用表等。

【实验要求】

实验重点和难点：三相桥式全控整流及有源逆变电路由主电路和控制电路组成，主电路和控制电路接线较多，学生要耐心细致连接电路。难点在于利用掌握的理论知识，通过观测主电路输出电压、电流波形和数据判断电路工作是否正常。

实验安全：1、任何接线和拆线操作都必须在切断主电源后进行，合上电源前需招呼全组同学注意；2、三相电源的相序要接正序；接通主电路前，控制电压调到零位，负载调到最大值；通电顺序要先接通主电路，再接通控制电路，然后逐渐加大控制电压，防止过流。3、不能用示波器同时观测主电路和控制电路的电压信号（差分探头除外），用示波器的两个探头观测主电路元器件之间的波形时注意找到两个被测信号的公共点作为基准点，否则容易通过两个探头的基准线发生短路故障。

实验二 直流斩波电路性能研究

【教学目标和要求】

本教学内容支撑课程目标 1、2、3/4。通过实验操作，要求学生掌握直流斩波电路的工作原理，重点掌握降压斩波电路和升压斩波电路的工作特性。要求学生研究 PWM 控制信号的形成过程，了解专用 PWM 控制集成电路 SG3525 的结构及工作原理。

【实验内容】

1. 测试控制电路两路输出信号的频率、占空比和死区时间，测试 PWM 信号的频率和占空比。
2. 测试分析降压斩波和升压斩波电路等六种典型电路的输入输出电

压，分析输入输出电压与占空比的关系。

【主要仪器设备】

电力电子技术及电气传动实验装置、示波器、万用表等。

【实验要求】

实验重点和难点：熟练使用示波器测试电路的工作波形，掌握调试方法，掌握用示波器或万用表测试控制信号占空比的方法；根据测试数据发现理论与实际的差别，难点在于分析造成理论与实际差别的原因。

实验安全：主电路输入电压不能过大；用示波器的两个探头观测主电路元器件之间的波形时注意找到两个被测信号的公共点作为基准点；主电路与控制电路分别观测。

实验三 单相正弦波脉宽调制 SPWM 逆变电路实验

【教学目标和要求】

本教学内容支撑课程目标1、2、3、4。通过实验操作，要求学生理解电压型单相全桥逆变电路的工作原理，掌握正弦脉宽调制SPWM调频、调压原理，掌握双极性正弦脉宽调制控制方式的工作特性，了解控制电路中调制波和载波频率与主电路输出电压频率和开关管工作频率的对应关系。

【实验内容】

1. 观测控制电路中正弦调制波信号频率调节范围，观测三角波载波的频率，观测同一相上下两个 IGBT 开关管驱动信号之间的死区时间。
2. 主电路输入侧加直流电压，测试主电路输出电压波形、幅值和频率，改变控制电路正弦波频率，观测主电路输出电压频率的变化情况；改变主电路负载，观测输出电压和电流的变化情况。

【主要仪器设备】

电力电子技术及电气传动实验装置、示波器、万用表等。

【实验要求】

实验重点和难点：重点理解主电路工作性质与控制电路的对应关系。难点是测试主电路开关管工作频率时干扰较大，调试示波器需要技巧和耐心。

实验安全：开机顺序很重要，一定要先打开主电路开关，再打开控制电路开关，关机时相反，这是防止主电路开关管误导通造成短路故障的重要步骤。不能用示波器同时观测主电路和控制电路，应分别进行观测。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	第一章绪论	电力电子器件发展史	从材料的发展，到电力电子器件的发展及国内外研发、生产及制造，对比发展状况	求真务实、百折不挠的科研精神，理解掌握继承与发展，学习与创新的关系。
2	第一章绪论	电力电子技术应用	我国在高压直流输电、柔性交流输电等领域的发展和超越	增强学生的民族自豪感，勇做改革的创新的实践者
3	第二章电力电子器件	电力电子器件的前沿应用	新型电力电子器件高功率密度、大功率装备中的应用	勇于探索、创新的科研精神
4	第三章整流电路	三相桥式全控整流电路	三相桥式整流电路大功率应用设计思路：由简单电路建立复杂电路	由简至繁的分析方法，认识到基础理论学习与开拓创新的关系。
5	第三章整流电路	三相可控整流电路、整流电路有源逆变工作状态	基于对单相全波电路逆变工作状态的分析，总结产生逆变所需要的条件，搭建整流电路与逆变电路之间的联系桥梁	引导学生科研思维的培养，通过对比整流与逆变的可逆过程，培养学生双向思维。
6	第四章	逆变电路	交-直-交变频电路的广泛应用	引导学生理解需求推动科学技术的发展，勇于联系实际、开拓创新。
6	第五章直流-直流变换电路	基本斩波电路	以三种基本电路为基础的变换器拓扑组合	注重基础理论分析和应用的学习及科研态度
7	第六章交流-交流变流电路	交流电力电子开关	交流电力电子开关在柔性交流输电的应用及发展	大胆探索、勇于创新、百折不挠的科研精神
8	第七章PWM控制技术	PWM 逆变电路及控制方法	电路、电子技术、自动控制理论、电机学等先修课程在变换器中的综合应用	扎实学习基础课程，知识不断学习和巩固的重要性，促进大生主动把理论应用于实际，解决工程实际问题。
9	第三章作业	三相整流电路作业	作业认真画图、逐步计算，不要抄袭答案，分清答案对错	诚实守信、脚踏实地的学习态度

七、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计	
			课堂 授课	实验 学时	上机 学时	实践 学时	在线 学习	习题 课	研讨 课		其他
1	第1章	绪论	2								2
2	第2章	电力电子器件	7						1		8
3	第3章	整流电路	10	6				1	1		16
4	第4章	逆变电路	3	4				1	1		7
5	第5章	直流-直流变流电路	4	2				0.5	0.5		7
6	第6章	交流-交流变流电路	2						1		3
7	第7章	PWM控制技术	4	4				1			8
合计			32	16				3.5	4.5		56

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核、实验考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂讨论、课堂测验和拓展项目作业等。实验考核包括实验考勤、实验课堂、实验报告。期末考核采取闭卷考试、流水批卷形式。平时考核成绩占总成绩的10%，实验考核占10%，期末考核成绩占总成绩的80%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (80%)	课程目标 1	50	100
	课程目标 2	40	
	课程目标 3	10	
平时考核 (10%)	课程目标 1	30	100
	课程目标 2	20	
	课程目标 3	20	

	课程目标 4	30	
实验考核 (10%)	课程目标 1	50	100
	课程目标 2	20	
	课程目标 3	20	
	课程目标 4	10	

【平时考核环节评分标准】

考核得分 考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
习题作业	对电力电子器件及拓扑的有关概念运用较差,不能正确解答作业中的问题	能运用电力电子技术有关概念、计算方法,正确解答各章节作业中的问题	能较好地运用电力电子技术的有关概念、计算方法,正确规范地各章节解答作业中的问题	能灵活地运用电力电子技术有关概念、各种实用计算方法,正确规范地各章节解答作业中的问题
平时测验	不能在规定的时间内解答电力电子技术等测试问题,答题不准确	基本能在规定的时间内解答电力电子技术等测试问题,答题基本准确	能在规定的时间内,较准确地解答电力电子技术等测试问题	能在规定的时间内准确地解答电力电子技术等测试问题
课堂讨论	课堂讨论不积极,分析电力电子技术问题能力弱,表达不清晰	能陈述电力电子技术的概念基本准确,能对电力电子技术计算等有关问题参与课堂讨论	能较准确地陈述电力电子技术的概念,积极参与电力电子技术计算等有关问题课堂讨论	积极参与课堂讨论,正确陈述电力电子技术的概念,分析问题能力较强
拓展项目	不参与项目拓展作业,不了解项目拓展作业内容	对项目内容基本了解,但无法完成项目作业	对项目内容准确了解,能够完成部分项目作业	对项目内容准确了解,能够完成全部项目作业
实验	未能进行实验,实验步骤不正确,实验目的不明确,实验数据不真实。	能独立完成部分实验,实验步骤较准确,实验目的较清晰,实验数据处理较准确。	能独立完成大部分实验,实验步骤准确,实验目的清晰,实验数据处理准确。	能独立完成全部实验,实验步骤准确,实验目的清晰,实验数据处理准确。能提出新的实验方案,解决实验中出现的问題。

【平时考核环节权重】

考核环节	课程目标				合计
	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	
习题作业	20	5	0	5	30
考勤讨论	0	10	5	10	25
平时测试	10	5	5	5	25
拓展项目	0	0	10	10	20
合计	30	20	20	30	100

【考试环节权重】

章节	权重	课程目标			合计
		课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	
绪论		5	0	0	5
电力电子器件		5	10	0	15
整流电路 逆变电路 直流-直流变流电路		30	20	5	55
交流-交流变流电路		5	5	0	10
PWM 控制技术		5	5	5	15
合计		50	40	10	100

九、教材及参考资料

【教材】

王兆安、刘进军主编. 电力电子技术, 第 5 版, 机械工业出版社, 2009 年 5 月。该教材为普通高等教育“十一五”国家级规划教材, 普通高等教育电气工程与自动化类“十一五”规划教材。

【参考书】

1. 陈坚、康勇. 电力电子学 (第三版). 高等教育出版社, 2002

2. 冷增祥、徐以荣.电力电子技术基础. 东南大学出版社.2012
3. 林渭勋.现代电力电子技术[M].北京：机械工业出版社，2006.
4. 李序葆、赵永健. 电力电子器件及其应用.北京：机械工业出版社，2002
5. Robert W. Erickson, Dragan Maksimovic. Fundamentals of powerelectronics [M]. Prentice Hall, 2002
6. Mohan N, Undeland T M, Robbins W P. Power electronics-converters, applications, and design [M]. 3nd edition. John Wiley & Sons, 2003.

十、大纲说明

电力电子技术是一门正在迅速发展的学科，很多内容都处于研究、探索 and 不断更新阶段，本大纲的制订与目前电力电子技术的发展水平紧密相关，很多内容随时间在不断变化，教学过程中，主要参考王兆安、刘进军主编的《电力电子技术》第5版，也会补充一些新颖的内容，所以每届学生授课内容及实验内容可能会有一定程度的更新。

山东大学电气工程学院

《电气工程基础》理论课程教学大纲

编写人：叶 华 张 黎 王 冠 审定人：张 文 韩学山

王孟夏 李常刚

编制时间：2021 年 3 月

审定时间：2021 年 4 月

一、课程基本信息：

课程名称	电气工程基础		
英文名称	Fundamentals of Electrical Engineering		
课程编码	sd01931480, sd01931490		
开课单位	电气工程学院		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	7	学时	总学时 119 (授课 102 实验 14 研讨 3)
适用专业	电气工程及其自动化		
先修课程	高等数学、线性代数、电路、电磁场、电机学、电力电子技术、计算机文化基础		
课程网站			

二、课程描述

(不超过 200 字，须提供中、英文对照描述)

《电气工程基础》是电气工程及其自动化专业的一门必修的专业基础平台课程，主要讲授电力系统分析、高电压与绝缘技术、高压电器设备、继电保护和运行与控制等方向的基础内容，使学生掌握电气工程理论基础，理解电力设备耐受能力，建立电力系统设计、运行、控制及保护决策的整体概念，培养学生分析和解决工程问题的能力，建立工程科学思维，在电气工程及其自动化专

业人才培养中具有承上启下的关键作用。

“Fundamentals of Electrical Engineering” is one of the professional fundamental courses for students majoring in Electrical Engineering and Its Automation. It mainly focuses on fundamental principles of power system analysis, high voltage and insulation, high voltage apparatus, power system protection, and power system operation. With this course, students should grasp the theoretical basis of electrical engineering, understand the restrictions that electrical equipment can tolerate, and establish the overall concepts of power system design, operation, control, protection, and decision-making. This course helps students to develop the capability of analyzing and solving engineering problems, and establish thoughts of engineering science. It plays a central role in training talents in Electrical Engineering and Its Automation.

三、课程目标

【课程目标】

《电气工程基础》是电气工程及其自动化专业的专业基础课，也是电气工程卓越工程师培养计划的核心课程，对了解电力系统的基本环节、培养学生综合分析能力、了解掌握电力专业的学科前沿的动态具有重要的作用，且对于后续专业课程的进一步学习也起着非常重要的基础性作用。

课程的总体教学目标是，坚持“宽专业、厚基础，重能力、高素质”的原则，以“人文精神、科学素养、创新能力”和谐统一为目标，利用新的教学方法和手段，着力提高工程教育质量，致力于培养“研究型、管理型、创新型、国际型”的卓越工程人才。

通过该课程的学习，希望学生能够掌握电力系统分析的理论基础，理解电力系统中各设备耐受电、热、动限制的能力及设计、运行中应该专项的原则，并建立起电力系统设计、运行、控制及保护决策的整体概念，并较扎实地掌握

电力系统问题认知和分析能力，从而提高综合运用基础理论解决科学、技术和工程问题的能力，为学习后续专业课程及从事电力系统相关工作打好基础。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	能够理解电力系统分析、高电压与绝缘技术、高压电器设备、继电保护和运行与控制的基本概念、理论和方法，并利用相关方法解决电力系统设计、运行、控制及保护决策的基本问题	从电力系统整体图景出发，按系统篇—高压篇—设备篇—保护篇—控制篇的递进过程，以课堂讲解、随堂讨论、随堂测验、课后作业等方法，熟记相关理论概念，并通过手工推导和案例计算，深入理解概念的基本问题
目标 2	能够针对电力系统设计、运行、控制及保护决策的工程问题，设计相关实验，分析实验结果，正确设计相关系统与运行、控制及保护策略	通过案例设计、实验分析等，结合电气工程基本理论概念，优化相关工程案例的电气参量配置，并验证相关配置的合理性
目标 3	能够参考相关专业资料主动学习，拓展学习电气工程的相关概念、理论和方法	根据课后布置的开放性问题，检阅相关学术文献，并结合本课程与后续课程的衔接关系，主动探索部分深入知识点与方法
目标 4	能够针对电力系统工程复杂问题，考虑环境与可持续发展要求，提出问题解决方案，并撰写专业报告，与同行进行专业、清晰的交流	通过小组合作完成作业及开放性报告，通过课堂提问和讨论，提高有效交流能力。

【课程目标与毕业要求指标点的对应关系】

课程目标	毕业要求			
	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
1.3 能够将相关知识和数学模型方法用于推演、分析电气工程领域复杂工程问题。	M			
1.4 能够将相关知识和数学模型方法用于电气工程领域复杂工程问题解决方案的比较与综合。		H		
3.1 掌握电气工程领域工程设计和产品开发的全周期、全流程的基本方法和技术，并根据技术需求分析影响设计目标和技术方案的各种因素。		L		
4.1 能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析电气工程领域复杂工程问题的解决方案。			H	
7.2 能够站在环境保护和可持续发展的角度思考电气工程实践的可持续性，评价电气工程实践可能对人类和环境等方面产生的积极意义和不利影响。				H

说明：强支持—H，中等支持—M，弱支持—L

四、课程教学要求

1. 授课方式：板书与多媒体结合，课堂教学与实验相结合。
2. 课程内容：本课程是电气工程及其自动化专业的专业基础必修课程，是对《高等数学》、《线性代数》、《大学物理》、《复变、场论、拉氏变换》、《电磁场》、《电机学》、《电力电子技术》等先修课程所学知识在电力系统中的应用，主要学习电力系统分析、高电压与绝缘技术、高压电器设备、继电保护和运行与控制决策中基本而基础的相关知识，为学生后续分方向后进一步深入学习具体的专门理论奠定公共的基础。在教学中，要密切结合电力系统的相关工程问题进行教学，使学生能够建立起课堂知识与实际工程实践间的联系，要重点从基本原理层面讲清楚基本而基础的相关知识，对于在基本原理之上可以外推拓展的知识要以学生自学为主。
3. 作业：主要为课后习题以及基于具体工程的拓展性作业，促进学生理解课堂内容，能模仿例题演算习题，巩固所学知识。

五、课程教学内容及学时分配

本课程共 7 学分，总学时 119 学时，其中，授课 102 学时，实验 14 学时，研讨 3 学时，分两个学期完成。其中前一学期 3 学分，授课 42 学时、实验 6 学时、研讨 3 学时，后一学期 4 学分，授课 60 学时，实验 8 学时。

第一章（2 学时，其中授课 2 学时，研讨 0 学时，实验 0 学时、测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1。

通过本章的学习，使学生了解电力系统形成和发展简史，了解我国电力系统的基本现状，以及高压直流输电的基本概念，掌握电力系统的组成和交流系统的中性点运行方式。

【具体教学内容】

1) 高压交流输电的优势，高压直流输电的适用场合；2) 电力系统的组成；3) 交流系统的中性点运行方式。

【教学和学习建议】

追溯电力系统形成和发展的脉络，结合发电使用的一次能源的不同形式、

我国能源资源与负荷中心逆向分布的特点，讲解电力系统的组成，交流系统的中性点运行方式，以及高压直流输电的基本概念。

【教学/考核难点重点】

重点是分析和理解交流系统的中性点运行方式及特点。

第二章（8 学时，其中授课 6 学时，研讨 1 学时，实验 1 学时、测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3。

理解和掌握电力系统各元件的稳态等效电路和数学模型，包括同步发电机、变压器、输电线路和负荷的正序、负序和零序参数和模型。

【具体教学内容】

1) 凸/隐机同步发电机的稳态运行相量图、等效电路，以及正、负、零序电抗；2) 变压器的正、负、零序参数和等效电路；3) 电力线路的正、负、零序参数；电力线路的集中参数和分布参数等效电路；4) 电力负荷的数学模型。

【教学和学习建议】

1) 结合《电机学》和《电磁场》相关知识和理论，以磁路和电场为核心，以各元件阻抗（或导纳）的物理意义入手强化理解、记忆和应用，为电力网络的正、负、零序网络的建立打下坚实基础；2) 在建立同步发电机稳态运行的数学模型时，综合应用《电机学》中的双反应原理、派克变换，以及《电路》中的戴维南等效定理，“站在转子上看转子”，从而得到从定子端口看到内部（同步电抗后面的电势，暂态电抗后面的电势，以及次暂态电抗后面的电势）的发电机等效电路。

3) 在实验中引导学生根据电气设备参数提炼相关设备模型参数。

4) 在作业考核中要安排学生讲解，使同学们通过相互讲解、质疑、答辩的方式进一步提升对知识点的理解。

【教学/考核难点重点】

难点是同步发电机正序电抗（包括同步电抗，暂态和次暂态电抗）的物理意义，同步发电机的等效电路，以及变压器的零序电抗和等效电路。重点是输电线路的集中参数和分布参数等效电路，输电线路正序和零序参数的影响因素；

变压器零序参数的影响因素。

第三章（11 学时，其中授课 8 学时，研讨 1 学时，实验 2 学时、测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3、课程目标 4。

掌握电力网络标么等值电路的建立方法，简单电力系统潮流的分析方法，以及复杂电力系统潮流计算的牛顿—拉夫逊方法和 PQ 分解方法。

【具体教学内容】

1) 电压等级及电力系统设备额定电压的确定，基准值改变时电力系统元件标么值的换算，基于变压器 Π 型等效电路的电力网标么等效电路的建立；2) 电力线路和变压器中电压降落和功率损耗的计算，基于前推一回代的简单辐射形网络的潮流计算，功率分点及简单环形网络中的潮流计算；3) 电力网络导纳矩阵的形成，节点功率方程与节点分类，牛顿—拉夫逊潮流计算方法；4) PQ 分解潮流计算方法的原理与应用。

【教学和学习建议】

1) 通过多级电压网络中电压级归算的两种途径的对比分析，让学生了解“将未经归算的各元件阻抗、导纳以及网络中各点电压、电流的有名值除以由基本级归算到元件所在电压级的阻抗、导纳、电压、电流基准”这种有名值电压级归算方法的优势；2) 类比变压器 Π 型有名值等效电路的建立方法，建立变压器 Π 型标么等效电路；3) 详细推导和理解极坐标下的节点功率方程，为应用牛顿—拉夫逊潮流计算方法和理解 PQ 分解潮流计算方法的原理，奠定坚实的基础。

4) 相关实验中要让学生比较实验结果与手算潮流间的差异，并解释。

5) 在作业考核中要安排学生讲解，使同学们通过相互讲解、质疑、答辩的方式进一步提升对知识点的理解。

6) 对于潮流计算知识的拓展，可以通过安排相关文献资料和参考书，让学生自学，并在作业的习题课中进行研讨。

【教学/考核难点重点】

重点是输电线路和变压器的功率损耗和电压降落的计算，以及简单辐射网

络的潮流计算方法，难点是牛顿—拉夫逊潮流计算方法和 PQ 分解潮流计算方法。

第四章（6 学时，其中授课 4 学时，研讨 1 学时，实验 1 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3、课程目标 4。

理解无限大容量电源供电的三相短路暂态过程，掌握同步发电机发生三相短路后的暂态过程，掌握和应用不对称短路分析的对称分量法。

【具体教学内容】

1) 无限大容量电源供电的三相短路的分析与计算，冲击电流的概念及出现的条件；2) 同步发电机机端发生三相短路后暂态过程的分析及基频交流分量初始值得计算；3) 对称分量法分析不对称故障的基本原理，正、负、零序网络的建立，应用对称分量法分析不对称短路故障。

【教学和学习建议】

1) 结合《高等数学》中微分方程的求解及《电路》中二阶电路暂态响应的分析方法，理解无限大容量电源供电的三相短路后电流的变化规律；2) 充分理解和理解同步发电机发生三相短路后的主磁路，对第二章中同步发电机稳态运行的数学模型和等效电路再认识。

2) 实验中观察短路故障发生后的暂态过程，分析系统短路故障发生后的电压、电流变化过程。

【教学/考核难点重点】

难点是同步发电机发生三相短路后的暂态过程，重点是应用对称分量法对不对称短路故障进行分析和计算。

第五章（4 学时，其中授课 4 学时，研讨 0 学时，实验 1 学时、测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 3、课程目标 4。

掌握电力系统静态稳定性和暂态稳定性的基本概念；掌握分析简单电力系统的暂态稳定性的等面积定则；理解提高电力系统静态稳定性和暂态稳定性的措施。

【具体教学内容】

1) 电力系统静态稳定性和暂态稳定性的基本概念；2) 发电机转子运动方程；3) 简单电力系统在发生小扰动后的转子运动过程分析；4) 简单电力系统的暂态稳定性分析；4) 等面积定则；5) 提高电力系统静态稳定性和暂态稳定性的措施。6) 实验中验证故障快速切除和自动重合闸装置对提高系统暂态稳定性的作用。

【教学和学习建议】

1) 结合转子运动方程和发电机功角曲线分析简单电力系统的静态稳定性和暂态稳定性；2) 类比物体的直线运行，分析转子的运动过程。

【教学/考核难点重点】

难点是简单电力系统在发生小扰动和故障后的转子运动过程分析，重点是等面积定则和提高电力系统静态稳定性和暂态稳定性的措施。

第六章（4 学时，其中授课 4 学时，研讨 0 学时，实验 0 学时、测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 3、课程目标 4。

通过本章的学习，使学生掌握波过程的基本物理意义，了解集中参数与分布参数的不同，理解彼得逊等效电路物理含义和等效方法。

【具体教学内容】

1) 均匀无损耗线路上的波过程；2) 波动方程的物理意义；3) 波的折射与反射；4) 彼得逊等效电路。

【教学和学习建议】

结合光的传播规律对电磁波的传播规律进行着重讲解，以波阻抗为核心，从波的这放射系数物理意义入手强化理解、记忆和应用，引导学生从集中参数电路过渡到分布参数电路，会使用彼得逊等效等效法则进行求解。

【教学/考核难点重点】

重点是分布参数电路的彼得逊等效电路；难点是理解波动方程的基本思想和物理含义。

第七章（10 学时，其中授课 10 学时，研讨 0 学时，实验 0 学时、测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 3、课程目标 4。

通过本章的学习，使学生了解高电压与绝缘技术的基本理论，了解高压试验的基本内容。

【具体教学内容】

1) 气体放电基本理论；2) 电介质击穿特性；。

【教学和学习建议】

掌握气体放电基本理论，以此为基础，进一步拓展到液体固体电介质的放电特性。了解高压电气设备的破坏性实验与非破坏性实验的内容。

【教学/考核难点重点】

重点是气体放电的几种基本理论；难点是理解各种放电理论的异同点。

第八章（4 学时，其中授课 4 学时，研讨 0 学时，实验 0 学时、测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 3、课程目标 4。

通过本章的学习，掌握电力系统雷电过电压与内部过电压的各种类型及防护措施。

【具体教学内容】

1) 雷电过电压及防雷保护；2) 内部过电压；3) 工频电压升高。

【教学和学习建议】

结合物理学模型，了解雷电过电压产生的基本过程；结合电力系统的开关操作过程以及等效电路，了解内部过电压产生的过程及相关的基本原理。

【教学/考核难点重点】

重点是内部过电压产生的基本类型及基本原理；难点是内部过电压倍数的推导过程。

第九章（16 学时，其中授课 14 学时，研讨 0 学时，实验 2 学时、测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 3、课程目标 4。

通过本章的学习，使学生掌握电力系统的主要一次设备的作用、种类、型号、基本结构、基本工作原理、主要技术参数、配置、连接方式及在运行时的主要注意事项等。

【具体教学内容】

1) 电力开关的开断及电弧现象；2) 高压断路器；3) 隔离开关；4) 其他开关电器；5) 电压/电流互感器；6) SF6 全封闭组合电器。

【教学和学习建议】

以理论教学为主，学生应广泛阅读相关资料，尽快对电气设备在系统中发挥的作用有较深的理解，从而促进上述对设备的基本结构、基本工作原理、主要技术参数等关键内容的掌握。

实验室内各种电气设备的认知。

【教学/考核难点重点】

重点掌握上述主要一次设备的作用、基本结构、基本工作原理、主要技术参数、连接方式及在运行时的主要注意事项。

第十章（6 学时，其中授课 6 学时，研讨 0 学时，实验 0 学时、测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3、课程目标 4。

通过本章的学习，使学生掌握电气主接线的基本要求、基本形式及倒闸操作。

【具体教学内容】

1) 电气主接线的基本要求；2) 有母线的电气主接线，主要包括：接线图、运行特点、优缺点和适用情况；通过倒闸操作改变运行方式；3) 无母线的电气主接线：主要包括：接线图、运行特点、优缺点和适用情况。

【教学和学习建议】

以理论教学为主，从熟记接线图入手，掌握各种接线形式的运行特点，从而分析其优缺点和适用情况；从断路器与隔离开关的动作顺序入手，掌握如何

进行正确的倒闸操作。

【教学/考核难点重点】

基本电气主接线的接线图、运行特点、优缺点和适用情况；有母线的电气主接线通过倒闸操作改变运行方式。

第十一章（4 学时，其中授课 4 学时，研讨 0 学时，实验 0 学时、测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3、课程目标 4。

通过本章的学习，使学生掌握如何正确选择第九章中所学的高压电器。

【具体教学内容】

1) 长期发热和短时发热的概念与计算；2) 电动力的计算；3) 导体、绝缘子、套管的选择；4) 断路器和隔离开关的选择；5) 互感器的选择。

【教学和学习建议】

以理论教学为主，从基本原理上推导发热与电动力的计算过程，结合第九章深刻理解对导体、绝缘子、套管、断路器、隔离开关、互感器等电器的选择过程。

【教学/考核难点重点】

重点是理解发热与电动力的计算和意义，理解高压电器的选择原则与过程。

第十二章（2 学时，其中授课 2 学时，研讨 0 学时，实验 0 学时，测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3、课程目标 4。

通过本章学习，使学生理解继电保护的作用、基本原理及电力系统对保护的“四性”要求等基本概念。

【具体教学内容】

1) 故障与不正常状态及其后果；2) 继电保护的作用；3) 继电保护的基本原理及保护装置的组成；4) 对电力系统继电保护的基本要求；5) 继电保护技术的发展情况。

【教学和学习建议】

以理论教学为主，在教学过程中可结合一些对典型大停电事故的分析（如美国 8.14 大停电，印度大停电等），调动学生兴趣并帮助学生理解继电保护的重要作用，及其勿动、拒动带来的恶劣后果。

【教学/考核难点重点】

本章主要以基本概念为主，教学及考核的重点在于继电保护的作用、继电保护装置的组成及“四性”要求。

第十三章（14 学时，其中授课 12 学时，研讨 0 学时，实验 2 学时，测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3、课程目标 4。

通过本章学习，使学生掌握输电线路电流、阻抗保护的整定原则及计算方法，以及方向电流保护、零序保护，纵联保护的基本原理。

【具体教学内容】

1) 单侧电源网络相间短路的电流保护；2) 相间短路的方向性电流保护；3) 电网的接地保护；4) 输电线路的距离（阻抗）保护；5) 输电线路纵联保护。

【教学和学习建议】

在教学中应侧重保护原理，弱化保护装置和具体实现，需注意结合主保护、后备保护的概念，以及保护“四性”讲解三段式电流、阻抗保护的配合，让学生真正理解三段式保护的配合逻辑，避免学生因只关注计算题而死记整定计算公式。

分支系数建议从保护量推导的角度进行讲解；阻抗继电器重点讲授全阻抗圆特性，并通过双端电源供电网络引出方向圆特性，弱化偏移圆特性教学；纵联保护应侧重原理，弱化载波通道和环流、均压法原理接线。

课时安排建议：

- 1) 单侧电源网络相间短路的电流保护：4 学时理论教学+2 学时习题；
- 2) 相间短路的方向性电流保护：1 学时理论教学；
- 3) 电网的接地保护：1 学时理论教学；
- 4) 输电线路的距离（阻抗）保护：2 学时理论教学+2 学时习题；
- 5) 输电线路纵联保护：2 学时理论教学，建议与变压器纵联保护结合。
- 6) 输电线路短路故障的过流保护整定实验。

【教学/考核难点重点】

三段式电流保护整定原则及计算；三段式阻抗保护整定原则及计算；功率方向保护的作用及特点；零序保护的特点及零序电压、电流分量的获取方法；输电线路纵联保护的工作原理。

第十四章（4学时，其中授课4学时，研讨0学时，实验0学时，测试0学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标1、课程目标2、课程目标3、课程目标4。

通过本章学习，使学生了解变压器、发电机和母线的故障类型及相应保护方式，重点掌握变压器纵差保护的基本原理、特点及消除不平衡电流的方法。

【具体教学内容】

1) 变压器的故障类型、不正常运行状态及其相应的保护方式；2) 变压器的纵差保护基本原则；3) 变压器纵差保护的特点；4) 发电机的故障类型、不正常运行状态及其相应的保护方式；5) 母线的继电保护。

【教学和学习建议】

在讲解中需注意关联前面的知识，用在变压器、发电机和母线上的电压、电流、阻抗及纵差保护原理与输电线路是相同的，同时也要强调不同之处，加深学生的理解。

课时安排：

- 1) 变压器纵联保护：1学时理论教学；建议与线路纵联保护一起讲；
- 2) 变压器非电量保护和其他设备的保护：1学时理论教学；
- 3) 保护篇总结：2学时。

【教学/考核难点重点】

变压器纵差保护的原理、特点；不平衡电流产生的原因及改善方法。

第十五章（20学时，其中授课16学时，研讨0学时，实验4学时，测试0学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标1、课程目标2、课程目标3、课程目标4。

通过本章学习，使学生了解电力系统安全性的基本概念，识记电力系统安全性的转化逻辑，理解有功-频率控制和无功-电压控制的基本原理与方法，理解电力系统有功经济调度的优化方法、了解无功经济调度的概念，了解和识记电力系统自动化的装置及概念。

【具体教学内容】

1) 电力系统运行的安全性；2) 电力系统的有功与频率控制；3) 电力系统的电压控制；4) 电力系统的优化调度；5) 电力系统运行的自动化。

【教学和学习建议】

在讲解中需要与系统篇部分的变压器模型、潮流计算、稳定性等内容对应，讲清有功-频率和无功-电压控制可以解耦的依据，调频、调压和优化调度的要通过例题和习题演算。

在学习中需要学生复习系统篇部分，两相结合以理解相关概念。

不讲调频和调压的设备结构；从自动控制负反馈的角度引出一般控制方法；优化调度不涉及输电网络。

课时安排：

- 1) 电力系统运行的安全性：2 学时理论教学；
- 2) 电力系统的有功与频率控制：3 学时理论教学+1 学时习题；
- 3) 电力系统的电压控制：3 学时理论教学+1 学时习题；
- 4) 电力系统的优化调度：2 学时理论教学+1 学时习题；
- 5) 电力系统运行的自动化：1 学时理论教学；建议与电能质量和可靠性一起讲，共占用 1 学时。
- 6) 同步发电机有功功率和频率调整实验；
- 7) 同步发电机无功功率和电压调整实验。

【教学/考核难点重点】

电力系统的运行的安全性转化规律；有功-频率控制；无功-电压控制；有功经济调度。

第十六章（2 学时，其中授课 2 学时，研讨 0 学时，实验 0 学时，测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3、课程目标 4。

通过本章学习，使学生了解电能质量的概念和标准，了解电力系统可靠性的含义，了解可靠性的技术经济评价。

【具体教学内容】

1) 电能质量标准；2) 电力系统可靠性及其评估；3) 电网区域间的传输能力及其评估；4) 可靠性及其技术经济评价。

【教学和学习建议】

在讲解中需要与生产实际结合，讲清楚电能质量和可靠性对电力系统及用户有什么影响。在学习中需要学生结合电机学、电力电子等课程中与谐波有关的概念进行学习。

课时安排：

1) 电能质量与可靠性：1 学时理论教学；建议与电能质量和可靠性一起讲，共占用 1 学时。

2) 控制篇总结：1 学时。

【教学/考核难点重点】

本章以了解为主，不做考核要求。

本文档尚需完善的地方：

- 1、教学目标的细分，知识、能力、素质
- 2、作业问题：要写一下本章要布置哪方面的作业（最好具体到每次作业的范围），是否设置习题课】
- 3、实验问题：要在课程中增加对实验的论述，包括实验的基本内容，与理论知识的对应关系】
- 4、对于需要参考资料拓展的做一些说明，体现自主学习的支撑】

六、课程思政元素

本课程是学生学习后续专业课程的前置公共专业基础课，是学生建立对电力系统完整认识的重要课程。本课程的思政元素包括但不限于：

章号	章节名	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
第1章	绪论	交直流电压等级	我国特高压交流和直流从跟跑到领跑的突破	树立突破国外技术垄断和封锁的自信
第2章	电力系统各元件的数学模型	标么制		
第3章	电力系统潮流分析	牛顿-拉夫逊法潮流	拉夫逊在发展该方法上的“不争”	树立正确的科研态度的
第4章	电力系统短路及非全相运行分析	对称分量法	C. Fortescue的88页开创新论文	建立科学研究的变换思维
第5章	简单电力系统静态与暂态稳定分析	等面积法则	校友薛禹胜院士的突破性提升—EEAC	提升对学校发展历史的自豪感, 增强奋发学习的动力
第6章	传输线的波过程	分布参数电路暂态过程本质是电磁波的传播过程	法拉第在实验中发现并总结电磁感应定律	挖掘电磁现象和规律中的哲学元素, 使学生认识到科学史发展的重要范式是: “反复实验-发现规律-数学表述”。
第7章	高压绝缘与试验	气体/液体/固体的绝缘特性及经典高压试验	法拉第笼/马克思回路的发明过程及应用。	从细节处感受高压试验的严谨和魅力, 培养学生严谨的态度。
第8章	电力系统过电压及保护	输电线路的过电压防护	“美加大停电”以及2008年我国冰雪灾害造成的南方大面积停电等案例分析与思考	培养学生用发展的眼光看待、解决工程问题, 利用自己的专业知识和能力投身祖国建设、服务社会。
第9章	高压电器的原理	主要一次设备的工作原理和发展	泰开集团(校友创办)的发展历程——打破技术垄断。	要有敢于动手创造的勇气和超越他人的精神。
第10章	电气主接线及其特点	电气主接线的主要接线形式及倒闸操作	举例因倒闸操作顺序不对导致严重事故的思考与分析。	作为国家未来的科研工作者和工程技术人员必须具备严谨甚至是苛刻的态度和社会责任感。
第11章	高压电器的选择	电气设备选择常用的计算理论及主要一次设备的选择过程	虽是选择个体设备, 但要同时考虑到其他设备的工作原理与特点甚至是环境的变化。	事物不是一成不变的, 要用辩证的思维思考问题。
第12章	继电保护的基本原理	继电保护四性	四性之间的矛盾统一关系	建立各种约束间的对立统一哲学思想
第13章	输电线路的继电保护	主保护与后备保护	事故下设备拒动与保护的后备间的关系	建立“备用”的工程概念

第14章	其他元件的继电保护	变压器的瓦斯保护原理	从电气量到非电量，这是主要矛盾的变化	要抓住主要矛盾解决问题，事情才能解决地好
第15章	电力系统的运行与控制	系统运行状态的转化	对比国内外的大停电事故及处理速度，解释我国三道防线体系的巨大意义	充分认识我国的三道防线体系的巨大原创价值，建立复杂系统解耦运行控制的学术理念
第16章	电力系统电能质量与可靠性	电能质量与可靠性指标定义	我国电能质量的进步及与国外的对比，分析指标提升背后的电力工作者的贡献	提升学生对我国电力建设成就的自豪感，建立对所预计从事事业的认同

七、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	第1章	绪论	2								2
2	第2章	电力系统各元件的数学模型	6	1						1	8
3	第3章	电力系统潮流分析	8	2						1	11
4	第4章	电力系统短路及非全相运行分析	4	2						1	7
5	第5章	简单电力系统静态与暂态稳定分析	4	1							5
6	第6章	传输线的波过程	4								4
7	第7章	高压绝缘与试验	10								10
8	第8章	电力系统过电压及保护	4								4
9	第9章	高压电器的原理	14	2							16
10	第10章	电气主接线及其特点	6								6
11	第11章	高压电器的选择	4								4
12	第12章	继电保护的基本原理	2								2
13	第13章	输电线路的继电保护	12	2							14
14	第14章	其他元件的继电保护	4								4
15	第15章	电力系统的运行与控制	16	4							20

16	第16章	电力系统电能质量与可靠性	2							2
合计			10 2	14				3		119

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核与期中、期末考核。平时考核包括：作业、课堂测验、课堂讨论和实验等。期中、期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 30%，期中考试成绩占总成绩的 30%，期末考核成绩占总成绩的 40%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
平时考核 (30%)	课程目标 1	40	100
	课程目标 2	30	
	课程目标 3	20	
	课程目标 4	10	
期中考试 (30%)	课程目标 1	55	100
	课程目标 2	45	
	课程目标 3	0	
	课程目标 4	0	
期末考试 (40%)	课程目标 1	55	100
	课程目标 2	45	
	课程目标 3	0	
	课程目标 4	0	

【平时考核环节评分标准】

分值	<60	60-75	75-90	90-100
----	-----	-------	-------	--------

考核环节				
作业	对电气工程的有关概念、计算方法运用较差，不能正确解答作业中的问题	能运用电气工程有关概念、计算方法，正确解答各章节作业中的问题	能较好地运用电气工程的有关概念、计算方法，正确规范地解答各章节作业中的问题	能灵活地运用电气工程的有关概念、各种实用计算方法，正确规范地解答各章节作业中的问题
课堂测验	不能在规定的时间内解答电气工程测试问题，答题不准确	基本能在规定的时间内解答电气工程测试问题，答题基本准确	能在规定的时间内，较准确地解答电气工程测试问题	能在规定的时间内准确地解答电气工程测试问题
平时表现	课堂讨论不积极，分析电气工程问题能力弱，表达不清晰	能陈述电气工程的概念基本准确，能对电气工程有关问题参与课堂讨论	能较准确地陈述电气工程的概念，积极参与电气工程有关问题课堂讨论	积极参与课堂讨论，正确陈述电气工程的概念，分析问题能力较强
实验	无法设计实验，不能记录和分析实验结果	能够设计部分实验，并记录和分析实验结果	能够完整设计实验，并准确记录和基本正确分析实验结果	能够完整准确设计实验，并准确记录和分析实验结果

【平时考核环节权重】

课程目标 考核	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	合计
作业	15	10	5	0	30
课堂测验	20	5	0	0	25
平时表现	0	5	10	10	25
实验	5	10	5	0	20
合计	40	30	20	10	100

【考试环节权重】

《电气工程基础（1）》期中和期末考试的各内容分数如下两表所示。

课程目标 章节	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	合计

第1章 绪论	10	0	0	0	10
第2章 电力系统各元件的数学模型	10	10	0	0	20
第3章 电力系统潮流分析	10	15	0	0	25
第4章 电力系统短路及非全相运行分析	10	10	0	0	20
第5章 简单电力系统静态与暂态稳定分析	10	15	0	0	25
合计	50	50	0	0	100

课程目标 章节	课程目标	课程目标	课程目标	课程目标	合计
	1	2	3	4	
第6章 传输线的波过程	20	20	0	0	40
第7章 高压绝缘与试验	15	20	0	0	35
第8章 电力系统过电压及保护	15	10	0	0	25
合计	50	50	0	0	100

《电气工程基础（2）》期中和期末考试的各内容分数如下两表所示。

课程目标 章节	课程目标	课程目标	课程目标	课程目标	合计
	1	2	3	4	
第9章 高压电器的原理	20	15	0	0	35
第10章 电气主接线及其特点	15	25	0	0	40
第11章 高压电器的选择	15	10	0	0	25
合计	50	50	0	0	100

课程目标 章节	课程目标	课程目标	课程目标	课程目标	合计
	1	2	3	4	
第12章 继电保护的基本原理	10	0	0	0	10

第 13 章 输电线路的继电保护	15	20	0	0	35
第 14 章 其他元件的继电保护	10	5	0	0	15
第 15 章 电力系统的运行与控制	15	25	0	0	40
第 16 章 电力系统电能质量与可靠性	0	0	0	0	0
合计	50	50	0	0	100

特别地，如因疫情等影响导致课程无法开展期中考试，则期中与期末考试的内容合并至期末考试，总分占比 70%。在此情形下，《电气工程基础（1）》和《电气工程基础（2）》的期末考试的内容分值如下。

课程目标 章节	课程目标	课程目标	课程目标	课程目标	合计
	1	2	3	4	
第 1 章 绪论	5	0	0	0	5
第 2 章 电力系统各元件的数学模型	10	5	0	0	15
第 3 章 电力系统潮流分析	5	10	0	0	15
第 4 章 电力系统短路及非全相运行分析	5	10	0	0	15
第 5 章 简单电力系统静态与暂态稳定分析	5	5	0	0	10
第 6 章 传输线的波过程	10	5	0	0	15
第 7 章 高压绝缘与试验	5	10	0	0	15
第 8 章 电力系统过电压及保护	5	5	0	0	10
合计	50	50	0	0	100

课程目标 章节	课程目标	课程目标	课程目标	课程目标	合计
	1	2	3	4	
第 9 章 高压电器的原理	10	5	0	0	15
第 10 章 电气主接线及其特点	5	10	0	0	15

第 11 章 高压电器的选择	5	5	0	0	10
第 12 章 继电保护的基本原理	5	0	0	0	5
第 13 章 输电线路的继电保护	10	10	0	0	20
第 14 章 其他元件的继电保护	5	5	0	0	10
第 15 章 电力系统的运行与控制	10	15	0	0	25
第 16 章 电力系统电能质量与可靠性	0	0	0	0	0
合计	50	50	0	0	100

九、教材及参考资料

【教材】

韩学山，张文 主编，电力系统工程基础（第一版），机械工业出版社，2008年1月版，普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

【参考书】

- 1、夏道止 主编，电力系统分析（第二版），中国电力出版社，2004
- 2、梁羲东，陈昌渔，周远翔 编著．高电压工程（第一版）．清华大学出版社，2003
- 3、熊信银 主编，发电厂电气部分（第四版）．北京：中国电力出版社，2009
- 4、张保会，尹项根 主编，电力系统继电保护（第二版），中国电力出版社，2010

专业必修课程

山东大学 电气工程 学院

《复变、场论、拉氏变换变换》理论课程教学大纲

编写人：李红伟, 仲慧

审定人：范成贤

编制时间：2020年4月

审定时间：2020年5月

一、课程基本信息：

课程名称	复变函数、场论与积分变换					
英文名称	Complex function, Field theory and Integral Transformation					
课程编码	sd01920670					
开课单位	电气工程学院					
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input checked="" type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程					
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修					
学分	3	学时	总学时	授课学时	上机学时	实验学时
			48	48		
适用专业	电气工程及其自动化					
先修课程	高等数学，线性代数					
课程网站						

二、课程描述

【课程性质与目的（中文）】

本课程是工科类及应用理科类有关专业的一门重要的基础理论课，它包含复变函数、场论、积分变换三部分内容。复变函数是研究复自变量函数的分析课程，

在某些方面它是微积分学的推广。解析函数是复变函数研究的中心内容，留数的计算及其应用以及保角映射是复变函数特有的问题。矢量分析是矢量代数和微分运算的结合和推广，主要研究数量场和矢量场的有关概念和性质。积分变换有时也称为运算微积，是通过积分运算把一个函数转变为另一个更为简单的且易于处理的函数。该理论与方法在自然科学和工程技术中都有广泛的应用，是解决诸如流体力学、电磁学平面问题的有力工具。

【课程性质与目的（英文）】

This course is an important basic theory class for major in engineering and applied science, it contains two parts of the complex variable function and integral transform content. Complex variable function is an analytical course researching the complex value function of complex independent variables, which is a generalization of the calculus in some ways. Analytic function is the center of the research of complex variables function, the calculation of residue and its application and conformal mapping are unique problems of complex variables function. Vector analysis is a combination of vector algebra and microcomputer sub-operation, and mainly studies the concepts and properties of quantity field and vector field. Integral transform calculus, sometimes referred to as the operations is a method through the integral operation turn a function into another function which is more simple and easy to deal with. The theory and method has a wide range of applications in natural science and engineering, which is a useful tool of settling plane problem, for example hydrodynamics, electromagnetics.

三、课程目标

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	能够理解复变函数中的基本概念，系统地获得复变函数的基本知识，切实掌握其中的基本理论和方法，能够初步具备对复杂工程问题建立数学模型的能力。	结合高等数学的相关知识和概念，详细讲解复变函数的基本概念，解析函数的判定以及解析函数的相关知识和内容，通过课堂提问、讨论、作业及答疑等进一步巩固基本知识的掌握和运用，能对复变函数具有一个系统的认识和理解。
目标 2	理解拉普拉斯变换的基本概念和性质，场论的基本知识，并熟练应用该理论对数学其他分支以及电气工程领域的工程问题进行初步分析和判断电气工程问题的关键环节。	利用复变函数的基本理论，详细讲解拉普拉斯变换的基本概念，场论的基本理论，通过课堂提问、讨论、作业及答疑等进一步巩固基本知识的掌握和运用，利用计算机编程对一些基本理论进行验证分析，加深对基础理论的理解。

目标 3	通过对该课程的学习，具备分析问题和解决问题的能力，结合其他相关课程的基本理论，对电气工程领域的复杂工程问题提供构建和分析数学模型的方法和理论，解决一些电气工程领域的一些复杂问题。	通过课堂提问、讨论等进一步巩固和加深对复变函数相关理论的认识和理解，并建议学生通过查阅文献对相关问题进行自主学习，将已学习的复变函数的相关知识进行深化理解，引导学生从应用的角度对电气工程中的复杂问题进行建模，利用计算机编程软件进行分析验证，加深理解项目式作业背景。
-------------	---	--

【课程目标与毕业要求的对应关系】

课程目标 毕业要求	目标 1	目标 2	目标 3
1.2 能针对电气工程领域复杂工程问题建立数学模型并求解。	H		
2.1 能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理识别和判断复杂电气工程问题的关键环节。		H	
2.2 能基于相关科学原理和数学模型方法正确表达电气工程领域复杂工程问题；			M
12.2 具有不断学习和适应发展的能力，包括对技术问题的理解能力，归纳总结的能力和提出问题的能力。			M

四、课程教学基本要求

1. **授课方式：**

板书与多媒体结合

2. **课程内容：**

本课程的理论与方法在自然科学和工程技术中都有广泛的应用，它是研究微分方程、积分方程、数学物理方程等数学分支的必要工具，更是学习工程力学、振动力学、电工学、电磁学、热学、自动控制、电子工程、信息工程与机电工程等专业课程必要的理论基础。通过本课程的学习，培养学生抽象思维能力和逻辑推理能力，进而为学习后继课程及工程实际应用奠定良好的基础。

3. **作业：**

主要为课后习题和作业卷，促进学生理解课堂内容，能模仿例题演算习题，巩固所学知识。

5. 知识巩固：

通过计算机语言编程，对所学知识进行巩固练习，同时根据所学知识解决一些实际问题。

五、课程教学内容

第 1 章 复数

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，回顾高中数学关于复数的基本概念，并达成以下目的：

1. 能够掌握复数的概念和表示形式；
2. 能够掌握复数的运算形式；
3. 能够理解并掌握复变函数的概念及性质

【重点与难点】

重点：用不等式表示区域；复数的运算以及用复数方程表示曲线，复变函数的映射和极限概念。

难点：复数的开方以及用复数方程表示曲线。

【教学内容】

第一节 复数及其代数运算

复数的概念：虚单位、复数、实部、虚部、纯虚数、复数相等；复数的表示方法；复数的四则运算；复数的 n 次方根；

第二节 复平面上的曲线和区域

复平面上的曲线方程；简单曲线与光滑曲线；区域：邻域、开集、区域、闭区域；

第三节 复变函数

复变函数的概念：复变函数、单值函数、多值函数、定义域；映射的概念：映射、象、原象、对称映射；

第四节 复变函数的极限和连续性

复变函数函数的极限定义：极限的定义、极限存在的充要条件、极限的四则运算；函数的连续性：连续的定义、连续的充要条件、连续函数的性质；

第 2 章 解析函数

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，正确判别复变函数的解析性，并达成以下目的：

1. 能够利用极限和导数的概念判断一个函数是否是解析函数；
2. 能够利用定理判断一个函数是解析函数；
3. 利用解析函数的判别方法得到一些常用的解析函数（初等函数），通过初等函数的四则运算获得更多的解析函数。

【重点与难点】

重点：解析函数的概念，函数可导性和解析性的判断，初等函数。

难点：函数可导性和解析性的讨论判断；运用柯西—黎曼条件判定复变函数的可导性与解析性。

【教学内容】

第一节 解析函数的概念

复变函数的导数与微分：导数的定义、导数的运算、可微的定义；解析函数的概念：解析的定义、奇点解析函数的性质

第二节 函数解析的充要条件

函数可导的充要条件；函数解析的充要条件

第三节 初等函数

指数函数：指数函数的定义、加法定理；对数函数：对数函数的定义、性质；乘幂与幂函数：乘幂的定义、幂函数的定义；三角函数与双曲函数：双曲余弦、正弦、正切函数的定义；

【教学和学习建议】 利用复变函数与其实、虚部两个实二元函数的对应关系，将复变函数的极限、连续，可导性、解析性转化为两个实二元函数的条件判定。

第 3 章 复变函数积分

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3，通过本章学习，掌握复变函数的积分及其性质，并达成以下目的：

1. 能够利用微积分中的概念掌握复变函数的积分的概念以及与实变函数积分的区别（支撑课程目标 1）；
2. 能够借助复合闭路定理以及导数的概念求解复变函数的积分（支撑课程目标 1）；
3. 掌握解析函数与调和函数的关系，构造解析函数，解决平面场中的实际问题（支撑课程目标 2 和课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：复变函数积分的计算；柯西定理，柯西积分公式及高阶导数公式的用法，由已知的调和函数求其共轭调和函数或解析函数的方法。

难点：复合闭路定理，柯西积分公式及高阶导数公式。

【教学内容】

第一节 复变函数积分的概念

积分的定义：函数沿曲线积分的定义；积分存在的条件及其算法：积分存在的充分条件、积分计算公式；积分的性质：线性性质、不等式性质

第二节 柯西积分定理及其应用

柯西积分定理：如果函数 $f(z)$ 在单连通域 B 内处处解析，则 $f(z)$ 沿 B 内任何一条封闭曲线的积分为零；解析函数的原函数及在积分计算中的应用；复合闭路定理。

第三节 柯西积分公式和解析函数的高阶导数

柯西积分公式；解析函数的高阶导数及其应用；

第四节 解析函数与调和函数的关系

调和函数的定义；调和函数与解析函数的关系；

【教学和学习建议】 从复习高等数学中曲线积分的概念、性质和计算入手，介绍复变函数积分，注意对比区别和联系。

第 4 章 级数

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和目标 2，通过本章学习，掌握泰勒级数和洛朗级数的展开，并达成以下目的：

1. 能够利用阿贝尔定理判断解析函数是否收敛以及收敛半径（支撑课程目标 1）；
2. 能够直接法和间接法将一个解析函数展开成泰勒级数（支撑课程目标 1）；
3. 能够直接法和间接法将一个解析函数展开成洛朗级数（支撑课程目标 1）。
4. 利用洛朗级数求解积分（支撑课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：复数项级数与复变函数项级数，幂级数的概念、收敛圆与收敛半径，泰勒级数，罗朗级数。

难点：将不同圆环域内将函数展开成罗朗级数；函数展开成泰勒级数，在不同圆环域内将函数展开成罗朗级数。

【教学内容】

第一节 复数项级数

复数项级数的极限：收敛的定义、收敛的充要条件；复数项级数概念；复数项级数收敛的定义；复数项级数的审敛法：收敛的条件、绝对收敛、条件收敛；

第二节 幂级数

幂级数概念：幂级数收敛的定义、阿贝尔定理；收敛圆与收敛半径：收敛圆、收敛半径的定义；收敛半径的求法：比值法、根值法；幂级数的运算和性质；幂级数收敛的性质

第三节 泰勒级数

解析函数的泰勒展开定理；解析函数的泰勒级数展开法；

第四节 洛朗级数

洛朗级数展开定理；洛朗级数展开法及其应用；

【教学和学习建议】 利用实级数研究复级数，注意三类实函数展开成幂级数时基本公式的使用条件。

第 5 章 留数及其应用

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3，通过本章学习，掌握留数的计算及其应用，并达成以下目的：

1. 能够利用洛朗级数的概念计算留数。（支撑课程目标 1）；
2. 能够借助留数定理计算三类实积分（支撑课程目标 2）；
3. 利用留数法解决电力系统的相关问题，例如多 Agent 系统中非线性控制器的参数的优化和控制器的切换（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：孤立奇点，留数及其应用，留数在定积分计算上的应用。

难点：留数的计算及应用留数定理计算某些复积分和定积分；

【教学内容】

第一节 函数的孤立奇点

函数孤立奇点的概念和分类：可去奇点的定义、求法；极点的定义；本性奇点的定义、判断孤立奇点的类型；函数的零点与极点的关系：零点的定义、存在的充要条件、零极点关系；；

第二节 留数

留数的定义及计算：留数的定义；留数定理；留数的计算规则：规则 I—III

第三节 留数在定积分计算中的应用

留数定理在四类定积分中的应用。

【教学和学习建议】 利用留数定理和柯西积分公式、高阶导数公式计算复积分时有何区别与联系。

第 6 章 拉普拉斯变换

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3，通过本章学习，掌握拉普拉斯变换的基本知识和应用，并达成以下目的：

1. 能够利用复变函数的概念掌握拉普拉斯变换的定义和性质。（支撑课程目标 1）；
2. 能够利用拉普拉斯变换分析计算部分实变积分和求解微分方程（支撑课程目标 2）；
3. 利用拉普拉斯变换处理微分方程问题，进而解决控制理论和电路理论的相关

问题（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：拉普拉斯变换的概念；拉普拉斯变换的基本性质；拉普拉斯逆变换；拉普拉斯逆变换；卷积与卷积定理；拉普拉斯变换的应用。

难点：用拉普拉斯变换的性质计算某些函数的拉普拉斯变换及其逆变换；利用留数求拉普拉斯逆变换；用拉普拉斯变换求解常系数线性微分方程和某些微积分方程。

【教学内容】

第一节 拉普拉斯变换的概念

拉普拉斯变换及其逆变换的定义；拉普拉斯变换的存在定理；

第二节 拉普拉斯变换的性质

线性性质：拉氏变换及其逆变换的线性性质；微分性质：拉氏变换及其逆变换的微分性质；积分性质：拉氏变换及其逆变换的积分性质；位移性质：拉氏变换及其逆变换的位移性质；延迟性质：拉氏变换及其逆变换的延迟性质；

第三节 卷积

卷积的概念：卷积的数乘、微分、积分；卷积定理：卷积定理及其在拉氏逆变换中的应用；

第四节 拉普拉斯变换逆变换

反演积分的定义；拉普拉斯逆变换的求法：留数法；卷积定理法；部分分式展开法；性质法；

第五节 拉普拉斯变换的应用

利用拉普拉斯变换计算反常积分；利用拉普拉斯变换求解常微分方程；

【教学和学习建议】 尝试利用拉普拉斯变换求解电路中的微分方程。

第 7 章 矢量分析

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，理解矢性函数的概念以及矢性函数的几何意义并达成以下目的：

掌握矢性函数的微分和积分；掌握矢性函数的导数公式和积分公式并能熟练运用；

【重点与难点】

重点：矢性函数的导数与积分；

难点：矢性函数的导数与积分的计算方法。

【教学内容】

第一节 矢性函数

矢性函数的概念：矢性函数的定义；矢端曲线：矢端曲线的定义、矢量方程、参数方程；矢性函数的极限与连续性：极限的定义、运算法则、连续的定义、条件；

第二节 矢性函数的导数与微分

矢性函数的导数：导数的定义、计算公式；导矢的几何意义：切向矢量；矢性函数的微分：可微的定义、几何意义；矢性函数的导数公式：7个公式；导矢的物理意义：速度矢量、加速度矢量；

第三节 矢性函数的积分

矢性函数的不定积分：原函数、不定积分的定义；矢性函数的定积分：定积分的定义、积分公式；

第8章 场论

本章教学内容支撑课程目标1和课程目标3，通过本章学习，掌握场论的基本知识，并达成以下目的：

1. 能够利用适量分析和复变函数的概念掌握梯度、旋度和散度的概念和计算。
(支撑课程目标1)；
2. 掌握环量和通量的计算(支撑课程目标1)；
3. 利用梯度的相关理论解决电磁场中电位与电场强度的关系(支撑课程目标3)。

【重点与难点】

重点：场的概念及分类；数量场的梯度；向量场的散度；向量场的旋度；几种特殊的向量场。

难点：几种特殊向量场的理解及其判定；数量场的梯度，向量场的散度、旋度的求法及其特征。。

【教学内容】

第一节 场

场的概念：场、数量场、向量场的定义；数量场的等值面：等值面、等温面、等位面、等值线的定义；向量场的矢量线：矢量线、矢量面的定义；

第二节 数量场的方向导数和梯度

方向导数：方向导数的定义、计算公式；梯度：梯度的定义、计算公式；

第三节 向量场的通量及散度

通量：通量的定义、物理意义；散度：散度的定义、散度在直角坐标系的表示形式；

第四节 向量场的环量及旋度

环量：环量的定义、环量面密度及其计算公式；旋度：旋度的定义、计算公式；

第五节 几种主要的向量场

有势场：有势场的定义、存在的充要条件；管形场：管形场的定义、存在的充要条件；调和场：调和场的定义、存在的充要条件；

【教学和学习建议】 利用方向导数引入梯度概念，结合通量与环量的物理意义理解散度与旋度。

六、课程思政元素

序号	教学章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	第 1 章 第 1 节	虚数的产生和发展历史	卡当、达朗贝尔、棣莫弗、欧拉、高斯等对复数的贡献。	鼓励学生努力学习、勇于挑战的思想意识和善于发现问题以及不懈追求真理的科学精神。
2	第 1 章 第 3 节	复变函数和实变函数的关系	函数定义域变化和拓展催生了一个新的数学分支	引导学生理解掌握继承与发展，学习与创新的关系。
3	第 2 章 第 1 节	解析函数的概念	导数与解析函数概念的比较	引导学生认识不同概念之间的对立统一关系，从而培养学生把握细节的思维习惯，为以后的科学研究奠定必要的基础。
4	第 3 章 第 3 节	柯西积分公式	柯西一生勤奋，论著浩大，成果颇丰	从中挖掘正能量，促进学生利用青春年少时光，统筹旺盛精力，不断创新、探索新的科学问题。

5	第4章 第1节	级数收敛性	柯西提出级数收敛性理论	引导学生在学习和科研中要养成严谨的思维习惯，工匠精神。
6	第4章 第2节	阿贝尔定理	数学家阿贝尔在生活及其困难的情况下取得非凡成就。	引导学生在我们祖国给我们提供了这么好的生活和科研条件下，更应该努力学习，取得更大的成绩，回报祖国。
7	第5章 第2节	留数定理	留数定理与柯西积分公式和高阶导数公式的关系	引导学生在学习过程中，应学会避免片面的、孤立的、静止的看待问题，而是用辩证法的观点去加深理解，起到融会贯通的作用。
8	第6章 第1节	拉普拉斯变换	时域到频域的变换	通过拉普拉斯变换的和逆变换的处理过程，可以将原来不容易求解的问题进行转化。引导学生在日常生活和学习中也要学会转换角度，转换领域，多视角的解决问题。
9	第6章 第5节	拉普拉斯逆变	农村包围城市，曲线救国	引导学生能够在逆境中寻找突破口，在日常的生活和学习中遇到困难时，要勇于另辟蹊径，灵活处理一些问题。
10	第7章 第1节	点积与叉积	多维度度量	多维度的思维品质和习惯，培养学生克服困难的毅力和品质，增强学生解决问题处理问题的能力。
11	第8章 第2节	梯度	蚂蚁最佳逃生路线	培养学生利用数学理论与数学模型解决实际问题的思维品质与习惯。
12	第8章 第4节	旋度	小船顺流而下会旋转	引导学生要善于发现生活中的科学现象，并利用所学知识去解释或解决所遇到的问题，培养学生观察和思考的能力

七、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	
1	第1章	复数与复变函数	4							4
2	第2章	解析函数	6							6
3	第3章	复变函数的积分	6							8

4	第4章	级数	6							6
5	第5章	留数	6				2			6
6	第6章	矢量分析	2							2
6	第9章	拉普拉斯变换	6							6
7	第10章	场论	8				2			12
合计			44				4			48

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂讨论、课堂测验等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，期末考核成绩占总成绩的 80%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (80%)	课程目标 1	80	100
	课程目标 2	20	
	课程目标 3	0	
平时考核 (20%)	课程目标 1	50	100
	课程目标 2	30	
	课程目标 3	20	

【平时考核环节评分标准】

考核得分 考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
习题作业	作业抄袭，对复变函数的有关概念、计算方法运用较差，不能正确解答作业中的问题	概念基本清晰，独立思考、按时完成作业，解题思路比较清晰、步骤基本完整、格式答案基本准确。	概念清晰，独立思考、按时完成作业，解题思路比较清晰、步骤比较完整、答案比较准确。	独立思考、按时完成，解题思路清晰、步骤完整、答案准确，能灵活地运用复变函数的有关理论解答各章节作业中的问题

平时测验	不能在规定的时间内解答复变函数测试问题，答题不准确	基本能在规定的时间内解答复变函数等测试问题，答题基本准确	能在规定的时间内，较准确地解答复变函数等测试问题	能在规定的时间内准确地解答复变函数等测试问题
课堂讨论	课堂讨论不积极，分析问题能力弱，表达不清晰	能陈述复变函数的概念基本准确，能对复变函数计算等有关问题参与课堂讨论	能较准确地陈述复变函数的概念，积极参与复变函数计算等有关问题课堂讨论	积极参与课堂讨论，正确陈述复变函数的概念，分析问题能力较强

【平时考核环节权重】

课程目标 考核项目	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
作业	30	10	0	40
考勤、课堂提问	0	10	20	30
测试	20	10	0	30
合计	50	30	20	100

【考试环节权重】

章节 权重	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
第 1 章 复数与复变函数	8	0		8
第 2 章 解析函数	12			12
第 3 章 复变函数的积分	10	5		15
第 4 章 复级数	10	5		15
第 5 章 留数	10	5		15
第 6 章 拉普拉斯变换	10	5		15
第 7 章 矢量分析 第 8 章 场论	20	0		20
合计	80	20		100

九、教材及参考资料

【教材】 1. 刘建亚等主编,《复变函数与积分变换》,高等教育出版社,2019,普通高等教育“十五”国家级规划教材; 2. 谢树艺主编,《适量分析与场论》,高等教育出版社,普通高等教育“十二五”国家级规划教材。

【参考资料】

- [1] 刘建亚主编,《大学数学教程—微积分》,高等教育出版社,2003
- [2] 李红、谢松法. 复变函数与积分变换,北京:高等教育出版社,2013
- [3] 李建林编,《复变函数与积分变换典型题分析解集》,西北工业大学出版社,2001
- [4] 张元林.工程数学:积分变换(第四版),北京:高等教育出版,2003
- [5] 刘子瑞,徐忠昌. 复变函数与积分变换,北京:科学出版社,2011
- [6] 冯复科主编. 复变函数与积分变换,北京:科学出版社,2015
- [7] 杨曙. 矢量分析,北京:国防工业出版社,2005
- [8] 谢树艺. 矢量分析与场论学习指导书,北京:高教出版社,2012
- [9] John H. Mathews and Russell W. Howell. Complex Analysis for Mathematics and Engineering, Jones & Bartlett Pub, 2006
- [10] Mark J. Ablowitz, Athanassios S. Fokas. Complex variables: introduction and applications, Cambridge University Press, 2003
- [11] Rabha W.Ibrahim. Mathematica Scientia, 34(2014):1417-1426
- [12] M.Dalla Riva, P. Musolino. Real analytic families of harmonic functions in a planar domain with a small hole, Journal of Mathematical Analysis and Applications, 422 (2015): 37-55

山东大学 电气工程 学院

《运筹学》理论课程教学大纲

编写人：王明强

审定人：王洪涛

编制时间：2020年4月

审定时间：2020年5月

一、课程基本信息：

课程名称	运筹学		
英文名称	Operations Research		
课程编码	0192001510		
开课单位	电气工程学院		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input checked="" type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	2	学时	总学时 32 （授课 32 上机 实验 ）
适用专业	电气工程及其自动化		
先修课程	高等数学、线性代数		
课程网站			

二、课程描述

【课程性质与目的（中文）】

《运筹学》是电气工程及其自动化专业的一门学科基础平台课程。该课程是在大学高等数学、线性代数等相关课程的基础上，讲授各种优化模型及其求解技术，使学生能够运用各种优化模型及其方法对以后遇到的优化问题进行解析分析和定量计算，能够分析、解释、计算典型的线性、非线性规划，动态规划等问题，为学习后续专业课程或进一步研究提供必要的理论基础。通过本课程的学习，培养学生的辩证思维能力和职业伦理素养，树立理论联系实际科

学观点和提高学生分析问题解决问题的能力。

【课程性质与目的（英文）】

Operations Research is a professional basic platform course for electrical engineering and automation specialty. On the basis of Advanced Mathematics, Linear Algebra and other related courses, the basic models and solving methods of various optimization problems are discussed in detail in this course, so that students can use these models and solving methods to analyze, explain and calculate various optimization problems, especially those in electrical engineering. The course provides necessary theoretical basis for learning follow-up professional courses or further studying on optimization field problems. Through the study of this course, students can improve their dialectical thinking ability and engineering ethics, establish the scientific viewpoint of linking theory with practice, and get the ability to analyze and solve problems.

三、课程目标

【课程目标】

通过该课程的学习，学生能够掌握运筹学的基本概念和分析计算方法，培养学生应用各种运筹学方法对实际过程对应的各种问题进行计算、建模、分析的能力，通过讨论、项目汇报等培养学生的交流沟通与合作能力、终身学习的能力。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	对于运筹学中典型模块，如线性规划，整数规划，非线性规划，对偶理论与灵敏度分析，动态规划，图论，博弈论，决策论，熟悉其基本概念和构成，熟悉各个模块的求解方法。	深刻理解线性规划，整数规划，非线性规划，动态规划的本质、基本知识，通过课堂提问、讨论、作业及答疑等进一步巩固基本知识的掌握和运用，能对具体的运筹学问题进行建模、分析和计算。
目标 2	能够运用所学知识将实际工程问题	将已学习的数学等相关知识进行深化，引

	抽象为计算模型或算法，通过文献检索，结合课程知识，实现对所抽象处的问题进行求解。	引导学生从数学优化的角度对各类问题进行建模分析，建议学生通过查阅相关资料进行自主学习，加深理解项目式作业背景；通过课堂提问、讨论、作业及项目式作业等进一步巩固对运筹学知识和计算方法的理解与掌握
目标 3	能够自己查阅书籍，上网搜集相关资料，自主学习，将所学习的知识应用到电气工程管理与经济决策方面，以及其它适用运筹学知识的学科和领域。	掌握运筹学基本概念及计算分析方法的基础上，通过查阅书籍、网络资料等，通过小组合作，交流与讨论，用运筹学解决电气工程管理与经济决策，以及其它学科和领域的问题。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标		
	目标 1	目标 2	目标 3
1.工程知识： 能够将微积分原理、工程数学、计算数学、物理学等自然科学、电气工程基础和专业知识用于解决电气工程领域的复杂问题。指标点：1.2 能针对电气工程领域复杂工程问题建立数学模型并求解。	H		
2：问题分析： 能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析电气工程领域的复杂工程问题，获得有效结论。指标点：2.1 能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理识别和判断复杂电气工程问题的关键环节。		M	
2：问题分析： 能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析电气工程领域的复杂工程问题，获得有效结论。指标点：2.2 能基于相关科学原理和数学模型方法正确表达电气工程领域复杂工程问题；		H	
11：项目管理： 理解并掌握电气工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用。指标点：11.1 掌握电气工程项目中涉及的管理与经济决策方法。了解工程及产品全周期、全流程的成本构成，理解其中涉及的工程管理与经济决策问题；			H
11：项目管理： 理解并掌握电气工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用。指标点：11.2 能在多学科环境下（包括模拟环境），将工程管理与经济决策方法应用于电气工程领域产品及工程项目解决方案的设计和开发。			H

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

板书与多媒体结合

2. 课程内容：

本课程是电气工程及其自动化专业的学科基础平台课程，是对先修课程《高等数学》《线性代数》所学知识的综合应用和进一步深化，应用以上课程知识分析线性规划，非线性规划，动态规划等各种优化模型和相应的具体求解方法，在教学中既要注意与上述课程的联系、综合、深入，也要注意避免在同一层次上的重复，重点应放在运筹学相应知识的综合、深化和联系实际方面。

3. 作业：

主要为课后习题，促进学生理解课堂内容，能模仿例题演算习题，巩固所学知识。

6. 拓展项目

采用密切联系工程实际的项目，促进学生根据所掌握的课程知识，对问题进行分析，计算，应用所学知识解决实际问题，建立团队合作。

五、课程教学内容

第 1 章 运筹学概论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，目的是使学生了解运筹学的发展概况，主要内容和数学模型；要求详细介绍运筹学所包括的主要分支、应用范围和发展趋势，详细讲解运筹学常用的几个数学模型。

【重点与难点】

重点：运筹学的主要内容和数学模型。

难点：超平面和多面体的理解。

【教学内容】

1、运筹学的概况

- A. 运筹学的由来和发展；
- B. 运筹学的性质与特点；
- C. 运筹学的主要内容；
- D. 运筹学的发展趋势；

2、运筹学课程所需的基础知识介绍

- A. 超平面;
 - B. 凸集;
 - C. 多面体;
 - D. 顶点;
- 3、运筹学的数学模型
- A. 物理模型;
 - B. 数学模型;

第2章 线性规划

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标1和课程目标2，通过本章学习，目的是使学生掌握线性规划的基本理论；要求详细介绍线性规划数学模型的一般形式；使学生透彻理解线性规划的单纯形法的详细推导过程。

【重点与难点】

重点：线性规划可行域的几何结构，基本可行解及线性规划基本定理；换基迭代过程的实现；

难点：线性规划基本可行解及线性规划基本定理；化标准型的意义与换基迭代的意义。

【教学内容】

- 1、线性规划问题
 - A. 线性规划问题举例;
 - B. 线性规划的基础知识;
- 2、线性规划的图解法
- 3、线性规划的基本定理;
- 4、线性规划的穷举法;
- 5、线性规划单纯形法的推导;
 - A. 线性规划问题的标准形;
 - B. 初始顶点的选择;
 - C. 相邻顶点特性分析;

- D. 从顶点向相邻顶点的跳动;
- E. 相邻顶点的量化对比;
- F. 向相邻顶点跳动的实现;
- 6 单纯形法的具体计算步骤;
- 7 大 M 法;
- 8 两阶段法;

第 3 章 对偶理论和灵敏度分析

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，和课程目标 3，通过本章学习，对偶理论和灵敏度分析计算方法，达成以下目的：

1. 掌握对偶的基本理论及性质（支撑课程目标 1）；
2. 掌握详细的对偶单纯形法（支撑课程目标 2）；
3. 能够用流畅的语言对研究的对偶理论和单纯形法进行理论分析解释，并用规范的文字格式描述项目的解析过程（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：对偶问题与原问题的对应关系。

难点：单纯形法的矩阵化描述，各种灵敏度分析方法的区别与联系。

【教学内容】

- 1、单纯形法的矩阵描述
- 2、单纯形法的矩阵计算
- 3、对偶问题的提出
- 4、线性规划的对偶理论
- 5、影子价格
- 6、对偶单纯形法
- 7、灵敏度分析

第 6 章 整数线性规划

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3，通过本章学习，掌握整数线性规划的基本性质和计算方法，达成以下目的：

1. 了解整数线性规划的一些实际背景及常用算法；要求详细介绍整数线性规划的实际背景、求解的困难性（**支撑课程目标 1**）；
2. 详细了解割平面法和分枝定界法（**支撑课程目标 2**）；
3. 能够用流畅的语言对研究的整数线性规划进行理论分析解释，并用规范的文字格式描述项目的解析过程（**支撑课程目标 3**）；

【重点与难点】

重点：割平面法和分枝定界法。

难点：求解的困难性，割平面法和分枝定界法的基本思想。

【教学内容】

- 1、整数线性规划问题
 - A. 整数线性规划问题举例
 - B. 解整数线性规划问题的困难性
- 2、割平面法
 - A. 割平面法的基本思想
 - B. 割平面法计算步骤
- 3、分枝定界法
 - A. 分枝定界法的基本思想
 - B. 分枝定界法计算步骤

第 7 章 无约束问题（非线性规划）

本章教学内容**支撑课程目标 1**和**课程目标 2**，通过本章学习，掌握无约束问题，达成以下目的：

1. 了解非线性规划的一些实际背景及常用算法（**支撑课程目标 1**）；
2. 非线性规划的实际背景、求解的困难性，着重了解凸函数性质（**支撑课程目标 1**）；
3. 能够通过文献检索，分析实际工程中的无约束问题（**支撑课程目标 2**）。

【重点与难点】

重点：凸函数性质和一维搜索方法。

难点：求解的困难性，凸规划的基本思想。

【教学内容】

- 1、非线性规划基本概念；
- 2、凸规划以及凸函数性质；
- 3、一维搜索方法。

第 8 章 约束极值问题（非线性规划）

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，掌握约束极值问题的特性，达成以下目的：

1. 能够了解含约束条件的非线性规划的一些实际背景及常用算法（支撑课程目标 1）；
2. 了解库恩-塔克条件、可行方向法（支撑课程目标 2）；

【重点与难点】

重点：最优性条件(库恩-塔克条件)的表达。

难点：含约束的非线性问题求解的困难性，基于 KT 条件的非线性优化求解的基本思想。

【教学内容】

- 1、最优性条件；
- 2、可行方向法；
- 3、朗格朗日乘子法；
- 4、库恩塔克条件；
- 5、制约函数法。

第 9 章 动态规划

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，掌握动态规划的基本模型与方法，达成以下目的：

1. 了解动态规划的一些实际背景及常用算法（支撑课程目标 1）；
2. 动态规划的实际背景、求解的困难性，着重讲解动态规划的基本原理（支撑课程目标 2）；

4. 能够用流畅的语言对动态规划进行理论分析和解释（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：列写动态规划回溯方程式。

难点：动态规划建模求解的过程。

【教学内容】

- 1、动态规划的基础理论
- 2、多阶段决策过程及实例
- 3、动态规划的基本概念和基本方程
- 4、动态规划的最优性原理和最优性定理

第 11 章 图与网络优化

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，掌握几种典型网络模型的特征及其求解方法，达成以下目的：

1. 使学生掌握几种典型网络模型的特征及其求解方法，图的连通与割集，支撑树、最小树、最大流、最小费用流的基本性质（支撑课程目标 1）；
2. 各种网络模型的求解方法（支撑课程目标 2）；
4. 能够用流畅的语言对最短路径，最大流，最小支撑树进行理论分析和解释（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：图的连通与割集的基本性质及其求解方法。

难点：最短路问题、最大流问题算法。

【教学内容】

- 1、图的基本概念
- 2、树与最小树
- 3、最短路问题
- 4、网络最大流问题
- 5、最小费用最大流问题

第 15 章 对策论

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，掌握对策论的基本模型与方法，达成以下目的：

1. 使学生了解各种决策问题及其求解方法（支撑课程目标 1）；
2. 了解矩阵对策、合作对策等各种对策的解的概念及解的存在性和求解方法（支撑课程目标 2）；
4. 能够用流畅的语言对对策论进行理论分析和解释（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：对策的解，矩阵对策的解法，合作对策。

难点：合作对策。

【教学内容】

- 1、引言
 - A. 对策论发展简史
 - B. 对策模型
 - C. 例子
- 2、矩阵对策的数学模型
- 3、矩阵对策的解法

第 16 章 单目标决策

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，掌握单目标决策的基本模型与方法，达成以下目的：

1. 使学生了解决策分析的基本概念和方法（支撑课程目标 1）；
2. 详细介绍风险型和不确定型决策分析的基本条件和方法（支撑课程目标 2）；
4. 能够用流畅的语言对单目标决策进行理论分析和解释（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：不确定型决策分析的基本条件和方法。

难点：五种不确定型决策分析方法的区分。

【教学内容】

- 1、决策的分类
- 2、决策过程
- 3、不确定决策

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	运筹学概论	运筹学的概况	古代经典的运筹学故事	引导学生理解中国古代光辉历史，增强爱国主义热忱。
2	第2章 线性规划	线性规划问题	线性规划问题在现实中的应用	引导学生理解理论可以描述实际，指导实际，理论和实际的密切关系。
3	第3章 对偶理论和灵敏度分析	对偶的基本理论及性质	运筹学中的对偶理论，电路中的对偶理论，文学中的对偶	引导学生对知识开展思考本质，融会贯通
4	第6章 整数线性规划	整数线性规划问题	分支定界法与迭代法的区别联系	引导学生理解掌握继承与发展，学习与创新的关系。
5	第7章 无约束问题（非线性规划）	一维搜索方法	黄金分割法	引导学生对知识开展思考本质，更广泛角度思考知识的联系
6	第8章 约束极值问题（非线性规划）	朗格朗日乘子法	拉格朗日如何想出来的朗格朗日乘子法	引导学生了解，一个知识是如何自然流畅的想出来的。
7	第9章 动态规划	动态规划的一些实际背景及常用算法	贝尔曼介绍，贝尔曼最优思想	培养大学生在分析问题 时，追本溯源抓住主要问题、关键问题，并能用适当的方法解决实际工程问题的能力。
8	第11章 图与网络优化	最短路问题	中国邮路问题与货郎担问题介绍。	引导学生理解中国古代光辉历史，增强爱国主义热忱。

9	第15章 对策论	各种 决策问题 及其求解 方法	2个小偷合伙 偷东西的分析	引导学生：合作效率最 高，信用是合作的基础
10	第16章 单目标决策	效用 理论	一个人若吸毒 为什么越来越严 重？	引导学生了解“戒之在得” 的思想
17	作业		在作业、项目式 作业中抄袭，该项记 零分，	应遵守学术诚信，诚实做 人。

七、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计
			课堂 授课	实验 学时	上机 学时	实践 学时	在线 学习	习题 课	研讨 课	
1	第1章	运筹学概论	1							1
2	第2章	线性规划与单纯形法	9							9
3	第3章	对偶理论和灵敏度分析	6							6
4	第6章	整数线性规划	2							2
5	第7章	无约束问题（非线性规 划）	2							2
6	第8章	约束问题（非线性规划）	2							2
7	第9章	动态规划	2							2
8	第11章	图与网络优化	2							2
9	第15章	对策论	2							2
10	第16章	单目标决策	4							4
合计			32							32

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂讨论、

等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，期末考核成绩占总成绩的 80%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (80%)	课程目标 1	50	100
	课程目标 2	40	
	课程目标 3	10	
平时考核 (20%)	课程目标 1	48	100
	课程目标 2	40	
	课程目标 3	12	

【平时考核环节评分标准】

分值 考核 环节	<60	60-75	75-90	90-100
作业	对运筹学的有关概念、计算方法运用较差，不能正确解答作业中的问题	能运用运筹学有关概念、计算方法，正确解答各章节作业中的问题	能较好地运用运筹学的有关概念、计算方法，正确规范地各章节解答作业中的问题	能灵活地运用运筹学的有关概念、各种实用计算方法，正确规范地各章节解答作业中的问题
课堂讨论	课堂讨论不积极，分析运筹学问题能力弱，表达不清晰	能陈述运筹学的概念，基本准确，能对运筹学计算等有关问题参与课堂讨论	能较准确地陈述运筹学的概念，积极参与运筹学计算等有关问题课堂讨论	积极参与课堂讨论，正确陈述运筹学的概念，分析问题能力较强

【平时考核环节权重】

考核	课程目标	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
	作业		35	35	0
考勤讨论		10	10	10	30

合计	45	45	10	100
----	----	----	----	-----

【考试环节权重】

章节	课程目标			合计
	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	
第 2 章线性规划与单纯形法	20	10	0	30
第 3 章对偶理论和灵敏度分析	10	0	5	15
第 6 章整数线性规划	10	0	0	10
第 7 章 无约束问题（非线性规划）	5	5	0	10
第 8 章约束问题（非线性规划）				
第 9 章 动态规划	15	15	5	35
第 11 章 图与网络优化				
第 15 章 对策论				
第 16 章 单目标决策				
合计	70	20	10	100

九、教材及参考资料

【教材】

1、《运筹学》教材编写组编，运筹学 第四版，清华大学出版社，2012 年，面向 21 世纪课程教材

【参考资料】

- 1、周华任主编. 运筹学解题指导 第 2 版，《运筹学》教材编写组审定，清华大学出版社，2013
- 2、边思文，焦艳芳。运筹学教程同步辅导及习题全解，中国水利水电出版社，2015.

3、Wayne L. Winston. Operation Research: Applications and Algorithms
4th Edition. 2003, Duxbury Press. 国外著名大学运筹学教材

山东大学 电气工程 学院

《大学物理》理论课程教学大纲

编写人：张云鹏、谷廷坤

审定人：梁振光

编制时间：2020年3月

审定时间：2020年4月

一、课程基本信息：

课程名称	大学物理		
英文名称	College Physics		
课程编码	sd01921330		
开课单位	电气工程学院		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input checked="" type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	4	学时	总学时 64 （授课 64 学时）
适用专业	电气工程及其自动化		
先修课程	高等数学、工程数学（线性代数）		
课程网站			

二、课程简介

【课程中文简介】

物理学是研究物质的基本结构、基本运动形式、相互作用的自然科学。它的基本理论和研究方法渗透在自然科学的各个领域，是工程科学的基础。

《大学物理》是电气工程及其自动化专业的一门学科基础课程。该课程是在高等数学和工程数学相关课程的基础上，讲授物理学中力学、电磁学和光学基本规律，使学生能够运用物理基本定律定理对相关工程问题进行解析分析和

定量计算，能够分析、解释、计算电气工程中的相关物理现象，为学习后续专业课程或进一步研究电气工程问题提供必要的理论基础。本课程所教授的基本概念、基本理论和基本方法是学生科学素养的重要组成部分，在人才的科学素养培养中具有重要的地位，具有其他课程不能替代的重要作用。通过本课程的学习，培养学生的辩证思维能力和职业伦理素养，树立理论联系实际科学观点和提高学生分析问题解决问题的能力。

【课程英文简介】

Physics is a discipline of natural science which studies the basic structure, the basic movement form and the interaction of matters. Its elementary theories and research methods are the foundation of other nature sciences, which are widely used in all the domains of natural science.

College Physics is a professional basic course for electrical engineering and automation specialty. College Physics takes the foundation of basic physics as its main contents, is one of the compulsory basic courses for the electrical engineering students. On the basis of Engineering Mathematics and other related courses, the basic law in mechanics, electromagnetism and optics are taught. College physics enables students to apply basic law of physics theorem of related engineering problems parsing analysis and quantitative calculation, to analyze, explain, calculation of electrical engineering related physical phenomenon. It provides the necessary theoretical basis for further study of electrical engineering or the following professional courses. The basic concepts, theories and methods taught in this course

are an important part of students' scientific literacy, and play an important role in the cultivation of talents' scientific literacy, which cannot be replaced by other courses. Through the study of this course, students can improve their dialectical thinking ability and engineering ethics, establish the scientific viewpoint of linking theory with practice, and get the ability to analyze and solve problems.

三、课程目标

【课程目标】

本课程内容对于提高学生科学素养,培养学生的科学思想和方法论,开阔思路 激发探索和创新精神 提高人才素质起到积极作用,既为学生进一步学习专业知识打下必要的物理学基础,也为学生将来接受 应用和管理高新技术提供必要的基础 学生学完本课程应达到以下基本要求:

目标 1: 能够正确描述基础物理学的基本概念,能熟练运用基本定律定理及其导出方程计算抽象物理问题,并能够运用高等数学方法对其进行解析计算;

目标 2: 运用物理学的基本理论和基本观点,通过观察、演绎、归纳、科学抽象等方法培养学生发现问题和提出问题的能力,并对所涉问题有一定的理解,判断研究结果的合理性;

目标 3: 逐步掌握科学的学习方法,阅读并理解相当于大学物理水平的物理类教材 参考书和科技文献,不断地扩展知识面,增强独立思考的能力,更新知识结构;能够写出有条理清晰的读书笔记、小结或论文。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标		
	目标 1	目标 2	目标 3
1.1 能将数学、自然科学、工程科学的语言工具用于电气工程问题的表述;	H		
1.2 能针对电气工程领域复杂工程问题建立数学模型并求解。	H		
2.1 能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理识别和判断复杂电气工程问题的关键环节。		H	
2.2 能基于相关科学原理和数学模型方法正确表达电气工程领域复杂工程问题;		H	
7.1 能够知晓和理解环境保护和可持续发展的理念和内涵;能够认识电气工程在环境保护和可持续发展中的作用。			M

四、课程教学基本要求

1. 授课方式:

板书与多媒体结合

2. 课程内容:

本课程是电气工程及其自动化专业的专业基础必修课程，是对先修课程《高等数学》、《线性代数》所学知识的综合应用和进一步深化，讲授物理学中力学、电磁学部分内容，使学生能够运用物理基本定律定理对相关工程问题进行解析分析和定量计算，能够分析、解释、计算电气工程中的相关物理现象，为学习后续专业课程或进一步研究电气工程问题提供必要的理论基础。

3. 作业:

主要为课后习题，促进学生理解课堂内容，能对实际工程问题抽象成为物理模型，巩固所学知识。

7. 拓展项目

采用密切联系工程实际的项目，促进学生根据所掌握的课程知识，对问题进行分析，计算，应用所学知识解决实际问题，建立团队合作。

五、课程教学内容

绪论 (2 学时)

【教学目标和要求】 本章教学内容支撑课程目标 3，通过本章学习，对大学物理学及大学物理学的学习过程有大致了解。

【具体教学内容】 物理学的研究对象，发展历史，基本构成；教学目的、计划要求。

【教学和学习建议】 阅读物理学史的有关书籍。

【教学/考核难点重点】 了解大学物理的学习特点和计划安排。

第一编 力学

第 1 章 质点运动学

【课程目标支撑】 本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3

第一节（1 学时，授课 1 学时）

【教学目标和要求】 掌握描述质点运动的基本物理量，位置矢量、位移、速度、加速度的概念。

【具体教学内容】 物理学的发展，学习物理学方法及对学生要求。本课程的主要内容介绍。质点和参考系；描述质点运动的物理量。

【教学和学习建议】

1. 基本概念深入讲解，让学生掌握扎实。
2. 明确基本物理量的矢量性、相对性、瞬时性。

【教学/考核难点重点】 参照系、速度和加速度

第二节（1 学时，授课 1 学时）

【教学目标和要求】 掌握直线运动，抛体运动和圆周运动的规律。

【具体教学内容】

1. 直线运动，曲线运动。
2. 明确运动方程和轨道方程的物理意义，并能用求导方法由已知的运动方程求速度加速度；反之用积分方法由已知质点的速度或加速度求质点的运动方程。

【教学和学习建议】 结合例题进行讲解。

【教学/考核难点重点】 运动方程。

第三节（2 学时，授课 2 学时）

【教学目标和要求】

1. 掌握相对运动；
2. 理解伽里略变换的意义并应用。

【具体教学内容】 相对运动，伽利略变换

【教学和学习建议】 结合例题进行讲解。

【教学/考核难点重点】 相对运动，伽利略变换。

第 2 章 运动与力

【课程目标支撑】 本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3

第一节（1 学时，授课 1 学时）

【教学目标和要求】

1. 掌握牛顿三定律及适用条件。
2. 理解力和惯性这两个重要概念
3. 力学中常见的几种力。

【具体教学内容】

1. 理解牛顿运动定律的内容，明确牛顿运动定律的适用范围；
2. 力学中常见的几种力。

【教学和学习建议】 基本概念深入讲解，让学生掌握扎实。

【教学/考核难点重点】 牛顿三定律及适用条件

第二节（2 学时，授课 2 学时）

【教学目标和要求】

1. 熟悉牛顿运动定律并能熟练地应用变力的情况解题。
2. 掌握分析物体受力的方法和隔离体法；

【具体教学内容】 明确牛顿运动定律解题步骤。

【教学和学习建议】 结合例题进行讲解。

【教学/考核难点重点】 应用牛顿运动定律解答质点动力学问题。

第三节（1 学时，授课 1 学时）

【教学目标和要求】 了解非惯性系、惯性力的概念。

【具体教学内容】 非惯性系、惯性力

【教学和学习建议】 结合实例讲解。

【教学/考核难点重点】 非惯性系中的力学定律。

第 3 章 动量与角动量

【课程目标支撑】 本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3

第一节（2 学时，授课 2 学时）

【教学目标和要求】

1. 掌握动量、冲量的概念。
2. 掌握动量定理的物理意义及应用。

【具体教学内容】 动量、冲量；动量定理物理意义，积分形式和微分形式，

矢量性，分量形式。

【教学和学习建议】 基本概念、定理深入讲解，让学生掌握扎实。

【教学/考核难点重点】 动量定理。

第二节（1学时，授课1学时）

【教学目标和要求】 掌握动量守恒定律及其适用条件和应用。

【具体教学内容】 质点系、质点系的动量定理、动量守恒定律及应用、变质量问题

【教学和学习建议】 结合例题进行讲解。

【教学/考核难点重点】 动量守恒定律及应用。

第三节（1学时，授课1学时）

【教学目标和要求】 了解质心的概念和质心运动定律。

【具体教学内容】 质心，质心的物理意义；质心运动定律物理意义，积分形式和微分形式。

【教学和学习建议】 结合例题进行讲解。

【教学/考核难点重点】 质心运动定律的应用。

第四节（2学时，授课2学时）

【教学目标和要求】

1. 理解角动量的概念，
2. 掌握角动量守恒定律及其适用条件，能运用该定律分析、解决有关问题。
3. 了解质心参考系
4. 要求掌握基本概念。

【具体教学内容】 质点对定点的角动量，力对定点的力矩，质点的角动量定理，角动量守恒定律，质点系的角动量问题，质心系，质心系的基本特征，质心系中的角动量，质点系对质心的角动量定理。

【教学和学习建议】 结合例题进行讲解。

【教学/考核难点重点】 角动量和角动量守恒定律。

第4章 功和能

【课程目标支撑】 本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3

第一节（2 学时，授课 2 学时）

【教学目标和要求】

1. 掌握功的定义及其计算方法；
2. 掌握质点的动能定理意义及其应用；
3. 要求熟悉基本概念。

【具体教学内容】 力的功、功率、几种常见力的功、质点运动的动能定理、质点系动能定理物理意义，应用时注意事项。

【教学和学习建议】 结合例题深入讲解，让学生掌握扎实。

【教学/考核难点重点】 计算变力做功问题；质点系动能定理应用。

第二节（1 学时，授课 1 学时）

【教学目标和要求】

1. 掌握一对内力做功之和的特点；
2. 掌握质点在保守力场中的势能。

【具体教学内容】 一对内力做功之和与参考系无关，保守力的定义，势能，势能曲线，由势能函数求保守力。

【教学和学习建议】 结合例题深入讲解，让学生掌握扎实。

【教学/考核难点重点】 运动定理的应用。

第三节（1 学时，授课 1 学时）

【教学目标和要求】

1. 掌握功能原理及其应用；
2. 掌握机械能守恒的条件，理解并熟练运用机械能守恒定律求解具体问题；
3. 理解能量转换和守恒定律。

【具体教学内容】 能量转换和守恒定律，质点系的功能关系，机械能守恒定律。

【教学和学习建议】 结合例题深入讲解，让学生掌握扎实。

【教学/考核难点重点】 功能原理、机械能守恒定律。

第 5 章 刚体的转动

【课程目标支撑】 本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3

第一节（2 学时，授课 2 学时）

【教学目标和要求】

1. 掌握角速度、角加速度概念及匀变速定轴转动公式；

2. 掌握角量与线量的关系。

3. 理解力矩概念。

4. 掌握刚体定轴转动定理，并能运用其解决刚体定轴转动问题。

【具体教学内容】 刚体，刚体的一般运动，刚体转动的描述，线量和角量的关系，解决刚体动力学问题的一般方法，力矩，角动量，刚体定轴转动定理。

【教学和学习建议】 基本概念深入讲解，让学生掌握扎实。

【教学/考核难点重点】 定轴转动定理及应用。

第二节（1学时，授课1学时）

【教学目标和要求】 理解刚体转动惯量概念。

【具体教学内容】 转动惯量的计算；平行轴定理；质点系转动惯量的计算方法；了解常用的几种刚体的转动惯量

【教学和学习建议】 结合例题深入讲解，让学生掌握扎实。

【教学/考核难点重点】 转动惯量概念。

第三节（2学时，授课2学时）

【教学目标和要求】

1. 理解功的概念，掌握刚体定轴转动的动能定理和机械能守恒定律。

2. 理解角动量概念，掌握角动量定理及角动量守恒定律，并能解决具体问题。

【具体教学内容】 刚体定轴转动的动能定理，机械能守恒及其条件，刚体绕定轴转动的动量矩，角动量守恒定律及其条件。

【教学和学习建议】 结合例题深入讲解，让学生掌握扎实。

【教学/考核难点重点】 功的概念，定轴转动动能定理和机械能守恒定律及其应用；角动量概念、角动量定理和角动量守恒定律及其应用。

第6章狭义相对论基础（2学时，授课2学时）

【课程目标支撑】 本章教学内容支撑课和课程目标2和课程目标3

【教学目标和要求】 掌握狭义相对论基本概念。

【具体教学内容】 牛顿相对性原理和伽利略变换，爱因斯坦相对性原理和光速不变，同时性的相对性和时间延缓，长度收缩，洛伦兹坐标变换，相对论速

度变换，相对论质量，力和加速度的关系，相对论动能，相对论能量，动量和能量的关系，相对论力的变换。

【教学和学习建议】 重点介绍概念。

【教学/考核难点重点】 时空观的解释。

力学习题课

【教学目标和要求】 复习力学内容，熟练运用力学定理解决问题。

【具体教学内容】 回顾力学内容，讲解习题。

【教学和学习建议】 结合例题深入讲解，让学生掌握扎实。

【教学/考核难点重点】 解题中各种力学定律定理的选择与熟练运用。

第二编 电磁学

第7章 静电场（4学时，授课4学时）

【课程目标支撑】 本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3

【教学目标和要求】

1. 掌握电荷与电场的基本概念。
2. 掌握电场的性质与计算。

【具体教学内容】

1. 电荷 库仑定律（了解库仑定律在静电学中的地位、掌握库仑定律的矢量表示；了解电荷的量子化及电荷守恒定律）

2. 电场 电场强度（掌握场强的基本概念和电场的迭加原理，掌握简单问题中场强的计算方法）

【教学和学习建议】 基本概念深入讲解，让学生掌握扎实。

【教学/考核难点重点】 电场强度的求解。

第8章电势（4学时，授课4学时）

【课程目标支撑】 本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3

【教学目标和要求】

1. 掌握电势的基本概念。
2. 掌握电势的计算。

【具体教学内容】

1. 电通量 高斯定理（理解高斯定理的物理意义，并能用它计算某些对称场中的有关问题）

2. 静电场的环路定理 电势能 电势（理解静电场的环路定理，使学生认识到通量和环流是研究场性质的最基本的两个物理量；掌握电势的基本概念和迭加原理，掌握简单问题中电势的计算方法）

3. 等势面 场强和电势的微分关系

【教学和学习建议】 基本概念深入讲解，让学生掌握扎实。

【教学/考核难点重点】 电势的求解。

第9章 静电场中的导体（4学时，授课4学时）

【课程目标支撑】 本章教学内容支撑课程目标1、课程目标2和课程目标3

【教学目标和要求】

1. 掌握静电平衡的基本概念。
2. 掌握有导体存在时候的电场强度的计算。

【具体教学内容】 导体的静电平衡条件，静电平衡的导体上的电荷分布，有导体存在时静电场的分析与计算，静电屏蔽，唯一性定理

【教学和学习建议】 基本概念深入讲解，让学生掌握扎实。

【教学/考核难点重点】 静电平衡条件。

第10章 静电场中的电介质（4学时，授课4学时）

【课程目标支撑】 本章教学内容支撑课程目标1、课程目标2和课程目标3

【教学目标和要求】

1. 掌握介质极化与极化电荷基本概念。
2. 掌握有电介质存在时电场的性质与计算。

【具体教学内容】 电介质对电场的影响，电介质的极化，D的高斯定律，电容器和它的电容，电容器的能量

【教学和学习建议】 基本概念深入讲解，让学生掌握扎实。

【教学/考核难点重点】 有电介质存在时电场强度的求解。

第11章 恒定电流（4学时，授课4学时）

【教学目标和要求】 1. 掌握稳恒电流基本概念。

2. 理解电流三维分布，电流密度概念。

3. 掌握各种电流密度。

【具体教学内容】 电流和电流密度，恒定电流与恒定电场，欧姆定律和电阻，电动势，有电动势的电路，电容器的充电与放电，电流的一种经典微观图像。

【教学和学习建议】 与电路知识联系学习。

【教学/考核难点重点】 电流密度的微观解释。

第 12 章 磁场和它的源（4 学时，授课 4 学时）

【课程目标支撑】 本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2

【教学目标和要求】

1. 掌握磁场基本概念。

2. 了解磁场的源与旋的性质。

【具体教学内容】 磁力与电荷的运动，磁场与磁感应强度，毕奥-萨伐尔定律，匀速运动点电荷的磁场，安培环路定理，利用安培环路定理求磁场的分布，与变化电场相联系的磁场，电场和磁场的相对性和统一性。

【教学和学习建议】 联系生活与生产实践中的磁现象教学。

【教学/考核难点重点】 毕奥-萨伐尔定律中电流，位置矢量与磁感应强度三者之间方向关系。

第 13 章 磁力（3 学时，授课 3 学时）

【课程目标支撑】 本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3

【教学目标和要求】

1. 掌握洛仑兹力与安培力的基本概念，计算公式。

2. 了解霍尔效应以及相关物理知识。

【具体教学内容】 带电粒子在磁场中的运动，霍尔效应，载流导线在磁场中受的磁力，载流线圈在均匀磁场中受的磁力矩，平行载流导线间的相互作用力。

【教学和学习建议】 与运动学知识相联系。

【教学/考核难点重点】 霍尔效应，洛仑兹力作用下运动电荷的运动。

第 14 章 磁场中的磁介质（3 学时，授课 3 学时）

【课程目标支撑】 本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3

【教学目标和要求】

1. 掌握各种磁介质的基本概念与物理特性。
2. 了解磁化电流的概念。

【具体教学内容】 磁介质对磁场的影响，原子的磁矩，磁介质的磁化，H 的环路定理，铁磁质，简单磁路。

【教学和学习建议】 与电介质对照学习。

【教学/考核难点重点】 磁化电流的产生，磁化电流与磁化强度之间的关系。

第 15 章 电磁感应（4 学时，授课 4 学时）

【课程目标支撑】 本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3

【教学目标和要求】

1. 掌握各种电磁感应的基本概念。
2. 了解楞次定律与感应电动势方向判断。
3. 动生电动势与感生电动势求解。

【具体教学内容】 法拉第电磁感应定律，动生电动势，感生电动势和感生电场，互感与自感，磁场的能量。

【教学和学习建议】 注意不同电磁感应现象的共性。

【教学/考核难点重点】 感生电动势与动生电动势的求解。

第 16 章 麦克斯韦方程组和电磁辐射（2 学时，授课 2 学时）

【课程目标支撑】 本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3

【教学目标和要求】

1. 了解麦克斯韦方程的物理意义，加深对电磁场的认识。
2. 掌握电磁波的基本物理现象与参数计算。

【具体教学内容】 麦克斯韦方程组，加速电荷的电场，加速电荷的磁场，

电磁波的能量，同步辐射，电磁波的动量。

【教学和学习建议】 学习中可以结合麦克斯韦与法拉第的物理成就。

【教学/考核难点重点】 对电磁场的认识，对麦克斯韦方程组的物理意义的认识。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	绪论	物理学发展史	概括物理学各个学科发展与前沿进展，提出与归纳总结。	教育引导学生在课程内容的国际和历史角度认识理解课程内容，引导学生理解掌握继承与发展，学习与创新的关系。
2	第1章 质点运动学	加速度、速度的定义	加速度、速度、位移之间的关系。	分析初始条件、动力和运动结果之间的关系，延伸到人生目标如何达成。
3	第2章 运动与力	牛顿运动定律	物体运动与受力之间的关系，事物发展变化的规律。	引导大学生认识学习中归纳与总结的关系，科学的工作方法是通过反思总结进行创新，认识事物发展变化的规律。
4	第3章 动量与角动量	变化质量与火箭问题	我国近年来的航天成就。	增强民族自豪感，引导学生投入到国家建设中。
5	第4章 功和能	动能定理	动能的定义与动能定理的推到和使用。	培养大学生在分析问题时，追本溯源抓住主要问题、关键问题，并能用适当的方法解决实际工程问题的能力。
6	第5章 刚体的转动	刚体角动量守恒	卫星调姿陀螺与北斗导航系统成就。	培养增强民族自豪感，激发大学生科技报国的家国情怀和使命担当，坚定“四个自信”。
7	第6章 狭义相对论基础	伽利略变换与相对论原理	坐标变换。	提升学生的换位思考意识用不同的角度去看事物，就会有不同的见解。试着换位思考，多替别人着想。

8	第7章 静电场	库仑定律	库仑定律在电磁学中的意义与场的存在。	教育引导學生深刻理解已经学过的定律定理，增强辩证思维和创新思维能力。
9	第8章 电势	电势的计算	电势计算中零电势的选择。	正确选择目标和参照。
10	第9章 静电场中的导体	导体存在时电场求解问题	如何求解感应电荷与电场。	培养大学生在分析问题时，采用类比的方法，能够提出不同条件下的解决问题的方法。
11	第10章 静电场中的电介质	电介质与电场的相互作用	微波炉、熔炼炉等设备的电磁原理	电磁定律在生活中的广泛应用。
12	第11章 恒定电流	电路中的电磁场	欧姆定律的微分形式	强调各学科之间联系，增强学生学以致用，融会贯通的意识。
13	第12章 磁场和它的源	磁学发展	从古代对电磁现象认识，到电磁场理论的提出与归纳总结	引导学生理解掌握继承与发展，学习与创新的关系。
14	第13章 磁力	洛伦兹力	电磁弹射器的研发过程及马伟明院士的事迹	通过榜样人物效应激发大学生的民族自信心和民族自豪感，坚定爱国主义精神。
15	第14章 磁场中的磁介质	铁磁介质及应用	电气设备采用硅钢片做铁芯	培养大学生在分析问题时，采用类比的方法，能够根系不同条件下的解决问题的方法。
16	第15章 电磁感应	交流电	爱迪生与特斯拉直流电和交流电之争，特斯拉放弃交流电专利。	引导学生认识科技发展是全方位的，辩证统一地看待事物的矛盾法则，即对立统一的法则。解决工程实际问题时要综合考虑多种因素的影响。
17	第16章 麦克斯韦方程组和电磁辐射	麦克斯韦方程发现	从法拉第的实验描述到麦克斯韦系统统一理论的建立过程	引导大学生认识学习中归纳与总结的关系，科学的工作方法是通过反思总结进行创新，认识到基础理论学习与开拓创新的关系。

七、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	绪论	绪论	2								2
2	第1编	力学	25					1			26
3	第2编	电磁学	34					2			36
合计			61					3			64

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂讨论、课堂测验和拓展项目作业等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，期末考核成绩占总成绩的 80%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (80%)	课程目标 1	40	100
	课程目标 2	60	
	课程目标 3	0	
平时考核 (20%)	课程目标 1	10	20
	课程目标 2	0	
	课程目标 3	10	

【平时考核环节评分标准】

考核环节 \ 分值	<60	60-75	75-90	90-100
作业	对大学物理的有关概念、计算方法运用较差，不能正确解答作业中的问题	能运用物理学有关概念、计算方法，正确解答各章节作业中的问题	能较好地运用物理学的有关概念、计算方法，正确规范地各章节解答作业中的问题	能灵活地运用物理学的有关概念、各种实用计算方法，正确地各章节解答作业中的问题
课堂讨论	课堂讨论不积极，分析各类物理问题能力弱，表达不清晰	能陈述物理学的概念基本准确，能对物理问题计算等有关问题参与课堂讨论	能较准确地陈述物理学的概念，积极参与与有关问题课堂讨论	积极参与课堂讨论，正确陈述各类物理学的概念，分析问题能力较强

【平时考核环节权重】

考核 \ 课程目标	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
作业	10	0	0	10
课堂讨论	5	0	5	10
合计	15	0	5	20

【考试环节权重】

章节 \ 课程目标	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
绪论	2	0	0	2
第 1 篇 力学	20	23	0	43
第 2 篇 电磁学	25	30	0	55
合计	47	53	0	100

八、教材及参考资料

【教材】

张三慧等 《大学物理》北京：清华大学出版社，2009 年 2 月第 3 版

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

【参考书】

[1] 张三慧主编，《大学物理学(第三版) 学习辅导与习题解答》，清华大学出版社，2009.3 第一版。

[2]，陈熙谋著，《电磁学（第3版）》，高等教育出版社，2011年7月第3版。

[3] 马文蔚主编，《物理学》，高等教育出版社，2006年3月第五版。

[4] 张三慧主编，《大学基础物理学》，清华大学出版社，2007年3月第二版

山东大学 电气工程 学院

《大学物理实验》实验课程教学大纲

编写人：韩广兵

审定人：徐建强

编制时间：2017.4.20

审定时间：2017.5.10

一、课程基本信息

课程名称	大学物理实验 I				
英文名称	College Physics Experiment I				
课程编码	sd01020 030				
开课单位	物理学院普通物理实验室				
实验类型	<input checked="" type="checkbox"/> 专业基础实验 <input type="checkbox"/> 专业实验 <input type="checkbox"/> 综合实验 <input type="checkbox"/> 创新实验 <input type="checkbox"/> 开放实验				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
实验类别	<input checked="" type="checkbox"/> 独立设课 <input type="checkbox"/> 非独立设课				
学分	1	总学时	32	实验学时	28
适用专业	土建、能动、电气学院各类专业 大一、大二学生				
先修课程	高等数学，力学，热学，大学物理等				
课程网站					

二、课程描述

物理学是一门实验科学，物理实验教学和物理理论教学具有同等重要的地位，它们既有深刻的内在联系和配合，又有各自的任务和作用。本课程应使学生在中学物理实验的基础上，按照循序渐进的原则，学习物理实验的实验原理、误差理论等知识和方法，并得到实验技能的较严格训练，从而初步了解科学实验的主要过程与基本方法，为今后的学习和工作奠定良好的实验基础。

Physics is an experimental science, the teachings of physics experiment and physics theory have the same important status, and

they have both profound internal connection and cooperation, but also have their respective tasks and functions. Based on the physics knowledge learned in middle school, this course of physics experiment should train the college students how to learn experimental principle, error theory and methods of learning physics experiment gradually. Strict training of experimental skills, and a preliminary understanding of main process of scientific experiments and basic methods lay a good experimental foundation for future learning and work.

三、课程性质和教学目标

【教学目标】

科学实验是科学理论的源泉，是工程技术的基础，作为培养德智体美全面发展的高级工程技术人才的高等学校，不仅要使学生具备比较深广的理论知识，而且还要使学生具有从事科学实验的较强能力，以适应科学技术不断进步和社会主义建设迅速发展的需要。

【教学要求】

1. 通过对实验现象的观察、分析和对物理量的测量，学习物理实验知识，加深对物理学原理的理解。
2. 培养与提高学生的科学实验能力，其中包括：
 - (1) 能够通过阅读实验教材或资料，作好实验前的准备；
 - (2) 能够借助教材或仪器说明书正确使用常用仪器；
 - (3) 能够运用物理学理论对实验现象进行初步的分析判断；
 - (4) 能够正确记录和处理实验数据，绘制曲线，说明实验结果，撰写合格的实验报告；
 - (5) 能够完成简单的具有设计性内容的实验。

3. 培养与提高学生的科学实验素养，要求学生具有理论联系实际和实事求是的科学作风，严肃认真的工作态度，主动研究的探索精神，遵守纪律、团结协作和爱护公共财产的优良品德。

【教学要求与毕业要求指标点的对应关系】

毕业要求	教学要求 1	教学要求 2	教学要求 3
1.1 具有较扎实的数学、物理等自然科学的基础知识，能将数学的基本概念运用到工程问题的适当表述之中，能就工程问题建立方程并进行求解	**		
4.3 能根据实验方案构建实验系统，安全地开展实验，科学正确地采集实验或仿真数据。		***	
8.2 理解诚实公正、诚信守则的工程职业道德和规范，理解工程师对公众安全、健康和福祉，以及环境保护应承担的社会责任，并在电气工程实践中自觉遵守和履行。			***

说明：相关——*，支撑——**，高度支撑——***

四、课程教学内容及学时分配

实验一 实验绪论（理论）：（4 学时）

【教学目标和要求】实验基础理论和知识。

【主要仪器设备和药品】无

【实验要求】掌握实验误差理论，以及数据处理方式和方法，了解常见测量工具的使用原则和方法。

实验二 液体粘滞系数的测定：4 学时

【教学目标和要求】观察液体的内摩擦现象，学会用落球法测量液体的粘滞系数；练习基本测量器具（如米尺、螺旋测微器、游标卡尺及秒表）的使用。

【主要仪器设备和药品】量筒、蓖麻油、甘油、米尺、螺旋测微器、游标卡尺、秒表等

【实验要求】练习有效数字和误差的处理方法。

实验三 液体表面张力系数的测定：（4 学时）

【教学目标和要求】学习硅压阻力敏传感器的定标方法，计算该传感器的灵敏度；了解液体表面的性质，掌握测量液体表面张力系数的方法。

【主要仪器设备和药品】表面张力测试仪，纯净水，自来水，卡尺。

【实验要求】掌握数据处理方式和方法，分析误差产生原因，常见测量工具的使用方法。

实验四 热敏电阻温度系数的测定：（4 学时）

【教学目标和要求】了解桥式电路的特点，学会用惠斯登电桥测电阻；了解热敏电阻的温度特性。

【主要仪器设备和药品】稳压电源，惠斯登电桥，热敏电阻及其加热装置。

【实验要求】曲线改直及单对数坐标纸的使用。

实验五 不良导体导热系数的测定：（4 学时）

【教学目标和要求】了解热传导的基本规律及散热速率的概念；掌握稳态法测定不良导体导热系数的方法。

【主要仪器设备和药品】导热系数测定仪，热电偶，制冷仪，数字电压表，镊子。

【实验要求】稳态法测量和非稳态法测量导热系数，不良导体和良导体导热系数的测量，热电偶原理。

实验六 杨氏模量的测定：（4 学时）

【教学目标和要求】学习静态拉伸法测金属丝的杨氏模量；掌握用光杠杆法测量微小长度变化的原理和方法。。

【主要仪器设备和药品】镜尺组，杨氏模量仪，米尺、螺旋测微器、游标卡尺。

【实验要求】学会用逐差法处理数据，标准差的计算和处理方法。

实验七 光栅莫尔条纹微位移测量：（4 学时）

【教学目标和要求】安装调试实验系统；人工测量光栅距；CCD 摄像头法测量微位移。

【主要仪器设备和药品】计算机，采集卡，莫尔条纹装置。

【实验要求】CCD 原理，图像像素，图像处理。

实验八 仿真实验-密立根油滴：（4 学时）

【教学目标和要求】验证电荷的量子性；掌握测定基本电荷的方法；熟悉计算机仿真实验的操作。

【主要仪器设备和药品】计算机及仿真实验软件。

【实验要求】静态平衡法测，统计分析。

实验九 示波器的使用：（4 学时）

【教学目标和要求】了解示波器的基本结构和工作原理，熟悉示波器的调节和使用；学习用示波器观察电压波形；通过观察李萨如图形，学习一种用示波器测量频率的方法。

【主要仪器设备和药品】双踪数字示波器，多路信号发生器。

【实验要求】熟悉示波器原理和各个按键的作用，理解利萨如图的合成原理。

实验十 衍射光栅测波长：（4 学时）

【教学目标和要求】掌握用光栅测量波长的方法；观察光栅衍射现象。

【主要仪器设备和药品】分光计，光栅，手电筒。

【实验要求】光栅衍射方程，偏心修正，分光计的调节和使用。

五、每年更新实验项目

1

六、实验教学要求对应关系

	教学要求 1	教学要求 2	教学要求 3		
实验一	X	X	X		
实验二	X	X	X		
实验三	X	X	X		
实验四	X	X	X		
实验五	X	X	X		
实验六	X	X	X		
实验七	X	X	X		
实验八	X		X		
实验九	X	X	X		
实验十	X	X	X		

七、考核及成绩评定方式

【考核内容】

预习+操作+结果+报告

【成绩评定】

以平时成绩为主，期末结课时由计算机软件进行汇总并给出优秀、良、中、及格及不及格五级成绩的评定。

平时成绩评定方法：

操作 40 分。 考查学生能否在讲义指导下顺利完成实验。重在操作技能考察。过分依赖同组者，酌情扣分。

不能顺利完成全部 必做内容	顺利完成 必做内容	顺利完成部分 选做内容	顺利完成全部 选做内容
≤20 分	≤30 分	≤35 分	≤40 分

数据处理结果 30 分。

数据记录不完整	数据记录较完整，缺少表格、实验条件	数据记录完整，表格、条件完整	计算过程完整，正确表示出结果
≤10分	≤15分	≤20分	≤30分

讨论 30 分。形式：口头汇报、文字汇总。(含预习)

口头汇报 能描述本实验的基本原理但有明显不足（错误、不完整）	口头汇报 能正确描述实验原理，存在小的不足	口头汇报 能正确、流畅描述实验原理，无明显不足	列提纲汇报 总结本次实验。做得好的方面，不足的方面，改进方法、体会等。
≤5分	≤10分	≤20分	≤30分

时间：每组学生 5~6 分钟。

以平时成绩为主，期末结课时由计算软件进行汇总并给出优秀、良、中、及格及不及格五级成绩的评定。

八、教材及参考书目

【教材】 编著者，教材名，出版社，出版年，教材类别（规划、获奖教材等）
徐建强，徐荣历等编. 《大学物理实验》第二版. 北京:科学出版社, 2014 年 1 月.

【参考书】 3-5 本相关的教材或者专著、杂志或网络资源

1. 管立等编. 《大学物理实验》. 济南:山东科学技术出版社, 2001 年
2. 管立编著. 《实验的误差与数据处理》. 济南:山东科学技术出版社, 2001 年
3. 武瑞兰等编. 《大学物理实验》. 北京:中国计量出版社, 1996 年
4. 赵青生等编. 《大学物理实验》. 合肥:中国科技大学出版社, 1993
5. 丁慎训, 张孔时. 《物理实验教程》. 北京:清华大学出版社, 2001

山东大学 电气工程 学院

《新生研讨课》理论课程教学大纲

编写人：张祯滨

审定人：

李可军

编制/修订时间：2017年4月

审定时间：2017

年5月

一、课程基本信息

课程名称	新生研讨课				
英文名称	Freshman Seminar Course				
课程编码	sd01931860				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	1	总学时	授课	上机	实验
		16 学时	16 学时	0	0
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	无				
课程网站	无				

二、课程简介

【课程中文简介】

《新生研讨课》是电气工程及其自动化专业的一门必修的专业基础课程。本课程系统介绍了电气工程及其自动化专业中的背景知识、思维方式、科学研

究方法以及人文思想。背景知识包括本专业的基本概念、历史发展和研究现状。思维方式主要侧重于发散思维与聚合思维，以及逻辑思维与直觉思维。科学研究方法包括科学选题、科学研究、国内外科研环境等内容。人文思想主要涵盖新工科背景下的大学理念和工匠精神等内容。

【课程英文简介】

Freshman Seminar Course is a professional basic course for electrical engineering and automation specialty. This course systematically introduces background knowledge, ways of thinking, scientific research as well as humanistic thoughts. The part of background knowledge includes basic concepts, historical development and research status of this major. The part of thinking ways mainly focuses on divergent thinking and aggregated thinking, as well as logical thinking and intuitive thinking. The methods of scientific research include the principles of choosing scientific topics and doing research and comparison the research environment at home and abroad. The part of humanistic thoughts mainly covers the aim of the university and the spirit of craftsman under the new engineering background.

三、课程目标

通过该课程的学习，学生能够掌握电气工程及其自动化专业的基本概念和背景知识，强化学生的创新意识，使学生具备应用基础知识解决专业问题的能力，以及从多种角度出发解决实际问题的能力，大幅提升学生的基本科研素质，开拓学生的国际化视野。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	掌握电气工程及其自动化专业的基本概念和背景知识，形成对本专业完整理论框架的全局认知，并了解专业前沿学科的发展动向及前景。	了解电气工程及其自动化专业的历史、发展与前景，掌握专业内子学科间的逻辑关系；通过课堂提问、讨论、作业及答疑等形式进一步加深对本专业的理解。
目标 2	能够运用专业基础知识分析专业内的实际工程案例，具备应用多	通过已掌握的背景知识对本领域内的工业应用进行解释，采用多种思维角度分

	种思维方式解决实际问题及思考问题本质的能力。	析其对社会、健康、安全、文化等的影响；通过课堂提问、讨论、作业及项目式作业等进一步提高专业分析能力。
目标 3	掌握电气工程及其自动化专业领域内的基本科学研究方法，能通过文献阅读等方式了解学科前沿发展动向，具备应有的科学人文素养。	掌握电气工程及其自动化专业基本思维方式的基础上，进一步探索领域内的基本科学研究方法，了解学科前沿研究热点，提升自身的科学文化素养。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标	目标 1	目标 2	目标 3
	6.2 能够分析和评价电气工程实践和电气工程领域复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，以及这些制约因素对项目的影响，并理解应承担的责任。		H	
7.2 能够站在环境保护和可持续发展的角度思考电气工程实践的可持续性，评价电气工程实践可能对人类和环境等方面产生的积极意义和不利影响。			H	
8.1 理解个人与社会的关系，具有人文社会科学素养和社会责任感，正确地认识中国国情，树立和践行社会主义核心价值观。				H

四、课程教学基本要求

1. 授课方式

多媒体教学，综合运用图文、视频资料等素材。

2. 课程内容

本课程是电气工程及其自动化专业一门必修的专业基础课程，也是本专业的入门课程。通过该课程的学习，促使学生掌握电气工程及其自动化专业的基本概念和背景知识，并掌握专业内子学科间的逻辑关系。在教学中既要注意与后续课程的联系、综合、深入，也要注意避免在细节内容的过度重复，重点应放在加深学生对电气工程及其自动化专业的宏观理解上。

3. 作业

主要为阅读任务与话题探讨，增强学生对专业学习的主观能动性。

4. 拓展项目

采用密切联系专业实际的项目案例，鼓励学生在课堂中利用所学科学思维、

科学研究方法对所学内容进行研讨，应用所学知识解决实际问题，建立团队合作，促进沟通和交流能力的提升。

五、课程教学内容

第一章 风力发电与电网

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2，通过本章学习，掌握目前风力发电和电网的基本情况，达成以下目的：

1. 介绍风电机组的基本原理和基本概念；介绍目前电网的形态、特征（支撑课程目标 1）；

2. 介绍当前风电机组及并网的一些热点问题、背景及方向，并与学生展开研讨；安排学生写一篇自己家乡所在地区（地级市）风资源及利用情况的小报告，要求有自己的分析。（支撑课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：了解目前风力发电的基本原理、概念、研究热点和方向；了解目前新能源大规模接入电网背景下，新型电力系统的形态、特征；通过风电展示国家新能源领域的巨大进步和前景。

难点：灵活运用所学知识来体会发展新能源的重大意义和对生产生活的影响。

【教学内容】

第一节 风力发电和电网概况

第二节 风力发电问答

第三节 目前研究的热点问题

第四节 课上研讨时间

第二章 电力电子学概要-大学及工匠精神

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 与课程目标 3，通过本章学习，掌握电力电子学的历史发展与基本概念，达成以下目的：

1. 掌握电力电子学的基本概念与背景知识（支撑课程目标 1）；
2. 应用专业基础知识分析电力电子学在生活中的应用（支撑课程目标 2）；
3. 掌握基本的科学研究方法（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：了解电力电子学课程，并正确认识电力电子学在生活中的应用；正确理解大学的使命及其发展；领悟工匠精神，掌握先进的科学研究方法，树立正确的职业观。

难点：体悟工匠精神与掌握高效便捷的科学研究方法。

【教学内容】

第一节 电力电子学及其应用

电力电子学的定义、历史、发展、应用及前景。

第二节 大学使命及其发展

大学使命与发展演变。

第三节 科学方法及工匠精神

科学方法、工匠精神、个人职业追求。

第三章 电力系统继电保护导引

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3，通过本章学习，了解电力系统继电保护的目与作用，达成以下目的：

1. 了解“继电保护”这个专业名词的由来；清楚为什么继电保护功能的实现需要“继电器”？了解电弧的基本现象和危害，了解高压断路器的基本结构机器功能（支撑课程目标 1）；

2. 了解电力系统对继电保护的基本要求。通过实际案例，分别讲述继电保

护的可靠性（包括安全性与信赖性）、快速性、选择性和灵敏性的重要意义，以及不满足要求对系统的可能危害；使学生建立起电力系统安全运行的整体印象（**支撑课程目标 1、支撑课程目标 2**）；

3. 介绍继电保护专业知识的特点，强调其“工程化”的专业特色；通过对继电保护知识体系的分析，阐述大学课程对继电保护专业的支撑作用；强调“工程思维”在继电保护专业学习中的重要性，以及继电保护课程的学习方法（**支撑课程目标 3**）。

【重点与难点】

重点：电力系统对继电保护的要求，也就是“四性”，是继电保护认知的重点，所有继电保护的原理研究、整定计算、系统设计等等，都是基于“四性”的要求。同时，这也是继电保护专业“工程性”的重要体现。

难点：让学生意识到继电保护课程的特点——“三分理论，七分技术”，也就是“工程性”。

【教学内容】

第一节 继电保护是什么？

介绍电力系统的构成，“发-输-变-配-用”，并由电力系统的故障、危害，及其应对，引出继电保护的概念。

第二节 什么是故障

介绍电力系统的正常工作状态、不正常工作状态以及故障状态，明确“故障”的概念，从而引出继电保护的作用。

第三节 为什么要用继电器？

首先介绍“继电器”的来由以及在继电保护中的作用，使学生对专业特点有基本认识；

然后介绍切除故障的方法和电弧的形成及危害。电弧的概念将在高压技术中讲解，但是对理解高压断路器、继电保护非常重要；因此考虑在本导引课中将相关知识串起来做简要介绍，有利于同学将来学习相关知识。

最后简要介绍高压断路器的结构及作用。

第四节 继电保护系统

在介绍二次回路的基础上，讨论继电保护系统的构成，以及介绍电力系统继电保护课程的主要包含的内容。

第五节 对继电保护的要求

介绍可靠性、快速性、选择性、灵敏性的概念，及其必要性。通过实际案例，即讲解四性的重要性，也让同学们理解电力系统故障的危害以及继电保护的作用。

第六节 继电保护的学习方法

通过讲解，让同学们了解继电保护专业的特性：“三分原理，七分技术”。使得大家对继电保护课程的特点有所认识，便于将来在继电保护课程学习中有针对性地加强对其工程性地重视。

第七节 继电保护技术的现状及发展

介绍继电保护专业的发展历程，以及在新型电力系统发展的背景下，继电保护专业研究的新内容新方向。

第四章 思考本质-融会贯通

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，以泰勒展开式、矩阵、虚数为例，让学生深刻感受三者“换个角度描述”方面的相通性，目的是使学生们对“思考本质-融会贯通”有着形象的感性认识，并初步开始“思考本质-融会贯通”的尝试。

【重点与难点】

难点：泰勒展开式、矩阵、虚数的相通性

【教学内容】

第一节 背景

第二节 什么是“思考本质融会贯通”？

第三节 为什么要“思考本质融会贯通”？

第四节 如何“思考本质融会贯通”？

第五节 思考本质与融会贯通示例——泰勒展开式；

第六节 思考本质与融会贯通示例——矩阵；

第七节 思考本质与融会贯通示例——虚数 i ；

第五章 科学素养与科研本质

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 与课程目标 3，通过本章学习，了解中国科学发展现状，明晰科学的目标，探讨科研本质。达成以下目的：

1. 以电气工程为例，了解中国科学发展历程与现状（支撑课程目标 1）；
2. 以实际电气工程案例为导向，明晰科学研究的目标（支撑课程目标 2）；
3. 探讨电气工程学科科学研究的本质与方法（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：结合中国电气工程领域的发展历史，了解近现代以来科学在中国的发展现状；正确认识发现机制才是科学的目标；领悟相关性思维与因果性思维在科学研究中的作用，领会电气工程学科研究的思路与常见方法。

难点：什么是科学素养，如何提高自身科学素养。

【教学内容】

第一节 德先生与赛先生

近现代以来科学在中国的发展现状。

第二节 科学的素养

具备科学素养可以做什么。

第三节 科学的目标

发现机制；相关性思维和因果性思维的作用。

第四节 科研的本质

结合电气工程方面的科研课题，介绍科研的本质与方法。

第六章 创造性思维与创新方法-电机系统创新性研究及应用

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 与课程目标 3，通过本章学习，使学生掌握创造性思维的基本理论、类型与特征，以及创新思维方法，培养学生的创新与创造能力，达成以下目的：

1. 了解创造性思维基本概念、类型与特征，对创造性思维要素深入理解便于进一步培养创新思维能力（支撑课程目标 1）；
2. 从产业变革与创新方面分析电机在生活中的应用，突出创新性思维与创新方法的意义和重要性（支撑课程目标 2）；
3. 掌握创造性思维的基本要素和规律及创新方法，并延伸到电机学相关学科的学习方法及科研方法（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：了解创造性思维相关概念及特征，并从创新发展的角度辩证地看待电机发展的历史；理解创造性思维基本要素，通过学习经典创新思维方法树立正确的创新观，提升创新与创造能力。

难点：建立创新思维模式解决电机等领域相关难题。

【教学内容】

第一部分 创新思维理论

讲解思维的主要类型，衍生出创新思维的概念、类型以及特征，并强调创新过程是一个渐变与突变相结合的变革过程。

第二部分 创新思维案例

进行中西方创新思维对比强调创新教育的意义，并对比讲解经典创新案例。

第三部分 创新思维方法

阐述创新思维方法的定义以及五种经典创新方法。

第四部分 电机系统创新性研究及应用

介绍电机学科的基本概念及发展脉络，结合研究成果介绍高品质电机系统的创新性研究，重点介绍电机系统在新能源汽车、轨道交通及机器人等高端装备领域的应用及关键技术。

第七章 温故而知新-大学学习与创新思维

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 与课程目标 3，通过本章学习，认识大学学习的特点，引导学生从应试教育转向探究式学习，认识电磁学的历史发展，启发创新思维，达成以下目的：

1. 认识大学学习的特点，掌握电气工程专业内各学科间的逻辑关系，加深对本专业背景知识的理解。（支撑课程目标 1）；
2. 通过分析电磁理论中，库仑定律、法拉第电磁感应和麦克斯韦方程等理论的建立过程，启发创新思维掌握基本的科学研究方法（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：从“温故而知新”展开，了解大学学习在个人知识体系构建过程中的重要作用，根据大学学习的特点，讨论学习方法的多样性与有效性；正确理解大学的使命及其发展；介绍创新思维方法、科学研究方法和创业知识，进一步激发学生的求知欲和创新能力，培养提升学生职业规划和创新创业的新视野和新格局。

难点：了解前人理论创新过程，结合个人学习与兴趣特点，体会创新思维和科学研究方法的养成。

【教学内容】

第一节 绪论

电气工程学科的历史、发展、应用及前景。

第二节 大学学习的特点与方法

不同阶段学习的特点以及大学学习的关键转变。

第三节 科学方法与创新思维

分别通过库仑定律、法拉第电磁感应和麦克斯韦方程三个方面，阐述电磁理论创立过程中的科学方法与创新思维。

第八章 职业生涯规划

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 3，通过本章学习，培养提升学生职业规划和创新创业的新视野和新格局，增强大学生的责任感和使命感，达成以下目的：

- 1.能够正确理解职业规划理论的基本概念；
- 2.能够掌握职业生涯规划的基本步骤和方法；
- 3.能够客观地进行自我评估，选择合适自己的职业生涯规划目标并制定合理的职业路线。
- 4.能够开阔视野，打破固化的职业选择观念，增强对国家和社会的责任感和使命感。

【重点与难点】

重点：理解职业生涯规划对个人和社会的重要意义，掌握职业生涯规划的基本方法，制定适合自己的合理的职业生涯规划。

难点：客观评价自己，选择适合自己的职业生涯规划目标，制定合理可行的职业生涯规划路线图并付诸实施。

【教学内容】

第一节 职业生涯规划理论

第二节 职业生涯规划的五要素

第三节 职业生涯规划的基本步骤

第四节 职业生涯规划设计的常见问题及对策

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	第1章 第2节	风力发电	风电场并网实例	引导学生意识到环境保护的重要性，树立可持续发展与人类命运共同体理念。
2	第2章 第1节	电力电子学	我国高铁与高压直流输电的快速发展	增强学生的民族自信心以及学科发展的自信心。
3	第2章 第3节	工匠精神与职业操守	工科发展现状及新工科的发展方向	引导学生理解工匠精神，树立正确的职业观，恪守职业道德。
4	第3章 第1节	继电保护	电力系统故障及危害	引导学生意识到电力安全的重要性，增强学生的社会责任感。
5	第4章 第2节	虚数相通性	不同思维方式的内在统一性	引导学生辩证客观地观察世界，形成历史唯物史观。
6	第5章 第1节	近代科学史	近现代科学在中国的发展情况	引导学生明确科技创新是国之利器，树立科学发展观。
7	第6章 第1节	创造性思维与创新方法	介绍电机学科相关基本概念及针对概念的创新研究	引导学生建立创新思维模式，培养学生在电气领域多元化思考解决问题的能力与素质。
8	第7章 第3节	学习与创新	电磁弹射的军事应用	引导学生的民族自信心以及学科发展的自信心，激发大学生科技报国的家国情怀和使命担当，坚定“四个自信”。
9	第8章 第1节	选择正确的职业目标	姚明的个人职业生涯中国家和集体始终优于个人利益	引导学生正确处理国家和个人利益的冲突，培养学生爱国精神，树立对国家和社会有利的职业目标。
10	作业		在作业、项目式作业中抄袭，该项记零分	应遵守学术诚信，诚实做人。

七、学时分配表

序号	章节	章节内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	第1章	风力发电与电网	2								2
2	第2章	电力电子学概要-大学及工匠精神	2								2
3	第3章	电力系统继电保护导引	2								2
4	第4章	思考本质-融会贯通	2								2
5	第5章	科学素养与科研本质	2								2
6	第6章	创造性思维与创新方法	2								2
7	第7章	温故而知新-大学学习	2								2

		与创新思维								
8	第8章	职业生涯规划	2							2
合计			16							16

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程考核为平时考核、作业考核，平时考核包括：课堂考勤、课堂讨论、拓展项目等。作业考核包括：课后作业等。平时考核成绩占总成绩的 20%，作业考核成绩占总成绩的 80%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
作业考核 (80%)	课程目标 1	29	100
	课程目标 2	28	
	课程目标 3	43	
平时考核 (20%)	课程目标 1	45	100
	课程目标 2	35	
	课程目标 3	20	

【平时考核环节评分标准】

考核 得分 考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
课堂考勤	5次及以上缺勤。	3-4次缺勤。	1-2次缺勤。	无缺勤。
课堂讨论	课堂讨论不积极，分析专业问题能力弱，表达不清晰。	能准确陈述专业内的基本概念，在工程实际案例分析等问题中参与课堂讨论。	能准确陈述专业内的基本概念与历史发展脉络，在案例分析讨论中提出独到的见解。	积极参与课堂讨论，正确陈述专业内的基本概念、历史发展脉络与前沿动态，分析问题能力较强。
拓展项目	不参与项目拓展作业，不了解项目拓展作业内容	对项目内容基本了解，但无法完成项目作业要求	对项目内容准确了解，能够完成部分项目作业要求	对项目内容准确了解，能够完成全部项目作业要求

【平时考核环节权重】

课程目标 考核环节	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
考勤讨论	15	20	25	60
拓展项目	20	20	0	40
合计	35	40	25	100

【作业考核环节权重】

权重 章节	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
第 1 章	4	4	4.5	12.5
第 2 章	3	4	5.5	12.5
第 3 章	4	4	4.5	12.5
第 4 章	4.5	4	4	12.5
第 5 章	4	4	4.5	12.5
第 6 章	3.5	4	5	12.5
第 7 章	6	0	6.5	12.5
第 8 章	0	4	8.5	12.5
合计	29	28	43	100

九、教材及参考资料

【教材】

1. 王小燕《科学思维与科学方法论》 华南理工大学出版社，2003
2. 赵正宝《趋势的力量-个人职业发展策略决策必修课》，中国广播电视出版社，2012

【参考资料】

1. Gary Seay, Susana Nuccetelli. *How to Think Logically*, Pearson, August 19, 2007
2. 李世新《工程伦理学概论》，中国社会科学出版社，2008
3. Thiel P A, Masters B. *Zero to one: Notes on startups, or how to build the future*[M]. Currency, 2014.
4. Richard Paul, Linda Elder. *Critical Thinking: Tools for Taking Charge of Your Learning and Your Life*, Pearson, September 10, 2011

5. Wayne C. Booth, Gregory G. Colomb, and Joseph M. Williams. *The Craft of Research*, University of Chicago Press, October 18, 2016

山东大学 电气工程 学院

《电气工程导论》理论课程教学大纲

编写人：石访、张利

审定人：张文

编制/修订时间：2017年4月

审定时间：2017年5月

一、课程基本信息

课程名称	电气工程导论				
英文名称	Introduction of Electrical Engineering				
课程编码	sd01921250				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	2	总学时	授课	上机	实验
		32 学时	32 学时		
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	高中物理				
课程网站	http://www.course.sdu.edu.cn 电气工程导论课程				

二、课程简介

【课程中文简介】

《电气工程导论》是电气工程及其自动化专业开设的一门专业必修课，本课程以电能量的产生、传输和利用为线索，通过对电气工程发展历史、电气工程领域各学科分支（包括电机电器及其控制、电力系统及其自动化、电力电子

及电力传动、高电压与绝缘技术、电工理论及其新技术)以及电气工程领域的其他新兴方向的介绍,帮助本科新生了解电气工程学科概貌、电气工程学科的定位、所涉及各领域的研究内容、研究现状及发展趋势。

【课程英文简介】

Introduction of Electrical Engineering is a compulsory course for the students majoring in electrical engineering and its automation. The course will introduce the history of electrical engineering, every division of electrical engineering (including motor and electrical devices, electrical power system and its automation, electronic power and power transmission, high voltage and insulation technology, electrical theory and new technology) and other new burgeoning fields in the area. It can help the freshmen to understand the general picture of electrical engineering subject, the task of electrical engineering subject and what are researched in every division, state of the art of the divisions and their developing trend.

三、课程目标

通过本课程的学习,使学生在第一学期就能对未来四年将学习的内容有全景式的了解,引发学生对电气工程学科的学习和探索兴趣。培养学生对学科发展的总体认识,了解专业必备的基础学科和通用知识,通过讨论、调研等拓宽学生的专业知识和提高工程思维能力,为学生今后从事电气工程领域的相关学习奠定基础。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 6	能够基于工程相关背景知识进行合理分析,评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响,并理解应承担的责任。	讲述本专业涉及的较宽技术基础理论知识,对历史上电气学科的发展关键节点进行深入分析,解释发生该变化的相关学科发展、社会发展等背景,分析学科发展对社会经济生活的影响,让学生充分认识电气学科的基础性作用,增强专业归属感和责任感。
目标 7	能够理解和评价针对复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响。	结合当前信息技术发展对电气领域技术的推进作用,尤其是近年来我国在清洁能源方面的发展情况,启发学生思考未来能源发展趋势,明确学科发展与社会可持续发展的关系;通过讨论、开放式项目作业等,提高学生从整体上认识和评价大型能源工程项目

		的能力。
目标 8	具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。	结合电气技术发展过程中的经典案例，包括交直流之争、电话的发明、奥斯特电流磁效应的发现等，培养学生专利保护意识和学术诚信，用榜样的力量激励学生努力成长为对社会有突出贡献的专业人才。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标	目标 6	目标 7	目标 8
	6.能够基于工程相关背景知识进行合理分析，评价专业工程实践和复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。		H	
7.能够理解和评价针对复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响。			H	
8.具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。				M

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

多媒体教学、自主学习和讨论

2. 课程内容：

该课程是为本科生开设的专业导航性课程。通过本课程的学习，使学生在第一学期就能对未来四年将学习的内容有全景式的了解，引发学生对电气工科学科的学习和探索兴趣。教学中贯彻“三一三”教学法，教学活动以教师讲授、师生互动和教师指导下的学生自主学习三种方式展开，传授知识的同时，注重学生能力培养和素质提高。

3. 作业：

包括课后习题、专业性调研、开放式讨论性题目等，促进学生理解课堂内容，并能熟悉技术发展过程，培养用联系的观点看待专业进步，形成专业自豪感和责任意识。

4. 拓展项目

采用开放式题目，包括专业小发明创造、专业某领域技术发展调研、行业发展现状和趋势等，促进学生全面了解所学专业涉及的知识点、技能和素质，让学生对本专业有一个宏观的理解和认识，并独立撰写报告，在这个过程中，培养工程思维、社会责任感和学术诚信意识。

六、课程教学内容

第 1 章 电气工程与高等教育

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 6 和课程目标 7，通过本章学习，了解电气工程学科的发展，理解其特点，达成以下目的：

1. 能够正确描述电气工程学科在高等教育中的地位（支撑课程目标 6）；
2. 了解学习本课程的基本要求和方法（支撑课程目标 7）。

【重点与难点】

重点：电气工程学科密切相关的学科门类。

难点：电气工程学科的特点。

【教学内容】

- 1、电气工程学科包括的专业方向；
- 2、电气工程学科的内容；
- 3、电气工程学科的特点。

第 2 章 电磁学理论的建立和通信技术的进步

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 6 和课程目标 7，通过本章学习，了解电气科学的发展，理解其产生、发展、转化的规律，达成以下目的：

1. 了解电磁学理论的建立过程（支撑课程目标 6）；
2. 了解最新的通信技术发展现状和电气工程的关系（支撑课程目标 7）。

【重点与难点】

重点：从现象感知、理论建立及理论应用三方面，分析电磁感应定律的发现及其在电力生产、传输、利用环节中的应用。

难点：电磁感应定律的基础性作用。

【教学内容】

- 1、人类对电磁现象的早期研究；
- 2、电磁效应的研究；
- 3、电磁感应理论体系构建。

第3章 电气工程技术与理论的发展

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 7 和课程目标 8，通过本章学习，了解电气工程技术的发展，理解发展规律，达成以下目的：

1. 了解电气工程技术与理论的发展（支撑课程目标 7）；
2. 了解电气工程技术历史上的伟大发明和发现（支撑课程目标 7 和课程目标 8）。

【重点与难点】

重点：电气工程技术的发展规律。

难点：理解电气工程技术进步与社会、经济发展的关系。

【教学内容】

- 1、 技术革命发展历史；
- 2、 第二次工业革命中的电气领域进步；
- 3、 第三次技术革命和发展趋势。

【拓展训练项目】

让学生课后网上查找并阅读有关特斯拉、法拉第、爱迪生等电气领域伟大科学家或发明家的事迹，总结获取成功的规律并发表感想。

【习题课】

- 1) 在电工技术的初期发展过程中，有哪些科学家分别作出了什么贡献？
- 2) 电工理论包含哪几个方面？它对电工技术的发展有何作用？

第 4 章 电能利用与发电类型

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 6 和课程目标 7，通过本章学习，理解能源利用的发展，了解发电的种类，理解各类发电的原理，达成以下目的：

1. 掌握电能转换的不同过程和发展趋势（支撑课程目标 6）；
2. 理解电能变换过程的发展历程和深层原因（支撑课程目标 7）。

【重点与难点】

重点：能源利用的现状与面临的问题。

难点：不同国家采用不同能源发展路径的关联因素。

【教学内容】

- 1、能源的分类和电源转换形式；
- 2、新能源的工作原理和发展趋势。

【研讨课】

针对日常生活中所见到过的发电方式分析其工作原理，比较各自的特点。

第 5 章 电力工业的发展与特点

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 7 和课程目标 8，通过本章学习，了解电力工业的发展，理解电力系统的特点，达成以下目的：

1. 了解电力工业发展概况（支撑课程目标 7）；
2. 了解电力工业的特点（支撑课程目标 7）；
3. 理解电力工业在国民经济发展中的地位（支撑课程目标 8）。

【重点与难点】

重点：新形势下电力工业面临的问题及对策。

难点：理解我国电力行业发展特色。

【教学内容】

- 1、电力工业发展概况；
- 2、中国电力工业的发展；
- 3、电力工业的特点；
- 4、电力工业在国民经济发展中的地位。

【拓展训练项目】

查阅文献和资料，调研我国电力系统的技术发展和管理体制发展情况，说明电力体制改革的重要性和趋势。

【研讨课】

讨论我国电力体制改革的过程和趋势。

第6章 电力系统简介

本章教学内容支撑课程目标6和课程目标7，通过本章学习，了解电力系统的组成和运行，理解电力系统运行的基本原理，达成以下目的：

1. 了解电力系统的组成和各部分作用（支撑课程目标6）；
2. 了解发电厂和变电站的定位和相互支撑关系（支撑课程目标6和课程目标7）；
3. 能够通过文献检索，了解电力系统运行控制相关关键技术（支撑课程目标7）。

【重点与难点】

重点：电力系统需要规划、调度与控制的理由。

难点：理解电力系统需同步运行的原因。

【教学内容】

- 1、电力系统及其组成；
- 2、发电厂；
- 3、变电站。

第 7 章 高电压与绝缘技术

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 6 和课程目标 7，通过本章学习，了解高电压与绝缘技术的基本内容，理解基本理论，达成以下目的：

1. 了解高电压与绝缘技术的基本任务及特点（支撑课程目标 6）；
2. 了解高电压与绝缘技术的理论基础及主要研究内容（支撑课程目标 6）；
3. 了解高电压新技术及其在其他领域中的应用（支撑课程目标 7）。

【重点与难点】

重点：高电压与绝缘技术的基本任务及主要内容。

难点：理解高电压新技术与材料学科的关系。

【教学内容】

- 1、高电压与绝缘技术的产生和发展；
- 2、高电压与绝缘技术的基本任务及特点；
- 3、高电压与绝缘技术的理论基础及主要研究内容；
- 4、高电压新技术及其在其他领域中的应用。

第 8 章 电力电子与电力传动技术

本章教学内容支撑课程目标 6 和课程目标 7，通过本章学习，了解电力电子技术的核心内容，理解其主要应用，达成以下目的：

1. 了解电力电子技术的核心技术（支撑课程目标 6）；
2. 理解电力电子技术学科产生对工业领域和社会生活的影响（支撑课程目标 6 和课程目标 7）；

3. 能够通过资料调研，分析电气传动技术的作用和发展（支撑课程目标 7）。

【重点与难点】

重点：电力电子技术在电能变换中的作用。

难点：理解电力电子在社会发展中的关键作用。

【教学内容】

- 1、电力电子技术学科的产生与发展；
- 2、电力电子技术的主要应用；
- 3、电力电子技术在现代工业中重要地位；
- 4、电气传动技术的分类与特点；
- 5、电气传动技术的发展历程。

第 9 章 电力通信技术

本章教学内容支撑课程目标 7 和课程目标 8，通过本章学习，了解电力通信系统与通信技术，达成以下目的：

1. 了解通信系统的组成和技术发展情况（支撑课程目标 7）；
2. 了解通信领域新技术对社会生活的贡献（支撑课程目标 7 和课程目标 8）；
3. 了解电力通信的特殊性和技术发展情况（支撑课程目标 7）。

【重点与难点】

重点：电力通信的主要方式及其应用。

难点：电力通信的特殊性及其与电力系统运行控制的关系。

【教学内容】

- 1、通信系统的组成；
- 2、通信技术的发展；
- 3、通信领域的新技术；
- 4、电力通信网；
- 5、国内外电力通信的现状。

第 10 章 自动化

本章教学内容支撑课程目标 7 和课程目标 8，通过本章学习，理解自动化和自动控制系统的概念，了解自动化系统的组成和类型，达成以下目的：

1. 建立自动化系统的基础概念，可以简述身边常见的自动化系统（支撑课程目标 7）；
2. 了解自动化和控制技术的发展历史，理解自动化技术在工业发展中的作用（支撑课程目标 7 和课程目标 8）；
3. 能够通过文献调研，了解电力系统中的关键自动控制装置和系统（支撑课程目标 7）。

【重点与难点】

重点：自动化和自动控制系统概念的理解。

难点：理解在电力工业和其他工业系统中自动控制的重要性。

【教学内容】

- 1、自动化概念和应用；
- 2、自动化和控制技术发展历史简介；
- 3、自动控制系统的组成和类型；
- 4、自动化的现状与未来。

第 11 章 建筑电气与智能楼宇

本章教学内容支撑课程目标 6 和课程目标 7，通过本章学习，了解建筑电气与智能楼宇的基本知识，达成以下目的：

1. 了解建筑电气与智能楼宇工程的内容和支撑学科（支撑课程目标 6）；
2. 理解建筑电气和智能楼宇在节能减排方面的重要作用（支撑课程目标 7）。

【重点与难点】

重点：智能楼宇的基本功能与系统组成。

难点：结合智能楼宇发展现状，理解节能和安全在建筑行业中的重要性。

【教学内容】

- 1、建筑电气概述；
- 2、建筑电气技术的产生、特点和发展趋势；
- 3、智能楼宇的定义和基本功能；
- 4、智能楼宇系统组成；
- 5、智能楼宇的现状与未来。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	第1章	电气工程学科包括的专业方向	讲解电气工程各专业方向与我国社会发展、国防事业等的关系，强调学科的重要性。	引导学生理解学科的基础性作用，培养学科归属感和社会责任感，将个人发展和国家重大需求结合。
2	第2章	电磁规律的发现和发展	从电流的磁效应现象发现过程为例，说明仔细观察、善于思考的重要性。	提倡事无巨细，要善于观察和思考，用独特视角分析问题、发现差异并从差异出发总结规律。
3	第3章	技术革命中的电气技术发展和贡献	重点讲述第二次工业革命中电气化对于推动工业进步和社会发展的重大作用。	引导学生懂得技术创新的重要作用，任何技术进步都需要付出巨大的努力，同时可带来巨大价值，引导学生热爱科学、勇于创新。
4	第4章	能源的发展路径和趋势	从新能源的发展历程和趋势出发，讲述能源在环境保护方面的巨大作用。	培养学生保护环境意识，引导学生思考国家巨大投入和可持续发展战略的正确性，自觉形成环保理念。
5	第5章	我国电力体制改革历史	从电力工业体制改革路径出发，讲述我国对于发展的顶层设计和以人民利益至上的原则。	强调我国在宏观战略上遵守一切为人民利益出发，推动改革发展、促进技术进步、造福人民群众，形成制度自信，坚定拥护国家重大战略方针和行业发展方向。

6	第6章	电力系统规划、运行、控制的关系	介绍我国在电力系统运行、规划、控制等方面的先进经验和安全机制	培养大学生在应对重大工程问题时重视安全性和可靠性，懂得用联系的观点看待问题，通常由多个环节的共同作用下才能塑造伟大工程。
7	第7章	高电压与绝缘技术发展	以我国特高压工程建设过程为例，讲述原创性技术发展历程和巨大作用	让学生了解最先进技术只能坚持自主创新之路，激发大学生的使命担当，坚定科技强国的信念。
8	第8章	电力电子技术在电能变换中的作用	讲述电力系统电力电子技术发展对于电网形态演化的作用。	培养学生用变化的观点看待问题，理解关键技术发展对于工业应用形态的推动作用，思考从量变到质变的哲学问题。
9	第9章	电力通信的特殊性和技术发展情况	从电力系统通信技术的特殊性出发，讲述通信安全对于电网基础设施的重要性。	培养学生在工作中要时刻保持谨慎的态度，养成安全第一意识，防止因大意造成重大安全事件和损失。
10	第10章	电力系统中的关键自动控制装置和系统	从电力系统调度自动化和安全自动装置引出控制系统理论在电力工业中的重要性。	倡导学生建立更广阔的知识面，培养学生主动进行学科交叉，突破学科束缚和限制，善于学习和联系，推动技术创新。
11	第11章	智能楼宇发展现状和趋势	从建筑行业节能减排手段入手，讲述环境保护的重要作用。	引导学生培养节能环保意识，自觉地参与节能减排过程，为国家能源战略贡献自己的力量。
12	作业	课后作业、报告	严格检查作业重复率和报告的原创性，对于存在大面积抄袭现象的作业、报告等，直接判为零分。	教育学生坚守学术底线、遵守学术诚信，在日常生活和学习中做到诚实做人、踏实做事，不走捷径。

七、学时分配表

序号	章节	章节内容	学时分配							合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	
1	第1章	电气工程与高等教育	1.5						0.5	2

2	第2章	电磁学理论的建立和通信技术的进步	2					1		3
3	第3章	电气工程技术与理论的发展	2				1			3
4	第4章	电能利用与发电类型	2					1		3
5	第5章	电力工业的发展与特点	3					1		4
6	第6章	电力系统简介	5							5
7	第7章	高电压与绝缘技术	3							3
8	第8章	电力电子与电力传动技术	3							3
9	第9章	电力通信技术	2							2
10	第10章	自动化	2							2
11	第11章	建筑电气与智能楼宇	2							2
合计										32

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂讨论、拓展项目作业、开放性实验等。期末考核采取开放式报告形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，期末考核成绩占总成绩的 80%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
期末考试 (80%)	课程目标 6	35	100
	课程目标 7	35	
	课程目标 8	30	
平时考核	课程目标 6	50	100

(20%)	课程目标 7	50	
	课程目标 8	0	

【平时考核环节评分标准】

考核得分 考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
习题作业	不熟悉电气工程领域的基础知识，不能用联系的观点分析问题	了解电气工程学科基础知识，可以用联系的观点分析问题	能较好地理解电气工程学科的基础知识，能独立思考相关问题	能灵活地运用有关基础知识从整体上认识电气工程的发展和技术构成，有自己的见解
课堂考勤和讨论	不积极参与课堂讨论，对问题的分析表述不准确	能陈述电力系统控制基本原理，能尝试思考并运用所学知识讨论问题	能够较为准确地表达正确的观点，积极参与课堂讨论，有一定的见解	参与课堂讨论比较积极，能够融会贯通所学知识对电力系统控制问题进行系统性论述
拓展项目和报告	不主动参与项目拓展作业，不独立完成相关报告	基本理解项目要求，能够完成相关报告	准确理解项目要求，能够独立完成报告，质量良好	准确理解项目要求，高质量完成项目报告，具有个人见解

【平时考核环节权重】

课程目标 考核环节	课程目标 6	课程目标 7	课程目标 8	合计
习题作业	5	5	0	10
课堂考勤和讨论	5	5	0	10
拓展项目和报告	30	30	20	80
合计	40	40	20	100

【考试环节权重】

章节 权重	课程目标 6	课程目标 7	课程目标 8	合计
第 1 章 电气工程与高等教育	5	5	0	10
第 2 章 电磁学理论的建立	5	5	0	10

和通信技术的进步				
第3章 电气工程技术与理论的发展	10	10	10	30
第4章 电能利用与发电类型				
第5章 电力工业的发展与特点	10	5	10	25
第6章 电力系统简介				
第7章 高电压与绝缘技术				
第8章 电力电子与电力传动技术				
第9章 电力通信技术	10	15	0	25
第10章 自动化				
第11章 建筑电气与智能楼宇				
合计	40	40	20	100

九、教材及参考资料

【教材】

1. 孙元章等编著，《走进电世界:电气工程与自动化(专业)概论》，中国电力出版社，2009。（普通高等教育“十一五”规划教材）

【参考资料】

1. 范瑜，电气工程概论，高等教育出版社，2006。
2. 肖登明，电气工程导论，中国电力出版社，2007

山东大学 机械学院 学院

《工程制图》理论课程教学大纲

编写人：刘日良 审定人：

编制时间： 审定时间：

一、课程基本信息：

课程名称	工程制图		
英文名称	Engineering Drawing		
课程编码	sd01620420		
开课单位	机械学院		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	3	学时	总学时 48 （授课 上机 实验 ）
适用专业	电气、控制		
先修课程	无		
课程网站			

二、课程描述

《工程制图》旨在讲授工程图样的理论和基本知识，培养学生绘制和阅读工程图样的技能，是本科四年制非机类专业的一门技术基础课。

三、课程教学目标和教学要求

【教学目标】

使学生了解相关制图标准，掌握工程图样的基本原理和方法，培养绘制和阅读机械工程图样的基本技能。

【教学要求】

1. 了解机械制图的有关国家标准；
2. 掌握正投影的基本理论；

3. 掌握机件常用的表达方法；
4. 了解工程图的作用及内容；
5. 掌握一种计算机绘图软件。

【教学要求与毕业要求指标点的对应关系】

毕业要求		教学 要求 1	教学 要求 2	教学 要求 3	教学 要求 4	教学 要求 5
指标 点 1.1	具有较扎实的数学、物理等自然科学的基础知识，能将数学的基本概念运用到工程问题的适当表述之中，能就工程问题建立方程并进行求解；	*	**	**	**	
指标 点 4.2	具备运用合适的绘图软件正确表达电力系统设备、网络结构的能力。	**	**	**	**	***

说明：相关——*，支撑——**，高度支撑——***。

四、课程教学内容及学时分配

日/ 月	周 次	时 数	教 学 方 式	内 容	作业布置名称及分 量 供任课教师参考选择 A3 表示不在习题集上完成的作业（如草图、上机等）	执 行 情 况
	1	4	讲	绪论		
				§ 2-1 投影法简述		
				§ 2-2 三视图的基本原理	P5	
				§ 2-3 物体三视图的一般画法	模型 4 个, A3	
				§ 1-1 制图标准的基本规定	P4: 3, 4	
	2	4	讲	§ 3-1 立体的分类		
				§ 3-2 平面立体三视图及表面上点的投影	P6: 1, 2(1) (2) -选做	
				§ 3-3 立体上各种位置直线的投影		
				§ 3-4 立体上各种位置平面的投影		
				§ 3-5 平面切割体的三视图	P7, P8	

	3	4	讲	§ 4-1 曲面立体及表面上点的三视图	P9 (1) (2) (3) -选做	
				§ 4-2 截交线 注： ◇ 平面切割圆锥侧重于：平面过锥顶或垂直/平行于轴线 ◇ 平面切割球侧重：平面平行于投影面	P10 (1)(2)(4)(5) P11: 2,3 , 4,5(1) P12(1)(3)(5)	
	4	4	讲	§ 4-3 相贯线 注： ◇ 圆柱与圆柱正交相贯（内、外） ◇ 圆柱、圆锥（轴线过球心）与球相贯	P13, P14: 5(2,3,5), P15:8	
				计算机绘图概述 电子图板用户界面与基本操作 绘制一幅图 基本曲线的绘制 基本编辑 显示控制		
	5	4	讲	§ 5-1 组合体的组成分析	P16 任选二	
				§ 5-2 组合体三视图的画法	P16 任选一, A3	
				§ 5-3 组合体的尺寸注法	P18	
	6	4	讲	§ 5-4 看组合体三视图	P19, P20, P21, P22	
					P23, P24, P25 任选 P26, 27	
				计算机绘制组合体视图及尺寸标注		
	7	4	讲	§ 7-1 机件外形的表达—视图	P30: 1,3	
				§ 7-2 机件内形的表达—剖视图 （概念、种类、）	P32: 1(1,3,5,6), 2 P33: 4,5,6 P34: 7(1,2), 8(1)	
				剖切面的种类	P35, P36	
	8	4	讲	§ 7-2 机件内形的表达—剖视图 （剖视图中的规定画法）		
				§ 7-3 断面形状的表达—断面图	P37, P38	
				§ 7-4 局部放大图、其他规定画法与简化画法 （简介）	P41: 1, A3	
				§ 7-5 表达方法综合应用		
				计算机绘制剖视图		
	9	4	讲	§ 8-1 螺纹及螺纹紧固件（绘图和标注均限于普通螺纹，螺栓、螺柱连接画法）	P42, P44: (1, 2, 4, 5) P46: (1, 2) A3	
	10	4	讲	§ 8-3 零件图 一、一般零件的分类 二、零件图的作用 三、零件图的内容 四、零件图的视图选择（简介）	P47	

1 1	4	§ 8-4 机械图样上的技术要求（学生掌握粗糙度符号、尺寸公差和配合代号的基本含义） § 8-3 零件图 五、看零件图	P56: 3 P57: 2 完成零件图清图 P50, P51 选一
1 2	4	§ 8-5 装配图（简介）	
		课程总结	
检查本日历完成情况的的结果：			
检查者：	日期	年	月 日
领导本课程的教师：	日期	年	月 日

五、教学要求对应关系

	教学要求 1	教学要求 2	教学要求 3	教学要求 4	教学要求 5
1.1 节	X				
2.1 节	X	X			
2.2 节	X	X			
2.3 节	X	X	X		
3.1 节	X	X	X		
3.2 节	X	X	X		
3.3 节	X	X	X		
3.4 节	X	X	X		
3.5 节	X	X	X		
4.1 节	X	X	X		
4.2 节	X	X	X		
4.3 节	X	X	X		
5.1 节	X	X	X		
5.2 节	X	X	X	X	X
5.3 节	X	X	X	X	X
5.4 节	X	X	X		
7.1 节	X	X	X	X	

7.2 节	X	X	X	X	X
7.3 节	X	X	X	X	
7.4 节	X	X	X	X	
7.5	X	X	X	X	X
8.1 节	X		X	X	X
8.3 节	X		X	X	X
8.4 节	X		X	X	X
8.5 节	X		X	X	X

六、考核及成绩评定方式

【考核方式】：期末考试（笔试、闭卷）+平时成绩。

【成绩评定】：其中期末考试占总成绩 70%；平时作业占 30%。

七、教材及参考资料

【教材】苑国强 等编著，工程制图，中国标准出版社，2008 年第一版。教材类别（是否规划、获奖教材？）否

【参考书】3-5 本相关的教材或者专著、杂志或网络资源

《机械制图》，廖希亮等编，化学工业出版社，2009 年。

《机械制图习题集》张明等编，化学工业出版社，2009 年。

《计算机绘图与三维造型》，廖希亮等编，清华大学出版社，2011 年。

刘朝儒, 杨胜强等. 画法几何与机械制图, 高等教育出版社, 2011

刘朝儒, 杨胜强等. 画法几何与机械制图习题集, 高等教育出版社, 2011

山东大学土建与水利学院

《工程力学》理论课程教学大纲

编写人：宋娟

审定人：王少伟

编制时间：2017年3月29日

审定时间：2017年4月15日

一、课程基本信息：

课程名称	工程力学		
英文名称	Engineering Mechanics		
课程编码	sd02030680		
开课单位	土建与水利学院工程力学系		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input checked="" type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	2	学时	总学时 32 （授课 32 上机 实验 ）
适用专业	电气工程及其自动化		
先修课程	高等数学、大学物理		
课程网站	http://course.sdu.edu.cn/G2S/Template/View.aspx?action=view&courseType=0&courseId=5531		

二、课程描述

工程力学是变形体力学的重要基础分支之一，本课程包括刚体静力学和材料力学两部分，主要研究内容为包括静力学平衡问题、杆件在外力作用下的受力、变形和破坏规律，为工程实际构件设计提供必要的理论基础和计算方法，培养学生应用力学原理解决工程实际问题的能力。

Engineering mechanics is intended to provide students with a clear thorough presentation of both the theory and application of the basic principles of fundamental mechanics, including theoretical mechanics(statics) and mechanics of materials. A strong emphasis is placed on developing in students the ability to build mechanical model for a given problem and to solve it using the basic method of mechanics. There is also a heavy emphasis on the application of the basic principles to the solution of practical engineering problems while providing a firm foundation of understanding of those principles.

三、课程教学目标和教学要求

【教学目标】

通过本课程的学习，理解工程力学的基本概念和基本理论以及处理力学问题的基本方法；能较熟练地对一般力学问题进行分析和计算；具备分析并解决简单工程实际问题的能力。

【教学要求】

要求 1：理解基本概念和基本理论以及处理力学问题的基本方法，对静力学问题进行力学分析和计算；

要求 2：掌握研究杆件内力、应力、变形分布规律的基本原理和方法，掌握分析杆件强度问题的理论与计算；

要求 3：初步具备应用基本概念、基本理论和基本分析方法解决简单工程实际力学问题的能力。

【教学目标与毕业要求指标点的对应关系】

毕业要求		教学要 求 1	教学要 求 2	教学要 求 3
指标点 1.1	具有较扎实的数学、物理等自然科学的基础知识，能将数学的基本概念运用到工程问题的适当表述之中，能就工程问题建立方程并进行求解；	**	**	***

说明：相关——*，支撑——**，高度支撑——***

四、课程教学内容及学时分配

第一章 静力学基本概念

【教学目标和要求】

掌握力、刚体、平衡的概念、掌握静力学公理、熟练掌握各种约束及约束反力的特点及其表示方法、熟练画物体受力图。

【具体教学内容】

刚体、力、平衡的概念，静力学公理，约束与约束反力，物体的受力分析受力图。

【教学和学习建议】

课堂教学以基本概念、基本理论以及基本分析方法为主，利用多媒体表达优势，采用讲解、讨论、答疑等方式，结合工程背景提出力学问题，拉近理论与实际的距离，引导学生掌握力学的基本原理，增进学生的学习主动性。此部分涉及的概念较多，系统性强。应注意各概念的区别和联系。注意有关公式推导的根据和关键，其物理意义及应用条件和范围。注意有关概念的来源、含义和用途。

【教学/考核难点重点】

重点：几种典型约束的约束反力；物体的受力分析及受力图的绘制。

难点：约束的特性、物体的受力分析时，隔离体的选取及受力图的绘制。

第二章 力系的简化和平衡

【教学目标和要求】

理解汇交力系、力偶系及任意力系的简化方法，掌握各种力系的平衡条件和平衡方程，会应用各种形式的平衡方程求解物系的平衡问题。

【具体教学内容】

汇交力系简化与平衡的方法、力偶系简化与平衡的方法、任意力系的简化方法及结果分析、各种力系的平衡条件和平衡方程、静定与静不定问题及判断、平面物系平衡问题的求解。

【教学和学习建议】

本部分涉及力系的简化及平衡条件的导出，注意不同力系简化结果的区别及联系。课堂教学课通过解题思路分析和基本方法训练，培养学生基本运算能力和分析解决问题的能力。做习题是运用理论解决问题的基本训练，解题过程中应注意研究对象的选取、受力分析、平衡方程的选择等环节，尤其注重“一题多解”。

【教学/考核难点重点】

重点：主矢和主矩概念的理解；主矢、主矩以及力系合成的最后结果；应用不同形式的平衡方程求解单个物体的平衡问题；求解物体系统的平衡问题。

难点：物系平衡问题中正确选取研究对象和受力分析，选择恰当的平衡方程求解未知量。

第三章 静力学应用问题

【教学目标和要求】

理解平行力系中心和重心的概念，能计算组合形体的重心。利用节点法和截面法求简单平面桁架的内力。理解滑动摩擦的性质，了解全反力、摩擦角、自锁等概念，求解考虑滑动摩擦时的平衡问题。

【具体教学内容】

平行力系中心和重心的概念、重心坐标公式；平面简单桁架的概念、求解桁架内力的基本方法；滑动摩擦的性质、最大静滑动摩擦力、摩擦角和自锁现象，考虑摩擦时的平衡问题。

【教学和学习建议】

首先注意有关公式、概念及方法的根据和关键，其物理意义及应用条件和范围。通过解题思路分析和基本方法训练，培养学生基本运算能力和分析解决问题的能力。做习题是运用理论解决问题的基本训练，尤其注重“一题多解”。

【教学/考核难点重点】

重点：重心的坐标公式；平面简单桁架的内力计算；滑动摩擦及静滑动摩擦力的概念、摩擦角的概念和自锁现象，考虑滑动摩擦时物体的平衡问题的求解方法。

难点：平面简单桁架的内力计算、摩擦角概念和计算。

第四章材料力学基本概述

【教学目标和要求】

了解材料力学部分的性质、任务和研究对象；了解材料弹性变形和塑性变形的基本特征；了解杆件的基本变形形式，建立构件的强度、刚度、稳定性等基本概念，建立变形固体概念，理解并牢记其基本假设。

【具体教学内容】

材料力学的任务及与生产实践的关系；可变形固体的性质及基本假设；材料力学主要研究对象（杆件）的几何特征及杆件变形的基本形式。

【教学和学习建议】

材料力学相对于理论力学而言，数学推导的味道较淡，但是引入了很多工程假设，需要仔细体会。本部分涉及的概念较多，系统性强。注意有关概念的来源、含义和用途，如内力、应力、强度等都是以前的知识体系里面没有的，需要重新建立印象。建议学生上课认真听讲，做好笔记，同时课后进行习题训练以巩固。

【教学/考核难点重点】

重点：强度、刚度、稳定性的概念；变形固体的基本假设；弹性变形和塑性变形的概念；内力、截面法、应力、应变的概念，胡克定律、剪切胡克定律、切应力互等定理。

难点：三种问题的理解、各种基本概念的理解。

第五章 杆件的内力

【教学目标和要求】

熟练掌握截面法计算轴力，画轴力图；熟练掌握截面法计算扭矩，画扭矩图；理解对称弯曲的概念，熟练掌握截面法计算剪力与弯矩，写剪力方程与弯矩方程，画剪力图与弯矩图；熟练掌握载荷集度、剪力和弯矩之间的微分关系及其应用。

【具体教学内容】

杆件拉压、扭转和弯曲时的内力计算与内力图绘制。

【教学和学习建议】

内力分析解决杆件强度及刚度问题的基础，首先通过截面法利用内力和外力之间的平衡条件计算截面内力，特别注意内力正负号规定及其确定方法。其次正确绘制各种变形下杆件内力图，尤其注意利用载荷、剪力和弯矩间的微分关系直接绘制内力图的方法与步骤。

【教学/考核难点重点】

重点：截面法；剪力方程和弯矩方程、剪力图和弯矩图。

难点：绘制剪力图和弯矩图。

第六章 杆件的应力

【教学目标和要求】

熟练掌握拉（压）杆的应力与应变计算，了解常用材料拉伸和压缩力学性能，理解许用应力、安全因数和强度条件，熟练进行拉压杆件的强度计算；熟练掌握常用截面的形心、静矩、惯性矩的计算及平行移轴公式；熟练掌握圆轴扭转切应力和强度计算；熟练掌握弯曲正应力和强度计算；掌握剪切和挤压的实用计算方法。

【具体教学内容】

拉压杆的应力与应变、材料的拉、压力学性能，圆轴扭转应力，对称弯曲梁的正应力，剪切与挤压的实用计算，应力集中的概念，平面图形几何性质。

【教学和学习建议】

三方面法是应力求解的基本方法，熟悉拉压、扭转、弯曲及剪切挤压的应力推导过程，注意对公式中每一符号物理意义的理解。公式应用中应注意：截面几何性质的定义及确定；公式推导的先决条件、推广范围及可行性。利用强度条件进行杆件的校核、截面设计及许可载荷。通过习题训练掌握强度问题的一般解决步骤。

【教学/考核难点重点】

重点：求解应力的基本方法；拉压杆的应力和强度计算；材料拉伸和压缩时的力学性能；圆轴扭转时切应力和强度计算；梁弯曲时正应力和强度计算。

难点：圆轴扭转时切应力公式推导和应力分布；梁弯曲时应力公式推导和应力分布；

五、教学要求对应关系

	教学要求 1	教学要求 2	教学要求 3		
第一章	X				
第二章	X	X			
第三章	X		X		
第四章		X			
第五章		X			
第六章		X	X		

六、考核及成绩评定方式

【考核方式】：

总成绩满分 100 分，由平时成绩（包括课堂互动问答、笔试和课程报告等部分）、期末考试（笔试、闭卷）构成。

【成绩评定】：

总成绩=平时成绩*0.2+期末考试成绩*0.8。

平时成绩：20%，其中课堂互动问答和笔试部分主要考核阶段知识点的掌握程度；课程报告主要考核学生应用基本概念和方法分析工程实际问题的能力。

课程报告评价标准：

评量项目	题目摘要	报告架构	文字表达
优秀	报告重点完整呈现、结论正确	结构清晰，能够清楚呈现前言、主文、结论三大基本构架	文字通顺，表述正确，图文并茂，公式、图形等规范
良好	报告重点较完整呈现、结论较正确	结构较清晰，能够较清楚呈现前言、主文、结论三大基本构架	文字较通顺，表述较正确，公式、图形等较规范
合格	报告重点基本完整呈现、结论基本正确	结构基本清晰，基本呈现前言、主文、结论三大基本构架	文字基本通顺，表述基本正确，公式、图形等基本规范

期末考试：80%。主要考核基本概念、基本分析及计算方法的掌握程度。闭卷考试。题型为 1、选择题；2、填空题；3、计算题等。

【考试大纲】

类型	记忆	理解分析	综合应用	提高拓展
基本概念和受力分析	✓	✓		
力系的简化和平衡		✓	✓	
静力学应用问题		✓	✓	✓
材料力学基本概述	✓	✓		
杆件的内力		✓	✓	
杆件的应力		✓	✓	✓

七、教材及参考资料

【教材】

冯维明，工程力学，国防工业出版社，2016 年，面向 21 世纪高等院校教材、山东省高等学校优秀教材一等奖。

【参考书】

范欣珊主编．工程力学．高等教育出版社，2001。

单辉祖、谢传峰合编．工程力学．高等教育出版社，2004。

李俊峰主编，理论力学，北京：清华大学出版社，2005。

贾书惠主编，理论力学教程，高等教育出版社，2004。

刘鸿文编著，材料力学，高等教育出版社，2011。

单辉祖编著，材料力学，高等教育出版社，2009。

苟文选编著，材料力学教与学，高等教育出版社，2007年

蔡泰信主编，理论力学教与学，北京：高等教育出版社，2007

网络资源：大学力学论坛，小木虫论坛，周培源大学生力学竞赛相关网站。

山东大学 电气工程 学院

《电路（1）》理论课程教学大纲

编写人：王晶

审定人：谭震宇

编制时间：2020年10月

审定时间：2020年10月

一、课程基本信息：

课程名称	电路（1）		
英文名称	Electric Circuit (1)		
课程编码	Sd01921270		
开课单位	电气工程学院		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	2	学时	总学时 32（授课 32 上机 0 实验 0）
适用专业	电气工程及其自动化		
先修课程	线性代数，高等数学，大学物理 I		
课程网站			

二、课程简介

【课程中文简介】

《电路》课程是电气工程及其自动化专业的一门必修的工程基础课。《电路（1）》课程在线性代数和大学物理 I 等相关课程的基础上，讲授直流电阻电路的分析思路及分析方法，使学生能够根据具体电路结构及电路分析要求，选择应用等效、电路定理、通用性分析方法等对直流电阻电路进行分析运算，计算电路中的电压电流响应及功率；能够运用所学理论知识，分析理解电气工程领域中的直流电阻电路实际问题；为进一步研究电路分析及学习后续专业课程提供必要的理论基础。通过本课程的学习，将自然科学与工程科学的相关知识，

应用于复杂直流电阻电路网络的表述与分析，并进行电路分析方法归纳，树立理论联系实际的科学观点；培养学生的科学思维与工程思维能力和职业伦理素养；提高学生发现问题、分析问题和解决问题的能力。

【课程英文简介】

Circuit is a professional basic undergraduate course for electrical engineering and automation specialty. On the basis of College Physics (Electromagnetism), Linear algebra and other related courses, The analytical methods of direct current resistance circuit are discussed in detail in this course, so that students can choose the appropriate method, such as equivalent process, general method, circuit theorems and so on , to analyze DC resistance circuit operation, calculate the voltage of the circuit current response and power. The students will be able to analyze the practical problems of DC resistance circuit in the field of electrical engineering by using the theoretical knowledge learned. The course provides necessary theoretical basis for further studying of circuit analysis or learning of follow-up professional courses. Through the study of this course, students can improve their dialectical thinking ability and engineering ethics, establish the scientific viewpoint of linking theory with practice, and get the ability to find, analyze and solve problems.

三、课程目标

【课程目标】

通过该课程的学习，学生能够掌握等效、通用性分析方法和电路定理等电路分析方法，并能选择应用合适的电路分析方法对复杂直流电阻电路进行分析与运算。通过分析方法原理讨论、工程微课题分组汇报等训练培养学生的交流与合作能力。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	能够区分电路模型与实际电路，正确描述理想元件的伏安关系式。会利用基尔霍夫定律与伏安关系式描述直流电阻电路，并能够选用等效、通用性分析方法、电路定	对比讨论实际电路与理想电路模型的区别，指明课程分析对象。利用仿真软件，展示理想元件的伏安特性，引导学生归纳其伏安特性关系式。应用 KCL、KVL 与 VCR 对电路模型进行数学描述，讨论该数学描述是否可以被简化，根据简化过程归纳等效电路分析方法。对简化后的数学描述，讨论其解的唯一性，归纳总结通用性分析方法。根据所得的电路通用性方程，采用不同的方式进行解读，讨论归纳叠加定理，等效发电机原理，特勒根定理等在电路分

	律等对直流电阻电路进行分析计算；能够对同一电路分析问题采用不同的分析方法，并进行比较综合。	析中经常应用的电路定理。通过这种层级递进式的问题设置，开展课堂讨论，进行问题解答及结论应用。对同一问题选用不同的分析方法，进行比较综合，加深对分析方法的理解与应用能力。利用课后思考题、作业及答疑等进一步加深对所学内容的理解与应用能力。从而在遇到与电路相关的复杂电气工程问题时，能选择合适的电路分析方法进行分析解答。
目标 2	能够运用所学理论知识，识别相关实际工程问题，建立电路数学模型，求解所需参数及响应；能自行设计简单的电路验证基本理论与分析方法。	以与实际电路相关的内容，例如含有运算放大器的电阻电路为分析对象，引导学生从电路分析的角度对含有实际电子器件的电路进行建模分析。可以根据设计需求，利用分析方法反求电路中的参数，也可以按照特性建模——模型分析——工程简化的思路阶梯式的推进学生思考与归纳总结。使学生理解掌握将工程科学应用于电路相关的复杂电气工程问题所需要的能力。引导学生在应用所学知识的过程中设计简单的实验分析验证所学基本理论与分析方法。利用实验验证，课后思考题、作业及答疑等进一步培养学生利用科学原理思考、识别、分析复杂工程问题的能力。
目标 3	能够根据电路分析的基本方法解释电气工程领域和日常生活中的直流电阻电路现象，能够对研究的直流电阻电路分析问题撰写文字报告和进行口头汇报。	在掌握电路分析基本方法的基础上，设计与电路分析相关的工程微课题，引导学生自行查阅相关资料，寻求解决方案，以培养学生自主学习的意识和能力。组织学生通过小组合作完成微课题，培养学生相互、有效沟通和交流的能力。
目标 4	能够自学电路相应内容，根据要求对内容进入深入思考和讨论，并提出问题，寻求答案。	建设线上学习平台，将线上学习与线下授课相结合，利用学习任务单指引学生进行自学，培养学生自学的意识和能力。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标			
	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
1.1 能将数学、自然科学、工程科学的语言工具用于电气工程问题的表述；	M			
1.2 能针对电气工程领域复杂工程问题建立数学模型并求解。		H		

10.1 针对电气工程领域的复杂工程问题，能够通过撰写书面报告、设计汇报文稿、口头交流等多种方式，准确表达个人观点，回应质疑，与业界同行及社会公众进行有效沟通与交流，理解与业界同行和社会公众交流的差异性。			M	
12.1 清醒认知社会发展和电气工程行业大变革的前景，具有自主学习和终身学习的意识。				H

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

板书与多媒体结合

2. 课程内容：

本课程是电气工程及其自动化专业的专业基础必修课程，是对先修课程《高等数学》《线性代数》《大学物理 I》所学知识的综合应用和进一步深化，应用以上课程知识进行直流电阻电路的分析计算。在教学中要注意到工程分析的特点，重点讲解将数学方法应用于电路分析时，应用条件与应用结果的综合分析与深化。

3. 作业：

主要为综合性电路分析题目，促进学生理解课堂内容。使学生在模仿课堂例题，利用教材课后习题练习的基础上，能进一步综合应用所学习的方法，巩固所学知识。

8. 报告

采用密切联系教学内容的工程微课题，例如总结归纳直流电阻电路中自然等位点的判定，利用电阻串并联建立融雪器模型，讨论融雪器工作原理与故障维修等，促进学生根据所掌握的课程知识，进行团队合作，自主学习相关资料，结合文献研究，对问题进行信息综合，分析深化，得到有效结论并给出相应汇报。

五、课程教学内容

第一章 电路模型和电路定理

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，分辨课程分析对象与电路分析的基本关系式，达成以下目的：

1. 能够描述理想电路和理想电路模型的概念；
2. 能够给出电阻、受控源、独立源等元件在不同参考方向下的伏安关系式；
3. 能够在不同参考方向下，计算电阻、受控源、独立源等元件的功率。
4. 能够利用基尔霍夫定律和伏安关系式联立，在不同参考方向下，分析电阻电路，计算响应电压电流及功率。

【重点与难点】

重点：关联与非关联参考方向，元件伏安关系式，功率计算，基尔霍夫定律。

难点：在不同参考方向下，利用 KCL、KVL 和 VCR 对电路进行分析。

【教学内容】

第一节 电路和电路模型

电路分类；理想电路模型；线性；非线性；集总电路；

第二节 电流和电压的参考方向

电流参考方向；电压参考方向；关联与非关联参考方向；

第三节 电功率和能量

电功率；能量；电位；功率守恒；

第四节 电路元件

理想电路元件；线性元件；非线性元件；

第五节 电阻元件

线性电阻；电压电流关系式；

第六节 电压源、电流源

理想电压源；理想电流源；电压电流关系式；

第七节 受控源

受控电压源；受控电流源；电压电流关系式；

第八节 基尔霍夫定律

基尔霍夫电流定律；基尔霍夫电压定律。

第二章 电阻电路的等效变换

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 与课程目标 2 和课程目标 3，通过本章学习，掌握电路的等效分析思路，达成以下目的：

1. 明确一端口网络等效变换的目的、条件与分析对象；（支撑课程目标 1）
2. 能够利用电阻的串并联与 Y- Δ 变换等效分析纯电阻一端口网络；能够计算含有受控源的一端口网络输入电阻。（支撑课程目标 1 和课程目标 2）
3. 能够利用电压源，电流源的串并联等效及实际电源的等效变换简化电路结构，分析计算电阻电路。（支撑课程目标 1 和课程目标 2）
4. 能够综合利用等效分析方法，用口头或者报告的方式分析融雪器、触电抢救，电桥平衡等实际问题。（支撑课程目标 2 和课程目标 3）

【重点与难点】

重点：等效变换，串联，并联，分压，分流，等效电阻，实际电源模型等效变换，输入电阻。

难点：输入电阻求解，联合应用输入电阻、电源电阻串并联与实际电源模型等效变换分析复杂电阻电路。

【教学内容】

第一节 引言

等效变换的基本思路；

第二节 电路的等效变换

一端口；等效变换概念；等效变换目的。

第三节 电阻的串联和并联

电阻串联与并联；等效电阻；分压；分流。

第四节 电阻的 Y- Δ 变换

Y- Δ 变换条件；Y- Δ 变换应用。

第五节 电压源、电流源的串并联

电源串联与并联；分压与分流。

第六节 实际电源的两种模型及其等效变换

实际电源的两种模型；两种模型的等效变换。

第七节 输入电阻

输入电阻求法；输入电阻应用。

第三章 电阻电路的一般分析

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，课程目标 2 与课程目标 3，通过本章学习，掌握电阻电路的一般分析方法，达成以下目的：

1. 能利用电路的图的相关概念筛选 KCL、KVL、VCR 独立方程；（支撑课程目标 1）
2. 能够利用筛选出的独立方程构造方程组，并分析方程组的构成规律；（支撑课程目标 1）
3. 能够根据电路结构特点，选用支路电流法、回路电流法、结点电压法等方法，分析计算电阻电路。（支撑课程目标 1 和课程目标 2）
4. 能够选用支路电流法、回路电流法、结点电压法等方法，反求电路参数。（支撑课程目标 2）
5. 能够根据一般性分析方法的规律，分组分析、讨论、绘制其程序实现流程图。（支撑课程目标 2 和课程目标 3）

【重点与难点】

重点：单连支回路的应用，支路电流法；支路电压法，网孔电流；矩阵形式的网孔电流方程，结点电压；矩阵形式的结点电压方程。

难点：一般性分析方法的选择应用。

【教学内容】

第一节 电路的图

电路的图；树；连支；单连支回路。

第二节 KCL, KVL 的独立方程数

独立结点；独立回路；独立方程数。

第三节 支路电流法

支路电流法；支路电压法。

第四节 网孔电流法

平面电路，网孔电流，网孔电流方程。

第五节 回路电流法

回路电流，回路电流方程。

第六节 结点电压法

结点电压，结点电压方程。

第四章 电路定理

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，掌握电路分析的常用定理，达成以下目的：

1. 明确各定理的使用范围与使用条件；（支撑课程目标 1）
2. 能够根据电路结构特点与分析要求，选用叠加、戴维宁、诺顿、特勒根、互易等电路定理，对电路进行分析计算。（支撑课程目标 1 和课程目标 2）
3. 能够利用电路对偶，系统性的记忆电路分析相关结论。（支撑课程目标 1）

【重点与难点】

重点：线性电路的成比例与可叠加性；叠加定理；替代定理；戴维宁定理；诺顿定理；特勒根定理；互易定理。

难点：各电路定理在电路分析过程中的选择应用。

【教学内容】

第一节 叠加定理

叠加定理，适用对象，适用条件，利用叠加定理分析多电源激励电路。

第二节 替代定理

替代定理，适用对象；适用条件

第三节 戴维宁定理和诺顿定理

含源线性一端口网络，戴维宁和诺顿等效电路，最大功率传输。

第四节 特勒根定理

特勒根定理 1，拓扑结构相同的电路，特勒根定理 2。

第五节 互易定理

互易定理的三种形式。

第六节 对偶原理

对偶元素，对偶结论。

第五章 运算放大器

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，理解运算放大器特性，掌握含有运算放大器的电阻电路的分析，达成以下目的：

1. 能根据集成运算放大器的特点，分析其电路模型。（支撑课程目标 1）
2. 能够利用虚断和虚短特性分析含有运算放大器的电阻电路，解释加法器、减法器，电压跟随器等基本运放电路的原理。（支撑课程目标 1 和课程目标 2）
3. 能够利用虚断和虚短特性及结点电压法，分析含有运算放大器的复杂电路。（支撑课程目标 2）

【重点与难点】

重点：运算放大器特性；比例电路；理想运算放大器；虚短；虚断。

难点：利用虚断和虚短特性及结点电压法，分析含有运算放大器的复杂电路。

【教学内容】

第一节 运算放大器的电路模型

运算放大器特性，电路模型。

第二节 比例电路的分析

比例电路，电路模型分析结果简化；

第三节 含有理想运算放大器的电路的分析

理想运算放大器；结点电压方程。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	第一章	电路理论发展历程	近代电路理论获得长足进展的几个时间段	工程科学进展由实际需求推动。
2	第一章	参考方向	分组采用不同的参考方向进行简单电路计算，对比计算分析结果。	引导学生从特殊到一般的科学思维。
3	第一章	基尔霍夫定律	基尔霍夫 21 岁在他的第一篇论文中提出了基尔霍夫定律。	引导与激励学生珍惜青春年华，勇于创新。
4	第二章	电路等效变换的分析方法	分析外电路的时候，可以将其所连接的一端口用结构简单的一端口等效置换。	将对外等效的分析方法类比人生环境，瞄准自己的主要目标，简化其它影响因素。
5	第三章	电路的一般性分析方法	结点电压法与回路电流法中电源元件的处理方式。	培养学生逻辑思维与辩证思维的能力。
6	第四章	戴维宁定理与特勒根定理	电信工程师戴维宁与电气工程师特勒根提出的两个电路上重要的定理。	提升学生职业自豪感，科学家探索世界，工程师在改变世界。
7	第五章	运算放大器简介	我国目前芯片生产的现状	激发学生的爱国情怀与责任感，树立科技强国的信念。
8	第五章	运算放大器分析	运算放大器电路模型的建立与应用	培养学生“化繁为简”的工程思维

七、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计	
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课		其他
1	第1章	电路模型和电路定理	6								6
2	第2章	电阻电路的等效变换	5						1		6
3	第3章	电阻电路的一般分析	8					1	1		10
4	第4章	电路定理	6								6
5	第5章	运算放大器	4								4
合计			29					1	2		32

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂讨论、课堂测验和报告等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的30%，期末考核成绩占总成绩的70%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (100%)	课程目标 1	35-45	70
	课程目标 2	25-35	
	课程目标 3	0	
平时考核 (20%)	课程目标 1	35	100
	课程目标 2	25	
	课程目标 3	20	
	课程目标 4	20	

【平时考核环节评分标准】

分值 考核 环节	<60	60-75	75-90	90-100
习题作业	对电路定律、定理、方法运用能力较差，不能正确解答。	能对运用电路定律、有关定理、电路分析方法解答作业中的部分问题，思路不够清晰，表述不够规范。	能较好地运用电路定律、有关定理、电路分析方法，解答作业中的大部分问题。思路较为清晰，表述较为规范。	能灵活地对运用电路定律、有关定理、电路分析方法和技巧，正确地解答作业中的问题，思路清晰，表述规范。
平时测验	不能在规定的时间内解答电压、电流、功率、电路参数计算等问题，答题不准确。	能在规定的时间内解答电压、电流、功率、电路参数计算等部分问题。	能在规定的时间内较为规范地解答电压、电流、功率、电路参数计算等问题。	能在规定的时间内，灵活运用电路定律、定理等电路分析方法，正确规范地解答电压、电流、功率、电路参数计算等问题。

课堂讨论	课堂讨论不积极，电路分析的能力较弱	陈述电路概念、电路分析方法基本准确，能参与电路计算等问题的讨论，有一定的电路分析能力。	能正确陈述电路概念、电路分析方法，积极参与电路计算等问题的讨论，电路分析能力较强	能正确陈述电路概念、电路分析方法，积极参与电路计算等问题的讨论，电路分析能力强，对问题有自己的见解。
报告	未按时提交报告，离题或跑题，未能理解阅读材料，论证信息严重不足。	报告表达含糊不清，内容片面，论据不够充分。	报告表达较清晰，内容较全面，论据较为充分。	报告表达清晰严谨，内容周全，探讨有深度，论据充分可信。

【平时考核环节权重】

考核	课程目标					合计
	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4		
习题作业	20	10	0		30	
考勤讨论	0	5	10		15	
线上学习	0	0	0	20	20	
平时测试	10	5	0		15	
报告	5	5	10		20	
合计	35	25	20	20	100	

【考试环节权重】

章节	课程目标			合计
	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	
第 1 章 电路模型和电路定理	9	5	0	14
第 2 章 电阻电路的等效变换	10	0	0	10
第 3 章 电阻电路的一般分析	10	9	0	19
第 4 章 电路定理	7	10	0	17
第 5 章 运算放大器	4	6	0	10
合计	40	30	0	70

九、教材及参考资料

【教材】本课程选用普通高等教育“九五”国家级重点教材《电路》，高等教育出版社，邱关源主编，第五版

【参考书】

1. William H .Hayt.Jr., 工程电路分析, 北京, 电子工业出版社, 2002
2. James W.Nilsson., 电路, 北京, 电子工业出版社, 2009
3. 李瀚荪, 简明电路分析基础, 北京, 高等教育出版社, 2002

山东大学 电气工程 学院

《电路（2）》理论课程教学大纲

编写人：王晶

审定人：谭震宇

编制时间：2020年3月

审定时间：2020年3月

一、课程基本信息：

课程名称	电路（2）		
英文名称	Electric Circuit (2)		
课程编码	Sd01921280		
开课单位	电气工程学院		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	4	学时	总学时 96（授课 64 上机 0 实验 32）
适用专业	电气工程及其自动化		
先修课程	高等数学；线性代数；大学物理；电路（1）		
课程网站			

二、课程简介

【课程中文简介】

《电路》课程是高等学校电气信息类专业的重要基础课程。《电路（2）》课程在高等数学、线性代数、电路（1）等相关课程的基础上，讲授正弦稳态电路，暂态电路及非正弦周期信号激励电路的分析思路及分析方法，使学生能够根据电路结构、激励类型、元件类型、初始条件和电路分析要求，选择应用三要素法、运算法、相量法等分析方法对电路进行分析运算，计算电路中的电压电流响应及功率；能够运用所学理论知识，分析理解电气工程领域中与之相关的

实际问题；为进一步研究电路分析及学习后续专业课程提供必要的理论基础。通过本课程的学习，树立理论联系实际的科学观点；培养学生的辩证思维能力和职业伦理素养；提高学生发现问题、分析问题和解决问题的能力。

【课程英文简介】

Circuit is a professional basic undergraduate course for electrical engineering and automation specialty. On the basis of College Physics, Linear algebra, Circuit (1) and other related courses, the analytical ideas and methods of sinusoidal steady-state circuit, transient circuit and non-sinusoidal periodic function excitation circuit are discussed in detail in this course. According to the circuit structure, the types of incentives, element type, the initial conditions and circuit analysis requirements, the students can choose the appropriate method, such as phasor method, Laplace transform, circuit theorems and so on, to analyze circuit operation, calculate the voltage of the circuit current response and power. The students will be able to analyze the practical problems related to the field of electrical engineering by using the theoretical knowledge learned. The course provides necessary theoretical basis for further studying of circuit analysis or learning of follow-up professional courses. Through the study of this course, students can improve their dialectical thinking ability and engineering ethics, establish the scientific viewpoint of linking theory with practice, and get the ability to find, analyze and solve problems.

三、课程目标

【课程目标】

通过该课程的学习，学生能够掌握正弦稳态电路，暂态电路及非正弦周期信号激励电路的分析方法，并能根据电路分析要求，选择合适的分析方法对电路进行分析运算。通过分析方法原理讨论、工程微课题分组汇报等训练培养学生的交流沟通与合作能力。

序号	课程目标	达成途径或方法
----	------	---------

目标 1	能够区分时域模型与相量模型，理解相量形式的电路定律与伏安关系，理解与掌握等效、通用性分析方法、电路定理等电路分析方法在向量模型中的应用。能利用相量法分析单相电路、三相电路、含有耦合电感的电路等正弦稳态电路的响应。能够采用不同的分析方法对同一正弦稳态问题进行分析，并进行比较综合。	用数学语言分别表述时域模型与相量模型，对比讨论时域模型与相量模型的区别。利用仿真软件，展示理正弦电路在开关闭合后的响应波形，引导学生归纳分析相量法的使用条件。列写相量模型的描述方程，讨论其数学表达与直流电阻电路的异同，归纳电路（1）中所学的电路分析方法应用于相量模型的可能性与注意事项，归纳相量法中的解析法。将解析法中所描述的方程关系利用相量图进行描述，尝试根据几何关系分析同样的问题，归纳相量图的特点和应用注意事项。对同一问题采用不同的分析方案，并进行比较讨论，加深对分析方法的理解。根据上述讨论分析所得结论，将相量法应用对象进行推广。通过层级递进式的问题设置，开展课堂讨论，进行问题解答及结论应用。利用课后思考题、作业及答疑等进一步加深对所学内容的理解与应用能力。
目标 2	理解暂态与稳态的区别与联系，会选择利用三要素公式、运算法等计算复杂电路的暂态响应；可以利用二端口网络相应理论分析含有内部结构参数未知的二端口网络的复杂电路；能够运用所学理论知识，识别相关实际工程问题，求解所需参数及响应；能够采用不同的分析方法对同一暂态问题进行分析，并进行比较综合。	利用仿真软件演示一阶动态电路的时域响应，引导学生理解暂态与稳态的区别与联系。由时域描述方程推导三要素公式，归纳三要素公式的适用对象与应用注意事项。将电路时域描述方程两边取拉普拉斯变换，推导运算形式的电路定律，归纳运算法的使用注意事项。将相量法与运算法应用于含有二端口网络的复杂电路分析。 引导学生遇到与电路相关的复杂电气工程问题时，能识别表述与电路分析相关问题，选择不同的电路分析方法进行分析解答，并对不同的方法进行比较综合。
目标 3	掌握电路常用仪器的调试与使用；学习电路性能参数的测量，能自行设计简单的实验验证基本理论与分析方法，并能对实验数据进行信息处理，获得有效结论。	对于简单的验证性问题，引导学生自行设计实验，利用仿真软件进行验证，然后再将仿真实验结果与实际电路实验结果对比分析，得出有效结论。对于复杂的工程问题，学生可以在实验室利用常见的仪器仪表进行实验验证，并对实验结果进行相应信息处理，得出有效结论。
目标 4	能够根据电路分析的基本方法解释电气工程领域和日常生活中相关的交流稳态现象与暂态现	在掌握电路分析基本方法的基础上，设计与电路分析相关的工程微课题，引导学生自行查阅相关资料，寻求解决方案，以培养学生自主学习的意识和能力。组织学生通过小组合作完成

	象，能够对研究的电路分析问题撰写文字报告和进行口头汇报。	微课题，培养学生相互、有效沟通和交流的能力。
--	------------------------------	------------------------

【课程目标与毕业要求的对应关系】

课程目标 毕业要求	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4	目标 5
1.1 能将数学、自然科学、工程科学的语言工具用于电气工程问题的表述；	M				
1.2 能针对电气工程领域复杂工程问题建立数学模型并求解。		H			
4.3 能根据实验方案构建实验系统，安全地开展实验，科学正确地采集实验或仿真数据。			M		
10.1 针对电气工程领域的复杂工程问题，能够通过撰写书面报告、设计汇报文稿、口头交流等多种方式，准确表达个人观点，回应质疑，与业界同行及社会公众进行有效沟通与交流，理解与业界同行和社会公众交流的差异性。				M	
12.1 清醒认知社会发展和电气工程行业大变革的前景，具有自主学习和终身学习的意识。					H

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

板书与多媒体结合

2. 课程内容：

本课程是电气工程及其自动化专业的专业基础必修课程，是对先修课程《高等数学》《线性代数》《电路 1》所学知识的综合应用和进一步深化，应用以上课程知识进行电路暂态和正弦电路稳态分析计算。在教学中既要注意与上述

课程的内容之间的承接，也要注意到对其内容的应用和深化，重点讲解将《电路 1》中所学习的电路分析方法推广应用于暂态分析与正弦电路稳态分析时，如何使应用对象符合方法要求，应用条件发生了什么样的变化，由此所得到的结论发生了怎样的变化。

3. 作业：

主要为综合性电路分析题目，促进学生理解课堂内容。使学生在模仿课堂例题，利用教材课后习题练习的基础上，能进一步综合应用所学习的方法，巩固所学知识。

9. 报告

采用密切联系教学内容的问题，例如正弦稳态分析与电路暂态分析程序实现、汽车点火器原理分析、相机闪光灯电路，插头电火花产生原因分析等，促进学生根据所掌握的课程知识，建立团队合作，结合文献研究，对问题进行信息综合，分析深化，得到有效结论。

五、课程教学内容

第六章 储能元件

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 5，通过本章学习，掌握理想储能元件的电压电流关系式，达成以下目的：

1. 能够给出电容、电感元件在不同参考方向下的伏安关系式；
2. 能够描述电容、电感元件的能量特性；
3. 能够利用 KVL、KCL 推导电容、电感元件的串并联公式。

【重点与难点】

重点：线性电容，线性电感；伏安关系式；能量特性；串并联等效。

难点：伏安关系式。

【教学内容】

第一节 电容元件

线性电容；伏安关系式；能量特性；

第二节 电感元件

线性电感；伏安关系式；能量特性；

第三节 电容、电感元件的串联与并联

串联；并联；等效。

第七章 一阶电路和二阶电路的时域分析

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3 和课程目标 5，通过本章学习，掌握一阶电路时域分析的方法，达成以下目的：

1. 会分析电路初始条件，列写一阶电路的时域方程，根据时域方程求解电路暂态响应。（支撑课程目标 1）

2. 能够设计并完成相应的实验来验证一阶电路三种响应的时域分析的结果（支撑课程目标 2）；

3. 归纳三要素公式，能够利用三要素公式直接求解一阶电路的响应，包括冲激响应与阶跃响应。（支撑课程目标 3）

【重点与难点】

重点：一阶电路；初始值；零输入响应；零状态响应；全响应；阶跃响应；冲激响应。

难点：三要素公式及应用。

【教学内容】

第一节 动态电路方程及其初始条件

电路的初始条件；独立初始值；非独立初始值；时域经典法；

第二节 一阶电路的零输入响应

零输入响应；RC 串联电路；RL 并联电路；

第三节 一阶电路的零状态响应

RC 串联电路的零状态响应；RL 并联电路的零状态响应；

第四节 一阶电路的全响应

全响应；三要素法；

第五节 阶跃响应

阶跃函数；阶跃响应；

第六节 冲激响应

冲激函数；冲激响应；直接法；间接法；

第八章 相量法

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 5，通过本章学习，掌握相量法的分析思路与分析对象，达成以下目的：

1. 明确正弦量与相量之间的关系，能进行正弦量与相量之间的相互转换。
2. 明确相量法的使用范围，能初步使用相量形式的 KCL、KVL、VCR 分析正弦稳态电路；
3. 能初步使用相量图解决简单的正弦稳态电路分析计算问题。

【重点与难点】

重点：正弦量；三要素；相量；KCL 的相量形式；KVL 的相量形式；单个元件 VCR 的相量形式。

难点：正弦量的相量表示；相量形式的的电路定律应用。

【教学内容】

第一节 复数

复数的表示方法；复数的运算法则；

第二节 正弦量

正弦量；三要素；相量；

第三节 相量法基础

相量的线性性质与微分性质；正弦量运算与相量运算的对应关系；相量形式的 VCR；

第四节 电路定律的相量形式

KCL 的相量形式；KVL 的相量形式。

第九章 正弦稳态电路的分析

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 5，通过本章学习，掌握正弦稳态电路的测量、分析思路与分析方法，达成以下目的：

1. 描述阻抗与导纳的概念，能利用等效阻抗的思路分析无源一端口网络。
(支撑课程目标 1)
2. 能选择利用相量图描绘电路关系式，整理思路，分析复杂电路；（支撑课程目标 1）
3. 能将等效、一般性分析方法及电路定律等分析思路推广应用于相量模型分析计算。（支撑课程目标 1）
4. 分辨正弦稳态电路中五种功率定义的不同含义与使用场景，实现正弦稳态电路的功率测量与计算。（支撑课程目标 1）
5. 能设计及完成正弦稳态电路的变量测量、功率测量、参数测量及等效验证等实验。（支撑课程目标 2）

【重点与难点】

重点：相量模型一端口的 VCR；阻抗三角形；导纳三角形；阻抗的串并联；导纳的串并联；分压；分流；电路的相量图；电压三角形；电流三角形；正弦稳态；等效；一般分析方法；瞬时功率；有功功率；无功功率；视在功率；复功率；功率因数提高；最大功率匹配；

难点：选择合适的分析方法及思路分析计算正弦稳态电路。

【教学内容】

第一节 阻抗和导纳

一端口的 VCR；阻抗三角形；导纳三角形；

第二节 Z,Y 的串联和并联

阻抗的串并联；导纳的串并联；分压；分流；

第三节 电路的相量图

电路的相量图；电压三角形；电流三角形；

第四节 正弦稳态分析

正弦稳态；等效；一般性分析方法；电路定理；相量图。

第五节 正弦稳态电路的功率

瞬时功率；有功功率；无功功率；视在功率；

第六节 复功率

复功率定义；复功率守恒；

第七节 最大功率传输

共轭匹配；模匹配

第十章 含有耦合电感的电路

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 3、课程目标 4 和课程目标 5，通过本章学习，掌握含有耦合电感的电路分析思路与分析方法，达成以下目的：

1. 能在选择不同参考方向情况下，准确写出互感的电压电流关系式。（支撑课程目标 1）
2. 能用去耦等效法或一般性的正弦稳态分析方法分析计算含有耦合电感的电路；（支撑课程目标 1）
3. 能将正弦稳态电路的分析方法推广应用于含有空心变压器及理想变压器的电路的分析运算。（支撑课程目标 3）
4. 能利用含有耦合电感电路的分析原理，分析汽车点火器原理电路，并讨论故障修复措施。（支撑课程目标 4）

【重点与难点】

重点：互感；互感电压电流关系式；同侧连接；异侧链接；相量法在含有耦合电感的电路计算中的应用；原边电路；副边电路；副边计算电路；理想变压器伏安关系式；变压；变流；变阻抗；

难点：VCR 关系式，含有耦合电感电路的分析运算。

【教学内容】

第一节 互感

互感；互感电压电流关系式

第二节 含有耦合电感的电路计算

去耦等效；相量法在含有耦合电感的电路计算中的应用；

第三节 变压器原理

原边电路；副边电路；副边计算电路。

第四节 理想变压器

理想变压器伏安关系式；变压；变流；变阻抗。

第十一章 电路的频率响应

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 5，通过本章学习，掌握电路串联谐振与并联谐振的基本特征，达成以下目的：

1. 推导串联谐振与并联谐振的条件与特性。（支撑课程目标 1）
2. 能利用谐振基本特性分析计算发生谐振的复杂电路；（支撑课程目标 1）
3. 能设计完成实验，观测谐振特性。（支撑课程目标 2）

【重点与难点】

重点：谐振；RLC 串联谐振；RLC 并联谐振；混联谐振；实际的线圈与电容并联谐振；谐振频率；谐振特性；谐振应用；

难点：谐振判定；谐振特性。

【教学内容】

第一节 RLC 串联电路的谐振

谐振；RLC 串联谐振；谐振频率；谐振特性；谐振应用。R、L、C 串联谐振电路的研究实验。

第二节 RLC 并联电路的谐振

RLC 并联谐振；谐振频率；谐振特性；实际的线圈与电容并联谐振。

复功率定义；复功率守恒；

第十二章 三相电路

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3 和课程目标 5，通

过本章学习，掌握含有耦合电感的电路分析思路与分析方法，达成以下目的：

1. 能描绘三相电路的四种结构，分析结构中线相电压、线相电流的关系。

（支撑课程目标 1）

2. 能将正弦稳态电路的分析方法推广应用于对称三相电路与不对称三相电路的分析计算；并根据结果推导归纳三相化一相的分析方法。（支撑课程目标 3）

3. 能设计与完成实验，进行三相电路相序测量、线相电压电流关系的验证、功率因数表的使用及实现三相电路功率的测量。（支撑课程目标 2）

【重点与难点】

重点：三相电路结构；线、相电压与线、相电流之间的关系；对称三相电路；三相化一相；中性点位移；三相电路功率计算。

难点：对称三相电路与不对称三相电路分析计算。

【教学内容】

第一节 三相电路

三相电源；三相负载；三相电路连接结构；

第二节 线电压(电流)与相电压(电流)的关系

线；相；线（相）电压；线（相）电流；

第三节 对称三相电路的计算

对称三相电路；三相化一相。

第四节 不对称三相电路

分析中性点位移对各相负载的影响；

第五节 三相电路的功率

三相电路功率；对称三相电路功率；三相电路功率的测量。

第十三章 非正弦周期电流电路和信号的频谱

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 3 和课程目标 5，通过本章学习，掌握非正弦周期激励电路的分析思路与分析方法，达成以下目的：

1. 会将非正弦周期函数分解为傅里叶级数。（支撑课程目标 1）

2. 能利用谐波分析法分析非正弦周期激励电路的响应。（支撑课程目标 1）

3. 能计算分析非正弦周期激励电路中各测量仪表的读数。（支撑课程目标 3）

【重点与难点】

重点：非正弦周期信号；非正弦周期函数分解为傅里叶级数；非正弦周期电路电压、电流有效值、平均功率的计算；谐波分析法。

难点：谐波分析法应用。

【教学内容】

第一节 非正弦周期信号

非正弦周期信号；非正弦周期信号应用；典型周期性电信号的观察。

第二节 周期函数分解为傅立叶级数

周期函数；傅里叶级数；对称周期函数；

第三节 有效值、平均值和平均功率

有效值；平均值；平均功率；

第四节 非正弦周期电流电路的计算

谐波分析法。

第十四章 线性动态电路的复频域分析

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 3 和课程目标 5，通过本章学习，掌握线性动态电路的复频域分析思路与分析方法，达成以下目的：

1. 会利用拉氏变换与拉氏反变换转换常见时域函数与频域函数。（支撑课程目标 1）

2. 绘制时域电路的运算模型。（支撑课程目标 1）

3. 能将等效、一般性分析方法及电路定律等推广应用于运算模型分析计算。（支撑课程目标 3）

【重点与难点】

重点：拉氏变换的应用；拉氏变换性质的应用；拉氏反变换的部分分式法；基本电路元件的运算模型；运算法分析线性动态电路。

难点：运算法分析线性动态电路。

【教学内容】

第一节 拉氏变换定义

拉氏变换；时域；频域。

第二节 拉氏变换性质

拉氏变换线性性质；延时性质；频域平移；

第三节 拉氏反变换

拉氏反变化；部分分式分解；

第四节 运算电路

R、L、C 运算模型；受控源运算模型；运算电路。

第四节 运算法分析线性电路

运算模型；运算法。

第十五章 电路方程的矩阵形式

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 4 和课程目标 5，通过本章学习，掌握结点电压方程的矩阵形式，达成以下目的：

1. 会利用关联矩阵描述电路拓扑结构，能基于关联矩阵列写的 KCL 和 KVL 方程。（支撑课程目标 1）
2. 针对复杂电路，能列写矩阵形式的 VCR 方程，利用矩阵形式的结点电压方程进行稳态及暂态分析。（支撑课程目标 1）
3. 能编写程序，利用输入信息，形成结点电压方程的矩阵形式，分析电路响应。（支撑课程目标 4）

【重点与难点】

重点：关联、回路矩阵的列写；利用关联矩阵列写的 KCL 和 KVL 方程；复合支路；复合支路矩阵形式 VCR；结点电压方程矩阵形式。

难点：结点电压方程矩阵形式。

【教学内容】

第一节 关联、回路矩阵

关联矩阵；回路矩阵；KCL 矩阵形式；KVL 矩阵形式。

第二节 结点电压方程矩阵形式

复合支路；复合支路矩阵形式 VCR；结点电压方程矩阵形式。

第十六章 二端口网络

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 3 和课程目标 5，通过本章学习，掌握含有二端口的复杂电路分析计算，达成以下目的：

1. 明确二端口网络与四端网络的区别，能判断端口条件是否遭到破坏。

（支撑课程目标 1）

2. 会求解二端口方程参数，利用不同形式参数方程与等效电路描述二端口。

（支撑课程目标 1）

3. 能利用二端口的描述方程，等效电路，连接特性等分析计算含有二端口的复杂电路，能将相量法与运算法推广应用于含有二端口的复杂电路的分析。

（支撑课程目标 4）

【重点与难点】

重点：二端口概念；二端口方程参数计算；二端口的 T 型和 π 型等效电路；二端口连接方式。

难点：含有二端口的复杂电路分析计算。

【教学内容】

第一节 二端口

二端口概念；二端口实例。

第二节 二端口的方程与参数

二端口描述方程；电气对称；二端口描述方程参数计算。

第三节 二端口等效电路

二端口的 T 型和 π 型等效电路；

第四节 二端口的连接

二端口连接方式；端口条件；含有二端口的复杂电路分析计算。

第十七章 非线性电路

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 3 和课程目标 5，通过本章学习，掌握利用线性电路分析思路分析非线性电路的两种常用方法，达成以下目的：

1. 明确非线性元件与线性元件的区别，初步了解非线性电路响应与线性电路响应的区别。（支撑课程目标 1）
2. 能将结点电压与回路电流方法的思路推广应用于非线性电阻电路的分析。（支撑课程目标 3）
3. 能选用小信号分析法或者分段线性化方法分析非线性电阻电路。（支撑课程目标 3）

【重点与难点】

重点：非线性电阻伏安关系式；动态电容、动态电感；非线性方程；二端口连接方式，小信号分析法；分段线性化方法。

难点：选用小信号分析法或者分段线性化方法分析非线性电阻电路。

【教学内容】

第一节 非线性电阻

非线性电阻分类；非线性电阻伏安关系式；非线性电阻串并联。

第二节 非线性电容和非线性电感

非线性电容；非线性电感；动态电容；动态电感。

第三节 非线性电路的方程

非线性电路的结点电压方程；非线性电路的回路电流方程；

第四节 小信号分析法

小信号分析法使用条件；小信号分析法操作步骤。

第五节 分段线性化方法

分段线性化表示元件伏安关系；分段线性化方法。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	第六章	电容	超级电容的特性与应用	引导学生关注理论发展，并关注到新能源应用中可能产生的环境问题。
2	第七章	一阶动态电路的时域分析	三要素公式的推导	引导学生从特殊到一般的科学思维。
3	第八章	正弦量的三要素	爱迪生特斯拉的交直流之争	科学伦理
4	第八章	相量法	相量法历史上的三篇经典文献	工程研究由实际需求推动，工程研究还需要站在巨人的肩膀上。
5	第九章	正弦稳态电路分析	电路分析方法在正弦稳态电路分析中的应用，相量图的应用	培养学生“化繁为简”的工程思维
6	第十章	变压器	我国挂网运行的高温超导变压器	提升学生职业自豪感，培养家国情怀。
7	第十二章	三相电路	我国供用电频率 50HZ 的起源	感受工程实践对社会产生的影响，培养学生的职业责任感。
8	第十二章	三相电路	我国特高压输电线路的建设	提升学生职业自豪感，培养家国情怀。
9	第十三章	谐波分析法	谐波利用与谐波污染	科学研究的双面性
10	第十四章	运算法	拉普拉斯对于年轻后辈的支持	引导学生在学习过程中互帮互助

七、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计	
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课		其他
1	第 6 章	储能元件	2	6							8
2	第 7 章	一阶电路和二阶电路的时域分析	6	2							8
3	第 8 章	相量法	4					1			5
4	第 9 章	正弦稳态电路的分析	10	10				2			22
5	第 10 章	含有耦合电感的电路	4	2					2		8
6	第 11 章	电路的频率响应	4	2							6

7	第 12 章	三相电路	6	6						12
8	第 13 章	非正弦周期电流电路和信号的频谱	4	2						6
9	第 14 章	线性动态电路的复频域分析	4				1			5
10	第 15 章	电路方程的矩阵形式	3					1		4
11	第 16 章	二端口网络	4	2			1	1		8
12	第 17 章	非线性电路	4							4
合计			55	32			5	4		96

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括过程考核与期末考核。过程考核包括：实验、作业、课堂讨论、课堂测验和报告等。期末考核采取闭卷考试形式。过程考核成绩占总成绩的 40%，期末考核成绩占总成绩的 60%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (60%)	课程目标 1	60-80	100
	课程目标 2	20-40	
	课程目标 3	0	
	课程目标 4	0	
	课程目标 5	0	
平时考核 (40%)	课程目标 1	25	100
	课程目标 2	20	
	课程目标 3	15	
	课程目标 4	20	
	课程目标 5	20	

【平时考核环节评分标准】

分值考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
习题作业	对电路定律、定理、方法运用能力较差，不能正确解答。	能对运用电路定律、有关定理、电路分析方法解答作业中的部分问题，思路不够清晰，表述不够规范。	能较好地运用电路定律、有关定理、电路分析方法，解答作业中的大部分问题。思路较为清晰，表述较为规范。	能灵活地对运用电路定律、有关定理、电路分析方法和技巧，正确地解答作业中的问题，思路清晰，表述规范。
平时测验	不能在规定的时间内解答电压、电流、功率、电路参数计算等问题，答题不准确。	能在规定的时间内解答电压、电流、功率、电路参数计算等部分问题。	能在规定的时间内较为规范地解答电压、电流、功率、电路参数计算等问题。	能在规定的时间内，灵活运用电路定律、定理等电路分析方法，正确规范地解答电压、电流、功率、电路参数计算等问题。
课堂讨论	课堂讨论不积极，电路分析的能力较弱	陈述电路概念、电路分析方法基本准确，能参与电路计算等问题的讨论，有一定的电路分析能力。	能正确陈述电路概念、电路分析方法，积极参与电路计算等问题的讨论，电路分析能力较强	能正确陈述电路概念、电路分析方法，积极参与电路计算等问题的讨论，电路分析能力强，对问题有自己的见解。
报告	未按时提交报告，离题或跑题，未能理解阅读材料，论证信息严重不足。	报告表达含糊不清，内容片面，论据不够充分。	报告表达较清晰，内容较全面，论据较为充分。	报告表达清晰严谨，内容周全，探讨有深度，论据充分可信。

【平时考核环节权重】

课程目标考核	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	课程目标 5	合计
习题作业	15	10	0	0		25
课堂考勤，讨论与测试	5	5	0	5		15
线上学习	0	0	0	0	20	20

报告	0	0	0	10		10
实验	5	5	15	5		30
合计	25	20	15	20	20	100

【考试环节权重】

课程目标 章节	课程目标	课程目标	课程目标	课程目标	合计
	1	2	3	4	
第 6 章 储能元件	3	2	0	0	5
第 7 章 一阶电路和二阶电路的时域分析	0	10	0	0	10
第 8 章 相量法 第 9 章 正弦稳态电路的分析	10	0	0	0	10
第 10 章 含有耦合电感的电路	10	0	0	0	10
第 11 章 电路的频率响应	5	5	0	0	10
第 12 章 三相电路	10	0	0	0	10
第 13 章 非正弦周期电流电路和信号的频谱	10	0	0	0	10
第 14 章 线性动态电路的复频域分析	0	10	0	0	10
第 15 章 电路方程的矩阵形式	5	0	0	0	5
第 16 章 二端口网络	10	0	0	0	10

第 17 章 非线性电路	10	0	0	0	10
合计	73	27	0	0	100

九、教材及参考资料

【教材】本课程选用普通高等教育“九五”国家级重点教材《电路》，高等教育出版社，邱关源主编，第五版

【参考书】

4. William H .Hayt.Jr., 工程电路分析, 北京, 电子工业出版社, 2002
5. James W.Nilsson.,电路, 北京, 电子工业出版社, 2009
6. 李瀚荪, 简明电路分析基础, 北京, 高等教育出版社, 2002

山东大学 电气工程 学院

《电路（2）实验》实践课程教学大纲

编写人：赵振卫

审

定人：丛伟

编制/修订时间：2020年4月

审定时间：2020

年4月

一、课程基本信息

课程名称	电路（2）实验				
英文名称	Electric Circuit (2) Experiment				
课程编码	Sd01921280				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	4	总学时	授课	上机	实验
		96	64	0	32
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	高等数学、大学物理、电路（1）、电路（2）				
课程网站					

二、课程简介

【课程中文简介】

《电路实验》是电气工程及其自动化专业的一门必修的工程基础课，作为《电路》课程的实践环节，能够加深学生对知识的掌握，并锻炼其实践能力。

该课程是在高等数学、大学物理、电路等相关课程的基础上，通过进行与课程相关的电路实验，使学生能够更深刻理解直流电路、交流电路等的电路基本理论和分析方法，能够分析、解释、计算电气工程中的简单电路原理，为学习后续专业课程的学习提供必要的实践基础。通过本课程的学习与实践，培养学生的辩证思维能力、职业技能和创新能力，树立理论联系实际的科学观点，提高学生分析和解决问题的能力。

【课程英文简介】

Electric Circuit Experiment is a compulsory basic engineering course for electrical engineering and automation majors. As a practical part of the *Electric Circuit* course, it can deepen students' mastery of knowledge and exercise their practical ability. This course is based on advanced mathematics, college physics, circuits and other related courses, through the circuit experiments related to the course, so that students can have a deeper understanding of the basic theory and analysis methods of DC circuits and AC circuits, and be able to analyze and explain simple circuit principles in electrical engineering. Provide the necessary practical foundation for the study of subsequent professional courses. Through the study and practice of this course, students will develop their dialectical thinking ability, vocational skills and innovation ability, establish a scientific viewpoint of linking theory with practice, and improve their ability to analyze and solve problems.

三、课程目标

本课程的主要教学目标是使学生加深对所学的概念、理论、分析方法的理解，掌握电路实验的基本技能，提高运用所学理论独立分析和解决实际问题的能力，培养安全用电的意识。本课程侧重于理论指导下的实践、实验技能的培训以及综合能力的提高，为后续实验课、工程基础课、专业课的学习以及今后的工作打下一个良好的基础。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	掌握电工基本理论，基本实验技能—看懂电路图，能按图接线，并具有必备的工程科学实验能力，其中包括电工、电子仪器	讲授实验台及各类仪器仪表的使用方法，通过实验演示，引导学生完成必要的实验验证环节并思考误差及故障产生原因。通过课堂提问、讨

	的使用, 各种测量方法、误差分析、数据处理等技能, 实验报告的编写等。	论、实际操作指导等进一步巩固知识的运用, 能对具体的实验内容进行分析、计算和联想。
目标 2	掌握电路原理的实验数据采集、分析、处理、解析和总结的方法与技能, 根据电路元件的指标和性能, 独立设计实验方案并能使实体电路安全可靠的工作。	引导学生综合运用所学知识, 不局限于设定的实验内容, 通过熟练操作实验设备, 进行课外实验设计与验证, 鼓励学生独立思考, 验证设定的问题, 并拓展实验内容。
目标 3	引导学生在电路实验中理论联系实际, 在掌握基本实验技术后, 根据实验任务, 确定实验方案, 设计实验电路, 正确选择仪器、仪表、元器件, 进行综合型设计、探索型设计, 培养创新应用能力。	将已学习的理论知识进行深化, 引导学生对实验内容进行更深层次的挖掘, 通过查阅相关资料进行自主学习, 加深理解实验原理并拓展; 通过方案引导、仪器讲解等进一步拓展实践创新能力。
目标 4	能通过小组之间的沟通交流, 总结归纳实验过程与实验结果中出现的问题, 撰写实验报告。	以小组为单位进行实验, 实验过程由小组自行组织完成。实验完成后, 小组成员之间通过沟通交流, 总结归纳出现的问题, 完成实验报告的撰写。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标			
	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
1.1 能将数学、自然科学、工程科学的语言工具用于电气工程问题的表述;	M			
1.2 能针对电气工程领域复杂工程问题建立数学模型并求解。		M		
4.3 能根据实验方案构建实验系统, 安全地开展实验, 科学正确地采集实验或仿真数据。			H	
10.1 针对电气工程领域的复杂工程问题, 能够通过撰写书面报告、设计汇报文稿、口头交流等多种方式, 准确表达个人观点, 回应质疑, 与业界同行及社会公众进行有效沟通与交流, 理解与业界同行和社会公众交流的差异性。				M

四、课程教学基本要求

1. 授课方式:

多媒体与实验操作结合

2. 课程内容:

本课程是电气工程及其自动化和自动化本科专业必修的一门工程基础课，作为《电路》课程的课内实验，是电气工程及其自动化和自动化专业的必修实践环节，是《电路》理论课程的重要补充和延伸。

《电路实验》课程的主要目的和任务是使学生巩固《电路》课程所学直流定律和定理、交流电路、电路频率特性、三相电路等部分的基础理论知识，熟悉常用电工仪器仪表的基本原理、使用方法，掌握电路连接、电工测量、故障排除等实验技巧，学会数据采集、处理和进行各种实验现象的观察分析方法，培养学生综合运用所学基本理论知识进行分析问题和解决问题的能力，树立严肃认真的科学态度和踏实细致的工作作风。

3. 作业:

主要为实验报告，加深学生理解实验原理，完成数据验证和思考课后题，巩固所学知识。

4. 拓展项目

采用密切联系工程实际的实验项目，促进学生根据所掌握的课程知识，对问题进行分析，计算，提升故障处理能力，加强团队合作，促进共同解决问题的提升。

五、课程教学内容

实验一 线性与非线性元件伏安特性的测绘

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2，通过本实验，了解线性与非线性元件的伏安特性，达成以下目的：

1. 掌握线性电阻、非线性电阻元件伏安特性的逐点测试法；
2. 学习恒电源、直流电压表、电流表的使用方法。

【重点与难点】

重点：掌握线性电阻、非线性元件伏安特性的测绘方法；掌握直流电工仪

表和设备的使用方法。

难点：学会识别常用电路元件的方法，能够分析日常生活中的各种元件的特性及现象。

【教学内容】

- 一、实验原理与仪器仪表的使用
- 二、元件伏安特性的验证
 1. 测定线性电阻的伏安特性
 2. 测定 6.3V 白炽灯泡的伏安特性
 3. 测定半导体二极管的伏安特性
 4. 测定稳压管的伏安特性
- 三、记录实验数据，完成实验报告

实验二 电压源、电流源及其电源等效变换

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2，通过本实验，回顾电源变换的基本原理，达成以下目的：

1. 掌握建立电源模型的方法；
2. 掌握电源外特性的测试方法；
3. 加深对电压源和电流源特性的理解；
4. 研究电源模型等效变换的条件。

【重点与难点】

重点：电压源和电流源的外特性，实际电压源和实际电流源的构成与外特性及其等效变换。

难点：实际电压源与实际电流源等效变换的条件。

【教学内容】

- 一、实验原理及实验仪器仪表的使用

二、实验验证

1. 测定电压源（恒压源）与实际电压源的外特性
2. 测定电流源（恒流源）与实际电流源的外特性
3. 研究电源等效变换的条件

三、记录实验数据，完成思考题，撰写实验报告

实验三 戴维南定理和诺顿定理的验证

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2、3，通过本实验，掌握戴维南定理、诺顿定理及有源二端网络等效参数的一般测量方法，达成以下目的：

1. 验证戴维南定理、诺顿定理的正确性，加深对该定理的理解；
2. 掌握测量有源二端网络等效参数的一般方法。

【重点与难点】

重点：戴维南等效定理和诺顿等效定理的理解和验证。

难点：有源二端网络等效参数的测量方法。

【教学内容】

一、实验原理及实验仪器仪表的使用

二、定理及测量方法验证

1. 验证戴维南定理
2. 测定有源二端网络等效电阻
3. 用半电压法和零示法测量有源二端网络的等效参数

三、记录实验数据。

【实验拓展】

讨论和验证有源二端网络等效参数的各种测量方法（开路电压法、短路电流法、伏安法、半电压法、零示法），对比几种方法的优缺点。探讨戴维南定理和诺顿定理的应用场合。

实验四 最大功率传输条件的研究

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2，通过本实验，掌握最大功率传输的条件，加深实际电源模型的理解，达成以下目的：

1. 理解阻抗匹配，掌握最大功率传输的条件（支撑课程目标 1）；
2. 掌握根据电源外特性设计实际电源模型的方法（支撑课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：理解电路阻抗匹配，验证实现最大功率传输的条件。

难点：实际电源模型的设计方法。

【教学内容】

一、实验原理及实验仪器仪表的使用

二、电路设计与测量

1. 根据电源外特性曲线设计一个实际电压源模型
2. 测量电路传输功率

三、记录实验数据，完成实验报告。

【拓展研讨】

根据实验数据，计算传输效率，由此说明电路在什么情况下，传输最大功率才比较经济、合理。

实验 5 受控源研究

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2，通过本章学习实验，掌握受控源的元办理，了解运算放大电路的应用，达成以下目的：

1. 加深对受控源的理解；
2. 熟悉由运算放大器组成受控源电路的分析方法，了解运算放大器的应用；
3. 掌握受控源特性的测量方法。

【重点与难点】

重点：四类受控源的原理及电路构成，采用电子器件设计各类受控源。

难点：运算放大器构建受控源。

【教学内容】

一、实验原理及实验仪器仪表的使用

二、实验电路特性测试

1. 测试电压控制电流源（VCCS）特性

2. 测试电流控制电压源（CCVS）特性

3. 测试电压控制电压源（VCVS）特性

4. 测试电流控制电流源（CCCS）特性

三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

实验六 直流双口网络的研究

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本实验，掌握双口网络传输参数的测试方法，达成以下目的：

1. 加深理解双口网络的基本理论；
2. 掌握直流双口网络传输参数的测试方法。

【重点与难点】

重点：双端口网络的基本概念，无源线性双口网络（又称为四端网络）的传输方程。

难点：双端口同时测量法和分别测量法，双端口网络的级联。

【教学内容】

一、实验原理及直流实验模块的使用

二、双口网络传输参数的测定

1. 用“双端口同时测量法”测定双口网络传输参数

2. 用“双端口分别测量法”测定级联双口网络传输参数

三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

实验七 典型周期性电信号的观察和测量

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本实验，掌握各类周期性信号的波形及参数计算，达成以下目的：

1. 加深理解周期性信号的有效值和平均值的概念，学会计算方法；
2. 了解几种周期性信号（正弦波、矩形波、三角波）的有效值、平均值和幅值的关系；
3. 掌握信号源的使用方法。

【重点与难点】

重点：掌握并理解周期性信号，相关参数的概念。

难点：几类典型周期性信号有效值、平均值和幅值的计算与关系。

【教学内容】

- 一、示波器与信号源的使用
- 二、典型周期性信号的观测
 1. 观测正弦波的波形和幅值
 2. 观测矩形波的波形和幅值
 3. 观测三角波的波形和幅值
- 三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

实验八 RC 一阶电路的响应测试

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2、3，通过本实验，掌握一阶电路响应的规律及特点，学会测量方法，达成以下目的：

1. 研究 RC 一阶电路的零输入响应、零状态响应和全响应的规律和特点；
2. 学习一阶电路时间常数的测量方法，了解电路参数对时间常数的影响；
3. 掌握微分电路和积分电路的基本概念。

【重点与难点】

重点：RC 一阶电路的零状态响应、零输入响应和电路时间常数的测定。

难点：微分电路和积分电路。

【教学内容】

一、示波器、信号源、电路模块组件的使用

二、实验电路的搭建与测量

1. RC 一阶电路的充、放电过程

2. 微分电路和积分电路的变化规律

三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

【延伸拓展】

积分电路和微分电路具备的条件，它们在方波激励下，其输出信号波形的变化规律如何。这两种电路在实际电路中的应用及功能。

实验九 R、L、C 元件阻抗特性的测定

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1, 2, 通过本实验，掌握元件阻抗特性曲线，学会测定交流电路频率特性，达成以下目的：

1. 研究电阻，感抗、容抗与频率的关系，测定它们随频率变化的特性曲线；
2. 学会测定交流电路频率特性的方法；
3. 了解滤波器的原理和基本电路；
4. 学习使用信号源和频率计。

【重点与难点】

重点：元件阻抗与频率的关系，交流电路的频率特性。

难点：滤波器的构成及其在实际电路中的应用。

【教学内容】

一、交流电压表、信号源、电路模块组件的使用

二、实验电路的搭建与测量

1. 测量 R、L、C 元件的阻抗频率特性

2. 高通滤波器频率特性

3. 低通滤波器频率特性
4. 带通滤波器频率特性

三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

实验十 R、L、C 串联谐振电路的研究

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2，通过本实验，掌握谐振电路发生的条件，测绘幅频特性曲线，达成以下目的：

1. 加深理解电路发生谐振的条件、特点，掌握电路品质因数（电路 Q 值）、通频带的物理意义及其测定方法；
2. 学习用实验方法绘制 R、L、C 串联电路不同 Q 值下的幅频特性曲线；
3. 熟练使用信号源和频率计。

【重点与难点】

重点：串联谐振的条件，品质因素及通频带的计算。

难点：幅频特性曲线的绘制。

【教学内容】

- 一、示波器、信号源、电路模块组件的使用
- 二、实验电路的搭建与测量
 1. 监视、测量电路的搭建
 2. 测量 R、L、C 串联电路谐振频率
 3. 测量 R、L、C 串联电路的幅频特性
- 三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

实验十一 交流电路等效参数的测量

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本实验，加深概念理解，学会相关仪器仪表使用方法和参数测定方法，达成以下目的：

1. 学会使用交流数字仪表（电压表、电流表、功率表）和自耦调压器；

2. 学习用交流数字仪表测量交流电路的电压、电流和功率；
3. 学会用交流数字仪表测定交流电路参数的方法；
4. 加深对阻抗、阻抗角及相位差等概念的理解。

【重点与难点】

重点：仪器仪表使用方法和参数测定方法。

难点：功率表的使用。

【教学内容】

一、示波器、信号源、电路模块组件的使用

二、实验电路的搭建与测量

1. 测量白炽灯的电阻
2. 测量电容器的容抗
3. 测量镇流器的参数
4. 测量日光灯电路

三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

实验十二 正弦稳态交流电路相量的研究

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2，通过本实验，掌握日光灯线路的接线，掌握功率因数改善的方法，达成以下目的：

1. 研究正弦稳态交流电路中电压、电流相量之间的关系；
2. 掌握 RC 串联电路的相量轨迹及其作移相器的应用；
3. 掌握日光灯线路的接线；
4. 理解改善电路功率因数的意义并掌握其方法。

【重点与难点】

重点：日光灯线路的连接，交流电路基尔霍夫定律的验证。

难点：查阅相关资料理解日光灯的工作原理。

【教学内容】

一、交流电压、电流、功率、功率因数表的使用

二、电路连接与验证

1. 验证电压三角形关系

2. 日光灯线路接线与测量

3. 并联电路——电路功率因数的改善

三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

实验十三 互感线圈电路的研究

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2、3，通过本实验，掌握互感线圈的原理与概念及影响因素，学会测量方法，达成以下目的：

1. 学会测定互感线圈同名端、互感系数以及耦合系数的方法；

2. 理解两个线圈相对位置的改变，以及线圈用不同导磁材料时对互感系数的影响。

【重点与难点】

重点：同名端、互感系数以及耦合系数概念理解与测定方法。

难点：不同导磁材料对互感系数的影响分析。

【教学内容】

一、直流电压、电流表，交流电压、电流、功率、功率因数表，互感线圈的使用

二、实验电路的搭建与测量

1. 测定互感线圈的同名端

2. 测定两线圈的互感系数

3. 测定两线圈的耦合系数

三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

实验十四 三相电路电压、电流的测量

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2、3，通过本实验，掌握三相电路的联接，电压电流的关系，达成以下目的：

1. 练习三相负载的星形联接和三角形联接；
2. 了解三相电路线电压与相电压，线电流与相电流之间的关系；
3. 了解三相四线制供电系统中中线的作用；
4. 观察线路故障时的情况。

【重点与难点】

重点：三相电路电压、电流的关系及不同联接方式的换算，分析中心线作用。

难点：三相电路发生故障时的数据分析。

【教学内容】

- 一、想交流电源及交流仪表的使用
- 二、实验电路的联接
 1. 三相负载星形联接（三相四线制供电）
 2. 三相负载三角形联接
- 三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

【延伸拓展】

分析三相电路不同联接方式在实际电力系统中的应用，结对称分量法，深化电网系统的故障分析。

实验十五 三相电路功率的测量

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2，通过本实验，掌握功率测量电路的接线与测量方法，达成以下目的：

1. 学会用功率表测量三相电路功率的方法；
2. 掌握功率表的接线和使用方法。

【重点与难点】

重点：三瓦特表法与二表瓦特法测定三相电路功率的原理和接线。

难点：二瓦特表法测定功率的原理和计算，不同负载类型下，表计数值的判断。

【教学内容】

一、三相交流电源，交流电压、电流、功率、功率因数表的使用

二、实验内容

1. 三相四线制供电，测量负载星形联接的三相功率

2. 三相三线制供电，测量三相负载功率

三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

实验十六 功率因数表的使用及相序测量

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2，通过本实验，掌握负载性质与功率因数的影响，达成以下目的：

1. 掌握三相交流电路相序的测量方法；

2. 熟悉功率因数表的使用方法，了解负载性质对功率因数的影响。

【重点与难点】

重点：功率因数的大小和性质由负载参数的大小和性质的关系。

难点：相序指示电路的原理。

【教学内容】

一、交流实验设备的使用

二、实验电路的搭建与测量

1. 测定三相电源的相序

2. 负载功率因数的测定

三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	实验二	电压源、电流源及电源等效变换	复杂电路的等效方法	通过将复杂电路简化处理，从而使问题轻松解决，引导学生学好知识，做好储备，运用所学知识灵活变通并解决实际问题
2	实验三	戴维南定理和诺顿定理的验证	定理的背景介绍	让学生了解定理的提出背景，从物理学家身上学习严谨的科学态度和敢于挑战自我的精神。
3	实验八	RC 一阶电路响应测试	积分电路和微分电路	任何事情都是一分为二的，从微观到宏观，指导学生要善于观察事物、发现问题和解决问题的思路和能力。
4	实验十二	正弦稳态交流电路相量的研究	提高功率因数的意义	国家的进步和发展离不开能源的利用和节约，让学生通过该实验，掌握提高功率因数的意义和方法，节约电能，降低成本，为中华民族复兴贡献力量。。
5	实验十四	三相电路电压、电流的测量	负载不平衡时中线断开	做任何事情都有危险性，指导学生要提前预防，一定要把安全放在第一位，但也不能害怕困难，要相信自己的能力。
6	实验十六	功率因数表的使用及相序测量	相序正确的必要性	引导学生重视安全问题，遵守规则与秩序，增强法律意识和职业责任感。
7	实验报告	撰写报告	独立完成数据整理的思考题解答	应遵守学术诚信，诚实做人。

七、学时分配表

序号	章节	章节内容	学时分配							合计	
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课		其他
1	实验一	线性与非线性元件伏安特性的测绘		2							2
2	实验二	电压源、电流源及其电源等效变换		2							2

3	实验三	戴维南定理和诺顿定理的验证		1.5					0.5		2
4	实验四	最大功率传输条件的研究		1.5					0.5		2
5	实验五	受控源研究		2							2
6	实验六	直流双口网络的研究		2							2
7	实验七	典型周期性电信号的观察和测量		2							2
8	实验八	RC一阶电路的响应测试		1.5					0.5		2
9	实验九	R、L、C元件阻抗特性的测定		2							2
10	实验十	R、L、C串联谐振电路的研究		2							2
11	实验十一	交流电路等效参数的测量		2							2
12	实验十二	正弦稳态交流电路相量的研究		2							2
13	实验十三	正弦稳态交流电路相量的研究		2							2
14	实验十四	三相电路电压、电流的测量		1.5					0.5		2
15	实验十五	三相电路功率的测量		2							2
16	实验十六	功率因数表的使用及相序测量		2							2
合计				30					2		32

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

实验成绩包括过程考核和结果考核。过程考核包括实验报告和实验操作。结果考核是对学生的操作水平单人单组进行实验考试并提交实验报告。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
实验报告	课程目标 1	30%	50%
	课程目标 2	0	
	课程目标 3	20%	
实验操作	课程目标 1	4%	20%
	课程目标 2	10%	
	课程目标 3	6%	
实验考试	课程目标 1	6%	30%
	课程目标 2	12%	
	课程目标 3	12%	

【平时考核环节评分标准】

考核得分 考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
实验报告	不提交实验报告，抄袭他人实验数据，实验报告书写不认真、作图不规范，实验结论不正确	实验报告书写和绘图一般，实验步骤和内容基本完善，思考题解答和实验结论基本正确	实验报告书写和绘图比较认真，实验步骤和内容比较完善，思考题解答和实验结论比较正确	实验报告书写和绘图非常认真，实验步骤和内容非常完善，思考题解答和实验结论非常正确
实验操作	不参加实验，不遵守实验室规整制度，实验过程中不能完成实验要求，实验数据或实验结论不正确，实验过程中出现损坏仪器、仪表等不安全事故	遵守实验室规章制度，基本完成实验要求，实验数据和实验结论基本正确	遵守实验室规章制度，认真完成实验要求，实验数据和实验结论比较正确	遵守实验室规章制度，认真完成实验要求，实验数据和实验结论正确
实验考试	不参加实验考试，不提交实验报告，实验考试中出现不安全事故，实验数据或实验结论不正确	按时参加实验考试并提交实验报告，实验报告书写和绘图认真，实验步骤和内容基本完善，实验数据和实验结论基本正确	按时参加实验考试并提交实验报告，实验报告书写和绘图认真，实验步骤和内容比较完善，实验数据和实验结论比较正确	按时参加实验考试并提交实验报告，实验报告书写和绘图认真，实验步骤和内容完善，实验数据和实验结论正确

【考核环节权重】

考核环节 \ 课程目标	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
实验报告 50%	60%	0	40%	100%
实验操作 20%	20%	50%	30%	100%
实验考试 30%	20%	40%	40%	100%

九、教材及参考资料

【教材】

1. 赵振卫主编. 电路实验教程. 济南: 山东大学出版社, 2015.

【参考资料】

1. 邱关源主编. 电路. 第五版. 北京: 高等教育出版社, 2006.
2. 李翰荪编. 电路分析基础. 第三版. 北京: 高等教育出版社, 2005.
3. 王勤, 余定鑫等编著. 电路实验与实践. 北京: 高等教育出版社, 2004.

山东大学 电气工程 学院

《电路（2）实验》实践课程教学大纲

编写人: 赵振卫

审定人: 丛伟

编制/修订时间: 2020 年 4 月

审定时间: 2020

年 4 月

一、课程基本信息

课程名称	电路（2）实验
英文名称	Electric Circuit (2) Experiment

课程编码	Sd01921280				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	4	总学时	授课	上机	实验
		96	64	0	32
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	高等数学、大学物理、电路(1)、电路(2)				
课程网站					

二、课程简介

【课程中文简介】

《电路实验》是电气工程及其自动化专业的一门必修的工程基础课，作为《电路》课程的实践环节，能够加深学生对知识的掌握，并锻炼其实践能力。该课程是在高等数学、大学物理、电路等相关课程的基础上，通过进行与课程相关的电路实验，使学生能够更深刻理解直流电路、交流电路等的电路基本理论和分析方法，能够分析、解释、计算电气工程中的简单电路原理，为学习后续专业课程的学习提供必要的实践基础。通过本课程的学习与实践，培养学生的辩证思维能力、职业技能和创新能力，树立理论联系实际的科学观点，提高学生分析和解决问题的能力。

【课程英文简介】

Electric Circuit Experiment is a compulsory basic engineering course for electrical engineering and automation majors. As a practical part of the *Electric Circuit* course, it can deepen students' mastery of knowledge and exercise their practical ability. This course is based on advanced mathematics, college

physics, circuits and other related courses, through the circuit experiments related to the course, so that students can have a deeper understanding of the basic theory and analysis methods of DC circuits and AC circuits, and be able to analyze and explain simple circuit principles in electrical engineering. Provide the necessary practical foundation for the study of subsequent professional courses. Through the study and practice of this course, students will develop their dialectical thinking ability, vocational skills and innovation ability, establish a scientific viewpoint of linking theory with practice, and improve their ability to analyze and solve problems.

三、课程目标

本课程的主要教学目标是使学生加深对所学的概念、理论、分析方法的理解，掌握电路实验的基本技能，提高运用所学理论独立分析和解决实际问题的能力，培养安全用电的意识。本课程侧重于理论指导下的实践、实验技能的培训以及综合能力的提高，为后续实验课、工程基础课、专业课的学习以及今后的工作打下一个良好的基础。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	掌握电工基本理论，基本实验技能一看懂电路图，能按图接线，并具有必备的工程科学实验能力，其中包括电工、电子仪器的使用，各种测量方法、误差分析、数据处理等技能，实验报告的编写等。	讲授实验台及各类仪器仪表的使用方法，通过实验演示，引导学生完成必要的实验验证环节并思考误差及故障产生原因。通过课堂提问、讨论、实际操作指导等进一步巩固知识的运用，能对具体的实验内容进行分析、计算和联想。
目标 2	掌握电路原理的实验数据采集、分析、处理、解析和总结的方法与技能，根据电路元件的指标和性能，独立设计实验方案并能使实体电路安全可靠的工作。	引导学生综合运用所学知识，不局限于设定的实验内容，通过熟练操作实验设备，进行课外实验设计与验证，鼓励学生独立思考，验证设定的问题，并拓展实验内容。
目标 3	引导学生在电路实验中理论联系实际，在掌握基本实验技术后，根据实验任务，确定实验方案，设计实验电路，正确选择仪器、仪表、元器件，进行综合型设计、探索型设计，培养创新应用能力。	将已学习的理论知识进行深化，引导学生对实验内容进行更深层次的挖掘，通过查阅相关资料进行自主学习，加深理解实验原理并拓展；通过方案引导、仪器讲解等进一步拓展实践创新能力。

目标 4	能通过小组之间的沟通交流，总结归纳实验过程与实验结果中出现的问题，撰写实验报告。	以小组为单位进行实验，实验过程由小组自行组织完成。实验完成后，小组成员之间通过沟通交流，总结归纳出现的问题，完成实验报告的撰写。
-------------	--	--

【课程目标与毕业要求的对应关系】

课程目标 毕业要求	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
1.能够将微积分原理、工程数学、计算数学、物理学等自然科学、电气工程基础和专业知用于解决电气工程领域的复杂问题。	M			
2 能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析复杂工程问题，以获得有效结论。		M		
4、能够基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。			H	
10.能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。				M

四、课程教学基本要求

1. 授课方式:

多媒体与实验操作结合

2. 课程内容:

本课程是电气工程及其自动化和自动化本科专业必修的一门工程基础课，作为《电路》课程的课内实验，是电气工程及其自动化和自动化专业的必修实践环节，是《电路》理论课程的重要补充和延伸。

《电路实验》课程的主要目的和任务是使学生巩固《电路》课程所学直流定律和定理、交流电路、电路频率特性、三相电路等部分的基础理论知识，熟悉常用电工仪器仪表的基本原理、使用方法，掌握电路连接、电工测量、故障排除等实验技巧，学会数据采集、处理和进行各种实验现象的观察分析方法，

培养学生综合运用所学基本理论知识进行分析和解决问题的能力，树立严肃认真的科学态度和踏实细致的工作作风。

3. 作业:

主要为实验报告，加深学生理解实验原理，完成数据验证和思考课后题，巩固所学知识。

4. 拓展项目

采用密切联系工程实际的实验项目，促进学生根据所掌握的课程知识，对问题进行分析，计算，提升故障处理能力，加强团队合作，促进共同解决问题的提升。

六、课程教学内容

实验一 线性与非线性元件伏安特性的测绘

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 **1、2**，通过本实验，了解线性与非线性元件的伏安特性，达成以下目的：

1. 掌握线性电阻、非线性电阻元件伏安特性的逐点测试法；
2. 学习恒电源、直流电压表、电流表的使用方法。

【重点与难点】

重点：掌握线性电阻、非线性元件伏安特性的测绘方法；掌握直流电工仪表和设备的使用方法。

难点：学会识别常用电路元件的方法，能够分析日常生活中的各种元件的特性及现象。

【教学内容】

- 一、实验原理与仪器仪表的使用
- 二、元件伏安特性的验证
 1. 测定线性电阻的伏安特性
 2. 测定 6.3V 白炽灯泡的伏安特性

3. 测定半导体二极管的伏安特性

4. 测定稳压管的伏安特性

三、记录实验数据，完成实验报告

实验二 电压源、电流源及其电源等效变换

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 **1、2**，通过本实验，回顾电源变换的基本原理，达成以下目的：

1. 掌握建立电源模型的方法；
2. 掌握电源外特性的测试方法；
3. 加深对电压源和电流源特性的理解；
4. 研究电源模型等效变换的条件。

【重点与难点】

重点：电压源和电流源的外特性，实际电压源和实际电流源的构成与外特性及其等效变换。

难点：实际电压源与实际电流源等效变换的条件。

【教学内容】

一、实验原理及实验仪器仪表的使用

二、实验验证

1. 测定电压源（恒压源）与实际电压源的外特性
2. 测定电流源（恒流源）与实际电流源的外特性
3. 研究电源等效变换的条件

三、记录实验数据，完成思考题，撰写实验报告

实验三 戴维南定理和诺顿定理的验证

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 **1、2、3**，通过本实验，掌握戴维南定理、诺顿定理及有源二端网络等效参数的一般测量方法，达成以下目的：

1. 验证戴维南定理、诺顿定理的正确性，加深对该定理的理解；
2. 掌握测量有源二端网络等效参数的一般方法。

【重点与难点】

重点：戴维南等效定理和诺顿等效定理的理解和验证。

难点：有源二端网络等效参数的测量方法。

【教学内容】

一、实验原理及实验仪器仪表的使用

二、定理及测量方法验证

1. 验证戴维南定理
2. 测定有源二端网络等效电阻
3. 用半电压法和零示法测量有源二端网络的等效参数

三、记录实验数据。

【实验拓展】

讨论和验证有源二端网络等效参数的各种测量方法（开路电压法、短路电流法、伏安法、半电压法、零示法），对比几种方法的优缺点。探讨戴维南定理和诺顿定理的应用场合。

实验四 最大功率传输条件的研究

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 **1、2**，通过本实验，掌握最大功率传输的条件，加深实际电源模型的理解，达成以下目的：

1. 理解阻抗匹配，掌握最大功率传输的条件（支撑课程目标 **1**）；
2. 掌握根据电源外特性设计实际电源模型的方法（支撑课程目标 **2**）。

【重点与难点】

重点：理解电路阻抗匹配，验证实现最大功率传输的条件。

难点：实际电源模型的设计方法。

【教学内容】

- 一、实验原理及实验仪器仪表的使用
- 二、电路设计与测量
 1. 根据电源外特性曲线设计一个实际电压源模型
 2. 测量电路传输功率
- 三、记录实验数据，完成实验报告。

【拓展研讨】

根据实验数据，计算传输效率，由此说明电路在什么情况下，传输最大功率才比较经济、合理。

实验 5 受控源研究

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2，通过本章学习实验，掌握受控源的元办
理，了解运算放大电路的应用，达成以下目的：

1. 加深对受控源的理解；
2. 熟悉由运算放大器组成受控源电路的分析方法，了解运算放大器的应用；
3. 掌握受控源特性的测量方法。

【重点与难点】

重点：四类受控源的原理及电路构成，采用电子器件设计各类受控源。

难点：运算放大器构建受控源。

【教学内容】

- 一、实验原理及实验仪器仪表的使用
- 二、实验电路特性测试
 1. 测试电压控制电流源（VCCS）特性
 2. 测试电流控制电压源（CCVS）特性
 3. 测试电压控制电压源（VCVS）特性

4. 测试电流控制电流源（CCCS）特性

三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

实验六 直流双口网络的研究

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本实验，掌握双口网络传输参数的测试方法，达成以下目的：

1. 加深理解双口网络的基本理论；
2. 掌握直流双口网络传输参数的测试方法。

【重点与难点】

重点：双端口网络的基本概念，无源线性双口网络（又称为四端网络）的传输方程。

难点：双端口同时测量法和分别测量法，双端口网络的级联。

【教学内容】

- 一、实验原理及直流实验模块的使用
- 二、双口网络传输参数的测定
 1. 用“双端口同时测量法”测定双口网络传输参数
 2. 用“双端口分别测量法”测定级联双口网络传输参数
- 三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

实验七 典型周期性电信号的观察和测量

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本实验，掌握各类周期性信号的波形及参数计算，达成以下目的：

1. 加深理解周期性信号的有效值和平均值的概念，学会计算方法；
2. 了解几种周期性信号（正弦波、矩形波、三角波）的有效值、平均值和幅值的关系；
3. 掌握信号源的使用方法。

【重点与难点】

重点：掌握并理解周期性信号，相关参数的概念。

难点：几类典型周期性信号有效值、平均值和幅值的计算与关系。

【教学内容】

一、示波器与信号源的使用

二、典型周期性信号的观测

1. 观测正弦波的波形和幅值

2. 观测矩形波的波形和幅值

3. 观测三角波的波形和幅值

三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

实验八 RC 一阶电路的响应测试

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 **1、2、3**，通过本实验，掌握一阶电路响应的规律及特点，学会测量方法，达成以下目的：

1. 研究 RC 一阶电路的零输入响应、零状态响应和全响应的规律和特点；
2. 学习一阶电路时间常数的测量方法，了解电路参数对时间常数的影响；
3. 掌握微分电路和积分电路的基本概念。

【重点与难点】

重点：RC 一阶电路的零状态响应、零输入响应和电路时间常数的测定。

难点：微分电路和积分电路。

【教学内容】

一、示波器、信号源、电路模块组件的使用

二、实验电路的搭建与测量

1. RC 一阶电路的充、放电过程

2. 微分电路和积分电路的变化规律

三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

【延伸拓展】

积分电路和微分电路具备的条件，它们在方波激励下，其输出信号波形的变化规律如何。这两种电路在实际电路中的应用及功能。

实验九 R、L、C 元件阻抗特性的测定

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 **1**，**2**，通过本实验，掌握元件阻抗特性曲线，学会测定交流电路频率特性，达成以下目的：

1. 研究电阻，感抗、容抗与频率的关系，测定它们随频率变化的特性曲线；
2. 学会测定交流电路频率特性的方法；
3. 了解滤波器的原理和基本电路；
4. 学习使用信号源和频率计。

【重点与难点】

重点：元件阻抗与频率的关系，交流电路的频率特性。

难点：滤波器的构成及其在实际电路中的应用。

【教学内容】

- 一、交流电压表、信号源、电路模块组件的使用
- 二、实验电路的搭建与测量
 1. 测量 R、L、C 元件的阻抗频率特性
 2. 高通滤波器频率特性
 3. 低通滤波器频率特性
 4. 带通滤波器频率特性
- 三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

实验十 R、L、C 串联谐振电路的研究

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 **1**，**2**，通过本实验，掌握谐振电路发生的条件，测绘幅频特性曲线，达成以下目的：

1. 加深理解电路发生谐振的条件、特点，掌握电路品质因数（电路Q值）、通频带的物理意义及其测定方法；
2. 学习用实验方法绘制R、L、C串联电路不同Q值下的幅频特性曲线；
3. 熟练使用信号源和频率计。

【重点与难点】

重点：串联谐振的条件，品质因素及通频带的计算。

难点：幅频特性曲线的绘制。

【教学内容】

- 一、示波器、信号源、电路模块组件的使用
- 二、实验电路的搭建与测量
 1. 监视、测量电路的搭建
 2. 测量R、L、C串联电路谐振频率
 3. 测量R、L、C串联电路的幅频特性
- 三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

实验十一 交流电路等效参数的测量

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标1，通过本实验，加深概念理解，学会相关仪器仪表使用方法和参数测定方法，达成以下目的：

1. 学会使用交流数字仪表（电压表、电流表、功率表）和自耦调压器；
2. 学习用交流数字仪表测量交流电路的电压、电流和功率；
3. 学会用交流数字仪表测定交流电路参数的方法；
4. 加深对阻抗、阻抗角及相位差等概念的理解。

【重点与难点】

重点：仪器仪表使用方法和参数测定方法。

难点：功率表的使用。

【教学内容】

一、示波器、信号源、电路模块组件的使用

二、实验电路的搭建与测量

1. 测量白炽灯的电阻

2. 测量电容器的容抗

3. 测量镇流器的参数

4. 测量日光灯电路

三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

实验十二 正弦稳态交流电路相量的研究

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 **1、2**，通过本实验，掌握日光灯线路的接线，掌握功率因数改善的方法，达成以下目的：

1. 研究正弦稳态交流电路中电压、电流相量之间的关系；

2. 掌握 RC 串联电路的相量轨迹及其作移相器的应用；

3. 掌握日光灯线路的接线；

4. 理解改善电路功率因数的意义并掌握其方法。

【重点与难点】

重点：日光灯线路的连接，交流电路基尔霍夫定律的验证。

难点：查阅相关资料理解日光灯的工作原理。

【教学内容】

一、交流电压、电流、功率、功率因数表的使用

二、电路连接与验证

1. 验证电压三角形关系

2. 日光灯线路接线与测量

3. 并联电路——电路功率因数的改善

三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

实验十三 互感线圈电路的研究

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 **1、2、3**，通过本实验，掌握互感线圈的原理与概念及影响因素，学会测量方法，达成以下目的：

1. 学会测定互感线圈同名端、互感系数以及耦合系数的方法；
2. 理解两个线圈相对位置的改变，以及线圈用不同导磁材料时对互感系数的影响。

【重点与难点】

重点：同名端、互感系数以及耦合系数概念理解与测定方法。

难点：不同导磁材料对互感系数的影响分析。

【教学内容】

一、直流电压、电流表，交流电压、电流、功率、功率因数表，互感线圈的使用

二、实验电路的搭建与测量

1. 测定互感线圈的同名端
2. 测定两线圈的互感系数
3. 测定两线圈的耦合系数

三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

实验十四 三相电路电压、电流的测量

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 **1、2、3**，通过本实验，掌握三相电路的联接，电压电流的关系，达成以下目的：

1. 练习三相负载的星形联接和三角形联接；
2. 了解三相电路线电压与相电压，线电流与相电流之间的关系；
3. 了解三相四线制供电系统中中线的作用；
4. 观察线路故障时的情况。

【重点与难点】

重点：三相电路电压、电流的关系及不同联接方式的换算，分析中心线作用。

难点：三相电路发生故障时的数据分析。

【教学内容】

- 一、想交流电源及交流仪表的使用
- 二、实验电路的联接
 1. 三相负载星形联接（三相四线制供电）
 2. 三相负载三角形联接
- 三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

【延伸拓展】

分析三相电路不同联接方式在实际电力系统中的应用，结对称分量法，深化电网系统的故障分析。

实验十五 三相电路功率的测量

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 **1、2**，通过本实验，掌握功率测量电路的接线与测量方法，达成以下目的：

1. 学会用功率表测量三相电路功率的方法；
2. 掌握功率表的接线和使用方法。

【重点与难点】

重点：三瓦特表法与二表瓦特法测定三相电路功率的原理和接线。

难点：二瓦特表法测定功率的原理和计算，不同负载类型下，表计数值的判断。

【教学内容】

- 一、三相交流电源，交流电压、电流、功率、功率因数表的使用
- 二、实验内容
 1. 三相四线制供电，测量负载星形联接的三相功率

2. 三相三线制供电，测量三相负载功率

三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

实验十六 功率因数表的使用及相序测量

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 **1、2**，通过本实验，掌握负载性质与功率因数的影响，达成以下目的：

1. 掌握三相交流电路相序的测量方法；
2. 熟悉功率因数表的使用方法，了解负载性质对功率因数的影响。

【重点与难点】

重点：功率因数的大小和性质由负载参数的大小和性质的关系。

难点：相序指示电路的原理。

【教学内容】

- 一、交流实验设备的使用
- 二、实验电路的搭建与测量
 1. 测定三相电源的相序
 2. 负载功率因数的测定
- 三、记录实验数据，完成思考题和实验报告。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	实验二	电压源、电流源及电源等效变换	复杂电路的等效方法	通过将复杂电路简化处理，从而使问题轻松解决，引导学生学好知识，做好储备，运用所学知识灵活变通并解决实际问题
2	实验三	戴维南定理和诺顿定理的验证	定理的背景介绍	让学生了解定理的提出背景，从物理学家身上学习严谨的科学态度和敢于挑战自我的精神。
3	实验八	RC 一阶电路响应测	积分电路和微分电路	任何事情都是一分为二的，从微观到宏观，指导学生要善于

		试		观察事物、发现问题和解决问题的思路和能力。
4	实验十二	正弦稳态交流电路相量的研究	提高功率因数的意义	国家的进步和发展离不开能源的利用和节约，让学生通过该实验，掌握提高功率因数的意义和方法，节约电能，降低成本，为中华民族复兴贡献力量。。
5	实验十四	三相电路电压、电流的测量	负载不平衡时中线断开	做任何事情都有危险性，指导学生要提前预防，一定要把安全放在第一位，但也不能害怕困难，要相信自己的能力。
6	实验十六	功率因数表的使用及相序测量	相序正确的必要性	引导学生重视安全问题，遵守规则与秩序，增强法律意识和职业责任感。
7	实验报告	撰写报告	独立完成数据整理的思考题解答	应遵守学术诚信，诚实做人。

七、学时分配表

序号	章节	章节内容	学时分配							合计	
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课		其他
1	实验一	线性与非线性元件伏安特性的测绘		2							2
2	实验二	电压源、电流源及其电源等效变换		2							2
3	实验三	戴维南定理和诺顿定理的验证		1.5					0.5		2
4	实验四	最大功率传输条件的研究		1.5					0.5		2
5	实验五	受控源研究		2							2
6	实验六	直流双口网络的研究		2							2
7	实验七	典型周期性电信号的观察和测量		2							2
8	实验八	RC一阶电路的响应测试		1.5					0.5		2
9	实验	R、L、C元件阻抗		2							2

	九	特性的测定								
10	实验十	R、L、C 串联谐振电路的研究		2						2
11	实验十一	交流电路等效参数的测量		2						2
12	实验十二	正弦稳态交流电路相量的研究		2						2
13	实验十三	正弦稳态交流电路相量的研究		2						2
14	实验十四	三相电路电压、电流的测量		1.5				0.5		2
15	实验十五	三相电路功率的测量		2						2
16	实验十六	功率因数表的使用及相序测量		2						2
合计				30				2		32

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

实验成绩包括过程考核和结果考核。过程考核包括实验报告和实验操作。结果考核是对学生的操作水平单人单组进行实验考试并提交实验报告。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
实验报告	课程目标 1	30%	50%
	课程目标 2	0	
	课程目标 3	20%	
实验操作	课程目标 1	4%	20%
	课程目标 2	10%	
	课程目标 3	6%	
	课程目标 1	6%	30%

实验考试	课程目标 2	12%	
	课程目标 3	12%	

【平时考核环节评分标准】

考核得分 考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
实验报告	不提交实验报告，抄袭他人实验数据，实验报告书写不认真、作图不规范，实验结论不正确	实验报告书写和绘图一般，实验步骤和内容基本完善，思考题解答和实验结论基本正确	实验报告书写和绘图比较认真，实验步骤和内容比较完善，思考题解答和实验结论比较正确	实验报告书写和绘图非常认真，实验步骤和内容非常完善，思考题解答和实验结论非常正确
实验操作	不参加实验，不遵守实验室规章制度，实验过程中不能完成实验要求，实验数据或实验结论不正确，实验过程中出现损坏仪器、仪表等不安全事故	遵守实验室规章制度，基本完成实验要求，实验数据和实验结论基本正确	遵守实验室规章制度，认真完成实验要求，实验数据和实验结论比较正确	遵守实验室规章制度，认真完成实验要求，实验数据和实验结论正确
实验考试	不参加实验考试，不提交实验报告，实验考试中出现不安全事故，实验数据或实验结论不正确	按时参加实验考试并提交实验报告，实验报告书写和绘图认真，实验步骤和内容基本完善，实验数据和实验结论基本正确	按时参加实验考试并提交实验报告，实验报告书写和绘图认真，实验步骤和内容比较完善，实验数据和实验结论比较正确	按时参加实验考试并提交实验报告，实验报告书写和绘图认真，实验步骤和内容完善，实验数据和实验结论正确

【考核环节权重】

课程目标 考核环节	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
实验报告 50%	60%	0	40%	100%
实验操作 20%	20%	50%	30%	100%

实验考试 30%	20%	40%	40%	100%
----------	-----	-----	-----	------

九、教材及参考资料

【教材】

1. 赵振卫主编. 电路实验教程. 济南: 山东大学出版社, 2015.

【参考资料】

1. 邱关源主编. 电路. 第五版. 北京: 高等教育出版社, 2006.
2. 李翰荪编. 电路分析基础. 第三版. 北京: 高等教育出版社, 2005.
3. 王勤, 余定鑫等编著. 电路实验与实践. 北京: 高等教育出版社, 2004.

山东大学 电气工程 学院

《电磁场》理论课程教学大纲

编写人：仲慧

审定人：梁振光

编制时间：2020年9月

审定时间：2020年10月

一、课程基本信息：

课程名称	电磁场				
英文名称	Electromagnetic Field				
课程编码	sd01932500				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	4	总学时	授课	上机	实验
		80 学时	48 学时		32 学时
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	高等数学、大学物理、工程数学（矢量分析与场论）				
课程网站	智慧树平台： http://coursehome.zhihuishu.com/courseHome/1000009019 爱课程平台： https://www.icourse163.org/course/SDU-1460629161				

二、课程简介

【课程中文简介】

《电磁场》是电气工程及其自动化专业的一门必修的工程基础课。该课程

是在大学物理电磁学和工程数学等相关课程的基础上，讲授电荷和电流产生的电磁现象的物理属性及其基本规律，通过理论教学和实践环节相结合，使学生能够运用麦克斯韦方程组的积分和微分形式对电磁问题进行解析分析和定量计算，能够分析、解释、计算电气工程中的简单电磁现象，能够利用计算机建模与仿真技术对电磁现象进行分析，为学习后续专业课程或进一步研究电磁场问题提供必要的理论基础和实践能力。通过本课程的学习，培养学生的辩证思维能力和职业伦理素养，树立理论联系实际的科学观点，提高学生分析问题解决问题的能力，切实掌握电磁场的系统建模、仿真与分析技术。

【课程英文简介】

Electromagnetic Field is a professional basic course for electrical engineering and automation specialty. On the basis of College Physical (Electromagnetism), Engineering Mathematics and other related courses, the physical properties and basic laws of electromagnetic phenomena generated by charge and current are discussed in detail in this course. Simulation experiments is combined with the theory teaching in the course, so that students can use the integral and differential forms of Maxwell equations to analyze, analyze and calculate electromagnetic problems, and analyze, explain and calculate simple electromagnetic phenomena in electrical engineering, analyze and simulate the electromagnetic phenomena and device by computer modeling and simulation technology. The course provides necessary theoretical basis for learning follow-up professional courses or further studying electromagnetic field problems. Through the study of this course, students can improve their dialectical thinking ability and engineering ethics, establish the scientific viewpoint of linking theory with practice, and get the ability to analyze and solve problems and effectively master the system modeling, simulation and analysis technology of electromagnetic field.

三、课程目标

通过该课程的学习，学生能够掌握电磁场的基本概念和分析计算方法，培养学生应用电磁场理论对实际过程问题进行计算、建模、分析的能力，通过讨论、项目汇报等培养学生的交流沟通与合作能力、终身学习的能力。

序号	课程目标	达成途径或方法
----	------	---------

目标 1	掌握电磁场（静电场、恒定磁场、恒定磁场、时变电磁场）的基本概念理论知识及计算方法，形成完整的电磁场理论体系，具备对电磁场相关电气工程领域复杂工程问题进行分析的能力。	运用麦克斯韦方程组及其导出方程，讲授各类电磁场的基本特征、电磁场分析计算方法的原理基本知识，通过课堂提问、讨论、作业及答疑等进一步巩固基本知识的掌握和运用，能对具体的电磁场问题进行建模、分析和计算。
目标 2	能够运用所学知识将实际工程问题抽象为电磁场模型，求解电磁物理量；通过文献检索，分析电气设备的相互作用，采用不同电磁场状态方程进行求解。	将已学习的数学和物理等相关知识进行深化，引导学生从电磁场的角度对各类电气设备电磁现象进行建模分析，建议学生通过查阅相关资料进行自主学习，加深理解项目式作业背景；通过课堂提问、讨论、作业及项目式作业等进一步巩固对电磁场知识和计算方法的理解与掌握
目标 3	能够利用网络课程资源自主学习、理解和比较电磁理论发展概况及应用前景，了解世界电磁理论应用与环境及行业发展的关系，能够阅读电磁场相关资料，通过小组合作形式分析研究具体电磁工程问题并进行交流和汇报。	利用在线课程学习资源，掌握电磁场基本概念及计算分析方法的基础上，通过与电磁理论应用相关的项目式作业辅助材料，阅读外文教材、外文文献、科技著作等，了解电磁理论应用的热点；通过小组合作完成项目式作业，课堂提问、讨论、和答疑，实现合作及有效沟通和交流。
目标 4	能够运用电磁场知识建立仿真模型，并采用工程仿真计算机软件 MATLAB 求解各指标参数，实现参数图形化，熟悉数字化仿真技术的应用。	讲授电磁场仿真软件的基本用法与建模流程，明确仿真手段目前在电磁场学习中的特色，通过编写仿真计算程序，对实际工程建立电磁场仿真模型，使学生熟悉电磁场数字化仿真技术，初步掌握工程仿真软件的使用方法并解决电磁场工程问题。。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

教学目标 毕业要求	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
1.3 能够将相关知识和数学模型方法用于推演、分析电气工程领域复杂工程问题。	H			
2.2 能基于相关科学原理和数学模型方法正确表达电气工程领域复杂工程问题；		H		
5.2 能够根据实际需求，选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件，对电气工程领域复杂工程问题进行分析、计算与设计；				H
12.2 具有不断学习和适应发展的能力，包括对技术问题的理解能力，归纳总结的能力和提出问题的能力。			H	

四、课程教学基本要求

1. 授课方式:

理论课程部分：SPOC 模式线上线下混合式教学，线上采用中国大学 MOOC 或者智慧树教学平台，学生自主观看线上课程，完成线上测试环节；线下课程采用板书与多媒体结合。

实验课程部分：多媒体与仿真实验操作结合。

2. 课程内容:

本课程是电气工程及其自动化专业基础课程，是对先修课程《高等数学》、《大学物理》、《工程数学》的综合和进一步深化，在理论教学中既要注意与上述课程的联系、综合、深入，也要注意避免在同一层次上的重复，重点应放在电磁场知识的综合、深化和联系实际方面，注重学生能力与素质的培养，注意补充电磁领域的最近科技成果及科学家资料作为参考资料。

实验课程在理论课程基础上，对仿真软件的基本用法与电磁场建模流程进行介绍，明确仿真手段目前在电磁场计算及应用中的特色，介绍图形化语言仿真软件 MATLAB 中变量、数据类型、模块化设计、结构体、函数及其子函数等概念，让学生能够运用电磁场理论知识进行电磁场问题所学知识建立仿真模型，并采用科学、合理的计算手段求解各指标参数。培养学生使用模拟仿真软件等现代工具综合运用所学基本理论知识进行分析问题和解决问题的能力，树立严肃认真的科学态度和踏实细致的工作作风。

3. 作业:

理论课程主要为课后习题和线上测试题。课后习题为主观题类型，要求学生认真书写，促进学生理解课堂内容，能模仿例题演算习题，巩固所学知识；线上测试题为客观题类型，要求学生能够根据课堂知识进行计算分析，发现自己知识缺口。

实验课程主要为实验报告，加深学生理解仿真原理和电磁场理论基础，完成数据验证、仿真程序编写和仿真分析，巩固所学知识，提高学生应用仿真软件解决实际问题的能力。

4. 拓展项目

采用密切联系工程实际的项目，促进学生根据所掌握的课程知识，对问题

进行分析，计算，应用所学知识解决实际问题，应用仿真软件进行建模分析，掌握并理解所学仿真软件的基本用法与建模流程，建立团队合作，促进沟通和交流能力的提升。

五、理论课程教学内容

绪论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 3，通过本章学习，了解电磁场理论的发展概况及课程学习要求，达成以下目的：

1. 能够正确描述电磁场理论发展的历史；
2. 能够列举电磁场理论在电气工程中的应用；
3. 能够理解电磁场理论在生产与生活中的重要地位，增强民族自豪感和学好本课程的历史使命感；
4. 了解学习本课程的基本要求和方法。

【重点与难点】

重点：理解电磁场理论的发展历史，掌握电磁场应用的场景，能够明晰电磁场理论对电气工程专业的意义。

难点：理解电磁场与其他相关学科的关系，能够识别日常生活中的各种电磁现象。

【教学内容】

一、电磁理论的发展史

二、电磁理论的应用

1. 电磁理论在能量与信息传输的应用；
2. 电磁理论在交通运输的应用；
3. 电磁理论在国防和航空方面的应用

三、学习本课程的基本要求

1. 先修课程与后续课程;
2. 学习要求及考核标准

第一章 电磁场的物理基础

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1, 通过本章学习, 回顾大学物理中关于电磁场基本物理量的定义和电磁场基本实验定律, 达成以下目的:

1. 能够根据电荷与电流的分布计算电场与磁场的基本物理量;
2. 能够描述物质极化与磁化的概念;
3. 能够描述麦克斯韦方程组积分形式的物理意义

【重点与难点】

重点: 用电荷密度和电流密度分布函数计算电场强度和磁感应强度, 极化强度与电场强度的关系, 磁化强度与磁感应强度的关系, 麦克斯韦方程组积分形式的物理意义。

难点: 麦克斯韦方程组积分形式的物理意义。

【教学内容】

第一节 电荷密度与电流密度

电荷密度, 电流密度, 电荷守恒与电流连续性定理。

第二节 电场强度与电位移矢量

复习库伦定律、高斯定理, 极化的概念。

第三节 磁感应强度与磁场强度

复习安培环路定理、磁通连续性定理, 磁化的概念。

第四节 电磁场基本方程组

全电流定律, 法拉第电磁感应定律, 麦克斯韦方程组。

第二章 静电场

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，掌握静电场的基本性质和计算方法，达成以下目的：

1. 能够描述静电场微分方程的物理意义及不同物质分界面的电场量关系，根据电位方程及分界面条件对对称静电场的分布进行分析和计算（支撑课程目标 1）；

2. 能够根据解的唯一性定理和分界面条件，采用镜像法和电轴法对不对称静电场的分布进行分析和计算，依据静电场的物理参数计算电容，用部分电容的概念解释静电屏蔽；（支撑课程目标 1 和课程目标 2）；

3. 能够根据虚位移法计算静电场受力情况（支撑课程目标 1）。

【重点与难点】

重点：静电场的分界面条件，静电场的边值问题及其求解，镜像法和电轴法求解静电场分布，电容值的计算，静电屏蔽，静电能量和静电力的分布与计算。

难点：用镜像法和电轴法计算电场的分布，用虚位移法计算静电力。

【教学内容】

第一节 基本方程及其微分形式

静电场的微分方程，电场强度和电位移矢量的分界面衔接条件。

第二节 电位与电位梯度

电位 ϕ 的定义，电场强度与电位的关系，分界面条件的电位描述，电力线方程，等位线方程。

第三节 静电场的边值问题

解的唯一性定理，电位的泊松方程和拉普拉斯方程，边值问题求解方法，定解条件，对电场现象进行边界条件分析。

第四节 镜像法与电轴法

导电平面镜像，接地导体平面镜像，不接地导体平面镜像，介质平面镜像，电轴法。

第五节 多导体系统的部分电容

两导体间电容，独立导体电容，多导体系统部分电容，工作电容，静电屏蔽。

第六节 电场能量和电场力

电场能量，电场能量密度，电场能量和电场力的计算方法。

【研讨课】

讨论雷电击穿对电气设备的影响，讨论静电现象在生活中的影响与应用，回答与静电场基本理论相关的问题。

【习题课】

讲解讨论课后习题，静电场相关问题问答。

第三章 恒定电场

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，和课程目标 3，通过本章学习，掌握恒定电场的基本性质和计算方法，达成以下目的：

1. 能够根据拉普拉斯方程及分界面条件对恒定电场的分布进行分析和计算（支撑课程目标 1）；
2. 能够运用静电场知识和静电比拟方法将实际直流供电工程问题抽象为模型，求解恒定电场分布（支撑课程目标 1）；
3. 能够通过文献检索，分析计算电力系统接地条件及安全标准，计算不同类型接地电阻周围的跨步电压（支撑课程目标 2）；
4. 能够用流畅的语言对研究的恒定电场工程项目进行理论分析解释，并用规范的文字格式描述项目的解析过程（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：恒定电场的边值问题及其求解，利用静电比拟法求解恒定电场分布，电导和接地电阻的计算，跨步电压的计算。

难点：根据镜像法和静电比拟计算接地电阻。

【教学内容】

第一节 导电媒质中的恒定电场

局外场强，恒定电场的微分方程，欧姆定律的微分形式，焦耳定律的微分形式， J 的分界面衔接条件。

第二节 恒定电场的边值问题

恒定电场电位的拉普拉斯方程，边值问题求解方法，定解条件，分界面条件

第三节 静电比拟

静电比拟法的计算方法。

第四节 电导与接地电阻

电导和接地电阻的计算，多电极系统部分电导，跨步电压，电力系统接地条件及安全标准。

【拓展训练项目】

查阅文献，检索现有高压输电线下车辆及物质通行高度的规定。对不同等级高压输电线下的不接地金属梯架的电位进行分析计算，求解不同等级高压输电线下的金属物的最高通行高度。（各任课教师可以高压静态电场做适当内容调整。）

第四章 恒定磁场

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3，通过本章学习，掌握恒定磁场的基本性质和计算方法，达成以下目的：

1. 能够描述恒定磁场的微分方程的物理意义及不同物质分界面的电场量关系，能够根据磁位方程及分界面条件对恒定磁场的分布进行分析和计算，能够根据解的唯一性定理和分界面条件，采用镜像法对铁磁分界面的磁场分布进行分析和计算（支撑课程目标 1）；

2. 能够根据恒定磁场的物理参数计算电感和互感，能够根据参数对电感进行设计；能够根据虚位移法计算磁场受力情况并对磁动力装置进行分析与设计（支撑课程目标 1 和课程目标 2）；

3. 能够用流畅的语言对研究的恒定磁场进行理论分析解释，并用规范的文字格式描述项目的解析过程（支撑课程目标 3）；

4. 能够根据磁路理论解释、分析铁磁屏蔽的原理并应用于实际工程，（支撑课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：恒定磁场的分界面条件，恒定磁场的边值问题及其求解，标量磁位和矢量磁位，铁磁分界面上的磁场分布，电感的计算，磁场能量和磁场力的分布与计算，磁路的概念。

难点：电感的计算，用虚位移法计算磁场力。

【教学内容】

第一节 基本方程及其微分形式

恒定磁场的微分方程，磁场强度和磁感应强度的分界面衔接条件。

第二节 标量磁位

磁位 φ_m 的定义，标量磁位方程，无电流区域的磁场与无电荷区域的静电场的磁电比拟。

第三节 矢量磁位

矢量磁位 A 的定义，库仑规范， A 的分界面衔接条件，矢量磁位的泊松方程和拉普拉斯方程，恒定磁场与静电场的磁电比拟。

第四节 磁场中的镜像法

恒定磁场解的唯一性定理，不同磁性材料分界面的镜像法，铁磁媒质平面的镜像法。

第五节 电感

外自感和互感的计算，内自感的概念和计算，铁磁材料对自感与互感的影

响，聂以曼公式。

第六节 磁场能量与磁场力

磁场能量，磁场能量密度，磁场能量和磁场力的计算方法。

第七节 磁路及其计算

磁路，磁路定律，磁路计算方法，铁磁屏蔽方法，国际磁场安全标准。

【拓展训练项目】

查阅文献，分析无线充电装置原理和电感测量方法，根据充电电压要求，设计充电装置原副边的线圈尺寸、匝数，原副边的分布，计算线圈的自感、互感。（各任课教师可以电感做适当内容调整。）

【研讨课】

对拓展项目进行展示，回答与项目相关问题，回答与恒定磁场基本理论及磁场安全标准相关问题提问。

【习题课】

讲解讨论课后习题，恒定磁场相关问题问答。

第 5 章 时变电磁场

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，掌握时变电磁场的传播特性，达成以下目的：

1. 能够根据麦克斯韦微分方程及分界面条件推导达朗贝尔方程，并对时变电磁场进行分析和计算（支撑课程目标 1）；
2. 能够计算坡印廷矢量，能够运用坡印廷定理分析计算电磁能量的传播过程（支撑课程目标 1）；
3. 能够通过文献检索，分析实际工程中不同区域电磁辐射的特性并提出相应的电磁屏蔽措施（支撑课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：动态位，时变电磁场的波动方程及其解的特点，坡印廷矢量的计算，利用坡印廷定理分析电磁波的传播，电磁辐射。

难点：达朗贝尔方程解的推迟效应，单元偶极子在近区和远区的辐射特性。

【教学内容】

第一节 电磁场基本方程组

麦克斯韦方程组物理意义，时变电磁场的分界面衔接条件。

第二节 坡印廷定理与坡印廷矢量

坡印廷矢量，坡印廷定理，电磁能量流动的方向性。

第三节 动态位及其波动方程

动态位 A 、 ϕ 的定义，洛仑兹规范，达朗贝尔方程的波动性，解的推迟效应。

第四节 正弦电磁场

理解麦克斯韦方程组、坡印廷矢量、达朗贝尔方程和洛仑兹条件的复数形式

第五节 电磁辐射

电磁辐射的概念；单元偶极子在近区和远区的辐射特性；似稳条件与似稳场的概念。

【研讨课】

讨论正弦稳态电磁场分析计算特点，讨论总结工频电气设备的电磁场分析方法，讨论滞后效应的对电气设备的影响，回答与时变电磁场基本理论相关的问题。

【习题课】

讲解讨论课后习题，时变电磁场相关问题问答。

第6章 准静态电磁场

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，掌握准静态电磁场的特性，达成以下目的：

1. 能够描述电准静态场和磁准静态场的基本特性并根据准静态场的微分方

程推导电磁场的扩散方程（支撑课程目标 1）；

2. 能够集肤效应、邻近效应及涡流产生的机理，计算分析电气设备中的涡流损耗并提出降低涡流损耗的措施（支撑课程目标 2）；

3. 能够根据准静态电磁场的基本方程推导交流电路的基本定理及阻抗解析式（支撑课程目标 1）。

【重点与难点】

重点：电准静态场和磁准静态场的位函数及其判定条件，电磁场的扩散方程，集肤效应、临近效应、涡流损耗的概念与计算。

难点：电磁场的扩散方程，涡流损耗的计算。

【教学内容】

第一节 电准静态场

电准静态场的条件，电准静态场的计算，电荷在导体中的弛豫。

第二节 磁准静态场

磁准静态场的条件，磁准静态场的计算，电磁场的扩散方程。

第三节 集肤效应与邻近效应

集肤效应，邻近效应。

第四节 涡流损耗与电磁屏蔽

涡流损耗，电磁屏蔽。

第五节 电路定律与交流阻抗

基尔霍夫电流定律，基尔霍夫电压定律，导体交流内阻抗。

第 7 章 平面电磁波

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，掌握平面电磁波在不同物质中的传播特性，达成以下目的：

1. 能够运用麦克斯韦方程组推导出均匀平面电磁波的波动方程，根据均匀平面电磁波的传播特性分析计算不同媒质中的电磁场物理量及电气参数（支撑

课程目标 1)；

2. 能够对实际工程中的电磁能量传播及衰减情况进行分析，求解相应的物理量及并能够选取适当的电磁频率和材料进行电气设备的设计（支撑课程目标 2)）；

3. 能够用流畅的语言对平面电磁波传播的过程进行理论分析和解释（支撑课程目标 3)）。

【重点与难点】

重点：均匀平面电磁波的波动方程，均匀平面波在理想介质、良导体和有损耗介质中的传播特性，反射系数与透射系数，全反射。

难点：全反射。

【教学内容】

第一节 电磁场波动方程

平面电磁波，均匀平面电磁波的波动方程。

第二节 理想介质中的均匀平面波

理想介质中的波动方程，平面波的传输特性。

第三节 导电媒质中的均匀平面波

导电媒质中均匀平面波的波动方程及其传输特性，良导体中和低损耗介质中平面波的传播特性。

第四节 均匀平面波的正入射

反射系数与透射系数，全反射与驻波，行驻波与驻波比，入端阻抗

【研讨课】

总结归纳电磁场知识体系，讨论时变电磁场特点。分析讨论雾霾对电力系统能量传输是否有影响，回答与时变电磁场相关的问题。

六、实验课程教学内容

第 1 章 MATLAB 及其应用

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 4，通过本章学习，初步掌握工程常用仿真软件 MATLAB 的使用方法，达成以下目的：

1. 能够了解 MATLAB 的安转环境、操作界面及窗口功能；
2. 能够掌握 MATLAB 仿真软件中变量、数据类型、计算函数、绘图函数等概念及应用；
3. 能够理解实验教学目的（立德树人、应掌握知识、具备能力与素质）及其达成途径（课程实验）的关系。

【重点与难点】

重点： MATLAB 软件的操作，数组与矩阵的运算，图形的绘制与图象处理方法。

难点： 特殊矩阵的生成，三维绘图函数的应用。

【教学内容】

第一节 MATLAB 入门

MATLAB 软件系统的安装、启动、退出， MATLAB 软件的操作界面、窗口以及一些工具栏和菜单栏的作用以及 MATLAB 的帮助功能；

第二节 电磁场仿真实验

计算机仿真的基本定义，计算机仿真的历史及现状，计算机仿真的发展与展望，电磁场仿真实验要求及课程目标；

第三节 仿真计算与图形操作

建立矩阵的方法，MATLAB 数据对象的特点和基本的运算法则，绘制二维和三维图形的高层绘图函数，图象处理的基本方法；

第四节 MATLAB 编程

建立和执行 M 文件的方法，利用 If 语句、 Switch 语句实现选择结构的方法，利用 for 语句、 While 语句实现循环结构的方法，编写和调用 MATLAB 函数的方法；

第五节 实践操作

完成 MATLAB 网页版账号注册，启动和退出 MATLAB，熟悉 MATLAB 的操作环境，对课堂示例建立 M 文件，并进行操作。

第 2 章 静态电场仿真

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2，课程目标 3 和课程目标 4，通过本章学习，初步掌握工程常用仿真软件 MATLAB 中矢量函数可视化的方法以及静电场、恒定电场仿真分析的基本方法，达成以下目的：

1. 能够使用 MATLAB 仿真软件实现静电场、恒定电场基本物理量的数值计算；
(支撑课程目标 4)
2. 能够将静电场、恒定电场理论用于实际工程分析，分工合作完成并建立仿真建模；(支撑课程目标 2)
3. 能够用计算机仿真模型对研究的静电场、恒定电场问题进行分析计算，并用规范的文字格式描述项目过程；(支撑课程目标 3)

【重点与难点】

重点：标量场梯度函数的可视化，矢量场散度、旋度函数的可视化；

难点：矢量函数的可视化。

【教学内容】

第一节 矢量函数及其可视化

MATLAB 软件 gradient 函数、divergence 函数和 curl 函数简介，quiver 函数简介及其可视化实现；

第二节 静态电场建模仿真

静电场、恒定电场边值问题的仿真建模实现；点电荷电位及电场分布的仿真建模；金属电解槽静电场仿真实验；接地电阻的恒定电流场分布仿真建模；

第三节 实践操作

对课堂示例建立 M 文件，并进行操作。

建立双线传输线的电场分析模型并进行仿真与分析。

建立导体介入对静态电场分布影响的仿真模型并进行分析。

第3章 恒定磁场仿真

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2，课程目标 3 和课程目标 4，，通过本章学习，初步掌握工程常用仿真软件 MATLAB 中微分工具箱的应用以及恒定磁场仿真分析的基本方法，达成以下目的：

1. 能够使用 MATLAB 仿真软件的偏微分工具箱实现恒定磁场的边值问题计算；

（支撑课程目标 4）

2. 能够将恒定磁场理论用于实际工程分析，分工合作完成并建立仿真建模；

（支撑课程目标 2）

3. 能够用计算机仿真模型对研究的恒定磁场问题进行分析计算，并用规范的文字格式描述项目过程；（支撑课程目标 3）

【重点与难点】

重点：MATLAB 仿真软件的积分函数、微分函数、偏微分工具箱的应用；

难点：MATLAB 仿真软件的偏微分工具箱的应用。

【教学内容】

第一节 符号运算与微积分函数

MATLAB 软件的符号运算函数，微分计算方法，积分计算方法；

第二节 MATLAB 的偏微分工具箱

MATLAB 偏微分工具箱应用与示例。

第三节 恒定磁场建模仿真

恒定磁场边值问题的仿真建模实现；螺线管磁场分布的仿真建模；双线传输线恒定磁场仿真实验；

第四节 实践操作

对课堂示例建立 M 文件，并进行操作。

建立电感线圈模型并进行仿真分析计算。

对电磁弹射器的磁力进行计算分析，建立磁场力的仿真模型并进行分析。

第 4 章时变电磁场仿真

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2，课程目标 3 和课程目标 4，，通过本章学习，初步掌握时变电磁场仿真分析的基本方法，达成以下目的：

1. 能够使用 MATLAB 仿真软件实现时变电磁场的数值计算；（支撑课程目标 4）
2. 能够将时变电磁场理论用于实际工程分析，分工合作完成并建立仿真建模；（支撑课程目标 2）
3. 能够用计算机仿真模型对研究的时变电磁场问题进行分析计算，并用规范的文字格式描述项目过程；（支撑课程目标 3）

【重点与难点】

重点：三相变压器的磁场、涡流场及故障状态的仿真建模；

难点：三相变压器的涡流场数值计算方法。

【教学内容】

第一节 MATLAB 的数值求解

数值求解的基本概念， Euler 方法、 Runge-Kutta 等数值求解方法在 MATLAB 中的编程与实现。；

第二节 MATLAB/simulink

simulink 典型工具箱介绍， Powersystem 工具箱的应用实例。

第三节 时变电磁场建模仿真

时变电磁场波动方程数值计算，电偶极子电磁场分布特征的仿真建模实现；赫姆霍兹线圈的仿真与分析；

第四节 实践操作

对课堂示例建立 M 文件，搭建 simulink 模块，并进行操作。

建立金属板涡流模型并进行仿真分析计算。

第 5 章 有限元仿真软件

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 3 和课程目标 4，通过本章学习，了解有限元仿真的基本原理和主要有限元仿真软件，达成以下目的：

1. 能够了解有限元计算的基本原理和方法；（支撑课程目标 3）
2. 能够了解主要的有限元仿真商业软件；（支撑课程目标 4）

【重点与难点】

重点：有限元方仿真软件的特点与分类；

难点：有限元仿真的基本原理。

【教学内容】

第一节 有限元仿真的基本原理

有限元法概述；有限元法的工程应用；有限元程序简介。；

第二节 常用商业有限元软件

FELAC, ANSYS, Patran/Nastran, Abaqus, Hypermesh 介绍

第三节 ANSYS 应用实例

利用 ANSYS 对电机电磁场仿真分析的实例；

七、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	绪论	电磁场理论发展史	从古代对电磁现象认识，到电磁场理论的提出与归纳总结	引导学生理解掌握继承与发展，学习与创新的关系。
2	绪论	课程性质与定位	电磁理论在生产生活中的应用，课程在专业人才培养体系中的作用。	教育引导学生在课程内容的国际和历史角度认识理解课程内容的知识性、时代性。
3	第 1 章 第 2 节	极化强度	电介质选择与击穿场强的关系。	引导学生重视安全问题，增强职业责任感。
4	第 1 章 第 4 节	麦克斯韦方程组	从法拉第的实验描述到麦克斯韦系统统一理论的建立过程	引导大学生认识学习中归纳与总结的关系，科学的工作方法是通过反思总结进行创新，认识到基础理论学习与开拓创新的关系。
5	第 2 章 第 2 节	导体与介质分界面电位的衔接	高压电缆放电试验后的触电事故。	引导学生重视安全问题，遵守规则与秩序，增强法律意识和职业责任感。

		接条件		
6	第 2 章 第 4 节	镜像法与 电轴法	具有相同边界条件和泛定 方程，可以用一种场的解 来替代另外一种场的解	培养大学生在分析问题时，追本 溯源抓住主要问题、关键问题， 并能用适当的方法解决实际工程 问题的能力。
7	第 2 章 第 5 节	电容	超级电容的结构、原理与 应用。	培养学生的环保意识，关注新能 源领域的国内外前沿发展现状， 激发大学生科技报国的家国情怀 和使命担当，坚定“四个自 信”。
8	第 2 章 第 6 节	静电能量 与静电力	静电除雾霾	提升学生的环保意识，关注科技 发展与生活的关系，促进大学生 主动把理论应用于实际，解决工 程实际问题。
9	第 3 章 第 1 节	恒定电流 场	热水器漏电事件	教育引导大学生深刻理解并自觉实 践电气工程专业的职业规范，增 强职业责任感。
10	第 3 章 第 4 节	跨步电压	养牛场雷击事件	培养大学生能够辩证统一地看待 事物的矛盾法则，即对立统一的 法则，解决工程实际问题时要综 合考虑多种因素的影响。
11	第 4 章 第 4 节	铁磁物质 中的镜像 法	电气设备采用硅钢片做铁 芯	培养大学生在分析问题时，采用 类比的方法，能够根系不同条件 下的解决问题的方法。
12	第 4 章 第 6 节	磁场能量 与磁场力	电磁弹射器的研发过程及 马伟明院士的事迹	通过榜样人物效应激发大学生的 民族自信心和民族自豪感，坚定 爱国主义精神。
13	第 5 章 第 2 节	坡印廷定 理	爱迪生与特斯拉直流电和 交流电之争，特斯拉放弃 交流电专利。	引导学生认识科技发展是全方位 的，辩证统一地看待事物的矛盾 法则，即对立统一的法则。解决 工程实际问题时要综合考虑多种 因素的影响。
14	第 5 章 第 5 节	辐射	FAST 装置与南仁东事迹	关注电磁技术领域的国内外前沿 发展现状，树立国际视野，通过 榜样人物效应激发大学生的爱岗 敬业的精神。
15	第 6 章 第 3 节	涡流	电磁炉工作原理与电磁屏 蔽	引导学生掌握辩证统一地看待事 物。解决工程实际问题时要综合 考虑多种因素的影响。
16	第 7 章 第 3 节	有损耗介 质中的平 行电磁波	潜艇的通讯系统	关注电磁理论在军事及通讯领域 的应用，激发大学生科技报国的 家国情怀和使命担当，坚定“四 个自信”。
17	作业	所有章节	在作业、项目式作业中抄 袭，该项记零分，	应遵守学术诚信，诚实做人。
18	线上学 习	所有章节	自学线上课程，独立完成 线上测试，参与线上讨论	培养自主学习的能力和独立能 力，诚实做人。
19	仿真实 验	仿真实验 与项目式	分小组完成仿真实验和项 目式颠，应用仿真软件解	团队合作精神，理论联系实际， 实现诚实劳动、创新性劳动

		作业	决实际问题	
--	--	----	-------	--

八、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计	
			课堂 授课课	实验 学时	上机 学时	实践 学时	在线 学习	习题 课	研讨 课		其他
1	第1章	电磁场的物理基础	4	4			1				9
2	第2章	静电场	7	6			1	1	1		16
3	第3章	恒定电场	2	4			2				8
4	第4章	恒定磁场	8	6			2	1	1		18
5	第5章	时变电磁场	4	4			2	1	1		12
6	第6章	准静态电磁场	2	4			2				8
7	第7章	平面电磁波	4	4					1		9
合计			31	32			10	3	4		80

九、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、仿真实验报告、课堂讨论、课堂测试、线上学习和小组项目作业等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的40%，期末考核成绩占总成绩的60%。平时考核成绩占比与期末考试成绩占比具体比例在教学周期开始前两个月由课程组讨论确定，并经电工理论与新技术研究所所长审查方可执行。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (60%)	课程目标 1	45	100
	课程目标 2	55	
平时考核 (40%)	课程目标 1	25	100

	课程目标 2	25	
	课程目标 3	25	
	课程目标 4	25	

【考核环节评分标准】

分值 考核 环节	<60	60-75	75-90	90-100
习题作业	对电磁场的有关概念、计算方法运用较差,不能正确解答作业中的问题。	能运用电磁场有关概念、计算方法,正确解答各章节作业中的问题。	能较好地运用电磁场的有关概念、计算方法,正确规范地各章节解答作业中的问题。	能灵活地运用电磁场与电磁波的有关概念、各种实用计算方法,正确规范地各章节解答作业中的问题。
平时测验	不能在规定的时间内解答电磁场计算等测试问题,答题不准确。	基本能在规定的时间内解答电磁场计算等测试问题,答题基本准确。	能在规定的时间内,较准确地解答电磁场计算等测试问题。	能在规定的时间内准确地解答电磁场计算等测试问题。
课堂讨论	课堂讨论不积极,分析电磁场问题能力弱,回答问题不清晰。	能够陈述电磁场电磁波的概念基本准确,能对电磁场计算等有关问题参与课堂讨论。	能较准确地陈述电磁场的概念,语言清晰流畅,积极参与电磁场计算等有关问题课堂讨论。	积极参与课堂讨论,正确陈述电磁场的概念,分析问题能力强。
项目式作业	不能完成小组项目任务或因个人工作影响小组项目进度。	基本能够按时完成小组项目任务,在小组任务工作中处于从属工作性质。	能够按时小组项目任务,在小组任务工作中担任主要工作。	能够积极完成小组项目任务,在小组任务工作中担任主导工作。
线上学习	线上课程完成度低于60%。	线上课程完成度高于75%,高于60%。	线上课程完成度高于90%,高于75%。	线上课程完成度高于90%。
仿真实验	方案总体目的不清晰;仿真模型表述模糊;实验报告数据处理计算有重大误差,结果不可信;数据图表存在严重错误或表达不科学。	方案总体目的基本清晰,基本可以通过实验达到分析相关参数对仿真实验结果的影响;程序方案表述较清晰,;实验报告中的图表记录体系尚可,记录图表。	方案总体目的清晰,能够通过实验达到分析相关参数对仿真实验结果的影响;程序方案表述较清晰,;实验报告中的图表设计较完整,记录项目较充分。	方案总体目的清晰,能够通过实验达到分析相关参数对仿真实验结果的影响;程序方案设计表述清晰;程序方案表述较清晰,;实验报告中的图表设计完整,记录项目充分。

【考核环节权重】

考核	课程目标				合计
	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	
习题作业	10	5	0	0	15
平时测验	10	5	0	0	15
出勤讨论	0	5	10	0	15
项目式作业	0	0	5	5	10
线上课程	5	5	5	0	15
仿真实验	0	5	5	20	30
合计	25	25	25	25	100

【考试环节权重】

章节	课程目标				合计(%)
	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	
第 1 章电磁场的物理基础	10	0	0	0	10
第 2 章静电场	15	10	0	0	25
第 3 章恒定电场	5	5	0	0	10
第 4 章恒定磁场	10	15	0	0	25
第 5 章时变电磁场					
第 6 章准静态电磁场	15	15	0	0	30
第 7 章平面电磁波					
合计(%)	55	45	0	0	100

十、教材及参考资料

【理论教材】

孟昭敦主编. 电磁场导论. 北京: 中国电力工业出版社, 2008. (普通高等教育“十一五”国家级规划教材)

【实验教材】

《电磁场仿真实验指导》，课程组自编电子讲义

【参考书】

2. 倪光正 主编. 工程电磁场原理(第二版). 北京: 高等教育出版社, 2009.
3. 冯慈璋, 马西奎 主编. 工程电磁场导论. 北京: 高等教育出版社, 2000.
4. B. S. Guru, Electromagnetic Field Theory Fundamentals.(2nd Edition) .Beijing: China Machine Press, 2009
5. William H. Hayt Jr, John A. B , Engineering electromagnetics. (9th Edition). Beijing: Tsinghua University Press, 2019
6. 刘卫国 主编. MATLAB2021 从入门到实战. 北京: 中国水利水电出版社. 2021
7. 薛定宇. 高等应用数学问题的 MATLAB 求解 (第四版) .北京: 清华大学出版社, 2018.

山东大学 电气工程 学院

《单片机原理与应用》理论课程教学大纲

编写人：王勇、白树忠、秦安文 吕静

审定人：刘志珍

编制时间：2017 年 3 月

审定时间：2017 年 3 月

一、课程基本信息

课程名称	单片机原理与应用		
英文名称	Principle and Application of Single Chip Microcomputer		
课程编码	sd01931310		
开课单位	电气工程学院		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	3	学时	52（授课 44 学时，实验 8 学时）
适用专业	电气工程及其自动化专业		
先修课程	电路、电子技术、计算机基础		
课程网站			

二、课程描述

【课程性质与目的（中文）】

《单片机原理及应用》是电气工程及其自动化的专业基础课，课程以 MCS-51 单片机为背景，介绍嵌入式系统应用的基本技术。内容包括：51 单片机的原理、硬件结构、指令系统、中断系统、定时/计数器、串行通讯、系统扩展，汇编/C 语言程序设计及 Keil、Proteus 软件的使用。通过本课程的学习，培养学生

的辩证思维能力，树立理论联系实际的科学观点，提高学生分析问题和解决问题的能力。

【课程性质与目的（英文）】

“Principle and Application of Single Chip Microcomputer” is the professional fundamental courses of electrical engineering and automation. The basic technique of embedded system is introduced based on MCS-51 single chip microcomputer. The following contents are included: the principle of MCS-51 single chip microcomputer, hardware structure, instruction system, interrupt system, Timing counter, serial communication, system expansion, assembly and C language programming and the usage of Keil and Proteus software. Through the study of this course, students can improve their dialectical thinking ability, establish the scientific viewpoint of linking theory with practice, and get the ability to analyze and solve problems.

三、课程目标

【课程目标】

目标 1: 能够运用所学知识将实际工程问题抽象为计算模型或算法，通过文献检索，分析电气工程问题的各环节联系，通过主程序、子程序、中断等描述成算法语言，编写相关程序算法进行分析或仿真。

目标 2: 能够设计相关实验解决复杂工程问题，通过基本的程序设计、单片机资源分配及容量、功能的扩展、设计相关模拟实验、编写数据分析算法程序。

目标 3: 能够了解电气工程相关仪器、技术等原理和使用的局限性，能够根据工程问题特殊要求，选择合适资源的单片机，采用高级 C 语言、单片机开发环境及仿真软件设计相应的实验以解决工程问题。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标		
	目标 1	目标 2	目标 3
2.4 能应用基本原理和专业知识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。	M		
4.1 能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析电气工程领域复杂工程问题的解决方案。		M	
5.2 能够根据实际需求，选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件，对电气工程领域复杂工程问题进行分析、计算与设计。			H

四、课程教学基本要求

1. 授课方式:

板书与多媒体相结合。

2. 课程内容:

单片机原理及应用是电气工程类专业的专业基础课,通过本课程的学习,使学生对单片机的工作原理、功能、应用等方面有一系统的认识,掌握单片机汇编及 C 语言的程序设计的一般方法,具备利用单片机解决工程实际问题的能力,为今后的学习和工作奠定基础。

3. 作业:

主要为课后习题,促进学生理解课堂内容,巩固所学知识。

五、课程教学内容

绪论 计算机的基础知识

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1,通过本章学习,达成以下目的:

1. 认识计算机的分类,单片机的概念、发展及应用。
2. 熟悉计算机中的数制和码制,如何利用二进制数表示实际的数及符号。
3. 掌握有符号数的补码表示,加法运算时的进位与溢出。

【重点与难点】

重点: 51 单片机的发展及基本特征,有符号数的加法运算时进位与溢出的判断方法。

难点: 有符号数的表示及运算。

【教学内容】

第一节 绪论

计算机的分类、嵌入式系统及单片机的概念。

第二节 计算机的结构和工作原理

介绍计算机的结构、工作原理及主要技术指标。

第三节 计算机的数制和码制

计算机中数和字符的表示，介绍有符号数的补码表示及运算、BCD 码、ASCII 码的表示。

第一章 MCS-51 单片机结构

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和 2，通过本章学习，达成以下目的：

1. 掌握 51 单片机的主要功能及内部结构。
2. 掌握 51 单片机的内部数据存储的组织及地址分配。
3. 熟悉 51 单片机特殊功能寄存器的功能、时钟及复位电路。通过特殊功能寄存器进一步熟悉 51 单片机的主要功能。

【重点与难点】

重点：51 单片机的结构、主要功能及存储器的结构。

难点：51 单片机内部数据存储器的结构及功能区的划分，主要特殊功能寄存器功能的功能理解。

【教学内容】

第一节 MCS-51 单片机内部结构

51 单片机的内部框架，CPU、存储器、外设等之间的联系及数据交互。

第二节 存储器

程序、数据存储器的组织结构，内部、外部存储器的容量及地址分配，内部数据存储器各功能区的特点。

第三节 特殊功能寄存器

特殊功能寄存器的作用，主要特殊功能寄存器的功能介绍。

第四节 时钟电路及复位电路

介绍 51 单片机的时钟电路、复位电路及基本的时序单位。

第二章 MCS-51 单片机的指令系统

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和 2，通过本章学习，达成以下目的：

1. 理解指令中操作数的寻址方式。
2. 分类熟悉 51 单片机的指令系统，掌握传送类、算术逻辑类、控制转移类、位操作指令的作用。
3. 掌握不同指令对标志位的影响。
4. 通过对指令系统的学习，进一步加深对单片机功能的系统理解。

【重点与难点】

重点：熟悉 51 单片机的指令并灵活运用。

难点：算术指令对标志位的影响。

【教学内容】

第一节 寻址方式

指令的格式及指令中操作数的寻址方式。

第二节 存储器数据传送与交换指令

寄存器、内部数据、特殊功能寄存器、外部程序及数据存储器之间的数据交换指令。

第三节 算术和逻辑运算指令

51 单片机具有的算术和逻辑运算指令，以及指令对标志位的影响。

第四节 控制转移类指令

51 单片机具有的控制转移类及位操作指令，以及指令对程序流程及堆栈的影响。

第三章 MCS-51 单片机汇编语言程序设计

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2 和 3，通过本章学习，达成以下目的：

1. 熟悉汇编语言程序设计方法及指令系统，理解单片机的工作原理及软件对硬件的控制关系。
2. 掌握常用伪指令的功能，掌握顺序、分支、循环程序的设计方法。
3. 掌握位操作程序设计，利用位操作指令实现逻辑运算。
4. 掌握子程序的设计方法及注意事项。

5. 通过汇编程序设计，理解实际的需求转化为用单片机指令来描述，借助 Proteus 仿真来验证程序设计。

【重点与难点】

重点：顺序、分支、循环程序、子程序的设计方法。

难点：指令的灵活运用及利用指令产生的标志来实现程序的转移。

【教学内容】

第一节 概述

汇编语言的设计方法介绍。

第二节 伪指令

伪指令的作用及汇编程序中常用的伪指令介绍。

第三节 顺序程序设计

举例说明顺序程序的设计方法。

第四节 分支程序设计

利用转移指令及标志实现分支程序设计，散转程序的设计方法。

第五节 循环程序设计

利用标志和循环控制变量控制循环次数，实现程序的循环执行。

第六节 位操作程序设计

利用单片机的位操作功能，实现数据的位处理、逻辑表达式运算程序设计。

第七节 子程序

掌握子程序功能的划分及子程序编写的要求，子程序的灵活使用可简化程序的设计，提高程序的可读性。

第四章 并行接口 P0-P3 和单片机的中断系统

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2 和 3，通过本章学习，达成以下目的：

1. 掌握并行接口的结构及功能，利用 I/O 口实现数字量的输入输出。
2. 掌握中断、中断源、优先级及中断嵌套等概念，利用相关的中断特殊功能寄存器实现中断的配置。

3. 掌握 51 单片机的 5 个基本中断源及中断向量，中断的响应过程及中断的现场保护与恢复。
4. 掌握 51 单片机中断程序设计。
5. 借助 Proteus 仿真来验证程序设计。

【重点与难点】

重点：IO 口的数字输入输出，中断的概念及中断编程。

难点：中断的概念、响应过程及中断程序的设计方法。

【教学内容】

第一节 单片机的并行接口 P0-P3

P0-P3 口的结构及功能，理解 I/O 口的复用功能，利用 I/O 口设计实现键盘输入及 LED 数码显示电路，并编写相应的汇编程序。

第二节 MCS-51 单片机的中断系统

中断的概念的引入，51 单片机的中断源、优先级及中断嵌套等概念，利用相关的中断特殊功能寄存器实现中断的配置。51 单片机具有的 5 个基本中断源及中断向量。中断的响应过程、中断程序的设计及中断的现场保护及恢复。举例讲解 51 单片机外部中断程序的设计。

第五章 单片机的定时/计数器与串行接口

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 3，通过本章学习，达成以下目的：

1. 掌握 51 单片机定时/计数器的结构及工作原理。利用相关的特殊功能寄存器实现定时/计数器的配置。
2. 掌握 51 单片机的定时/计数器初值的计算及装载、方式配置及相关标志的处理。
3. 掌握定时/计数器的应用及查询、中断方式下的程序设计。
4. 掌握 51 单片机串行接口的结构及工作原理。利用相关的特殊功能寄存器实现串行接口的配置。
5. 掌握串行接口的应用及查询、中断方式下的程序设计。
6. 借助 Proteus 仿真来验证程序设计。

【重点与难点】

重点：51 单片机定时/计数器的程序设计方法。

难点：定时/计数器及串口中断方式下的程序设计方法。

【教学内容】

第一节 定时/计数器 T0 和 T1

51 单片机定时/计数器的结构及工作原理。利用相关的特殊功能寄存器实现定时/计数器的启停、中断、工作方式等的配置。举例讲解定时/计数器的应用、查询及中断方式程序设计，比较各自的特点及 CPU 效率。

第二节 串行接口

串行通讯的基本概念，51 单片机串行接口的结构及工作原理。利用相关的特殊功能寄存器实现串行接口工作方式等功能的配置。采用查询和中断两种方法实现串行通讯程序的设计，比较各自的特点及 CPU 效率。

第六章 单片机总线与存储器的扩展

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2 和 3，通过本章学习，达成以下目的：

1. 掌握 51 单片机的三总线及程序、数据存储器的扩展方法。
2. 借助 Proteus 仿真来验证外部数据存储器的扩展及访问。

【重点与难点】

重点：程序、数据存储器的扩展方法。

难点：利用译码器实现存储器的扩展及地址分配。

【教学内容】

第一节 单片机系统总线和系统扩展方法

51 单片机的地址总线、数据总线及控制总线信号及连接，利用译码器对高位地址译码输出片选信号，实现采用不同容量的存储器实现系统的扩展。

第二节 程序存储器的扩展

程序存储器控制总线信号，存储器访问的时序关系及相关的 CPU 指令，进一步理解指令与相关硬件的关系。

第三节 数据存储器的扩展

数据存储器控制总线信号，存储器访问的时序关系及相关的 CPU 指令，进一步理解指令与相关硬件的关系。

第十章 单片机的 C 语言编程—C51

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 3，通过本章学习，达成以下目的：

1. 掌握 51 单片机的 C 语言编程方法。
2. C51 的程序结构，变量的数据类型、存储类型。
3. C51 函数的定义及调用。
4. 51 单片机资源、中断的 C51 编程。
5. 借助 Proteus 仿真来验证程序设计。

【重点与难点】

重点：C51 的程序结构、函数及中断的编程。

难点：C51 的语法及程序结构。

【教学内容】

第一节 C51 的程序结构

第二节 C51 的数据类型

第三节 数据存储类型和存储模式

针对 51 单片机 C 语言变量的存储类型和存储模式的语法定义。

第四节 C51 对 SFR、可寻址位、存储器和 I/O 的定义

针对 51 单片机特殊地址空间的变量访问方法及语法定义。

第五节 C51 的运算符

C 语言的基本运算符，包括算术、逻辑、关系运算符等。

第六节 函数

函数的定义、调用、参数的传送及返回值等。

第七节 C 语言编程实例

对比汇编程序的设计。借助 Keil 开发环境模拟调试程序，查看变量数值及变量地址分配，模拟程序的运行。可对比 C 语言程序的反汇编程序，查看汇编代码的实现。

第八节 单片机资源的 C 语言编程实例

举例讲解 51 单片机并口、中断、定时器等功能的 C51 编程。中断函数的定义及编写，进一步熟悉 C51 的编程方法。

ARM 部分第一章 STM 基本原理

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 3，通过本章学习，达成以下目的：

1. 掌握 STM32F10x 系列单片机的结构及功能。
2. 掌握 Cortex-M3 处理器结构、STM32 存储器的地址映射。
3. 掌握 STM32 的中断系统。
4. 掌握基本的 STM 外设功能，包括定时器、SPI 接口、AD/DA 转换器等。

【重点与难点】

重点：STM32F10x 系列单片机的结构、功能及中断系统。

难点：STM32F10x 系列单片机的结构及中断管理。

【教学内容】

第一节 STM32 性能及结构

STM32F10x 单片机的性能指标及系统结构，包括总线矩阵、时钟控制、高速低速外设及 DMA 等。

第二节 Cortex-M3 处理器

Cortex-M3 处理器结构及主要的寄存器、运行模式及堆栈管理。

第三节 STM32 存储地址映射

第七节 输入输出端口

常规 GPIO 功能及工作模式、复用功能。

第八节 模数转换器和数模转换器

AD 和 DA 转换的结构及工作原理。

第九节 中断

中断通道、中断向量、中断优先级分组等。

第十一节 定时器

定时器功能介绍。

第十二节 同步串行口 SPI 和 I²C

SPI 工作原理、工作模式及时序分析。

六、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计	
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课		其他
1	第0章	计算机基础知识	4								4
2	第1章	MCS-51单片机结构	4	1							5
3	第2章	MCS-51指令系统	6	1							7
4	第3章	汇编语言程序设计	6	2				1			8
5	第4章	并口及中断系统	6	1				1			7
6	第5章	定时/计数器与串口	4	1							5
7	第6章	总线与存储器扩展	2								2
8	第12章	单片机C语言-C51	4	2				1			6
9	ARM部分	STM32基本原理	4							1	5
合计			40	8				3		1	52

七、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂考勤。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，期末考核成绩占总成绩的 80%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (80%)	课程目标 1	25	80
	课程目标 2	15	
	课程目标 3	40	
平时考核 (10%)	课程目标 1	3	10
	课程目标 2	2	
	课程目标 3	5	
实验考核 (10%)	课程目标 1	4	10
	课程目标 2	4	
	课程目标 3	2	

【平时考核环节评分标准】

考核环节 \ 分值	<60	60-75	75-90	90-100
习题作业	对概念理解不清或错误，不能正确解答作业中的问题。	能基本正确解答各章节作业中的问题	能较好解答各章节作业中的问题	能全面正确解答各章节作业中的问题
实验	未能进行实验，实验步骤不正确，实验目的不明确，实验数据不真实。	能独立完成部分实验，实验步骤较准确，实验目的较清晰，实验数据处理较准确。	能独立完成大部分实验，实验步骤准确，实验目的清晰，实验数据处理准确。	能独立完成全部实验，实验步骤准确，实验目的清晰，实验数据处理准确。能提出新的实验方案，解决实验中出现的問題。

【平时考核环节权重】

考核 \ 课程目标	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计

习题作业	3	2	5	10
合计	3	2	5	10

【实验环节权重】

考核 \ 课程目标	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
课堂实验操作	2	1	1	4
设计呈现	2	3	1	6
合计	4	4	2	10

【考试环节权重】

章节 \ 课程目标	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
第 0 章 计算机基础知识				
第 1 章 MCS-51 单片机结构	25	0	0	25
第 2 章 MCS-51 指令系统				
第 3 章 汇编语言程序设计				
第 4 章 并口及中断系统	0	15	15	30
第 6 章 总线与存储器扩展				
第 5 章 定时/计数器与串口				
第 10 章 单片机 C 语言-C51	0	0	25	25
ARM 部分 STM32 基本原理				
合计	25	15	40	80

八、教材及参考资料

【教材】

1. 肖看, 李群芳, 单片机原理、接口及应用 (第 2 版), 清华大学出版社, 2010, 21 世纪高等学校规划教材.
2. 卢有亮, 基于 STM32 的嵌入式系统原理与设计, 机械工业出版社, 2013, 普通高等教育“十二五”电子信息类规划教材.

【参考书】

1. 黄勤, 李楠, 单片机原理及应用 (第 2 版) 清华大学出版社, 2018.
2. 欧伟明等, 单片机原理与应用系统设计, 电子工业出版社, 2009, 面向 21 世纪高等学校规划教材.
3. 江志红, 51 单片机技术与应用系统开发案例精选, 清华大学出版社, 2008.

山东大学 电气工程 学院

《自动控制理论》理论课程教学大纲

编写人：高湛军、陈青、贾春娟、张利、叶华、金朝阳、于静

审定人：高湛军

编制时间：2020年6月

审定时间：2020年6月

一、课程基本信息

课程名称	自动控制理论		
英文名称	Automatic Control Theory		
课程编码	sd01931660		
开课单位	电气工程学院		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程（限选） <input type="checkbox"/> 专业类课程（任选） <input type="checkbox"/> 综合性实践课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	4	学时	80（授课48+实验32）
适用专业	电气工程及其自动化		
先修课程	高等数学、工程数学（线性代数），电机学和电工原理等		
课程网站			

二、课程简介

【课程中文简介】

自动控制理论是电气工程专业的工程基础必修课程，是学生理解掌握现代

化大规模电力系统的控制与运行的知识基础，也是学生继续深造及将来从事该领域研究工作的重要工具，在本专业课程体系中占有重要的地位。设置本课程的目的和作用是通过学习本课程后，能对经典控制理论具有较全面、完整的了解和掌握。

本课程将为“电力系统分析”、“电力系统运动及调度自动化”等后续课程打下必要的自动控制理论方面的基础。并储备自动控制系统分析和设计方面的技术知识，通过本课程的学习，培养学生的科学思维方法和专业伦理素养，以提高解决电力系统自动控制方面的工程实际问题的能力。

【课程英文简介】

Automatic control theory is the fundamental speciality course for Electrical Engineering. For students, this course is the knowledge basis to understand power system's control and operation, and the research tool for further development. This course occupies an important position in the electrical engineering curriculum system. The purpose and function of this course is to enable students to have a more comprehensive and complete understanding and mastery of classical control theory after studying this course.

This course will lay the necessary foundation of automatic control theory for subsequent courses such as "Power System Analysis", "Power System Telecontrol and Dispatching Automation". And reserve the technical knowledge of automatic control system analysis and design, through the study of this course, cultivate students' scientific thinking methods and professional ethics, so as to improve the ability to solve practical engineering problems in the automatic control of power systems.

三、课程目标

通过该课程的学习，学生能够掌握自动控制理论的基本概念和分析计算方法，培养学生应用自动控制理论对实际问题进行计算、建模、分析的能力，通

过讨论、项目汇报等培养学生的交流沟通与合作能力、终身学习的能力。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标1	能够掌握自动控制理论的基本概念，能熟练运用传递函数计算控制问题，并能够运用时域法、频域法、根轨迹法、对系统进行分析和设计。	讲授自动控制理论的基本知识，传递函数计算控制问题、控制系统性能的分析方法，通过课堂提问、讨论、作业及答疑等进一步巩固基本知识的掌握和运用，能对具体的控制系统进行分析和设计。
目标2	要求能对自动控制知识理论具有较全面、完整的了解和掌握，对系统实时性，动态过程平稳性，稳态误差的计算和分析思路，分析方法及分析工具有深刻的了解，同时能初步理论联系实际分析工程问题。	将已学习的自动控制理论相关知识进行深化，引导学生利用初步学习的理论分析实际工程问题，建议学生通过查阅相关资料进行自主学习，加深理解项目式作业背景；通过课堂提问、讨论、作业及项目式作业等进一步巩固对自动控制知识和计算方法的理解与掌握。
目标3	要求能够根据所学自动控制知识理论，对涉及自控控制领域的复杂工程问题进行展开研究，包括设计实验方案、搭建实验模型、开展实验、分析实验结果以及评估控制系统性能。	引导学生利用所掌握的自动控制知识理论，对实际复杂工程问题展开研究，通过课堂讲解、讨论、自主查阅相关教材和文献等方式设计实验方案，搭建实验控制系统模型、开展实验、分析和解释实验结果；通过整理实验报告等梳理实验逻辑，进一步提高解决实际问题的能力。
目标4	能应用所学知识对自动控制系统进行性能分析和综合应用，能对系统进行校正，对系统性能进行优化提升，并掌握实际工程系统的分析、设计及校正的途径和方法。	掌握自动控制理论基本知识及计算分析方法的基础上，对自动控制系统进行性能分析和综合应用，通过与自动控制理论应用相关的项目式作业辅助材料，阅读外文教材、外文文献、科技著作等，了解自动控制理论应用的热点。
目标5	使学生通过课堂分组讨论及项目设计团队分工，能够承担个体、团队成员以及负责人的角色。	通过小组合作完成项目式作业，引导学生根据自己的特长进行合理分工，同时培养学生的责任感。
目标6	能够就电气工程领域复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。	通过课堂提问、讨论、和答疑，引导学生对控制系统相关问题进行深入讨论，辩论和交流，使其具有合作及有效沟通和交流的能力。
目标7	理解并掌握电气工程管理原理与经济决策方法，并能在多学科环境中应用。	通过项目设计的时间规划，工作拆分及具体环节的设计及研究，使学生具有对一个项目在完成周期，工作和人员安排及效率评价上的决策能力。

【课程目标与毕业要求指标点的对应关系】

毕业要求指标点	课程目标						
	目标1	目标2	目标3	目标4	目标5	目标6	目标7
1.3 能够将相关知识和数学模型方法用于推演、分析电气工程领域复杂工程问题。	H						

2.4 能应用基本原理和专业知识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。		H					
4.2 根据电气工程领域复杂工程问题的特征，选择研究的技术路线，设计实验方案； 4.3 能根据实验方案构建实验系统，安全地开展实验，科学正确地采集实验或仿真数据。 4.4 能够对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。			H				
5.2 能够根据实际需求，选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件，对电气工程领域复杂工程问题进行分析、计算与设计；				H			
9.1 能与其他学科的成员有效沟通，合作共事； 9.2 能够理解个人在团队中承担的角色及责任，能够在团队中独立或合作开展工作；					H		
10.1 针对电气工程领域的复杂工程问题，能够通过撰写书面报告、设计汇报文稿、口头交流等多种方式，准确表达个人观点，回应质疑，与业界同行及社会公众进行有效沟通与交流，理解与业界同行和社会公众交流的差异性。						H	
11.2 能在多学科环境下（包括模拟环境），将工程管理与经济决策方法应用于电气工程领域产品及工程项目解决方案的设计和开发。							H

四、课程教学基本要求

1. 授课方式:

板书与多媒体结合,线上与线下结合,理论与实操结合

2. 课程内容:

本课程是电气工程及其自动化专业必修的一门工程基础课，课程内容以经典控制理论为主，涉及现代控制理论的初步知识。先修课程为高等数学、工程数学（线性代数），电机学和电工原理等。主要讲授线性系统的数学模型、时域分析法、频率响应法、根轨迹法、控制系统的校正以及 Matlab 计算机辅助分析方法，非线性系统、现代控制理论初步知识等。

3. 作业:

主要为课后习题，促进学生理解课堂内容，能模仿例题演算习题，巩固所

学知识。

4. 实验:

结合课程内容,提高学生动手操作能力,启发学生的创造性思维,将所学知识应用到实践中。

5. 项目设计

采用密切联系工程实际的项目,促进学生根据所掌握的课程知识,对问题进行分析,计算,应用所学知识解决实际问题。

五、课程教学内容

1. 理论教学(48 学时)

第一章 自动控制概述

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1,通过本章学习,掌握恒自动控制系统的基本概念,基本组成及工作原理,控制系统的性能指标,达成以下目的:

1. 掌握常规控制器和自动控制系统的组成原理(支撑课程目标 1. 支撑课程目标 6);

2. 了解自动控制系统的分类及各种分类方法的特点(支撑课程目标 1);

3. 理解对自动控制系统的的基本要求——稳定性、快速性、准确性及其含义(支撑课程目标 1);

4. 通过一个电动机转速控制系统的实例,理解自动控制的基本结构和原理(支撑课程目标 1)。

【重点与难点】

重点: 自动控制系统和常规控制器的组成,自动控制系统的分类,自动控制和自动控制系统的基本概念。

难点: 对自动控制系统的性能要求。

【教学内容】

第一节 自动控制和自动控制技术

自动控制的概念，自动控制的基本方法，自动控制的发展史，本课程的主要内容介绍。

第二节 自动控制系统的组成和分类

自动控制系统的组成，自动控制系统的分类。

第三节 自动控制理论概要

对自动控制系统的的基本要求，自动控制系统设计原则。

第四节 控制系统的计算机辅助设计

自动控制系统的计算机辅助设计原则和方法介绍。

第二章 控制系统的数学模型

【教学目的与课程目标支撑】

1. 自动控制系统的被控对象（物理系统）和常规控制器的数学模型的建立及其动态特性介绍（支撑课程目标 1）；

2. 对元件和装置建立数学模型是对系统进行定量和定性分析的基础，要求学生通过学习能熟练掌握典型环节的传递函数，能深刻理解常见电气环节和装置的传递函数的物理含义（支撑课程目标 1）；

3. 用方框图和信号流图的图示方法来说明各元件间的相互关系和信号传递情况，掌握等效传递函数的变换方法（支撑课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：微分方程、拉氏变换，典型环节的动态特性和传递函数的概念及推导方法。难点：传递函数方框图变换。信号流图及 Mason 公式的计算。

【教学内容】

第一节 控制系统的微分方程

系统微分方程的建立。系统微分方程的求解。

第二节 控制系统的传递函数

传递函数的基本概念。典型环节及其传递函数（比例环节，惯性环节，积

分环节，微分环节，震荡环节，延迟环节等)。实验一，典型环节的模拟研究。

第三节 系统方框图

方框图的组成与绘制。方框图的等效变换与化简。典型闭环控制系统的传递函数。

第四节 控制系统的信号流图

信号流图的组成及性质；信号流图的绘制及等效变换；梅逊公式及其应用。

第三章 线性系统的时域分析法

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，课程目标 3，课程目标 5，课程目标 6，时域分析法是分析控制系统最基本的方法之一，它能直观的分析系统性能的好坏，本章重点分析时域分析法在控制系统中的应用及指标计算，达成以下目的：

1. 介绍一阶系统、二阶系统和高阶系统的时域分析方法，能简单应用拉氏变换求解典型一阶微分方程，并能进行时域性能分析（支撑课程目标 1，支撑课程目标 2）；

2. 对于高阶系统，要求领会主导极点的概念以及高阶系统时域性能的近似分析方法（支撑课程目标 3，支撑课程目标 5）；

3. 能应用劳斯—赫尔维茨稳定性判据对闭环系统特征方程进行稳定性判别，并能应用该判据分析系统参数变化对系统稳定性的影响（支撑课程目标 1，支撑课程目标 2，支撑课程目标 5）；

4. 系统的稳态误差是重要的时域性能指标之一，对于稳态误差分析，要求掌握静态误差系数的定义及静态误差系数和稳态误差的求取方法（支撑课程目标 1，支撑课程目标 2，支撑课程目标 5）。

【重点与难点】

重点：典型输入信号和时域性能指标计算；一阶系统的时域分析计算；二阶系统的时域分析计算；高阶系统的时域分析方法；稳定性的基本概念；劳斯—赫

尔维茨稳定性判据；控制系统的稳态误差分析及误差系数计算。

难点：二阶系统的信号响应分析，动态性能和稳态性能指标计算。

【教学内容】

第一节 系统的时域性能指标

典型输入信号（阶跃函数，斜坡函数，抛物线函数，脉冲函数，正弦函数等）；阶跃响应的时域性能指标。

第二节 一阶系统的时域分析

一阶系统的数学模型；一阶系统的单位阶跃响应；一阶系统的单位斜坡响应；一阶系统的单位脉冲响应。

第三节 二阶系统的时域分析

二阶系统的数学模型；二阶系统的单位阶跃响应（零阻尼，过阻尼，临界阻尼及欠阻尼四种情况）；欠阻尼二阶系统的性能指标计算；二阶系统的单位脉冲响应；二阶系统的单位斜坡响应；具有零点的二阶系统分析。实验二，二阶系统特性的模拟研究。

第四节 高阶系统的时域分析

典型三阶系统的阶跃响应；高阶系统的单位阶跃响应；闭主导极点。

第五节 线性系统的稳定性分析

稳定性的基本概念；现行定常系统稳定充分必要条件；劳斯（Routh）判据；赫尔维茨（Hurwitz）判据；稳定判据的应用。

第六节 线性系统的稳态误差分析

稳态误差和误差传递函数；系统类型；给定输入信号下的稳态误差与静态误差系数；扰动输入引起的稳态误差；用动态误差系数法计算系统的稳态误差；减小稳态误差的措施。

【习题讨论课】

讲解讨论课后习题及学习中遇到的问题，前三章相关问题问答及研讨。

第四章 线性系统的频率响应法

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，课程目标 3，课程目标 4，课程目标 5，频率响应法也是经典控制理论中分析系统性能的重要方法之一；频率域分析方法可以不必求解系统的微分方程，就可以分析系统性能，并进一步系统研究改进措施。本章讨论如何采用频率响应法分析系统性能指标并进行校正，达成以下目的：

1. 本章讨论典型环节及一般开环系统的极坐标图及 BODE 图的画法，并根据极坐标图和 BODE 图分析系统的性能（支撑课程目标 2）；

2 掌握 Nyquist 稳定性判据、对数频率稳定性的判据。稳定裕量计算方法；应用伯德图分析系统的稳定性及求取稳定裕量（支撑课程目标 3、支撑课程目标 4，课程目标 5）；

3. 掌握闭环频率特性与时域响应特性的关系，可以根据闭环频率特性的谐振峰值 M_r ，带宽 $0 \sim \omega_b$ 、谐振频率 ω_r 等，估算响应的时域性能指标 t_p ， $s\%$ ， t_s 等（支撑课程目标 1）。

【重点与难点】

重点：频率特性的基本概念，频率特性的极坐标图画法，频率特性的对数坐标图画法，相角裕量，幅值裕量的计算。频域指标与时域指标的关系。

难点：Nyquist 稳定性判据的理解及实际应用；

【教学内容】

第一节 频率特性概述

频率响应法的特点；对正弦输入信号的响应；频率特性的定义；频率特性的表示法。

第二节 极坐标图

典型环节的极坐标图；开环控制系统的极坐标图。

第三节 对数坐标图

对数坐标图及其特点；典型环节的对数坐标图；开环系统 Bode 图的绘制方

法；最小相位系统和非最小相位系统；系统开环对数频率特性与闭环系统稳态误差的关系。

第四节 控制系统稳定性分析

Nyquist 稳定判据的基本原理；Nyquist 稳定判据；控制系统的相对稳定性分析；Bode 图的稳定性分析。

第五节 闭环系统的频率特性

单位反馈闭环系统的频率响应；等 M 圆图；等 N 图；等 M 圆和等 N 圆的应用；Nichols 图线。

第六节 频域指标与时域指标的关系

开环频域指标与时域指标的关系；闭环频域指标与时域指标的关系；开环频域指标与闭环频域指标的关系。

第五章 线性系统的根轨迹法

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，课程目标 3，课程目标 4，课程目标 5，根轨迹法也是经典控制理论中分析系统性能的重要方法之一；本章讨论如何采用根轨迹法分析系统性能指标并进行校正，达成以下目的：

1. 要求理解根轨迹法的基本原理（支撑课程目标 1）；
- 2 掌握绘制根轨迹图的一系列基本规则，绘制出系统的根轨迹图（支撑课程目标 2）；
3. 能根据根轨迹图的形状，进行闭环系统的性能分析及选择系统可变参数的取值范围以满足要求的性能指标（支撑课程目标 3, 课程目标 4，课程目标 5）。

【重点与难点】

重点：根轨迹的基本概念。绘制根轨迹图的基本条件；绘制根轨迹图的规则和方法。

难点：控制系统的根轨迹分析。

【教学内容】

第一节 根轨迹的基本概念

根轨迹的基本概念；根轨迹方程。

第二节 绘制根轨迹的基本规则

根据绘制根轨迹图的一系列基本规则，绘制出系统的根轨迹图。

第三节 广义根轨迹

参量根轨迹；零度根轨迹；非最小相位系统的根轨迹。

第四节 控制系统的根轨迹分析方法

闭环零点和闭环极点的确定；闭环零、极点的分布对系统性能的影响；利用闭环主导极点估算系统的性能指标；开环零极点的分布对系统性能的影响。

第六章 控制系统的校正

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 3，课程目标 4，课程目标 6，在实际的生产过程的自动控制问题中，往往预先规定了要求满足的性能指标，然后要求设计一个控制系统，并选择适当的参数来满足性能指标的要求，这种情况称之为系统的综合，或称之为系统的设计。本章重点介绍频率响应法校正的思路，要求掌握系统频率响应法校正的步骤和实践方法，达成以下目的：

1. 掌握串联校正方式，局部反馈校正方式和复合校正方法（支撑课程目标 3）；
2. 重点掌握串联校正方式，即用频率响应法对系统进行校正，使校正后系统具有满意的开环频率特性和闭环频率特性（支撑课程目标 3、支撑课程目标 4、支撑课程目标 5）；
3. 在反馈控制系统中采用复合控制的思路 and 具体实现方法（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：控制器（P、PI、PD、PID）的基本控制规律，传递函数及其动态特性和

实现方法，控制系统的性能指标、控制系统校正的目的和方式、校正装置的设计。采用频率特性法设计串联校正装置。

难点：超前校正的方法和设计步骤，滞后校正的方法和设计步骤，复合校正的特点及其作用。

【教学内容】

第一节 校正方法和校正装置

常用的校正方法有根轨迹法和频率响应法；常见校正方式有串联校正和并联反馈校正。

第二节 频率响应法校正

超前校正装置；滞后校正装置；滞后-超前校正装置；PID 有源校正装置。
超前校正方法；滞后校正方法；滞后-超前校正。

第三节 局部反馈校正

利用频率响应法进行局部反馈校正的方法，常见的局部反馈校正有两种情况，

第四节 根轨迹法校正

给定输入的复合控制；扰动输入的复合控制。

【习题讨论课】

讲解讨论课后习题及学习中遇到的问题，前六章相关问题问答及研讨。

第七章 离散控制系统

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，课程目标 6，掌握离散系统的基本概念，香农采样定理能准确地给出不失真地复现原信号所必须的最低采样频率（或最大采样周期）。掌握 Z 变换的定义和解差分方程的方法，掌握脉冲传递函数及应用脉冲传递函数分析离散控制系统性能，达成以下目的：

1. 掌握离散系统的概念及工作原理，掌握香农采样定理（支撑课程目标

1);

2. 掌握离散控制系统的数学模型，时域差分方程和频域脉冲传递函数（支撑课程目标 2）；

3. 掌握脉冲传递函数分析离散系统性能的方法，并对离散系统的性能指标分析有初步了解（支撑课程目标 2，课程目标 6）；

【重点与难点】

重点：香农采样定理及离散系统与连续系统的区别；用 Z 变换法解差分方程；典型采样系统及其 $C(z)$ 。

难点：离散系统的稳定性、稳定误差及暂态响应分析。

【教学内容】

第一节 离散控制系统概述

在具有较大延迟特性的系统中，连续地进行控制效果并不理想，间断地进行控制反而收到好的效果，即采样-离散控制系统。

第二节 采用过程与采样定理

采样过程；采样定理；连续信号采样。

第三节 保持器

零阶保持器 (zero-order hold)；一阶保持器 (first-order hold)。

第四节 Z 变换理论

z 变换的定义； z 变换的方法； z 变换的基本性质； z 反变换。

第五节 线性差分方程

线性差分方程；用 z 变换法求解差分方程。

第六节 脉冲传递函数

脉冲传递函数的定义；开环系统的脉冲传递函数；闭环系统的脉冲传递函数。

第七节 离散系统的时域分析

离散系统的暂态响应分析；离散系统的稳定性分析；离散系统的稳态误差。

第八章 非线性系统分析

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，非线性系统和线性系统在概念上有着本质的区别。本章介绍非线性系统的基本概念，描述函数分析非线性系统稳定性的方法，达成以下目的：

1. 掌握典型非线性环节对系统的影响（支撑课程目标 1）；

2 掌握描述函数法分析非线性系统稳定性、自振荡特性的方法（支撑课程目标 1）。

【重点与难点】

重点：非线性系统与线性系统的主要区别；描述函数的定义和应用条件；典型非线性环节的描述函数。

难点：用描述函数法分析稳定性和自振。

【教学内容】

第一节 非线性系统概述

非线性系统稳定性，运动形式，自持震荡的概念。

第二节 描述函数的概念

死区非线性；饱和非线性；间隙非线性；继电器特性；变增益特性。描述函数；典型非线性环节的描述函数。

第三节 描述函数分析非线性系统稳定性

系统的典型结构及提前条件；非线性系统的稳定性分析；自振荡分析；非线性系统方框图简化。

第九章 线性系统状态空间分析法

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，本章要求学生掌握系统状态空间描述相应的概念。状态空间描述的求解方法性控制系统的能控性和能观测性达成以下目的：

1 掌握 状态空间描述与传递函数之间的转换；单输入/单输出系统状态空

间描述的标准形（支撑课程目标 1）；

2 掌握控制系统状态空间描述的求解方法（支撑课程目标 1）；

3 掌握线性系统能控性、能观测性判据判据（支撑课程目标 1）。

【重点与难点】

重点：输入输出描述和状态空间描述；控制系统状态空间描述的求解；线性控制系统的能控性和能观测性概念。

难点：线性系统能控性和能观性判据。

【教学内容】

第一节 线性系统的状态空间描述

系统状态空间的基本概念；线性系统状态空间表达式。

第二节 线性系统状态方程的解

齐次状态方程的解；非齐次状态方程的解。

第三节 线性系统的能控性和能观性

能控标准型；能观标准型；系统的能控性和能观性判据。

【习题讨论课】

讲解讨论课后习题及学习中遇到的问题，前九章相关问题问答及研讨。

2. 手操实验教学（12 学时）

实验 1 典型环节的模拟研究

【实验目的与课程目标支撑】

本实验内容支撑课程目标 1，课程目标 7，本实验要求：

1. 了解并掌握 TD-ACC+设备的使用方法及各典型环节模拟电路的构成方法。（支撑课程目标 1）；

2. 熟悉各种典型环节的理想阶跃响应曲线和实际阶跃响应曲线（支撑课程目标 1）。

【重点与难点】

1. 写出实验各环节的传递函数，推出理论阶跃响应曲线。

2. 将实测各环节不同参数下输出波形，认真记录并与理想曲线对照。
3. 了解参数变化对典型环节动态特性的影响

【实验内容】

1. 将信号源单元的“ST”插针与“S”端插针用“短路块”短接。将开关设在“方波”档，分别调节调幅和调频电位器，使得“OUT”端输出的方波幅值为2V，周期为10s左右。
2. 观测各典型环节对阶跃信号的实际响应曲线。

实验2 典型系统时域响应和稳定性分析

【实验目的与课程目标支撑】

本实验内容支撑课程目标2，课程目标7，本实验要求：

1. 研究二阶系统的特征参量(ξ ， ω_n)对过渡过程的影响（课程目标2，课程目标7）。
2. 研究二阶系统在三种阻尼比下的阶跃响应曲线及系统的稳定性（支撑课程目标2）。
3. 用Routh判据对三阶系统进行稳定性分析（课程目标2，课程目标7）。

【重点与难点】

1. 讨论二阶系统瞬态响应性能指标与系统参数 ξ ， ω_n 之间的关系。
2. 根据给出的模拟电路，推导二阶系统及三阶系统的传递函数。
3. 写出三阶系统的特征方程，用Routh判据推导系统稳定时R的取值范围。

【实验内容】

1. 实验准备：将信号源单元的“ST”插针与“S”端插针用“短路块”短接。将开关设在“方波”档，分别调节调幅和调频电位器，使得“OUT”端输出的方波幅值为2V，周期为10s左右。
2. 典型二阶系统瞬态性能指标的测试。

实验3 线性系统校正

【实验目的与课程目标支撑】

本实验内容支撑课程目标 3，课程目标 7，本实验要求：

1. 掌握系统校正的方法，重点了解串联校正（支撑课程目标 3，课程目标 7）。
2. 根据期望的时域性能指标推导二阶系统的串联校正环节的传递函数（支撑课程目标 3，课程目标 7）。

【重点与难点】

1. 未校正系统性能分析。
2. 校正后系统性能分析。
3. 记录并分析实验结果。

【实验内容】

1. 将信号源单元的“ST”插针与“S”端插针用“短路块”短接。将开关设在“方波”档，分别调节调幅和调频电位器，使得“OUT”端输出的方波幅值为 2V，周期为 10s 左右。
2. 测量未校正系统的性能指标。
3. 测量校正后系统的性能指标。

实验 4 离散系统的稳定性分析

【实验目的与课程目标支撑】

本实验内容支撑课程目标 2，课程目标 7，本实验要求：

1. 了解信号的采样保持与采样周期的关系，掌握香农采样定理（支撑课程目标 2，课程目标 7）。
2. 了解采样周期对采样系统稳定性的影响（支撑课程目标 2，课程目标 7）。

【重点与难点】

1. 根据香农定理，推算对频率为 2.5Hz 的正弦信号进行采样时，输出波形不失真的最大采样周期 T。
2. 根据实验结果，分析随着采样周期的增加，采样系统由稳定逐渐变成不稳定的原因。

【实验内容】

1. 将信号源单元的“ST”的插针和“+5V”插针用“短路块”短接。

2. 信号的采样保持，验证香农定理。

2. 仿真实验教学（20 学时）

实验 1 MATLAB 在时域分析中的应用

【实验目的与课程目标支撑】

本实验内容支撑课程目标 2，本实验要求：

1. 研究二阶系统的特征参量(ξ ， ω_n)变化对控制系统响应的影响（支撑课程目标 2）。
2. 研究系统暂态性能指标受阻尼比变化的影响（支撑课程目标 2）。
3. 研究系统开环增益对稳态误差的影响（支撑课程目标 2）。
4. 研究三阶系统开环增益对稳定性的影响（支撑课程目标 2）。

【重点与难点】

1. 讨论二阶系统瞬态响应性能指标与系统参数 ξ ， ω_n 之间的关系。
2. 利用 MATLAB 的动态建模仿真环境 Simulink 进行可视化的控制系统时域分析。

【实验内容】

1. 首先，在 MATLAB 命令窗口中运行“Simulink”指令，打开 Simulink 模块库窗口，从模块库中选择两个传递函数模块“Transfer Fcn”、一个输入信号模块—阶跃信号“Step”、一个输出模块—示波器“Scope”和一个相加点模块“Sum”构成一个闭环控制系统。

2. 其次，可单击建模窗口中[Simulation]菜单中的[Parameter]命令，打开 Simulink 仿真算法和参数控制面板，对算法、仿真的起止时间、积分步长、允许误差等进行设置。

3. 最后，单击建模窗口中[Simulation]菜单的[Start]命令启动仿真过程，双击“示波器”打开示波器窗口，观察“示波器”中的波形，研究系统的时域性能。

实验 2 MATLAB 在频域分析中的应用

【实验目的与课程目标支撑】

本实验内容支撑课程目标 2，本实验要求：

1. 讨论典型环节及一般开环系统的极坐标图及 BODE 图的画法，并能根据对应的 BODE 图分析系统性能。（支撑课程目标 2）。

2. 掌握 Nyquist 稳定性判据、对数频率稳定性的判据。稳定裕量计算方法；应用伯德图分析系统的稳定性及求取稳定裕量。（支撑课程目标 3、支撑课程目标 4）。

3. 掌握闭环频率特性与时域响应特性的关系，可以根据闭环频率特性的谐振峰值 M_r ，带宽 $0 \sim \omega_b$ 、谐振频率 ω_r 等，估算响应的时域性能指标 t_p ， $s\%$ ， t_s 等（支撑课程目标 1）。

【重点与难点】

1. 讨论闭环频率特性的参数谐振峰值 M_r ，带宽 $0 \sim \omega_b$ 、谐振频率 ω_r 等与时域性能指标 t_p ， $s\%$ ， t_s 等的关系。

2. 利用 MTALAB 的动态建模仿真环境 Simulink 进行可视化的控制系统频域分析。

3. 利用 MATLAB 的内置函数描绘控制系统开环传递函数的 BODE 图和奈奎斯特图，加深对频域分析的理解。

【实验内容】

1. 首先，阅读常用 MATLAB 频域分析函数及其功能描述，掌握系统频域分析函数在 MATLAB 中的作用。

2. 根据所给系统的开环传递函数，利用频域分析函数 [bode] 和多项式卷积运算函数 conv() 绘制其 BODE 图，再根据命令窗口中的显示得出系统的幅值裕量和相角裕量及其对应的频率。

3. 根据所给控制系统开环传递函数，利用频域分析函数 [nyquist] 和 [nichols] 绘制其奈奎斯特图和尼柯尔斯图，为使其显示更清楚，利用图形窗口的 [Edit] 菜单中的 “Axes Properties” 项对纵坐标进行调整，用鼠标单击奈奎

斯特或尼柯尔斯图上的点，可显示该点处的频率、增益等相关信息。

4. 需要指出，MATLAB 中提供的 `bode()` 绘制的精确的幅频特性曲线，而不是渐进特性曲线，如果想绘出渐进特性曲线，可利用函数 `bb(num, den, v)`。将完成的程序保存为文件 `bb.m`，再在 MATLAB 命令窗口中调用该函数，即可绘制渐进特性曲线。调用函数 `bb(num, den, v)` 时，`v` 的取值指定了绘图的范围。

实验 3 用 MATLAB 仿真工具进行控制系统校正

【实验目的与课程目标支撑】

本实验内容支撑课程目标 3，支撑课程目标 4，本实验要求：

1. 掌握系统校正的方法，重点了解串联校正（支撑课程目标 3，支撑课程目标 4）。

2. 根据期望的时域性能指标推导二阶系统的串联校正环节的传递函数（支撑课程目标 3，支撑课程目标 4）。

【重点与难点】

1. 通过 Simulink 仿真和控制器设计界面 `sisotool()` 函数观察控制系统的校正效果。
2. 设计滞后校正环节或超前校正环节。

【实验内容】

1. 通过 Simulink 搭建一个控制系统，在该系统中加入滞后校正环节或超前校正环节进行校正，可通过示波器观察校正后的效果

2. 利用 Simulink 仿真和控制器设计界面 `sisotool()` 函数观察控制系统的校正效果。

实验 4 项目设计

本项目内容支撑课程目标 5，支撑课程目标 6，支撑课程目标 7；

项目名称：直流他励电动机调速控制综合设计

项目要求：

1、构建他励直流电动机调速控制 Simulink 模型（支撑课程目标 5，支撑课程目标 6，支撑课程目标 7）。

2、观察直流电动机在设定参数下的空载启动、经前馈环节及加入反馈和比

例积分环节的转速控制过程（支撑课程目标 5，支撑课程目标 6，支撑课程目标 7）；

3、依据设定参数写出直流电动机的微分方程模型（支撑课程目标 5，支撑课程目标 6，支撑课程目标 7）；

4、应用理论分析将空载启动的阶跃响应、前馈环节下的时域分析及反馈加比例积分环节下的频域分析与仿真结果进行对比（支撑课程目标 5，支撑课程目标 6，支撑课程目标 7）。

六、课程思政表

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	第 1 章	自动控制理论发展史	从古代机械装置中的控制，到现代自动控制理论已形成完整的理论体系。	引导学生理解掌握继承与发展，学习与创新的关系。
2	第 1 章	课程性质与定位	自动控制理论在生产生活中的应用，课程在专业人才培养体系中的作用。	教育引导学生在课程内容的国际和历史角度认识理解课程内容的知识性、时代性。
3	第 2 章	控制系统数学模型建立	解析法或者实验法建立数学模型。	引导大学生在分析实际问题时，追本溯源抓住主要问题、关键问题，不断尝试用数学的思维简化问题、解决问题。
4	第 3 章 第 5 节	线性系统稳定性分析	劳斯判据和赫尔维茨判据	引导大学生树立团结意识，团结才能稳定。国家稳定才能有精力进行精神文明建设，才能构建和谐社会。
5	第 3 章 第 6 节	线性系统稳态误差分析	扰动输入引起的稳态误差	引导大学生自身要学会不断反馈，把自身的学习效果与关键点目标相比较，及时修正，偏差归零。
6	第 4 章 第 4 节	奈奎斯特稳定性判据	无人机飞行控制中姿态保持问题	培养大学生在遇到复杂的问题时，多从不同的角度去分析问题，看清问题的底层逻辑，对于同一个事物，不管采用什么样的方法，结论是一致的。
7	第 5 章 第 5 节	根轨迹法	同步发电机励磁控制系统	引导大学生当求解一个问题受到很多条件约束，不容易解决时，不妨把一些条件放宽，可能在思维上出现转机，借鉴前人的创新思维，指导当前工作和学习。
8	第 6 章	控制系统	火星探测器的校正	引导学生面对压力和困境时，学

	第 1 节	的校正		会进行自我情绪调节，树立积极向上的态度，培养抗挫折的能力。
9	第 7 章第 2 节	采样过程与采样定理	计算机对信号采集与处理	培养大学生理论联系实际的能力，能够将所学的知识应用到实际工程去，为科技强国尽自己一份力。
10	第 8 章第 1 节	非线性系统分析	实际自动控制系统大都是非线性系统	引导学生掌握辩证统一地看待事物。解决工程实际问题时要综合考虑多种因素的影响。
11	第 9 章第 2 节	现代控制理论	航空航天与军事领域	关注现代控制理论在军事及通讯领域的应用，激发大学生科技报国的家国情怀和使命担当，坚定“四个自信”。
12	项目设计	MATLAB 仿真控制	直流他励电动机调速控制	引导大学生对科研的兴趣，培养面对问题时独立思考和独立判断的能力。
13	作业	课堂讨论及线上作业	在作业、项目式作业中抄袭，该项记零分，	应遵守学术诚信，严禁抄袭，为项目团队贡献自己的力量。

七、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配				合计
			课堂授课	实验学时	在线学习	习题研讨课	
1	第1章	自动控制概述	2				2
2	第2章	控制系统的数学模型	5	2			7
3	第3章	线性系统的时域分析法	6	6			12
4	1-3章	1-3章问题研讨				2	2
5	第4章	线性系统的频率响应法	6	6			12
6	第5章	线性系统的根轨迹法	6	2			8
7	第6章	控制系统的校正	6	6	1		13
8	4-6章	4-6章问题研讨				2	2
9	第7章	离散控制系统	4				4
10	第8章	非线性系统分析	4				4
11	第9章	线性系统状态空间分析法	2				2
12	7-9章	7-9章问题研讨				2	2

13	2-9章	项目综合设计		10			10
合计			41	32	1	6	80

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、实验和项目设计作业等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 30%，期末考核成绩占总成绩的 70%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (70%)	课程目标 1	40	100
	课程目标 2	30	
	课程目标 3	30	
平时考核 (30%)	课程目标 3	20	100
	课程目标 4	25	
	课程目标 5	20	
	课程目标 6	20	
	课程目标 7	15	

【平时考核环节评分标准】

分值 考核 环节	<60	60-75	75-90	90-100
----------------	-----	-------	-------	--------

作业	对自动控制理论的有关概念、计算方法运用较差，不能正确解答作业中的问题。	能运用自动控制理论有关概念、计算方法，正确解答各章节作业中的问题。	能较好地运用自动控制理论的有关概念、计算方法，正确地各章节解答作业中的问题。	能灵活地运用自动控制理论的有关概念、各种实用计算方法，正确地各章节解答作业中的问题。
实验	未进行实验操作不提交实验报告。	完成相关实验操作，但实验报告记录不全面，实验数据不准确。	完成相关实验操作，实验报告记录基本全面，实验数据基本准确。	完成相关实验操作，实验报告记录全面，实验数据准确，并对一些扩展问题提出解决方法。
项目设计	未参加项目拓展作业，未提交项目作业报告	对项目内容基本了解，但无法完成项目设计报告。	对项目内容准确了解，能够完成项目报告的基本要求。	对项目内容准确了解，能够完成全部项目要求，并进行适当拓展。

【平时考核环节权重】

考核 课程目标	课程	课程	课程	课程	课程	课程	课程	合计
	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4	目标 5	目标 6	目标 7	
作业	5	5	5	5	5	0	5	30
实验	0	0	10	10	10	0	0	30
项目设计	0	5	5	5	5	10	10	40
合计	5	10	20	20	20	10	15	100

【考试环节权重】

章节 课程目标	课程目标	课程目标	课程目标	合计
	1	2	3	
第 1 章自动控制概述	5	0	0	5
第 2 章控制系统的数学模型	5	5	0	10

第 3 章线性系统的时域分析法	5	5	5	15
第 4 章线性系统的频率响应法	5	10	10	25
第 5 章线性系统的根轨迹	0	5	5	10
第 6 章控制系统的校正	0	10	5	15
第 7 章离散控制系统	5	5	0	10
第 8 章非线性系统分析	5	0	0	5
第 9 章线性系统状态空间分析法	5	0	0	5
合计	35	40	25	100

九、教材及参考资料

【教材】

陈青等 《自动控制理论》北京：中国电力出版社，2017 年 7 月第四版

“十三五”普通高等教育本科规划教材

【参考书】

1. 文锋等《自动控制理论解题指导》北京：中国电力出版社，2000 年 10 月
2. 夏德铃《自动控制理论》北京：机械工业出版社
3. 朱宁《自动控制理论》北京：清华大学出版社，2014 年 9 月
4. 田思庆等《自动控制理论》北京：中国电力出版社，2017 年 9 月
5. 胡寿松《自动控制原理》北京：科学出版社，2021 年 7 月第七版

自动控制理论过程考核内容及要求

课程代码 sd01931660
 面向年级 2019 级
 任课教师 高湛军、陈青、贾春娟、朱常青、张利、叶华、金朝阳
 授课学期 2020-2021 学年第 1 学期

作业（满分 60 分）

作业内容为教材《自动控制理论》习题。对应章节，作业如下表所示：

章节	习题
第 1 章自动控制概述	1-A-5、1-B-5
第 2 章控制系统的数学模型	2-A-12 (a) (b)、2-A-17 (a) (b)
第 3 章线性系统的时域分析法	3-A-3、3-A-5、3-A-8(1) (2) (3) (4)、3-A-9(1) (2) 3-A-10(1) (2) (3)、3-A-11、3-A-12
第 4 章线性系统的频率响应法	4-A-1(1) (2) (3)、4-A-3(1) (2) (3)、4-A-7、4-A-18、4-A-12(a)~ (g)、4-B-4、4-A-14
第 5 章线性系统的根轨迹	5-A-2(a)~ (f)、5-A-3(1) (2) (3)、5-A-5
第 6 章控制系统的校正	6-A-2、6-A-3、6-B-10
第 7 章离散控制系统	7-A-5(1)~(4)、7-A-9
第 8 章非线性系统分析	8-A-2、8-A-7
第 9 章线性系统状态空间分析法	9- A-5

作业要求（满分 60 分）

- 共分 5 次提交，其中第一章第二章作业提交 1 次（1-A-5、1-B-5、2-A-12 (a) (b)、2-A-17 (a) (b)），第三章作业提交 1 次（3-A-3、3-A-5、3-A-8(1) (2) (3) (4)、3-A-9(1) (2)、3-A-10(1) (2) (3)、3-A-11、3-A-12）。第四章作业提交 1 次（4-A-1(1) (2) (3)、4-A-3(1) (2) (3)、4-A-7、4-A-18、4-A-12(a)~ (g)、4-B-4、4-A-14）第五章第六章作业提交 1 次（5-A-2(a)~ (f)、5-A-3(1) (2) (3)、5-A-5、6-A-2、6-A-3、6-B-10），第七章第八章第九章作业提交一次（7-A-5(1)~(4)、7-A-9、8-A-2、8-A-7、9- A-5）
- 字迹工整，矢量书写符合规范，计算过程完备，按规定时间提交。
- 迟交每次扣 6 分。
- 缺交一次扣 12 分。

实验（满分 10 分）

1、4个实验项目，每个项目撰写实验报告，实验老师根据实验报告和现场操作给出分数等级

2、优秀 9-10 分，良好 7-8 分，及格 6 分，不及格 6 分以下

项目设计（满分 30 分）

项目名称：直流他励电动机调速控制综合设计

项目要求：

- 1、构建他励直流电动机调速控制 Simulink 模型；
- 2、观察直流电动机在设定参数下的空载启动、经前馈环节及加入反馈和比例积分环节的转速控制过程；
- 3、依据设定参数写出直流电动机的微分方程模型；
- 4、应用理论分析将空载启动的阶跃响应、前馈环节下的时域分析及反馈加比例积分环节下的频域分析与仿真结果进行对比。

评分标准

- 1、能够搭建完整的控制模型，调试无误（5分）；
- 2、仿真结果正确，与实际过程相符（10分）；
- 3、能够写出正确的微分方程模型（5分）；
- 4、时域分析与频域分析计算结果与仿真结果基本一致（10分）。

山东大学 电气工程 学院

《信号与系统（双语）》理论课程教学大纲

编写人：孙媛媛、白树忠、贾春娟、朱珂

审定人：王玉斌

编制/修订时间：2020年3月

审定时间：2020年4月

一、课程基本信息

课程名称	信号与系统				
英文名称	Signals and Systems				
课程编码	sd01931361				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	3	总学时	授课	上机	实验
		56 学时	40 学时	0	16
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	高等数学，复变函数，电路，计算机基础				
课程网站					

二、课程简介

【课程中文简介】

《信号与系统》是电气工程及其自动化专业的一门必修的专业基础课。该课程在高等数学、复变函数、电路和计算机基础等相关课程的基础上，以连续和离散时间信号与系统为线索，讲授信号与系统的基本概念与理论、基本分析

方法及其应用。通过学习使学生掌握信号分类方法及其时域频域分析方法，并将其运用到实际信号的分析处理当中，能够掌握信号处理、信号系统分析的基本技能，为进一步学习后续课程奠定理论基础。通过本课程的学习，培养学生的应用数学工具分析物理概念的能力，综合信息处理复杂工程问题的能力，树立理论联系实际的科学观点与包容性的文化观点，并提高学生分析处理实际问题的能力。

【课程英文简介】

Signals and Systems is a professional basic course for electrical engineering and automation specialty. Based on related courses such as Advanced Mathematics, Complex Variables Functions, Circuit and Basis of Computer, this course teaches the basic concepts and theories of signals and systems, basic analytical methods and applications with continuous and discrete time signals and systems as clue. Through this course, students can master the signal classification and analysis method in time-frequency domain, so that they can apply the methods to the actual signal analysis. Furthermore, students can grasp the basic skills of signal processing, signal system analysis, and lay a theoretical foundation for further study of subsequent courses. By learning this lesson, students are trained to apply the mathematical tools to analyze physical concepts, cultivated the ability of comprehensive information to deal with complex engineering problems, establish the scientific viewpoint of combing theory with practice and inclusive cultural perspectives, get the ability to analyze and solve problems.

三、课程目标

通过该课程的学习，学生能够掌握信号与系统的基本概念和分析计算方法，培养学生应用信号与系统理论对电气信号进行计算、建模、分析的能力，培养学生解决复杂问题的综合能力和高级思维，提升学生综合素质，实现知识、能力、素质有机融合。

序号	课程目标	达成途径或方法
----	------	---------

<p>目标 1</p>	<p>深入理解信号与系统的基本概念，对其具有宏观认识，掌握连续、离散时间信号的基本特征和特性，掌握线性时不变系统的性质，并可将抽象的物理概念转化为数学知识，将实际工程问题转变为相应的信号与系统模型，初步形成理论联系实际的思想。</p>	<p>讲授各类信号的基本特征、基本特性，通过课堂提问、讨论、作业及答疑等进一步巩固基本知识的掌握和运用，能对具体的信号与系统问题进行建模、分析和计算。</p>
<p>目标 2</p>	<p>能够运用相关原理识别和判断复杂电气工程问题的关键环节，能够熟练运用时域模型、傅里叶变换、拉普拉斯变换及 z 变换对相应信号与系统问题进行分析及求解，能够掌握所学原理的本质并采用科学方法对复杂工程问题进行研究，能够将运用所学知识采用数学工具分析解决信号及信号系统的相关问题。</p>	<p>将已学习的数学和物理等相关知识进行深化，引导学生从信号与系统的角度对各类电气化信号与系统进行建模分析，建议学生通过查阅相关资料进行自主学习，加深理解项目式作业背景；通过课堂提问、讨论、作业及项目式作业等进一步巩固对信号与系统知识和计算方法的理解与掌握；透彻所学原理的本质，运用傅里叶分解等原理对复杂问题进行研究。</p>
<p>目标 3</p>	<p>能够针对电气工程领域的复杂工程问题，开发、选择与使用合适的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，进行分析、模拟与预测，并理解其局限性。</p>	<p>掌握信号与系统实验课程仿真软件的使用方法与原理，结合已学习的理论知识，通过仿真实验课程观察实验现象、分析实验结果，得出正确结果，对已有理论知识原理进行验证与探索。使学生积极参与，系统训练，大胆实践，达成技能目标。</p>
<p>目标 4</p>	<p>能够理解和比较信号与系统发展概况、应用前景和局限性，针对复杂电气工程问题，能够分析并改进其系统的稳定性，能够阅读信号与系统相关英文资料，通过小组合作形式分析研究具体电气系统工程问题并进行交流和汇报，能够针对具体控制对象设计改进措施；能够就复杂工程问题调研相关中外文献，撰写英文报告与设计文稿，在跨文化背景下进行沟通和交流。</p>	<p>掌握信号与系统基本概念及计算分析方法的基础上，通过与信号与系统理论应用相关的项目式作业辅助材料，阅读外文教材、外文文献、科技著作等，了解信号与系统应用的热点；通过小组合作完成项目式作业，课堂提问、讨论、和答疑，实现合作及有效沟通和交流；通过与外教互动等方式培养学生广阔的国际视野与包容性的文化观点；通过实验报告培养学生书面表达能力、实验数据的分析能力、实验结论的分析能力。</p>

【课程目标与毕业要求的对应关系】

<p>毕业要求</p>	<p>课程目标</p>	<p>目标 1</p>	<p>目标 2</p>	<p>目标 3</p>	<p>目标 4</p>
<p>1.3 能够将相关知识和数学模型方法用于推演、分析电气工程领域复杂工程问题。</p>	<p>M</p>				

2.3 能认识到解决问题有多种方案可选择，能利用文献研究手段，寻求解决电气工程领域复杂工程问题可替代的解决方案。		H		
5.1 熟悉电气工程领域常用的仪器仪表、信息技术工具、工程工具与模拟仿真软件等，熟悉各种资源和技术，掌握其使用方法，并理解其适用条件和局限性。			M	
10.3.具备跨文化交流的口头和书面表达能力，能够就专业问题，在跨文化背景下进行基本沟通和交流。				H

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

板书与多媒体结合，课堂授课与实验授课结合

2. 课程内容：

本课程是电气工程及其自动化专业的专业必修课程，是对先修课程《高等数学》《复变函数》《电路》《计算机基础》所学知识的综合应用和进一步深化，应用以上课程知识分析信号与系统的物理属性及其基本规律，理解信号函数表示方法及系统分析方法，掌握连续时间和离散时间系统的时频域分析方法、拉普拉斯变换域以及 z 域分析方法，并能够通过软件的辅助进行相应的理论分析与仿真，实现对信号与系统的综合应用。在教学中既要注意与上述课程的联系、综合、深入，也要注意避免在同一层次上的重复，重点应放在信号与系统知识的综合、深化和联系实际方面。

3. 作业：

主要为信号与系统的分析方法的练习、巩固，促进学生理解课堂内容，能模仿例题演算习题，巩固所学知识并进行适当的应用。课程作业为针对复杂电气问题撰写英文报告，通过上机实验研究相应问题。

五、课程教学内容

第一章 基本概念

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1

通过本章学习，掌握信号的分类和特性以及线性时不变系统的性质，达成以下目的：

- 1.掌握连续和离散信号的定义，理解连续信号和离散信号的分类方法及基本运算；
- 2.掌握典型的连续时间信号和离散时间信号的特性，如单位冲激与单位阶跃函数以及信号的基本性质；
- 3.理解线性时不变系统的数学模型及性质，建立实际的物理系统的信号传输模型。

【重点与难点】

重点：信号的分类及其基本计算，信号表示方法，连续信号和离散信号的定义、特性及运算变换，单位冲激函数与单位阶跃函数的定义，系统的性质，如，线性、时不变性和因果性等性质。

难点：连续信号和离散信号的定义、特性及运算变换，时不变系统的数学模型及线性、时不变性和因果性。

【教学内容】

第一节 连续时间信号

介绍基本的连续时间信号及其性质，如单位阶跃函数，单位冲激函数。

第二节 离散时间信号

介绍离散时间信号的定义，基本离散时间信号、离散时间信号性质、单位阶跃函数、单位冲激函数等。

第三节 系统

介绍离散时间系统及连续时间系统的描述。

第四节 系统举例

连续时间系统举例，离散时间系统举例以及电气互联系统举例。

第五节 系统的基本特征

系统的基本性质及其判定，如，线性、时不变性和因果性的掌握。

【研讨课】

讨论与连续信号和离散信号相关的实际案例。

【习题课】

讲解讨论课后习题，连续信号和离散信号相关问题问答。

第二章 系统的时域模型

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1

通过本章学习，掌握连续时间系统和离散时间系统的时域分析，包括输入/输出的卷积表示法，微分方程和差分方程的列写和求解，达成以下目的：

- 1.掌握离散时间系统的差分方程建立与计算，连续时间系统的输入输出微分方程建立与计算；
- 2.掌握利用卷积计算表示系统输入输出关系的方法，掌握连续时间信号和离散时间信号的卷积运算规律及求解方法；
- 3.建立实际物理系统的时域模型，如微分方程，差分方程等。

【重点与难点】

重点：线性时不变系统的时域分析方法，系统输入/输出微分/差分方程的建立与求解分析，连续/离散时间系统的卷积模型建立与求解，单位冲激响应，卷积计算，实际系统的微分方程/差分方程的建立。

难点：系统输入/输出微分/差分方程的建立与求解分析，连续/离散时间系统的卷积模型建立与求解。

【教学内容】

第一节 离散时间系统输入/输出描述

介绍离散时间系统的差分方程及其时域求解方法，递归方程、非递归方程的列写和求解。

第二节 离散时间信号的卷积

介绍离散时间系统的卷积和的性质及意义，单位脉冲响应的表示。

第三节 系统差分方程模型举例

介绍离散时间系统的典型差分方程模型及其求解。

第四节 系统微分方程模型举例

介绍如何根据电力系统电路，建立连续时间系统的典型微分方程模型。

第五节 系统微分方程的求解

介绍连续时间系统的典型微分方程的求解，重点介绍如何将微分方程离散化为差分方程进行近似的求解。

第六节 连续时间系统的卷积描述

介绍连续时间系统的卷积积分表示输入输出关系的意义以及卷积积分的两种求解方式。

【研讨课】

讨论生活中实际物理系统的时域模型。

【习题课】

讲解讨论课后习题，连续信号和离散信号相关问题问答。

第三章 傅里叶级数及傅里叶变换

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2 和课程目标 3

通过本章学习，掌握周期信号分解为傅里叶级数的方法和推导过程，达成以下目的：

1.理解傅里叶级数的定义和物理意义，掌握典型周期信号的频谱，理解周期信号频谱的特点（**支撑课程目标 2**）；

2.能够掌握和理解傅里叶变换的定义及性质，在此基础上进行周期信号与非周期信号的频谱及频谱宽度求解，了解信号频谱与频谱宽度的含义（**支撑课程目标 2**）；

3.能够掌握傅里叶逆变换方法，理解抽样定理，掌握抽样信号的频谱及其求

解，能够分析并进行频率分量的求解（**支撑课程目标 2**）。

4.能够熟练使用仿真软件进行傅里叶公式的证明与应用（**支撑课程目标 3**）。

【重点与难点】

重点：周期信号的傅里叶级数表示，傅里叶级数推导，复指数傅里叶级数，三角函数形式的傅里叶级数表示，傅里叶变换的基本性质，傅里叶反变换，广义傅里叶变换。

难点：离散频率分量及负频率的理解，傅里叶变换及反变换物理意义，定性理解时域信号与频谱间的关系，傅里叶变换的性质，周期信号的广义傅里叶变换。

【教学内容】

第一节 信号的频率分量

介绍连续时间周期信号的频域频率分量表示法。

第二节 三角形式的傅里叶级数表示

介绍连续时间周期信号的三角函数形式的傅里叶级数展开形式。

第三节 复指数形式的傅里叶级数表示

介绍连续时间周期信号的复指数形式傅里叶级数的展开形式。

第四节 傅里叶变换

介绍非周期信号的傅里叶变换的定义，典型非周期信号的傅里叶变换，典型周期信号的傅里叶变换。

第五节 常见信号的傅里叶变换

介绍常见信号冲激函数、阶跃函数、正弦函数、余弦函数等的傅里叶级数。

第六节 傅里叶变换的性质

介绍连续时间周期信号傅里叶变换的性质及物理意义，傅里叶变换的对称性。

第七节 广义傅里叶变换

介绍连续时间周期信号的广义傅里叶变换物理意义。

【研讨课】

讨论与连续信号和离散信号相关的实际案例。

【习题课】

讲解讨论课后习题，微分方程，差分方程等相关问题问答。

【实验课】

通过上机实验对电气信号实现傅里叶分解

第四章 离散时间信号傅里叶分析

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2

通过本章学习，掌握离散时间信号的傅里叶变换和离散傅里叶变换的性质、特点以及具体求解和计算，达成以下目的：

- 1.掌握离散时间傅里叶变换和离散傅里叶变换的定义和物理意义（支撑课程目标 1）；
- 2.掌握离散时间傅里叶变换和离散傅里叶变换的具体求解和计算（支撑课程目标 2）；

【重点与难点】

重点：离散时间傅里叶变换和离散傅里叶变换之间的关系，离散傅里叶变换的物理含义，时域截短信号对频域的影响，时域截短信号的离散傅里叶变换，快速傅里叶变换（FFT）。

难点：离散时间傅里叶变换和离散傅里叶变换的关系，快速傅里叶变换的求解。

【教学内容】

第一节 离散时间信号的傅里叶变换

离散时间傅里叶变换的推导，离散时间傅里叶变换举例，离散时间傅里叶变换性质。

第二节 离散傅里叶变换

离散傅里叶变换的性质，与离散时间傅里叶变换的联系和区别。

第三节 快速傅里叶变换

快速傅里叶变换性质、步骤及应用。

【研讨课】

讨论傅里叶变换和离散傅里叶变换在电力系统中的应用。

【习题课】

讲解讨论课后习题，傅里叶变换和离散傅里叶变换相关问题问答。

第五章 系统的频域分析

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3

通过本章学习，掌握系统频域分析方法，达成以下目的：

1. 能够理解线性时不变系统频率响应的定义、物理意义，掌握其求解方法及应用（支撑课程目标 1）；
2. 能够理解离散时间系统频率响应的定义，并掌握其计算方法，掌握常用非周期序列的傅里叶变换及其频谱（支撑课程目标 2）；
3. 能够掌握系统对激励信号响应的频域求解方法，掌握理想低通、高通、带通、带阻滤波器的幅频特性及相频特性（支撑课程目标 2）；
4. 掌握采样定理的物理含义、推导过程以及应用（支撑课程目标 2）；
5. 能够在仿真实验过程中掌握采样定理并应用（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：系统频域的求解方法和思路，不同频率响应的性质及频域求解方法，离散时间系统的频域分析方法，滤波器的幅频特性和相频特性，采样定理，理想低通滤波器的单位冲激响应。

难点：系统频率响应函数的理解，各类滤波器的幅频特性和相频特性，采样定理的证明。

【教学内容】

第一节 连续时间系统的频域分析

频率响应的定义及物理意义，激励信号响应的频域求解方法，信号通过系统传输后的频域输出表现。

第二节 周期信号和非周期信号输入时系统的响应

周期信号与非周期信号在系统输出中的频率响应求解方法及其应用。

第三节 理想滤波器分析

理想低通、高通、带通、带阻滤波器的幅频特性及相频特性。

第四节 采样定理

介绍采样定理的定义，原理及其应用。

第五节 离散时间系统的频域分析

介绍离散时间系统的频率响应的定义及其计算方法，非周期序列的傅里叶变换及其频率，频域分析方法。

【研讨课】

讨论应用于电气工程中各种滤波器的实际案例。

【习题课】

讲解讨论课后习题，系统对激励信号响应的频域求解等相关问题问答。

【实验课】

通过上机实验应用并验证采样定理。

第六章 拉普拉斯变换及系统的传输函数表示法

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3 和课程目标 4

通过本章学习，掌握常见信号的拉普拉斯变换的定义，求解方法以及拉普拉斯变换的性质，达成以下目的：

1.掌握拉普拉斯变换的定义、收敛域，熟记常见信号的拉氏变换（支撑课程目标 1）；

2.理解拉氏变换的性质，如时移、频移、时域微分、频域微分、初值定理和

终值定理等，并明确其应用条件，掌握利用拉氏变换的定义和性质求拉氏变换的方法（**支撑课程目标 2**）；

3.能够掌握拉氏反变换的有理分式展开计算方法，利用拉氏变换求解系统微分方程（**支撑课程目标 2**）；

4.能够掌握使用仿真软件建立系统的传递函数（**支撑课程目标 3**）。

5.掌握系统的传输函数表示法，理解并掌握利用微分方程、卷积输入输出模型以及方框图建立系统传输函数的方法（**支撑课程目标 4**）。

【重点与难点】

重点：拉普拉斯变换性质及其收敛域，拉普拉斯变换，拉普拉斯反变换，拉氏变换求解，系统的传输函数表示法以及建立过程。

难点：系统的传输函数表示法以及建立和求解过程。

【教学内容】

第一节 信号的拉普拉斯变换

介绍拉普拉斯变换和傅里叶变换的关系，掌握拉普拉斯变换的定义和求解过程，掌握常见信号的拉普拉斯变换。

第二节 拉普拉斯变换的性质

介绍拉普拉斯变换的性质，包括，时移、频移、时域微分、频域微分、初值定理和终值定理。

第三节 拉普拉斯反变换计算

介绍拉普拉斯逆变换，掌握真有理分式的部分分式展开法，熟练掌握信号的拉普拉斯逆变换的性质和在逆变换求解过程中的应用。

第四节 微分方程的拉普拉斯变换

基于连续时间信号系统的微分方程对拉普拉斯变换进行求解，建立系统的传输函数。

第五节 卷积积分的拉普拉斯变换

基于连续时间信号系统的输入输出卷积表示法，求解传输函数。

第六节 直接构建系统的传递函数

基于电气原理和连接方框图进行传递函数的直接构建

【研讨课】

讨论变换器的控制系统传输函数等实际案例。

【习题课】

讲解讨论课后习题，拉氏变换和反变换等相关问题问答。

【实验课】

通过上机实验对电气系统实现传递函数的求解。

第七章 Z 变换和离散时间系统

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 4

通过本章学习，掌握离散时间信号的 z 变换、离散时间系统的 z 域求解以及稳定性判别，达成以下目的：

1.能够掌握和理解 z 变换的定义、收敛域及其基本性质，理解 z 变换各性质的应用条件，理解 z 变换与拉氏变换、傅里叶变换的关系（支撑课程目标 1）；

2.掌握常用序列的 z 变换，利用 z 变换的定义和性质求序列的 z 变换（支撑课程目标 2）；

3.了解利用幂级数展开法和留数法求 z 逆变换的方法，掌握用部分分式法求 z 逆变换的方法。理解系统函数的定义、物理意义及其零极点的概念，掌握其求解方法（支撑课程目标 2）；

4.理解系统函数的零极点分布与单位取样响应的关系，能够利用系统函数对系统特性进行分析和求解响应。掌握系统的传递函数，在 z 域求解系统的全响应，能够进行系统稳定性的判断（支撑课程目标 4）。

【重点与难点】

重点： z 变换计算， z 变换的收敛域及其性质，零-极点图，逆变换有理分式展开计算方法， z 域系统全响应的求解，系统稳定性判断。

难点： z 变换计算， z 逆变换计算方法，全响应的求解，稳定性判断。

【教学内容】

第一节 离散时间信号的 z 变换

介绍离散时间系统中离散时间信号 z 变换的推导， z 变换与拉氏变换、傅里叶变换的关系。

第二节 z 变换的性质

介绍 z 变换的性质，如线性、时移、卷积、共轭等。

第三节 z 逆变换的计算

介绍 z 逆变换的计算方法，常用 z 变换对。

第四节 传递函数描述

介绍离散时间系统的传递函数的定义、物理意义及建立的方法，根据差分方程、卷积积分以及方框图的互联。

第五节 利用传递函数描述分析离散时间系统

利用传递函数对系统特性进行分析和求解响应，稳定性判别。

【研讨课】

讨论电力系统中控制系统零极点分布的实际案例。

【习题课】

讲解讨论课后习题， z 变换及其逆变换相关问题问答。

第八章 利用传递函数分析连续时间系统

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2 和课程目标 3

通过本章学习，掌握判利用传递函数分析连续时间系统的方法，达成以下目的（课程目标 2）：

1.掌握根据传输函数以及系统的极点位置来判定连续时间系统的稳定性的判定方法（课程目标 2）；

2.掌握一阶和二阶连续时间系统的阶跃响应的特性以及计算方法（课程目标

2);

3.掌握连续时间系统的拉普拉斯变换域和频域输出的关系建立,掌握波特图的绘制(课程目标2);

4.能够根据系统的传递函数进行系统稳定性分析并提出合理的提升措施(课程目标3)。

【重点与难点】

重点:利用系统极点位置来判定连续时间系统的稳定性,一阶和二阶连续时间系统的阶跃响应的特性

难点:二阶连续时间系统的阶跃响应的特性

【教学内容】

第一节 系统的稳定性

介绍根据连续时间系统的传输函数以及系统的极点位置来判定连续时间系统的稳定性

第三节 系统的单位阶跃响应分析

介绍一阶系统的阶跃响应分析,二阶系统的阶跃响应分析,系统的阻尼比、自然振荡频率以及系统阶跃响应的性质

第四节 正弦及任意输入信号时系统的响应

介绍正弦输入信号以及任意输入信号经过线性时不变系统之后的全响应,响应中的稳态部分和暂态部分,响应中与卷积响应相关的部分,响应的性质等。

第五节 频率传递函数

介绍传输函数与频率响应函数的关系,介绍频率响应函数的构造以及波特图的绘制。

【研讨课】

讨论电力系统中各类元件的传输函数实际案例。

【习题课】

讲解讨论课后习题，系统稳定性等相关问题问答。

【实验课】

通过上机实验对电气系统进行稳定性分析。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	第1章第4节	信号与系统实例	电力系统中信号理论的提出与归纳总结	引导学生理解掌握信号与系统理论与实际的结合，学习与创新的关系。
2	第2章第2节	信号建模	电路与机械系统的建模。	培养大学生在分析问题时，追本溯源抓住主要问题、关键问题，并能用适当的方法解决实际工程问题的能力。
3	第2章第3节	常数线性输入/输出差分方程	腮鼠群体繁衍模型	结合新型冠状病毒肺炎疫情，将斐波那契数列的兔子繁殖背景改为病毒传播，在真实工程应用背景之下学习数学方法，将具体实例作为抽象概念的载体，增强新概念新理论的学习效果，增加学生的学习兴趣，提升思政效果。
4	第2章第5节	时变或非线性的方程系统	联系人类社会与线性时不变系统	将人类社会简化为一个线性时不变系统，将冲激信号看作一个人或一个组织的一次“奋斗”，系统冲激响应就是一次奋斗的“收获”。对于一个稳定系统，单位冲激响应是能量有限的，响应是会衰减的，因此只有激励信号不断输入才能保证响应信号不衰减，只有永远奋斗才能永远收获、永远年轻。
5	第3章第5节	数值卷积	模拟汽车行驶系统。	引导学生利用 MATLAB 等数学工具分析实际问题，同时提醒学生重视安全问题，遵守规则与秩序。
6	第4章	傅里叶变换	讲述傅里叶研究成果的争议和坚持不懈	傅里叶的研究成果在当时的理论水平存在争议，拉格朗日拒

	第 3节			绝傅里叶发表其研究成果体现科学的严谨性。引导学生在科研或者学习的过程中应具有脚踏实地、诚实严谨、坚持不懈的精神，同时需要有创新精神，勇于探索。
7	第 4章 第 5节	广 义 傅 里 叶 变 换	其他类型的变换公式与原理。	其他变换如沃什尔变换没有傅里叶变换重要，但沃什尔可能同样坚持不懈、追求真理。科学的发展不仅是个人智慧和努力的结果，个人努力只有融入波澜壮阔的科学发展过程才能成就伟大，因此要善于把个人奋斗融入时代发展的潮流之中。
8	第 5章 第 1节	正 弦 输 入 信 号 的 响 应	RC 电路的信号频谱	通过 RC 电路的频率分析，理论联系实际，引导大学生通过电气信号认识科研理论与实际工作的关系，认识到基础理论学习与开拓创新的关系，激发学生学习兴趣。马克思主义认为，在理论和实践的关系上，实践是理论的基础，是理论的出发点和归宿点。
9	第 5章 第 5节	抽 样	奈奎斯特抽样定理	历史上第一次严格证明采样定理的是苏联科学家科捷利尼科夫，在苏联采样定理称为科捷利尼科夫采样定理，可见科学研究领域同样存在国际话语权问题，引导学生培养家国意识，个人命运与国家命运休戚相关，国家的发展是个人发展的基础与前提。
10	第 7章 第 5节	FFT 算 法	FFT 算法的发展历史	引导学生认识理论研究与实际计算之间的区别，培养大学生能够辩证统一地看待事物的矛盾法则，即对立统一的法则，解决工程实际问题时要综合考虑多种因素的影响。
11	第 8章 第 1节	信 号 的 拉 普 拉 斯 变 换	拉普拉斯变换的历史来源问题	拉普拉斯变换的应用方法最初是由海维赛德提出来的，但是海维赛德并没有给出方法的理论

				依据，相关的原理理论后人是在拉普拉斯的著作中找到的。培养大学生在分析问题时，重视方法原理的学习和研究。
12	第8章第5节	拉普拉斯变换的性质	时间尺度变换	应用常用的视频软件播放一段疫情期间工作者们奉献精神的视频，通过调整播放速度，来和学生一起感受我们身边信号运算的实际应用，通过榜样人物效应激发大学生的民族自信心和民族自豪感，坚定爱国主义精神。
13	第9章第1节	稳定性和冲激响应	系统的稳定性	将个人的成长拟合为二阶系统，当个人成长遇到瓶颈时，不合理控制会出现系统失稳。引导学生在联系理论与实际的同时，关注个人发展，遇到比较困难的问题时及时向老师反映，保障学生的身心健康。
14	总结	信号与系统的理论	信号与系统课程基本定理	信号与系统课程基本定理都是由国外的学者提出和研究的，培养学生查阅外文文献，掌握跨文化北京下降交流的能力。在教学中有针对性地融入中国科技发展史、我国科技工作者的艰苦卓绝的奋斗历程、相关产业发展历程等相关内容，激励学生刻苦学习、不断创新，引导学生崇尚科学、不畏艰难、积极创新，培养奋斗精神、科学精神和创新精神。
15	作业		在作业、项目式作业中抄袭，该项记零分，	应遵守学术诚信，诚实做人。

七、学时分配表

序	章节	内容	学时分配	合计
---	----	----	------	----

号			课堂 授课	实验 学时	上机 学时	实践 学时	在线 学习	习题 课	研讨 课	其他
1	第1章	基本概念	4							4
2	第2章	系统的时域模型	4							4
3	第3章	傅里叶级数及傅里叶变换	4	4						8
4	第4章	离散时间信号傅里叶分析	4							4
5	第5章	系统的频域分析	4	4						8
6	第6章	拉普拉斯变换及系统传递 函数描述	4	4						8
7	第7章	z变换和离散时间系统	4							4
8	第8章	利用传递函数分析连续时 间系统	6	4						10
9	复习课	总复习、习题讲解						2	4	6
合计			34	16				2	4	56

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂讨论、课堂测验和拓展项目作业等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，期末考核成绩占总成绩的 80%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (80%)	课程目标 1	21	100
	课程目标 2	60	
	课程目标 4	19	
平时考核 (20%)	课程目标 1	20	100
	课程目标 2	30	
	课程目标 3	30	
	课程目标 4	20	

【平时考核环节评分标准】

考核得分	<60	60-75	75-90	90-100
------	-----	-------	-------	--------

考核环节				
习题作业	对信号与系统的有关概念、计算方法运用较差，不能正确解答作业中的问题	能运用信号与系统有关概念、计算方法，正确解答各章节作业中的问题	能较好地运用信号与系统的有关概念、计算方法，正确规范地解答各章节作业中的问题	能灵活地运用信号与系统的有关概念、各种实用计算方法，正确规范地各章节解答作业中的问题
平时测验	不能在规定的时间内解答信号与系统分析计算等测试问题，答题不准确	基本能在规定的时间内解答信号与系统分析计算等测试问题，答题基本准确	能在规定的时间内，较准确地解答信号与系统分析计算等测试问题	能在规定的时间内准确地解答信号与系统分析计算等测试问题
课堂讨论	课堂讨论不积极，分析信号与系统问题能力弱，表达不清晰	能陈述信号与系统的概念基本准确，能对信号与系统计算等有关问题参与课堂讨论	能较准确地陈述信号与系统的概念，积极参与信号与系统计算等有关问题课堂讨论	积极参与课堂讨论，正确陈述信号与系统的概念，分析问题能力较强
课程实验	实验能力较弱，对所学原理不能良好的应用于实际问题	能够将所学原理应用到实际问题的分析中	能够准确地通过实验的方式将课本原理应用到实际问题的分析中，并求解出正确答案	积极参与课程实验，动手能力较强，理论转化实际能力强

【平时考核环节权重】

考核环节 \ 课程目标	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	合计
习题作业	10	15	0	5	30
考勤讨论	5	5	0	5	15
平时测试	5	10	0	10	25
课程实验	0	0	30	0	30
合计	20	30	30	20	100

【考试环节权重】

章节 \ 课程目标	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 4	合计

第 1 章基本概念	3	0	0	3
第 2 章系统的时域模型	6	0	0	6
第 3 章傅里叶级数及傅里叶变换	0	3	0	3
第 4 章离散时间信号傅里叶分析	0	9	0	9
第 5 章系统的时域分析	0	19	7	26
第 6 章拉普拉斯变换及系统传递函数描述	9	6	6	21
第 7 章 z 变换和离散时间系统	3	3	6	12
第 8 章利用传递函数分析连续时间系统	0	20	0	20
合计	21	60	19	100

九、教材及参考资料

【教材】

(美) Edward W. Kamen, Bonnie S. Heck, Fundamentals of Signals and Systems (Using the Web and MATLAB), Third Edition. 科学出版社, 2011, 电气类经典教材

【参考资料】

1. 郑君里等, 信号与系统 (第三版), 高等教育出版社, 2011
2. 吴大正, 信号与线性系统分析 (第三版), 高等教育出版社, 2002
3. (美) 奥本海姆(Alan V. Oppenheim)等, 信号与系统 (英文第二版), 电子工业出版社, 2013

山东大学 电气工程 学院

《现代通信原理》理论课程教学大纲

编写人：刘炳旭

审定人：高厚磊、杨明

编制时间：2020年4月

审定时间：2020年5月

一、课程基本信息：

课程名称	现代通信原理				
英文名称	Modern Communication Principle				
课程编码	sd01932290				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input checked="" type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	2	总学时	授课	上机	实验
		36	28	8	
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	矢量变换与场论，概率论，信号与系统				
课程网站					

二、课程简介

【课程中文简介】

《现代通信原理》是电气工程及其自动化专业的一门必修的工程基础课。该课程从通信系统应用的实际要求出发，以信号的处理与变换为主线，介绍现代通信原理的基础知识，主要内容包括通信的基本概念、模拟调制系统、信源编码、数字信号的基带传输、数字信号的调制传输、差错控制、同步等。使学生在已

有信号分析理论知识的基础上，掌握现代通信系统的基本组成原理，了解各类通信系统的内容与信息处理技术，为通信技术在电气工程中的应用工作开展应用打下坚实的基础。通过本课程的学习，培养学生的辩证思维能力和职业伦理素养，树立理论联系实际的科学观点和提高学生分析问题解决问题的能力。

【课程英文简介】

Modern communication principle is a required basic engineering course for electrical engineering and automation specialty. Based on the application requirements of communication system, this course will introduce the basic knowledge of modern communication principle, which includes basic concept of communication, analog modulation system, source encoding, baseband transmission of digital signal, modulation transmission of digital signal, error control, synchronization, etc. The students will grasp the principle of modern communication system composition, and understand the content of all kinds of communication system and information processing technology. It will lay a solid foundation for the application of communication technology in electrical engineering. Through the study of this course, students can improve their dialectical thinking ability and engineering ethics, establish the scientific viewpoint of linking theory with practice, and get the ability to analyze and solve problems.

三、课程目标

通过该课程的学习，学生能够掌握现代通信系统的基本组成与基本原理，培养学生利用信息理论的思维与概念分析问题的能力，通过课内实验、课堂讨论等培养学生的交流沟通与动手能力、终身学习的能力。

序号	课程目标	达成度或方法
目标 1	学生能够建立信息论的基本概念，掌握现代通信系统的基本组成与基本原理，具备利用信息理论的思维与概念分析问题的能力。	介绍现代通信系统模型的各个组成部分基本功能，信息的度量、香农公式等信息论的基本知识，通过例题分析从理论与实践两个方面建立信息论的思维。
目标 2	学生能够利用现代信号处理技术和实验设备，分析验证通信系统的基本理论，解决电力信息传输过程中的基本技术问题。	分析现代通信系统中各组成环节的基本原理和实现技术，结合实验操作，使学生逐步具备解决信息传输过程的基本技术问题的能力。
目标 3	学生能够把握现代通信理论的发展规律以及在电气信息传输中的应用特点，了解电气信息传输系统的工	通过对通信系统中的信号变换方法和抗干扰性能的计算分析，充分运用信号分析和概率理论，使学生掌握现代通信系

	程需求和可持续发展问题。	统的理论分析方法，认识通信领域的科研过程。
--	--------------	-----------------------

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求		课程目标	目标 1	目标 2	目标 3
毕业要求 2：问题分析： 能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析电气工程领域的复杂工程问题，获得有效结论。	2.3 能认识到解决问题有多种方案可选择，能利用文献研究手段，寻求解决电气工程领域复杂工程问题可替代的解决方案；	H			
毕业要求 5：使用现代工具： 能够针对电气工程领域的复杂工程问题，开发与使用合适的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，进行分析、模拟与预测，并理解其局限性。	5.1 熟悉电气工程领域常用的仪器仪表、信息技术工具、工程工具与模拟仿真软件等，熟悉各种资源和技术，掌握其使用方法，并理解其适用条件和局限性。			H	
毕业要求 7：环境和可持续发展： 能够理解和评价针对电气工程领域复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响。	7.1 能够知晓和理解环境保护和可持续发展的理念和内涵；能够认识电气工程在环境保护和可持续发展中的作用。				M

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

以多媒体课件为主，并结合板书

2. 课程内容：

本课程是电气工程及其自动化专业的必修的工程基础课，主要介绍现代通信的基本概念与基本原理，现代通信系统的基本组成与基本原理，包括模拟调制与解调、信源编码、数字基带传输、数字调制与解调、差错控制、同步等，涉及信号变换中的数字处理技术、频谱分析理论，概率分析在信号传输误差分析中的应用，在教学中侧重于概念的讲述与理论分析的结合，并结合实际应用物理模型的讨论进一步加深对概念的理解。

3. 作业：

以课后习题为主，通过例题课堂演练帮助学生理解课堂内容，并以概念比较加深对相关物理模型的理解，巩固所学知识。

4. 拓展项目：

结合课程内容开展必要的通信实验项目，通过观察数据传输系统中信号变化情况的理解，进一步加深对通信原理的理解。

五、课程教学内容

第一章 现代通信基础知识

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、3，本章在回顾人类通信技术发展历史的基础上，介绍通信与通信系统的模型、信息与信息的度量、信道与信道的带宽等概念，达成以下目的：

1. 使学生掌握现代通信的概念通信系统模型的基本组成原理（支撑课程目标 1）；
2. 使学生掌握信息与信息量的概念，信道与信道带宽的概念（支撑课程目标 3）；
3. 理解通信系统的性能指标的基本内容（支撑课程目标 1）。

【重点与难点】

重点：通信系统（包括模型通信系统与数字通信系统）的模型及其组成，信道的度量与信息熵，信息的传输速率的计算，误码率与误信率的计算。

难点：信息熵的概念，信息传输速率与码元传输速率的比较。

【教学内容】

第一节 通信与通信系统

通信技术的发展史与通信方式类型；通信系统系统模型（模拟通信系统与数字通信系统）的组成与分类。

第二节 信息与信息的度量

信息、信号与消息；信息的度量。

第三节 信道与信道容量

信道的定义；信道的数学模型；信道的容量。

第四节 通信系统的主要性能指标

通信系统的有效性；通信系统的可靠性。

第二章 模拟调制系统

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、3，本章主要讨论调制的概念与基本原理，模拟调制的基本原理与抗噪性能分析，将达成以下目标：

1. 使学生掌握调制的基本概念与分类（支撑课程目标 1）；
2. 使学生能够对幅度调制过程中信号进行频谱特性分析（支撑课程目标 3）；
3. 使学生掌握模拟调制系统抗噪声的基本方法（支撑课程目标 1）。

【重点与难点】

重点：各类幅度调制（包括 AM、DSB、SSB）过程中信号的频谱特性分析，各类调制系统抗噪声的性能分析方法。

难点：各类调制系统抗噪声特性的计算。

【教学内容】

第一节 调制原理

调制的作用，调制方法的分类。

第二节 幅度调制

标准调幅；抑制载波的双边带调幅；单边带调幅；相干解调与包络检测。

第三节 幅度调制系统的抗噪声性能分析

线性调制相干解调的抗噪声性能；常规调幅包络检波的抗噪声性能。

第四节 角度调制

相位调制与频率调制；各类模拟调制系统的性能比较。

第三章 信源编码——模拟信号的数字化与数据压缩

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2、3，本章主要介绍信源编码的基本概念，PCM 编码的过程原理，DPCM 编码与 DM 编码的基本原理，达成以下目标：

1. 掌握信源编码的基本概念（支撑课程目标 3）；
2. 掌握 PCM 编码的基本概念与实现原理（支撑课程目标 2）；
3. 了解 DPCM 与 DM 编码的原理与抗噪声性能（支撑课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：PCM 编码的基本概念与原理（包括抽样定理、均匀量化与非均匀量化、编码与解码），PCM、DPCM 与 DM 编码的抗噪性能分析。

难点：脉冲编码调制的非均匀量化问题的实现。

【教学内容】

第一节 信源编码的基本概念

信源编码的概念与分类。

第二节 脉冲编码调制

脉冲编码调制的概念与原理，包括抽样与抽样定理，量化，编码与解码。

第三节 差分脉冲编码调制（1学时，授课1学时）

差分脉冲编码调制的原理与抗噪声性能。

第四节 增量调制（1学时，授课1学时）

增量调制的原理与抗噪声性能。

第四章 数字信号的基带传输

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2，本章主要介绍数字基带信号与基带传输系统的概念，基带传输系统的码间串扰问题、测量与调整，达成以下目标：

1. 掌握常用数字基带信号的波形与码型，了解常用数字基带信号的频谱特性（支撑课程目标 1）；
2. 能够分析数字基带传输系统的无码间串扰的传输特性与抗噪声性能（支撑课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：数字基带信号的波形与码型，数字基带传输系统的无码间串扰的传输特性。

难点：常用数字基带信号的波形及频谱。

【教学内容】

第一节 数字基带信号

数字基带信号、数字基带传输系统、数字调制传输系统的主要内容及其关系；常用数字基带信号的波形及频谱，主要的码型及其特点。

第二节 数字基带传输系统

数字基带传输系统的构成、无码间串扰的传输特性与抗噪声性能。

第三节 数字基带传输系统的测量与调整

眼图与均衡器

第五章 数字信号的调制传输

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2，本章主要介绍二进制数字调制的概念、原理与抗噪声性能，多进制数字调制，新型数字调制技术，达成以下目的：

1. 掌握二进制数字调制的概念与实现原理，并可进行抗噪声性能（支撑课程目标 2）；

第一节 2. 了解多进制数字调制的概念与特性及新型数字调制技术（支撑课程目标 1）。

【重点与难点】

重点：各类二进制数字调制的原理（数字信号调制过程中的频谱特性分析）。

难点：各类二进制数字调制的特性比较。

【教学内容】

第二节 二进制数字调制

二进制数字调制的概念与原理，抗噪声性能。

第三节 多进制数字调制

多进制数字调制的概念与特性。

第四节 新型数字调制技术

正交幅度调制与最小频移键控的概念与发展概况。

第六章 差错控制与信道编码

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2，本章主要介绍差错控制与信道编码的概念与原理，常用线性分组码的编码与解码原理，卷积码的基本概念，达成以下目的：

1. 掌握差错控制与信道编码的概念与实现原理（支撑课程目标 1）；

2. 掌握汉明码与循环码的基本概念、编码与解码原理（支撑课程目标 2）；

3. 了解卷积码的基本原理及现代信道编码技术（支撑课程目标 1）。

【重点与难点】

重点：汉明码与循环码的基本概念、编码与解码原理。

难点：循环码的编码计算。

【教学内容】

第一节 数字通信系统的差错控制

差错控制与信道编码的概念、作用及基本思路，常用差错控制方式、常用检错编码的原理、特点；码距、编码效率的概念。

第二节 线性分组码

线性分组码（汉明码）的编码、解码原理，循环码的编码方法。

第三节 卷积码

卷积码的基本原理、特点，现代信道编码技术的发展概况。

第七章 同步原理

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，本章主要介绍通信系统中的同步问题，包括同步的概念，载波同步、位同步、群同步的概念与实现原理，达成以下目的：

1. 掌握同步的概念与种类，同步在通信系统中的作用。
2. 掌握载波同步、位同步、群同步的概念与实现原理。

【重点与难点】

重点：载波同步、位同步、群同步的概念与实现原理。

难点：各类同步的概念与原理比较。

【教学内容】

第一节 概述

同步的概念与种类，同步在通信系统中的作用。

第二节 载波同步

载波同步的主要内容与功能，载波同步的实现原理。

第三节 位同步

位同步的主要内容与功能，位同步的实现原理。

第四节 群同步

群同步的主要内容与功能，群同步的实现原理。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	第 1 章 第 1 节	人类通信技术的应用于发展史	从人类原始的信息传输技术，到现代通信技术的发展，以及在我国广泛应用。	引导学生认识通信技术的发展历程，我国现代化建设在通信领域的飞速发展。
2	第 1 章 第 4 节	通信系统的指标—可靠性与有效性	比较信息传输过程中速度和可靠性之间的辩证关系。	引导学生建立发展的全局观，认识“欲速则不达”背后的哲学思想，提高对安全性的认识。
3	第 2 章 第 3 节	模拟调制方法的比较	比较幅度调制、频率调制与相位调制的特点与应用情况。	引导学生认识简单与复杂的关系，建立“从简单入手，逐步完善”解决问题的思路。

4	第3章第1节	抽样定理的应用分析	抽样定理要求，抽样频率应与信号的带宽相匹配。	频率与频谱是信号的本质特征，学生应把握“认识事物应抓住事物的本质”的方法。
5	第3章第1节	量化误差与加性误差的特点。	量化误差是模拟信号数字化的过程中出现的，它是不可避免的，与量化位数有关。	量化误差的大小与量化位数有关，当位数无穷大时，就是标准的模拟信号，随着位数的降低，量化误差变大。这是一个“量变到质变”的过程
6	第4章第1节	基带传输系统的概念模型	当分析基带信号的传输特性时，调制解调环节就成为信道的一部分。	从问题的不同角度出發，对模型定义的内涵会发生变化，学生应把握逻辑模型与物理模型概念的不同。
7	第4章第2节	基带传输系统中的码间串扰问题	基带传输系统中的码间干扰是可以避免的，与数据的传输速度有关。	信号的带宽与传输速率是对应的，通过数学原理和物理实现相结合可论证这一结论。学生应掌握多角度思考问题。
8	第5章第1节	数字调制的过程与作用	信号的调制就是对信号进行频率搬移，以适应在信道中传输。	使学生看到，为了使信号更适于传递而进行的变换，应学会调整自己，才能更好地适应环境。
9	第6章第1节	数字通信系统中的抗干扰编码	为了发现和纠正数据传输中的错误，需要加入校验码，降低了传输效率。	为了提高信号传递的可靠性应适当降低信息的传输速度，二者应达到有效的统一，反映了矛盾的对立统一性。
10	第6章第2节	线性码与循环码的关系	循环码是线性码的一个子类，除具备线性码的共性之外，还具有自己的特性。	事物同时具有共性和特性，从事物的不同特性出发，往往可以得到解决问题的新方法。
11	第7章	通信系统中的同步	通信双方在数据传输过程中必须保持同步。	学生可以从中体会到步调一致的重要性，感受到纪律、合作的重要性。

七、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计	
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课		其他
1	第1章	现代通信基础知识	4								4
2	第2章	模拟调制系统	3								3
3	第3章	信源编码	3	2					1		6

4	第4章	数字信号的基带传输	4	2				1			7
5	第5章	数字信号的调制传输	4	2							6
6	第6章	差错控制与信道编码	4	2				1			7
7	第7章	同步原理	2					1			3
合计			24	8				4			36

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂测验和拓展实验等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，期末考核成绩占总成绩的 80%。具体考核内容与所占比例详见下表

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (80%)	课程目标 1	36	100
	课程目标 2	40	
	课程目标 3	24	
平时考核 (20%)	课程目标 1	50	100
	课程目标 2	40	
	课程目标 3	10	

【平时考核环节评分标准】

分值 考核 环节	<60	60-75	75-90	90-100
作业	不能按时提交作业，结果错误	基本按时提交作业，结果有错误	按时提交作业，结果不够完整正确	按时提交作业，书写工整，结果正确

测验	不能在规定的时间内完成测试问题，答题不够准确	基本能在规定的时间内完成测试，答题不完整	能在规定的时间内完成测试，答题基本正确	能在规定的时间内完成测试，答题完整正确
实验	不参与实验项目，不了解实验内容	对项目内容基本了解，但无法完成实验项目	对实验内容准确了解，能够完成部分实验	对实验内容准确了解，能够独立完成全部实验

【平时考核环节权重】

考核	课程目标				合计
	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3		
作业	25	25	0		50
测试	15	5	0		20
实验	10	10	10		30
合计	50	40	10		100

【考试环节权重】

章节	课程目标				合计
	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3		
第 1 章 现代通信基础知识	10	0	14		24
第 2 章 模拟调制系统	3	0	5		8
第 3 章 信源编码	0	10	5		15
第 4 章 数字信号的基带传输	5	15	0		20
第 5 章 数字信号的调制传输	5	5	0		10
第 6 章 差错控制与信道编码	10	10	0		20
第 7 章 同步	3				3
合计	36	40	24		100

九、教材及参考资料

【教材】

邬正义，通信原理简明教程，机械工业出版社，2016，普通高等教育“十三五”规划教材。

【参考书】

1. 曹志刚，钱亚生，现代通信原理，清华大学出版社，2016。
2. 沈越泓，高媛媛，魏以民，通信原理（第二版），机械工业出版社，2008，普通高等教育“十一五”国家级规划教材。
3. 张辉，曹丽娜，现代通信原理与技术（第三版），西安电子科技大学出版社，2013，“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。

山东大学电气工程学院

《计算机网络与应用》理论课程教学大纲

编写人：刘炳旭

审定人：高厚磊、韩学山

编制时间：2017年3月

审定时间：2017年4月

一、课程基本信息：

课程名称	计算机网络与应用		
英文名称	Computer Network and Application		
课程编码	sd01931600		
开课单位	电气工程学院		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	2	学时	理论课 20，上机 24
适用专业	电气工程及其自动化		
先修课程	大学计算机、C/C++语言程序设计		
课程网站			

二、课程描述

【课程性质与目的（中文）】

本课程从计算机网络的基本概念和分层思想出发，以程序设计思路和软件设计思想分析的角度，介绍计算机网络的物理层、数据链路层、网络层、运输层和应用层的基本内容、主要任务及软件实现原理，通过上机编程实践使学生掌握计算机网络的基本知识和网络软件的开发技能，为今后利用计算机网络在科学研究和技术开发中的应用打下基础。通过本课程的学习，培养学生的辩证思维能力和职业伦理素养，树立理论联系实际的科学观点和提高学生分析问题解决问题的能力。

【课程性质与目的（英文）】

Based on the basic concept and hierarchical thinking of computer network, this course will introduce the main contents and function of physical layer, data link layer, network layer, transport layer and application layer. By the computer experiments, the students will grasp the basic knowledge about network and development skills of network software. It will lay a foundation for the application of computer network in scientific research and technology development in the future. Through the study of this course, students can improve their dialectical thinking ability and engineering ethics, establish the scientific viewpoint of linking theory with practice, and get the ability to analyze and solve problems.

三、课程目标

【教学目标】

目标 1. 使学生掌握计算机网络的基本概念与基础知识，能够从软件设计思想方面分析研究计算机网络应用中的常见问题。

目标 2. 使学生具备利用计算机网络通信技术进行科学研究和软件开发的能力。

目标 3. 使学生初步建立计算机网络软件设计思想和计算思维，为科研思想的建立与完善提高技术支持。

课程目标 毕业要求	目标 1	目标 2	目标 3
毕业要求 2: 能够针对复杂工程问题，开发、选择与使用恰当的技术、资源、现代工程工具和信息技术工具，包括对复杂工程问题的预测与模拟，并能够理解其局限性。		H	M
毕业要求 10: 能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令。并具备一定的国际视野，能够在跨文化背景下进行沟通和交流。	M		M

四、课程教学基本要求

1. 授课方式:

以多媒体课件为主，并结合板书

2. 课程内容:

本课程是电气工程及其自动化专业的专业必修课程，主要介绍计算机网络的基本概念，网络体系结构与分层思想，物理层、数据链路层、网络层、运输层和应用层的主要任务、功能与软件实现原理，以软件设计思想的角度对计算机网络系统展开讨论，并结合上机编程实验，提高学生的软件设计水平，加深对网络概念的理解。

3. 作业:

主要为课后习题，通过计算习题演练帮助学生理解课堂内容，并以概念比较加深对相关物理模型的理解，巩固所学知识。

4. 上机实验

要求学生上机完成计算机网络环境下，数据通信软件的设计任务，掌握必要的网络通信软件的开发技术，初步建立网络软件的设计思想。

五、教学内容

第一章 绪论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、3，本章主要介绍计算机网络的基本知识，包括计算机网络的概念、分类、功能，计算机网络的组成，计算机网络的体系结构与分层思想，达成以下目的：

1. 使学生掌握计算机网络的基本概念与基本知识，了解网络技术的发展概况（支撑课程目标 1）；
2. 使学生掌握计算机网络的体系结构，建立软件设计中的分层思想（支撑课程目标 3）；
3. 掌握计算机网络的主要模型特点，了解网络规约的概念与标准化的知识（支撑课程目标 1）。

【重点与难点】

重点：计算机网络的基本概念，计算机网络的体系结构与分层思想。

难点：OSI 参考模型与 TCP/IP 模型的比较。

【教学内容】

第一节 计算机网络概述

计算机网络的定义、计算机网络的分类、计算机网络的功能和应用、计算机网络的的发展。

第二节 计算机网络的组成和结构

计算机网络的基本组成和结构，资源子网与通信子网，计算机网络的拓扑结构。

第三节 计算机网络的体系结构

计算机网络的体系结构，包括网络协议、分层思想、几种参考模型。

第四节 网络的标准化

计算机网络的标准化内容和含义，主要的网络标准化组织。

第二章 物理层

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，本章主要介绍计算机网络物理层的基本概念，达成以下目的：

1. 使学生掌握物理层的主要功能、基本信息单位（支撑课程目标 1）；
2. 使学生把握计算机网络与通信技术之间的关系（支撑课程目标 1）。

【重点与难点】

重点：计算机网络物理层的基本概念（包括功能、基本信息单位）。

难点：计算机网络与通信技术之间的联系。

【教学内容】

第一节 物理层的基本概念。

物理层的主要功能、基本信息单位

第三章 数据链路层

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、3，本章主要介绍计算机网络数据链路层的数据传输原理，达成以下目的：

1. 使学生掌握点对点信道的数据传输原理、数据传输步骤与基本信息单位；了解 PPP 协议的工作状态（支撑课程目标 1）；
2. 使学生掌握广播信道的信道共享原理——CSMA/CD 协议（支撑课程目标 1）；
3. 使学生掌握网桥、交换机、集线器的概念与原理（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：数据链路层中点对点信道的数据传输原理，广播信道的信道共享原理，网桥的工作原理。

难点：CSMA/CD 协议的含义与实现原理。

【教学内容】

第一节 点对点信道的数据链路层

点对点信道的数据传输原理（包括封装成帧、透明传输与差错控制）、数据传输步骤与基本信息单位；PPP 协议的工作状态。

第二节 使用广播信道的局域网

共享式信道协议的实现原理，即 CSMA/CD 协议。

第三节 以太网

网桥、交换机、集线器的概念，并比较其原理。

第四章 网络层

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、3，本章主要介绍计算机网络中网络层的基本功能与实现原理，达成以下目的：

1. 使学生掌握网络层的主要任务、特点、主要协议（基本数据单元）（支撑课程目标 1）；

2. 使学生掌握 IP 地址与硬件地址及其转换原理、IP 地址的分类原理，掌握路由器的基本功能、组成与工作流程（**支撑课程目标 3**）；

3. 使学生了解 ICMP 的应用，本地互联网与网络地址转换原理（**支撑课程目标 1**）。

【重点与难点】

重点：网络层中协议及其关系，IP 地址的分类原理，网络层中的数据转换，路由器的工作流程。

难点：IP 协议的工作原理。

【教学内容】

第一节 网络层提供的两种服务

网络层的主要任务与特点

第二节 网际协议 IP

虚拟网络互连，分类的 IP 地址，IP 地址与硬件地址，ARP 与 RARP，划分子网，构造超网。

第三节 网际控制报文协议 ICMP

ICMP 协议的实现原理与应用。

第四节 因特网的路由选择协议

路由选择协议的作用和实现原理。

第五节 虚拟专用网 VPN 和网络地址转换 NAT

本地互联网与网络地址转换原理。

第五章 运输层

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、3，本章主要介绍计算机网络中运输层的基本功能与协议，达成以下目的：

1. 使学生掌握运输层的主要任务与主要协议（**支撑课程目标 1**）；
2. 使学生掌握 UDP 协议的主要内容和特点（**支撑课程目标 1**）；

3. 使学生掌握 TCP 协议的特点，TCP 连接的概念与实现原理，TCP 协议的可靠传输协议（**支撑课程目标 3**）。

【重点与难点】

重点：UDP 与 TCP 协议的比较，TCP 连接的含义与实现原理，TCP 可靠传输协议的实现原理。

难点：流量控制与拥塞控制的异同。

【教学内容】

第一节 运输层协议概述

进程之间的通信，运输层的两个主要协议，运输层的端口。

第二节 用户数据报协议 UDP

UDP 协议的主要内容和特点，UDP 的首部格式。

第三节 传输控制协议 TCP

TCP 连接的概念与特点，TCP 报文段的首部格式，TCP 的运输连接管理，TCP 数据传输过程。

第四节 TCP 的可靠传输

TCP 可靠传输的实现（包括停止等待协议、流量控制原理，连续 ARQ 协议），拥塞控制概念。

第六章 应用层

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2、3，本章主要介绍计算机网络中应用层的主要协议及其功能与实现原理，达成以下目的：

1. 使学生掌握域名系统（DNS）的原理与应用情况（**支撑课程目标 1**）；
2. 使学生掌握万维网的概念与原理（包括超文本、超媒体、URL、超文本传输协议），万维网文档类型与特点（**支撑课程目标 1**）；
3. 使学生掌握 DHCP 的含义、功能与主要配置项目（**支撑课程目标 3**）；
3. 使学生掌握应用进程跨越网络的通信程序的设计（**支撑课程目标 2**）。

【重点与难点】

重点：域名系统（DNS）的功能与原理，万维网的概念与原理。

难点：万维网的文档类型及其设计。

【教学内容】

第一节 域名系统 DNS

域名系统与 IP 地址，因特网的域名结构，域名服务器的工作原理

第二节 万维网 WWW

万维网的概念，包括超文本、超媒体、URL 含义与组成；超文本传输协议；万维网文档类型与特点。

第三节 动态主机配置协议 DHCP

DHCP 的含义、主要配置项目

第四节 应用进程跨越网络的通信

应用进程网络通信的主要步骤，网络通信程序的设计技术

六、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计	
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课		其他
1	第 1 章	绪论	3					1			4
2	第 2 章	物理层	1								1
3	第 3 章	数据链路层	3								3
4	第 4 章	网络层	4								4
5	第 5 章	运输层	3								3
6	第 6 章	应用层	4		24			1			29
合计			18					2			44

七、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂测验和上机实验等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 30%，期末考核成绩占总成绩的 70%。具体考核内容与所占比例详见下表

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (80%)	课程目标 1	74	100
	课程目标 2	0	
	课程目标 3	26	
平时考核 (20%)	课程目标 1	30	100
	课程目标 2	70	
	课程目标 3	0	

【平时考核环节评分标准】

分值 考核 环节	<60	60-75	75-90	90-100
作业	不能按时提交作业，结果错误	基本按时提交作业，结果有错误	按时提交作业，结果不够完整正确	按时提交作业，书写工整，结果正确
测验	不能在规定的时间内完成测试问题，答题不够准确	基本能在规定的时间内完成测试，答题不完整	能在规定的时间内完成测试，答题基本正确	能在规定的时间内完成测试，答题完整正确
上机实验	不参与实验项目，不了解实验内容	对项目内容基本了解，但无法完成实验项目	对实验内容准确了解，能够完成部分实验	对实验内容准确了解，能够独立完成全部实验

【平时考核环节权重】

考核	课程目标	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
	作业		20	0	0

测试	10	0	0	10
上机实验	0	70	0	70
合计	30	70	0	100

【考试环节权重】

章节	课程目标			合计
	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	
第 1 章 绪论	15	0	5	20
第 2 章 物理层	4	0	0	4
第 3 章 数据链路层	7	0	8	15
第 4 章 网络层	14	0	6	20
第 5 章 运输层	14	0	2	16
第 6 章 应用层	20	0	5	25
合计	74	0	26	100

八、教材及参考资料

【教材】

谢希仁，计算机网络简明教程（第 3 版），电子工业出版社，2017，普通高等教育“十三五”规划教材。

【参考书】

4. Andrew S. Tanenbaum, 潘爱民译，计算机网络（第四版），清华大学出版社，2004。
5. 王艳平，网络与通信程序设计，人民邮电出版社，2009。

6. 王相林, 计算机网络, 机械工业出版社, 2008, 普通高等教育“十一五”规划教材。。
7. 唐文超, Visual C++网络编程, 清华大学出版社, 2013。

实践环节课程

山东大学 电气工程 学院

《单片机原理课程设计》课程教学大纲

编写人：王勇、白树忠、秦安文、吕静

审定人：刘志珍

编制/修订时间：2017年4月

审定时间：2017年5月

一、课程基本信息

课程名称	单片机原理与应用				
英文名称	Principle and Application of Single Chip Microcomputer				
课程编码	sd01931310				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	3	总学时	授课	上机	实验
		52 学时	44 学时		8 学时
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	电路、电子技术、计算机基础				
课程网站					

二、课程简介

【课程中文简介】

《单片机原理及应用》是电气工程及其自动化的一门必修的工程基础课。

该课程以 MCS-51 单片机为背景，介绍嵌入式系统应用的基本技术。内容包括：51 单片机的原理、硬件结构、指令系统、中断系统、定时/计数器、串行通讯、系统扩展，汇编/C 语言程序设计及 Keil、Proteus 软件的使用。通过本课程的学习，培养学生的辩证思维能力，树立理论联系实际的科学观点，提高学生分析问题和解决问题的能力。

【课程英文简介】

Principle and Application of Single Chip Microcomputer is the professional basic courses of electrical engineering and automation. The basic technique of embedded system is introduced based on MCS-51 single chip microcomputer. The following contents are included: the principle of MCS-51 single chip microcomputer, hardware structure, instruction system, interrupt system, Timing counter, serial communication, system expansion, assembly and C language programming and the usage of Keil and Proteus software. Through the study of this course, students can improve their dialectical thinking ability, establish the scientific viewpoint of linking theory with practice, and get the ability to analyze and solve problems.

三、课程目标

通过该课程的学习，学生能够掌握计算机中各类数据的存储结构、计算方法和单片机的结构、指令集和编制程序的基本思路与方法，培养学生利用单片机对实际过程问题进行分析、组织、编程、调试的能力，通过讨论、项目汇报、命题设计等方式培养学生的交流沟通与合作能力、终身学习的能力。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	能够运用所学知识将实际工程问题抽象为计算模型或算法，通过文献检索，分析实际需求，合理利用单片机资源，通过主程序、子程序、中断等描述成算法语言，具备编写相关程序进行分析或仿真的能力。	结合 Keil、Proteus 软件，深入剖析计算机中各类数据的存储结构、计算方法和单片机的指令集，详细讲解编制程序的基本思路和方法，通过课堂提问、讨论、作业及答疑等进一步巩固基本知识的掌握和运用，能举一反三，对具体的实际工程问题进行需求分析、结构设计、编程和调试。
目标 2	能够通过基本的程序设计、单片机资源分配及容量、功能的扩展、设计相关模拟实验、编写并调	将已学习的计算机和单片机相关知识进行深化，引导学生从二进制的角度对实际工程需求进行深度思考，结合单片机的

	试数据分析程序，具备针对实际复杂工程诉求，设计相关实验解决问题的能力。	设计初衷，理解算术运算和逻辑运算的实现、程序存储器与数据存储器的组织、结构和扩展能力，建议学生通过查阅相关资料进行自主学习，加深理解项目式作业背景和要求；通过课堂提问、讨论、作业及项目式作业等进一步提高编程和调试能力。
目标 3	能够了解相关仪器、技术等的工作原理和使用的局限性，具备根据工程问题特殊要求，选择合适资源的单片机，采用高级 C 语言、单片机开发环境及仿真软件设计相应的实验以解决工程问题的能力。	熟练掌握 Keil、Proteus 软件和实验中心单片机模拟器的基础上，鼓励同学们通过查询文献、阅读科技著作等方式，了解和掌握单片机开发板的使用。配合课程设计，具备分析解决实际工程需求，选择合适的单片机和外围芯片或功能模块，搭建硬件电路，编程和调试汇编或 C 语言程序，联调解决实际工程问题的能力。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标	目标 1	目标 2	目标 3
	2.4 能应用基本原理和专业知识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。		M	
4.1 能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析电气工程领域复杂工程问题的解决方案。			M	
5.2 能够根据实际需求，选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件，对电气工程领域复杂工程问题进行分析、计算与设计。				H

四、课程教学基本要求

1. 授课方式:

板书与多媒体结合

2. 课程内容:

本课程是电气工程类专业的专业基础课，通过本课程的学习，使学生对单片机的工作原理、功能、应用等方面有一系统的认识，掌握单片机汇编及 C 语言的程序设计的一般方法，具备利用单片机解决工程实际问题的能力，为今后的学习和工作奠定基础。

3. 作业:

主要为课后习题，促进学生理解课堂内容，巩固所学知识。

4. 拓展项目

采用综合型项目式作业，配合课程设计，提高学生解决实际问题的能力，建立团队合作，促进沟通和交流能力的提升。

七、课程教学内容

第零章 计算机的基础知识

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，达成以下目的：

1. 认识计算机的分类，单片机的概念、发展及应用。
2. 熟悉计算机中的数制和码制，如何利用二进制数表示实际的数及符号。
3. 掌握有符号数的补码表示，加法运算时的进位与溢出。

【重点与难点】

重点：51 单片机的发展及基本特征，有符号数的加法运算时进位与溢出的判断方法。

难点：有符号数的表示及运算。

【教学内容】

第一节 绪论

计算机的分类、嵌入式系统及单片机的概念。

第二节 计算机的结构和工作原理

介绍计算机的结构、工作原理及主要技术指标。

第三节 计算机的数制和码制

计算机中数和字符的表示，介绍有符号数的补码表示及运算、BCD 码、ASCII 码的表示。

第一章 MCS-51 单片机结构

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，达成以下目的：

1. 掌握 51 单片机的主要功能及内部结构。
2. 掌握 51 单片机的内部数据存储的组织及地址分配。
3. 熟悉 51 单片机特殊功能寄存器的功能、时钟及复位电路。通过特殊功能寄存器进一步熟悉 51 单片机的主要功能。

【重点与难点】

重点：51 单片机的结构、主要功能及存储器的结构。

难点：51 单片机内部数据存储器的结构及功能区的划分，主要特殊功能寄存器功能的功能理解。

【教学内容】

第一节 MCS-51 单片机内部结构

51 单片机的内部框架，CPU、存储器、外设等之间的联系及数据交互。

第二节 存储器

程序、数据存储器的组织结构，内部、外部存储器的容量及地址分配，内部数据存储器各功能区的特点。

第三节 特殊功能寄存器

特殊功能寄存器的作用，主要特殊功能寄存器的功能介绍。

第四节 时钟电路及复位电路

介绍 51 单片机的时钟电路、复位电路及基本的时序单位。

第二章 MCS-51 单片机的指令系统

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，达成以下目的：

1. 理解指令中操作数的寻址方式。
2. 分类熟悉 51 单片机的指令系统，掌握传送类、算术逻辑类、控制转移类、位操作指令的作用。
3. 掌握不同指令对标志位的影响。
4. 通过对指令系统的学习，进一步加深对单片机功能的系统理解。

【重点与难点】

重点：熟悉 51 单片机的指令并灵活运用。

难点：算术指令对标志位的影响。

【教学内容】

第一节 寻址方式

指令的格式及指令中操作数的寻址方式。

第二节 存储器数据传送与交换指令

寄存器、内部数据、特殊功能寄存器、外部程序及数据存储器之间的数据交换指令。

第三节 算术和逻辑运算指令

51 单片机具有的算术和逻辑运算指令，以及指令对标志位的影响。

第四节 控制转移类指令

51 单片机具有的控制转移类及位操作指令，以及指令对程序流程及堆栈的影响。

第三章 MCS-51 单片机汇编语言程序设计

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2 和 3，通过本章学习，达成以下目的：

1. 熟悉汇编语言程序设计方法及指令系统，理解单片机的工作原理及软件对硬件的控制关系（支撑课程目标 1）。
2. 掌握常用伪指令的功能，掌握顺序、分支、循环程序的设计方法（支撑课程目标 1 和 2）。
3. 掌握位操作程序设计，利用位操作指令实现逻辑运算（支撑课程目标 1 和 2）。
4. 掌握子程序的设计方法及注意事项（支撑课程目标 1 和 2）。
5. 通过汇编程序设计，理解实际的需求转化为用单片机指令来描述，借助 Proteus 仿真来验证程序设计（支撑课程目标 2 和 3）。

【重点与难点】

重点：顺序、分支、循环程序、子程序的设计方法。

难点：指令的灵活运用及利用指令产生的标志来实现程序的转移。

【教学内容】

第一节 概述

汇编语言的设计方法介绍。

第二节 伪指令

伪指令的作用及汇编程序中常用的伪指令介绍。

第三节 顺序程序设计

举例说明顺序程序的设计方法。

第四节 分支程序设计

利用转移指令及标志实现分支程序设计，散转程序的设计方法。

第五节 循环程序设计

利用标志和循环控制变量控制循环次数，实现程序的循环执行。

第六节 位操作程序设计

利用单片机的位操作功能，实现数据的位处理、逻辑表达式运算程序设计。

第七节 子程序

掌握子程序功能的划分及子程序编写的要求，子程序的灵活使用可简化程序的设计，提高程序的可读性。

第四章 并行接口 P0-P3 和单片机的中断系统

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2 和 3，通过本章学习，达成以下目的：

1. 掌握并行接口的结构及功能，利用 I/O 口实现数字量的输入输出。
2. 掌握中断、中断源、优先级及中断嵌套等概念，利用相关的中断特殊功能寄存器实现中断的配置。
3. 掌握 51 单片机的 5 个基本中断源及中断向量，中断的响应过程及中断的现场保护与恢复。
4. 掌握 51 单片机中断程序设计。
5. 借助 Proteus 仿真来验证程序设计。

【重点与难点】

重点：IO 口的数字输入输出，中断的概念及中断编程。

难点：中断的概念、响应过程及中断程序的设计方法。

【教学内容】

第一节 单片机的并行接口 P0-P3

P0-P3 口的结构及功能，理解 I/O 口的复用功能，利用 I/O 口设计实现键盘输入及 LED 数码显示电路，并编写相应的汇编程序。

第二节 MCS-51 单片机的中断系统

中断的概念的引入，51 单片机的中断源、优先级及中断嵌套等概念，利用相关的中断特殊功能寄存器实现中断的配置。51 单片机具有的 5 个基本中断源及中断向量。中断的响应过程、中断程序的设计及中断的现场保护及恢复。举例讲解 51 单片机外部中断程序的设计。

第五章 单片机的定时/计数器与串行接口

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2 和 3，通过本章学习，达成以下目的：

1. 掌握 51 单片机定时/计数器的结构及工作原理。利用相关的特殊功能寄存器实现定时/计数器的配置（支撑课程目标 2）。
2. 掌握 51 单片机的定时/计数器初值的计算及装载、方式配置及相关标志的处理（支撑课程目标 2 和 3）。
3. 掌握定时/计数器的应用及查询、中断方式下的程序设计（支撑课程目标 2 和 3）。
4. 掌握 51 单片机串行接口的结构及工作原理。利用相关的特殊功能寄存器实现串行接口的配置（支撑课程目标 2 和 3）。
5. 掌握串行接口的应用及查询、中断方式下的程序设计（支撑课程目标 2 和 3）。
6. 借助 Proteus 仿真来验证程序设计（支撑课程目标 2 和 3）。

【重点与难点】

重点：51 单片机定时/计数器的程序设计方法。

难点：定时/计数器及串口中断方式下的程序设计方法。

【教学内容】

第一节 定时/计数器 T0 和 T1

51 单片机定时/计数器的结构及工作原理。利用相关的特殊功能寄存器实现定时/计数器的启停、中断、工作方式等的配置。举例讲解定时/计数器的应用、查询及中断方式程序设计，比较各自的特点及 CPU 效率。

第二节 串行接口

串行通讯的基本概念，51 单片机串行接口的结构及工作原理。利用相关的特殊功能寄存器实现串行接口工作方式等功能的配置。采用查询和中断两种方法实现串行通讯程序的设计，比较各自的特点及 CPU 效率。

第十章 单片机的 C 语言编程—C51

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2 和 3，通过本章学习，达成以下目的：

1. 掌握 51 单片机的 C 语言编程方法（支撑课程目标 2）。
2. C51 的程序结构，变量的数据类型、存储类型（支撑课程目标 2）。
3. C51 函数的定义及调用（支撑课程目标 2 和 3）。
4. 51 单片机资源、中断的 C51 编程（支撑课程目标 2 和 3）。
5. 借助 Proteus 仿真来验证程序设计（支撑课程目标 2 和 3）。

【重点与难点】

重点：C51 的程序结构、函数及中断的编程。

难点：C51 的语法及程序结构。

【教学内容】

第一节 C51 的程序结构

第二节 C51 的数据类型

第三节 数据存储类型和存储模式

针对 51 单片机 C 语言变量的存储类型和存储模式的语法定义。

第四节 C51 对 SFR、可寻址位、存储器和 I/O 的定义

针对 51 单片机特殊地址空间的变量访问方法及语法定义。

第五节 C51 的运算符

C 语言的基本运算符，包括算术、逻辑、关系运算符等。

第六节 函数

函数的定义、调用、参数的传送及返回值等。

第七节 C 语言编程实例

对比汇编程序的设计。借助 Keil 开发环境模拟调试程序，查看变量数值及变量地址分配，模拟程序的运行。可对比 C 语言程序的反汇编程序，查看汇编代码的实现。

第八节 单片机资源的 C 语言编程实例

举例讲解 51 单片机并口、中断、定时器等功能的 C51 编程。中断函数的定义及编写，进一步熟悉 C51 的编程方法。

第六章 单片机总线与存储器的扩展

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2 和 3，通过本章学习，达成以下目的：

1. 掌握 51 单片机的三总线及程序、数据存储器的扩展方法（支撑课程目标 2）。
2. 借助 Proteus 仿真来验证外部数据存储器的扩展及访问（支撑课程目标 2 和 3）。

【重点与难点】

重点：程序、数据存储器的扩展方法。

难点：利用译码器实现存储器的扩展及地址分配。

【教学内容】

第一节 单片机系统总线和系统扩展方法

51 单片机的地址总线、数据总线及控制总线信号及连接，利用译码器对高位地址译码输出片选信号，实现采用不同容量的存储器实现系统的扩展。

第二节 程序存储器的扩展

程序存储器控制总线信号，存储器访问的时序关系及相关的 CPU 指令，进一步理解指令与相关硬件的关系。

第三节 数据存储器的扩展

数据存储器控制总线信号，存储器访问的时序关系及相关的 CPU 指令，进一步理解指令与相关硬件的关系。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	第 0 章 第 1 节	微型计算机发展史	微机在实际生活中的应用，课程在专业人才中的作用。	教育引导学生在当前就业角度认识课程的重要性。
2	第 1 章 第 1 节	51 单片机的结构、主要功能及存储器的结构。	与 X86 系列微机结构进行延伸比较，更好的理解二者结构的主要区别。	联系教师科研产品，阐述单片机的的重要性，激发与培养学生的兴趣。
3	第 2 章 第 1 节	指令集的发展史与话语权	指令集和硬件架构形成的组合，是其他“玩家”难以攻破的“生态墙”	教育引导学生在课程内容的国际和历史角度认识理解课程内容的知识性、时代性。培养学生科学是第一生产力的人生观，激发大学生科技报国的家国情怀和使命担当。
4	第 3 章 第 1 节	编程语言的历史与进展	AlphaGo 为何能打败围棋国手	引导学生的科技热情和学习动力。
5	第 4 章 第 2 节	中断、中断源、优先级	从发电厂锅炉的压力、温度、水位等异常报警事件引入中断、中断源、优先级的概念。	引导学生当多个突发事件同时发生时，应当根据事件的紧急程度依次处理。培养学生科学地处理问题。
6	第 4 章 第 4 节	MCS-51 单片机的中断系统	介绍发电厂锅炉的压力、温度、水位等异常报警应急事件的响应机制。	引导学生重视安全问题，遵守规则与秩序，增强法律意识和职业责任感。
7	第 4 章 第 4 节	MCS-51 单片机的中断系统的实例	介绍发电厂锅炉的压力、温度、水位等异常报警事件的具体解决方法。	培养大学生在分析问题时，追本溯源抓住主要问题、关键问题，并能用适当的方法解决实际工程问题的能力。
8	第 5 章 第 1 节	MCS-51 定时/计数器	从神州 13 载人飞船返回舱落地的过程引入精确控制的重要性。	培养大学生的爱国热情，科技兴国的世界观。激发大学生的民族自信心和民族自豪感。
9	第 5 章	定时/计数	通过导弹拦截实例，介	培养学生科学是第一生产力的人

	第 1 节	器的实例讲解	绍北斗定位、导弹飞行轨迹与飞行时间的关系。	生观，激发大学生科技报国的家国情怀和使命担当。
10	第 5 章第 2 节	MCS-51 串行通信接口	介绍神州 13 载人飞船在工作舱如何和地面中心进行天地交流。	提升学生的科学意识，关注科技发展与生活的关系，促进大学生主动把理论应用于实际，解决工程实际问题。
11	第 10 章第 1 节	51 C 语言简介	回顾汇编语言编程，介绍计算机编程语言的发展，比较汇编和 C 语言的特点。	引导学生理解继承与发展，学习与创新的意义。
12	第 6 章第 1 节	单片机应用与发展	单片机已广泛应用于社会的各个领域，系统扩展时总线出片，导致可靠性及安全性降低，列举可能的解决方案，介绍目前发展方向。	引导学生重视安全问题，认识科技创新对社会、国家发展的意义。
13	作业		在作业、项目式作业中抄袭，该项记零分，	应遵守学术诚信，诚实做人。

七、学时分配表

序号	章节	章节内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	第0章	计算机基础知识	6								6
2	第1章	MCS-51单片机结构	4								4
3	第2章	MCS-51指令系统	6								6
4	第3章	汇编语言程序设计	6								6
5	第4章	并口及中断系统	6	4							10
6	第5章	定时/计数器与串口	6								6
7	第10章	单片机C语言-C51	6	4					2		12
8	第6章	总线与存储器扩展	2								2
合计			42	8					2		52

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂考勤。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，期末考核成绩占

总成绩的 80%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (80%)	课程目标 1	25	80
	课程目标 2	15	
	课程目标 3	40	
平时考核 (10%)	课程目标 1	3	10
	课程目标 2	2	
	课程目标 3	5	
实验考核 (10%)	课程目标 1	4	10
	课程目标 2	4	
	课程目标 3	2	

【平时考核环节评分标准】

考核得分 考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
习题作业	对概念理解不清或错误，不能正确解答作业中的问题。	能基本正确解答各章节作业中的问题	能较好解答各章节作业中的问题	能全面正确解答各章节作业中的问题
实验	未能进行实验，实验步骤不正确，实验目的不明确，实验数据不真实。	能独立完成部分实验，实验步骤较准确，实验目的较清晰，实验数据处理较准确。	能独立完成大部分实验，实验步骤准确，实验目的清晰，实验数据处理准确。	能独立完成全部实验，实验步骤准确，实验目的清晰，实验数据处理准确。能提出新的实验方案，解决实验中出现的问題。

【平时考核环节权重】

课程目标 考核环节	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
习题作业	15	20	15	50
合计	15	20	15	50

【实验环节权重】

课程目标 考核环节	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
课堂实验操作	10	5	5	20
设计呈现	10	15	5	30
合计	20	20	10	50

【考试环节权重】

章节	权重	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
第 0 章 计算机基础知识					
第 1 章 MCS-51 单片机结构		15	10	0	25
第 2 章 MCS-51 指令系统					
第 3 章汇编语言程序设计					
第 4 章并口及中断系统		10	25	15	50
第 6 章总线与存储器扩展					
第 5 章定时/计数器与串口		0	5	20	25
第 10 章单片机 C 语言-C51					
合计		25	40	35	100

九、教材及参考资料

【教材】

肖看, 李群芳, 单片机原理、接口及应用, 清华大学出版社, 2010, 21 世纪高等学校规划教材

【参考书】

1. 黄勤, 李楠, 单片机原理及应用 (第 2 版) 清华大学出版社, 2018
2. 欧伟明等, 单片机原理与应用系统设计, 电子工业出版社, 2009, 面向 21 世纪高等学校规划教材
3. 江志红, 51 单片机技术与应用系统开发案例精选, 清华大学出版社, 2008

山东大学电气工程学院

《电气工程基础课程设计》课程教学大纲

编写人：叶华 张黎 王冠

审定人：张文 韩学山 王孟夏 李常刚

编制时间：2021 年 3 月

审定时间：2021 年 4 月

一、课程基本信息：

课程名称	电气工程基础		
英文名称	Fundamentals of Electrical Engineering		
课程编码	sd01931480, sd01931490		
开课单位	电气工程学院		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	7	学时	总学时 119 (授课 102 实验 14 研讨 3)
适用专业	电气工程及其自动化		
先修课程	高等数学、线性代数、电路、电磁场、电机学、电力电子技术、计算机文化基础		
课程网站			

二、课程描述

(不超过 200 字，须提供中、英文对照描述)

《电气工程基础》是电气工程及其自动化专业的一门必修的专业基础平台课程，主要讲授电力系统分析、高电压与绝缘技术、高压电器设备、继电保护和运行与控制等方向的基础内容，使学生掌握电气工程理论基础，理解电力设备耐受

能力，建立电力系统设计、运行、控制及保护决策的整体概念，培养学生分析和解决工程问题的能力，建立工程科学思维，在电气工程及其自动化专业人才培养中具有承上启下的关键作用。

“Fundamentals of Electrical Engineering” is one of the professional fundamental courses for students majoring in Electrical Engineering and Its Automation. It mainly focuses on fundamental principles of power system analysis, high voltage and insulation, high voltage apparatus, power system protection, and power system operation. With this course, students should grasp the theoretical basis of electrical engineering, understand the restrictions that electrical equipment can tolerate, and establish the overall concepts of power system design, operation, control, protection, and decision-making. This course helps students to develop the capability of analyzing and solving engineering problems, and establish thoughts of engineering science. It plays a central role in training talents in Electrical Engineering and Its Automation.

三、课程目标

【课程目标】

《电气工程基础》是电气工程及其自动化专业的专业基础课，也是电气工程卓越工程师培养计划的核心课程，对了解电力系统的基本环节、培养学生综合分析能力、了解掌握电力专业的学科前沿的动态具有重要的作用，且对于后续专业课程的进一步学习也起着非常重要的基础性作用。

课程的总体教学目标是，坚持“宽专业、厚基础，重能力、高素质”的原则，以“人文精神、科学素养、创新能力”和谐统一为目标，利用新的教学方法和手段，着力提高工程教育质量，致力于培养“研究型、管理型、创新型、国际型”的卓越工程人才。

通过该课程的学习，希望学生能够掌握电力系统分析的理论基础，理解电力系统中各设备耐受电、热、动限制的能力及设计、运行中应该专项的原则，并建立起电力系统设计、运行、控制及保护决策的整体概念，并较扎实地掌握电力系统问题认知和分析能力，从而提高综合运用基础理论解决科学、技术和工程问题的能力，为学习后续专业课程及从事电力系统相关工作打好基础。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	能够理解电力系统分析、高电压与绝缘技术、高压电器设备、继电保护和运行与控制的基本概念、理论和方法，并利用相关方法解决电力系统设计、运行、控制及保护决策的基本问题	从电力系统整体图景出发，按系统篇—高压篇—设备篇—保护篇—控制篇的递进过程，以课堂讲解、随堂讨论、随堂测验、课后作业等方法，熟记相关理论概念，并通过手工推导和案例计算，深入理解概念的基本问题
目标 2	能够针对电力系统设计、运行、控制及保护决策的工程问题，设计相关实验，分析实验结果，正确设计相关系统与运行、控制及保护策略	通过案例设计、实验分析等，结合电气工程基本理论概念，优化相关工程案例的电气参量配置，并验证相关配置的合理性
目标 3	能够参考相关专业资料主动学习，拓展学习电气工程的相关概念、理论和方法	根据课后布置的开放性问题，检阅相关学术文献，并结合本课程与后续课程的衔接关系，主动探索部分深入知识点与方法
目标 4	能够针对电力系统工程复杂问题，考虑环境与可持续发展要求，提出问题解决方案，并撰写专业报告，与同行进行专业、清晰的交流	通过小组合作完成作业及开放性报告，通过课堂提问和讨论，提高有效交流能力。

【课程目标与毕业要求指标点的对应关系】

课程目标	毕业要求			
	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
1.3 能够将相关知识和数学模型方法用于推演、分析电气工程领域复杂工程问题。	M			
1.4 能够将相关知识和数学模型方法用于电气工程领域复杂工程问题解决方案的比较与综合。		H		
3.1 掌握电气工程领域工程设计和产品开发的全周期、全流程的基本方法和技术，并根据技术需求分析影响设计目标和技术方案的各种因素。		L		
4.1 能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析电气工程领域复杂工程问题的解决方案。			H	
7.2 能够站在环境保护和可持续发展的角度思考电气工程实践的可持续性，评价电气工程实践可能对人类和环境等方面产生的积极意义和不利影响。				H

说明：强支持—H，中等支持—M，弱支持—L

四、课程教学要求

1. 授课方式：板书与多媒体结合，课堂教学与实验相结合。
2. 课程内容：本课程是电气工程及其自动化专业的专业基础必修课程，是对《高等数学》、《线性代数》、《大学物理》、《复变、场论、拉氏变换》、《电磁场》、《电机学》、《电力电子技术》等先修课程所学知识在电力系统中的应用，主要学习电力系统分析、高电压与绝缘技术、高压电器设备、继电保护和运行与控制决策中基本而基础的相关知识，为学生后续分方向后进一步深入学习具体的专门理论奠定公共的基础。在教学中，要密切结合电力系统的相关工程问题进行教学，使学生能够建立起课堂知识与实际工程实践间的联系，要重点从基本原理层面讲清楚基本而基础的相关知识，对于在基本原理之上可以外推拓展的知识要以学生自学为主。
3. 作业：主要为课后习题以及基于具体工程的拓展性作业，促进学生理解课堂内容，能模仿例题演算习题，巩固所学知识。

五、课程教学内容及学时分配

本课程共 7 学分，总学时 119 学时，其中，授课 102 学时，实验 14 学时，研讨 3 学时，分两个学期完成。其中前一学期 3 学分，授课 42 学时、实验 6 学时、研讨 3 学时，后一学期 4 学分，授课 60 学时，实验 8 学时。

第一章（2 学时，其中授课 2 学时，研讨 0 学时，实验 0 学时、测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1。

通过本章的学习，使学生了解电力系统形成和发展简史，了解我国电力系统的基本现状，以及高压直流输电的基本概念，掌握电力系统的组成和交流系统的中性点运行方式。

【具体教学内容】

1) 高压交流输电的优势，高压直流输电的适用场合；2) 电力系统的组成；3) 交流系统的中性点运行方式。

【教学和学习建议】

追溯电力系统形成和发展的脉络，结合发电使用的一次能源的不同形式、我国能源资源与负荷中心逆向分布的特点，讲解电力系统的组成，交流系统的中性点运行方式，以及高压直流输电的基本概念。

【教学/考核难点重点】

重点是分析和理解交流系统的中性点运行方式及特点。

第二章（8 学时，其中授课 6 学时，研讨 1 学时，实验 1 学时、测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3。

理解和掌握电力系统各元件的稳态等效电路和数学模型，包括同步发电机、变压器、输电线路和负荷的正序、负序和零序参数和模型。

【具体教学内容】

- 1) 凸/隐机同步发电机的稳态运行相量图、等效电路，以及正、负、零序电抗；
- 2) 变压器的正、负、零序参数和等效电路；
- 3) 电力线路的正、负、零序参数；电力线路的集中参数和分布参数等效电路；
- 4) 电力负荷的数学模型。

【教学和学习建议】

1) 结合《电机学》和《电磁场》相关知识和理论，以磁路和电场为核心，以各元件阻抗（或导纳）的物理意义入手强化理解、记忆和应用，为电力网络的正、负、零序网络的建立打下坚实基础；

2) 在建立同步发电机稳态运行的数学模型时，综合应用《电机学》中的双反应原理、派克变换，以及《电路》中的戴维南等效定理，“站在转子上看转子”，从而得到从定子端口看到内部（同步电抗后面的电势，暂态电抗后面的电势，以及次暂态电抗后面的电势）的发电机等效电路。

3) 在实验中引导学生根据电气设备参数提炼相关设备模型参数。

4) 在作业考核中要安排学生讲解，使同学们通过相互讲解、质疑、答辩的方式进一步提升对知识点的理解。

【教学/考核难点重点】

难点是同步发电机正序电抗（包括同步电抗，暂态和次暂态电抗）的物理意义，

同步发电机的等效电路，以及变压器的零序电抗和等效电路。重点是输电线路的集中参数和分布参数等效电路，输电线路正序和零序参数的影响因素；变压器零序参数的影响因素。

第三章（11 学时，其中授课 8 学时，研讨 1 学时，实验 2 学时、测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3、课程目标 4。

掌握电力网络标么等值电路的建立方法，简单电力系统潮流的分析方法，以及复杂电力系统潮流计算的牛顿—拉夫逊方法和 PQ 分解方法。

【具体教学内容】

1) 电压等级及电力系统设备额定电压的确定，基准值改变时电力系统元件标么值的换算，基于变压器 Π 型等效电路的电力网标么等效电路的建立；2) 电力线路和变压器中电压降落和功率损耗的计算，基于前推一回代的简单辐射形网络的潮流计算，功率分点及简单环形网络中的潮流计算；3) 电力网络导纳矩阵的形成，节点功率方程与节点分类，牛顿—拉夫逊潮流计算方法；4) PQ 分解潮流计算方法的原理与应用。

【教学和学习建议】

- 1) 通过多级电压网络中电压级归算的两种途径的对比分析，让学生了解“将未经归算的各元件阻抗、导纳以及网络中各点电压、电流的有名值除以由基本级归算到元件所在电压级的阻抗、导纳、电压、电流基准”这种有名值电压级归算方法的优势；
- 2) 类比变压器 Π 型有名值等效电路的建立方法，建立变压器 Π 型标么等效电路；
- 3) 详细推导和理解极坐标下的节点功率方程，为应用牛顿—拉夫逊潮流计算方法和理解 PQ 分解潮流计算方法的原理，奠定坚实的基础。
- 4) 相关实验中要让学生比较实验结果与手算潮流间的差异，并解释。
- 5) 在作业考核中要安排学生讲解，使同学们通过相互讲解、质疑、答辩的方式进一步提升对知识点的理解。
- 6) 对于潮流计算知识的拓展，可以通过安排相关文献资料和参考书，让学生自学，并在作业的习题课中进行研讨。

【教学/考核难点重点】

重点是输电线路和变压器的功率损耗和电压降落的计算，以及简单辐射网络的潮流计算方法，难点是牛顿—拉夫逊潮流计算方法和 PQ 分解潮流计算方法。

第四章（6 学时，其中授课 4 学时，研讨 1 学时，实验 1 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3、课程目标 4。

理解无限大容量电源供电的三相短路暂态过程，掌握同步发电机发生三相短路后的暂态过程，掌握和应用不对称短路分析的对称分量法。

【具体教学内容】

1) 无限大容量电源供电的三相短路的分析与计算，冲击电流的概念及出现的条件；2) 同步发电机机端发生三相短路后暂态过程的分析及基频交流分量初始值得计算；3) 对称分量法分析不对称故障的基本原理，正、负、零序网络的建立，应用对称分量法分析不对称短路故障。

【教学和学习建议】

1) 结合《高等数学》中微分方程的求解及《电路》中二阶电路暂态响应的分析方法，理解无限大容量电源供电的三相短路后电流的变化规律；2) 充分认识和理解同步发电机发生三相短路后的主磁路，对第二章中同步发电机稳态运行的数学模型和等效电路再认识。

2) 实验中观察短路故障发生后的暂态过程，分析系统短路故障发生后的电压、电流变化过程。

【教学/考核难点重点】

难点是同步发电机发生三相短路后的暂态过程，重点是应用对称分量法对不对称短路故障进行分析和计算。

第五章（4 学时，其中授课 4 学时，研讨 0 学时，实验 1 学时、测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 3、课程目标 4。

掌握电力系统静态稳定性和暂态稳定性的基本概念；掌握分析简单电力系统的暂态稳定性的等面积定则；理解提高电力系统静态稳定性和暂态稳定性的措施。

【具体教学内容】

- 1) 电力系统静态稳定性和暂态稳定性的基本概念；
- 2) 发电机转子运动方程；
- 3) 简单电力系统在发生小扰动后的转子运动过程分析；
- 4) 简单电力系统的暂态稳定性分析；
- 4) 等面积定则；
- 5) 提高电力系统静态稳定性和暂态稳定性的措施。
- 6) 实验中验证故障快速切除和自动重合闸装置对提高系统暂态稳定性的作用。

【教学和学习建议】

- 1) 结合转子运动方程和发电机功角曲线分析简单电力系统的静态稳定性和暂态稳定性；
- 2) 类比物体的直线运行，分析转子的运动过程。

【教学/考核难点重点】

难点是简单电力系统在发生小扰动和故障后的转子运动过程分析，重点是等面积定则和提高电力系统静态稳定性和暂态稳定性的措施。

第六章（4 学时，其中授课 4 学时，研讨 0 学时，实验 0 学时、测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 3、课程目标 4。

通过本章的学习，使学生掌握波过程的基本物理意义，了解集中参数与分布参数的不同，理解彼得逊等效电路物理含义和等效方法。

【具体教学内容】

- 1) 均匀无损耗线路上的波过程；
- 2) 波动方程的物理意义；
- 3) 波的折射与反射；
- 4) 彼得逊等效电路。

【教学和学习建议】

结合光的传播规律对电磁波的传播规律进行着重讲解，以波阻抗为核心，从波的这放射系数物理意义入手强化理解、记忆和应用，引导学生从集中参数电路过渡到分布参数电路，会使用彼得逊等效等效法则进行求解。

【教学/考核难点重点】

重点是分布参数电路的彼得逊等效电路；难点是理解波动方程的基本思想和物理含义。

第七章（10 学时，其中授课 10 学时，研讨 0 学时，实验 0 学时、测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 3、课程目标 4。

通过本章的学习，使学生了解高电压与绝缘技术的基本理论，了解高压试验的基本内容。

【具体教学内容】

1) 气体放电基本理论；2) 电介质击穿特性；。

【教学和学习建议】

掌握气体放电基本理论，以此为基础，进一步拓展到液体固体电介质的放电特性。了解高压电气设备的破坏性实验与非破坏性实验的内容。

【教学/考核难点重点】

重点是气体放电的几种基本理论；难点是理解各种放电理论的异同点。

第八章（4 学时，其中授课 4 学时，研讨 0 学时，实验 0 学时、测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 3、课程目标 4。

通过本章的学习，掌握电力系统雷电过电压与内部过电压的各种类型及防护措施。

【具体教学内容】

1) 雷电过电压及防雷保护；2) 内部过电压；3) 工频电压升高。

【教学和学习建议】

结合物理学模型，了解雷电过电压产生的基本过程；结合电力系统的开关操作过程以及等效电路，了解内部过电压产生的过程及相关的基本原理。

【教学/考核难点重点】

重点是内部过电压产生的基本类型及基本原理；难点是内部过电压倍数的推导过程。

第九章（16 学时，其中授课 14 学时，研讨 0 学时，实验 2 学时、测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 3、课程目标 4。

通过本章的学习，使学生掌握电力系统的主要一次设备的作用、种类、型号、基本结构、基本工作原理、主要技术参数、配置、连接方式及在运行时的主要注意事项等。

【具体教学内容】

1) 电力开关的开断及电弧现象；2) 高压断路器；3) 隔离开关；4) 其他开关电器；5) 电压/电流互感器；6) SF6 全封闭组合电器。

【教学和学习建议】

以理论教学为主，学生应广泛阅读相关资料，尽快对电气设备在系统中发挥的作用有较深的理解，从而促进上述对设备的基本结构、基本工作原理、主要技术参数等关键内容的掌握。

实验室内各种电气设备的认知。

【教学/考核难点重点】

重点掌握上述主要一次设备的作用、基本结构、基本工作原理、主要技术参数、连接方式及在运行时的主要注意事项。

第十章（6 学时，其中授课 6 学时，研讨 0 学时，实验 0 学时、测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3、课程目标 4。

通过本章的学习，使学生掌握电气主接线的基本要求、基本形式及倒闸操作。

【具体教学内容】

1) 电气主接线的基本要求；2) 有母线的电气主接线，主要包括：接线图、运行特点、优缺点和适用情况；通过倒闸操作改变运行方式；3) 无母线的电气主接线：主要包括：接线图、运行特点、优缺点和适用情况。

【教学和学习建议】

以理论教学为主，从熟记接线图入手，掌握各种接线形式的运行特点，从而分析其优缺点和适用情况；从断路器与隔离开关的动作顺序入手，掌握如何进行正确的倒闸操作。

【教学/考核难点重点】

基本电气主接线的接线图、运行特点、优缺点和适用情况；有母线的电气主接线通过倒闸操作改变运行方式。

第十一章（4 学时，其中授课 4 学时，研讨 0 学时，实验 0 学时、测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3、课程目标 4。

通过本章的学习，使学生掌握如何正确选择第九章中所学的高压电器。

【具体教学内容】

1) 长期发热和短时发热的概念与计算；2) 电动力的计算；3) 导体、绝缘子、套管的选择；4) 断路器和隔离开关的选择；5) 互感器的选择。

【教学和学习建议】

以理论教学为主，从基本原理上推导发热与电动力的计算过程，结合第九章深刻理解对导体、绝缘子、套管、断路器、隔离开关、互感器等电器的选择过程。

【教学/考核难点重点】

重点是理解发热与电动力的计算和意义，理解高压电器的选择原则与过程。

第十二章（2 学时，其中授课 2 学时，研讨 0 学时，实验 0 学时，测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3、课程目标 4。

通过本章学习，使学生理解继电保护的作用、基本原理及电力系统对保护的“四性”要求等基本概念。

【具体教学内容】

1) 故障与不正常状态及其后果；2) 继电保护的作用；3) 继电保护的基本原理及保护装置的组成；4) 对电力系统继电保护的基本要求；5) 继电保护技术的发展情况。

【教学和学习建议】

以理论教学为主，在教学过程中可结合一些对典型大停电事故的分析（如美国 8.14 大停电，印度大停电等），调动学生兴趣并帮助学生理解继电保护的重要作

用，及其勿动、拒动带来的恶劣后果。

【教学/考核难点重点】

本章主要以基本概念为主，教学及考核的重点在于继电保护的作用、继电保护装置组成的组成及“四性”要求。

第十三章（14 学时，其中授课 12 学时，研讨 0 学时，实验 2 学时，测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3、课程目标 4。

通过本章学习，使学生掌握输电线路电流、阻抗保护的整定原则及计算方法，以及方向电流保护、零序保护，纵联保护的基本原理。

【具体教学内容】

1) 单侧电源网络相间短路的电流保护；2) 相间短路的方向性电流保护；3) 电网的接地保护；4) 输电线路的距离（阻抗）保护；5) 输电线路纵联保护。

【教学和学习建议】

在教学中应侧重保护原理，弱化保护装置和具体实现，需注意结合主保护、后备保护的概念，以及保护“四性”讲解三段式电流、阻抗保护的配合，让学生真正理解三段式保护的配合逻辑，避免学生因只关注计算题而死记整定计算公式。

分支系数建议从保护量推导的角度进行讲解；阻抗继电器重点讲授全阻抗圆特性，并通过双端电源供电网络引出方向圆特性，弱化偏移圆特性教学；纵联保护应侧重原理，弱化载波通道和环流、均压法原理接线。

课时安排建议：

- 1) 单侧电源网络相间短路的电流保护：4 学时理论教学+2 学时习题；
- 2) 相间短路的方向性电流保护：1 学时理论教学；
- 3) 电网的接地保护：1 学时理论教学；
- 4) 输电线路的距离（阻抗）保护：2 学时理论教学+2 学时习题；
- 5) 输电线路纵联保护：2 学时理论教学，建议与变压器纵联保护结合。
- 6) 输电线路短路故障的过流保护整定实验。

【教学/考核难点重点】

三段式电流保护整定原则及计算；三段式阻抗保护整定原则及计算；功率方向保护的作用及特点；零序保护的特点及零序电压、电流分量的获取方法；输电线路纵联保护的工作原理。

第十四章（4学时，其中授课4学时，研讨0学时，实验0学时，测试0学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标1、课程目标2、课程目标3、课程目标4。

通过本章学习，使学生了解变压器、发电机和母线的故障类型及相应保护方式，重点掌握变压器纵差保护的基本原理、特点及消除不平衡电流的方法。

【具体教学内容】

1) 变压器的故障类型、不正常运行状态及其相应的保护方式；2) 变压器的纵差保护基本原则；3) 变压器纵差保护的特点；4) 发电机的故障类型、不正常运行状态及其相应的保护方式；5) 母线的继电保护。

【教学和学习建议】

在讲解中需注意关联前面的知识，用在变压器、发电机和母线上的电压、电流、阻抗及纵差保护原理与输电线路是相同的，同时也要强调不同之处，加深学生的理解。

课时安排：

- 1) 变压器纵联保护：1学时理论教学；建议与线路纵联保护一起讲；
- 2) 变压器非电量保护和其他设备的保护：1学时理论教学；
- 3) 保护篇总结：2学时。

【教学/考核难点重点】

变压器纵差保护的原理、特点；不平衡电流产生的原因及改善方法。

第十五章（20学时，其中授课16学时，研讨0学时，实验4学时，测试0学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标1、课程目标2、课程目标3、课程目标4。

通过本章学习，使学生了解电力系统安全性的基本概念，识记电力系统安全性

的转化逻辑，理解有功-频率控制和无功-电压控制的基本原理与方法，理解电力系统有功经济调度的优化方法、了解无功经济调度的概念，了解和识记电力系统自动化的装置及概念。

【具体教学内容】

1) 电力系统运行的安全性；2) 电力系统的有功与频率控制；3) 电力系统的电压控制；4) 电力系统的优化调度；5) 电力系统运行的自动化。

【教学和学习建议】

在讲解中需要与系统篇部分的变压器模型、潮流计算、稳定性等内容对应，讲清有功-频率和无功-电压控制可以解耦的依据，调频、调压和优化调度的要通过例题和习题演算。

在学习中需要学生复习系统篇部分，两相结合以理解相关概念。

不讲调频和调压的设备结构；从自动控制负反馈的角度引出一一般控制方法；优化调度不涉及输电网络。

课时安排：

- 1) 电力系统运行的安全性：2 学时理论教学；
- 2) 电力系统的有功与频率控制：3 学时理论教学+1 学时习题；
- 3) 电力系统的电压控制：3 学时理论教学+1 学时习题；
- 4) 电力系统的优化调度：2 学时理论教学+1 学时习题；
- 5) 电力系统运行的自动化：1 学时理论教学；建议与电能质量和可靠性一起讲，共占用 1 学时。
- 6) 同步发电机有功功率和频率调整实验；
- 7) 同步发电机无功功率和电压调整实验。

【教学/考核难点重点】

电力系统的运行的安全性转化规律；有功-频率控制；无功-电压控制；有功经济调度。

第十六章（2 学时，其中授课 2 学时，研讨 0 学时，实验 0 学时，测试 0 学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3、课程目标 4。

通过本章学习，使学生了解电能质量的概念和标准，了解电力系统可靠性的含义，了解可靠性的技术经济评价。

【具体教学内容】

1) 电能质量标准；2) 电力系统可靠性及其评估；3) 电网区域间的传输能力及其评估；4) 可靠性及其技术经济评价。

【教学和学习建议】

在讲解中需要与生产实际结合，讲清楚电能质量和可靠性对电力系统及用户有什么影响。在学习中需要学生结合电机学、电力电子等课程中与谐波有关的概念进行学习。

课时安排：

- 1) 电能质量与可靠性：1 学时理论教学；建议与电能质量和可靠性一起讲，共占用 1 学时。
- 2) 控制篇总结：1 学时。

【教学/考核难点重点】

本章以了解为主，不做考核要求。

本文档尚需完善的地方：

- 1、教学目标的细分，知识、能力、素质
- 2、作业问题：要写一下本章要布置哪方面的作业（最好具体到每次作业的范围），是否设置习题课】
- 3、实验问题：要在课程中增加对实验的论述，包括实验的基本内容，与理论知识的对应关系】
- 4、对于需要参考资料拓展的做一些说明，体现自主学习的支撑】

六、课程思政元素

本课程是学生学习后续专业课程的前置公共专业基础课，是学生建立对电力系统完整认识的重要课程。本课程的思政元素包括但不限于：

章号	章节名	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
第1章	绪论	交直流电压等级	我国特高压交流和直流从跟跑到领跑的突破	树立突破国外技术垄断和封锁的自信
第2章	电力系统各元件的数学模型	标幺制		
第3章	电力系统潮流分析	牛顿-拉夫逊法潮流	拉夫逊在发展该方法上的“不争”	树立正确的科研态度
第4章	电力系统短路及非全相运行分析	对称分量法	C. Fortescue的88页开创新论文	建立科学研究的变换思维
第5章	简单电力系统静态与暂态稳定分析	等面积法则	校友薛禹胜院士的突破性提升—EEAC	提升对学校发展历史的自豪感，增强奋发学习的动力
第6章	传输线的波过程	分布参数电路暂态过程本质是电磁波的传播过程	法拉第在实验中发现并总结电磁感应定律	挖掘电磁现象和规律中的哲学元素，使学生认识到科学史发展的重要范式是：“反复实验-发现规律-数学表述”。
第7章	高压绝缘与试验	气体/液体/固体的绝缘特性及经典高压试验	法拉第笼/马克思回路的发明过程及应用。	从细节处感受高压试验的严谨和魅力，培养学生严谨的态度。
第8章	电力系统过电压及保护	输电线路的过电压防护	“美加大停电”以及2008年我国冰雪灾害造成的南方大面积停电等案例分析与思考	培养学生用发展的眼光看待、解决工程问题，利用自己的专业知识和能力投身祖国建设、服务社会。
第9章	高压电器的原理	主要一次设备的工作原理和发展	泰开集团（校友创办）的发展历程——打破技术垄断。	要有敢于动手创造的勇气和超越他人的精神。
第10章	电气主接线及其特点	电气主接线的主要接线形式及倒闸操作	举例因倒闸操作顺序不对导致严重事故的思考与分析。	作为国家未来的科研工作者和工程技术人员必须具备严谨甚至是苛刻的态度和社会责任感。
第11章	高压电器的选择	电气设备选择常用的计算理论及主要一次	虽是选择个体设备，但要同时考虑到其他设备的工作原理与特点甚至	事物不是一成不变的，要用辩证的思维思考问题。

		设备的选择过程	是环境的变化。	
第12章	继电保护的基本原理	继电保护四性	四性之间的矛盾统一关系	建立各种约束间的对立统一哲学思想
第13章	输电线路的继电保护	主保护与后备保护	事故下设备拒动与保护的后备间的关系	建立“备用”的工程概念
第14章	其他元件的继电保护	变压器的瓦斯保护原理	从电气量到非电量，这是主要矛盾的变化	要抓住主要矛盾解决问题，事情才能解决地好
第15章	电力系统的运行与控制	系统运行状态的转化	对比国内外的大停电事故及处理速度，解释我国三道防线体系的巨大意义	充分认识我国的三道防线体系的巨大原创价值，建立复杂系统解耦运行控制的学术理念
第16章	电力系统电能质量与可靠性	电能质量与可靠性指标定义	我国电能质量的进步及与国外的对比，分析指标提升背后的电力工作者的贡献	提升学生对我国电力建设成就的自豪感，建立对所预计从事事业的认同

七、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	
1	第1章	绪论	2							2
2	第2章	电力系统各元件的数学模型	6	1					1	8
3	第3章	电力系统潮流分析	8	2					1	11
4	第4章	电力系统短路及非全相运行分析	4	2					1	7
5	第5章	简单电力系统静态与暂态稳定分析	4	1						5
6	第6章	传输线的波过程	4							4
7	第7章	高压绝缘与试验	10							10
8	第8章	电力系统过电压及保护	4							4

9	第9章	高压电器的原理	14	2							16
10	第10章	电气主接线及其特点	6							-	6
11	第11章	高压电器的选择	4								4
12	第12章	继电保护的基本原理	2								2
13	第13章	输电线路的继电保护	12	2							14
14	第14章	其他元件的继电保护	4								4
15	第15章	电力系统的运行与控制	16	4							20
16	第16章	电力系统电能质量与可靠性	2								2
合计			102	14						3	119

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核与期中、期末考核。平时考核包括：作业、课堂测验、课堂讨论和实验等。期中、期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 30%，期中考试成绩占总成绩的 30%，期末考核成绩占总成绩的 40%。

具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
平时考核 (30%)	课程目标 1	40	100
	课程目标 2	30	
	课程目标 3	20	
	课程目标 4	10	
期中考试 (30%)	课程目标 1	55	100
	课程目标 2	45	
	课程目标 3	0	
	课程目标 4	0	
期末考试	课程目标 1	55	100

(40%)	课程目标 2	45	
	课程目标 3	0	
	课程目标 4	0	

【平时考核环节评分标准】

分值 考核 环节	<60	60-75	75-90	90-100
作业	对电气工程的有关概念、计算方法运用较差,不能正确解答作业中的问题	能运用电气工程有关概念、计算方法,正确解答各章节作业中的问题	能较好地运用电气工程的有关概念、计算方法,正确规范地各章节解答作业中的问题	能灵活地运用电气工程的有关概念、各种实用计算方法,正确规范地各章节解答作业中的问题
课堂测验	不能在规定的时间内解答电气工程测试问题,答题不准确	基本能在规定的时间内解答电气工程测试问题,答题基本准确	能在规定的时间内,较准确地解答电气工程测试问题	能在规定的时间内准确地解答电气工程测试问题
平时表现	课堂讨论不积极,分析电气工程问题能力弱,表达不清晰	能陈述电气工程的概念基本准确,能对电气工程有关问题参与课堂讨论	能较准确地陈述电气工程的概念,积极参与电气工程有关问题课堂讨论	积极参与课堂讨论,正确陈述电气工程的概念,分析问题能力较强
实验	无法设计实验,不能记录和分析实验结果	能够设计部分实验,并记录和分析实验结果	能够完整设计实验,并准确记录和基本正确分析实验结果	能够完整准确设计实验,并准确记录和分析实验结果

【平时考核环节权重】

课程目标 考核	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	合计
作业	15	10	5	0	30
课堂测验	20	5	0	0	25
平时表现	0	5	10	10	25
实验	5	10	5	0	20
合计	40	30	20	10	100

【考试环节权重】

《电气工程基础（1）》期中和期末考试的各内容分数如下两表所示。

课程目标 章节	课程目标	课程目标	课程目标	课程目标	合计
	1	2	3	4	
第1章 绪论	10	0	0	0	10
第2章 电力系统各元件的数学模型	10	10	0	0	20
第3章 电力系统潮流分析	10	15	0	0	25
第4章 电力系统短路及非全相运行分析	10	10	0	0	20
第5章 简单电力系统静态与暂态稳定分析	10	15	0	0	25
合计	50	50	0	0	100

课程目标 章节	课程目标	课程目标	课程目标	课程目标	合计
	1	2	3	4	
第6章 传输线的波过程	20	20	0	0	40
第7章 高压绝缘与试验	15	20	0	0	35
第8章 电力系统过电压及保护	15	10	0	0	25
合计	50	50	0	0	100

《电气工程基础（2）》期中和期末考试的各内容分数如下两表所示。

课程目标 章节	课程目标	课程目标	课程目标	课程目标	合计
	1	2	3	4	
第9章 高压电器的原理	20	15	0	0	35
第10章 电气主接线及其特点	15	25	0	0	40
第11章 高压电器的选择	15	10	0	0	25
合计	50	50	0	0	100

课程目标 章节	课程目标	课程目标	课程目标	课程目标	合计
	1	2	3	4	
第 12 章 继电保护的基本原理	10	0	0	0	10
第 13 章 输电线路的继电保护	15	20	0	0	35
第 14 章 其他元件的继电保护	10	5	0	0	15
第 15 章 电力系统的运行与控制	15	25	0	0	40
第 16 章 电力系统电能质量与可靠性	0	0	0	0	0
合计	50	50	0	0	100

特别地，如因疫情等影响导致课程无法开展期中考试，则期中与期末考试的内容合并至期末考试，总分占比 70%。在此情形下，《电气工程基础（1）》和《电气工程基础（2）》的期末考试的内容分值如下。

课程目标 章节	课程目标	课程目标	课程目标	课程目标	合计
	1	2	3	4	
第 1 章 绪论	5	0	0	0	5
第 2 章 电力系统各元件的数学模型	10	5	0	0	15
第 3 章 电力系统潮流分析	5	10	0	0	15
第 4 章 电力系统短路及非全相运行分析	5	10	0	0	15
第 5 章 简单电力系统静态与暂态稳定分析	5	5	0	0	10
第 6 章 传输线的波过程	10	5	0	0	15
第 7 章 高压绝缘与试验	5	10	0	0	15
第 8 章 电力系统过电压及保护	5	5	0	0	10
合计	50	50	0	0	100

课程目标 章节	课程目标	课程目标	课程目标	课程目标	合计
	1	2	3	4	
第 9 章 高压电器的原理	10	5	0	0	15
第 10 章 电气主接线及其特点	5	10	0	0	15
第 11 章 高压电器的选择	5	5	0	0	10
第 12 章 继电保护的基本原理	5	0	0	0	5
第 13 章 输电线路的继电保护	10	10	0	0	20
第 14 章 其他元件的继电保护	5	5	0	0	10
第 15 章 电力系统的运行与控制	10	15	0	0	25
第 16 章 电力系统电能质量与可靠性	0	0	0	0	0
合计	50	50	0	0	100

九、教材及参考资料

【教材】

韩学山，张文 主编，电力系统工程基础（第一版），机械工业出版社，2008 年 1 月版，普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

【参考书】

- 1、夏道止 主编，电力系统分析（第二版），中国电力出版社，2004
- 2、梁羲东，陈昌渔，周远翔 编著，高电压工程（第一版），清华大学出版社，2003
- 3、熊信银 主编，发电厂电气部分（第四版），北京：中国电力出版社，2009
- 4、张保会，尹项根 主编，电力系统继电保护（第二版），中国电力出版社，2010

山东大学 电气工程 学院

《认识实习》课程教学大纲

编写人：王兴华

审定人：徐衍亮

编制时间：2020.3

审定时间：2020.3

一、课程基本信息

课程名称	认识实习				
英文名称	Cognition practice				
课程编码	sd01930970				
开课单位	电气工程学院电机与电器实验室				
课程类型	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
实验类别	<input checked="" type="checkbox"/> 独立设课 <input type="checkbox"/> 非独立设课				
学分	1	总学时	32	实验学时	26
适用专业	电气工程及其自动化专业				
先修课程	电磁场导论，大学物理，电路，电机学（同步进行）				
课程网站					

二、课程描述

认识实习是电气工程及其自动化专业教学计划中重要的实践性教学环节，其目的是通过该实践性教学环节使学生了解电气工程及其自动化技术和电力工业在国民经济中的地位、作用及其发展趋势，激发学生热爱所学专业 and 奋发学

习的热情，培养学生分析和解决一些简单的实际问题的能力，为今后学习其它专业基础课和专业课奠定基础。为提高认知实习的效果和认知深度，本实习与电机学课程同步分散进行，通过认知实习和《电机学》课程的理论学习相结合，做到理论和实践的紧密结合，实现深度认知，增强实践能力，突出工程训练，培养劳动观念和基本劳动技能和初步的工程理念。

Cognition practice is an important practical course in the specialty teaching plan of electrical engineering and automation. Its purpose is to make students understand the status, role and development trend of electrical engineering and automation technology and power industry in the national economy through the practical teaching course. In addition, this course can be utilized to stimulate students' passion for their major, and cultivate their ability to solve and analyze problems, thereby laying a foundation for their future study of other basic courses and professional courses. Cognition Practice would better to proceed simultaneously with Theory of Electric Machinery. The students can learn Theory of Electric Machinery course easily and deeply comprehend the principle of electric machine. At the same time the practice ability of students is improved. Cultivate labor concepts and basic labor skills are gradually developed. Initial Engineering concepts is formatted.

三、课程目标

本认识实习课程配合电机学课程学习同步分散进行，将认识实习开放实验室中多种电器设备的认知实训、生产企业参观实习和电机学理论知识学习有机结合，提高了认知深度，激发学生的专业学习兴趣，培养基本工程理念、工程实践能力，同时可完成劳育教育，培养劳动观念、基本劳动技能，获得基本劳动成果。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	理解电气工程及其自动化专业相关的电力建设和电气设备的制造及工作过程，理解电气工程专业在国民经济中的巨大作用和影响，建立起强烈的社会责任感。	参观电力变压器、电机厂等企业，了解国家电力事业的发展和社会作用，通过撰写实习报告分析和体会企业文化、国家制度在电力事业发展中的巨大影响力，激发为国家发展而努力学习的社会责任感。
目标 2	能够理解和评价针对复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响，正确评价电气工程实践	通过对传统电力系统和新型电力系统的组成特点的学习，理解电气工程对社会发展和环境影响的作用；通过企业参观和电机

	的可持续性。	设备的理论分析计算，体会电气学科在节能减排和绿色能源革命中的作用和意义。
目标 3	具有人文社会科学素养、社会责任感，能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。	在电机实践操作和企业参观过程中，学习安全规范和操作规程，培养职业道德素养、团队协作精神和职业责任感，提高个人素养，同时体会个人发展与社会进步、国家富强的关系。
目标 4	能够在多学科背景下的团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。能与其他学科成员有效沟通、合作共事，能够组织、协调和指挥团队开展工作。	企业参观过程中，通过与企业生产人员的交流了解生产过程的管理规范和分工原则，体会团队协作的作用和意义；结合电机实训和实验中的分组管理和实施过程，培养团队协作意识和基本管理能力。
目标 5	能够就电气工程问题撰写技术报告和分析结果，完整流畅与业界同行进行有效沟通、交流。了解我国能源发展的现状和未来发展趋势。	通过电机、变压器等设备特性试验和实训操作，撰写实操报告和实验报告，深入分析评价设备性能和特点。通过实操或企业参观过程中的问题分析、交流讨论等方式，锻炼专业知识的表达和沟通能力，为将来的专业学习打下坚实的基础。观看特高压输电、白鹤滩水电站等大国重器视频资料，了解我们国家电力发展现状和未来国际能约互联网的发展愿景。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4	目标 5
	6.1 了解电气工程领域相关的技术标准体系、产业政策和法律法规，理解不同社会文化对工程活动的影响；		M			
6.2 能够分析和评价电气工程实践和电气工程领域复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，以及这些制约因素对项目实施的影响，并理解应承担的责任。		H				
7.1 能够知晓和理解环境保护和可持续发展的理念和内涵；能够认识电气工程在环境保护和可持续发展中的作用。			H			
8.1 理解个人与社会的关系，具有人文社会科学素养和社会责任感，正确地认识中国国情，树立和践行社会主义核心价值观。				H		
9.1 能与其他学科的成员有效沟通，合作共事；					H	
9.2 能够理解个人在团队中承担的角色及责任，能够在团队中独立或合作开展工作；					M	

10.1 针对电气工程领域的复杂工程问题，能够通过撰写书面报告、设计汇报文稿、口头交流等多种方式，准确表达个人观点，回应质疑，与业界同行及社会公众进行有效沟通与交流，理解与业界同行和社会公众交流的差异性。					H
10.2 能了解电气工程领域的国际发展趋势和研究热点，具备一定的国际视野，理解和尊重世界不同文化的差异性和多样性；					L

四、课程教学内容及学时分配

实验一 题目：变压器（3 学时）

【教学目标和要求】

通过学习变压器结构，及观看变压器制造工艺视频，结合电机学课堂教学掌握变压器的各结构部件及生产制造过程。具体体现为：

- 1、掌握变压器结构；（支撑课程目标 1）
- 2、能叙述变压器各种零部件名称及作用；（支撑课程目标 2）
- 3、了解制造变压器所用材料及制造工艺。（支撑课程目标 5）

【主要仪器设备和药品】

- 1、单相变压器一台；
- 2、三相变压器一台；
- 3、电桥一块，万用表一块；
- 4、变压器制造工艺视频软件。

【实验要求】实验的难点和重点、实验安全和环保要求等。

通过结构学习与观看变压器制造工艺视频，结合电机学课堂理论学习重点掌握变压器结构及变压器各种零部件名称及作用。了解变压器制造工艺。

实验二 题目：直流电机（3 学时）

【教学目标和要求】

通过学习直流电机结构，结合电机学课堂教学掌握直流电机的各结构部件

及作用，能独立拆装直流电机，培养动手操作能力，体会动手操作成果。具体体现为：

- 1、理解直流电机的结构，认识直流电机各种零部件；（支撑课程目标 2）
- 2、能按照直流电机装配流程独立拆装直流电机；（支撑课程目标 3）
- 3、掌握各结构部件的名称及作用；（支撑课程目标 1）
- 4、能判断电枢绕组和励磁绕组并能按铭牌要求正确接线。（支撑课程目标 1）

【主要仪器设备和药品】

- 1、直流电机一台；
- 2、工具箱一套；
- 3、万用表一块。

【实验要求】实验的难点和重点、实验安全和环保要求等。

重点要求能独立拆装直流电机及各结构部件的名称和作用。在拆装电机过程中，严格按照装配流程操作，注意安全避免砸伤，需特别注意电刷的拆装避免损坏，掌握各种装配工具的正确使用，不许敲打螺钉和端盖子口，电机装配完毕后检查电机是否运转良好。如没有按照操作规程安装电机有部件损坏学生应适当进行赔偿。

实验三 题目：感应电机（3 学时）

【教学目标和要求】不能仅说明掌握、了解等低阶目标，要突出能力和素质培养。

通过学习感应电机结构，结合电机学课堂教学掌握感应电机的各结构部件及作用，能独立拆装感应电机，培养动手操作能力，体会动手操作成果。具体体现为：

- 1、掌握感应电机的结构；（支撑课程目标 2）

- 2、能叙述感应电机各种零部件名称及作用；（支撑课程目标 2）
- 3、能独立拆装感应电机；（支撑课程目标 1）
- 4、通过定子绕组的炭线能判断电机的主要技术参数。（支撑课程目标 4）

【主要仪器设备和药品】

- 1、感应电机一台；
- 2、工具箱一套；
- 3、万用表一块。

【实验要求】实验的难点和重点、实验安全和环保要求等。

重点要求能独立拆装感应电机，能叙述各结构部件的名称及作用。在拆装电机过程中，严格按照装配流程操作，注意安全避免砸伤，注意各种装配工具的正确使用，不许敲打螺钉和端盖子口，电机装配完毕后检查电机是否运转良好。如没有按照操作规程安装电机有部件损坏学生应适当进行赔偿。

实验四 题目：同步电机（3 学时）

【教学目标和要求】不能仅说明掌握、了解等低阶目标，要突出能力和素质培养。

通过学习同步电机结构，结合电机学课堂教学掌握同步电机的各结构部件及作用，培养动手操作能力，体会动手操作成果。具体体现为：

- 1、掌握同步电机的结构；（支撑课程目标 1）
- 2、能叙述同步电机各种零部件名称及作用；（支撑课程目标 3）
- 5、能了解同步电机的装配工艺；（支撑课程目标 2）
- 6、通过定、转子绕组的接线能判断电机的主要技术参数。（支撑课程目标 2）

【主要仪器设备和药品】

- 1、同步电机一台；
- 2、工具箱一套；

3、万用表一块。

【实验要求】实验的难点和重点、实验安全和环保要求等。

重点要求能掌握同步电机装配工艺，能叙述各结构部件的名称及作用。结合电机学课堂教学对加深对同步电机结构了解和工艺过程及要求。

实验五 题目：电机故障演示实验（4 学时）

【教学目标和要求】

通过各种电机故障演示，结合理论学习培养学生综合应用能力，培养动手操作能力，体会动手操作成果。具体体现为：

- 1、演示几种电机的故障运行；（支撑课程目标 2）
- 2、学会判断电机故障原因；（支撑课程目标 5）
- 3、提出问题，引导学生积极思考。（支撑课程目标 4）

【主要仪器设备和药品】

- 1、电机实验台；
- 2、各种电机各一台
- 3、功率表、电压表、电流表、转速表、万用表一块。

【实验要求】实验的难点和重点、实验安全和环保要求等。

演示几种电机的故障运行，能根据电机学课程的学习知识正确判断故障原因，并提出处理方法，培养基本分析能力和实践操作能力。

实验六 题目：变压器及各种电机生产工艺（10 学时）

【教学目标和要求】

组织学生外出参观变压器厂和电机厂，通过参观下厂实习学生亲身体会变压器及电机生产制造现场，不仅学习电机生产过程及制造工艺也了解了企业文化，为他们将来走向工作岗位成为一名合格的工程师奠定了一定的基础，同时深入

认知社会劳动，培养劳动观念。具体体现为：

1、严格按厂方安全规定进行安全教育，进行参观实习；（支撑课程目标 3）

2、提交实习报告。（支撑课程目标 4）

【主要仪器设备和药品】

参观变压器及电机制造厂。

【实验要求】实验的难点和重点、实验安全和环保要求等。

学习电机生产过程及制造工艺，了解了企业文化。注意安全，严格按照安全规定组织学生参观实习。

五、实习进度安排

认知实习与电机学课程学习同步进行，根据电机学课程章节学习进度分散安排相应实习内容。具体时间安排如下。

表 2 课程设计进度安排

序号	实习内容	场所	学时	时间
1	理论教学	学校认知实习基地	3	学期第二周
2	变压器认知	认知实习基地	3	变压器章节学习期间
		变压器厂参观	5	
3	直流电机认知	认知实习基地	4	直流电机章节学习期间
4	感应电机认知	认识实习基地	3	感应电机章节学习期间
5	同步电机认知	认知实习基地	4	同步电机章节学习期间
		电机厂参观	5	
6	电机故障分析	认知实习基地	4	课程学习末段
合计			32	

六、每年更新实验项目

根据电机学的讲授情况和学生的学习情况，每年对于认识实习的侧重点进

行调整，主要包括：

- 1、电机认识实习基地中不断更新、完善电机种类的实习操作；
- 2、根据学生参加的创新活动情况，可利用认识实习平台为学生提供物质和理论上的支持，以利于学生的创新精神的培养。
- 3、练习相关电机产品生产企业，为学生创造尽可能多的参观实习机会，培养学生的动手科研能力。

七、课程教学基本要求

根据实习期间的表现（包括考勤、工作表现、单位意见）、实习报告进行考核。实习考核同时按照以下原则：

1、学生应服从实习单位的管理，尊重实习单位教师和工程技术管理人员，虚心学习。除完成实习任务外，可主动协助认识实习单位做一些力所能及的公益劳动。

2、学生在实习期间应严格遵守实习单位的各项规章制度、操作规程、劳动纪律和安全要求。对有统一着装要求和使用劳动用品的实习内容，应统一着装。着装应适合于劳动的特点。不许穿拖鞋、背心、高跟鞋、裙子、披发等进入实习场地。应特别注意人身和设备安全，未经许可不得擅自操作机器设备、进入与实习无关的部门。

3、学生凡违反上述规定，经批评教育无效者，实习成绩作不及格处理，并停止其继续参加本次实习。

4、实习期间原则上不得请假，遇特殊情况要经院团委及指导教师批准，否则按旷课处理。凡无故旷课者按相关学生管理规定进行纪律处分。对上、下班无故迟到、早退、擅自离开毕业实习岗位等，经两次批评教育无效者，按旷课1天计算。学生擅自不参加实习，旷课天数达1天及以上者，实习成绩作不及格处理。

5、病事假天数超过实习天数1/3以上者，实习成绩作不及格处理。

八、教材及参考书目

- 1、王秀和，孙雨萍编著，电机学，机械工业出版社，2013，国家“十二五”规划教材
- 2、哈尔滨电机制造学校主编，电机制造工艺学，北京机械工业出版社，1979

3、李光中，周定颐 主编，电机及电力拖动，机械工业出版社，2013

九、课程成绩考核

(一) 考核内容

实习成绩分五级：优秀（90分或以上）、良好（80~89分）、中等（70~79分）、及格（60~69分）、不及格（小于60分）。

考核内容与课程教学目标、毕业要求指标点的对应关系如表3所示。

表3 课程考核内容及所占比例

考核方式	课程教学目标	教学内容	考核分值
实习报告 70%	目标 1	参观电力变压器、电机厂等企业，了解国家电力事业的发展和社会作用，通过撰写实习报告分析和体会企业文化、国家制度在电力事业发展中的巨大影响力，激发为国家发展而努力学习的社会责任感。	15分
	目标 2	通过对传统电力系统和新型电力系统的组成特点的学习，理解电气工程对社会发展和环境影响的作用；通过企业参观和电机设备的理论分析计算，体会电气学科在节能减排和绿色能源革命中的作用和意义。	10分
	目标 3	在电机实践操作和企业参观过程中，学习安全规范和操作规程，培养职业道德素养、团队协作精神和职业责任感，提高个人素养，同时体会个人发展与社会进步、国家富强的关系。	15分
	目标 4	企业参观过程中，通过与企业生产人员的交流了解生产过程的管理规范和分工原则，体会团队协作的作用和意义；结合电机实训和实验中的分组管理和实施过程，培养团队协作意识和基本管理能力。	15分
	目标 5	通过电机、变压器等设备特性试验和实训操作，撰写实操报告和实验报告，深入分析评价设备性能和特点。通过实操或企业参观过程中的问题分析、交流讨论等方式，锻炼专业知识的表达和沟通能力，为将来的专业学习打下坚实的基础。观看特高压输电、白鹤滩水电站等大国重器视频资料，了解我们国家电力发展现状和未来国际能约互联网的发展愿景。	15分
实习表现 30%	目标 2、3	参观电力变压器、电机厂等企业，了解国家电力事业的发展和社会作用，通过撰写实习报告分析和体会企业文化、国家制度在电力事业发展中的巨大影响力，激发为国家发展而努力学习的社会责任感。	30分

每个学生以 100 分记分制计算出各自的成绩，然后转换成五级记分制评定出学生的最终成绩，即优秀、良好、中等、及格、不及格。100 分记分制成绩与五级记分制成绩的转换关系按照以下标准进行：

表 4 100 分记分制成绩与五级记分制成绩转换标准

100 分记分制成绩	60 以下	60----69	70----79	80----89	90 以上
五级记分制成绩	不及格	及格	中等	良好	优秀

(二) 评分标准

实习类型	认识实习	培养方案版本	2017
考核方式	实习报告、实习表现		
实习报告 (70%)	成绩	评分标准	
	优 (90~100分)	根据任务书要求，能够灵活运用所学知识很好地完成电气设备分析；掌握电气设备的工作原理，电力生产过程，各种控制电器及控制系统的工作情况，电力的生产和输送情况；能够正确地理解和评价实习单位主要产品及工艺对社会可持续发展的影响；能够正确地理解实习单位采用的主要工程管理原理与方法；实习报告撰写规范，字迹工整。	
	良 (80~89分)	根据任务书要求，能够正确运用所学知识完成电气设备分析；掌握电气设备的工作原理，电力生产过程，各种控制电器及控制系统的工作情况，电力的生产和输送情况；能够理解和评价实习单位主要产品及工艺对社会可持续发展的影响；能够理解实习单位采用的主要工程管理原理与方法；实习报告撰写较规范，字迹较工整。	
	中 (70~79分)	根据任务书要求，能够运用所学知识完成电气设备分析；了解电气设备的工作原理，电力生产过程，各种控制电器及控制系统的工作情况，电力的生产和输送情况；能够理解实习单位主要产品及工艺对社会可持续发展的影响；能够了解实习单位采用的主要工程管理原理与方法；实习报告撰写较规范。	
	及格 (60~69分)	根据任务书要求，能够基本完成电气设备分析；了解电气设备的工作原理，电力生产过程，各种控制电器及控制系统的工作情况，电力的生产和输送情况，无基本概念错误；基本了解实习单位主要产品及工艺对社会可持续发展的影响；基本了解实习单位采用的主要工程管理原理与方法；实习报告撰写基本规范。	

	不及格 (0~59分)	未完成任务书规定的主要任务, 或完成的部分质量很差, 实习报告撰写潦草, 工作不认真。
实习表现 (30%)	成绩	评分标准
	优 (90~100分)	根据任务书要求, 积极主动地参与实习单位的实践工作, 工作表现优异; 遵守实习单位规章制度、操作规范, 责任心强; 具有较强的团队意识和集体荣誉感, 能够承担团队中不同角色的作用和责任, 表现优异; 能够从专业角度主动与现场工程师进行沟通, 表达清晰、准确。
	良 (80~89分)	根据任务书要求, 积极参与实习单位的实践工作, 工作表现较好; 遵守实习单位规章制度、操作规范, 责任心较强; 具有较强的团队意识和集体荣誉感, 能够承担团队中不同角色的作用, 表现较好; 能够从专业角度与现场工程师进行沟通, 表达比较清晰、准确。
	中 (70~79分)	根据任务书要求, 参与实习单位的实践工作, 工作表现尚可; 遵守实习单位规章制度、操作规范, 有一定责任心; 具有较强的团队意识和集体荣誉感, 能够承担团队中不同角色的作用, 表现尚可; 能够从专业角度与现场工程师进行沟通, 表达基本清晰、准确。
	及格 (60~69分)	根据任务书要求, 参与实习单位的实践工作, 工作表现一般; 能够遵守实习单位规章制度、操作规范, 有一定责任心; 具有一定的团队意识, 能够承担团队中不同角色的作用和责任, 表现一般; 能够与现场工程师进行沟通, 表达基本准确。
	不及格 (0~59分)	不按时参与实习单位的实践工作, 无故缺勤达到一半及以上时间; 不遵守实习单位规章制度、操作规范, 工作态度不认真, 不遵守实习纪律。

(三) 考核环节权重

认识实习指导教师, 根据上述评分标准, 针对每位学生给出实习报告成绩、实习表现成绩, 成绩的占比分别为 70%, 30%, 据此得到每位学生的实习成绩。

另外, 实习成绩与课程目标之间的对应关系如下表所示。

实习成绩与课程目标之间的对应关系

课程目标	实习报告 70%	实习表现 30%
	占比	占比
课程目标 1	20%	10%
课程目标 2	20%	20%
课程目标 3	20%	20%

课程目标 4	20%	25%
课程目标 5	20%	25%
合计	100	100

十、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	实验一	特高压变压器	特高压变压器的生产及应用	大国重器，体现国家科技能力和制造能力的发展，体现民族自豪感
2	实验 2	电机的发展与创新	新中国建立，尤其是改革开放以来，中国的电机事业的发展与创新	培养学生的民族自信心和自豪感，面对激烈的国际竞争，要具有责任意识和担当。
3	变压器厂参观	安全教育	入厂第一课：安全教育	引导学生认识到安全在工业生产中的重要性，培养较强的安全意识。
4	实验 4	电感与磁场储能	从能量守恒的角度推导磁场储能	培养学生利用基本的原理和定理解决实际问题的能力。

山东大学 电气工程 学院

《生产实习》课程教学大纲

编写人：张利

审定人：杨明

编制时间：2020年5月

审定时间：2020年5月

一、课程基本信息：

课程名称	生产实习				
英文名称	Engineering Training				
课程编码	sd01930990				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input checked="" type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	3	总学时	理论学时	实验学时	实践学时
		3周			3周
适用专业	电气工程及其自动化，电卓越				
先修课程	已完成学科基础平台课程和专业基础课程的学习				
课程网站					

二、课程描述

生产实习以火力发电厂或电网运行与运营的相关技术领域为重点。主要方式是听专题报告、阅读技术资料、参观、现场跟班学习以及技术实操训练等。通过生产实习让学生全面了解电力生产过程及其中能量转化、运行控制等的原理和特点；了解电气一次设备、电气二次设备的功能与特点；了解电气工程领域新技术的应用情况和电力工程经济问题等。通过实习指导教师和现场技术人

员的指导，帮助学生加深对所学专业工程现状的认识和理解；通过跟班学习、技术实操，培养学生自主学习、不断适应实际的能力；同时通过在实习中与技术人员和工人师傅的广泛交流，培养学生正确的职业观念和规范。

The engineering training takes the thermal plant as a focus, considers the related technical fields of power grid operation as well. The main mode includes listening to special reports, reading technical information, taking a visit, follow-up learning, operation training and so on. Through engineering training, students can fully understand the principles and characteristics of power generation, operation and control, understand the functions and characteristics of electrical primary equipment and electrical secondary equipment, understand the application of new technologies in electrical engineering and the economic problems of power engineering, etc.. Through the guidance of the supervisors and the field technicians, the engineering training aims at helping students deepen their understanding of the current situation of electrical engineering. Through follow-up learning and technical practice, cultivate students' ability to learn independently and constantly adapt to reality. At the same time, through extensive communication with technicians and workers in practice, students can cultivate correct professional concepts and norms.

三、课程教学目标

【课程目标】

通过生产实习让学生全面认识和理解所学专业工程现状；了解电气工程领域新技术的应用情况和电力工程经济问题等。通过实习指导教师和现场技术人员的指导，帮助学生加深对所学专业工程现状的认识和理解；通过跟班学习、技术实操，培养学生自主学习、不断适应实际的能力；同时通过在实习中与技术人员和工人师傅的广泛交流，培养学生正确的职业观念和规范。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	通过听专题报告和现场参观，增进学生对所学专业工程现状、工程问题与环境及社会的关系等的认识和理解，增长学生的专业实践知识。	听专题报告和现场参观，建议学生通过查阅相关资料进行自主学习，增进理解；学会理论联系实际，深入了解实习项目所涉技术问题以及相关的环境、社会问题。
目标 2	尽可能全面地参与实习单位各工种的实践，了解它们之间的区别与联系，了解企业生产中整体与局部的关系，增进学生对电气工程各环节间分工与协同的理解，并学会技术经济统筹平衡的决策思想。	通过听现场技术人员指导和跟班学习，深入了解企业生产中的分工情况，了解各环节的不同作用、技术特点和成本组成，了解企业整体运行与决策是如何进行的。
目标 3	通过学习实习单位的规章制度、在实习中与技术人员和工人师傅的广泛交流，培养学生正确的职业观念和遵章守纪的职业规范。	学习行业的安全规定和技术规范，并进行测验；请实习单位技术人员和工人师傅讲述工作中的事例，以及劳动模范的事迹等。
目标 4	通过分组合作参与实际操作、完成实习报告与答辩等，培养学生的团队合作意识，沟通、交流及表达能力。	根据任务体量采取指定与自愿相结合的方式对学生进行适当分组，以小组为单位开展实际操作、实习报告、答辩等环节，并在过程中关注每位学生的表现。

【课程目标与毕业要求指标点的对应关系】

毕业要求	课程目标	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
	6.1 了解电气工程领域相关的技术标准体系、产业政策和法律法规，理解不同社会文化对工程活动的影响；				H
7.1 能够知晓和理解环境保护和可持续发展的理念和内涵；能够认识电气工程在环境保护和可持续发展中的作用。	M				
7.2 能够站在环境保护和可持续发展的角度思考电气工程实践的可持续性，评价电气工程实践可能对人类和环境等方面产生的积极意义和不利影响。	H				
8.2 理解诚实公正、诚信守则的工程职业道德和规范，理解工程师对公众安全、健康和福祉，以及环境保护应承担的社会责任，并在电气工程实践中自觉遵守和履行。				H	
9.1 能与其他学科的成员有效沟通，合作共事；			H		
9.2 能够理解个人在团队中承担的角色及责任，能够在团队中独立或合作开展工作；					H
10.1 针对电气工程领域的复杂工程问题，能够通过撰写书面报告、设计汇报文稿、口头交流等多种方式，准确表达个人观点，回应质疑，与业界同行及社会公众进行有效沟通与交流，理解与业界同行和					H

社会公众交流的差异性。				
11.1 掌握电气工程项目中涉及的管理与经济决策方法。了解工程及产品全周期、全流程的成本构成，理解其中涉及的工程管理与经济决策问题；		H		

四、实习内容

根据每年的实习单位落实情况，不同班级的生产实习可能在电厂或国网技术学院开展。实习开始前，学院将就实习目的、实习内容、实习安排等与实习单位磋商，结合实习单位实际制定详细的具体实习计划，因此每年的地点与内容不完全一致。一般包括但不局限于以下内容：

1. 通过听报告和参观，完整认知电力系统的生产过程，了解电力系统发输变配各环节的作用，了解电气设备的功能、布置方式以及相互连接。
2. 学习电力安全工作规程相关要求，掌握常用的安全工器具的使用方法。
3. 了解锅炉的工作原理与运行技术，包括给水系统、蒸汽系统和风烟系统的主要设备、运行及控制方式，锅炉点火、升压、停炉和卸压的主要操作程序、注意事项和所需时间等。
4. 了解汽机的工作原理与运行技术，包括主蒸汽系统、凝结水系统、回热系统和给水除氧系统的主要设备及其运行情况。
5. 了解发电机和变压器的基本组成，包括型式、构造、主要参数和冷却方式等。
6. 了解发电机的运行技术，包括发电机起动、并列和停机的步骤以及正常运行中调节有功、无功的方法。
7. 了解电厂的技术管理、生产指挥系统、主要技术经济指标及降低煤耗、节约厂用电所采取的措施。
8. 了解变电站常用的一次设备（变压器、互感器、断路器、避雷器等）的内部结构、工作原理、运维等；学习常用电气试验方法；进行常规试验（如绝缘电阻、直流电阻）的试验接线，数据分析等
9. 了解电气主设备的检测和检修技术，学习电气试验标准化工作流程并进行实

- 操训练；学习断路器操动机构二次回路原理及故障排查、机械特性试验方法并进行实操训练；
10. 熟悉电厂、变电所电气主接线系统，正常的检修运行方式及其主要操作，分析主接线的优缺点。
 11. 了解继电保护关键技术。学习变压器、线路保护的原理及配置，进行保护装置运维的实操训练；
 12. 了解配电运检的发展现状，了解配电自动化关键技术及新技术等。
 13. 学习电网调度管理及相关条例，观摩电网操作和案例讲解，模拟进行倒闸操作；
 14. 了解中国电力工业改革的现状和电力工业商业化运营的发展趋势。

五、课程思政要素

序号	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	安全教育	安规案例	引导学生重视安全问题，遵守规则与秩序，增强法律意识和职业责任感。
2	行业发展状况	我国电力系统的发展成就	引导了解电网发展的巨大成就，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当，坚定“四个自信”。
3	技能要点	劳模事迹	通过榜样人物激发大学生的爱岗敬业的精神，培养正确的职业观念。
4	新技术介绍	科技创新事例	引导学生关注新型电力系统建设的国内外前沿技术，激发学生的科研兴趣，培养学生的创新意识。

六、实习内容与课程目标对应关系

	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4
内容 1	√			
内容 2	√	√	√	

内容 3	√			
内容 4	√		√	
内容 5	√			
内容 6	√			
内容 7	√		√	
内容 8	√	√	√	√
内容 9	√	√		√
内容 10	√			
内容 11	√	√		√
内容 12	√	√	√	
内容 13	√	√	√	√
内容 14	√	√	√	√

七、考核及成绩评定方式

实习期间，学生要写实习笔记，收集有关资料，实习结束前，整理成一份实习报告。实习报告应包括：对实习内容的了解程度、体会和收获，对现场的某些问题的基本定性分析，最后给出概括性结论。要求概念清楚、文字流畅，正确引用文献。

实习结束前，要进行考试，考试方式可采用笔试、口试。每个学生的实习成绩由考试成绩、实习报告评价及其在实习过程中的表现综合评定，比例为3:3:4，分优、良、中、及格、不及格五等。实习报告不合格、实习表现较差者成绩按不及格处理。

【评分标准】

分 值	不及格	及格	中	良	优
--------	-----	----	---	---	---

考核环节					
出勤情况	无故缺勤超过实习天数的1/3	请假天数多于5天	请假天数4~5天	请假天数2~3天	请假不多于1天
实习笔记	未记笔记, 或内容极少	内容少, 记录潦草	有一定内容, 叙述较清晰	内容较详实, 叙述清晰	内容详实, 叙述清晰
实习报告	内容不符合要求	内容有缺项, 论述不充分	内容基本符合要求, 论述不充分	内容组织恰当, 论述有一定深度	内容丰富, 重点鲜明, 有独立见解
笔试或口试	一半以上的问题不能回答或回答不对	60%以上的问题回答正确	70%以上的问题回答正确	80%以上的问题回答正确	90%以上的问题回答正确

八、教材及参考资料

【参考资料】

- 1、国网技术学院. 《电网认知实习手册》
- 2、王士政, 冯金光. 《发电厂电气部分(第3版)》, 水利电力出版社, 2013
- 3、余建华. 《发电厂电气设备及运行》, 中国电力出版社, 2009
- 4、肖艳萍. 《发电厂变电站电气设备》, 中国电力出版社, 2008

山东大学 电气工程 学院

《电力系统动模实验》课程教学大纲

编写人：随慧斌

审定人：邹贵彬

编制/修订时间：2020年4月

审定时间：2020年5月

一、课程基本信息

课程名称	电力系统动模实验				
英文名称	Power system dynamic simulation experiment				
课程编码	sd01931760				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input checked="" type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	1	总学时	授课	上机	实验
		32 学时			32 学时
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	电气工程基础				
课程网站					

二、课程简介

【课程中文简介】

该课程是电气工程专业的实践环节课程，是电气工程及其自动化专业的一门综合性实践必修课。通过该课程的学习，可以使学生对电力系统的组成和运行有一个较全面的了解，对发电机的运行、系统分析及电力系统故障分析有更直观的认识，学生能够通过动态模拟系统上的实验，分析系统有功功率与

频率的关系及系统无功功率与电压的关系，掌握频率调整和电压调整的方法和措施；通过设置故障,观察故障电流在电网中的分布情况，能够分析、判断故障特性及类型；能够了解变电站的组成和运行的基本知识。通过本课程的学习，培养学生的辩证思维能力和职业伦理素养，树立理论联系实际的科学观点和提高学生分析问题解决问题的能力。

【课程英文简介】

Power system dynamic simulation experiment is a comprehensive experimental course for electrical engineering. Through the study of this course, the students should have a more comprehensive understanding of the composition and operation of the power system, have a more intuitive understanding of the generator operation, power system analysis and fault analysis. Through the experiment on the dynamic simulation system, students must study the relationship between the active power and the frequency of the system, the reactive power and voltage, the control methods and measures to adjust frequency and voltage; By creating fault, students will observe the fault current distribution in the power grid to master the fault analysis method; master the basic knowledge of the composition and operation of substation. Through the study of this course, students can improve their dialectical thinking ability and engineering ethics, establish the scientific viewpoint of linking theory with practice, and get the ability to analyze and solve problems.

三、课程目标

通过学习电力系统动态模拟方法，使用动模系统模拟电力系统运行、功率平衡调节以及电力系统线路故障分析，学生能够掌握电力系统动态模拟的基本概念和分析计算方法，培养学生应用电力系统分析理论对实际过程问题进行计算、建模、分析的能力，通过讨论、项目汇报等培养学生的交流沟通与合作能力、终身学习的能力。

序号	课程目标	达成途径或方法
----	------	---------

<p>目标 1</p>	<p>了解现代化电能的生产、传输、分配和使用的全过程，了解电力系统的仿真方法，总结归纳数学模拟方法好物理模拟方法的优缺点，合理选择电力系统研究工具。了解电力系统中发电机组基本操作，不同电力系统故障特点以及治理措施。</p>	<p>利用相似的基本原理，了解不同电气元件例如发电机、电力变压器、负荷、输电线路等的模拟方法。 在实验报告中，建立对电力系统动态模拟实验室的模拟方案，计算系统中元件等效参数，详述模拟方案的具体步骤和计算结果。</p>
<p>目标 2</p>	<p>熟悉动模仿真实验室的构成，明确各部分主要电气设备的概念及作用。了解发电机组启动、调速、励磁、并网、增减负荷、解列、停机等基本操作。了解监控系统的基本构成和操作，掌握输电线路故障性质和方法，掌握各种故障对电力系统产生的影响。</p>	<p>熟练掌握发电机相关知识和启停基本操作，完成低压配电室、无穷大电源、发电机组、开机、调速、励磁调节、并网（并列、并机、并车）、增减负荷、解列、停机等一次二次系统的基本实验操作； 按照原理图在已经投入运行的线路中开展线路故障设置和操作，打开波形图进行录波，分析故障对系统产生的影响并记录在实验报告中。</p>
<p>目标 3</p>	<p>学会有功、无功调节，熟悉电力系统正常运行下主要物理量之间的关系，通过实验加深对电力系统静态稳定性问题基本理论的认识；在示波器中记录下电压电流曲线，通过分析各种故障后电压电流变化曲线，分析各种故障对电力系统产生的影响及抑制措施。</p>	<p>在掌握动模实验原理的基础上，实现发电机组与系统并网运行，分别调节励磁调节器和转速调节器，将控制屏上显示的值填入实验报告中，画出变化曲线，分析各量之间的关系。 将系统不同故障条件下的波形图化在实验报告中，并对故障的相别、性质进行分析。</p>
<p>目标 4</p>	<p>能够理解实验方案设计，分析实验方案执行过程中的可能出现的现象及实验结果，能够规避可能对实验造成破坏的活动和操作。</p>	<p>通过对电力系统建模的讲解，设计实验系统的多个解决方案，通过综合分析各方案的可靠性、安全性及有效性，考虑实施过程中的风险问题，选择最优方案。</p>
<p>目标 5</p>	<p>能够利用网络课程资源了解电力系统工程与环境及行业发展的关系，了解环境保护等相关法律制度，能够在以电气工程师求是、创新、尊重生命和自然的科学精神完成实验项目。</p>	<p>利用各种学习资源，了解电气工程对社会和环境的影响，在动模实验系统设计接线、发电机启停与并网实验、电力系统发电机有功无功调节实验和电力系统故障分析实验中通过精密正确操作各种仪器设备，正确处理实验过程中可能出现的问题，实现对电气工程师社会责任的理解和应用。</p>
<p>目标 6</p>	<p>能够在分组实验中明确所承担的任务，具有合作精神、履行所属责任，共同完成实验项目。</p>	<p>在掌握动模实验原理的基础上，在发电机启停与并网实验、电力系统发电机有功无功调节实验和电力系统故障分析实验中分</p>

		组完成实验设计、实验操作和实验结果的分析，通过配合完成课堂操作和数据采集，实现合作及有效沟通和交流。
目标 7	能够根据实验要求进行小组分工，每个小组成员在不同的实验内容中担任组长、监护员、操作员、记录员等不同的角色，协作完成实验操作、监护、数据记录、数据分析与整理等工作。	在动模实验系统设计接线、发电机启停与并网实验、电力系统发电机有功无功调节实验和电力系统故障分析实验中，要求学生开展小组分工与合作，轮换担任不同角色，完成实验操作、监护、数据记录、数据分析等工作。
目标 8	能够了解实验内容相关的电力系统、仿真分析等国际前沿发展趋势与技术进展、研究热点等。对于各国采用的不同技术方案及其优缺点有所了解。	通过了解含新能源电力系统的组成及运行特点，引导学生关注国际与国内对新型电力系统的特征与运行特性的研究进展，并一起展望未来电网的各种功能特点与目前存在的差距。讲解动模实验室控制系统、物理动模系统的数字监控的运行，以及实际生产系统中的数字监控的强大功能，使学生建立对生产前沿的认识；通过引导学生了解信息革命对电网的影响，认识知识创新对于生产力发展的重要推动作用，理解课程内容的知识性、时代性。通过实操让学生掌握实验室故障录波器分析软件的使用，并熟练分析故障类型和故障位置，了解故障分析的技术前沿。
目标 9	能够在良好掌握各个实验相关的理论和技术内容的基础上，通过查询资料进一步理解技术要点，总结实验原理、流程，并对不同的实验结果进行分析和论证。	通过对电力系统动态模拟实验相关理论和技术的讨论，使学生建立对相关技术问题的理解，在具体的实验系统设计、实验操作和实验结果分析的过程中，逐步提高学习力和理解力，不断归纳实验结果的特征，并能够鉴别异常数据，通过查询专业资料及网站学习、探究异常数据的产生原因。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标								
	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4	目标 5	目标 6	目标 7	目标 8	目标 9
4.2 根据电气工程领域复杂工程问题的特征，选择研究的技术路线，设计实验方案；	H								

4.3 能根据实验方案构建实验系统，安全地开展实验，科学正确地采集实验或仿真数据。		H						
4.4 能够对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。			H					
6.2 能够分析和评价电气工程实践和电气工程领域复杂工程解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，以及这些制约因素对项目实施的影响，并理解应承担的责任。				H				
8.2 理解诚实公正、诚信守则的工程职业道德和规范，理解工程师对公众安全、健康和福祉，以及环境保护应承担的社会责任，并在电气工程实践中自觉遵守和履行。					H			
9.2 能够理解个人在团队中承担的角色及责任，能够在团队中独立或合作开展工作；						H		
9.3 能够组织、协调和指挥团队开展工作。							H	
10.2 能了解电气工程领域的国际发展趋势和研究热点，具备一定的国际视野，理解和尊重世界不同文化的差异性和多样性；								M
12.2 具有不断学习和适应发展的能力，包括对技术问题的理解能力，归纳总结的能力和提出问题的能力。								H

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

实践与多媒体结合

2. 课程内容：

本课程是电气工程及其自动化专业的实践教学必修课，是对先修课程《电气工程基础》所学知识的综合应用和进一步深化。学生应用先修课程知识分析电力系统运行的物理属性及其基本规律，对发电机的运行、系统分析及电力系统故障分析有更加直观地理解。在教学中既要注意与上述课程的联系、综合、深入，也要注意避免在同一层次上的重复，重点应放在实验的综合、深化和联系实际方面。实验中一定要注意人身及设备安全，严格按照操作要求使用设备。

3. 作业：

主要为课后习题，促进学生理解课堂内容，能模仿例题演算习题，巩固所学知识。

4. 拓展项目

主要为完成实验报告及思考题，促进学生理解课堂内容巩固所学知识。

八、课程教学内容

实验一：电力系统动态模拟理论讲解

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 5、课程目标 8、课程目标 9，通过本章学习，了解电力系统仿真的发展概况及课程学习要求，达成以下目的：

1. 能够正确描述含新能源电力系统组成及运行；支撑课程目标 8
2. 能够理解模拟理论和电力系统动态模拟和数字仿真；支撑课程目标 9
3. 能够熟知实验安全要求；支撑课程目标 5

【重点与难点】

重点：理解模拟理论和电力系统动态模拟方法，常用仿真软件的简单操作，掌握含新能源电力系统组成及运行工程技术与经济的辩证关系，熟知实验安全要求。

难点：电力系统动态模拟方法，常用仿真软件的简单操作。

【实验内容】

电力系统整体结构、运行，含新能源电力系统；动态模拟和数字仿真，simulink，实验室安全。

实验二：实验系统设计

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3、课程目标 4，课程目标 5，课程目标 6、课程目标 7、课程目标 9

通过本章学习，了解电力系统动模仿真系统的设计与接线，达成以下目的：

1. 能够根据相似原理，计算例题电力系统原型的动模实验系统；支撑课程目标 1、课程目标 4、课程目标 5、课程目标 9

2. 根据实验室接线图，接线形成动模实验系统并检查、通电运行；**支撑课程目标 2、课程目标 3、课程目标 5、课程目标 6、课程目标 7**

【重点与难点】

重点：据标么值相等的原则，计算模型的相关参数的有名值；按照实际系统运行方式接线。

难点：计算、调节模型的相关参数的有名值。

【实验内容】

根据算例，选择模拟元件参数和建立模拟系统。

实验三：动模实验室模拟系统及设备介绍及操作练习

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2、课程目标 5、课程目标 8、课程目标 9

通过本章学习，掌握动模实验室实验设备操作，达成以下目的：

1. 能够理解动模实验室控制系统、物理动模系统的数字监控的运行；**支撑课程目标 8**

2. 掌握模拟发电机、模拟线路远程操作、故障录波器分析软件的操作；**课程目标 2、课程目标 5、课程目标 9**

3. 能够遵守实验室安全规则。**课程目标 5**

【重点与难点】

重点：模拟发电机、模拟线路远程操作、故障录波器分析软件的操作。

难点：发电机控制屏操作，线路控制屏的操作和故障录波器分析软件的操作。

【实验内容】

介绍实验室模拟元件及控制设备（模拟发电机励磁、调速控制屏，模拟发电机控制屏，模拟线路控制屏，无穷大控制屏），学习控制设备、录波器分析软件的操作并实操练习。

实验四：电力系统发电机启停、并网实验及讨论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3、课程目标 4，课程目标 5，课程目标 6、课程目标 7

通过本章学习，掌握动模实验室发电机的操作，达成以下目的：

1. 掌握发电机的启动、并网、解列停机等基本操作的原理；支撑课程目标 1
2. 掌握模拟发电机的启停及并网。支撑课程目标 2、课程目标 3、课程目标 4
3. 能够遵守实验室安全规则。课程目标 5
4. 能够小组成员配合监护完成实验任务。课程目标 6、课程目标 7

【重点与难点】

重点：发电机励磁、调速操作，发电机并网条件的判断。

难点：发电机励磁、调速操作。

【实验内容】

在发电机控制屏上操作，实现发电机的启动、并网及解列、停机。

实验五：电力系统发电机有功无功调节实验及讨论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2、课程目标 3、课程目标 4，课程目标 5 课程目标 6、目标 7

通过本章学习，掌握动模实验室实验设备操作，达成以下目的：

1. 能够在发电机单机运行和并网运行时，调节发电机的有功和无功出力。支撑课程目标 2、课程目标 3、课程目标 4
2. 掌握电力系统正常运行方式下发电机的主要物理量之间的关系。支撑课程目标 3
3. 能够遵守实验室安全规则。支撑课程目标 5

4. 能够小组成员配合监护完成实验任务。支撑课程目标 6、课程目标 7

【重点与难点】

重点：能够掌握投入励磁调节器和不投入励磁调节器时发电机的有功功率、无功功率、定子电流、励磁电流之间的变化关系。

难点：投入励磁调节器时发电机的有功功率、无功功率、定子电流、励磁电流之间的变化关系。

【实验内容】

在发电机控制屏、无穷大控制屏、线路开关控制屏上操作，实现单机-无穷大运行模式，增加发电机有功功率、无功功率时，定子电流、励磁电流的变化，记录并分析数据。

实验六：电力系统通信方式

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3、课程目标 4、目标 8、目标 9

通过本章学习，理解电力系统中的通讯方式，达成以下目的：

1. 能够理解电力系统中的通讯方式（485、232、光纤、网络）和原理。支撑课程目标 1、课程目标 4、课程目标 8

2. 能够进行电力系统规约的解读和编码。课程目标 2、课程目标 3、课程目标 9

【重点与难点】

重点：电力系统中的通讯方式（485、232、光纤、网络）和基本原理

难点：通讯接线，Modbus 规约的解读

【实验内容】

介绍电力系统常用的通讯方式，

在实验室内寻找相关的通讯设备；

介绍电力系统规约的解读和编码。

Modbus 规约编码和解码。

实验七：电力系统故障实验控制系统设计及讨论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 4、课程目标 5、课程目标 9

通过本章学习，掌握电力系统中故障分析及实验室故障控制系统，达成以下目的：

- 1.能够掌握电力系统故障类型及对称分量法。支撑课程目标 1、课程目标 9
- 2..能够设计出实现各种短路故障的故障控制系统。支撑课程目标 1、课程目标 4、课程目标 5

【重点与难点】

重点：电力系统故障分析方法；实验室故障控制系统的设计。

难点：设计能够实现各种短路故障的故障控制系统，画出设计图，设计操作步骤。

【实验内容】

介绍电力系统各种简单短路故障及分析方法，设计实验室短路故障控制系统，选择合适的接触器接线。

实验八：电力系统故障分析实验及讨论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3、课程目标 4，课程目标 5、课程目标 6、课程目标 7

通过本章学习，掌握线路各种故障的特点，达成以下目的：

- 1.掌握分析输电线路故障性质的方法；掌握线路各种故障的特点。支撑课程目标 1、课程目标 4
- 2.掌握实验室故障录波器分析软件分析故障类型和故障位置。支撑课程目

标 2、课程目标 3

3. 能够遵守实验室安全规则。支撑课程目标 5
4. 能够小组成员配合监护完成实验任务。支撑课程目标 6、目标课程 7

【重点与难点】

重点：线路故障的实现、在分析软件上分析线路故障的特性。

难点：分析故障类型和故障位置

【实验内容】

分组完成简单短路故障(单相接地、两相接地、两相相间、三相)，配合故障录波器分析波形，记录数据，讨论出现的现象（比如接地相电压不到 0 等）。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	实验一	电力系统仿真的发展	通过介绍中国电科院 PSASP 仿真软件	通过学习国内外仿真软件的发展，看到国内科技的快速发展，提升学生科技兴国的责任感和使命感。
2	实验二	据标么值相等的原则，计算模型的相关参数的有名值	模拟系统参数计算过程中严格按照相关参数标么值相等的原则，才能准确模拟实际系统的运行	在模拟过程中跟研究过程相关的参数要严格一致，其它参数可有限放大范围，引导学生严谨求证和大胆创新结合的科学精神。
3	实验三	动模实验室模拟系统及设备介绍及操作练习	通过介绍动模实验室模拟元件及控制设备，使学生理解模拟电力系统的必要性，引导学生运用电力系统基本知识建立数学模型解决具体问题。	引导学生运用相关自然科学的基本概念和知识建立数学模型并解决电气工程具体问题的能力。
4	实验四	电力系统发电机启停、并网实验及讨论	将已学习的发电机开机、并网、解列、停机、有功无功调节等相关知识进行深化，通过设计实验方案、小组实	引导学生在实验设计的过程中，体现创新意识；在实验操作过程中具备安全实验的意识，遵守实验安全规则与纪律；能够站在环境保护和可持续发展的角度

			验操作、小组讨论的方式，增强学生解决问题的能力 and 沟通交流的能力。通过实验室安全培训的方式，强化学生安全实验的意识，巩固学生对安全实验的重视和理解。	思考电气工程实践的可持续性，评价可能造成的损害和隐患
5	实验五	电力系统发电机有功无功调节实验及讨论	结合有功无功调节的作用，谈一谈电网频率稳定、电压稳定，进一步延伸至电网安全与能源安全。	引导学生思考事物发展的关联性，局部对整体的影响，以及电网安全稳定运行对于国计民生的重大作用，增强整体观和使命感。
6	实验六	电力系统通信方式	结合电力系统通信发展历史，谈一谈信息传递与交互对于电网运行的重要作用，进一步延伸至信息安全对于能源电力系统乃至国家安全的重要性。	教育引导了解信息革命对电网的影响，认识知识创新对于生产力发展的重要推动作用，理解课程内容的知识性、时代性。
7	实验七	电力系统故障类型	电力系统复杂问题分析过程中的方法论，矛盾分析法抓主要矛盾，方法论中问题的简化	通过结合方法论中的基本理论使学生具备科学精神和解决问题的方法。
8	实验八	继电保护的必要性	电力系统暂态分析	体现保电网保国民经济的爱国情怀和职业使命，增强职业责任感。

七、学时分配表

序号	章节	章节内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	实验一	电力系统动态模拟理论讲解		4							4
2	实验二	模拟实验系统设计		4							4
3	实验三	动模实验室模拟系统及设备介		4							4

		绍及操作练习									
4	实验四	电力系统发电机启停、并网实验及讨论	6								6
5	实验五	电力系统发电机有功无功调节实验及讨论	6								6
6	实验六	电力系统通信方式	2								2
7	实验七	电力系统故障实验控制系统设计及讨论	2								2
8	实验八	电力系统故障分析实验及讨论	4								4
合计			32								32

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括课堂实验操作与实验报告。课堂实验操作占 50%，实验报告占 50%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
实验操作 (50%)	课程目标 1	9	100
	课程目标 2	17	
	课程目标 3	11	
	课程目标 4	10	
	课程目标 5	18	
	课程目标 6	13	
	课程目标 7	13	
	课程目标 8	3	
	课程目标 9	6	
实验报告 (50%)	课程目标 1	11	100
	课程目标 2	26	
	课程目标 3	20	
	课程目标 4	9	
	课程目标 5	6	
	课程目标 6	4	
	课程目标 7	4	
	课程目标 8	5	
	课程目标 9	15	

【平时考核环节评分标准】

分值	优	良	中	及格	不及格
----	---	---	---	----	-----

考核环节	(90-100)	(80-90)	(70-80)	(60-70)	(<60)
课堂实验操作	遵守实验室规则，积极参与实验，操作认真、熟练，记录数据清楚、正确。积极配合完成团队工作。	较好遵守实验室规则，能全程参与实验，操作较为熟练认真，较为认真地正确记录数据。配合完成团队工作。	较好遵守实验室规则，基本参与全部实验，操作较为认真，数据记录全。较为配合团队工作。	基本遵守实验室规则，能够参与实验，操作不够认真，记录数据偶有不全。基本配合团队工作。	违反实验室规则，常常不参与实验，不会操作，不记录实验数据。不配合团队工作。
实验报告	版面整洁，格式规范，文字、图表表达清晰条理，实验数据准确，实验结果正确，对课后思考题正确深层分析。	版面较为整洁，格式规范，文字、图表较为清晰条理，实验数据、结果正确，对课后思考题正确分析。	实验报告完整，文字、图表表达基本条理，实验数据、结果完整，基本正确，对课后思考题有较为详细的分析。	实验报告较完整，格式不规范，文字、图表不条理，实验数据、结果不太正确，对课后思考题有简单分析。	实验报告不完整，格式不规范，无图表，实验数据、结果不正确或缺失，对课后思考题无分析或分析错误。

九、教材及参考资料

【教材】

2. 随慧斌, 电力系统动态模拟综合实验指导书(电子版)

【参考资料】

- 1、孙莹, 王葵. 普通高等教育"十五"规划教材 电力系统自动化[M]. 中国电力出版社, 2004.
- 2、杨德先, 陆继明. 电力系统综合实验[M]. 机械工业出版社, 2010.
- 3、汤涌等《电力系统多尺度仿真与试验技术》.北京: 中国电力出版社, 2013.

山东大学电气工程 学院

《综合实验》课程教学大纲

编写人：于静、吕静、张慧、刘宁宁

审定人：丛伟

编制时间：2020.04

审定时间：2020.05

一、课程基本信息

课程名称	综合实验				
英文名称	Comprehensive Experiment				
课程编码	sd01931790				
开课单位	电气工程学院电气工程专业实验室				
实验类型	<input type="checkbox"/> 专业基础实验 <input type="checkbox"/> 专业实验 <input checked="" type="checkbox"/> 综合实验 <input type="checkbox"/> 创新实验 <input type="checkbox"/> 开放实验				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
实验类别	<input checked="" type="checkbox"/> 独立设课 <input type="checkbox"/> 非独立设课				
学分	2	总学时	64	实验学时	64
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	《电机学》、《电力电子技术》、《自动控制理论》、《电气工程基础》等				
课程网站					

二、课程描述

《综合实验》课程以电能的生产、传输和使用为主线，学生通过动手实践，记录、测量、分析电力系统各个环节电气量的状态、特征，进一步感触、感知、感悟电气工程知识的奥秘。通过多学科多项综合实验项目的训练，学生不但对跨专业学科进行多面了解、提高工程实践能力和创新能力，更对所学专业课程认识升华、理论深化。

“Comprehensive Experiment” is a course focusing on the topic of the generation, transmission and utilization of electric energy. The students are taught to measure, record and analyze various electric parameters in every parts of electric system through practice doing, and thus have further feeling, perception and comprehension

about the wisdom of electric engineering specialty. By means of the training of multidisciplinary integration experiment, the students can not only have a wide range of understanding about the interdisciplinary subject, but also improve their engineering practice ability and innovation ability, and even more acquire knowledge subliming and theory deepening on the specialized courses they have learned.

三、课程目标

《综合实验》课的基本目标是经过综合实验课程中各实验项目训练，使学生能够进一步了解电能的生产、传输、分配和使用的过程，加深理解专业理论知识。培养学生通过分析、解释和综合实验结果，得到合理有效的结论，培养学生数据分析和处理能力，文字表达能力，培养学生具备分析和解决工程实践问题的基本技能；要求学生养成遵守安全操作规程、服从统一分工协调操作的良好习惯，从而培养学生理解并遵守工程职业道德和规范，履行职责。通过训练学生小组合作，培养学生沟通交流能力和不断学习、适应发展的能力。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	能够运用电力系统自动化专业理论知识，利用实验平台对规定的实验项目或自行设计的实验项目进行实验验证，整理数据、波形，并通过分析、解释和综合实验结果，得出合理有效的结论。	引导学生理论与实际结合，加强理论知识的消化与吸收，进而找到实验结果与理论有差别的原因，得到正确的结论，提高学生分析和解决实际问题的能力。
目标 2	在实验中能够了解当前电气工程相关仪器、技术、工具的使用原理和方法；熟练使用常用的仪器仪表，养成良好的用电习惯。能够选择和使用合适的仿真软件对实验项目进行仿真，预测和模拟实验结果，理解仿真与实际结果的差别。	引导学生正确选择、使用实验仪器仪表和仿真软件，掌握使用原理和方法。通过仿真和实测，对比分析两者结果的差异，进一步提高学生的工程意识。
目标 3	实验中能够遵守安全操作规程，牢固树立安全理念，通过实验实践活动理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。	实验室内布置实验室安全规范、设备操作规程；通过处理解决实验过程中的各种问题，体会遵守安全操作规程的重要性；要求学生完成实验全部内容后，检查整理仪器、工具，使之物归原位，养成良好的职业习惯和素养。
目标 4	能够分工配合，协调操作，履行职责，认真进行实验操作和测试，共同完成实验项目。	引导学生在实验过程中合理分工，协调配合，发挥团队优势，处理解决实验过程中的各种问题。
目标 5	对实验数据、实验现象和发现的问题分析研究，独立思考，有独到见解。在讨论和交流解决问题过程中	引导学生运用专业理论知识，分析实验现象，处理实验结果。鼓励学生参加小组研讨，充分交流观点。学生在独立撰写实验

	清晰表达观点，能够以严肃认真、实事求是的科学态度独立撰写实验报告。	报告的过程中，锻炼自主学习的能力和对技术问题的理解力，从而深刻认识严肃认真，实事求是科学态度的重要性。
--	-----------------------------------	---

【课程目标与毕业要求的对应关系】

课程目标 毕业要求	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4	目标 5
	4.2 根据电气工程领域复杂工程问题的特征，选择研究的技术路线，设计实验方案； 4.3 能根据实验方案构建实验系统，安全地开展实验，科学正确地采集实验或仿真数据。 4.4 能够对实验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。	H			
5.1 熟悉电气工程领域常用的仪器仪表、信息技术工具、工程工具与模拟仿真软件等，熟悉各种资源和技术，掌握其使用方法，并理解其适用条件和局限性。 5.2 能够根据实际需求，选择与使用恰当的仪器、信息资源、工程工具和专业模拟软件，对电气工程领域复杂工程问题进行分析、计算与设计； 5.3 能够针对电气工程领域的具体对象，开发或选用满足特定需求的现代工具，对电气工程领域复杂工程问题进行模拟和预测，并能够理解及分析结果的适用范围和局限性		M			
8.2 理解诚实公正、诚信守则的工程职业道德和规范，理解工程师对公众安全、健康和福祉，以及环境保护应承担的社会责任，并在电气工程实践中自觉遵守和履行。			M		
9.1 能与其他学科的成员有效沟通，合作共事； 9.2 能够理解个人在团队中承担的角色及责任，能够在团队中独立或合作开展工作；				H	
10.1 针对电气工程领域的复杂工程问题，能够通过撰写书面报告、设计汇报文稿、口头交流等多种方式，准确表达个人观点，回应质疑，与业界同行及社会公众进行有效沟通与交流，理解与业界同行和社会公众交流的差异性。					M

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

实践操作与多媒体结合

2. 课程内容:

本课程是电气工程及其自动化专业的一门必修的综合性实践课程。是对先修课程《电气工程基础》、《电机学》、《自动控制理论》、《电力电子技术》、《电力系统分析》、《电力系统继电保护》、《电力拖动自动控制系统》所学知识的应用。《综合实验》内容涉及到电力系统工程的各个方面，主要包含同步发电机电压控制系统、功角控制系统、电力系统继电保护、电动机调速控制、电力电子装置、电力拖动、清洁能源等综合实验内容。要求学生掌握各种电路的结构特点、工作原理、工作波形，掌握各种实验方法，掌握各种常用实验仪器、仪表和设备的使用方法；要求学生能准确读取数据、观察实验现象、测绘波形曲线；学生经过整理、分析、总结实验数据，撰写详实细致的实验报告。要求学生注重训练提高实践技能，综合应用能力和创新能力。

3. 作业

主要为完成实验报告及思考题，促进学生理解课堂内容巩固所学知识。

五、课程教学内容及学时分配

实验一 同步发电机励磁控制实验：（4 学时）

【教学目标和要求】

本教学内容支撑课程目标 1、2、3、4、5。要求学生运用所学电力系统运行及自动励磁控制相关的知识，调整系统运行状态，改变同步发电机有功功率、无功功率、发电机端电压等重要运行参数，触发同步发电机励磁系统的伏赫限制、过励限制、欠励限制等自动控制功能；准确、规范、详细的记录实验数据，应用所学理论知识，分析同步发电机励磁系统在保证电能质量、无功功率的合理分配和电力系统稳定运行中的重要作用。

【实验内容】

在电力系统综合自动化实验台上搭建单机——无穷大系统，调整系统运行状态，改变同步发电机功率运行点，实现同步发电机励磁系统的伏赫限制、过励限制、欠励限制等自动控制功能，记录并分析相应数据。

【主要仪器设备】

电力系统综合自动化实验台、示波器等。

【实验要求】

实验重点和难点：同步发电机并网前后，实验过程中对同步发电机运行状态的调整，如同步发电机端电压、频率的改变，同步发电机有功功率、无功功率的调整。

实验安全：切换励磁方式时，应先将同步发电机解列，断开励磁开关，然后对励磁方式进行切换。

实验二 电力系统功率特性和功率极限实验（4 学时）

【教学目标和要求】

本教学内容支撑课程目标 1、2、3、4、5。通过实验操作，要求学生运用电力系统静态稳定和同步发电机运行相关理论知识，调整系统运行状态，改变同步发电机功率运行点；准确、规范、详细的记录实验数据，应用所学理论知识，完成不同接线形式、不同励磁方式下同步发电机功率运行曲线和功率极限的测量；观察同步发电机失稳的现象，分析同步发电机失稳的原因，分析网络结构、励磁系统对电力系统功率极限的影响，通过实验得出提高功率极限的措施。

【实验内容】

在电力系统综合自动化实验台上搭建单机——无穷大系统，调整同步发电机功率运行点，测量同步发电机的功率特性曲线，测量同步发电机的功率极限，观察同步发电机失稳的现象，记录并分析数据。

【主要仪器设备】

电力系统综合自动化实验台、示波器等。

【实验要求】

实验重点和难点：掌握同步发电机两种并网方式的操作：全自动准同期并网和手动准同期并网，发电机并网前要对系统运行状态进行调整，使发电机侧和系统侧的电压、频率均接近额定电压和额定频率。能够在实验过程中对同步发电机运行状态的调整，如同步发电机端电压、频率的改变，同步发电机有功功率、无功功率的调整。

实验安全：切换励磁方式时，应先将同步发电机解列，断开励磁开关，然后对励磁方式进行切换。对有功功率和无功功率进行调整时，应缓慢调节，待有功功率和无功功率数值稳定后，再继续调节。

实验三 电力系统稳态运行与控制仿真实验（8 学时）

【教学目标和要求】

本教学内容支撑课程目标 1、2、3、4、5。通过实验，掌握典型电力系统的运行特点；掌握辐射型网络、环形网络、复杂网络的潮流计算方法，理解影响发电机出力、负荷变化、网络结构变化对潮流的影响；理解电力系统频率调整和电压控制的原理；掌握电力系统物理模拟和数字仿真两种研究方法，理解两者结果之间的差异并能分析原因。通过综合性实验，加深对理论知识的理解，培养学生实际动手能力、综合应用能力、开放创新能力。

【实验内容】

在 PS-7G 型电力系统微机监控实验台和电力系统仿真工具包（如 Matlab 数字仿真工具）中分别搭建典型电力系统，进行电力系统潮流计算和控制类相关实验。如：复杂网络的潮流计算实验、发电机出力对潮流的影响实验、负荷变化对潮流的影响实验、网络结构变化对潮流的影响实验、电力系统频率调整实验、电力系统电压调整实验等。对比物理模拟仿真和数字仿真的实验结果，并分析两者之间的差异，及造成差异的原因。

【主要仪器设备】

PS-7G 型电力系统微机监控实验台、WDT-IIIC 型电力系统综合自动化实验台。

【实验要求】

实验重点和难点：

掌握工程常用软件 Matlab 的使用方法，熟练使用 Simulink 仿真工具；搭建电力系统一次模型时各电气元件，如同步发电机、输电线路、变压器、负荷参数的选择与设定；在稳态运行的情况下，对物理模拟和数字仿真实验的静态潮流数据进行记录，对两组数据进行对比分析，理解两者结果之间的差异并能分析原因。

实验安全：

发电机与系统并列运行时，必须要保证发电机与无穷大系统间至少有一条通路连接，防止出现发电机与无穷大系统解列的发生。

在实验完成后需要解列发电机时，应先调节发电机的转速，将发电机的有功功率降为零后，方可将发电机解列。

实验四 常用继电器特性实验（4 学时）

【教学目标和要求】

本教学内容支撑课程目标 1、2、3、4、5。学生能够根据实验目的搭建多种继

电器原理测试回路，并正确的添加测试项和整定值；能够规范的使用继电保护测试仪；能够应用所学知识，综合分析问题，自行设计单相过电流保护回路并实现保护动作；实验过程中能够以团队的形式合作，各司其职，合作完成实验；培养学生知识的梳理和应用能力，学习科学的归纳和实践方法。

【实验内容】

讲解继电保护在电力系统中的重要作用及其历史发展；演示继电保护测试仪的使用。学生运用各电磁型继电器和继保仪配合分别进行实验，验证动作原理，并在此基础上，综合所学，自行设计单相过电流保护回路且能够可靠动作。

【主要仪器设备】

PW-30A 型继电保护测试仪、相关继电器。

【实验要求】

实验难点和重点：继电器动作定值的整定；多种继电器配合设计保护回路。

实验安全：不带电接、插拔线。

实验五 微机保护实验（4 学时）

【教学目标和要求】

本教学内容支撑课程目标 1、2、3、4、5。学生能够熟练操作 RCS-901A 超高压微机保护装置，通过对行业主流设备的操作，培养学生的工程职业意识，培养学生的行业责任感和归属感；学生能够根据实验目的正确连接微机保护测试回路，准确的给定测试值，正确的分析实验结果数据；学生在实验过程中，要求团队协作，探讨交流，以培养学生交流沟通和合作能力，以及终身学习的能力。

【实验内容】

学生在 RCS-901A 超高压线路继电保护装置上操作，和继电保护测试仪配合实验，完成距离保护、零序保护等各保护原理的实验接线、准确赋值和动作呈现。并要求正确分析实验数据和判断保护动作的准确性。

【主要仪器设备】

PW-30A 型继电保护测试仪，RCS-901A 超高压线路继电保护装置，电流、电压、开关量测试导线若干，直流工作电源等。

【实验要求】

实验难点和重点：各保护相关定值的整定计算和在保护装置上的实际设置。

实验安全：不带电接线、插拔线；不要倚靠实验装置。

实验六 全数字化继电保护实验（8 学时）

【教学目标和要求】本教学内容支撑课程目标 1、2、3、4、5。学生能够了解全数字化继电保护的工作原理，了解通讯手段在继电保护上的重要性；学生通过对现场设备的规范使用，掌握全数字化继电保护装置的结构及各部分功能特点，熟悉电力现场设备操作规程，培养其工程安全素养；通过实验项目的开展，学生能够掌握全数字化继电保护测试仪的使用，根据实验项目需求，学生能够正确的连接线路，能够掌握通讯协议的正确配置、能够确定合理的整定值并正确赋值，培养学生对知识的综合应用能力。学生对实验数据保存整理并正确分析，能够掌握故障录波图的读取和分析，培养学生对数据的分析归纳能力；实验过程分组协作，培养学生的沟通交流能力和团体组织能力。

【实验内容】

学生在全数字化继电保护装置上操作，和全数字化继电保护测试仪配合实验，完成距离保护各段区内、外动作测试实验、阻抗特性实验、电流差动纵联保护测试实验等保护实验项目的实验接线、协议配置、正确赋值和动作呈现。并要求正确分析实验数据，正确读取故障录波图的各项内容。

【主要仪器设备】计算机 1 台，全数字化继电保护测试仪 ONLLY-F08AE 型 1 台，PCS-931 全数字化高压保护装置 2 台，网线，光纤

【实验要求】

实验难点和重点：正确配置通讯协议并理解其原理、能够根据不同的实验需求确定合理的整定值，这是实验的难点；按照操作规程正确操作实验设备，能够分析不同的实验项目要求并自行搭建实验回路，这是实验的重点。

实验安全：不带电接线、插拔线；不要倚靠实验装置。

实验七 转速、电流双闭环不可逆直流调速系统（4 学时）

【教学目标和要求】

本实验教学内容支撑课程目标 1、2、3、4、5。要求学生利用实验装置正确搭建双闭环不可逆直流调速系统，学会调试实验系统并进行参数整定，正确测量双闭环不可逆直流调速系统的静态和动态性能指标，能结合自动控制理论知识，

利用示波器观测到的波形，分析调节器参数对系统动态性能的影响。学生以团队的形式各负其责相互配合完成实验内容；能够利用理论知识分析理论与实测有差别的原因，根据实验结果能够指出直流调速系统的优缺点并提出改进措施。

【实验内容】

1. 整定触发单元确定起始控制角，调试速度调节器和电流调节器，整定调节器限幅值。
2. 测定电流反馈系数和转速反馈系数。
3. 测定直流调速系统开环机械特性和静态特性 $n=f(I_d)$ 。
4. 测定直流调速系统闭环控制特性 $n=f(U_g)$ 。
5. 观察、记录系统动态波形。

【主要仪器设备】

电力电子技术及电气传动实验装置、示波器、万用表等。

【实验要求】

实验重点和难点：分析观测双闭环直流调速系统可以获得良好的静、动态性能的原因。遵循多环调速系统调试的基本原则，完成电流反馈系数和转速反馈系数的整定，能够正确测试直流电机开环和闭环机械特性，利用理论知识分析系统参数变化对系统动、静态性能的影响。

实验安全：学生完成接线或改接线路后，要再次检查核对线路，确认无误后，需招呼全组同学注意后，方可合上电源。电动机启动前，先加上励磁电压防止主电路过流，闭环系统测试时，要确认反馈信号的极性，确保加负反馈控制信号。注意观测电枢电流和电动机转速不要超过额定值。

实验八 三相异步电动机变频调速实验（4 学时）

【教学目标和要求】

本教学内容支撑课程目标1、2、3、4、5。能够应用电机学、电力电子技术等理论知识分析三相异步电动机变频调速实验中三相异步电动机的运行规律；要求利用SPWM、马鞍波、SVPWM三种控制方式进行变频调速实验，选用数字控制或模拟控制装置进行实验；能够用示波器观测到的脉宽调制波形，分析三种控制方式的异同，并根据三相异步电动机的运行特点分析三种控制方式的优缺点；根据实验结果分析三种控制方式的应用范围和局限性并能根据实际情况选择变频调速控制方案。

【实验内容】

观测 SPWM、马鞍波、SVPWM 三种控制电路的调制波、载波和控制电路输出电压波形。改变控制电路频率，测量主电路中三相桥式逆变器输出电压波形和幅值，观测负载三相异步电动机的转速与控制电路频率的关系，对比三种控制方式下，三相异步电动机的运行情况，比较三种控制方式的优缺点。

【主要仪器设备】

电力电子技术及电气传动实验装置、示波器、万用表等。

【实验要求】

实验重点和难点：了解模拟控制或DSP控制原理，通过观测到的数据和波形，以及三相异步电动机的运行状况，总结分析三种控制方式的优缺点。

实验安全：三相异步电动机的三相绕组接成三角形，电机在运行中不能堵转。带电动机运行时，注意开机顺序，先打开主电路电源，再打开控制电路电源，关机时相反，防止主电路开关管误导通引起短路。在低频时运行时间要短，防止电机发热。

DSP控制实验时注意在程序下载过程中，需要将控制屏上的三相调压器输出电压调到最小。如果在突然加负载过程发现电机堵转，请马上减小负载给定，以免电流过大损坏电机。

实验九 整流电路有源功率因数校正实验（4 学时）

【教学目标和要求】

本教学内容支撑课程目标 1、2、3、4、5。能够应用电力电子技术等理论知识分析二极管整流电路有源功率因数校正电路的工作原理，理解提高功率因数的意义，选用数字控制或模拟控制实验装置进行实验，能够根据观测结果掌握有源功率因数校正电路的控制原理和应用方法。

【实验内容】

模拟控制实验：

1、在电力电子技术实验台上搭建三种整流电路：(1)整流电路带纯阻性负载；(2)整流电路负载端并联滤波电容；(3)整流电路输出侧与带滤波电容的负载之间接功率因数校正装置。

2、调节整流电路输入电压，测量这三种整流电路输入侧的功率、功率因数和输

出电压值；观测整流电路输入侧的电压、电流波形以及输出电压波形。

数字控制实验：

- 1、在电力电子技术实验台上连接实验电路，烧录程序。
- 2、运行功率因数校正程序，观测主电路输入电压、电流波形，观测整流电路功率因数校正效果。

【主要仪器设备】

电力电子技术及电气传动实验装置、示波器、万用表等。

【实验要求】

实验重点和难点：通过观测带滤波电容的整流电路输入侧电压、电流波形的畸变情况，和功率因数的变化，了解谐波电流的危害。分析采用 Boost DC-DC 变换器作为有源功率因数校正器主电路的特性，分析讨论当输入交流电压在一定范围内变化时，有源功率因数校正电路的输出直流电压保持不变的原因。

DSP 控制实验的重点是了解数字控制在电力电子装置中的应用，学会数字控制实验方法。

实验安全：整流电路输出端接滤波电容时，注意电容极性，不能接反。

数字控制实验注意整流电路输入侧电源必须经过隔离变压器连接到实验台主控屏电源输出端。注意实验顺序，运行程序后需断开仿真器，再运行开关电源技术实验监控软件，主电路输入电压不能过高。

实验十 DSP 控制脉宽调制 Buck 变换器实验（4 学时）

【教学目标和要求】

本教学内容支撑课程目标 1、2、3、4、5。要求学生能够应用电力电子技术等理论知识分析 PWM 控制基本原理，掌握 Buck 变换器的工作模式及开环电压/电流的测量方法。学会 DSP 的 PWM 及 A/D 模块设定方法，能够掌握 DSP 程序代码的自动生成及编译固化步骤。

【实验内容】

- 1、Buck 变换器 SimCoder 数字仿真，系统仿真参数设置。
- 2、将 Buck 变换器 SimCoder 数字仿真电路中的控制部分转换成 DSP TI F28335 的 C 程序代码。利用 TI CCS 进行编译固化。
- 3、连接硬件设备进行实验验证

【主要仪器设备】

固玮 PTS-3000 电力电子实训系统。

【实验要求】

实验重点和难点：了解 TI CCS 开发环境，掌握参数设置方法。通过实验过程了解 DSP 控制原理，掌握数字控制实验方法，了解 PSIM 电路仿真和 SimCoder 数字仿真方法。掌握可编程直流电源和电子负载的调试方法。

实验安全：注意开机关机顺序，严格按照软件调试和硬件操作的实验步骤进行实验。

实验十一 变压器设计制作实验（8 学时）

【教学目标和要求】

本教学内容支撑课程目标 1、2、3、4、5。要求根据给定变压器各项电气参数，进行变压器电磁参数计算，开展变压器绕组、铁芯选型，给出变压器完整设计方案；依照设计方案应用绕线机和给定材料进行变压器制作；设计变压器参数测定实验方案，根据实验要求选择合适的实验设备，开展所制作变压器参数实测；分析实测参数与设计参数区别，分析其中原因并提出改进措施。

【实验内容】

1. 根据给定变压器各项电气参数，进行变压器电磁参数计算，开展变压器绕组、铁芯选型，给出变压器完整设计方案；
2. 根据设计方案选择合适的材料进行变压器制作；
3. 设计变压器参数测定实验方案，对制作完成的变压器开展参数测定试验；
4. 分析实测参数与设计参数区别，分析原因并提出改进措施。

【主要仪器设备】

交流调压电源、电压表、电流表、万用表、绕线机、变压器零件等。

【实验要求】

实验难点和重点：根据给定条件计算变压器电磁参数；绕制变压器绕组；对绕制变压器进行变压器参数测试，分析实验结果。

实验安全：变压器绕制过程中做好手部防护，避免绕组铜线割伤手指，同时不能破坏绕组绝缘；铁芯制作过程中避免硅钢片划伤手部；变压器通电实验过程中注意观察变压器，出现异响或其他异常时，立即切断电源。

实验十二 中低压开关柜运维操作及整组传动实验(8 学时)

【教学目标和要求】

本教学内容支撑课程目标 1、2、3、4、5。要求学生掌握电力系统基本的安全操作规程和配电装置的五防逻辑，掌握常见开关柜的基本结构，识别开关柜的各种工作状态，进行开关柜各种工作状态间转换操作；对开关柜电流、电压回路，控制回路，信号回路进行测试和故障分析；利用继电保护测试仪等设备对开关柜和所配保护进行整组传动，检验二次回路的正确性。

【实验内容】

1. 10kV 进线开关柜、10kV 环网柜的远方/就地操作、手动/电动操作，进行工作状态-试验状态-冷备用状态-检修状态之间的相互转换操作；
2. 10kV 进线开关柜、10kV 环网柜的二次回路完整性试验，包括通流、通压、保护传动，进行常见的二次回路故障分析；
3. 10kV 进线开关柜、10kV 环网柜的继电保护整组传动试验；
4. 380V 抽屉式配电柜的运行操作试验。

【主要仪器设备】

10kV 出线开关柜、10kV 环网柜、380V 配电开关柜、继电保护测试仪、万用表等。

【实验要求】

实验难点和重点：10kV 进线开关柜、环网柜的电动和手动操作；对照开关柜设计图纸，检查开关柜二次回路正确性；利用开关柜所配二次设备开展继电保护整组传动试验，分析实验结果。

实验安全：试验电源接线过程中，防止触电；试验过程中电流回路防止开路，电压回路防止短路；改动试验接线时，必须断电。

六、课程思政要素

序号	实验项目	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	同步发电机励磁控制实验	自动控制系统	通过同步发电机励磁系统的各种自动控制功能，理解现代工业自动控制方法和思想。	强调扎实学习基础课程，知识不断学习和巩固的重要性，促进学生主动把理论应用于实际，解决工程实际问题。
2	电力系统功率特性和功率极限实验	同步发电机运行特性	通过多次同步发电机功率特性曲线的测量，讲解测量技术和	引导学生进一步了解从事工程实践的基本步骤和严谨的科学精神。

			方法对于科学实验的重要性。	
3	电力系统稳态运行与控制仿真	电力系统运行特性与调控方法	对物理模拟和数字仿真实验的结果进行对比分析,理解两种实验方法的优势与不足。	电力系统稳态运行与控制仿真
4	常用继电器特性实验	电力系统继电保护的发展变迁和其在系统中的重要地位	随着电力系统的不断发展,继电保护技术也随之创新改变。但其重要地位仍无可取代。	让学生掌握继承与发展的关系,引导学生开拓创新的意识。同时,培养学生的行业使命感、自豪感和归属感。
5	常用继电器特性实验	自行设计过电流保护回路	掌握各电磁型继电器的工作原理后,相互配合,综合运用到一个保护回路中。	让学生掌握知识的归纳整理与应用,培养学生科学的工作方法。从分析问题、抓住关键、解决问题中,培养学生解决实际工程问题的能力。
6	微机保护实验	RCS-901A 保护装置定值的整定操作	根据行业现场实际操作规程制定操作步骤	引导学生注意安全问题,培养学生掌握并自觉实践工程职业规范。增强职业责任感。
7	微机保护实验	微机型保护与全数字化保护的对比	科技发展,带来了继电保护技术的革新。	引导学生关注智能电网的现状,通讯技术的发展,培养学生的大局意识和爱国情怀。
8	转速、电流双闭环不可逆直流调速系统	直流调速控制规律	掌握电力电子技术和自动控制理论在直流调速系统中的应用方法,深刻体会理论与实践相结合的实例。	引导学生进一步了解从事科研和工程实践的基本步骤和严谨的科学精神。同时强化安全教育。
9	三相异步电动机变频调速实验	PWM 逆变电路及控制技术	探究 SPWM、马鞍波和 SVPWM 控制的特点,培养科学素养。	引导学生思考学习与创新的关系,激发学生终身学习的意识。
10	整流电路有源功率因数校正实验	有源功率因数校正电路的控制原理和控制技术。	掌握电力电子装置的工作原理并理解提高功率因数的意义和方法。	引导学生关注电力电子技术在电力系统中的应用范围和重要性,强调全面掌握各科知识的重要性。
11	DSP 控制脉宽调制 Buck 变换器实验	DSP 控制原理和实验方法。	引导学生通过对电力电子电路仿真和实验等过程探索新型实验方法。	数字控制是发展趋势,激发学生学习兴趣,引导学生创新思维发展。
12	变压器设计制作实验	变压器电磁参数的计算	理论计算与工程实际设计的区别	引导学生关注工程实际,解决工程实际问题时要综合考虑多种因素的影响。

13	变压器设计制作实验	变压器的制作方法	制作工序与注意事项	要求学生了解工厂生产与实验室制作的区别，引导学生树立工匠精神与爱岗敬业精神。
14	中低压开关柜运维操作及整组传动实验	断路器控制回路认知	理解断路器设计防跳回路的原因及方法	引导学生关注生产实际，关注二次回路设计的严谨性，培养学生从工程实际出发思考解决问题方法的能力。
15	所有实验项目	实验室规程	实验过程中，遵守实验室制度，规范操作，实验结束后，恢复现场。	要求学生遵守实验操作规程，遵守实验室规章制度，培养学生的责任感和爱岗敬业的精神。

七、学时分配表

项目号	项目名称	学时分配								合计
		课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	备注	
实验一	同步发电机励磁控制实验		4							4
实验二	电力系统功率特性和功率极限实验		4							4
实验三	电力系统稳态运行与控制仿真实验		8							8
实验四	常用继电器特性实验		4							4
实验五	微机保护实验		4							4
实验六	全数字化继电保护实验		8							8
实验七	转速、电流双闭环不可逆直流调速系统		4							4
实验八	三相异步电动机变频调速实验		4							4
实验九	整流电路有源功率因数校正实验		4							4
实验十	DSP控制脉宽调制Buck变换器实验		4							4
实验十一	变压器设计制作实验		8							8
实验十二	中低压开关柜运维操作及整组传动实验		8							8
合计			64							64

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程考核包括课堂实验操作与实验报告。

【成绩评定】课堂实验操作 50%，实验报告占 50%

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
实验操作 (50%)	课程目标 1	50	100
	课程目标 2	20	
	课程目标 3	10	
	课程目标 4	10	
	课程目标 5	10	
实验报告 (50%)	课程目标 1	50	100
	课程目标 2	20	
	课程目标 3	10	
	课程目标 4	0	
	课程目标 5	20	

【考核环节评分标准】

考核环节	分值	优 (90-100%)	良 (80-90%)	中 (70-80%)	及格 (60-70%)	不及格 (<60%)
	实验表现与操作 (50分)	实验态度与操作规范性 (10分)	按时出勤，遵守实验室规则，积极认真全程参与实验，操作规范，无安全事故。	按时出勤，遵守实验室规则，积极全程参与实验，操作比较规范，无安全事故。	迟到5-10分钟，较好遵守实验室规则，能全程参与实验，操作较为规范。	迟到10-20分钟，基本遵守实验室规则，能够参与实验，操作稍欠规范但无重大过错。
实验表现与操作 (50分)	实验开展情况 (20分)	实验规程顺利，高质量完成全部实验内容。	实验规程比较顺利，较好完成实验内容。	实验过程有反复，能完成实验内容。	实验进展缓慢，过程反复，完成了主要实验内容。	未完成实验主要内容
	实验数据采集 (10分)	实验数据读取正确，记录清晰、准确、详实。	实验数据读取比较正确，记录比较清晰、准确、详实。	实验数据读取基本正确，数据记录基本准确。	实验数据读取偶有错误，数据记录偶有不全。	不会读取实验数据或读取错误，或数据记录混乱无法辨认或严重不全。
	分工合作 (10分)	积极主动配合组内同学，尽职尽责，高质量完成所承担的任务。	能较好的配合组内同学，较好的完成了所承担的工作。	能配合组内同学，但不够主动，基本完成了所承担的工作。	能配合组内同学，但比较消极，能完成所承担的工作的主要部分。	无法与组内同学配合，未尽到自己的职责。
实验报告 (50分)	完整性与规范性 (10分)	报告结构完整，版面整洁，格式规范，文字精炼，表达流畅。	报告结构比较完整，版面整洁，格式比较规范，文字表达较好。	报告结构基本完整，版面基本整洁，格式基本规范，表达略显冗	报告结构稍显不足，版面不太整洁，格式稍有不规范，表达略显	报告严重项，或格式严重混乱不规范，或文字表达晦涩难懂，或

		术语准确。	术语比较准确。	长，术语基本准确。	晦涩，术语无大错。	术语用语严重错误。
实验方案合理性 (10分)		实验方案非常合理可行。	实验方案合理，但有更合理的。	实验方案合理，略有不足。	实验方案存在不足，但基本合理。	实验方案严重不合理不可行。
数据处理 (15分)		实验数据处理方法恰当，结果正确，误差分析充分。	实验数据处理方法比较恰当，结果比较正确，误差分析比较充分。	实验数据处理方法尚恰当，结果比较正确，有误差略显不足。	实验数据处理方法略有不足，结果无原则性错误，有误差分析。	实验数据处理方法严重不当且无误差分析，或结果错误。
实验结论与分析 (10分)		实验结论正确，结论分析深入。	实验结论正确，结论分析较深入。	实验结论无原则性错误，有结论分析。	实验结论无原则性错误，无结论分析。	实验结论不正确，且无结论适用条件分析。
思考题 (5分)		对课后思考题正确深层分析，撰写心得体会。	对课后思考题正确分析，简述心得体会。	对课后思考题有较为详细的分析。	对课后思考题有简单分析。	对课后思考题无分析或分析错误。

九、教材及参考资料

【教材】

1. 王慧，电力系统综合实验教程，山东大学出版社，2018。
2. 肖洪 电力系统继电保护技术基础实验教程，山东大学出版社，2017。
3. 于静，电力电子技术及应用实验教程，山东大学出版社，2018。
4. 高厚磊，吕静，全数字化继电保护实验指导书。

【参考资料】

1. 韩学山、张文主编，电力系统工程基础，机械工业出版社，2008。
2. 王秀和主编，电机学，机械工业出版社，2009。
3. 王葵、孙莹主编，电力系统自动化，中国电力出版社，2007。
4. 王兆安、刘进军主编. 电力电子技术，第5版，机械工业出版社，2009年5月
5. 陈伯时 编著，电力拖动自动控制系统——运动控制系统（第3版），机械工业出版社，2004
6. 张保会、尹项根，电力系统继电保护（第2版），中国电力出版社，2010。

山东大学 电气工程 学院

《专业设计（A 方向）》课程教学大纲

编写人：王秀和

审定人：徐衍亮

编制时间：2020 年 4 月

审定时间：2020 年 5 月

一、课程基本信息

课程名称	专业设计(A)				
	Design Project A				
开课单位	电气工程学院		课程性质	必修课	
课程类别					
课程代码	sd01931620		学分	1	
总学时	1 周	理论学时		实验学时	
		上机学时		实践学时	1 周
适用专业	电气工程及其自动化(A 模块)				
先修课程	电路、电磁场、电机学、电机设计				
授课语言	中文				

二、课程简介

(一) 课程中文简介

专业设计(A)是电气工程及其自动化专业（A 模块）的必修实践环节。

主要通过理论分析和计算方法设计，使学生掌握电机设计的基本方法，完成三相感应电动机进行电磁设计，通过正确计算得出合理的电机尺寸、槽型结构等设计参数，考虑三相感应电动机安全可靠运行的性能要求，从技术和经济角度对设计结果进行评价。通过设计深化学生对电机设计基本理论和计算方法的理解，培养学生解决问题和分析评价的能力。

通过本课程的学习和实践训练，学生能够根据设计要求，采用小组合作的方式，完成三相感应电动机的电磁设计过程，得到合格的电磁设计方案并计算出相应的电磁性能。

(二) 课程英文简介

Design Project(A) of Electrical Machine is a compulsory practice of electrical engineering and its automation specialty (A module).

This course is mainly through the theoretical analysis and calculation method for

the design, make the students master the basic method to design motor, three-phase asynchronous motor electromagnetic design, calculated by the correct reasonable motor, slot type structure design parameters, such as size, considering the performance requirements for safe and reliable operation of the three-phase asynchronous motor, from the Angle of technical and economic evaluation of design results. The design deepens students' understanding of the basic theory and calculation method of motor design and cultivates students' ability to solve problems and analyze and evaluate.

Through the study and training of this course, students can finish the design process for three-phase asynchronous motor, obtain electromagnetic design meeting the design requirement, and calculate its performances.

三、课程目标

深入了解电机设计的原始资料，查阅相关文献，利用电路、电磁场、电机学、电机设计等所学基本原理和设计方法，根据给定的设计要求，初步确定三相感应电动机的电磁设计方案；利用小型三相感应电动机的计算公式与过程，进行电机电磁设计方案的性能计算，并根据性能计算结果对设计方案进行评估，并给出相应的设计方案调整措施，直至得到满足性能要求的合格电磁设计方案。

通过本课程，掌握小型三相感应电动机的电磁设计方法、方案调整方法和性能计算方法，解决电机设计中计算、分析、方案调整等复杂工程技术问题。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	利用所学电路、电磁场、电机学、电机设计等基本原理，通过文献查阅，分析原始资料及其影响设计的因素，进行分析和计算，得到合格的电磁设计方案。	查阅三相感应电动机的有关设计资料、文献，利用前期课程电路、电磁场、电机学、电机设计等基本原理，确定电机额初始设计方案，对其进行分析和计算，并根据计算结果对设计方案进行调整，直至得到合格方案。
目标 2	能够从工程师所应承担的岗位责任的角度，分析和评价电机设计方案对电机经济性、性能和可靠性的影响。	在电机设计过程中，根据设计方案的计算结果，从经济性、性能和可靠性等方面对设计方案进行评价，并给出调整不合格设计方案的措施。
目标 3	通过团队协作方式进行电机电磁方案的设计，能够理解并承担不同角色的作用和责任。	分组进行三相感应电动机的设计，组内采用团队合作的方式，成员分工协作。

目标 4	通过答辩，培养学生的表达和交流能力。	在完成三相感应电动机设计后，进行答辩。
目标 5	通过文献和资料查阅、自主设计，培养学生不断学习和适应发展的能力。	通过三相感应电动机设计文献和资料的查阅和学习，自主确定电机设计方案。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

课程目标 毕业要求	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4	目标 5
	指标点 2.2 能够借助公开文献，利用文献研究手段，分析并寻求解决复杂电气工程问题的相关理论、方法及方案，分析问题的影响因素和解决途径	H			
指标点 3.1 掌握电气工程领域工程设计和产品开发的基本方法和技术，并根据技术需求分析影响设计目标和技术方案的各种因素		H			
指标点 9.1 在多学科背景下的团队合作过程中，能够理解并承担不同角色的作用和责任			H		
指标点 10.1 能够就电气工程专业问题，以口头、文稿、图表等方式，准确表达自己的观点。				H	
指标点 12.2 具有不断学习和适应发展的能力，既要有发现问题和解决问题的能力，更要有理性的和质疑的接受新理论、新技术、新事物的批判性思维能力。					H

四、专业设计内容

在学生电机原理与设计学习后，本专业设计主要针对典型的小功率三相感应电动机进行电磁方案的设计，以深入了解并掌握电机设计的过程和设计的原则、方法。并采用分组合作的方式，根据设计要求，通过类比设计、性能分析和设计调整，得到合格的电磁设计方案。主要培养学生运用电机设计的相关理论和知识进行有关设计资料查阅、电机电磁设计、性能计算、设计调整的能力，以及工程素养和团队合作精神。

1) 查阅和搜集资料

根据设计要求，查阅相关资料，掌握主要尺寸确定方法、电磁负荷选择原则、槽形尺寸选择、绕组参数确定等方法，利用类比法或主要尺寸确定的一般方法，确定初步电磁设计方案。

2) 设计方案的性能计算

掌握性能分析和计算的方法，进行电磁方案的性能分析和计算。

3) 设计方案的调整

对电磁方案的合理性进行判断、分析和评估，发现存在的问题，给出正确的方案调整措施，以进行设计方案的调整。

4) 撰写设计报告

根据设计内容和设计结果撰写专业设计报告，报告应内容完整、格式规范。

5) 答辩

对教师提出的与专业设计有关的问题，学生应能正确回答。

五、课程设计进度安排

序号	课程设计内容	时间分配 (天)
1	介绍专业设计的工作安排，进行人员分组，并给出各组的设计任务和设计要求	0.125
2	初步电磁设计方案的确定	1.875
3	性能分析、计算与调整	2
4	撰写设计报告	0.5
5	答辩	0.5
合计		5

六、课程教学基本要求

1. 课堂授课：介绍专业设计的内容，布置设计任务。
2. 电磁设计与性能计算：分组合作进行。
3. 设计报告：每小组提交一份专业设计报告。
4. 答辩：分组进行，每个组员都需回答相应的问题。

七、主要参考资料

- [1] 陈世坤.《电机设计》(第2版) 北京:机械工业出版社, 2005
- [2] 王秀和.《电机学》(第3版) 北京:机械工业出版社, 2018

八、课程成绩考核

课程设计成绩考核包括设计报告和答辩。考核内容及所占比例见下表。

(一) 考核内容

课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求 指标点	课程教学 目标	教学内容	考核分值	总分值
设计报告	2.2	目标 1	能够独立查阅资料，掌握文献检索方法；根据设计要求确定设计方案，分析影响设计目标的因素。	100分或最高等级为优秀	100分或最高等级为优秀

	3.1	目标 2	能够根据设计要求，完成电磁计算，以及方案的性能分析和调整，掌握电机设计的过程和方法。		
	9.1	目标 3	通过团队协作方式进行电机电磁方案的设计。		
	12.2	目标 5	通过文献和资料查阅、自主设计，培养学生不断学习和适应发展的能力		
答辩	10.1	目标 4	能够正确回答、解释与设计任务有关的技术问题。		

(二) 评分标准

考核环节	<60(不及格)	60-69(及格)	70-79(中等)	80-89(良好)	90-100(优秀)
设计报告	未完成个人承担的主要设计任务，或完成的部分质量很差	在他人协助下完成个人承担的设计任务，完成质量较差。	独立完成个人承担的设计任务且完成质量一般	独立完成个人承担的设计任务，完成质量良好。	独立完成个人承担的设计任务，完成质量优秀。
答辩情况	基本上不能回答主要问题。	能基本回答主要问题。	能基本正确地回答主要问题。	能全面地正确回答主要问题。	能正确、全面地回答问题

(三) 考核环节权重

课程目标	报告书	答辩
	占比	占比
课程目标 1	综合考虑给出成绩分数或等级	
课程目标 2		
合计		

山东大学 电气工程 学院

《专业设计（B 方向）》课程教学大纲

编写人：张祯滨

审定人：李可军

编制/修订时间：2020 年 4 月

审定时间：2020 年 5 月

一、课程基本信息

课程名称	专业设计（B 方向）		
英文名称	Major Design for Module B		
课程编码	sd01931940		
开课单位	电气工程学院		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	2	总学时	实践 2 周
适用专业	电气工程及其自动化 B 方向		
先修课程	电力电子技术、电力电子装置及应用等		
课程网站			

二、课程简介

【课程中文简介】

《专业设计（B 方向）》立足专业基础，聚焦时代需求，是“新能源运行与控制”专业学生开拓视野、接触社会的重要实践环节。要求学生运用所学知识，结合政策、市场等现实因素，探究新能源领域内的技术发展、关键问题、应用趋势等，旨在加深学生对本专业所学课程的理解，培养学生对本专业的热情。

【课程英文简介】

Major Design (Module B), based on professional knowledge, focusing on needs of times, is an important course practice for students majoring in *New Energy Operation and Control* to broaden their vision and contact the society. Students are required to explore technology development, key problems, application trends in the field of new energy with knowledge, policy, market and other factors. This course aims to deepen students' understanding of the major and cultivate their enthusiasm for the major.

三、课程目标

使学生了解并掌握新能源运行与控制专业（电气工程及其自动化 B 方向）领域内的技术原理、工程问题、行业现状及发展趋势。要求学生围绕新能源的来源、

开发技术、能量转化与系统并网等环节，查阅相关资料与文献，按照工程报告格式，整理总结出设计报告。通过整个设计过程，培养学生的工程思维与解决实际问题的能力。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	针对给定/选定的新能源领域的复杂工程设计题目，能够通过中外文文献调研和分析该设计题目，对新能源领域内的基本理论与方法具有较全面、完整的理解与掌握，分析研究过程，合理分解设计任务，明确各环节的具体设计工作。	让学生通过文献研究了解新能源领域的发展过程与现状，学习国内外新能源技术的前沿理论，并通过课程中的讨论与提问，课后交流等多种形式，达到本目标。
目标 2	针对给定/选定的设计题目，能够综合应用新能源领域内的多学科知识和原理设计解决方案；针对特定需求，能够有意识地比较和选用恰当的设计方法，并体现出创新意识，完成各环节设计任务。	把已学习到的新能源领域的知识联系实际，通过课程设计的小组讨论与课上教学来确保学生科研能力的提升，通过软件仿真与实验操作等多种形式提高学生实践与创新能力。
目标 3	能够以团队/小组形式合理分工、任务清晰、各负其责、组织有序地合作完成选定题目的设计工作、报告撰写和答辩，培养学生的团队精神。	学生分组进行文献调研、报告撰写、答辩等工作，各司其职提高团队协作能力。
目标 4	团队/小组内部能够有效沟通和交流设计任务和分工，以及设计过程中所遇到的问题；能够撰写结构严谨、表达准确、条理清晰、逻辑性强、格式规范的设计报告；答辩时能够准确、简洁、清晰的阐述设计目标、设计方法、设计过程及设计结果，能够明确回答老师或同学们的提问，准确清晰表述个人对所提问题的观点和解释。	讲授科技报告撰写的方法，就所选课题给出思路的指导，并引导学生独立思考，梳理出逻辑清晰的报告框架，并团队合作共同撰写报告，使学生体会到科研中的严谨作风。
目标 5	在设计过程中，能够通过自己查找文献、自主学习、向他人学习等途径获取未学过的知识、方法或软件工具/资源等的使用方法等，具备持续学习的意识，培养学生终身学习的能力。	在完成布置的课题的过程中，融入新能源专业的国内外尖端技术介绍，激发学生学习的自主性与积极性，将过程中遇到的问题总结整理，并及时地解答学生疑惑。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

课程目标 毕业要求指标点	目 标 1	目 标 2	目 标 3	目 标 4	目 标 5
2.4 能应用基本原理和专业知识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。	H				
3.2 针对电气工程领域复杂工程问题，能够设计/开发满足特定需求的单元（部件）、系统（装置）或工艺流程，并体现创新意识。		H			
3.3 能够在设计/开发过程中综合考虑安全、健康、法律、文化及环境等制约因素。					
9.1 能与其他学科的成员有效沟通，合作共事；			H		
9.2 能够理解个人在团队中承担的角色及责任，能够在团队中独立或合作开展工作；					
10.1 针对电气工程领域的复杂工程问题，能够通过撰写书面报告、设计汇报文稿、口头交流等多种方式，准确表达个人观点，回应质疑，与业界同行及社会公众进行有效沟通与交流，理解与业界同行和社会公众交流的差异性。				H	
12.2 具有不断学习和适应发展的能力，包括对技术问题的理解能力，归纳总结的能力和提出问题的能力。					H

四、专业设计内容

1. 授课方式：

采取学生自学与教师指导相结合的方式。

2. 课程内容：

本课程是电气工程及其自动化专业 B 方向的专业必修课，是对已有理论课程的实践层面的延伸，通过应用新能源的前沿理论解决实际课题，通过文献调研能力、研究报告撰写、专业设计答辩等过程，全面深入地掌握新能源方向的科研基本方法，并切实提高知识的应用与转化能力。

1) 布置专业设计课题题目，指导相关文献查阅方法

支撑课程目标 1，通过该节学习，了解课题的基本内容，掌握文献查阅方法，为课题的展开提供基础。

2) 学生分组进行文献调研

支撑课程目标 2，通过该节学习，获取到新能源领域前沿理论知识，构建较为完善的知识体系，

3) 针对文献调研过程中的问题进行答疑

支撑课程目标 5，通过该节学习，解决学生们做课题过程中的困难，并将理论与实践结合，提高学生动手能力。

4) 讨论题目的技术方案

支撑课程目标 3，通过该节学习，师生之间交流探讨所选题目的新能源技术方案，研判所提方法或思路的可行性，同时分析其经济性和安全、健康、法律、文化等非技术要素，培养学生问题思辨能力。

5) 书写专业设计报告

支撑课程目标 4，通过该节学习，掌握科研报告撰写的全流程，具备科技论文撰写及基础能力，为日后科研与学习打下基础。

6) 针对专业设计过程中的问题进行答疑

支撑课程目标 3，通过该节学习，总结并解决专业设计中的各种理论与实践问题，为答辩做好准备工作。

7) 专业设计答辩

支撑课程目标 3、4，通过该节学习，掌握科研汇报用的 PPT 制作与口头汇报的能力，进一步获得科研综合能力。

专业设计进度安排

专业设计时间为一周，具体安排如下：

序号	专业设计内容	时间分配 (天)
1	布置专业设计课题题目，指导相关文献查阅方法	2
2	学生分组进行文献调研	2
3	针对文献调研过程中的问题进行答疑	1
4	讨论题目的技术方案	1
5	书写专业设计报告	3
6	针对专业设计过程中的问题进行答疑	1
7	专业设计答辩	2
合计		12

六、课程教学基本要求

1. 课堂授课：介绍专业设计的内容，布置设计任务。
2. 新能源技术课题设计：分组合作进行，每 3~4 人为一组开展设计。小组中设组长一名，同时组员之间密切协作。
3. 设计报告：每小组提交一份专业设计报告。
4. 答辩：分组进行，每个组员都需回答相应的问题。

七、课程思政要素

序号	章节	知识 点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	文献调研	新能源领域前沿	我国新能源领域发展迅猛，相关技术位居世界前列。	使学生体会到我国社会主义道路带来的国力提升与人民幸福。
2	完成课题	复杂工程问题的解决	专业的工程人员需要具备全面的技术与实践能力和课程在实践人才的培养的作用	构建学生的志向与目标，将热爱科学与努力学习相结合，致力于成为优秀人才。
3	报告撰写	科研报告规范撰写	专业报告与论文的撰写需要严谨与匠心精神。	提高学生的职业道德规范，拒绝各种学术不端行为。
4	专业设计答辩	汇报与总结能力	“讲得好”与“做得好”同样重要，培养学生表达能力	从职业发展的角度，让学生提高其团队协作与沟通表达能力。

八、考核及成绩评定

【考核内容】

专业设计成绩考核包括过程考核和结果考核。过程考核包括：考勤、方案设计、答辩情况。结果考核采取提交专业设计报告的形式。过程考核成绩占总成绩的40%，结果考核成绩占总成绩的60%。具体考核内容及所占比例见下表。

课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	考核内容	考核分值	总分值
设计报告 60%	2.4	目标 1	完成所选设计题目的要求，通过正确调研和设计得到符合要求的设计方法，考虑新能源技术的经济性与安全性要求，从对社会、环境产生影响的角度对设计结果进行评价。	50 分	100 分
	3.2/3.3	目标 2	能够合理选用适当的研究方法，选择合适的仿真与实验工具，验证设计的正确性。具备分析和解决相应新能源领域工程实际问题的能力，并能够对相关复杂工程问题的解决方案进行分析和改进。	50 分	
答辩情况 20%	10.1	目标 4	设计过程的阐述情况，设计结果的评价情况。	50 分	100 分
	3.2/3.3	目标 2	新能源设计方案的合理性，对仿真及实验结果分析评价的情况，对性能指标完成度的情况。	50 分	
设计过程 20%	9.1/9.2	目标 3	考察设计小组内成员之间组织、协调和团队合作等情况。	50 分	100 分
	12.2	目标 5	考察设计过程中自主学习的能力、对技术问题的理解能力，归纳总结的能力和提出问题的能力。	50 分	

【成绩评定标准】

考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
设计报告	未完成设计任务书规定的主要任务，或完成的部分质量很差，设计报告撰写潦草，工作不认真，或不提交设计报告者。	能在他人协助下完成方案设计，通过设计、计算得出所选题目的整体方案，对设计结果进行评价不够合理。能合理选用仿真软件完成新能源技术方案的建模和仿真，并取得实验结果。设计报告逻辑	独立完成方案设计，通过正确设计、计算得出所选题目的整体方案，并从安全、经济和环保角度对设计结果进行评价。能合理选用仿真软件，取得较合理的实验结果，并能分析技术方案的局限性。	独立完成方案设计，通过正确设计、计算得出所选题目的整体方案，并从安全、经济和环保角度对设计结果进行合理评价。能合理选用仿真软件，取得正确的实验结果，并能分析技术方案的局限

		辑一般，图形欠规范。	设计报告逻辑清晰、调理顺达，图形尚规范、字迹工整。	性。设计报告逻辑清晰、条理顺达，图形规范、字迹工整、内容完整。
设计答辩	未完成设计任务书规定的主要任务，或操作过程出现多处原则性错误；经提示启发也基本上不能正确回答问题。	基本完成设计任务，能够阐述设计过程，演示设计方案，实验结果较合理，能够理解技术方案的局限性。	较好地完成设计任务，能够阐述设计过程，演示设计方案，分析和讲解实验结果，能分析技术方案的局限性。	出色完成设计任务，清晰地阐述设计过程，演示设计方案，分析和讲解实验结果，合理分析技术方案的局限性。
设计过程	不按时参与到设计过程，无故缺勤达到一半及以上时间；对自己的设计任务不清楚，对设计方案的合理性不清楚，不遵守设计环节的规章制度和操作规范，设计态度不认真。	能够参与到设计过程，能够与他人共同分析和论证自己的设计方案是否可行；研讨过程中能涉及设计方案的安全、经济和环保性评价，在他人帮助下能够理解设计中所选择技术方案的适用性。	较积极地参与到设计过程，能够利用所学知识对设计方案的合理性进行基本的评价；能够将设计方案转述他人共同进行方案论证；能够从安全、经济和环保性角度对设计结果进行评价，能够说明所用技术方案局限性。	积极地参与到设计过程与讨论，设计思路清晰，能够利用所学知识对设计方案的合理性进行评价和论证；能够将设计方案转述他人进行合理性论证；能够合理地、从安全、经济和环保性角度对设计结果进行评价，能够解释自己所用技术方案的适用性和局限性。

【考核环节权重】

课程目标	报告书 60%	设计答辩 20%	设计过程 20%
	占比	占比	占比
课程目标 1	50%	--	--
课程目标 2	50%	50%	--
课程目标 3	--	--	50%
课程目标 4	--	50%	--
课程目标 5	--	--	50%
合计	100%	100%	100%

九、教材及参考资料

【教材】

《新能源及其发电技术》，钱爱玲著，中国水利水电出版社，2013

【参考资料】

《新能源技术》，翟秀静、刘奎仁、韩庆著，化学工业出版社，2010

《新能源与可再生能源概论》，苏亚新、金衍著，化学工业出版社，2006

《电力电子技术（第5版）》，王兆安、刘进军著，机械工业出版社，2016

山东大学 电气工程 学院

《专业设计（C方向）》课程教学大纲

编写人： 王玉斌

审定人：王广柱

编制时间： 2020 年 4 月

审定时间：2020 年 5 月

一、课程基本信息

课程名称	专业设计（C方向）				
英文名称	Major design for Electric C				
课程编码	sd01931520				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	2	总学时	授课	上机	实验
		2周			
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	自动控制理论，电力电子技术，电力电子装置及应用等				
课程网站					

二、课程简介

【课程中文简介】

《专业设计（C方向）》是柔性电力技术模块必修的实践环节。

本专业设计主要通过理论分析、电路建模、设计计算和计算机仿真和实验验证，使学生能系统全面地总结所学过的理论知识，掌握电力电子功率变换电

路的构成和工作原理、主电路的元件参数计算与选择等。使学生掌握电力电子电路设计计算的基本方法，在对电力电子电路各元件和主电路进行数学建模的基础上，进行闭环控制器设计，对所设计变换器进行计算机仿真和实验验证，并能从技术和经济角度对设计结果进行评价。

通过专业设计，旨在加深学生对电力电子技术基本理论和计算方法的理解，培养学生运用所学知识解决实际问题的能力。

【课程英文简介】

Power Electronic Converter Design is an important compulsory practice course for undergraduate students majoring in flexible power technology (module C).

In this major design, mainly through theoretical analysis, circuit modeling, design calculation, computer simulation and experimental verification, students can systematically and comprehensively summarize the theoretical knowledge learned, master the composition and working principle of the various power conversion circuits of power electronics, as well as the calculation and selection of the components parameters of the main circuit. Students can master the basic method of power electronic circuit design and calculation. Student can design the closed-loop controllers based on mathematical modeling of each component and main circuit of power electronic circuit, and the designed converter is verified by computer simulation and hardware experiment, as well as be able to evaluate the design results from technical and economic perspectives.

This course is aim to deepen the students' understanding of the basic theory and calculation methods of power electronics, and cultivate the students' ability to solve real programs based on the learned knowledges.

三、课程目标

通过本专业设计，使学生独立地完成一个电力电子变换器的系统设计和仿真调试，加深对本专业模块所学课程的理解，培养学生运用所学知识综合分析、系统设计及解决实际问题的能力,具备能够解决电气工程电能变换问题的基本素质。

目标 1：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并

通过文献研究分析复杂工程问题，以获得有效结论。

目标 2：能够设计针对电力电子技术复杂工程问题的解决方案，设计满足特定需求的系统、单元（部件）或工艺流程，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。

目标 3：培养团队精神，在团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。

目标 4：能够就复杂工程问题与业界同行、甚至跨学科进行有效沟通与交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令等。

目标 5：具有自主学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4	目标 5
	2.4 能应用基本原理和专业知识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。		H			
3.2 针对电气工程领域复杂工程问题，能够设计/开发满足特定需求的单元（部件）、系统（装置）或工艺流程，并体现创新意识。			H			
3.3 能够在设计/开发过程中综合考虑安全、健康、法律、文化及环境等制约因素。			M			
8.2 理解诚实公正、诚信守则的工程职业道德和规范，理解工程师对公众安全、健康和福祉，以及环境保护应承担的社会责任，并在电气工程实践中自觉遵守和履行。				M		
9.1 能与其他学科的成员有效沟通，合作共事。				H		
9.2 能够理解个人在团队中承担的角色及责任，能够在团队中独立或合作开展工作。				H		
10.1 针对电气工程领域的复杂工程问题，能够通过撰写书面报告、设计汇报文稿、口头交流等多种方式，准确表达个人观点，回应质疑，与业界同行及社会公众进行有效沟通与交流，理解与业界同行和社会公众交流的差异性。					H	
10.3 具备跨文化交流的口头和书面表达能力，能够就专业问题，在跨文化背景下进行基本沟通和交流。					M	

11.2 能在多学科环境下（包括模拟环境），将工程管理与经济决策方法应用于电气工程领域产品及工程项目解决方案的设计和开发。				M	
12.1 清醒认知社会发展和电气工程行业大变革的前景，具有自主学习和终身学习的意识。					H

四、专业设计内容

专业设计采取学生自学与教师指导相结合的方式。

本专业设计主要是利用所学知识对对电力电子装置及系统进行设计、性能分析和综合应用。按要求设计出电力电子变换器的主电路并说明工作原理，计算主电路的元件参数，选择元件型号或类型等，设计相应的闭环控制器；对所设计的变换器进行建模，进而进行计算机仿真验证；在固纬 PTS 电力电子实训系统上进行实验验证。能够对仿真和实验验证结果进行分析，不断优化改进电路设计，改善电路性能，从安全性、经济性和环保性等方面考虑电路设计。

1) 布置专业设计题目

老师布置专业设计课题题目，讲授相关的理论知识，设计用到的仿真软件及实验仪器设备，进行设计分组。

2) 搜集资料

查阅相关资料，根据课程设计要求掌握相关电力电子电路的工作原理、常用电力电子器件的结构、特性、参数，以及控制、驱动和保护方法，工程实践中保障电力电子电路安全可靠环保工作的技术措施等。查阅资料，了解电力电子电路建模和仿真及实验的工具，学习常用仿真软件的使用方法和技巧以及 PTS 实训系统操作。

3) 电力电子变换器主电路设计

根据课程设计给定题目的要求，从电路性能、经济性、环保性、安全可靠性等方面对比分析，选择合适的电路拓扑结构、电力电子开关类型、控制电路、驱动电路和保护电路的类型和结构等。根据给定的电路条件和需要达到的电路指标，设计元器件参数，选择器件型号等。

4) PI 调节器等闭环控制系统设计

根据主电路的具体形式，建立其小信号数学模型和传递函数，设计反馈调

理电路，推导出系统开环传递函数，并进而设计系统电压/电流双闭环（如果需要）调节器。

5) 电路建模和仿真实验

根据前述理论分析和设计计算结果，选定合适的建模和仿真工具进行电路建模和仿真，并对仿真结果进行分析，考虑安全、可靠、经济和环保等因素，不断优化设计方案，并最终进行实验验证。

6) 撰写设计报告

根据设计内容和设计结果独立撰写课程设计报告，报告应内容完整，格式规范。

7) 专业设计答辩

准备专业设计 PPT，进行专业设计答辩。

五、专业设计进度安排

序号	专业设计内容	时间分配 (天)
1	讲授相关的理论知识、布置专业设计任务	1
2	搜集资料	1
3	电力电子变换器主电路设计	2
4	PI 调节器等闭环控制系统设计	2
5	电路建模	2
6	计算机仿真及实验验证	3
7	撰写设计报告	2
8	专业设计答辩	1
合计		14

六、课程教学基本要求

1.课堂授课：主要采用讲授式和研讨式教学方法，讲解专业设计任务和仿真软件及实验仪器操作，集中答疑。

2.设计题目及组织：每年布置的设计题目应有一定程度的更新。每 3~4 人为一组开展设计。小组中设组长一名，统筹整个小组的设计；每个组员都有明确的分工，同时组员之间密切协作。

3.上机验证：依托电力电子电路仿真软件 PSIM 或 MATLAB 进行仿真，在 PTS 电力电子实训系统上进行实验验证。

4.答辩：可根据情况集中或分散进行。

七、考核及成绩评定

【考核内容】

专业设计成绩考核包括过程考核和结果考核。过程考核包括：考勤、方案设计、答辩情况。结果考核采取提交专业设计报告的形式。过程考核成绩占总成绩的 40%，结果考核成绩占总成绩的 60%。具体考核内容及所占比例见下表。

课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	考核内容	考核分值	总分值
设计报告 60%	2.4	目标 1	完成电力电子电路的方案设计和参数计算，通过正确设计和计算得到符合要求的电力电子电路，考虑电力电子电路安全可靠工作的要求，从对社会、环境产生影响的角度对设计结果进行评价。	50 分	100 分
	3.2/3.3	目标 2	能够合理选用电力电子电路建模方法对电路进行建模，选择合适的电力电子电路仿真软件完成电路的计算机仿真和实验，验证电路设计和参数计算结果的正确性，分析电路性能的优劣和改进措施。具备分析和解决相应电力电子工程实际问题的能力，并能够对电能变换相关复杂工程问题的解决方案进行分析和改进。	50 分	
答辩情况 20%	10.1/10.3/1.2	目标 4	设计过程的阐述情况，设计结果的评价情况。	50 分	100 分
	3.2	目标 2	电路建模仿真的合理性，对仿真及实验结果分析评价的情况，对性能指标完成度的情况。	50 分	
设计过程 20%	8.2/9.1/9.2	目标 3	考察设计小组内成员之间组织、协调和团队合作等情况。	50 分	100 分
	12.1	目标 5	考察设计过程中自主学习的能力、对技术问题的理解能力。	50 分	

【成绩评定标准】

考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
设计报告	未完成设计任务书规定的主要任务，或完成的部分质量很差，实习报告撰写潦	能在他人协助下完成方案设计，通过设计、计算得出电力电子电路的整体方案，	独立完成方案设计，通过正确设计、计算得出电力电子电路的整体方案，并从安	独立完成方案设计，通过正确设计、计算得出电力电子电路的整体方案，并从安

	草，工作不认真，或不提交设计报告者。	对设计结果进行评价不够合理。能合理选用仿真软件完成电力电子电路的建模和仿真，并取得实验结果。设计报告逻辑一般，图形欠规范。	全、经济和环保角度对设计结果进行评价。能合理选用仿真软件，取得较合理的实验结果，并能分析仿真软件的局限性。设计报告逻辑清晰、调理顺达，图形尚规范、字迹工整。	全、经济和环保角度对设计结果进行合理评价。能合理选用仿真软件，取得正确的实验结果，并能分析仿真软件的局限性。设计报告逻辑清晰、条理顺达，图形规范、字迹工整、内容完整。
答辩情况	未完成设计任务书规定的主要任务，或操作过程中出现多处原则性错误；经提示启发也基本上不能正确回答问题。	基本完成设计任务，能够阐述设计过程，演示设计方案，实验结果较合理，能够理解仿真软件的局限性。	较好地完成任务，能够阐述设计过程，演示设计方案，分析和讲解实验结果，能分析仿真软件的局限性。	出色完成任务，清晰地阐述设计过程，演示设计方案，分析和讲解实验结果，合理分析仿真软件的局限性。
设计过程	不按时参与到设计过程，无故缺勤达到一半及以上时间；对自己的设计任务不清楚，对设计方案的合理性不清楚，不遵守设计环节的规章制度和操作规范，设计态度不认真。	能够参与到设计过程，能够与他人共同分析和论证自己的设计方案是否可行；研讨过程中能涉及设计方案的安全性评价，在他人帮助下能够理解设计中所选择仿真软件的适用性。	较积极地参与到设计过程，能够利用所学知识对设计方案的合理性进行基本的评价；能够将设计方案转述他人进行方案论证；能够从安全、经济和环保性角度对设计结果进行评价，能够说明所用仿真软件局限性。	积极地参与到设计过程与讨论，设计思路清晰，能够利用所学知识对设计方案的合理性进行评价和论证；能够将设计方案转述他人进行合理性论证；能够合理地从安全、经济和环保性角度对设计结果进行评价，能够解释自己所用仿真软件的适用性和局限性。

【考核环节权重】

课程目标	报告书 60%	答辩 20%	设计过程 20%
	占比	占比	占比
课程目标 1	50%	--	--
课程目标 2	50%	50%	--
课程目标 3	--	--	50%
课程目标 4	--	50%	--
课程目标 5	--	--	50%

合计	100%	100%	100%
----	------	------	------

八、教材及参考书目

【教材】 王玉斌 主编，先进电力电子技术原理、设计与工程实践，济南：山东大学，2021。

【参考书】

- (1) 张一工，现代电力电子技术原理与应用，北京：科学出版社，1999。
- (2) 李序葆、赵永健，电力电子器件及其应用，北京：机械工业出版社，2002。
- (3) 王玉斌，现代电力电子变换技术及应用，山东大学自编教材，2014。
- (4) 王兆安等，电力电子技术（第5版），北京：机械工业出版社，2009。

山东大学 电气工程 学院

《专业设计（D方向）》课程教学大纲

编写人：张荣

审定人：高厚磊

编制时间：2020年4月

审定时间：2020年5月

一、课程基本信息

课程名称	专业设计(D)				
	Design Project D				
开课单位	电气工程学院		课程性质	必修课	
课程类别					
课程代码	sd01931640		学分	2	
总学时	2周	理论学时		实验学时	
		上机学时		实践学时	2周
适用专业	电气工程及其自动化(D模块)				
先修课程	电力系统稳态分析、继电保护原理				
授课语言	中文				

（一）课程中文简介

专业设计（D）是电气工程及其自动化专业的必修实践环节。是专业教学的一个必要环节，是对电气工程及其自动化专业课教学的总结，是培养学生综合运用所学知识和技能，进行工程技术和科学研究基本训练及解决复杂工程问题的重要教学环节，是对大学生培养阶段教学质量的综合检验。

通过专业设计，要突出对学生解决复杂工程问题的培养和训练。培养学生查阅和运用文献资料的能力，外语阅读和翻译能力，独立分析与思维能力，书面与口述表达能力，创新能力。结合专业设计工作内容，有侧重地培养学生熟练的进行程序设计和开发计算机应用系统的能力。培养学生树立严谨求实的工作作风。

（二）课程英文简介

Major design (D) is a compulsory practical aspect of electrical engineering and automation. It is a part of professional teaching and it also the teaching summary of electrical engineering and automation. Major design trains students to apply the knowledge and skills. It is also an important teaching part of basic training of engineering and scientific research. Graduation design is a comprehensive examination to cultivate students' stage teaching quality.

Through the Major design, we must emphasis the cultivation of students' comprehensive abilities. It foster students' ability to search and use literatures, improve foreign language reading and translation capabilities, strengthen independent analysis, thinking skills, written, oral communication, innovation. Combined with the Major

design work content, there is emphasis to cultivate students' ability in program design and exploitation of computer system. It fosters students to have a realistic style of work.

三、课程目标

通过本课程，掌握三段式零序电流保护的设计方法、灵敏度校验方法，解决保护设计中的整定计算、设备选择、方案调整等复杂工程技术问题。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	利用所学前期课程，通过文献查阅，分析原始资料及其影响设计的因素，进行分析和计算，得到合格的设计方案。	查阅有关设计资料、文献，利用前期课程，确定初始设计方案，对其进行分析和计算，并根据计算结果对设计方案进行调整，直至得到合格方案。
目标 2	针对电气工程领域复杂工程问题，能够从工程师所应承担的岗位责任的角度，分析和评价保护设计方案对电机经济性、性能和可靠性的影响。	在保护设计过程中，根据设计方案的计算结果，从经济性、性能和可靠性等方面对设计方案进行评价，并给出调整不合格设计方案的措施。
目标 3	通过团队协作方式进行保护方案的设计，能够理解并承担不同角色的作用和责任。	分组进行三段式零序电流保护的设计，组内采用团队合作的方式，成员分工协作。
目标 4	通过设计报告的撰写和答辩，培养学生的表达和交流能力。	在完成三段式零序电流保护设计后，进行设计报告的撰写和答辩。
目标 5	通过文献和资料查阅、自主设计，培养学生不断学习和适应发展的能力。	通过相关文献和资料的查阅和学习，自主确定保护设计方案。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

课程目标 毕业要求指标点	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4	目标 5
2.4 能应用基本原理和专业知识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。	H				
3.2 针对电气工程领域复杂工程问题，能够设计/开发满足特定需求的单元（部件）、系统（装置）或工艺流程，并体现创新意识。		H			
3.3 能够在设计/开发过程中综合考虑安全、健康、法律、文化及环境等制约因素。					
9.1 能与其他学科的成员有效沟通，			H		

合作共事；					
9.2 能够理解个人在团队中承担的角色及责任，能够在团队中独立或合作开展工作；					
10.1 针对电气工程领域的复杂工程问题，能够通过撰写书面报告、设计汇报文稿、口头交流等多种方式，准确表达个人观点，回应质疑，与业界同行及社会公众进行有效沟通与交流，理解与业界同行和社会公众交流的差异性。				H	
12.2 具有不断学习和适应发展的能力，包括对技术问题的理解能力，归纳总结的能力和提出问题的能力。					H

四、专业设计内容

在学生对电力系统继电保护原理进行学习后，本专业设计主要针对典型的三段式继电保护方案的设计，以深入了解并掌握保护整定和配置的过程和设计的原则、方法。并采用分组合作的方式，根据设计要求，通过整定计算、灵敏度校验和设计调整，得到合格的保护设计方案。主要培养学生运用继电保护相关理论和知识进行有关设计资料查阅、保护整定计算、灵敏度校验能力，以及工程素养和团队合作精神。

1) 查阅和搜集资料

根据设计要求，查阅相关资料，掌握零序三段式保护的配置与大型电力元件保护配置等方法，确定初步继电保护方案。

2) 设计方案的性能计算

掌握性能分析和计算的方法，进行保护方案的性能分析和计算。

3) 设计方案的调整

对保护方案的合理性进行判断、分析和评估，发现存在的问题，给出正确的方案选择适当的保护测量设备，以进行设计方案的调整。调整过程要考虑选择设备的经济性考虑，在满足性能要求的前提下节约设备投资成本以及设备对环境可能产生的影响，以及设备对安全性产生影响的评估以及遵守所在地法律法规的要求。

4) 撰写设计报告

根据设计内容和设计结果撰写专业设计报告，报告应内容完整、格式规范。

5) 答辩

对教师提出的与专业设计有关的问题，学生应能正确回答。

五、课程设计进度安排

序号	课程设计内容	时间分配 (天)
1	介绍专业设计的工作安排，进行人员分组，并给出各组的设计任务和设计要求	0.25

2	初步保护方案的确定	3.75
3	性能分析、计算与调整	4
4	撰写设计报告	2
5	答辩	2
合计		12

六、课程教学基本要求

1. 课堂授课：介绍专业设计的内容，布置设计任务。
2. 保护设计与整定计算：分组合作进行。
3. 设计报告：每小组提交一份专业设计报告。
4. 答辩：分组进行，每个组员都需回答相应的问题。

七、课程思政要素

序号	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	保护测量设备的确定	抓主要矛盾	引导学生在分析解决问题时抓主要问题和关键问题
2	保护方案的调整	测量设备的性能与成本之间的矛盾	引导学生认识导，解决工程实际问题时要考虑多种因素的影响、综合权衡
3	设计报告撰写	设计报告存在抄袭现象，计零分	引导学生学术诚信，诚实做人

八、考核及成绩评定

课程设计成绩考核包括设计报告和答辩。考核内容及所占比例见下表。

(一) 考核内容

课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	教学内容	考核分值	总分值
设计报告	2.2	目标 1	能够独立查阅资料，掌握文献检索方法；根据设计要求确定设计方案，分析影响设计目标的因素	100 分或最高等级为优秀	100 分或最高等级为优秀
	3.1	目标 2	能够根据设计要求，完成故障分析计算和继电保护整定计算，以及方案的性能分析和调整，掌握保护方案设计的过程和方法		
	9.1	目标 3	通过团队协作方式进行方案设计		

	12.2	目标 5	通过文献和资料查阅、自主设计，培养学生不断学习和适应发展的能力		
答辩	10.1	目标 4	能够正确回答、解释与设计任务有关的技术问题		

(二) 评分标准

考核环节	<60(不及格)	60-69(及格)	70-79(中等)	80-89(良好)	90-100(优秀)
设计报告	未完成个人承担的主要设计任务，或完成的部分质量很差	在他人协助下完成个人承担的设计任务，完成质量较差。	独立完成个人承担的设计任务且完成质量一般	独立完成个人承担的设计任务，完成质量良好且能考虑安全、健康要求。	独立完成个人承担的设计任务，完成质量优秀且考虑安全、健康要求。
答辩情况	基本上不能回答主要问题。	能基本回答主要问题。	能基本正确地回答主要问题。	能全面地正确回答主要问题。	能正确、全面地回答问题

(三) 考核环节权重

课程目标	报告书	答辩
	占比	占比
课程目标 1	综合考虑给出成绩分数或等级	
课程目标 2		
合计		

九、教材及参考资料

- [1] 刘万顺.《电力系统故障分析》(第2版) 中国电力出版社, 2002
- [2] 张保会.《电力系统继电保护原理》(第2版) 中国电力出版社, 2003

山东大学 电气工程 学院

《专业设计（E方向）》课程教学大纲

编写人：何东欣

审定人：李清泉

编制/修订时间：2020年4月

审定时间：2020年5月

一、课程基本信息

课程名称	专业设计（E方向）	
英文名称	Major design for Electric E	
课程编码	sd01931650	
开课单位	电气工程学院	
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input checked="" type="checkbox"/> 综合性实践课程	
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修	
学分	2	总学时
		2周
适用专业	电气工程及其自动化	
先修课程	电路、电气工程基础、电磁场、高电压试验技术	
课程网站		

二、课程简介

【课程中文简介】

本课程为电气工程及其自动化专业高压模块的综合性实践课程。该课程是在学习电气工程基础（高压篇）和高电压试验技术等高压模块必修课的基础上，为增强学生的动手实践和理论联系实际的能力，而开设的以工程应用题目为依托的实践课程。工程应用题目主要有两个方向，分别是冲击电压发生器的设计和基于 comsol 软件的绝缘模型电场仿真。旨在通过动手实践或软件模拟的手段，在熟悉技术原理的基础上，自行搭建电路模型，实现响应功能和指标；在此过程中，锻炼学生的应用实践能力，熟悉高电压专业的应用场景和知识运用方法，为以后工作和深造奠定实践基础。

【课程英文简介】

This course is a comprehensive practical course for high voltage module of electrical engineering and automation major. On the basis of the required courses of high-voltage modules, such as Fundamentals of Electrical Engineering (high voltage chapter) and High-Voltage Test Technology, this course is offered in order to enhance students' ability to operation and connect theory with practice. There are two main directions of engineering application topics, respectively, the design of impulse voltage generator, and the electric field simulation of insulation model based on COMSOL software. On the basis of familiarity with technical principles, this course aims to enable students to build circuit models, as well as realize response functions and indicators, by means of hands-on practice or software simulation. In this process, students' application and practice ability is trained, and they are familiar with the application scenarios and knowledge application methods of high-voltage specialty, so as to lay a practical foundation for future work and further study.

三、课程目标

通过该课程的学习，学生能够重温高电压技术所学相关知识，培养应用所学知识对实际问题进行计算、建模、分析的能力，通过公式推导、思维凝练、项目汇报锻炼解决实际问题、交流沟通与合作、终身学习的能力。

课程目标 1：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析线路在运行过程中的电热耦合现象及原因，以获得有效结论。

课程目标 2：能够所学高电压试验技术课程的内容进行冲击电压发生器的参数技术、结构设计等工作，或应用高电压技术所学电场分布规律和有限元计算方法模拟电场三维分布；

能够在设计环节中体现创新意识，综合考虑绝缘裕度与工程造价之间的平衡关系，能从数学与自然科学的角度对复杂工程问题的解决方案进行分析并改进。

课程目标 3：能够在设计团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。

课程目标 4：能够就复杂工程问题进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令,能够就电气工程专业问题，以口头、文稿、图表等方式，准确表达自己的观点。

课程目标 5：具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

课程目标 毕业要求指标点	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4	目标 5
2.4 能应用基本原理和专业知识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。	H				
3.2 针对电气工程领域复杂工程问题，能够设计/开发满足特定需求的单元（部件）、系统（装置）或工艺流程，并体现创新意识。		H			
3.3 能够在设计/开发过程中综合考虑安全、健康、法律、文化及环境等制约因素。					
9.1 能与其他学科的成员有效沟通，合作共事；					
9.2 能够理解个人在团队中承担的角色及责任，能够在团队中独立或合作开展工作；			H		
10.1 针对电气工程领域的复杂工程问题，能够通过撰写书面报告、设计汇报文稿、口头交流等多种方式，准确表达个人观点，回应质疑，与业界同行及社会公众进行有效沟通与交流，理解与业界同行和社会公众交流的差异性。				H	
12.2 具有不断学习和适应发展的能力，包括对技术问题的理解能力，归纳总结的能力和提出问题的能力。					H

专业设计内容

为避免学生向高年级同学抄袭作业，制定两个不同的课程设计题目，上下年级交替布置不同题目，确保学生自主独立完成设计任务。

设计一 题目：冲击电压发生器设计	
【内容】	进行冲击电压发生器设计。
【目标和要求】	本教学内容支撑课程目标 1-5。 熟悉冲击电压的概念，掌握标准雷电冲击电压和标准操作冲击电压的波形以及波前和半峰值时间。明确冲击电压发生器的功用及原理，了解不同类型的充放电回路的原理、结构、特点和适用场合。掌握冲击电压发生器的设计方法，对各主要部件的结构及器件的型号参数进行选择，并进行波形分析。让学生动手完成冲击电压发生器的基本实验操作，掌握冲击电压产生流程和方法。
【主要仪器设备】	微型计算机、示波器、万用表
【设计要求】	<ol style="list-style-type: none"> 1、结合课本算例，说明设计方案，绘制冲击电压发生器的总体结构布置图。 2、根据给出的要求，选择合适的充电回路，写出该充电回路的特点和作用，并给出原因。 3、根据给定的电容器型号，以及冲击电压发生器的标称电压，分析、计算串联级数，在此基础上选择合适的发生器结构。 4、计算各组成电路器件的参数，如保护电阻、充电电阻、放电电阻、波前电阻等，同时选择合适的波前电阻和放电电阻的电阻丝绕制方法。 5、根据设计方案，计算冲击电压发生器的效率和充电时间。 6、根据要求，计算所需变压器、硅堆的参数。结合及计算结果并查阅产品手册，选择合适的变压器和硅堆的型号。

设计二 题目：基于 comsol 软件的绝缘模型电场仿真	
【内容】	多重介质绝缘直流或交流电场仿真
【目标和要求】	本教学内容支撑课程目标 1-5， 熟悉 comsol 仿真软件基本操作，掌握 comsol 模型搭建方法，了解数学静电模块及电流模块运行原理。让学生动手搭建二维、三维多重介质绝缘模型，掌握使用 comsol 实现交流与直流电场仿真的流程和方法，通过对仿真结果的分析，理解多重介质绝缘的交流直流电场分布特性的区别及原理。
【主要仪器设备】	微型计算机
【设计要求】	<ol style="list-style-type: none"> 1、参考国标典型缺陷电极形状与参数，1: 1 搭建二维或三维电极模型；查阅文献获得材料参数，并应用与模型中对应介质。 2、针对直流或交流电场正确选择 comsol 多物理场模块，并将模块施加于对应的模型区域。 3、针对直流或交流电场正确选择 comsol 研究模式。

	4、针对仿真结果，分析多重介质绝缘的交流直流电场分布特性的区别及原理。
--	-------------------------------------

五、课程设计进度安排

序号	课程设计内容	时间分配 (天)
1	介绍专业设计的工作安排，进行人员分组，并给出各组的设计任务和设计要求	0.25
2	设计方案的确定（冲击电压发生器、电场仿真实论）	3.75
3	性能分析、计算与调整	4
4	撰写设计报告	2
5	答辩	2
合计		12

六、课程教学基本要求

1. 授课方式：

教师选择合适的课程设计题目，给学生指明设计要求，学生自己完成相关设计，教师适当提供指导和答疑。

2. 课程内容：

本课程为电气工程及其自动化专业高压模块的综合性实践课程。该课程是对先修课程电气工程基础（高压篇）和高电压试验技术等高压模块必修课所学知识的综合应用和进一步深化，应用先修课程知识，独立思考并解决问题，在教学中既要注意与上述课程的联系、综合、深入，增强学生的动手实践和理论联系实际的能力。

3. 作业：

学生按规定的格式独立完成设计报告。

七、课程思政要素

序号	章节	知识 点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	第5章 第1节	冲击电压的波形	标准雷电冲击电压和标准操作冲击电压的波形，以及波前时间和半峰值时间的定义	引导学生掌握基本概念，打好基础，培养脚踏实地的科研精神。
2	第5章 第2节	冲击电压发生器的原理	Marx 回路的结构，以及分析过程中的等效回路。	培养学生在分析问题时的联想等效能力，将复杂的问题等效为简单的问题，然后进行求解。
3	第5章 第3节	冲击电压发生器的放电回路	发生器放电回路的程序计算。	培养学生的编程能力，以及运用计算机解决问题的能力。
4	第5章 第7节	冲击电压发生器的结构	设计发生器的结构时，应该注意的安全问题	引导学生重视安全问题，遵守规则与秩序，增强法律意识和职业责任感。
5	第5章 第8节	冲击电压发生器设	发生器的设计过程以及各个主要设备参数计	促进大学生主动把理论应用于实际，解决工程实际问题。解决工

		计计算举例	算。	程实际问题时要综合考虑多种因素的影响。
6	冲击电压发生器设计作业		在作业、项目式作业中抄袭，该项记零分，	应遵守学术诚信，诚实做人。
7	Comsol 仿真	Comsol 基本操作及原理	仿真与实际问题的区别与联系	引导学生掌握辩证统一地看待事物。解决工程实际问题时要综合考虑多种因素的影响
8	Comsol 仿真	仿真模型搭建	根据国标推荐案例绘制仿真模型时，因实际两介质不可能为绝对零距离，应在两介质交界处人为设置一极窄缝隙。	培养大学生在分析理论问题，应用理论知识时，应综合考虑现实实际应用情况。
9	Comsol 仿真	仿真模块与研究方式选择	针对交流、直流电场的电场分布机理的区别，分别选择不同的 comsol 模块和研究方式	培养大学生在分析问题时，抓住主要、关键问题，注重各知识间的联系与区别。
10	Comsol 仿真	分析仿真结果	针对对仿真结果，分析多重介质绝缘的交流直流电场分布特性的区别及原理。	引导大学生认识学习中归纳与总结的关系，科学的工作方法是通过反思总结进行创新，认识到基础理论学习与开拓创新的关系。
11	Comsol 仿真作业		在作业、项目式作业中抄袭，该项记零分，	应遵守学术诚信，诚实做人。

八、考核及成绩评定方式

设计一：冲击电压发生器设计

【考核内容】

专业设计成绩考核包括过程考核和结果考核。过程考核包括：考勤、方案设计、仿真程序、答辩情况。结果考核采取提交专业设计报告的形式。过程考核成绩占总成绩的 40%，结果考核成绩占总成绩的 60%。具体考核内容及所占比例见下表。

课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	考核内容	考核分值	总分值
设计报告 60%	2.4	目标 1	完成冲击电压发生器的方案设计和参数计算，通过正确设计和计算得到符合要求的电力电子电路，考虑冲击电压发生器安全可靠工作的要求，从对社会、环境产生影响的角度对设计结果进行评价。	50 分	100 分
	3.2/3.3	目标 2	进行冲击电压发生器拓扑结构设计，验证拓扑设计和参数计算结果的正确性，分析性能的优劣和改进措施。具备分析和解决相应高电压	50 分	

			试验实际问题的能力，并能够对电能变换相关复杂工程问题的解决方案进行分析和改进。		
答辩情况 20%	10.1	目标 4	设计过程的阐述情况，设计结果的评价情况。	50 分	100 分
	3.2/3.3	目标 2	冲击电压发生器结构的合理性，对仿真及实验结果分析评价的情况，对性能指标完成度的情况。	50 分	
设计过程 20%	9.1/9.2	目标 3	考察设计小组内成员之间组织、协调和团队合作等情况。	50 分	100 分
	12.2	目标 5	考察设计过程中自主学习的能力、对技术问题的理解能力，归纳总结的能力和提出问题的能力。	50 分	

【成绩评定标准】

考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
设计报告	未完成设计任务书规定的主要任务，或完成的部分质量很差，实习报告撰写潦草，工作不认真，或不提交设计报告者。	能在他人协助下完成方案设计，通过设计、计算得出冲击电压发生器的整体方案，对设计结果进行评价不够合理。设计报告逻辑一般，图形欠规范。	独立完成方案设计，通过正确设计、计算得出冲击电压发生器的整体方案，并从安全、经济和环保角度对设计结果进行评价。设计报告逻辑清晰、条理顺达，图形尚规范、字迹工整。	独立完成方案设计，通过正确设计、计算得出冲击电压发生器的整体方案，并从安全、经济和环保角度对设计结果进行合理评价。设计报告逻辑清晰、条理顺达，图形规范、字迹工整、内容完整。
答辩情况	未完成设计任务书规定的主要任务，或操作过程出现多处原则性错误；经提示启发也基本上不能正确回答问题。	基本完成设计任务，能够阐述设计过程，演示设计方案，实验结果较合理，能够理解仿真软件的局限性。	较好地完成设计任务，能够阐述设计过程，演示设计方案，分析和讲解实验结果，能分析仿真软件的局限性。	出色完成设计任务，清晰地阐述设计过程，演示设计方案，分析和讲解实验结果，合理分析仿真软件的局限性。
设计过程	不按时参与到设计过程，	能够参与到设计过程，能	较积极地参与到设计过	积极地参与到设计过程与

	无故缺勤达到一半及以上时间；对自己的设计任务不清楚，对设计方案的合理性不清楚，不遵守设计环节的规章制度和操作规范，设计态度不认真。	够与他人共同分析和论证自己的设计方案是否可行；研讨过程中能涉及设计方案的安、经济和环保性评价，在他人帮助下能够理解设计中所选择计算方法的适用性。	程，能够利用所学知识对设计方案的合理性进行基本的评价；能够将设计方案转述他人共同进行方案论证；能够从安、经济和环保性角度对设计结果进行评价，能够说明计算方法局限性。	讨论，设计思路清晰，能够利用所学知识对设计方案的合理性进行评价和论证；能够将设计方案转述他人进行合理性论证；能够合理地从安、经济和环保性角度对设计结果进行评价，能够解释自己所用计算方法的适用性和局限性。
--	---	--	--	---

【考核环节权重】

课程目标	报告书 60%	答辩 20%	设计过程 20%
	占比	占比	占比
课程目标 1	50%	--	--
课程目标 2	50%	50%	--
课程目标 3	--	--	50%
课程目标 4	--	50%	--
课程目标 5	--	--	50%
合计	100%	100%	100%

设计二：基于 comsol 软件的绝缘模型电场仿真

【考核内容】

专业设计成绩考核包括过程考核和结果考核。过程考核包括：考勤、方案设计、仿真程序、答辩情况。结果考核采取提交专业设计报告的形式。仿真程序占总成绩的 40%，设计报告占总成绩的 40%，答辩占 20%。具体考核内容及所占比例见下表。

课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	考核内容	考核分值	总分值

设计报告 40%	2.4	目标 1	完成基于 Comsol 软件的绝缘模型电场仿真，通过正确设计和计算得到符合要求的电场分布，考虑电极结构安全可靠工作的要求，从对社会、环境产生影响的角度对设计结果进行评价。	50 分	100 分
	3.2/3.3	目标 2	具备分析和解决相应高电压试验实际问题的能力，并能够对电气绝缘配合相关复杂工程问题的解决方案进行分析和改进。	50 分	
答辩情况 20%	10.1	目标 4	设计过程的阐述情况，设计结果的评价情况。	50 分	100 分
	9.1/9.2	目标 3	考察设计小组内成员之间组织、协调和团队合作等情况。。	50 分	
仿真程序 40%	3.2/3.3	目标 2	电场有限元计算建模仿真的合理性，对仿真结果分析评价的情况，对性能指标完成度的情况。	50 分	100 分
	12.2	目标 5	考察设计过程中自主学习的能力、对技术问题的理解能力，归纳总结的能力和提出问题的能力。	50 分	

【成绩评定标准】
【考核环节评分标准】

考核环节 \ 分值	90-100	75-90	60-75	不及格 (<60)
仿真程序	能够正确得绘制仿真模型，实现交直流电场仿真，清晰分析交直流电场在多重介质下分布的特点及机理。	能够较为正确得绘制仿真模型，实现交直流电场仿真，清晰分析交直流电场在多重介质下分布的特点及机理。	能够基本正确得绘制仿真模型，实现交直流电场仿真，基本清晰分析交直流电场在多重介质下分布的特点及机理。	不能够正确得绘制仿真模型，实现交直流电场仿真，不能清晰分析交直流电场在多重介质下分布的特点及机理。
答辩情况	未完成设计任务书规定的主要任务，或操作过程出现多处原则性错误；经提示启发也基本上	基本完成设计任务，能够阐述设计过程，演示设计方案，实验结果较合理，能够理解仿真软件的局限性。	较好地完成设计任务，能够阐述设计过程，演示设计方案，分析和讲解实验结果，能分析仿	出色完成设计任务，清晰地阐述设计过程，演示设计方案，分析和讲解实验结果，合理分析仿真软件的局限性。

	不能正确回答问题。		真软件的局限性。	
设计报告	版面整洁，格式规范，文字、图表表达清晰条理，结果正确，对设计过程正确深层分析。	版面整洁，格式规范，文字、图表表达清晰条理，结果正确，对设计过程正确分析。	版面较整洁，格式基本规范，文字、图表表达基本清晰，结果基本正确。	版面不够整洁，格式不规范，结果不正确。

【考核环节权重】

课程目标	报告书 40%	答辩 20%	仿真程序 40%
	占比	占比	占比
课程目标 1	50%	--	--
课程目标 2	50%	--	50%
课程目标 3	--	50%	--
课程目标 4	--	50%	--
课程目标 5	--	--	50%
合计	100%	100%	100%

九、教材及参考资料

【教材】

张仁豫，陈昌渔，王昌长，高电压试验技术，清华大学出版社，2009年，北京高等教育精品教材

【参考书】

3-5 本相关的教材或者专著、杂志或网络资源

《高电压技术》、《高电压绝缘技术》、《电介质理论》、《电路》

山东大学 电气工程 学院

《专业设计（F方向）》课程教学大纲

编写人：董晓明

审定人：张文、韩学山

编制/修订时间：2020年4月

审定时间：2020年5月

一、课程基本信息

课程名称	电力系统运行与控制专业设计	
英文名称	Power Transmission Operation and Examine Project Design	
课程编码	sd01931690	
开课单位	电气工程学院 电力系统研究所	
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input checked="" type="checkbox"/> 综合性实践课程	
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修	
学分	2	总学时
		2周
适用专业	电气工程及其自动化	
先修课程	电力系统分析、电力系统自动控制技术	
课程网站		

二、课程简介

【课程中文简介】

《电力系统运行与控制专业设计》是电气工程及其自动化专业的一门综合性实践课程，该课程依托于《电力系统自动控制技术》课程的理论学习，通过上机实验，编写电力系统的潮流计算程序。并要求学生按照工程报告格式，总

结撰写设计报告。通过本课程的学习，培养学生基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究的素养，树立理论联系实际的科学观点，提高学生分析问题解决问题的能力。

【课程英文简介】

Power System Operation and Control Project Design is a comprehensive practical course for electrical engineering and automation specialty. On the basis of theoretical learning of "*Power System Operation and Control*", the power flow calculation program for power system is written by computer experiments in this course. Students are required to summarize and write design reports in accordance with the format of engineering reports. Through the study of this course, students are trained to study complex engineering problems based on scientific principles and scientific methods. Students also establish a scientific view of combining theory with practice, and their ability to analyze and solve problems are improved

三、课程目标

【课程目标】

目标 1：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析潮流计算的基本原理与数学方法，以获得有效结论。

目标 2：能够利用计算机仿真软件设计电力系统潮流计算的程序设计，并能够在设计环节中体现创新意识，能从数学与自然科学的角度对复杂工程问题的解决方案进行分析并改进。

目标 3：能够在设计团队中承担个体、团队成员以及负责人的角色。

目标 4：能够就复杂工程问题进行有效沟通和交流，包括撰写报告和设计文稿、陈述发言、清晰表达或回应指令，能够就电气工程专业问题，以口头、文稿、图表等方式，准确表达自己的观点。

目标 5：具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求指标点	课程目标				
	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4	目标 5
2.4 能应用基本原理和专业知识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。	H				
3.2 针对电气工程领域复杂工程问题，能够设计/开发满足特定需求的单元（部件）、系统（装置）或工艺流程，并体现创新意识。		H			
3.3 能够在设计/开发过程中综合考虑安全、健康、法律、文化及环境等制约因素。					
9.1 能与其他学科的成员有效沟通，合作共事；			H		
9.2 能够理解个人在团队中承担的角色及责任，能够在团队中独立或合作开展工作；					
10.1 针对电气工程领域的复杂工程问题，能够通过撰写书面报告、设计汇报文稿、口头交流等多种方式，准确表达个人观点，回应质疑，与业界同行及社会公众进行有效沟通与交流，理解与业界同行和社会公众交流的差异性。				H	
12.2 具有不断学习和适应发展的能力，包括对技术问题的理解能力，归纳总结的能力和提出问题的能力。					H

四、课程设计内容

一 潮流计算基本概念与数学原理

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1：通过本节课程学习，了解各种潮流计算方法的基本理论，达成以下目的：

1.能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析潮流计算的数学原理与实际应用。

2.掌握复杂潮流计算的基本概念理论知识和计算方法，形成完整的潮流计算知识理论体系。

【重点与难点】

重点：线路各种潮流计算方法的基本概念与计算方法

难点：将实际潮流计算问题进行数学抽象。

【教学内容】

- 一、潮流计算的基本概念
- 二、潮流计算的数学抽象

二 潮流计算程序的编写

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2：通过本节课程学习，进行电力系统潮流计算程序的编写，达成以下目的：

1. 能够利用计算机仿真软件设计不同方法的潮流计算程序，并对不同方法潮流计算的收敛性，计算速度进行分析。

【重点与难点】

重点：电力系统潮流计算的程序设计，实验结果的对比分析。

难点：电力系统潮流计算的程序设计。

【教学内容】

- 一、基本编程语言
- 二、基本的程序设计与调试方法

三 完成工程报告的编制

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 4：通过本节课程的学习，使学生学会通过仿真实验结果撰写规范的工程报告。

【重点与难点】

重点：仿真结果整理，构思并撰写工程报告

难点：撰写工程报告

【教学内容】

- 一、工程报告的撰写要求及方法

四 课程答辩

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，目标 2，目标 3，目标 4，目标 5：通过本节学习，深化对潮流计算的理解，并培养学生能够就复杂工程问题与业界同行及社会公众进行有效沟通和交流的能力，此外通过拓展项目激发学生的学习热情，使学生具备具有自主学习和终身学习的意识，有不断学习和适应发展的能力。

【重点与难点】

重点：潮流计算的理解

难点：潮流计算的理解

【教学内容】

一、师生互动答辩

二、以小组为单位进行组内成员互评，互评内容包括创新性应用性讨论以及工作的改进之处

【拓展训练项目】

通过文献阅读，提炼潮流计算的研究热点，应用所学知识进行创新深化。

五、专业设计进度安排

序号	章节	章节内容	学时分配							合计	
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课		其他
1	第1节	潮流计算基本概念与数学原理	2								2
2	第2节 第3节	潮流计算程序的编写 工程报告编制	1		1	6					8
3	第4节	课程答辩	2								2
合计			5		1	8					12

六、课程教学基本要求

1. 授课方式:

板书与多媒体结合

2. 课程内容:

本课程是电气工程及其自动化专业的综合性实践课程，是对先修课程《电力系统分析》《电力系统自动控制技术》所学知识的综合应用和进一步深化，应用以上课程知识分析不同潮流计算方法的数学原理，将实际工程问题抽象为数学模型，并在相关软件中编写潮流计算程序。在教学中既要注意与上述课程的联系、综合、深入，也要注意避免在同一层次上的重复，重点应放在不同潮流计算方法的程序编写上。

3. 设计报告:

主要为工程报告，促进学生理解课堂内容，能分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。

4. 拓展项目

采用文献阅读的方式，提炼新型潮流计算方法的发展方向，应用所学知识进行创新深化，促进自主科研能力的提升。

七、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	第一节	潮流计算基本概念与数学原理	从潮流越限带来的危害引入，让学生认识到进行准确快速潮流计算的重要性	引导学生重视安全问题，增强职业责任感。
2	第二节	潮流计算程序的编写	引用纸上谈兵的例子，引导学生从理论学习到动手实践的转变	培养大学生在分析问题时，追本溯源抓住主要问题、关键问题，并能用适当的方法解决实际工程问题的能力。
3	第三节	设计报告编制	在工程报告中抄袭，该项记零分，	应遵守学术诚信，诚实做人。
4	第四节	课程答辩	爱迪生与特斯拉直流电和交流电之争，特斯拉放弃交流电专利。	引导学生认识科技发展是全方位的，辩证统一地看待事物的矛盾法则，即对立统一的法则。解决工程实际问题时要综合考虑多种

				因素的影响。
--	--	--	--	--------

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

专业设计成绩考核包括过程考核和结果考核。过程考核包括：考勤、方案设计、答辩情况。结果考核采取提交专业设计报告的形式。过程考核成绩占总成绩的 40%，结果考核成绩占总成绩的 60%。具体考核内容及所占比例见下表。

课程考核内容及所占比例

考核方式	毕业要求指标点	课程教学目标	考核内容	考核分值	总分值
设计报告 60%	2.4	目标 1	完成方案设计和参数计算，通过正确设计和计算得到符合要求的结果，考虑工作要求，从对社会、环境产生影响的角度对设计结果进行评价。	50 分	100 分
	3.2/3.3	目标 2	能够合理选用建模方法进行建模，选择合适的途径完成仿真和实验，验证结果的正确性，分析其优劣和改进措施。具备分析和解决相应工程实际问题的能力，并能够对相关复杂工程问题的解决方案进行分析和改进。	50 分	
答辩情况 20%	10.1	目标 4	设计过程的阐述情况，设计结果的评价情况。	50 分	100 分
	3.2/3.3	目标 2	建模仿真的合理性，对仿真及实验结果分析评价的情况，对性能指标完成度的情况。	50 分	
设计过程 20%	9.1/9.2	目标 3	考察设计小组内成员之间组织、协调和团队合作等情况。	50 分	100 分
	12.2	目标 5	考察设计过程中自主学习的能力、对技术问题的理解能力，归纳总结的能力和提出问题的能力。	50 分	

【成绩评定标准】

考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
设计报告	未完成设计任务书规定的主要任务，或完成的部分质量很差，实习报告撰写潦草，工作不	能在他人协助下完成方案设计，通过设计、计算得出一般有效方案，对结果进行评价不够合	独立完成方案设计，通过正确设计、计算得出较为有效方案，并从安全、经济和环保角度对设	独立完成方案设计，通过正确设计、计算得出十分有效的方案，并从安全、经济和环保角度

	认真，或不提交设计报告者。	理。能合理选用建模和仿真方法，并取得实验结果。设计报告逻辑一般，图形欠规范。	计结果进行评价。能合理选用仿真软件，取得较合理的实验结果，并能分析其局限性。设计报告逻辑清晰、条理顺达，图形尚规范、字迹工整。	对设计结果进行合理评价。能合理选用正确有效方式方法得到实验结果，并能分析其局限性。设计报告逻辑清晰、条理顺达，图形规范、字迹工整、内容完整。
答辩情况	未完成设计任务书规定的主要任务，或操作过程出现多处原则性错误；经提示启发也基本上不能正确回答问题。	基本完成设计任务，能够阐述设计过程，演示设计方案，实验结果较合理，能够理解仿真软件的局限性。	较好地完成设计任务，能够阐述设计过程，演示设计方案，分析和讲解实验结果，能分析仿真软件的局限性。	出色完成设计任务，清晰地阐述设计过程，演示设计方案，分析和讲解实验结果，合理分析仿真软件的局限性。

【考核环节权重】

课程目标	报告书 60%	答辩 20%
	占比	占比
课程目标 1	50%	--
课程目标 2	50%	50%
课程目标 3	--	--
课程目标 4	--	50%
课程目标 5	--	--
合计	100%	100%

九、教材及参考资料

【参考资料】

1. 《电气工程专业毕业设计指南-电力系统分册》
2. MATLAB/Simulink 电力系统建模与仿真 ISBN: 9787111575931

山东大学 电气工程 学院

《毕业论文（设计）》课程教学大纲

编写人：《毕业论文（设计）》大纲编写组 审定人：韩学山、杨明、张文

编制时间：2017年4月 审定时间：2017年5月

修订时间：2020年4月 审定时间：2020年5月

课程名称	毕业论文（设计）				
英文名称	Graduation Thesis（Design）				
开课单位	电气工程学院				
课程类型	毕业论文（设计）、综合实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
课程类别	<input checked="" type="checkbox"/> 独立设课 <input type="checkbox"/> 非独立设课				
学分	8	总学时	实践 12 周	实践学时	384
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	修完全部规定的课程				

一、课程简介

（一）课程中文简介

毕业论文（设计）是电气工程及其自动化专业的必修实践环节。是专业教学的最后一个环节，是整个电气工程及其自动化专业教学的总结，是培养学生综合运用所学知识和技能，进行工程技术和科学研究基本训练及解决复杂工程问题的重要教学环节，是对大学生培养阶段教学质量的综合检验。

通过毕业设计，突出训练和培养学生解决复杂电气工程问题的能力。培养学生查阅、分析和运用文献、资料和资源的能力，外语阅读和翻译能力，复杂工程问题的分析、建模和研究能力，独立思考与辩证思维能力，书面与口述表达和交流能力，创新能力和自主学习能力。培养学生树立严谨求实的科学作风。

（二）课程英文简介

Graduation design is a compulsory practical aspect of electrical engineering and automation. It is the last part of professional teaching and it also the teaching

summary of electrical engineering and automation. Graduation design trains students to apply the knowledge and skills. It is also an important teaching part of basic training of engineering and scientific research. Graduation design is a comprehensive examination to cultivate students' stage teaching quality.

Through the graduation design, we must emphasis the cultivation of students' comprehensive abilities. It foster students' ability to search and use literatures, improve foreign language reading and translation capabilities, strengthen independent analysis, thinking skills, written, oral communication, innovation. Combined with the graduation design work content, there is emphasis to cultivate students' ability in program design and exploitation of computer system. It fosters students to have a realistic style of work.

二、课程目标

课程目标	毕业要求
课程目标 1: 能够运用电气工程及其自动化专业的相关理论知识、原理、方法和技术用于分析和解决毕业设计课题。	1.4 能够将相关知识和数学模型方法用于电气工程领域复杂工程问题解决方案的比较与综合。(H)
课程目标 2: 能够应用电气工程学科的原理和方法,结合文献检索和研究,识别和判断毕业设计课题中的关键环节,并能选择适当精度的模型进行描述和表达。	2.4 能应用基本原理和专业知识,借助文献研究,分析过程的影响因素,获得有效结论。(H)
课程目标 3: 能够设计毕业设计课题的解决方案,并能评估其合理性和可行性,针对毕业设计课题的解决方案,分解任务,比较、评价和创新各任务的解决方法,设计出满足设计目标的研究流程、计算流程或设计流程,设计或创新的工艺流程、单元部件、设备或系统能够满足特定需求,并能够综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素,从技术、经济等角度分析设计的可行性,提升创造性地解决问题的能力。	3.2 针对电气工程领域复杂工程问题,能够设计/开发满足特定需求的单元(部件)、系统(装置)或工艺流程,并体现创新意识。(H) 3.3 能够在设计/开发过程中综合考虑安全、健康、法律、文化及环境等制约因素。(H)
课程目标 4: 能够基于科学原理采用仿真、实验研究等科学方法研究毕业设计课题中的某项任务,能够设计适当的仿真或实验方案,获取所需要的数据,采用合理恰当的数据处理方法分析数据,对比理论结果、文献调研结果和仿真或实验结果,进行信息综合,分析、评价并解释结果或结论的合理性、有效性及其适用范围,并能据此提出后续改进方案。	4.1 能够基于科学原理,通过文献研究或相关方法,调研和分析电气工程领域复杂工程问题的解决方案;(H)
课程目标 5: 能够针对解决方案,合理选用现代数值计算工具、数值模拟工具、程序语言、有限元分析软件、行业软件、实验设备和仪器仪表等现代工具用于预测或模拟问题演化过程或结果,并能理解工具的局限性,能分析结果的合理性与适用范围。	5.3 能够针对电气工程领域的具体对象,开发或选用满足特定需求的现代工具,对电气工程领域复杂工程问题进行模拟和预测,并能够理解及分析结果的适用范围和局限性。(H)
课程目标 6: 能够基于电气工程学科、人文学科、工程经济、法律等相关学科的背景知识、原	6.2 能够分析和评价电气工程实践和电气工程领域复杂工程问题解决方案对社

<p>理和方法，分析和评价毕业设计课题的解决方案或设计结果等对社会、健康、安全、法律以及文化产生的积极影响，主动规避可能对社会和人类造成的弊端，主动履行电气工程实践应造福社会和人类的基本原则，积极承担电气工程从业人员的责任和义务。</p>	<p>会、健康、安全、法律以及文化的影响，以及这些制约因素对项目的影响，并理解应承担的责任。（M）</p>
<p>课程目标 7：能够理解毕业设计课题的解决方案、工程实践过程和设计结果会影响环境、社会的可持续发展，并能够评价由此所产生的积极影响和不利影响，并规避不利影响或使不利影响最小。</p>	<p>7.1 能够知晓和理解环境保护和可持续发展的理念和内涵；能够认识电气工程在环境保护和可持续发展中的作用。（M） 7.2 能够站在环境保护和可持续发展的角度思考电气工程实践的可持续性，评价电气工程实践可能对人类和环境等方面产生的积极意义和不利影响。（M）</p>
<p>课程目标 8：能够规范地撰写开题报告、毕业论文，在论文中能够准确、清晰、恰当地表达毕业设计课题的工程问题、国内外研究现状、解决方案、解决过程和得到的结果；在论文答辩时能够清楚地阐述课题所涉及工程理念、专业观点以及课题解决过程和结果，能够明确地回答答辩时所提问题和回应质疑，并能理解与业界同行和社会公众交流的差异性；能够拓宽视野，放眼国际，具备跨文化沟通和交流的能力。</p>	<p>10.1 针对电气工程领域的复杂工程问题，能够通过撰写书面报告、设计汇报文稿、口头交流等多种方式，准确表达个人观点，回应质疑，与业界同行及社会公众进行有效沟通与交流，理解与业界同行和社会公众交流的差异性。（H） 10.2 能了解电气工程领域的国际发展趋势和研究热点，具备一定的国际视野，理解和尊重世界不同文化的差异性和多样性；（H） 10.3 具备跨文化交流的口头和书面表达能力，能够就专业问题，在跨文化背景下进行基本沟通和交流。（H）</p>
<p>课程目标 9：针对毕业设计课题，能够自主学习和对比判断与解决课题相关的新知识、新技术和新方法，并能够用于解决相应的工程问题，养成自主学习和终身学习的意识，能够通过不断学习认知电气工程领域和行业的发展现状并能预测其发展趋势，并能够通过自主学习适应领域和行业发展对工程师的新要求。</p>	<p>12.2 具有不断学习和适应发展的能力，包括对技术问题的理解能力，归纳总结的能力和提出问题的能力。（H）</p>

注：H——强支撑，M——中等支撑。

三、课程主要内容和环节

（一）选题

学生和导师共同确定毕业设计选题，导师下达毕业论文（设计）任务书。

（二）开题

学生根据毕业论文（设计）任务书，分析毕业设计课题的背景、意义和价值，广泛调研文献，综述国内外发展现状，制定课题研究方案或解决方案，评价方案的合理性和可行性，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素对课题方案的影响，撰写开题报告。

开题报告主要包括以下几部分：论文（设计）的主要内容、理论意义、应用价值、主要参考书目。开题报告需要明确毕业论文（设计）写作计划：各阶段工作时间、各阶段工作内容及要求、检查方式等，并计划好初稿完成日期和定稿日期。

外文资料翻译：在文献调研过程中，从学术期刊或学术会议的文章中，选择一篇与论文选题密切相关的不少于 3000 个印刷符号的外文资料，完成外文资料翻译工作，译文不少于 2000 汉字。译文应翻译准确，文字通顺、叙述流畅。译文和原文放进毕业论文附录中。

（三）中期检查

通常在春季学期第八周进行毕业论文工作的中期检查，通过学生填写的中期检查汇总表检查学生毕业设计工作的开展情况，重点加大对论文（设计）进展缓慢学生的督促与帮扶。

（四）毕业论文的撰写

按照《山东大学毕业论文（设计）指导手册》的要求，毕业论文（设计）内容主要包括毕业论文题目、作者、指导教师、目录、中文摘要、中文关键词、英文摘要、英文关键词、正文、参考文献、致谢及附录等部分。

在毕业论文（设计）正文中必须包含如下部分：

- （1）分析课题的背景、目的和意义，课题研究现状文献综述与分析。
- （2）提出课题解决方案并进行分析和论证，要考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。
- （3）必要的理论推导和计算。
- （4）如有仿真或实验时（包括现场试验），提出仿真或实验方案和实验方法，对仿真或实验结果（或使用效果）进行整理分析。
- （5）评价课题工作和实践对社会、健康、安全、法律、文化、环境和可持续发展的影响。
- （6）对课题研究结果和成果进行总结和展望。

（五）毕业论文答辩

按照《山东大学毕业论文（设计）指导手册》的要求，学生在完成毕业论文撰写后，先由指导教师对论文进行评定工作，并在春季学期的第 13-14 周期间进行毕业论文的答辩工作，并由答辩委员会对其答辩情况进行成绩评定。

四、毕业设计（论文）进度安排

序号	内容	实践学时	合计
1	选题	1 周	1 周
2	开题	2 周	2 周
3	开展毕业设计工作	8 周	8 周
4	论文撰写与定稿	2 周	2 周

5	准备论文答辩	1周	1周
	合计	14周	14周

注：论文选题和答辩环节不计入总学时。

五、课程教学基本要求

（一）毕业论文（设计）的选题

1. 毕业论文（设计）的选题必须符合人才培养目标，属于复杂电气工程问题的范畴，能够达到训练学生综合应用所学知识和现代技术工具等分析复杂工程问题、解决复杂工程问题能力培养的目的。题目应多样化，选题来源可以是科研、生产或自拟。题目确定后也要确定主要研究内容、目标和要求、特色、成果形式、成果价值。毕业论文（设计）的题目要经过系所和学院两级审批。

2. 题目要有一定的综合性和复杂性，较宽的知识覆盖面，能使学生受到比较全面而系统的训练。

3. 题目要有一定的工作量，根据因材施教原则为不同水平学生设定合适的深度、难度。

毕业论文（设计）选题最好要有长期的规划、阶段性的目标，并与研究所、指导教师科研或企业生产需求相结合。指导教师提出相关设计题目，学生教师双向选择。也可以校企结合，企业提出相关课题，由校内老师与企业兼职教师共同指导。毕业设计课题应属于以下研究方向之一：

1. 电气设备与控制
2. 新能源运行与控制
3. 柔性电力技术
4. 电网智能保护与控制
5. 高电压与绝缘技术
6. 电力系统运行与控制

（二）毕业论文（设计）的撰写

1. 毕业论文（设计）立论正确，理论分析透彻，课题解决方案恰当、合理，结论正确，有一定创见性，有一定的学术水平或较大的实用价值。

2. 论文中使用的概念正确，语言表达准确，结构严谨，条理清楚，逻辑性强，栏目齐全。

3. 论文写作格式规范，符合有关规定。论文中的图表、电路原理图、设计图纸在编写和制作上符合行业规范，设计过程中能够执行国家标准。

4. 原始数据搜集得当，计算、仿真或实验结论准确可靠。

六、主要参考资料

先修所有课程教材及与设计相关的参考资料。

七、课程成绩考核

毕业论文（设计）由毕业设计课题申请、开题、中期检查、论文评阅及论文答辩环节组成。课题申请阶段，导师和学生共同商量确定课题，由导师提交课题申请，并经各研究所审核通过，导师向学生下达课题任务书。学生根据课题提交开题报告，由指导教师根据学生的开题报告质量决定是否允许开题。若报告不符合要求，则学生需要对开题报告进行改进和完善，重新提交。

中期检查由指导教师根据学生截止到中期检查时每两周提交毕业设计工作进度表及中期检查结果对学生毕业设计进行评估。若中期检查结果不满足课程目标要求，则学生需要对相应的设计工作进行改进和完善，并于两周内提交整改报告。

毕业论文（设计）成绩的由指导教师评阅成绩和毕业论文答辩成绩组成。各部分所占权重为：指导教师评阅占总成绩的 40%，答辩占总成绩的 60%。

在学生完成毕业论文（设计）后，严格经过“评阅”、“答辩”环节，每个环节分别写出评语，给出成绩，填写《山东大学本科毕业论文（设计）成绩评定表》、《本科毕业论文（设计）题目及成绩汇总表》、《电气工程学院本科毕业论文（设计）指导教师评阅成绩评分表》、《电气工程学院本科毕业论文（设计）答辩成绩评分表》和《电气工程学院 XXXX 届本科毕业设计成绩评分汇总表》等相应项目。

毕业论文（设计）“评阅”、“答辩”环节内容如下：

（一）评阅（评定“指导教师评阅成绩”）

学生将完成的毕业论文、外文资料翻译及相应材料（包括设计任务书、开题报告、仿真模型、软件程序及流程图、硬件电路图及实物照片、实验台照片、实验数据、设计图纸等）按时呈交指导教师审阅。指导教师根据学生提交的毕业论文和材料，评价学生毕业设计工作的完成情况和论文质量，写出评阅意见，确定评阅成绩。评阅成绩低于及格水平的，不得进入答辩环节。

指导教师应在答辩前 5 天完成论文评阅，并将已经评阅过的论文和评阅意见、评阅成绩送交答辩委员会（小组）负责人（或秘书），由秘书登记好评阅意见和成绩后，按照答辩委员会（小组）负责人的安排，将论文及时分发给答辩老师。

指导教师评阅内容包括：

- （1）规定的毕业设计任务完成情况是否符合要求；
- （2）毕业论文的理论依据是否充分，对国内外研究现状的综述是否完善；
- （3）是否能够综合应用所学的学科基础理论、专业知识、现代工具与资源等解决毕业设计课题中的复杂电气工程问题，包括：课题任务分析、文献调研、方案制定、理论建模与计算、现代工具和资源的应用（数值计算与仿真、有限

元仿真、行业软件)、软硬件设计与调试、实验研究、结果分析与讨论(局限性、对社会和环境可持续发展的影响)等;

(4) 从论文整体的创新水平、格式规范、语言表达等方面综合判断论文是否达到本科毕业设计的要求;

(5) 根据学生在整个毕业设计过程中的工作表现和论文完成情况写出评阅意见;

(6) 依据附件 1 的评分依据,按照表 1 的评分标准,给出评阅成绩,填写《电气工程学院本科毕业论文(设计)指导教师评阅成绩评分表》和《山东大学本科毕业论文(设计)成绩评定表》中的相应项目。

表 1 毕业论文(设计)指导教师评阅成绩评分标准

课程目标	考核材料	分值	评分标准
目标 1	毕业论文(设计)及附件材料	12~15 分	用于分析和解决毕业设计任务的理论知识、原理、方法和技术全面、合理、恰当、正确。
		9~12 分	用于分析和解决毕业设计任务的理论知识、原理、方法和技术基本合理。
		0~9 分	用于分析和解决毕业设计任务的理论知识、原理、方法和技术错误、或有缺陷。
目标 2	毕业论文(设计)及附件材料	12~15 分	课题背景和选题意义分析合理、准确;文献调研与综述全面;课题任务分析合理、正确,关键环节识别准确,选择的模型合理、准确。
		9~12 分	课题背景和选题意义分析基本合理、准确;文献调研与综述较全面;课题任务分析基本合理、正确,关键环节识别基本准确,选择的模型基本合理。
		0~9 分	课题背景和选题意义分析不清楚;文献调研与综述有重大疏漏;课题任务分析不合理,未识别出关键环节,选择的模型不太合理。
目标 3	毕业论文(设计)及附件材料	12~15 分	课题解决方案合理可行,课题任务分解合理;任务解决方法恰当,设计或研究方法新颖,设计或研究结果能够满足设计目标和特殊需求;课题解决方案评价和设计过程中均能综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等多种因素。
		9~12 分	课题解决方案基本合理可行,课题任务分解比较合理;任务解决方法合理,设计或研究方法可行,设计或研究结果基本能够满足设计目标和特殊需求;在课题解决方案评价和设计过程中能考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等个别因素。
		0~9 分	课题解决方案不太合理,课题任务分解不太合理;解决方法、设计或研究方法不合理,设计或研究结果不太能够满足设计目标和特殊需求;课题解决方案评价和设计过程中未考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。

课程目标	考核材料	分值	评分标准
目标 4	毕业论文（设计）及附件材料	12~15 分	针对某个设计环节，设计的仿真或实验方案合理可行；采集的数据完备充分、真实可信；数据处理方法合理恰当，结果正确；综合对比分析了从不同渠道或方法获得的结果，分析、评价并解释了仿真/实验结果或结论的合理性、有效性及其适用范围，并提出了改进方向或改进措施。
		9~12 分	针对某个设计环节，设计的仿真或实验方案基本合理可行；采集的数据真实可信、基本满足设计要求；数据处理方法基本合理恰当，结果基本正确；仿真/实验结果或结论的分析不够深入。
		0~9 分	针对某个设计环节，设计的仿真或实验方案不够合理；采集的数据可信度和可用度差；数据处理方法不合理，结果有误；没有分析仿真/实验结果或结论的合理性、有效性及其适用范围。
目标 5	毕业论文（设计）及附件材料	8~10 分	能够熟练运用电气工程专业相关的分析、设计和仿真软件或实验工具，对需要解决的工程问题进行分析、计算、仿真、模拟或实验，获得结论有效，且能够理解其局限性。
		6~8 分	能够运用电气工程专业相关的分析、设计和仿真软件或实验工具，对需要解决的设计问题进行分析、计算、仿真、模拟或实验，获得结论基本有效，且能够理解其局限性。
		0~6 分	能够运用电气工程专业相关的分析、设计仿真软件或实验工具，对需要解决的设计问题进行分析、计算与仿真，获得结论不全面或有缺陷，且对其局限性理解不深入或不理解。
目标 6	毕业论文（设计）及附件材料	4~5 分	分析和评价了课题设计方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，且结论正确。
		3~4 分	初步分析和评价了课题设计方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，且结论基本正确，并理解应承担的责任。
		0~3 分	未分析和评价课题设计方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，或分析和评价不足或结论不正确，应承担的责任理解不够。
目标 7	毕业论文（设计）及附件材料	4~5 分	正确全面分析了课题设计方案可能对社会、环境产生的影响，且结论正确。
		3~4 分	分析了课题设计方案可能对社会、环境产生的影响，且结论基本正确。
		0~3 分	未分析课题设计方案可能对社会、环境产生的影响，或分析结论不正确。
目标 8	毕业论文（设计）及附件材料	12~15 分	论文结构完整、层次清晰、逻辑性强、文字表达精炼流畅、术语用语准确，完整地阐述了课题设计内容、设计过程和结论，清楚的表达了所涉及的工程理念和专业观点，论文格式符合规范要求。
		9~12 分	论文结构基本完整、层次清晰、逻辑性较强、文字表达通

课程目标	考核材料	分值	评分标准
目标 9	毕业论文（设计）及附件材料		顺、用语无原则性错误，扼要地阐述了课题设计内容、设计过程和结论，表达了所涉及的工程理念和专业观点，论文格式符合规范要求。
		0~9分	论文结构不完整、层次不清晰、逻辑性不强、文字表达晦涩、有原则性错误，课题设计内容、设计过程和结论表达不清，论文格式不符合规范要求。
		4~5分	论文中的文献综述能够反映行业发展现状和发展趋势；能够自主学习新知识、新技术和新方法，并正确用于课题解决过程。
		3~4分	论文中的文献综述基本能够反映行业发展现状和发展趋势；基本能够自主学习新知识、新技术和新方法，并用于课题解决过程。
		0~3分	论文中的文献综述未能反映行业发展现状和发展趋势；课题解决过程中，未应用新知识、新技术和新方法等。

（二）答辩（评定“毕业答辩成绩”）

按照学校的要求，学生的毕业论文（设计）答辩均在毕业论文（设计）答辩会上公开进行，答辩时间通常安排在第13-14周进行。毕业论文答辩分为研究所大组答辩和小组答辩两种形式。保研的和申请考核优秀的同学必须参加大组答辩，其他同学自行选择参加大组或小组答辩。各研究所应提前3天将所内答辩委员会的组成及学生分组名单报给学院，并向学生公布。答辩完成后，由答辩委员会（或答辩小组）写出评语及评定学生的“答辩成绩”。

各研究所大组答辩委员会由各研究所所长（兼任组长）、1-3名行业/企业专家、研究所内其他不少于3位教师组成，其中1位教师兼任答辩秘书。各研究所小组答辩委员会由研究所内不少于3位教师组成，其中1位教授或副教授担任组长，1位教师兼任答辩秘书。

答辩的进行方式：

- 1、答辩顺序由答辩委员会（小组）确定；
- 2、每个学生在答辩时，用10-15分钟的时间简要介绍毕业论文（设计）的主要内容，包括：
 - （1）课题背景、任务、目的和意义；
 - （2）课题研究现状；
 - （3）毕业设计课题的解决方案、研究内容、研究过程和方法、研究结果；
 - （4）毕业设计（论文）的结果评价，包括但不限于技术评价和对社会及环境可持续发展等方面的影响评价。
- 3、答辩老师提问时间一般为5-10分钟，所提问题3-5个，提问内容应该包括：
 - （1）需要进一步解释的问题；

(2) 与课题有关的基本理论、方法和原理及其应用，考查学生工程知识的掌握情况和应用能力；

(3) 毕业设计工作的开展实施细节，考查学生独立工作能力；

(4) 毕业设计工作与其他人工作的异同点。

4、学生答辩时，其他非答辩的毕业生可以旁听，是否可以提问或者发表意见，由答辩委员会（小组）决定。

5、答辩成绩的确定：由参加答辩的老师依据附件 2 的评分依据和表 2 所示的评分标准，无记名打分的办法给出每个学生的答辩成绩，然后当场交答辩秘书统计并计算出平均值作为最后的答辩成绩。

表 2 毕业论文（设计）答辩成绩评分标准

课程目标	考核材料	分值	评分标准
目标 1	毕业论文、PPT、答辩过程	12~15 分	用于分析和解决毕业设计任务的理论知识、原理、方法和技术全面、合理、恰当、正确。
		9~12 分	用于分析和解决毕业设计任务的理论知识、原理、方法和技术基本合理。
		0~9 分	用于分析和解决毕业设计任务的理论知识、原理、方法和技术错误、或有缺陷。
目标 2	毕业论文、PPT、答辩过程	12~15 分	课题背景和选题意义分析合理、准确；文献调研与综述全面；课题任务分析合理、正确，关键环节识别准确，选择的模型合理、准确。
		9~12 分	课题背景和选题意义分析基本合理、准确；文献调研与综述较全面；课题任务分析基本合理、正确，关键环节识别基本准确，选择的模型基本合理。
		0~9 分	课题背景和选题意义分析不清楚；文献调研与综述有重大疏漏；课题任务分析不合理，未识别出关键环节，选择的模型不太合理。
目标 3	毕业论文、PPT、答辩过程	12~15 分	课题解决方案合理可行，课题任务分解合理；任务解决方法恰当，设计或研究方法新颖，设计或研究结果能够满足设计目标和特殊需求；课题解决方案评价和设计过程中均能综合考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等多种因素。
		9~12 分	课题解决方案基本合理可行，课题任务分解比较合理；任务解决方法合理，设计或研究方法可行，设计或研究结果基本能够满足设计目标和特殊需求；在课题解决方案评价和设计过程中能考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等个别因素。
		0~9 分	课题解决方案不太合理，课题任务分解不太合理；解决方法、设计或研究方法不合理，设计或研究结果不太能够满足设计目标和特殊需求；课题解决方案评价和设计过程中未考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。

课程目标	考核材料	分值	评分标准
目标 4	毕业论文、PPT、答辩过程	12~15 分	针对某个设计环节，设计的仿真或实验方案合理可行；采集的数据完备充分、真实可信；数据处理方法合理恰当，结果正确；综合对比分析了从不同渠道或方法获得的结果，分析、评价并解释了仿真/实验结果或结论的合理性、有效性及其适用范围，并提出了改进方向或改进措施。
		9~12 分	针对某个设计环节，设计的仿真或实验方案基本合理可行；采集的数据真实可信、基本满足设计要求；数据处理方法基本合理恰当，结果基本正确；仿真/实验结果或结论的分析不够深入。
		0~9 分	针对某个设计环节，设计的仿真或实验方案不够合理；采集的数据可信度和可用度差；数据处理方法不合理，结果有误；没有分析仿真/实验结果或结论的合理性、有效性及其适用范围。
目标 5	毕业论文、PPT、答辩过程	8~10 分	能够熟练运用电气工程专业相关的分析、设计和仿真软件或实验工具，对需要解决的工程问题进行分析、计算、仿真、模拟或实验，获得结论有效，且能够理解其局限性。
		6~8 分	能够运用电气工程专业相关的分析、设计和仿真软件或实验工具，对需要解决的设计问题进行分析、计算、仿真、模拟或实验，获得结论基本有效，且能够理解其局限性。
		0~6 分	能够运用电气工程专业相关的分析、设计仿真软件或实验工具，对需要解决的设计问题进行分析、计算与仿真，获得结论不全面或有缺陷，且对其局限性理解不深入或不理解。
目标 6	毕业论文、PPT、答辩过程	4~5 分	分析和评价了课题设计方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，且结论正确。
		3~4 分	初步分析和评价了课题设计方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，且结论基本正确，并理解应承担的责任。
		0~3 分	未分析和评价课题设计方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，或分析和评价不足或结论不正确，应承担的责任理解不够。
目标 7	毕业论文、PPT、答辩过程	4~5 分	正确全面分析了课题设计方案可能对社会、环境产生的影响，且结论正确。
		3~4 分	分析了课题设计方案可能对社会、环境产生的影响，且结论基本正确。
		0~3 分	未分析课题设计方案可能对社会、环境产生的影响，或分析结论不正确。
目标 8	毕业论文、PPT、答辩过程	12~15 分	能够清楚地阐述课题设计工作和回应质疑，并能理解与业界同行和社会公众交流的差异性，论文文字表达流畅，格式符合规范要求。
		9~12 分	能够比较清楚地阐述课题设计工作和回应质疑，并能理解与业界同行和社会公众交流的差异性，文字表达及格式基本符合规范要求。
		0~9 分	课题设计工作阐述不够完整、清晰的，不能清楚的回应质

课程目标	考核材料	分值	评分标准
			疑，文字表达及格式不太符合规范要求。
目标 9	毕业论文、PPT、答辩过程	4~5 分	论文中的文献综述能够反映行业发展现状和发展趋势；能够自主学习新知识、新技术和新方法，并正确用于课题解决过程。
		3~4 分	论文中的文献综述基本能够反映行业发展现状和发展趋势；基本能够自主学习新知识、新技术和新方法，并用于课题解决过程。
		0~3 分	论文中的文献综述未能反映行业发展现状和发展趋势；课题解决过程中，未应用新知识、新技术和新方法等。

(三) 毕业设计（论文）总成绩的确定

在开题报告及中期检查通过的前提下，根据指导教师评阅成绩和答辩成绩，计算出学生总成绩，总成绩=指导教师评阅成绩×40%+答辩成绩×60%。

得到每个学生的百分制总成绩后，按照表 3 转换成五级记分制评定出学生的最终成绩等级，即优秀、良好、中等、及格、不及格。

表 3 百分制成绩与五级制成绩转换标准

百分制成绩	[0, 60)	[60, 70)	[70, 80)	[80, 90)	[90, 100]
五级制成绩	不及格	及格	中等	良好	优秀

(五) 毕业设计成绩与课程目标之间的对应关系

毕业设计成绩与课程目标之间的对应关系如下。

课程目标	导师评阅 40%	毕业答辩 60%
	占比	占比
课程目标 1	15%	15%
课程目标 2	15%	15%
课程目标 3	15%	15%
课程目标 4	15%	15%
课程目标 5	10%	10%
课程目标 6	5%	5%
课程目标 7	5%	5%
课程目标 8	15%	15%
课程目标 9	5%	5%
合计	100%	100%

附件 1:

电气工程学院本科毕业论文（设计）指导教师评阅成绩评分表

论文题目							
学 生	学号		年 级		专业方向		
评分项目	评分依据					满分/分	导师评分
课程目标 1: 工程知识应用	1 所用相关知识和原理正确，采用的方法和技术恰当合理； 2 理论推导正确； 3 根据基础知识和原理建立的模型准确。					15	
课程目标 2: 问题分析	1 课题内容分析准确，文献调研切题、充分，文献分析合理； 2 判断和识别的关键环节和因素准确； 3 能够选择或建立满足精度要求的模型描述和表达关键环节。					15	
课程目标 3: 解决方案设计与开发	1 能够针对毕业设计课题设计出的一种合理的解决方案； 2 能够结合文献调研、学科知识和原理分析和评价解决方案的合理性和可行性； 3 能够合理分解任务，选择/创新分析解决方法，设计/创新出满足要求的研究流程、计算流程或设计流程； 4 能够设计/创新满足特定需求的工艺流程、单元、部件、设备或系统； 5 设计过程中能够全面考虑社会、健康、安全、法律以及文化等因素对问题解决方案、技术及设计结果的影响，并理解应承担的社会责任。					15	
课程目标 4: 仿真与实验研究	1 能够采用数值仿真模拟或实验等科学的研究方法研究某些关键因素的影响规律或获得设计结果； 2 仿真/实验方案合理，数据采集正确可信，数据处理方法恰当，获得研究结果或结论 3 能够对比理论结果、文献调研结果、仿真或实验结果，进行信息综合，分析、评价并解释结果或结论的合理性、有效性及其适用范围； 4 能提出后续改进方向或措施。					15	
课程目标 5: 现代工具应用	1 能够选用或开发恰当的技术、资源、现代工程工具、编程语言、数值仿真模拟工具、有限元软件、信息技术工具等预测或模拟问题演化过程和结果； 2 能够评价仿真/模拟结果或结论的合理性及适用范围。					10	
课程目标 6: 工程与社会	1 能够基于电气工程学科、人文学科、工程经济、法律等相关学科的知识、原理和方法，分析和评价毕业设计课题的解决方案或设计结果对社会、健康、安全、法律以及文化的影响； 2 能够主动履行电气工程实践应造福社会和人类的基本原则，积极承担电气工程从业人员的责任和义务，主动规避可能对社会和人类造成的弊端。					5	
课程目标 7: 环境和可持续发展	1 能够理解毕业设计课题的解决方案、工程实践过程和设计结果会影响环境、社会的可持续发展； 2 能够评价由此所产生的积极影响和不利影响； 3 能够主动规避不利影响或使不利影响最小。					5	
课程目标 8: 沟通交流	1 撰写完成开题报告、毕业论文，报告和论文结构完整、格式规范、概念清楚、用语准确、表达流畅、层次清晰、逻辑性强； 2 论文内容完整，能够清晰、准确、恰当地表达毕业设计课题内容、国内外研究现状、解决方案、设计过程和得到的结果和结论； 3 能够阅读和翻译外文文献，拓宽视野，放眼国际，能够跨文化沟通和交流； 4 能理解与业界同行和社会公众交流的差异性。					15	
课程目标 9: 自主学习	1 具有自主学习的意识，能够自主学习并批判选取与毕业设计课题相关的新知识、新技术和新方法，且用于解决所遇到的问题； 2 能够通过不断学习认知电气工程领域和行业的发展现状和趋势； 3 能够自主学习并适应行业发展对电气工程从业人员的新要求。					5	
合计						100	
指导教师签字:		日期:			年 月 日		

注：本表不装订入毕业论文，与毕业论文（设计）成绩评定表复印件一起装入论文档案袋内上交。

附件 2:

电气工程学院本科毕业论文（设计）答辩成绩评分表

论文题目						
学生	学号	年级	级	专业方向		
评分项目	评分依据				满分/分	答辩评分
课程目标 1: 工程知识应用	1 所用相关知识和原理正确，采用的方法和技术恰当合理； 2 理论推导正确； 3 根据基础知识和原理建立的模型准确。				15	
课程目标 2: 问题分析	1 毕业设计课题内容分析准确，文献调研切题、充分，文献分析合理； 2 判断和识别的关键环节和因素准确； 3 能够选择或建立满足精度要求的模型描述和表达关键环节。				15	
课程目标 3: 解决方案设计与开发	1 能够针对毕业设计课题设计出的一种合理的解决方案； 2 能够结合文献调研、学科知识和原理分析和评价解决方案的合理性和可行性； 3 能够合理分解任务，选择/创新分析解决方法，设计/创新出满足要求的研究流程、计算流程或设计流程； 4 能够设计/创新满足特定需求的工艺流程、单元、部件、设备或系统； 5 设计过程中能够全面考虑社会、健康、安全、法律以及文化等因素对问题解决方案、技术及设计结果的影响，并理解应承担的社会责任。				15	
课程目标 4: 仿真与实验研究	1 能够采用数值仿真模拟或实验等科学的研究方法研究某些关键因素的影响规律或获得设计结果； 2 仿真/实验方案合理，数据采集正确可信，数据处理方法恰当，获得研究结果或结论 3 能够对比理论结果、文献调研结果、仿真或实验结果，进行信息综合，分析、评价并解释结果或结论的合理性、有效性及其适用范围； 4 能提出后续改进方向或措施。				15	
课程目标 5: 现代工具应用	1 能够选用或开发恰当的技术、资源、现代工程工具、编程语言、数值仿真模拟工具、有限元软件、信息技术工具等预测或模拟问题演化过程和结果； 2 能够评价仿真/模拟结果或结论的合理性及适用范围。				10	
课程目标 6: 工程与社会	1 能够基于电气工程学科、人文学科、工程经济、法律等相关学科的知识、原理和方法，分析和评价毕业设计课题的解决方案或设计结果对社会、健康、安全、法律以及文化的影响； 2 能够主动履行电气工程实践应造福社会和人类的基本原则，积极承担电气工程从业人员的责任和义务，主动规避可能对社会和人类造成的弊端。				5	
课程目标 7: 环境和可持续发展	1 能够理解毕业设计课题的解决方案、工程实践过程和设计结果会影响环境、社会的可持续发展； 2 能够评价由此所产生的积极影响和不利影响； 3 能够主动规避不利影响或使不利影响最小。				5	
课程目标 8: 沟通交流	1 能够在规定时间内清晰、流畅地阐述课题背景和意义、研究现状、解决方案、解决方法、以及设计结果和成果等内容； 2 能够清晰、明确地回答所提问题和回应质疑，专业术语使用无误，交流顺畅，能够与业界同行交流。				15	
课程目标 9: 终身学习	1 具有自主学习的意识，能够自主学习并批判选取与毕业设计课题相关的新知识、新技术和新方法，且用于解决所遇到的问题； 2 能够通过不断学习认知电气工程领域和行业的发展现状和趋势； 3 能够自主学习并适应行业发展对电气工程从业人员的新要求。				5	
合计					100	
答辩委员签字:						
日期: 年 月 日						

注：本表不装订入毕业论文，与毕业论文（设计）成绩评定表复印件一起装入论文档案袋内上交。

附件 3:

山东大学本科毕业论文（设计）成绩评定表

学院:

年级/专业:

班级（自然班、方向班）:

学号:

姓名	论文（设计）总成绩	分数
		等级
论文（设计）题目		
指导教师评语		
	评定成绩（分数）	×40%
	教师签名: 年 月 日	
答辩小组评语		
	答辩成绩（分数）	×60%
	组长签名: 年 月 日	

注：论文（设计）总成绩：分数=指导教师评定成绩（40%）+答辩成绩（60%）。
 等级：优秀（90 分以上），良好（80-89 分），中等（70-79），及格（60-69），
 不及格（60 分以下）

专业方向限选课程

山东大学 电气工程 学院

《电力拖动自动控制系统》课程教学大纲

编写人：王建民

审定人：徐衍亮

编制/修订时间：2020年4月

审定时间：2020年5月

一、课程基本信息

课程名称	电力拖动自动控制系统				
英文名称	Control Systems of Electric Drives				
课程编码	sd01931410				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修				
学分	3	总学时	授课	上机	实验
		48学时	48学时		
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	电机学、电力电子技术、自动控制理论				
课程网站					

二、课程简介

【课程中文简介】

该课程又称作运动控制系统，是面向电气工程及其自动化专业电气设备与控制专业方向的专业类课程(限选)。主要内容包括：直流电动机调速系统、异步

电动机变频调速系统、异步电动机矢量控制系统、同步电动机变频调速系统等。通过本课程的学习，能够使学生掌握上述各种电力拖动自动控制系统的构成方法、工作原理、基本特性、分析方法等，从而初步具备对相关工程问题进行分析、研究和设计的能力；还可以培养学生的辩证思维能力和职业伦理素养，树立理论联系实际的科学观点，提高学生分析问题、解决问题的能力。

【课程英文简介】

This course is also called motion control systems. It is an optional professional course for the students in the major predominance of Electrical Equipment and Control in the major of Electric Engineering and Automation. The following contents are included: DC motor drives, variable frequency drives of the induction motor, vector control systems of the induction motor, variable frequency drives of the synchronous motor. Through the study of this course, students can learn the construction, principle, performance and analysis method for above electric drive systems; and obtain the capability to analyze or design related engineering problems. Meanwhile, they can improve the dialectical thinking ability and engineering ethics, establish the scientific viewpoint of linking theory with practice, and get the ability to analyze and solve problems.

三、课程目标

通过该课程的学习，学生能够掌握各种电力拖动自动控制系统的基本工作原理、基本工作特性与性能、分析与设计方法等；培养学生综合运用相关学科的基本原理和相关知识，分析、解决电力拖动自动控制系统以及电气工程其他相关领域中的各种现象和问题；同时还可以培养学生的辩证思维能力和职业伦理素养，树立理论联系实际的科学观点，并具有自主学习和终身学习的意识。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	掌握各种电力拖动自动控制系统的基本工作原理、基本工作特性与性能、分析与设计方法等，并能够应用基本原理和相关知识分析各种因素对系统性能的影响。	从讲授构成电力拖动自动控制系统的各主要环节的原理、特性等入手，进而分析整个系统的原理与性能，并讨论各种因素对系统性能的影响以及不同系统的主要优缺点、适用场合等。通过课堂提问、讨论、作业、答疑等进一步巩固对相关知识、方法的掌握和运用。
目标 2	能够综合运用相关学科的基本原理和知识，通过文献研究等方法，分析、解决电力拖动自动控制	本课程本身就是由电机学、电力电子技术、自动控制理论等学科交叉而成的一个新兴交叉学科，系统分析过程中必然需要

	系统以及电气工程其他相关领域中的各种现象和问题，并具有自主学习和终身学习的意识。	综合运用几个相关学科以及其他基础学科的基本原理和相关知识分析、解决复杂工程问题。通过课堂提问、讨论、作业等可以进一步提高学生综合运用科学原理和专业对复杂工程问题进行分析、研究、综合从而得到合理有效的结论的能力，并培养学生自主学习和终身学习的意识。
--	--	---

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标	目标 1	目标 2
2.3 能认识到解决问题有多种方案可选择，能利用文献研究手段，寻求解决电气工程领域复杂工程问题可替代的解决方案。		H	
2.4 能应用基本原理和专业知知识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。		H	
4.1 能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析电气工程领域复杂工程问题的解决方案。			M
4.2 根据电气工程领域复杂工程问题的特征，选择研究的技术路线，设计实验方案。			M
12.1 清醒认知社会发展和电气工程行业大变革的前景，具有自主学习和终身学习的意识。			M

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

板书与多媒体结合

2. 课程内容：

本课程是面向电气工程及其自动化专业电气设备与控制专业方向的专业类课程(限选)。主要包括：直流电动机调速系统、异步电动机变频调速系统、异步电动机矢量控制系统、同步电动机变频调速系统等。需要综合运用所学先修课程《电机学》、《电力电子技术》、《自动控制理论》等所学知识，对各种电力拖动自动控制系统的工作原理、工作特性与性能进行分析。在教学中需要注意与上述课程的联系、综合与深化。

3. 作业：

主要为课后习题和思考题，以促进理解课堂内容，巩固所学知识，并运用所学知识分析、解决相关问题。

九、课程教学内容

第一章 绪论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章的学习，可以达成以下目的：

1. 了解该学科领域的研究对象、研究内容以及电机调速技术的发展概况；
2. 掌握运动控制系统的转矩控制规律和生产机械的负载转矩特性。

【重点与难点】

重点：运动控制系统的转矩控制规律

【教学内容】

第一节 运动控制系统及其组成

电力拖动自动控制系统的概念，电力拖动自动控制系统的组成。

第二节 运动控制系统的历史与发展

交、直流电动机调速技术的发展与现状。

第三节 运动控制系统的转矩控制规律

基本运动方程，转矩控制是运动控制的根本问题，磁链控制问题。

第四节 生产机械的负载转矩特性

恒转矩负载，恒功率负载，风机、泵类负载。

第二章 转速开环控制的直流调速系统

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章的学习，可以达成以下目的：

1. 掌握晶闸管整流器-直流电动机系统和 PWM 变换器-电动机系统的工作原理、机械特性、传递函数等；
2. 弄清生产机械对转速控制的要求，掌握稳态调速性能指标；
3. 掌握开环直流调速系统机械特性的分析方法，了解开环系统的性能及其存在的问题。

【重点与难点】

重点：晶闸管整流器-直流电动机系统和 PWM 变换器-电动机系统的机械特性和传递函数；调速系统的两个稳态性能指标以及它们之间的相互制约关系。

难点：两个稳态性能指标以及它们之间的相互制约关系。

【教学内容】

第一节 晶闸管整流器-直流电动机系统的工作原理及调速特性

晶闸管整流器-电动机系统的机械特性，晶闸管触发和整流装置的传递函数。

第二节 PWM 变换器-电动机系统的工作原理及调速特性

直流 PWM 调速系统的机械特性，PWM 控制器与变换器的动态数学模型。

第三节 稳态调速性能指标和开环系统存在的问题

转速控制的要求，稳态调速性能指标，开环系统的性能及其存在的问题。

第三章 转速闭环控制的直流调速系统

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章的学习，可以达成以下目的：

1. 掌握转速反馈控制直流调速系统的数学模型及其建立方法；
2. 掌握比例控制直流调速系统的工作原理和静特性；
3. 掌握闭环直流调速系统的反馈控制规律；
4. 掌握比例控制转速闭环系统稳定性的分析方法和稳定条件；
5. 掌握比例积分控制规律及无静差转速闭环直流调速系统的工作原理与稳态工作点。

【重点与难点】

重点：闭环系统静特性与开环机械特性的关系以及闭环系统减少稳态速降的实质；反馈控制规律，特别是反馈控制的抗扰作用；积分控制与比例控制的根本区别及积分控制能够实现无静差的原因；无静差直流调速系统的稳态工作点。

难点：积分控制能够实现无静差的原因；无静差直流调速系统的稳态工作点。

【教学内容】

第一节 有静差的转速闭环直流调速系统

比例控制转速闭环直流调速系统的结构、稳态数学模型与静特性，开环系统机械特性和比例控制闭环系统静特性的对比分析，反馈控制规律，比例控制转速闭环系统的动态数学模型与动态稳定性。

第二节 无静差的转速闭环直流调速系统

积分调节器和积分控制规律，比例积分控制规律，无静差的转速闭环直流调速系统稳态参数计算。

第四章 转速、电流双闭环控制的直流调速系统

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章的学习，可以达成以下目的：

1. 掌握转速、电流双闭环控制直流调速系统的组成、工作原理、稳态结构图；
2. 掌握双闭环系统的静特性及各变量的稳态工作点；
3. 掌握系统的动态数学模型；
4. 掌握起动过程中电流及转速的变化规律以及两个调节器在动态抗扰过程中的作用。

【重点与难点】

重点：转速、电流双闭环控制直流调速系统的组成与工作原理；双闭环系统的静特性及各变量的稳态工作点；起动过程分析；两个调节器在动态抗扰过程中的作用。

难点：双闭环系统的静特性及各变量的稳态工作点；起动过程分析。

【教学内容】

第一节 转速、电流双闭环控制直流调速系统的组成及其静特性

系统的组成，稳态结构图，静特性，各变量的稳态工作点。

第二节 转速、电流双闭环控制直流调速系统的数学模型与动态过程分析

动态数学模型，起动过程分析，动态抗扰性能，两个调节器的作用。

第六章 基于稳态模型的异步电动机调速系统

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章的学习，可以达成以下目的：

1. 掌握异步电动机的稳态数学模型及其基本调速方法；
2. 掌握调压调速系统时的机械特性、闭环调速系统的组成及其静特性；

3. 掌握变频调速的基本原理、变压变频调速时的电压-频率特性与机械特性；
4. 掌握交-直-交变频器的主电路及能量回馈与泵升电压问题；
5. 掌握转速开环变压变频调速系统的结构，特别是两个基本环节的作用与特性；
6. 掌握转差频率控制的基本概念与基本控制规律、转速闭环转差频率控制系统的结构及性能分析。

【重点与难点】

重点：变压变频调速时的电压-频率特性与机械特性；变频调速系统的能量回馈与泵升电压问题；转速开环变压变频调速系统的结构及两个基本环节的作用与特性；转差频率控制的基本概念及基本控制规律，转速闭环转差频率控制系统的结构及性能分析。

难点：变频调速时的电压-频率关系；转速开环变压变频调速系统中两个基本环节的作用与特性；转差频率控制的两条基本规律在控制系统中的实现。

【教学内容】

第一节 异步电动机的稳态数学模型和调速方法

异步电动机的稳态数学模型，异步电动机的基本调速方法。

第二节 异步电动机的调压调速

异步电动机调压调速的主电路，调压调速时的机械特性，闭环调速系统的组成及其静特性。

第三节 异步电动机的变压变频调速

变压变频调速的基本原理，变压变频调速时的电压-频率特性和机械特性，基频以下的电压补偿控制。

第四节 电力电子变压变频器

交-直-交变频器的主电路及其脉宽调制技术，交流 PWM 变频器-异步电动机系统的能量回馈与泵升电压问题。

第五节 转速开环变压变频调速系统

转速开环变压变频调速系统的结构，两个基本环节的作用与特性，系统实现。

第六节 转速闭环转差频率控制的变压变频调速系统

转差频率控制的基本概念及基本控制规律，转速闭环转差频率控制系统的结构及性能分析，转差频率控制系统的特点。

第七章 基于动态模型的异步电动机调速系统

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章的学习，可以达成以下目的：

1. 理解异步电动机的动态数学模型是一个高阶、非线性、强耦合的多变量系统这一性质，并弄清其根源。
2. 掌握异步电动机三相数学模型的建立方法及其数学表达式，清楚三相原始模型的非线性强耦合性以及其三相非独立性；
3. 掌握坐标变换的基本思路与原理、电机分析中坐标变换的物理意义；
4. 掌握三相-两相变换、静止两相-旋转正交变换的坐标变换关系；
5. 掌握静止两相正交坐标系和旋转正交坐标系中异步电动机的动态数学模型，这是矢量控制的基础；
6. 了解异步电动机在正交坐标系上状态方程的建立方法以及方程的特点；
7. 掌握异步电动机矢量控制的基本思想、按转子磁链定向的 MT 坐标系、按转子磁链定向矢量控制系统的原理与结构、矢量控制系统的电流闭环控制方式和转矩控制方式、转子磁链计算、磁链开环转差型矢量控制系统等内容。

【重点与难点】

重点：理解异步电动机的动态数学模型是一个高阶、非线性、强耦合的多变量系统这一性质，并弄清其根源；异步电动机三相数学模型的建立及三相原始模型的非线性强耦合性与三相非独立性；坐标变换的思路、电机分析中坐标变换的物理意义、不同坐标系的坐标变换关系；静止两相正交坐标系和旋转正交坐标系中异步电动机的动态数学模型；异步电动机按转子磁链定向的矢量控制系统相关内容。

难点：三相原始模型的非线性强耦合性以及其三相非独立性；电机分析中坐标变换的物理意义及伪静止绕组的概念；静止两相正交坐标系和旋转正交坐标系中异步电动机的动态数学模型；矢量控制的基本思想及 MT 坐标系中的矢量控制方程；按转子磁链定向矢量控制系统的原理与结构；直接定向和间接定向

的概念。

【教学内容】

第一节 异步电动机动态数学模型的性质

通过比较直流电动机和交流电动机的不同特点，讨论异步电动机数学模型的非线性、强耦合、多变量性质。

第二节 异步电动机的三相数学模型

建立异步电动机三相数学模型的数学表达式，讨论三相原始模型的非线性强耦合性以及其三相非独立性。

第三节 坐标变换

坐标变换的基本思路与原理，三相-两相变换，静止两相-旋转正交变换。

第四节 异步电动机在正交坐标系上的动态数学模型

静止两相正交坐标系中的动态数学模型，旋转正交坐标系中的动态数学模型。

第五节 异步电动机在正交坐标系上的状态方程

选取不同状态变量时异步电动机在两相静止坐标系和两相旋转坐标系中的状态方程。

第六节 异步电动机按转子磁链定向的矢量控制系统

矢量控制的基本思想，按转子磁链定向的 MT 坐标系及矢量控制方程，按转子磁链定向矢量控制系统的原理与结构，矢量控制系统的电流闭环控制方式、转矩控制方式，转子磁链计算，磁链开环转差型矢量控制系统。

第九章 同步电动机变压变频调速系统

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章的学习，可以达成以下目的：

1. 掌握同步电动机变频调速系统的特点、基本类型等基本知识；
2. 掌握他控变频的概念及他控变频同步电动机调速系统的构成、特点、应用场合；
3. 掌握自控变频的概念及自控变频同步电动机的工作原理、基本特性、控制系统构成；

4. 掌握基于转子旋转正交坐标系的可控励磁同步电动机动态数学模型；
5. 掌握可控励磁同步电动机按气隙磁链定向矢量控制系统；
6. 掌握正弦波永磁同步电动机矢量控制系统。

【重点与难点】

重点：同步电动机变频调速系统的特点以及他控变频与自控变频的概念；他控变频同步电动机调速系统的特点和主要应用场合；自控变频的概念及自控变频同步电动机的工作原理、特性、控制系统构成；梯形波永磁同步电动机（无刷直流电动机）自控变频调速系统的原理与特性；正弦波永磁同步电动机的矢量控制系统。

难点：他控变频与自控变频的概念；自控变频原理及其能从根本上避免失步的原因；可控励磁同步电动机矢量控制系统的功率因数控制；正弦波永磁同步电动机的矢量控制系统。

【教学内容】

第一节 同步电动机的稳态模型与调速方法

同步电动机的特点、分类、转矩角特性，同步电动机变频调速系统的特点与基本类型，他控变频与自控变频的概念。

第二节 他控变频同步电动机调速系统

转速开环恒压频比控制的同步电动机群调速系统

第三节 自控变频同步电动机调速系统

自控变频同步电动机的工作原理、基本特性、控制系统构成，梯形波永磁同步电动机（无刷直流电动机）的自控变频调速系统。

第四节 同步电动机矢量控制系统

基于转子旋转正交坐标系的可控励磁同步电动机动态数学模型，可控励磁同步电动机按气隙磁链定向矢量控制系统，正弦波永磁同步电动机矢量控制系统。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	绪论	运动控制系统的历	从直传动到基于稳态模型的交流传动，再到矢量	求真务实、百折不挠的科研精神，理解掌握继承与发展、学习

		史与发展	控制等基于动态模型的高性能传动系统	与创新的关系。
2	绪论	课程性质与定位	本课程是由电机学、电力电子技术、自动控制理论等多学科相互交叉而成的综合性学科	教育引导学生在多学科综合的角度认识理解课程内容的知识性、时代性、先进性。
3	第2章第1节	晶闸管整流器-电动机系统的机械特性与晶闸管触发和整流装置的传递函数	机械特性的线性化处理，晶闸管整流与触发装置失控时间的确定	培养学生在分析问题时，抓住主要问题、关键问题，树立工程观念，以简化实际工程问题的分析。
4	第3章第1节	闭环系统的工作原理	通过转速负反馈实现转速稳定的原理	在成长道路上也应该不断反思与反省，才能避免偏离正确的人生轨道
5	第3章第1节	闭环直流调速系统的反馈控制规律	反馈控制系统的抗扰作用	在我们的人生道路上，难免会受到各种干扰、诱惑、甚至挫折，对此我们必须具备足够的抵抗力和免疫力。
6	第3章第2节	积分调节器和积分控制规律	积分调节器的输出包含输入偏差的全部历史	人生也是如此，我们的未来是我们每时每刻努力的积累
7	第4章第1节	理想起动过程波形图	理想起动波形图是提高系统动态性能、实现时间最优控制所追求的目标	人的一生必须有理想、有抱负，有了追求目标，才能通过不断努力成就最好的自己
8	第4章第2节	转速、电流双闭环直流调速系统的起动过程分析与特点	实际起动过程与理想起动波形有差距，只能算是准时间最优控制	生活和工作中也是如此，现实与理想总会有偏差，我们应该客观对待。
9	第6章第3节	异步电动机变压变频时的机械特性	通过将图 6-13 异步电动机在不同控制方式下的机械特性与通过实例计算得到的结果进行比较，揭示了教材内容存在的问题	引导学生认识到做事情一定要科学、严谨，不能想当然；同时要学会独立思考、勇于质疑和求证的批判性思维
10	第6章第5节	转速开环变压变频调速系统	风机、水泵等负载通过调速实现节能的问题，这是交流调速系统的重要应用领域之一	引导学生了解国家在节能减排方面的相关政策，以及碳达峰、碳中和问题
11	第6章第6节	转速闭环转差频率控制系统的结构	从转速调节器的输出为什么是转差频率给定值引出，对比直流电机转速电流双闭环、转速负反馈（单闭环）系统转速调节器的输出，说明转速调节器的输出本质上应该是转矩给定值	引导学生重视学习中归纳与总结的关系，在分析问题时，要善于追本溯源，透过现象看本质。

12	第7章 第6节	计算转子磁链的电流模型和电压模型	教材中相关定义没有抓住电流模型和电压模型的本质区别	引导学生在分析问题、解决问题时，要善于抓住事物的本质特征。
13	第9章 引言部分	同步电动机应用中大型同步电动机的变频起动问题	这方面的一个典型应用是抽水蓄能电站中超大型抽水蓄能电动发电机的变频起动	由此引导学生了解我国在该领域的发展现状，以及相关产业政策、发展规划等，激发大学生科技报国的家国情怀和使命担当。
14	作业		根据学生作业中存在的问题，在讲解专业知识的同时予以引导	1) 遵守学术诚信，绝对不能抄袭；2) 分析、解决问题以及表述过程中一定要做到科学、严谨，科学和工程问题都容不得一点马虎大意或想当然。

七、学时分配表

序号	章节	章节内容	学时分配							合计	
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课		其他
1	第1章	绪论	3								3
2	第2章	转速开环控制的直流调速系统	2						1		3
3	第3章	转速闭环控制的直流调速系统	5						1		6
4	第4章	转速、电流双闭环控制的直流调速系统	4								4
5	第6章	基于稳态模型的异步电动机调速系统	9						1		10
6	第7章	基于动态模型的异步电动机调速系统	11						1		12
7	第9章	同步电动机变压变频调速系统	9						1		10
合计			43						5		48

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂讨论、

课堂测验等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，期末考核成绩占总成绩的 80%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (80%)	课程目标 1	60	100
	课程目标 2	40	
平时考核 (20%)	课程目标 1	60	100
	课程目标 2	40	

【平时考核环节评分标准】

考核得分 考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
习题作业	有关概念、计算方法运用较差，不能正确解答作业中的问题	能运用有关概念、计算方法，正确解答各章节作业中的问题	能较好地运用相关概念、计算方法，正确规范地解答各章节作业中的问题	能灵活地运用有关概念、各种计算方法，正确规范地解答各章节作业中的问题
平时测验	不能在规定时间内解答测验问题，答题不准确	基本能在规定时间内解答测验问题，答题基本准确	能在规定时间内较准确地解答测验问题	能在规定时间内准确地解答测试问题
课堂讨论	课堂讨论不积极，分析问题能力弱，表达不清晰	能参与课堂讨论，相关概念基本正确	积极参与课堂讨论，能较准确地陈述相关概念。	积极参与课堂讨论，能正确陈述相关概念，分析问题能力较强

【平时考核环节权重】

考核环节 课程目标	课程目标 1	课程目标 2	合计
习题作业	35	15	50
考勤讨论	15	15	30
平时测试	10	10	20

合计	60	40	100
----	----	----	-----

【考试环节权重】

章节 \ 权重	课程目标 1	课程目标 2	合计
第 1 章绪论	0	0	0
第 2 章转速开环控制的直流调速系统 第 3 章转速闭环控制的直流调速系统 第 4 章转速、电流双闭环控制的直流调速系统	20	14	34
第 6 章基于稳态模型的异步电动机调速系统	16	14	30
第 7 章基于动态模型的异步电动机调速系统	12	6	18
第 9 章同步电动机变压变频调速系统	12	6	18
合计	60	40	100

九、教材及参考资料

【教材】

4. 阮毅，杨影，陈伯时. 电力拖动自动控制系统（第 5 版），机械工业出版社，2016.（普通高等教育“十一五”国家级规划教材）

【参考资料】

1. 阮毅，陈伯时. 电力拖动自动控制系统（第 4 版），机械工业出版社，2009.
2. 许大中等. 电机控制. 杭州：浙江大学出版社，1995.
3. 李华德等. 电力拖动自动控制系统. 北京：机械工业出版社，2008.
4. 胡崇岳. 现代交流调速. 北京：机械工业出版社，1999.
5. 张崇巍. 运动控制系统. 武汉：武汉理工大学出版社，2002 .

山东大学 电气工程 学院

《电机设计》理论课程教学大纲

编写人：王秀和

审定人：徐衍亮

编制时间：2020年4月

审定时间：2020年5月

一、课程基本信息：

课程名称	电机设计				
英文名称	Electrical machine design				
课程编码	sd01930230				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	2	总学时	授课	上机	实验
		32 学时	32 学时		
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	电路、电磁场、电机学				
课程网站					

二、课程描述（须提供中、英文对照描述）

【课程性质与目的（中文）】

《电机设计》是电气工程及其自动化专业的一门必修的专业课。该课程在电机学等先修课程的基础上，首先介绍电机设计的基础理论和计算方法，包括电机主要参数之间的关系、磁路计算、参数计算、损耗与效率的计算、电机的通风与冷却等，然后详细介绍三相感应电动机电磁设计的步骤与过程，使学生掌握电机的计算和设计方法，能够运用有关知识进行电机性能的计算，能够分析、解决电机设计中遇到的问题。通过本课程的学习，培养学生的辩证思维能力和职业伦理素养，树立理论联系实际的科学观点，提高学生分析问题解决问题的能力。

【课程性质与目的（英文）】

Electrical machine design is a professional course for electrical engineering and automation specialty. On the basis of Electrical machinery and other related courses, this course firstly introduces the basic theory and performance calculation method of electrical machine design, including the relations between the main parameters, calculation of magnetic circuit, calculation of parameters, calculation of losses and efficiency, and the cooling of machines. Then it introduces the electromagnetic design process of three-phase induction motors. By studying this course, students can understand the performance calculation and design methods of electrical machine, and have the ability to analyze and solve the problems encountered in the process of machine design. Through the study of this course, students can improve their dialectical thinking ability and engineering ethics, establish the scientific viewpoint of linking theory with practice, and get the ability to analyze and solve problems.

三、课程目标

【教学目标】

通过该课程的学习，学生能够掌握电机设计的基本概念、分析计算和设计方法，培养学生应用电机设计理论对实际电机设计问题进行计算、分析和设计的能力，通过讨论、答辩等培养学生的交流沟通与合作能力、终身学习的能力。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	掌握电机的基本设计理论和方法，并将其熟练运用于电机设计问题的分析，具备对电机设计领域复杂工程问题进行分析的能力。	以“电机设计概述”、“电机主要尺寸的确定”两章讲授电机设计基本理论和分析方法，通过课堂提问、讨论及答疑等进一步巩固基本知识的掌握和运用，能对具体的电机设计问题进行分析。
目标 2	运用相关性能计算方法进行电机磁路、参数、性能的计算，并判断方案的正确性和合理性。	以“磁路计算”、“参数计算”、“损耗和效率”、“电机的冷却”、“发热计算”等章节讲授电机磁路、参数、性能的计算，使学生掌握性能计算的方法；通过课堂提问、讨论、作业等进一步巩固对计算方法的理解与掌握。
目标 3	掌握小型三相感应电动机的电磁设计方法，培养学生的工程设计能力。	以“感应电动机的电磁设计”一章，讲授三相感应电动机的设计方法，通过作业、课堂提问、讨论和答疑，培养工程设计能力和素

	养。
--	----

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标	目标 1	目标 2	目标 3
	1.3 能够将相关知识和数学模型方法用于推演、分析电气工程领域复杂工程问题。		H	
3.2 针对电气工程领域复杂工程问题，能够设计/开发满足特定需求的单元（部件）、系统（装置）或工艺流程，并体现创新意识。				H
6.2 能够分析和评价电气工程实践和电气工程领域复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，以及这些制约因素对项目实施的影响，并理解应承担的责任。			H	

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

板书与多媒体结合

2. 课程内容：

本课程是电气工程及其自动化专业的专业必修课程，是对先修课程《电路》、《电磁场》、《电机学》所学知识的综合应用和进一步深化，讲授电机的设计理论、性能计算方法和小型三相感应电动机的电磁设计方法等，重点应放在电机设计知识的综合、深化和联系实际方面。

3. 作业：

主要为课后习题，促进学生理解课堂内容，巩固所学知识。

五、课程教学内容

第一章 电机设计概述

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，达成以下目的：

1. 了解电机制造工业的发展现状和趋势；

2. 了解电机设计的任务和过程;
3. 掌握国家标准和国际标准的特点、作用, 以及我国电机设计方面的标准种类

【重点与难点】

重点: 电机设计的任务和过程。

难点: 电机设计的过程。

【教学内容】

第一节 电机工业发展现状与趋势

电机工业发展史, 电机工业现状和发展趋势

第二节 电机设计的任务和过程

电机设计的任务和给定数据、电机设计的内容和过程

第三节 国家标准

国家标准, 电机方面的国家标准及其分类

第四节 国际标准

国际标准及其在国内电机行业的应用

第二章 电机主要尺寸的确定

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2 和 3, 通过本章学习, 掌握电机的设计理论, 达成以下目的:

1. 掌握电机主要尺寸与电机参数之间的关系、几何相似电机规律, 并据此对相关问题分析 (支撑课程目标 1、3);
2. 掌握电磁负荷和主要尺寸比对电机经济和技术指标的影响以及确定方法, 并据此进行相关问题的分析 (支撑课程目标 1、2);
3. 掌握确定电机主要尺寸的方法, 并据此快速确定电机主要尺寸 (支撑课程目标 3)。

【重点与难点】

重点：电机主要尺寸与电机参数之间的关系，电机的几何相似定律，电磁负荷的选择，主要尺寸比的选择，主要尺寸的确定方法

难点：用类比法进行电机主要尺寸的确定，利用几何相似定律进行性能和经济性的预估。

【教学内容】

第一节 电机主要参数关系式

电机主要尺寸与电机参数之间的关系，重要结论。

第二节 电机的几何相似定律

电机的几何相似定律，利用几何相似定律进行性能和经济性的预估。

第三节 电磁负荷的选择

电磁负荷对电机经济和技术指标的影响，电磁负荷选择原则。

第四节 主要尺寸比选择及确定主要尺寸的一般方法

主要尺寸比及其对电机经济性和性能的影响，确定主要尺寸的一般方法，类比法设计法。

第五节 系列电机及其设计特点

系列电机的特点，系列电机的设计特点

第三章 磁路计算

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2 和 3，通过本章学习，掌握磁路计算的方法，达成以下目的：

1. 掌握磁路计算的作用、基本原理、磁路划分、计算路径的选择方法，能结合具体电机结构进行磁路的划分和计算路径的选择（支撑课程目标 1、3）；
2. 掌握各部分磁路的计算方法，并进行电机磁路的计算（支撑课程目标 2）；
3. 掌握空载磁路特性和励磁电流的计算方法，并进行励磁电流的计算。（支撑课程目标 2）；

【重点与难点】

重点：磁路计算基本原理，空气隙磁位降计算及其涉及的两个系数，齿部磁位

降的计算及齿部磁密的修正方法，齿连轭和极连轭磁位降计算方法，漏磁系数，空载磁路和励磁电流计算方法。

难点：磁路划分，计算极弧系数、气隙系数、铁心的轴向计算长度，齿部磁密修正方法，漏磁系数，空载磁路和励磁电流计算方法。

【教学内容】

第一节 概述

磁路计算的作用、基本原理、磁路划分

第二节 空气隙磁位降的计算

空气隙和残隙磁位降的计算方法，计算极弧系数，气隙系数，铁心的轴向计算长度。

第三节 齿部磁位降的计算

齿部磁位降的计算，齿部磁密修正方法。

第四节 轭部磁位降的计算

齿连轭和极连轭的区别，轭部磁压降计算方法。

第五节 磁极漏磁系数与磁极磁压降的计算

漏磁系数的概念，磁极磁位降的计算。

第六节 励磁电流和空载特性计算

空载计算的步骤，磁路计算和励磁电流计算方法。

第四章 参数计算

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2 和 3，通过本章学习，掌握电机等效电路参数的计算方法，达成以下目的：

1. 掌握直流电阻和交流电阻的区别和联系，结合具体绕组结构进行电阻的计算（支撑课程目标 1、3）；
2. 掌握绕组主电抗和漏电抗的计算方法，并进行电机电抗的计算（支撑课程目标 2）；

3. 掌握集肤效应对电机参数的影响，并针对具体绕组结构分析削弱集肤效应的措施。（支撑课程目标 1、3）；

【重点与难点】

重点：直流电阻和交流电阻的区别，直流电机和交流电机的绕组电阻计算方法，笼形转子电阻的计算方法，感应电动机主电抗和同步电机交直流电抗的计算方法，槽漏抗、端部漏抗、齿顶漏抗和谐波漏抗及其计算方法，集肤效应的原理及其对电机参数的影响。

难点：直流电阻和交流电阻的区别，笼形转子电阻的计算方法，集肤效应的原理及其对电机参数的影响。

【教学内容】

第一节 绕组电阻的计算

直流电阻和交流电阻的区别，直流电机和交流电机的绕组电阻计算方法，笼形转子电阻的计算方法

第二节 绕组电抗的一般计算方法

磁链法，绕组电抗的一般计算方法

第三节 主电抗的计算

感应电动机主电抗计算方法，同步电机交直流电抗的计算方法

第四节 漏电抗计算

槽漏抗、端部漏抗、齿顶漏抗和谐波漏抗及其计算方法。

第六节 集肤效应对电机参数的影响

集肤效应原理，集肤效应对电机参数的影响，削弱集肤效应的措施

第七节 饱和对电机参数的影响

饱和对电机电抗参数的影响

第八节 斜槽漏抗的计算

斜槽，斜槽对电机参数的影响，斜槽漏抗的计算

第五章 损耗和效率

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、3，通过本章学习，掌握电机损耗计算和削弱方法，达成以下目的：

1. 掌握电机内损耗的分类和产生原理，为损耗的计算和削弱奠定基础（支撑课程目标 1）
2. 掌握电机内铁耗、铜耗、机械损耗、杂散损耗的计算方法，并根据其产生原理，分析其削弱方法（支撑课程目标 1、3）

【重点与难点】

重点：电机内损耗的种类和产生原理，磁滞损耗、涡流损耗产生的原理和削弱方法，铁耗的工程计算方法，空载时铁心中的附加损耗的产生原理和削弱方法，负载时的附加损耗产生原理和削弱方法。

难点：磁滞损耗、涡流损耗产生的原理和削弱方法，空载附加损耗的削弱方法，负载附加损耗的计算方法。

【教学内容】

第一节 概述

电机内损耗的种类，产生原理，不变损耗与可变损耗

第二节 基本铁耗

磁滞损耗，涡流损耗，铁耗的工程计算方法，铁耗的削弱方法

第三节 空载时铁心中的附加损耗

空载时铁心中的附加损耗的种类、产生原因和削弱方法

第五节 负载时的附加损耗

负载时的附加损耗产生原因和感应电机负载时附加损耗的削弱方法

第六节 机械损耗

机械损耗的种类和产生原因

第七节 效率计算

效率计算

第六章 电机的冷却

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、3，通过本章学习，掌握电机的空气冷却方式和

和风扇的特点，达成以下目的：

1. 掌握空气冷却电机的各种通风结构及其特点，能根据具体电机确定其通风结构；（**支撑课程目标 1、3**）；
2. 掌握轴流式和离心式两种冷却风扇的工作原理、结构特点、优缺点及其使用范围，能根据具体场合选择合适的风扇（**支撑课程目标 1、3**）。

【重点与难点】

重点：冷却通风系统的种类和特点，风扇的分类和特点。

难点：轴向式、径向式和混合式通风结构，抽出式和鼓入式结构，轴流式和离心式风扇的选取。

【教学内容】

第一节 电机的冷却方式

冷却通风系统，轴向式、径向式和混合式通风结构

第三节 风扇

轴流式和离心式风扇的结构和优缺点。

第七章 发热计算

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2，通过本章学习，掌握电机温升限度及其影响因素，达成以下目的：

1. 掌握电机温升和温升限度的概念，分析环境温度、绝缘结构、海拔高度等因素对温升限度的影响；（**支撑课程目标 2**）；

【重点与难点】

重点：温升，电机温升的变化规律，温升限度，影响温升限度的因素。

难点：环境温度、绝缘结构、海拔高度等因素对温升限度的影响。

【教学内容】

第一节 电机允许的温升限度

温升，电机温升的变化规律，温升限度，影响温升限度的因素

第十章 感应电动机的电磁设计

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2、3，通过本章学习，掌握小型三相感应电动机性能计算方法和设计方法，达成以下目的：

1. 掌握小型三相感应电动机的主要尺寸和气隙的确定方法，能分析气隙对电机性能和经济性的影响；（支撑课程目标 1、3）；

3. 掌握电机工作性能和起动性能的计算方法，能分析电机参数对性能的影响（支撑课程目标 1、3）；

3. 掌握电机定转子铁心、定转子绕组的设计方法，能进行电机的电磁设计（支撑课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：感应电机主要尺寸的确定方法，气隙长度确定，定子绕组的设计，定子铁心的设计，同步附加转矩，异步附加转矩，槽配合的选择原则，转子绕组和铁心的设计，工作性能计算方法，起动性能计算方法。

难点：同步附加转矩，异步附加转矩，槽配合选择原则，起动性能计算方法。

【教学内容】

第一节 概述

感应电动机的主要系列，性能指标

第二节 主要尺寸与气隙的确定

感应电机主要尺寸的确定方法，确定气隙长度需要考虑的因素。

第三节 定子绕组和铁心的设计

掌握定子绕组的种类、定子绕组的设计，定子铁心的设计

第四节 转子绕组与铁心的设计

同步附加转矩及其影响、异步附加转矩及其影响，槽配合的选择原则，转子绕组的设计。

第五节 工作性能的计算

工作性能的计算方法

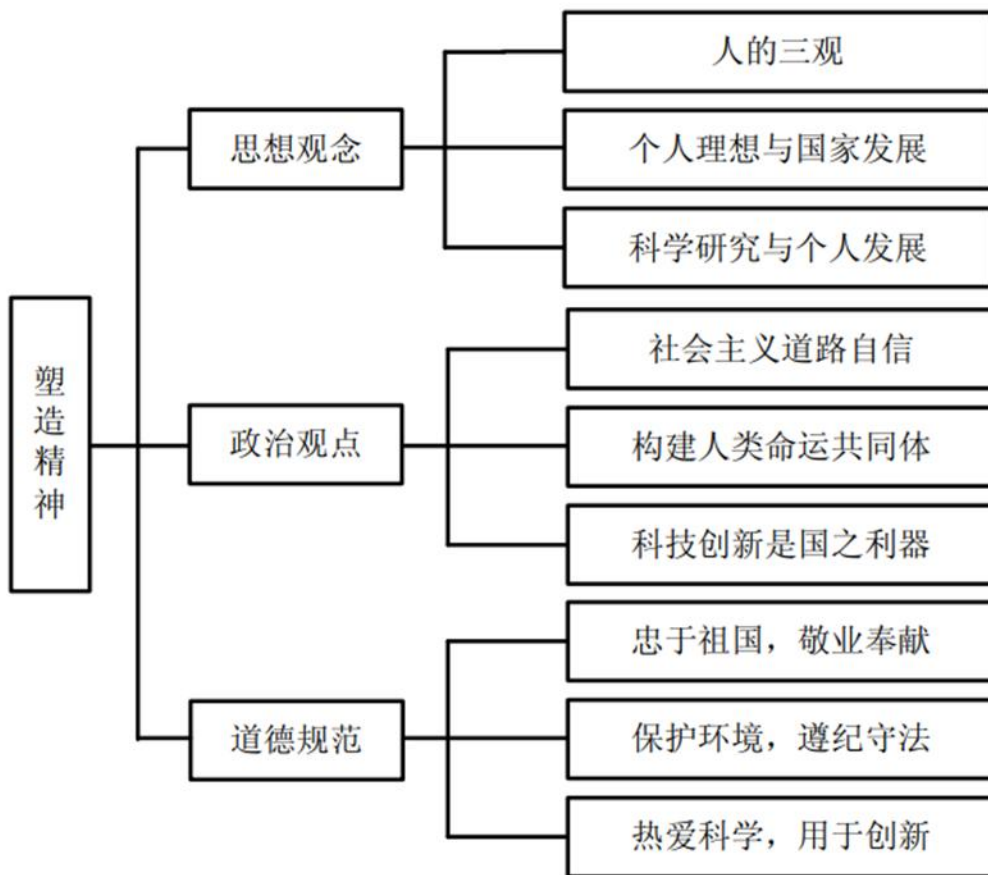
第六节 起动性能的计算

起动时磁路饱和对漏抗的影响，集肤效应及其对转子参数的影响，起动性能的计算

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	第1章	发电设备工业发展史	介绍我国电机工业曲折的发展史和成就	引导学生理解掌握继承与发展、学习与创新的关系。
2	第1章	高性能电机在重大工程中的应用	电磁弹射用直线电机	关注高性能电机在航母电磁弹射的应用，激发大学生科技报国的家国情怀和使命担当，坚定“四个自信”。
3	第2章第3节	电磁负荷选择	电磁负荷过高导致电机烧毁的事故。	引导学生重视安全问题，遵守设计规则，增强职业责任感。
4	第2章第4节	类比设计法	电机主要尺寸的类比设计	引导学生认识类比推理的重要性。
5	第3章第2节	气隙系数的计算	气隙系数的计算	引导学生从课程内容的历史角度认识理解课程内容的知识性、时代性。
6	第3章第3节	齿部磁密计算	两种不同情况下的齿部磁密计算与校正	引导学生具体问题具体分析，不盲从
7	第4章第1节	导体的集肤效应	集肤效应的产生机理和影响	培养学生在分析问题时，追本溯源抓住主要问题、关键问题，并能用适当的方法解决实际工程问题的能力。
8	第5章第1节	电机的效率	电机效率的重要性	培养学生的节能意识，关注电机节能方面的国内外前沿发展现状，激发大学生科技报国的家国情怀和使命担当。
9	第5章第7节	电机的损耗	电机损耗对环境的影响	提升学生的环保意识，关注科技发展与生活的关系，促进大学生主动把理论应用于实际，解决工程实际问题。
10	第6章第1节	电机的冷却	双水内冷发电机的提出和郑光华教授的事迹	通过榜样人物效应激发大学生的民族自信心和民族自豪感，坚定爱国主义精神。
11	第6章第1节	空冷方式	空冷发电机的发展过程	关注电磁技术领域的国内外前沿发展现状，树立国际视野，通过榜样人物效应激发大学生的爱岗敬业的精神。
12	第7章第1节	电机的温升	电机温升限值的重要性	教育引导学生深刻理解并自觉实践电气工程专业的职业设计规范，增强职业责任感。
13	第10章第2节	感应电机主要尺寸的确定	电机的经济性与性能的辩证关系	培养学生能够辩证统一地看待问题，解决工程实际问题时要统筹兼顾。

14	第10章第4节	感应电动机的转子设计	硅钢片与感应电动机转子电流的对比	引导学生一分为二地看问题。
15	第10章第5节	电机效率的提高措施	三相感应电动机效率的影响因素及效率提升措施	引导学生认识科技发展是全方位的，辩证统一地看待事物的矛盾法则，即对立统一的法则。解决工程实际问题时要综合考虑多种因素的影响。
16	第10章第6节	起动性能的计算	采用不同参数计算电机在不同状态下的性能	培养大学生在分析问题时根据不同条件采用不同方法解决问题的思维方式。



七、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	
1	第1章	电机设计概述	3							3
2	第2章	电机主要参数之间的关系	8							8
3	第3章	磁路计算	5							5

4	第4章	参数计算	4							4
5	第5章	损耗与效率	3							3
6	第6章	电机的冷却	2							2
7	第7章	发热计算	2							2
8	第10章	感应电动机的电磁设计	5							5
合计			32							32

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂讨论、测验等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 30%，期末考核成绩占总成绩的 70%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (70%)	课程目标 1	45	100
	课程目标 2	35	
	课程目标 3	20	
平时考核 (30%)	课程目标 1	40	100
	课程目标 2	40	
	课程目标 3	20	

【平时考核环节评分标准】

分值 考核 环节	<60	60-75	75-90	90-100
----------------	-----	-------	-------	--------

作业	对有关概念、计算方法运用较差,不能正确解答作业中的问题	能运用有关概念、计算方法,正确解答各章节作业中的问题	能较好地运用有关概念、计算方法,正确规范地各章节解答作业中的问题	能灵活地运用有关概念、计算方法正确规范地各章节解答作业中的问题
测验	不能在规定的时间内解答问题,答题不准确	基本能在规定的时间内解答问题,答题基本准确	能在规定的时间内,较准确地解答问题	能在规定的时间内准确地解答问题
课堂讨论	课堂讨论不积极,分析问题能力弱,表达不清晰	陈述概念基本准确,能对有关问题参与课堂讨论	能较准确地陈述概念,积极参与电课堂讨论	积极参与课堂讨论,正确陈述概念,分析问题能力较强

【平时考核环节权重】

考核 \ 课程目标	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
作业	25	5	0	30
考勤、讨论	20	10	10	40
测试	15	15	0	30
合计	60	30	10	100

【考试环节权重】

章节 \ 课程目标	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
第 1 章 电机设计概述	5	0	0	5
第 2 章 电机主要参数之间的关系	10	10	5	25
第 3 章 磁路计算	5	10	0	15
第 4 章 参数计算	5	5	0	10
第 5 章 损耗与效率	5	0	5	10
第 6 章 电机的冷却	5	5	0	10

第7章 发热计算	5	0	5	10
第10章 感应电动机的电磁设计	5	5	5	15
合计	45	35	20	100

九、教材及参考资料

【教材】

陈世坤，电机设计（修订版），机械工业出版社，1990

【参考资料】

1. 李隆年等，电机设计，清华大学出版社，1992
2. 程福秀, 林金铭，现代电机设计，机械工业出版社, 1993
3. 戴文进, 张景明，电机设计，清华大学出版社，2010

山东大学 电气工程 学院

《现代变流技术及应用》理论课程教学大纲

编写人：赵文良

审定人：徐衍亮

编制时间：2021 年 2 月

审定时间：2021 年 3 月

一、课程基本信息

课程名称	现代变流技术及应用				
英文名称	Modern Power Electronic Converters and Applications				
课程编码	sd01931440				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	2	总学时	授课	上机	实验
		32 学时	32 学时		
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	电力电子技术、电机学				
课程网站					

二、课程简介

【课程中文简介】

《现代变流技术及应用》是电气工程及其自动化专业的一门限选的专业类课程，该课程系统讲述现代变流技术及应用方面的相关知识。使学生能够掌握 DC/DC、DC/AC、AC/DC 等变流技术的电路构成、原理、控制方法及性能特点，了解其在电源、电机与电器等方面的应用，并学会运用基本电路实现变流功能；

能够掌握软开关技术的概念、运用典型电路及了解应用领域；能够了解现代变流技术在电力系统、电力传动及电机与电器中的最新应用。通过本课程的学习，培养学生的辩证思维能力和职业伦理素养，树立理论联系实际的科学观点和提高学生分析问题解决问题的能力。

【课程英文介绍】

Modern Power Electronic Converters and Applications is a specialized elective course for electrical engineering and automation specialty, which systematically introduces the knowledge of modern power electronic converters and applications. Through the learning of the course, the students can grasp the circuit composition, principle, control method, and characteristics of the modern power electronic converters including the DC/DC, DC/AC, and AC/DC types; to know the applications in terms of power supply as well as electrical machinery and appliances, and learn to use the basic circuits to achieve the required function. Then the students can grasp the concept, use the typical circuit, and understand the applications of the soft switching technique. Finally, the students can know the newest applications of the modern power electronic converters in the field of electric power system, transmissions, and electrical machinery and appliances. Through the study of this course, students can improve their dialectical thinking ability and engineering ethics, establish the scientific viewpoint of linking theory with practice, and get the ability to analyze and solve problems.

三、课程目标

通过该课程的学习，学生能够掌握变流技术的发展历程、基本概念、基本原理和相关技术，能够设计、分析常用功能电路和器件，同时理论联系实际，解决电力系统、电源、电机等应用领域常用电路和器件的基本工程问题，培养并提升学生应用变流技术原理和相关技术解决实际工程问题的能力，通过讨论、项目汇报等培养学生的交流沟通与合作能力，以及终身学习的能力。

序号	课程目标	达成途径或方法
----	------	---------

目标 1	能够正确认识现代变流技术及软开关技术的基本概念及其应用领域，寻找各种现代变流技术及软开关技术的异同之处。	通过课堂提问、讨论、作业及答疑等进一步巩固基本知识的掌握和运用，要求学生能通过阅读文献针对某一课程问题给出多种解决方案。
目标 2	能够掌握现代变流技术及软开关技术的电路结构、基本原理、控制方法和性能特点，能够运用等效电路分析计算其相关数学关系。	从变流电路和软开关电路的基本拓扑结构出发让学生掌握相关技术的工作原理及控制方法，要求学生能通过阅读文献对变流技术电路及相关问题进行具体的分析，并总结其关键点。
目标 3	能够根据所学的现代变流技术及软开关技术相关知识，通过文献研究、等方法，解决电力系统、电源、电机等应用领域常用电路和器件的基本工程问题。	在学生掌握变流技术的基本概念及工作原理的基础上，通过学习兴趣小组互助学习，培养学生团队合作能力，对课堂中提出的某一电机进行研究，分析其特点，根据老师提出的需求设计控制系统并绘制控制电路，最后进行小组汇报。
目标 4	能够自主学习仿真软件，针对电力系统、电源、电机等应用领域常用电路和器件的基本工程问题，设计一套仿真系统。	在给出电机控制电路的前提下，进一步的设计仿真电路，通过仿真软件验证提出的设计方案，并最终以文字报告的方式呈现学习成果。
目标 5	能够在了解当前电气工程领域复杂工程问题的基础上，认识到当前行业大变革的具体方向，做好自身发展规划。	通过课程案例或实际案例，普及当前行业热点知识，组织学生针对当前行业热点进行讨论，通过课堂回答问题或小组汇报的形式，了解学生对未来行业发展方向的自我判断，培养学生自主学习和终身学习的意识，提升学生的自主创新能力。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

课程目标	毕业要求				
	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4	目标 5
2.3 能认识到解决问题有多种方案可选择，能利用文献研究手段，寻求解决电气工程领域复杂工程问题可替代的解决方案。	H				
2.4 能应用基本原理和专业知知识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。		H			
4.1 能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析电气工程领域复杂工程问题的解决方案。			M		
4.2 根据电气工程领域复杂工程问题的特				M	

征，选择研究的技术路线，设计实验方案。					
12.1 清醒认知社会发展和电气工程行业大变革的前景，具有自主学习和终身学习的意识。					M

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

板书与多媒体结合

2. 课程内容：

本课程是电气工程及其自动化专业限选的专业类课程。本课程的学习使学生了解和掌握各种现代变流器的电路构成、原理、控制方法、性能特点及其应用领域，了解和掌握软开关技术的概念、类型及其典型开关电路的工作原理和应用，了解现代变流技术在电力系统、电力传动及电机与电器中的最新应用，掌握静止无功发生器和有源电力滤波器的基本原理，为今后进一步学习该领域的理论及从事该领域的生产实际工作奠定坚实的基础。

3. 作业：

主要为课后习题，促进学生理解课堂内容，能模仿例题演算习题，巩固所学知识。

10. 拓展项目

密切联系工程实际项目，促进学生根据所掌握的课程知识对问题进行分析、计算的能力，培养并提升学生应用所学知识解决实际问题 and 团队合作能力。

五、课程教学内容

第零章 绪论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，了解变流技术及软开关技术的基本概念、发展概况及课程学习要求，达成以下目的：

- 1.能够正确描述变流技术的发展历史；（支撑课程目标 1）
- 2.能够列举变流技术在电气工程学科中的应用；（支撑课程目标 1）

3.能够理解变流技术在日常生活中的重要地位及在工业生产中的应用场景，认识到学好这门课对于个人及国家的重要性；（支撑课程目标 1）

4.了解学习本课程的基本要求和方法；（支撑课程目标 1）

5.能够分析并提炼各种不同变流技术及软开关技术的异同点。（支撑课程目标 1）

【重点与难点】

重点：了解变流技术的发展历史，掌握变流技术的应用场景，能够认识到变流技术之于电气工程学科的重大意义。

难点：理解变流技术与其他相关学科的关系，能够识别生产生活中的各种变流技术应用场景，并分析其主要特征。

【教学内容】

- 一、本课程学习要求
- 二、电力电子技术的发展史
- 三、变流技术电路
- 四、软开关技术
- 五、设计实验案例

第一章 DC/DC 变换技术及应用

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和 2，通过本章学习，了解和掌握 DC/DC 变换技术及变换器相关分类和原理，达成以下目的：

1. 掌握 DC/DC 变换器的基本原理和控制方法；（支撑课程目标 2）
2. 掌握降压、升压、升-降压 DC/DC 变换器在连续电流和间断电流工作模式下的电压、电流波形图及数量关系；（支撑课程目标 2）
3. 掌握各种隔离型 DC/DC 变换器的电路结构、原理、电压、电流波形图及数量关系；（支撑课程目标 2）
4. 掌握开关稳压电源的特点、结构组成及 PWM 控制器，并能够运用等效电

路分析计算其相关数学关系，解决电源中 DC/DC 电路问题。（支撑课程目标 2）

【重点与难点】

重点：DC/DC 变换器基本原理、脉冲宽度调制（PWM）；升-降压型 DC/DC 变换器的电路结构、原理及其在连续电流和间断电流下的工作模式；全桥型隔离变换器的电路结构、原理及电压、电流波形图；开关稳压电源电流型 PWM 控制器的特点及原理。

难点：各种非隔离型和隔离型 DC/DC 变换器的电路结构、原理、电压、电流波形图及数量关系。

【教学内容】

第一节 DC/DC 变换器的基本原理

DC/DC 变换器的基本概念、分类及各类别之间的关系；DC/DC 变换器的基本原理和脉冲宽度调制（PWM）方法。

第二节 非隔离型的直直变换器

降压型 DC/DC 变换器的电路结构、原理及其在连续电流和间断电流工作模式下的电压、电流波形图及数量关系；升压型 DC/DC 变换器的电路结构、原理及其在连续电流和间断电流工作模式下的电压、电流波形图及数量关系；升-降压型 DC/DC 变换器的电路结构、原理及其在连续电流和间断电流工作模式下的电压、电流波形图及数量关系；丘克变换器的电路结构、原理及其在连续电流工作模式下的电压、电流波形图及数量关系；全桥型 DC/DC 变换器的基本概念、数量关系、双极性和单极性电压开关 PWM 方式的控制机理。

第三节 隔离型的直直变换器

正激型隔离变换器的电路结构、原理、磁芯复位原则及电压、电流波形图及数量关系；反激型隔离变换器的电路结构、原理、电压、电流波形图及数量关系；推挽型隔离变换器的电路结构、原理、电压、电流波形图及数量关系；半桥和全桥型隔离变换器的电路结构、原理及电压、电流波形图。

第四节 直流开关稳压电源

开关稳压电源的分类及特点；线性稳压电源的基本原理及应用领域；开关稳压电源的特点、结构组成及其 PWM 控制器；用 UC3842 构成的开关电源工作原理及功能简介。

第二章 DC/AC 变换技术及应用

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2、3，通过本章学习，了解和掌握 DC/AC 变换技术及变换器相关分类和原理，达成以下目的：

1. 掌握逆变器的结构组成、基本类型和性能指标；（支撑课程目标 1 和 2）
2. 掌握单相半桥、全桥逆变器的电路结构、电压及电流波形及其控制方式；（支撑课程目标 2）
3. 掌握三相电压源型 PWM 和方波逆变器的拓扑结构和控制机理，并能够运用相关知识设计、分析相关电路；（支撑课程目标 2 和 3）
4. 了解正弦脉宽调制 SPWM 的基本原理及其实现方法；（支撑课程目标 2）
5. 掌握滞环脉宽调制 HFPWM 基本原理及实现方法；（支撑课程目标 2）
6. 掌握电压矢量 PWM（SVPWM）控制技术的原理、矢量关系及电压波形图，并能够运用相关知识对老师提出的电机系统设计相对应的控制方案，以学习小组为单位对相关问题和解决方案进行文字报告或口头汇报；（支撑课程目标 2 和 3）
7. 学习仿真软件，对所提出的控制方案设计仿真电路，并进行仿真实验验证；（支撑课程目标 4）
8. 掌握交流不间断电源（UPS）的工作原理及功能特性；（支撑课程目标 2）
9. 掌握变压、变频（VVVF）电源的构成及工作原理。（支撑课程目标 2）

【重点与难点】

重点：逆变器的性能指标定义及计算公式；单相全桥逆变器 PWM 控制方式、方波控制方式和电压对消控制方式下的电压、电流波形图及其数学关系；三相电压源型 PWM 和方波逆变器的控制机理及波形图；正弦脉宽调制 SPWM 的原理及

实现方法；滞环脉宽调制 HFPWM 的原理及实现方法；空间矢量脉宽调制 SVPWM 的原理及实现方法；异步电动机变频调速的原理。

难点：三相方波逆变器工作状态；正六边形矢量空间、空间旋转磁场及 SVPWM 的机理和特点。

【教学内容】

第一节 逆变器的基本类型和性能指标

逆变器的结构组成、基本类型和性能指标。

第二节 电压源型单相逆变器

电压源型单相逆变器的分类；单相半桥逆变器的电路结构、电压及电流波形；单相全桥逆变器的电路结构及其 PWM 控制方式、方波控制方式和电压对消控制方式下的电压、电流波形图及其数学关系

第三节 三相逆变器

三相电压源型逆变器拓扑结构及特点；电压源型 PWM 逆变器的控制机理及波形图；电压源型方波逆变器的控制机理及波形图；三相 PWM 逆变器提高直流电压利用率的方法。

第四节 正弦脉宽调制 SPWM 及其实现方法

正弦脉宽调制 SPWM 的基本原理；正弦脉宽调制 SPWM 的模拟控制和数字控制实现方法。

第五节 滞环脉宽调制 HFPWM 控制技术

PWM 滞环比较方式跟踪控制技术原理、特点及数学关系；PWM 三角波比较方式跟踪控制技术原理及特点。

第六节 电压空间矢量 PWM (SVPWM) 控制技术

空间矢量的定义及电压空间矢量和磁链空间矢量的关系；三相方波逆变器、正六边形矢量空间与空间旋转磁场；电压空间矢量的线性组合与 SVPWM 控制机理和特点。

第七节 交流不间断电源

交流不间断电源（UPS）的工作原理及各部分功能。

第八节 变压、变频（VVVF）电源

异步电动机变频调速的原理；变压、变频（VVVF）电源的构成及工作原理。

第三章 AC/DC 变换技术

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和 2，通过本章学习，了解 AC/DC 变换技术及变换器相关分类和原理，达成以下目的：

1. 了解 AC/DC 变换器（整流器）的分类；（支撑课程目标 1）
2. 掌握电容滤波的不可控整流电路的拓扑结构、波形及数学关系；（支撑课程目标 2）
3. 掌握现代高功率因数整流器的基本知识，并能运用相关知识解决整流器中的基本工程问题；（支撑课程目标 2 和 3）
4. 掌握有源功率因数校正器的工作原理；（支撑课程目标 2）
5. 掌握 PWM 整流电路的工作原理及控制方法，并能运用相关知识设计、分析整流电路。（支撑课程目标 2 和 3）

【重点与难点】

重点：有源功率因数校正器工作原理；PWM 整流电路的工作原理及控制方法。

难点：电容滤波的三相不可控整流电路的拓扑结构、波形及数学关系。

【教学内容】

第一节 电容滤波的不可控整流电路

AC/DC 变换器（整流器）的分类；电容滤波的单相和三相不可控整流电路的拓扑结构、波形及数学关系。

第二节 有源功率因数校正器

谐波电流的危害及改善措施；现代高功率因数整流器的基本概念；有源功率因数校正器的工作原理；基于有源功率因数校正器的离线式开关电源实例。

第三节 高性能 PWM 整流电路及其控制方法

单相和三相 PWM 整流电路的工作原理；PWM 整流电路的间接和直接控制方法及性能特点。

第四章 软开关技术

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和 2，通过本章学习，了解软开关变换技术及相关分类和原理，达成以下目的：

1. 了解软开关技术的应用背景，掌握软开关的基本概念；（支撑课程目标 1 和 2）
2. 掌握软开关电路的分类及特点；（支撑课程目标 1 和 2）
3. 掌握典型软开关电路的工作原理，并能运用相关知识设计、分析软开关电路。（支撑课程目标 2 和 3）

【重点与难点】

重点：零电压和零电流软开关的基本概念、软开关电路的分类及特点。

难点：典型软开关电路的工作原理、波形图和数学关系。

【教学内容】

第一节 软开关的基本概念

软开关技术的应用背景及基本概念。

第二节 软开关电路的分类

准谐振电路、零开关 PWM 电路、零转换 PWM 电路的基本开关单元及特点。

第三节 典型的软开关电路

零电压开关准谐振电路；零电压转换 PWM 电路；移相全桥型零电压开关 PWM 电路。

第五章 变流技术在电力系统中的应用

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，了解变流技术在相关电力

系统中的应用，达成以下目的：

1. 了解柔性交流输电系统（FACTS）的概念、功能特性及分类；（**支撑课程目标 1 和 2**）
2. 了解高压直流输电（HVDC）的脉动工频变换器、相关控制及谐波滤波器和功率因数补偿；（**支撑课程目标 2**）
3. 了解无功补偿的原因及方法，掌握静止无功补偿器 TCR 和 TSC 的原理；（**支撑课程目标 2**）
4. 掌握高级静止无功发生器的原理、控制及数学关系；（**支撑课程目标 2**）
5. 了解晶闸管开关型阻抗补偿控制器的工作原理；（**支撑课程目标 2**）
6. 掌握有源电力滤波器的工作原理，了解其拓扑结构分类及控制；（**支撑课程目标 2**）
7. 了解统一电能质量控制器的工作原理；（**支撑课程目标 2**）
8. 了解统一功率潮流控制器的工作原理；（**支撑课程目标 2**）
9. 了解电力系统当前行业热点，做好个人职业生涯规划。（**支撑课程目标 5**）

【重点与难点】

重点：柔性交流输电系统的功能特性；静止无功补偿器 TCR 和 TSC 的原理；高级静止无功发生器的原理、控制及数学关系；有源电力滤波器的工作原理。

难点：工频变换器电流波形和数学表达式及 HVDC 的控制；四种晶闸管开关型阻抗补偿控制器的工作原理。

【教学内容】

第一节 概述

柔性交流输电系统（FACTS）的概念、功能特性及分类。

第二节 高压直流输电

工频变换器的接线方式、电流波形及数学表达式；换流器吸收的无功功率；高压直流输电（HVDC）的控制；谐波滤波器和功率因数补偿。

第三节 静止无功补偿

无功补偿的原因及方法；晶闸管控制的电抗器（TCR）原理；晶闸管投切电容器（TSC）原理。

第四节 高级静止无功发生器

瞬时无功补偿的概念及高级静止无功发生器的控制理论、方法及数学关系。

第五节 晶闸管开关型阻抗补偿器

晶闸管控制的串联电容器工作原理；晶闸管控制的次同步震荡阻尼器工作原理；晶闸管控制的故障电流控制器工作原理；固态电路开关工作原理。

第六节 有源电力滤波器

电力系统谐波的产生、危害及抑制方法；有源电力滤波器的工作原理；有源电力滤波器的结构分类及控制。

第七节 统一电能质量控制器

串并联补偿技术；统一电能质量控制器的工作原理。

第八节 统一功率潮流控制器

统一功率潮流控制器的工作原理。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	绪论	变流技术发展史	用电力电子器件的不断发展和现代变流技术的应用，突出科技变革。	引领学生理解科技的力量，深刻体会到科教兴国。
2	绪论	本课程的重要意义	变流技术在生产生活中的应用，其在电气工程学科中的重要性。	教育引导学生在实际案例中，体会到本课程的历史性和科学性。
3	第1章第3节	隔离型的直直变换器	隔离型器件的安全性。	增强学生安全意识，提高学生安全责任感。
4	第2章第7节	交流不间断电源	交流不间断电源诞生的原因。	让同学们意识到防患于未然的必要性。
5	第3章第1节	电容滤波的不可控整流电路	电容滤波的不可控整流电路的拓扑结构。	培养学生把握主要矛盾和次要矛盾的能力。

6	第3章第2节	有源功率因数校正器	谐波电流的危害及改善措施。	培养工科学生成长为工程师所必要的社会责任感。
7	第3章第3节	高性能PWM整流电路及其控制方法	PWM整流电路的控制方法。	从控制科学的角度培养学生的思辨能力。
8	第4章第1节	软开关的基本概念	软开关技术的应用背景。	提升学生将科学理论应用于实际场景的工程能力。
9	第4章第2节	软开关电路的分类	三种软开关电路的基本开关单元及特点。	培养学生的逻辑思维能力，提升学生的科学素养。
10	第4章第3节	典型的软开关电路	零电压开关准谐振电路的原理及特点。	引导学生认识到量变引起质变的辩证关系。
11	第5章第1节	柔性交流输电系统	柔性交流输电系统的概念、功能特性及分类。	提升电气专业学生作为未来电气人必备的专业素养，提升学生的职业责任感。
12	第5章第2节	高压直流输电	高压直流输电的发展历程及其节能优势。	清醒认知社会发展和电气工程行业大变革的前景，具有自主学习和终身学习的意识。
13	第5章第4节	高级静止无功发生器	瞬时无功补偿的概念及高级静止无功发生器的控制理论、方法及数学关系。	激发学生的创新兴趣，培养学生的创新思维，加强学生的创新能力。
14	第5章第5节	晶闸管开关型阻抗补偿器	晶闸管控制的串联电容器工作原理。	关注交流技术在新能源发电的重要性，了解我国未来战略方针，加强学生科技报国的使命担当。
15	第5章第6节	有源电力滤波器	有源电力滤波器的结构分类及控制。	让学生从理论上认识事物是多方面的、发展变化的、互相联系的。
16	第5章第7节	统一电能质量控制器	统一电能质量控制器的的工作原理及应用场景。	引导学生全面地、一分为二地、用发展的联系的眼光看待事物，透过现象看本质。
17	作业		杜绝任何抄袭行为。	实事求是，谨守学术诚信。

七、学时分配表

序号	章节	章节内容	学时分配							合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	
0	第0章	绪论	2							2

1	第1章	DC/DC变换技术及应用	5							5
2	第2章	DC/AC变换技术及应用	8				1	2		11
3	第3章	AC/DC变换技术	5							5
4	第4章	软开关技术	2							2
5	第5章	变流技术在电力系统中的应用	6							6
6		课程总结与习题讲解	1							1
合计			29				1	2		32

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂讨论、课堂测验和拓展项目作业等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 30%，期末考核成绩占总成绩的 70%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (70%)	课程目标 1	40	100
	课程目标 2	40	
	课程目标 3	20	
平时考核 (30%)	课程目标 1	15	100
	课程目标 2	15	
	课程目标 3	30	
	课程目标 4	20	
	课程目标 5	20	

【平时考核环节评分标准】

分值 考核 环节	<60	60-75	75-90	90-100
----------------	-----	-------	-------	--------

习题作业	对交流技术的有关原理、控制方法运用较差,不能正确解答作业中的问题	能运用交流技术有关原理、控制方法,正确解答各章节作业中的问题	能较好地运用交流技术的有关原理、控制方法,正确规范地各章节解答作业中的问题	能灵活地运用交流技术有关原理、各种实用控制方法,正确规范地各章节解答作业中的问题
平时测验	不能在规定的时间内解答交流技术应用等测试问题,答题不准确	基本能在规定的时间内解答交流技术应用等测试问题,答题基本准确	能在规定的时间内,较准确地解答交流技术应用等测试问题	能在规定的时间内准确地解答交流技术应用等测试问题
课堂讨论	课堂讨论不积极,分析交流技术问题能力弱,表达不清晰	陈述交流技术的概念基本准确,能对交流技术等有关问题参与课堂讨论	能较准确地陈述交流技术的概念,积极参与交流技术等有关问题课堂讨论	积极参与课堂讨论,正确陈述交流技术的概念,分析问题能力较强
拓展项目	不参与项目拓展作业,不了解项目拓展作业内容	对项目内容基本了解,但无法完成项目作业	对项目内容准确了解,能够完成部分项目作业	对项目内容准确了解,能够完成全部项目作业

【平时考核环节权重】

课程目标 考核环节	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	课程目标 5	合计
习题作业	5	5	5	0	0	15
考勤讨论	5	5	5	0	0	15
平时测试	5	5	5	0	0	15
拓展项目	0	0	15	20	20	55
合计	15	15	30	20	20	100

【考试环节权重】

章节	权重	课程目 标 1	课程目 标 2	课程目 标 3	课程目 标 4	课程目 标 5	合计
第 0 章绪论		10	0	0	0	0	10
第 1 章 DC/DC 变换技术及应用		0	15	0	0	0	15
第 2 章 DC/AC 变换技术及应用		20	10	10	0	0	40
第 3 章 AC/DC 变换技术及应用		5	5	5	0	0	15
第 4 章软开关技术		5	5	5	0	0	15
第 5 章交流技术在电力系统中的应用		0	5	0	0	0	5

合计	40	40	20	0	0	100
----	----	----	----	---	---	-----

九、教材及参考资料

【教材】

- 1.王玉斌. 现代电力电子变换技术及应用. 山东大学.自编教材.

【参考资料】

1. Bimal K.Bose. 现代电力电子学与交流传动. 北京：机械工业出版社，2013.
2. 王兆安，刘进军. 电力电子技术. 北京：机械工业出版社，2013.
3. 李永东. 现代电力电子学-原理及应用. 北京：电力电子出版社，2011.
4. 徐德鸿，陈治明. 现代电力电子学. 北京：机械工业出版社，2013.
5. 阮新波，严仰光. 直流开关电源的软开关技术. 北京：科学出版社，2000.
6. Bin Wu. HIGH-POWER CONVERTERS AND AC DRIVES. IEEE Press: A John Wiley & Sons, Inc., Publication, 2006.

山东大学 电气工程学院

《电力电子装置及应用》理论课程教学大纲

编写人：王玉斌 于静

审定人：王广柱

编制时间：2020年2月

审定时间：2020年3月

一、课程基本信息

课程名称	电力电子装置及应用				
英文名称	Modern Power Electronic Equipment and Application				
课程编码	sd01931510				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	3	总学时	授课	上机	实验
		56 学时	40 学时		16 学时
适用专业	专业模块（柔性电力技术 C）				
先修课程	电路，电力电子技术，自动控制理论等				
课程网站					

二、课程简介

【课程中文简介】

《电力电子装置及应用》是柔性电力技术模块必修的专业类课程。本课程在讲授各种电能变换技术的原理、电路拓扑、控制的基础上，重点介绍电力电子变换技术在各领域特别是在电力系统和电力传动中的最新应用。通过本课程的学

习，可使学生掌握现代电力电子装置的基本原理、系统构成及相关领域的前沿知识，为今后进一步学习该领域的理论和从事该领域的实际工作奠定坚实的基础；能够对电能变换相关复杂工程问题进行分析研究和改进、探索并提出解决方案，从而培养学生树立理论联系实际的科学观，提高学生分析问题解决问题的能力。

【课程英文简介】

Modern Power Electronic Equipment and Application is an important compulsory course for undergraduate students majoring in flexible power technology (module C). On the basis of teaching the principle, circuit topology and control of various energy conversion technologies, this course focuses on the latest application of power electronics in various fields, especially in the power system and electric drive field. Through the study of this course, students can master the basic principles of modern power electronic devices, system composition and advanced knowledge in related fields, and lay a solid foundation for further study of the theory of this field and practical work in this field. Students also can analyze, research, improve, explore and propose solutions to complex engineering problems related to electric energy conversion, so as to help students to establish a scientific view of combining theory with practice and improve their ability to analyze and solve problems.

三、课程目标

通过该课程的学习，学生能够对 DC/DC、AC/DC、DC/AC 等电能变换技术及软开关技术等知识体系具有较全面、完整的理解和掌握，能应用所学知识对电力电子装置及系统进行设计、性能分析和综合应用，特别是现代电力电子技术在电力系统中的应用；具备能够解决电气工程电能变换问题的基本素质。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	掌握各种电力电子变换技术的拓扑结构、工作原理及调制方法，形成电力电子变换电路分析和设计的基本理论体系。能够进一步掌握电力电子变换装置的系统构成、具体实现及典型应用，软开关技术在高频化、轻量化实现中的关键作用，具备分析和解决相应电力电子工程实际问题的能力，并能够对电能变换相关复杂工程问题的	课堂讲授 dc/dc、/dc/ac、/ac/dc 等常用电力电子变换电路的拓扑推演、工作原理、相关波形、数据关系等。通过课堂提问、讨论、作业及答疑等进一步巩固基本知识的掌握和运用，能对具体的电力电子变换器进行分析和计算。进一步深入学习电力电子变换器闭环控制的原理、实现方法，学习软开关技术，并结合交直流电源、变频调速、谐波抑制和无功功率补偿等电气工程领域复杂工程问题

	解决方案进行分析和改进。	进行分析、巩固、深化。建议学生通过查阅相关资料，加深对电力电子变换技术工程应用的理解；通过课堂提问、讨论、作业及仿真及实验等环节进一步巩固提高学生对复杂工程问题进行分析和改进的能力。
目标 2	能应用所学知识对电力电子装置及系统进行设计、性能分析和综合应用，特别是精通现代电力电子技术在电力系统中的应用，具有分析和解决电能变换问题的基本素质。	学生在理解掌握电力电子变换技术的基本理论和分析方法的基础上，引导学生通过课堂和文献阅读，综合运用所学电气相关知识，进行电力电子变换器的设计、性能分析、仿真和实验验证。通过课堂交流互动、讨论和答疑等环节，分析和发现变换器设计过程中存在的问题和不足，改进和完善相关设计。
目标 3	能够理解和比较电力电子技术发展概况及应用前景，能够自主阅读电力电子相关资料，培养自主学习和终身学习的意识和能力。	课堂通过电力电子器件和变换技术的快速发展趋势，以及课堂讨论、课题设计等环节，使学生培养自主学习电力电子最新技术的意识，有不断学习和适应发展的能力。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标		
	目标 1	目标 2	目标 3
2.3 能认识到解决问题有多种方案可选择，能利用文献研究手段，寻求解决电气工程领域复杂工程问题可替代的解决方案；	H		
2.4 能应用基本原理和专业知，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。	H		
4.1 能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析电气工程领域复杂工程问题的解决方案；		M	
12.1 清醒认知社会发展和电气工程行业大变革的前景，具有自主学习和终身学习的意识。			M

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

板书与多媒体结合

2. 课程内容：

本课程是柔性电力技术模块必修的专业类课程，是对先修课程《自动控制理论》、《电机学》、《电力电子技术》等所学知识的综合应用和进一步深化。在教学中既要注意与上述课程的联系、综合、深入，也要注意避免在同一层次上的重复，重点应放在电力电子变换器的原理、设计及综合、深化和联系实际方面。

3. 作业:

主要为课后习题，促进学生理解课堂内容，能模仿例题演算习题，巩固所学知识。

11. 课题设计:

采用密切联系工程实际的项目，布置电力电子变换器课题综合设计，促进学生根据所掌握的课程知识，对问题进行分析，计算，应用所学知识解决实际问题，建议团队合作。

五、课程教学内容

第一章 DC/DC 变换技术及应用

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2、3，通过本章学习，使学生理解掌握 DC/DC 变换技术原理、分类及应用，达成以下目的：

1. 理解和熟悉 DC/DC 变换器的基本原理、分类等（支撑课程目标 1）；
2. 熟悉和掌握非隔离型的直直变换器 DC/DC 变换器的基本原理、分类、波形分析、参数计算等（支撑课程目标 1）；
3. 熟悉和掌握隔离型的直直变换器 DC/DC 变换器的基本原理、分类、波形分析、参数计算及应用场合等（支撑课程目标 1）；
4. 熟悉线性稳压电源的原理，熟悉和掌握开关稳压电源的原理、PWM 控制器和应用实例等（支撑课程目标 2、3）；
5. 熟悉 DC/DC 变换器的设计步骤，掌握 PI 调节器的设计（支撑课程目标 2、3）。

【重点与难点】

重点：降压/升压电路参数尤其是临界电感量的计算，全桥直直变换器的基本概念以及双电压/单电压极性开关 PWM 控制；基本正激电路的缺点以及使用是的改进电路、磁芯复位原理，单/双向励磁方式，各种隔离型的直直变换器 DC/DC 变换器稳态输入输出电压关系推导等；直流开关稳压电源的原理；利用 k -因子

法设计 DC/DC 变换器的 PI 控制器。

难点：利用 k -因子法设计 DC/DC 变换器的 PI 控制器。

【教学内容】

第一节 DC/DC 变换器的基本原理（1 学时，其中授课 1 学时）

DC/DC 变换器的基本原理、分类以及输出电压的控制方法。

第二节 非隔离型的直直变换器（3 学时，其中授课 3 学时）

学习降压 BUCK 电路、升压 BOOST 电路、升降压电路、CUK 电路、全桥直直变换器的原理、波形分析、参数计算等。

第三节 隔离型的直直变换器（3 学时，其中授课 3 学时）

学习单正激、单反激、推挽、半桥、全桥等隔离型直直变换器的原理、波形分析、参数计算及应用场合等。

第四节 直流开关稳压电源（2 学时，其中授课 2 学时）

学习线性/开关稳压电源的原理、常见的 PWM 控制器、应用实例等。

第五节 dc/dc 变换器的设计（3 学时，其中授课 3 学时）

以 BUCK 电路学习 dc/dc 变换器的设计：主电路参数计算及器件选择、BUCK 变换器控制框图、 k -因子法设计控制器、MATLAB SISOTOOL 等。

【课题设计】

利用所学知识，完成 BUCK 变换器设计，通过仿真验证使其完成设计指标，并提交课题设计报告。

【研讨课】

对课题设计报告进行展示，可进行 PPT 汇报交流设计中遇到的问题和解决方法，老师回答与设计相关问题，总结课题设计，指出存在的不足和改进提高措施。

【习题课】

讲解讨论课后习题，dc/dc 相关问题问答。

第二章 DC/AC 变换技术及应用

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2，通过本章学习，使学生理解掌握 DC/AC 变换

技术原理、分类及应用，达成以下目的：

1. 熟悉逆变器的基本类型和性能指标（支撑课程目标 1）；
2. 掌握电压源型单相逆变器原理及控制方法（支撑课程目标 1）；
3. 掌握电压源型三相逆变器原理及控制方法（支撑课程目标 1）；
4. 掌握 PWM 跟踪控制技术原理及方法（支撑课程目标 2）；
5. 掌握 SVPWM 控制技术原理及实现方法（支撑课程目标 2）；
6. 掌握 UPS 的原理、组成及各部分功能（支撑课程目标 2）；
7. 掌握变压变频电源的原理、组成及各部分功能（支撑课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：无源逆变器的分类和特点；方波和 PWM 控制的实现方法和各自优缺点；单相逆变器的双/单电压极性开关 PWM 控制；三相 PWM 逆变器提高直流电压利用率的方法；滞环比较方式和三角波比较方式的实现方法和各自优缺点；SVPWM 控制的原理、利用基本电压空间矢量合成实现 SVPWM 控制的方法及 SVPWM 波形；UPS 分类、组成；变压变频电源的原理、组成及电压/频率的协调控制。

【教学内容】

第一节 逆变器的基本类型和性能指标（1 学时，其中授课 1 学时）
介绍无源逆变器的分类、特点和主要性能指标。

第二节 电压源型单相逆变器（1 学时，其中授课 1 学时）
单相半桥逆变器的原理、波形及控制；单相全桥逆变器的原理、波形及控制（方波和 PWM 控制）。

第三节 电压源型三相逆变器（1.5 学时，其中授课 1.5 学时）
三相 PWM 逆变器的原理、波形及控制；三相方波逆变器的原理、三相 PWM 逆变器提高直流电压利用率的方法。

第四节 SPWM 及其实现方法（0.5 学时，其中授课 0.5 学时）
SPWM 基本原理、SPWM 实现方法。

第五节 PWM 跟踪控制技术（2 学时，其中授课 2 学时）

PWM 跟踪控制技术的原理、滞环比较方式和三角波比较方式。

第六节 SVPWM 控制技术（2 学时，其中授课 2 学时）

SVPWM 控制技术的引出、空间矢量的基本概念、三相方波逆变器与正六边形旋转磁场、电压空间矢量的线性组合与 SVPWM 控制。

第七节 交流不间断电源 UPS（1 学时，其中授课 1 学时）

UPS 概述、原理、组成及各部分功能。

第八节 变压变频电源 VVVF（1 学时，其中授课 1 学时）

变压变频电源概述、变频调速原理、变压变频电源组成及原理。

【研讨课】

对 SPWM、跟踪型 PWM、SVPWM 的优缺点和和应用场合等进行研讨。

【习题课】

讲解讨论课后习题，dc/ac 相关问题问答。

第三章 AC/DC 变换技术

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2，通过本章学习，使学生理解掌握 AC/DC 变换技术原理及应用，达成以下目的：

1. 掌握 APFC 的原理及实现（支撑课程目 1、2）；
2. 掌握 PWM 整流电路的原理及控制方法（支撑课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：APFC 的原理；PWM 整流电路的原理及控制方法。

【教学内容】

第一节 电容滤波的二极管整流电路（0.5 学时，其中授课 0.5 学时）

电容滤波二极管整流电路的原理和缺点。

第二节有源功率因数校正器 APFC（1.5 学时，其中授课 1.5 学时）

APFC 的原理、APFC 专用集成电路控制器及应用实例。

第三节 高性能 PWM 整流电路及其控制方法（2 学时，其中授课 2 学时）
PWM 整流电路的工作原理、控制方法（间接电流控制和直接电流控制）。

【研讨课】

对二极管不控整流、晶闸管可控整流、PWM 整流电路交流侧谐波和功率因数进行分析比较研讨，提出解决方法、总结整流器的发展趋势。

【习题课】

讲解讨论课后习题，ac/dc 相关问题问答。

第四章 软开关技术

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2、3，通过本章学习，使学生理解掌握软开关技术的基本概念和实现方法，达成以下目的：

1. 掌握软开关的基本概念（支撑课程目标 1）；
2. 掌握软开关电路的分类（支撑课程目标 1）；
3. 掌握典型软开关电路的原理（支撑课程目标 2、3）。

【重点与难点】

重点：软开关的基本概念和优点；软开关电路的分类和特点；典型软开关电路的原理、波形和特点。

【教学内容】

第一节 软开关的基本概念（1 学时，其中授课 1 学时）
软开关的引出、硬开关与软开关、零电压开关和零电流开关。

第二节 软开关电路的分类（1 学时，其中授课 1 学时）
准谐振电路、零开关 PWM 电路、零转换 PWM 电路。

第三节 典型的软开关电路（2 学时，其中授课 2 学时）
零电压开关准谐振电路、移相全桥零电压开关 PWM 电路、零电压转换 PWM 电路。

【研讨课】

课本讲授内容主要涉及软开关技术在 dc/dc 变换器的应用，开拓思路，对软开关技术在 dc/ac 中的应用进行研讨。

第五章 电力电子技术在电力系统中的应用

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2、3，通过本章学习，使学生理解掌握电力电子技术在电力系统中的应用，达成以下目的：

1. 掌握 FACTS 的基本概念（支撑课程目标 1、3）；
2. 掌握 HVDC 的原理（支撑课程目标 1）；
3. 掌握无功补偿的原因以及 SVC 的原理（支撑课程目标 2）；
4. 掌握 ASVG 的原理和瞬时无功功率理论（支撑课程目标 2）；
5. 掌握 APF 的原理和实现（支撑课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：FACTS 的概念和分类；HVDC 的原理及实现；SVC 的原理及特点；利用瞬时无功功率理论进行无功电流检测的方法，瞬时无功功率理论和传统功率理论的区别和联系；APF 的控制、利用瞬时无功功率理论进行谐波电流检测的方法。

【教学内容】

第一节 概述（1 学时，其中授课 1 学时）

灵活交流输电系统的概念、FACTS 的分类和功能。

第二节 高压直流输电（1 学时，其中授课 1 学时）

HVDC 的原理及控制、谐波滤波器和功率因数补偿。

第三节 静止无功补偿 SVC（2 学时，其中授课 2 学时）

电力系统无功补偿的原因及方法、晶闸管控制的电抗器、晶闸管投切电容器。

第四节 高级静止无功发生器 ASVG（2 学时，其中授课 2 学时）

瞬时无功补偿的概念、瞬时无功功率理论、ASVG 的原理和控制。

第五节 有源电力滤波器 APF（2 学时，其中授课 2 学时）

电力系统谐波产生的原因、危害及抑制方法；APF 的基本原理、分类和控制。

【研讨课】

研讨各种 FACTS 装置在电力系统中大量应用对电力系统的影响。

【习题课】

讲解讨论课后习题，FACTS 相关问题问答。

六、课程实验内容

本课程所涉及的电力电子实验系统比较复杂，系统性较强。学生在实验中应学会运用所学的理论知识去分析和解决实际系统中出现的各种问题，提高动手能力；同时通过实验来验证理论，促使理论和实践相结合，使认识不断提高、深化。开设如下 4 个实验，共计 16 学时。

1. 半桥型开关稳压电源性能研究
2. 整流电路有源功率因数校正实验
3. 三相SPWM、马鞍波、SVPWM 变频调速系统实验
4. DSP控制脉宽调制Buck变换器实验

实验一 半桥型开关稳压电源性能研究（4 学时）

【教学目标和要求】

本教学内容支撑课程目标 1、2，要求学生掌握半桥型开关稳压电源主电路结构和工作原理；结合 PWM 控制原理，能够分析反馈控制对电源稳压性能的影响，能够根据实验结果指出半桥型开关稳压电源稳压的范围和适用条件。

【实验内容】

3、测试控制电路两路输出信号的波形、幅值、频率和占空比随着控制电压变化规律。

4、半桥型开关稳压电源在开环和闭环两种情况下，测试控制信号占空比与主电路输出电压的关系；在占空比不变的情况下，测试负载的变化对主电路输出电压的影响；当控制电压占空比和主电路负载不变的情况下，测量电源电压变化对直流输出电压的影响。

【主要仪器设备】

电力电子技术及电气传动实验装置、示波器、万用表等。

【实验要求】

实验重点和难点：整理实验数据，分析半桥型开关稳压电源的稳压原理，分析开环和闭环控制时主电路的工作特点，总结闭环时输出电压理论值与实测值的差别，分析造成这些差别的原因。

实验安全：实验过程中，注意电源开通顺序，先接通主电路电源，再打开控制电路电源开关，关机顺序相反；注意不能用示波器同时观测主电路和控制电路的电压信号，需要分别观测。

实验二 整流电路有源功率因数校正实验（4学时）

【教学目标和要求】

本教学内容支撑课程目标 1、2。能够应用电力电子技术等理论知识分析二极管整流电路有源功率因数校正电路的工作原理，理解提高功率因数的意义，选用数字控制或模拟控制实验装置进行实验，能够根据观测结果掌握有源功率因数校正电路的控制原理和应用方法。

【实验内容】

模拟控制实验：

1. 在电力电子技术实验台上搭建三种整流电路：(1)整流电路带纯阻性负载；(2)整流电路负载端并联滤波电容；(3)整流电路输出侧与带滤波电容的负载之间接功率因数校正装置。
2. 调节整流电路输入电压，测量这三种整流电路输入侧的功率、功率因数和输出电压值；观测整流电路输入侧的电压、电流波形以及输出电压波形。

数字控制实验：

1. 在电力电子技术实验台上连接实验电路，烧录程序。
2. 运行功率因数校正程序，观测主电路输入电压、电流波形，观测整流电路功率因数校正效果。

【主要仪器设备】

电力电子技术及电气传动实验装置、示波器、万用表等。

【实验要求】

实验重点和难点：通过观测带滤波电容的整流电路输入侧电压、电流波形的畸变情况，和功率因数的变化，了解谐波电流的危害。分析采用 Boost DC-DC 变换器作为有源功率因数校正器主电路的特性，分析讨论当输入交流电压在一定范围内变化时，有源功率因数校正电路的输出直流电压保持不变的原因。

DSP 控制实验的重点是了解数字控制在电力电子装置中的应用，学会数字控制实验方法。

实验安全：整流电路输出端接滤波电容时，注意电容极性，不能接反。

数字控制实验注意整流电路输入侧电源必须经过隔离变压器连接到实验台主控屏电源输出端。注意实验顺序，运行程序后需断开仿真器，再运行开关电源技术实验监控软件，主电路输入电压不能过高。

实验三 三相异步电动机变频调速实验（4学时）

【教学目标和要求】

本教学内容支撑课程目标1、2。能够应用电机学、电力电子技术等理论知识分析三相异步电动机变频调速实验中三相异步电动机的运行规律；要求利用SPWM、马鞍波、SVPWM三种控制方式，分别采用模拟控制/数字控制装置进行变频调速实验；能够用示波器观测到的脉宽调制波形，分析三种控制方式的异同，并根据三相异步电动机的运行特点分析三种控制方式的优缺点；根据实验结果分析三种控制方式的应用范围和局限性并能根据实际情况选择变频调速控制方案。

【实验内容】

观测SPWM、马鞍波、SVPWM三种控制电路的调制波、载波和控制电路输出电压波形。改变控制电路频率，测量主电路中三相桥式逆变器输出电压波形和幅值，观测负载三相异步电动机的转速与控制电路频率的关系，对比三种控制方式下，三相异步电动机的运行情况，比较三种控制方式的优缺点。

【主要仪器设备】

电力电子技术及电气传动实验装置、示波器、万用表等。

【实验要求】

实验重点和难点：了解模拟控制或DSP控制原理，通过观测到的数据和波形，以及三相异步电动机的运行状况，总结分析三种控制方式的优缺点。

实验安全：三相异步电动机的三相绕组接成三角形，电机在运行中不能堵转。带电动机运行时，注意开机顺序，先打开主电路电源，再打开控制电路电源，关机时相反，防止主电路开关管误导通引起短路。在低频时运行时间要短，防止电机发热。

DSP控制实验时注意在程序下载过程中，需要将控制屏上的三相调压器输出电压调到最小。如果在突然加负载过程发现电机堵转，请马上减小负载给定，以免电流过大损坏电机。

实验四 DSP控制脉宽调制Buck变换器实验（4学时）

【教学目标和要求】

本教学内容支撑课程目标 1、2。要求学生能够应用电力电子技术等理论知识分析 PWM 控制基本原理，掌握 Buck 变换器的工作模式、电压/电流的测量方法。学会 DSP 的 PWM 及 A/D 模块设定方法，能够掌握 DSP 程序代码的自动生成及编译固化步骤。理解掌握 Buck 变换器闭环控制的原理和 PI 调节器的设计。

【实验内容】

开环 PWM 控制的 Buck 变换器:

1. Buck 变换器 PSIM 模拟仿真和 SimCoder 数字仿真，系统仿真参数设置。
2. 将 Buck 变换器 SimCoder 数字仿真电路中的控制部分转换成 DSP TI F28335 的 C 程序代码。利用 TI CCS 进行编译固化。
3. 连接硬件设备进行实验验证

闭环 PWM 控制的 Buck 变换器:

1. 闭环 PI 调节器的设计
2. PSIM 模拟仿真和 SimCoder 数字仿真
3. 硬件实验验证

【主要仪器设备】

固玮 PTS-3000 电力电子实训系统、PEK-120 模组。

【实验要求】

实验重点和难点：了解 TI CCS 开发环境，掌握参数设置方法。通过实验过程了解 DSP 控制原理，掌握数字控制实验方法，了解 PSIM 电路仿真和 SimCoder 数

字仿真方法。掌握可编程直流电源和电子负载的调试方法。掌握闭环 PWM 控制原理及 PI 调节器设计方法。

实验安全：注意开机关机顺序，严格按照软件调试和硬件操作的实验步骤进行实验。

七、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	第一章 第二节	非隔离型 dc/dc 变换器	罗氏变换器	求真务实、百折不挠的科研精神，理解掌握继承与发展，学习与创新的关系。
2	第一章 第三节	隔离型 dc/dc 变换器	开关电源、充电器等	扎实学习基础课程、知识不断积累和巩固的重要性，促进学生主动把理论应用于实际，解决工程实际问题。
3	第二章 第 2-3 节	逆变器的底层控制	方波逆变器和 PWM 逆变器	通过分析比较方波/PWM 逆变器各自的优缺点，引导学生辩证统一、一分为二地看待事物，解决实际问题要有所取舍、折中，优中选优。
4	第二章 第 5-6 节	先进 PWM 控制技术	跟踪型 PWM 控制/SVPWM 控制技术	大胆探索、勇于创新、百折不挠的科研精神
5	第三章 第一节	电容滤波的不可控整流电路	二极管整流电路的广泛应用	培养学生能够辩证统一地看待事物的矛盾法则，即对立统一的法则，解决工程实际问题时要综合考虑多种因素的影响，解决好主要矛盾和次要矛盾的关系。
6	第三章 第二节	有源功率因数校正	具有功率因数校正功能的充电器、开关电源	引导学生认识绿色电网的概念，需求导向的科研创新精神
7	第三章 第二节	PWM 整流器	PWM 整流器	培养学生大胆探索、勇于创新、百折不挠的科研精神
8	第四章	软开关技术	基于软开关技术开关电源、逆变电源	通过软开关技术在高频化、轻量化发展趋势中的优势和关键作用，诠释科研永无止境，鼓励大胆探索、勇于创新、百折不挠的科研精神
9	第五章	电力电子技术在电气工程中的应用	我国在高压直流输电、柔性交流输电等领域的发展和超越	增强学生的民族自豪感，勇做改革创新的开拓者和实践者
10	作业		在作业、设计中抄袭答案或他人	应诚实守信、脚踏实地、诚信做人

八、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配	合计
----	----	----	------	----

			课堂 授课	实验 学时	上机 学时	实学 学时	践在 学习	线习 课	题研 课	讨	其他
1	第1章	DC/DC变换技术及应用	12	8							18
2	第2章	DC/AC变换技术及应用	10	4							14
3	第3章	AC/DC变换技术	4	4							6
4		课题设计研讨						1	1		2
5	第4章	软开关技术	4								4
6	第5章	电力电子技术在电力系统中的应用	8								8
合计			38	16				1	1		56

九、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核、实验成绩与期末考核成绩。平时考核包括：作业、课堂讨论、课堂测验和课题设计等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 15%，实验成绩占总成绩的 10%，期末考核成绩占总成绩的 75%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (75%)	课程目标 1	65	100
	课程目标 2	35	
	课程目标 3	0	
平时考核 (15%)	课程目标 1	30	100
	课程目标 2	50	
	课程目标 3	20	
实验考核	课程目标 1	50	100
	课程目标 2	50	

(10%)	课程目标 3	0	
-------	--------	---	--

【平时考核和实验考核环节评分标准】

分值 考核 环节	<60	60-75	75-90	90-100
作业	对电力电子变换器的有关概念、计算方法运用较差，不能正确解答作业中的问题	能运用电力电子变换器有关概念、计算方法，正确解答各章节作业中的问题	能较好地运用电力电子变换器的有关概念、计算方法，正确地各章节解答作业中的问题	能灵活地运用电力电子变换器的有关概念、各种实用计算方法，正确地各章节解答作业中的问题
测验	不能在规定的时间内解答电力电子计算等测试问题，答题不准确	基本能在规定的时间内解答电力电子计算等测试问题，答题基本准确	能在规定的时间内，较准确地解答电力电子计算等测试问题	能在规定的时间内准确地解答电力电子计算等测试问题
课堂讨论	课堂讨论不积极，分析电力电子变换器问题能力弱，表达不清晰	能陈述电力电子变换器的概念基本准确，能对电磁场计算等有关问题参与课堂讨论	能较准确地陈述电力电子变换器的概念，积极参与电磁场计算等有关问题课堂讨论	积极参与课堂讨论，正确陈述电力电子变换器的概念，分析问题能力较强
课题设计	不参与项目课题设计作业，不了解课题拓展内容	对项目内容基本了解，但无法完成课题设计作业	对项目内容准确了解，能够完成部分课题设计作业	对项目内容准确了解，能够完成全部课题设计作业
实验	未能进行实验，实验步骤不正确，实验目的不明确，实验数据不真实。	能独立完成部分实验，实验步骤较准确，实验目的较清晰，实验数据处理较准确。	能独立完成大部分实验，实验步骤准确，实验目的清晰，实验数据处理准确。	能独立完成全部实验，实验步骤准确，实验目的清晰，实验数据处理准确。能提出新的实验方案，解决实验中出现的的问题。

【平时考核环节权重】

考核	课程目标			
	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
作业+测试	20	10	0	30
考勤+课堂讨论	10	20	10	40
课题设计	0	20	10	30

合计	30	50	20	100
----	----	----	----	-----

【实验考核环节权重】

考核	课程目标			合计
	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	
实验	50	50	0	100
合计	50	50	0	100

【考试环节权重】

章节	课程目标			合计
	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	
第 1 章 DC/DC 变换技术及应用	20	15	0	35
第 2 章 DC/AC 变换技术及应用	20	10	0	30
第 3 章 AC/DC 变换技术及应用	5	0	0	5
第 4 章 软开关技术	5	5	0	10
第 5 章 电力电子技术在电力系统中的应用	15	5	0	20
合计	65	35	0	100

十、教材及参考资料

【教材】

王玉斌 编. 现代电力电子变换技术及应用, 山东大学自编教材, 2016。

【参考资料】

1. 张一工, 现代电力电子技术原理与应用, 北京: 科学出版社, 1999。
2. 李序葆、赵永健, 电力电子器件及其应用, 北京: 机械工业出版社, 2002。
3. 王兆安、杨军、刘进军, 谐波抑制与无功补偿, 北京: 机械工业出版社, 2016。
4. 王兆安等, 电力电子技术 (第5版), 北京: 机械工业出版社, 2009。

5. Bimal K.Bose. 现代电力电子学与交流传动. 北京: 机械工业出版社, 2013.

十一、大纲编制说明

现代电力电子装置及应用是新近发起的学科, 很多内容都处于研究、探索和不断更新阶段, 目前开设此课程的高校并不多, 因此本大纲的制订主要与教学者的研究紧密相关。教学过程中, 教材仅仅是参考, 很多内容随时间在不断变化, 所以每届学生授课内容都有一定程度的改变和更新, 随着电力电子装置研究的深入和完善, 相信本课程会得到逐步统一和完善。

山东大学 电气工程 学院

《电力系统分析》理论课程教学大纲

编写人：李常刚、王志军、李正烁

审定人：张恒旭、张文

编制/修订时间：2017年4月

审定时间：2017年5月

一、课程基本信息：

课程名称	电力系统分析				
英文名称	Power System Analysis				
课程编码	sd01931450、sd1930440				
开课单位	电气工程学院 电力系统研究所				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	2	总学时	授课	上机	实验
		34	30		4
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	电路理论、电磁场、电机学、电气工程基础				
课程网站					

二、课程简介

【课程中文简介】

《电力系统分析》是电气工程及其自动化专业的主要课程，是电力系统运行与控制方向的核心课程。主要介绍电力系统的构成和基本原理、元件模型和参数计算、电网的潮流计算方法、短路计算方法、系统电压调节和频率调节以及电网稳定性分析等内容。本课程强调理论与实践结合密切，是从基础理论课走向专业课学习和工程应用研究的纽带，具有承上启下的作用，在整个专业教学和培养高质量创新人才计划中占有十分重要的地位。

【课程英文简介】

“Power system analysis” is the main course for the students majoring in electrical engineering and automation and is the core course for those specializing in power system operation and control. The course mainly focuses on the composition and basic principle of power system, the component modelling and parameter calculation, the power flow calculation, short circuit analysis, voltage regulation and frequency regulation as well as power system stability analysis. This course places emphasis on combining theory with practice through lectures, which is the tie between the basic theory and specialized technology as well as engineering application. The course plays very important role through the whole professional education and innovative talent training process as its linking function between the knowledge and practice of power systems.

三、课程目标

【教学目标】

《电力系统分析》是电气工程卓越工程师培养的核心课程，对培养学生综合分析能力、了解掌握电力专业的学科前沿的动态以及对电力相关专业课程的进一步学习起着非常重要的作用。课程的总体教学目标是，坚持“宽专业、厚基础，重能力、高素质”的原则，以“人文精神、科学素养、创新能力”和谐统一为目标，利用新的教学方法和手段，着力提高工程教育质量，致力于培养“研究型、管理型、创新型、国际型”的卓越工程人才。通过该课程的学习，希望学生能综合应用电路、电磁场、电机、计算方法等理论，掌握电力系统模型与三大计算等基本概念和数学方法，并通过程序设计等提高实践能力，较扎实地掌握电力系统问题认知和分析计算能力，从而提高综合运用基础理论解决科学、技术和工程问题的能力。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	综合应用电路、电磁场、电机、计算方法等理论，掌握电力系统元件模型、电力系统稳态分析与计算、电力系统经济运行及电力系统暂态分析与计算等基本概念和数学方法。	深入浅出、直观地介绍电力系统元件物理模型和参数计算方法，又介绍潮流计算、短路电流计算、稳定计算三大计算的数学本质。
目标 2	能够对复杂电网算例的潮流、短路和稳定问题进行分析，能够独立分析结果并给出结论，较扎实地掌握电力系统问题认知和分析计算能力。	强调程序设计环节，注重理论与实践相结合，着重培养学生的动手能力、分析能力，配合各个计算环节，通过具体算例和编程、报告等，增强对潮流计算、短路计算和暂稳计算的理解。
目标 3	让学生能独立完成电力系统分析中潮流计算、短路计算和稳定计算的程序开发、测试，对工程应用的复杂电力系统分析方法和常见问题等有深入的了解，为后续专业课程及相关专题的学习打下基础。	设置单独实验环节，进行专项电力系统三大计算的实验教学，使学生利用所学知识解决实际问题，通过实验、程序设计等提高实践能力。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标	目标 1	目标 2	目标 3
	2.3 能认识到解决问题有多种方案可选择，能利用文献研究手段，寻求解决电气工程领域复杂工程问题可替代的解决方案；		H	
2.4 能应用基本原理和专业知 识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。		H		
4.1 能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析电气工程领域复杂工程问题的解决方案。			M	
5.3 能够针对电气工程领域的具体对象，开发或选用满足特定需求的现代工具，对电气工程领域复杂工程问题进行模拟和预测，并能够理解及分析结果的适用范围和局限性。				M

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

板书与多媒体结合、理论教学、编程训练、实验。

2. 课程内容:

本课程是电气工程及其自动化专业卓越工程师实验班必修的一门工程基础课,是对先修课程《高等数学》《线性代数》《大学物理》《复变、场论、拉氏变换》《电气工程基础》所学知识的综合应用和进一步深化,应用以上课程知识讲授电力系统元件物理模型和参数计算方法,介绍潮流计算、短路电流计算、稳定计算三大计算的数学本质,设置单独的实验环节,进行专项电力系统三大计算的实验教学。在教学中既要注意与上述课程的联系、综合、深入,也要注意避免在同一层次上的重复,重点应放在电力系统分析知识的综合、深化和实际应用方面。

3. 作业:

主要为课下编程、实验、典型工程问题学习报告、课后习题,促进学生理解课堂内容,巩固所学知识。

4. 实验

采用密切联系工程实际的项目,促进学生根据所掌握的课程知识,对问题进行分析,计算,应用所学知识解决实际问题,建立团队合作,促进沟通和交流能力的提升。

五、课程教学内容

第1章 绪论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1,通过本章的学习,使学生掌握电力系统的基本构成、发电用电实时平衡的基本概念和我国电网的发展过程及电压等级,对电力系统形成总体概念,达成以下目的:

1. 能够正确描述电力系统发展的历史;
2. 能够列举数学理论在电气工程中的应用;
3. 能够理解电力系统在生产与生活中的重要地位,增强自豪感和学好本课程的历史使命感;
4. 了解学习本课程的基本要求和方法。

【重点与难点】

重点：电力系统运行的基本特点。

难点：如何理解发电用电实时平衡。

【教学内容】

- 1、电力系统及供用电网络的定义及组成；
- 2、发电厂的生产过程、负荷类型、我国电力系统发展过程和电网的特点。

第 2 章 电力系统数学模型

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2，通过本章的学习，使学生掌握等值模型的基本概念及输电线、变压器的等值电路和参数，以及电力网络的标幺值等效电路的形成和参数计算过程，达成以下目的：

1. 能够描述等值模型的物理意义（支撑课程目标 1）；
2. 能够理解电力网络的标幺值等效电路；（支撑课程目标 1 和课程目标 2）；
3. 能够理解电力网络的标幺值等效电路参数计算过程（支撑课程目标 1 和课程目标 2）。
4. 以理论教学为主，利用输电线路功率传输过程的视频讲解线路分布式参数的含义，在元件模型讲解过程中注意与物理实际的结合，对于变压器参数计算、电力网络标幺值等要加强课下练习。（支撑课程目标 2）

【重点与难点】

重点：输电线路各参数的物理含义、变压器等值电路的推导和参数计算过程；难点是标幺值下的变压器等效模型推导过程。

难点：标幺值下的变压器等效模型推导过程。

【教学内容】

- 1、输电线的参数及等值电路；
- 2、变压器的参数及等值电路；
- 3、电力网络的标幺值等效电路。

第3章 潮流计算

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章的学习，使学生掌握支路功率传输的特点和各类简单电力网络的潮流计算，达成以下目的：

1. 能够理解电力系统潮流概念（支撑课程目标 1）；
2. 能够理解支路上的电压降和功率损耗（支撑课程目标 1）；
3. 能够通过文献检索，理解辐射型电力网络的潮流计算（支撑课程目标 2）；
4. 能够理解简单环网的潮流计算（支撑课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：理解无功传输的影响、辐射型电力网络潮流计算方法。

难点：辐射网和简单环网的潮流计算。

【教学内容】

- 1、支路上的电压降和功率损耗；
- 2、辐射型电力网络的潮流计算；
- 3、简单环网的潮流计算。

【拓展训练项目】

查阅文献，以理论教学为主，从基本原理上推导电力系统有功与相位差强耦合、无功与电压幅值强耦合的概念，注重强化学生的理解。

第4章 潮流计算方法

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3，通过本章的学习，使学生了解复杂电力网络的潮流计算机求解方法，掌握 N-R 法的基本步骤和 PQ 分解法的应用条件，达成以下目的：

1. 能够描述复杂电力系统潮流计算的数学模型（支撑课程目标 1）；
2. 能够理解牛顿—拉夫逊法潮流计算（支撑课程目标 1 和课程目标 2）；
3. 能够理解 P-Q 分解法潮流计算用流畅的语言对研究的恒定磁场进行理论

分析解释，并用规范的文字格式描述计算过程（支撑课程目标 3）；

4. 能够理解直流潮流法并应用于实际工程（支撑课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：从节点电压方程导出功率方程的步骤、NR 法与 PQ 分解法的异同和应用条件。

难点：潮流计算过程中雅克比矩阵的计算推导过程。

【教学内容】

- 1、复杂电力系统潮流计算的数学模型；
- 2、牛顿—拉夫逊法潮流计算；
- 3、P-Q 分解法潮流计算；
- 4、直流潮流法。

【实验】

编写潮流计算过程中雅克比矩阵的计算程序。

【研讨课】

以理论教学为主，结合研讨，使学生真正掌握潮流计算的基本过程，强化理解。

第 5 章 电力系统运行控制

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章的学习，使学生掌握电力系统调频、调压的措施和原理，掌握最优分配负荷时的等耗量微增量准则，达成以下目的：

1. 能够理解电力系统有功功率平衡及频率调节原理（支撑课程目标 1）；
2. 能够理解无功功率和电压调整与控制方法（支撑课程目标 1）；
3. 能够通过文献检索，理解电力系统运行方式的优化方法（支撑课程目标 2）；
4. 能够理解电力系统潮流控制措施。（支撑课程目标 2）

【重点与难点】

重点：最优分配负荷时的等耗量微增量准则、频率调整的方式。

难点：理解各电压调整措施的优缺点。

【教学内容】

- 1、电力系统有功功率平衡及频率调节原理；
- 2、无功功率和电压调整与控制；
- 3、电力系统运行方式的优化；
- 4、电力系统潮流控制措施。

【研讨课】

以理论教学为主，结合电网实际，使学生进一步理解有功与频率、无功与电压间的强耦合关系，能够从机理上分析不同调压手段的优缺点。

第 6 章 同步发电机模型

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3，通过本章的学习，使学生掌握同步发电机的基本模型，了解物理系统到数学模型的抽象过程，理解 Park 变换的物理含义和转换思想，达成以下目的：

1. 能够理解同步发电机的基本原理和转子运动方程（支撑课程目标 1）；
2. 能够建立 abc 坐标下的同步电机方程与 Park 变换及 dq0 坐标下的同步电机方程（支撑课程目标 2）；
3. 能够建立同步电机的简化模型及稳态方程（支撑课程目标 2）。
4. 结合电磁场、电机学等先修课程对发电机和电网的连接关系进行着重讲解（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：发电机模型的导出过程和简化模型下的稳态运行方程式。

难点：理解 Park 变换的基本思想和物理含义。

【教学内容】

- 1、同步发电机的基本原理和转子运动方程；
- 2、abc 坐标下的同步电机方程；
- 3、Park 变换及 dq0 坐标下的同步电机方程；
- 4、同步电机的简化模型及稳态方程式。

第 7 章 电力系统三相短路

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3，通过本章的学习，使学生掌握电力系统三相短路的实用计算方法，了解不同发电机模型下故障后动态响应过程的异同，了解发电机励磁对短路电流的影响，达成以下目的：

1. 能够理解无穷大电源供电的三相短路分析方法（支撑课程目标 1）；
2. 能够理解不同同步电机模型的三相短路分析方法（支撑课程目标 2）；
3. 能够实现电力系统三相短路的实用计算方法（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：恒定电势源电路的三相短路和电力系统三相短路的实用计算。

难点：同步电机的三相短路分析。

【教学内容】

- 1、无穷大电源供电的三相短路分析；
- 2、不同同步电机模型的三相短路分析；
- 3、电力系统三相短路的实用计算。

第 8 章 电力系统不对称故障

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3，通过本章的学习，掌握不对称故障的序分量分析方法的原理、思想和具体步骤；能够灵活运用电力系统各序网络的生成，进行不对称短路的网络电流和电压计算，达成以下目的：

1. 能够理解对称分量法基本原理（支撑课程目标 1）；
2. 能够理解电力系统各序网络（支撑课程目标 2）；
3. 能够实现不对称短路的分析计算方法（支撑课程目标 3）；
4. 能够实现非全相运行的分析计算方法（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：序分量分析方法的基本原理、电力系统各序网络、不对称短路时网络中电流和电压的计算。

难点：含变压器支路的零序网络生成。

【教学内容】

- 1、对称分量法基本原理；
- 2、电力系统各序网络；
- 3、不对称短路的分析计算；
- 4、非全相运行的分析计算。

【实验】

结合数学变换知识理解序分量法的思路 and 过程，明确序分量法的本质是一种恒等变换，实现各序对称分量的解耦，从而为不对称故障分析提供便利；课下需自行推导序分量法变换过程，设计故障实验并提交仿真程序与报告。

第 9 章 电力系统稳定性

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3，通过本章的讲授，使学生了解静态稳定基本概念、分析方法和改善静态稳定的措施；了解暂态稳定数值计算过程和提高暂态稳定的措施；掌握根据暂态稳定的等面积定则判断稳定，达成以下目的：

1. 能够理解电力系统稳定性基本理论和数学模型（支撑课程目标 1）；
2. 能够理解电力系统小干扰稳定分析（支撑课程目标 2）；
3. 能够实现电力系统暂态稳定分析方法（支撑课程目标 3）；

4. 能够掌握提高电力系统稳定性的措施（支撑课程目标3）。

【重点与难点】

重点：静态稳定分析方法、改善静态稳定的措施，暂态稳定分析过程和提高暂态稳定的措施。

难点：非对称故障下利用等面积准则分析系统稳定性。

【教学内容】

- 1、电力系统稳定性基本理论和数学模型；
- 2、电力系统小干扰稳定分析；
- 3、电力系统暂态稳定分析；
- 4、提高电力系统稳定性的措施。

【研讨】

结合数学控制理论和线性代数的特征值计算，学习小干扰稳定性分析的基本原理和过程，理解其应用条件；掌握电力系统暂态稳定分析的过程和数值计算方法，结合前述内容，融会贯通，能够利用等面积准则分析各种短路故障后电力系统的暂态稳定性。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	第1章	绪论	描述电力系统发展的历史	理解电力系统在生产与生活中的重要地位，增强民族自豪感和学好本课程的历史使命感
2	第2章	电力系统数学模型	在元件模型讲解过程中注意与物理实际的结合	教育引导理解课程内容的知识性、时代性。
3	第3章	潮流计算	理解无功传输的影响、辐射型电力网络潮流计算方法	以理论教学为主，从基本原理上推导电力系统有功与相位差强耦合、无功与电压幅值强耦合的概念，注重强化学生的理解，增强职业责任感。
4	第4章	潮流计算方法	潮流计算过程中雅克比矩阵的计算推导过程	引导大学生认识学习中归纳与总结的关系，科学的工作方法是通过反思总结进行创新，认识到基础理论学习与开拓创新的关系。
5	第5章	电力系统运行控制	理解掌握电力系统潮流控制措施	进一步理解有功与频率、无功与电压间的强耦合关系，能够从机理上分析不同调压手段的优缺点

				点, 引导学生遵守规则与秩序, 增强职业责任感。
6	第6章	同步发电机模型	结合电磁场、电机学等先修课程对发电机和电网的连接关系进行着重讲解	培养大学生在分析问题时, 追本溯源抓住主要问题、关键问题, 并能用适当的方法解决实际工程问题的能力。
7	第7章	电力系统三相短路	掌握电力系统三相短路的实用计算方法, 了解新能源电网不同发电机模型下故障后动态响应过程的异同	关注新能源领域的国内外前沿发展现状, 激发大学生科技报国的家国情怀和使命担当, 坚定“四个自信”。
8	第8章	电力系统不对称故障	结合数学变换知识理解序分量法的思路和过程, 明确序分量法的本质是一种恒等变换, 实现各序对称分量的解耦, 从而为不对称故障分析提供便利	提升学生的举一反三能力, 促进大学生主动把理论应用于实际, 解决工程实际问题。
9	第9章	电力系统稳定性	掌握提高电力系统稳定性的措施	教育引导大学生深刻理解并自觉实践电气工程专业的职业规范, 增强职业责任感。关注电力系统稳定领域的国内外前沿发展现状, 树立国际视野, 通过榜样人物效应激发大学生的爱岗敬业的精神。

七、学时分配表

序号	章节	章节内容	学时分配							合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	
1	第1章	绪论	2							2
2	第2章	电力系统数学模型	2							2
3	第3章	潮流计算	2							2
4	第4章	潮流计算方法	4	2						6
5	第5章	电力系统运行控制	4							4
6	第6章	同步发电机模型	4							4
7	第7章	电力系统三相短路	4							4
8	第8章	电力系统不对称故障	4	2						6
9	第9章	电力系统稳定性	4							4

	30	4							34
--	----	---	--	--	--	--	--	--	----

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂讨论、实验等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，期末考核成绩占总成绩的 80%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (80%)	课程目标 1	60	100
	课程目标 2	20	
	课程目标 3	20	
平时考核 (20%)	课程目标 1	50	100
	课程目标 2	25	
	课程目标 3	25	

【平时考核环节评分标准】

考核得分 考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
习题作业	对电力系统分析的有关概念、计算方法运用较差，不能正确解答作业中的问题	能运用电力系统分析有关概念、计算方法，正确解答各章节作业中的问题	能较好地运用电力系统分析的有关概念、计算方法，正确规范地各章节解答作业中的问题	能灵活地运用电力系统分析的有关概念、各种实用计算方法，正确规范地各章节解答作业中的问题
实验	不能得到电力系统分析实验结果要求	基本能得到电力系统分析实验结果要求	能较准确地得到电力系统分析实验结果要求	能准确得到电力系统分析实验结果要求
研讨	课堂讨论不积极，分析电力系统分析问题能力弱，表达不清晰	能陈述电力系统分析的概念基本准确，能对电力系统分析计算等	能较准确地陈述电力系统分析的概念，积极参与电力系统分析等有	积极参与课堂讨论，正确陈述电力系统分析的概念，分析问题能

		有关问题参与课堂讨论	关问题课堂讨论	力较强
--	--	------------	---------	-----

【平时考核环节权重】

课程目标 考核环节	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
习题作业	10	5	5	20
考勤讨论	20	5	5	30
实验	30	10	10	50
合计	60	20	20	100

【考试环节权重】

章节 权重	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
第 1 章 绪论	5	0	0	5
第 2 章 电力系统数学模型	10	0	0	10
第 3 章 潮流计算	5	0	0	5
第 4 章 潮流计算方法	10	5	5	20
第 5 章 电力系统运行控制	5	5	0	10
第 6 章 同步发电机模型	5	0	5	10
第 7 章 电力系统三相短路	5	5	0	10
第 8 章 电力系统不对称故障	5	5	5	15
第 9 章 电力系统稳定性	10	0	5	15
合计	60	20	20	100

九、教材及参考资料

【教材】

夏道止主编，电力系统分析（第二版），中国电力出版社，2004年9月版，

普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

【参考书】

1、《电力系统分析（第三版）》，何仰赞 温增银编著，华中科技大学出版社，2002年；

2、《电力系统分析》（英文版·第二版）亚瑟 R. 伯尔根等著，机械工业出版社，2005年；

3、《现代电力系统分析》，王锡凡，科学出版社，2003年。

山东大学电气工程学院

《电力电子自动控制系统》理论课程教学大纲

编写人：王广柱 审定人：王玉斌

编制时间：2020年4月 审定时间：2020年5月

一、课程基本信息：

课程名称	电力电子自动控制系统		
英文名称	Power Electronic Control Systems		
课程编码	sd01931530		
开课单位	电气工程学院		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程		
课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修		
学分	2	学时	32
适用专业	专业模块（C）限选课		
先修课程	电路、电子技术、电机学、自动控制理论、电力电子技术等		
课程网站			

二、课程简介

【课程中文简介】

《电力电子自动控制系统》是电气工程及其自动化专业电力电子方向（C模块）本科生的专业方向选修课程。通过本课程的教学，使学生学习能够运用经典控制理论，进行电力电子闭环控制系统的分析和设计。重点学习“控制系统的工程设计方法”，并能够运用该方法进行电力电子控制系统调节器参数设计（如电力拖动系统、DC/DC变换器、DC/AC逆变器以及AC/DC PWM变换器等）。

【课程英文简介】

《Power Electronic Control Systems》 is an elective course for the undergraduate students majoring in the power electronics (Module C) in the school of electrical engineering. Through the teaching of this course, the students can use the classical control theory to analyze and design power electronic closed-loop control system. Focus on learning the “control system engineering design approach” and able to use this method to design regulator parameters of power electric systems (such as electric drive system, DC/DC converter, DC/AC inverter, and AC/DC PWM converter.).

三、课程目标

通过该课程的学习，学生能够掌握典型电力电子变换闭环系统基本原理和闭环调节器的工程设计方法，培养学生运用控制理论和工程设计方法对电力电子变换闭环系统进行综合分析、建模和设计的能力，通过作业、系统仿真和实验，培养学生具备分析和解决实际工程控制系统设计问题的基本技能。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	能够运用数学、物理学、电机学、电路、电子技术、电力电子技术等知识，分析和建立电力电子自动控制系统传递函数模型，能熟练运用控制理论分析电力电子系统反馈控制规律和控制特性，掌握模型近似处理方法及闭环控制系统调节器的工程设计方法。	通过复习将多门基础课知识融会贯通联系在一起，应用在电力电子变换系统的分析、建模和设计中。通过课堂提问、讨论、作业等进一步巩固基本知识的掌握和运用。
目标 2	能够设计针对电力电子系统（如电力拖动系统、DC/DC 变换器、DC/AC 逆变器以及 AC/DC PWM 变换器等）闭环控制问题的解决方案，根据所需要的控制性能指标对电力电子自动控制系统进行分析和设计。	运用系统抽象和数学建模方法，发掘典型电力电子变换系统的共性和一般性原理，引导学生举一反三，进一步掌握综合运用闭环控制系统调节器的工程设计方法解决电力电子变换系统的控制器设计问题。通过讨论、系统模拟、仿真作业等进一步提高新能源发电机并网系统的分析和设计能力。
目标 3	能够运用计算机仿真软件和实验平台对所设计的电力电子自动控制系统进行仿真和实验验证，并通过分析、解释和综合得到合理有效的结论。	通过讨论、作业、系统仿真和实验，将理论分析和设计与仿真和实验验证相结合，引导学生理论与实际，加强理论知识的消化与吸收，进而提高分析和解决实际问题的能力。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标		
	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3
2.3 能认识到解决问题有多种方案可选择，能利用文献研究手段，寻求解决电气工程领域复杂工程问题可替代的解决方案。	H		

2.4 能应用基本原理和专业知识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。	H		
3.1 掌握电气工程领域工程设计和产品开发的全周期、全流程的基本方法和技术，并根据技术需求分析影响设计目标和技术方案的各种因素。		H	
3.2 针对电气工程领域复杂工程问题，能够设计/开发满足特定需求的单元（部件）、系统（装置）或工艺流程，并体现创新意识。		M	
4.1 能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析电气工程领域复杂工程问题的解决方案。			M

四、课程教学基本要求

1. 授课方式

板书与多媒体结合

2. 课程内容

本课程是电气工程及其自动化专业 C 方向本科生的专业方向选修课程。是对先修课程《高等数学》《大学物理》《复变、场论、拉氏变换》《电路》《电子技术》《信号与系统》《电机学》《自动控制理论》《电力电子技术》所学知识的综合应用和进一步深化，应用以上课程知识分析和建立电力电子控制系统的传递函数数学模型，分析反馈控制规律和控制特性，运用经典控制理论，进行电力电子闭环控制系统的分析和设计。重点学习“控制系统的工程设计方法”，并能够运用该方法进行电力电子控制系统调节器参数设计（如电力拖动系统、DC/DC 变换器、DC/AC 逆变器以及 AC/DC PWM 变换器等）。

3. 作业

促进学生理解课堂内容，借助计算机仿真软件掌握控制系统设计方法，巩固所学知识。

4. 实验

通过实验教学，验证课堂教学控制系统设计方法的有效性，从而进一步巩固所

学知识。

五、课程教学内容及学时分配

第一章 电力电子自动控制系统

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，了解电力电子系统的组成部分和主电路基本工作原理，了解直流电机调速方式。掌握开环与闭环控制系统特点，重点掌握和理解反馈控制规律。了解电力电子系统动态建模方法，掌握典型调节器控制规律、转速电流双闭环系统起动过程分析和动态抗干扰分析。

【重点和难点】

重点：电力电子系统组成和主电路原理；电力电子系统动态建模方法、反馈控制规律，典型调节器控制规律及转速电流双闭环系统起动过程。

难点：动态系统校正和双闭环系统控制规律。

【教学内容】

第一节 电力电子系统主电路及系统组成

以直流调速系统为例，学习其调速方式，复习电力电子系统的组成和主电路原理。

第二节 直流调速系统稳态分析

调速系统主要指标，开环与闭环控制系统特点，反馈控制规律，电流截止负反馈系统。

第三节 直流调速系统动态分析与设计

直流调速系统动态数学模型，闭环系统稳定条件，动态校正，PI 调节器控制规律及无静差控制。

第四节 转速电流双闭环直流调速系统

转速、电流双闭环直流调速系统组成，起动过程分析和动态抗干扰分析。

第二章 控制系统的工程设计方法

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和 2，掌握工程设计方法的基本思路、典型 I 型和典型 II 型系统特性及动态性能指标、利用工程设计方法设计典型 I 型和典型 II 型系统的基本步骤和方法，非典型系统的典型化方法，掌握转速电流双闭环调

节器的工程设计方法。

【重点和难点】

重点：工程设计方法的基本思路，典型系统，控制系统动态性能指标，典型 I 型系统性能指标和参数的关系，典型 II 型系统性能指标和参数的关系，典型系统调节器工程设计方法，非典型系统传递函数的近似处理方法。

难点：按工程设计方法设计双闭环直流调速系统的调节器参数。

【教学内容】

第一节 典型 I 型和典型 II 型系统

工程设计方法的基本思路，典型系统，控制系统动态性能指标，典型 I 型系统性能指标和参数的关系，典型 II 型系统性能指标和参数的关系。

第二节 基于工程设计方法的调节器参数设计

按工程设计方法设计典型 I 型系统典型 II 型系统调节器，非典型系统传递函数的典型化近似处理。

第三节 基于工程设计方法转速电流双闭环系统的调节器参数设计

按工程设计方法设计转速电流双闭环直流调速系统的调节器参数，调节器饱和现象，转速超调及微分负反馈控制规律。

第三章 电力电子自动控制系统设计

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2 和 3，掌握 DC/DC 变换器（开关电源）、DC/AC 逆变器、AC/DC PWM 变换器电力电子系统的建模及其闭环系统调节器参数设计方法及仿真验证。

【重点和难点】

重点：三类典型电力电子系统的建模和近似处理方法，电压电流双闭环系统调节器工程设计方法。

难点：按工程设计方法设计双闭环直流调速系统的调节器参数。

【教学内容】

第一节 DC/DC 变换器自动控制系统设计

DC/DC 变换器动态系统建模，DC/DC 变换器电压单闭环调节器设计，DC/DC 变换器电压电流双闭环调节器设计及仿真验证，峰值电流控制方法。

第二节 DC/AC 逆变器自动控制系统设计

DC/AC 逆变器动态系统建模，DC/AC 逆变器输出电压整流平均值电压单闭环系统调节器设计，基于输出电感电流反馈的 DC/AC 逆变器电压电流双闭环系统调节器设计及仿真验证，基于输出电容电流反馈的 DC/AC 逆变器电压电流双闭环系统调节器设计及仿真验证。

第三节 AC/DC PWM 变换器自动控制系统设计

AC/DC PWM 变换器动态系统建模，AC/DC PWM 变换器电压电流双闭环系统调节器设计及仿真验证，功率因数校正器（PFC）电压电流双闭环系统调节器设计及仿真验证。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
11	第一章 绪论	电机调速发展史	从旋转变流机组到晶闸管可控整流器，再到基于全控性功率开关器件的 PWM 变换器，调速技术不断发展。	求真务实、百折不挠的科研精神，理解掌握继承与发展，学习与创新的关系。
22	第一章 第二节	反馈控制规律	从简单的基于运算放大器的比例放大器入手，比较负反馈与正反馈的作用和适用场合。引入学习和生活中的负反馈和正反馈实例。	培养正确的人生观，遇事要冷静，不能火上浇油。
33	第一章 第三节	系统动态数学模型	通过电机电磁转矩角速度之间的关系，引申到直线运动牵引力与速度的关系，再引申到电容电流与端电压的关系、电感端电压与电流的关系；从电感、电容储能公式，再到动能、势能公式，进而推延到飞轮储能公式。反应了不同物理领域规律的统一性。	善于总结事物发展规律，举一反三。
44	第二章 第一节	工程设计方法基本思想	闭环调节工程设计方法的基本思想学习。	引导学生认识解决问题的多种渠道，善于采用逆向思维。
55	第二章 第二节	系统传函数的近似处理	为了使系统闭环传递函数成为简单的典型 I 和典型 II 型，将复杂的传递函数做简化近似处理。	在解决实际问题时，善于抓住主要矛盾。
66	第二章 第三节	转速超调及微分负反馈控制规律	采用 PI 调节器的转速闭环调速系统有超调，这是这类调节器本身造成的。要消除超调需要另辟蹊径。	在解决问题时，要善于发现问题的本质。当问题本质上就无法解决时，要学会变通，另辟蹊径。
77	第三章 第一节	DC/DC 变换器闭环控制系统	将直流调速双闭环控制系统设计方法引入 DC-DC 变换器双闭环控制系统，探讨二者的共同点和主要区别，有针对性的改进设计方法。	在解决实际问题时，善于发现和总结不同事物的发展规律，寻找其共同点和不同点，举一反三，但又要避免生搬硬套。

88	第三章 第二节	DC/AC 逆变器闭环控制系统	通过学习 DC/AC 逆变器双闭环控制系统构成，利用反馈控制规律，分析和比较基于输出电感电流反馈与电容电流反馈两种方案的优缺点。	强调扎实学习基础课程，知识不断学习和巩固的重要性，促进学生主动把理论应用于实际，解决工程实际问题。
99	第三章 第三节	AC/DC PWM 变换器闭环系统设计	通过学习 AC/DC PWM 变换器双闭环控制系统设计，推广到功率因数校正器、光伏并网逆变器、风力发电并网逆变器、STATCOM、以及柔性直流输电等应用场合。	善于总结事物发展规律，与一反三。强调科学方法的重要性。
10	作业		通过作业，掌握由理论分析和设计，到仿真验证的过程。同时，要独立完成，拒绝抄袭作业行为。	诚实守信、脚踏实地的学习态度
11	仿真		使学生掌握运用工程设计方法完成电力电子变换系统闭环系统由理论分析和设计到仿真验证的整个过程，培养和提高综合分析与设计能力。	理论联系实际，使学生进一步了解从事科研和工程实践的基本步骤和严谨的科学精神。

七、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	第一章	电力电子自动控制系统	10								10
2	第二章	控制系统的工程设计方法	10								10
3	第三章	电力电子自动控制系统设计	12								12
合计			32								32

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂讨论、课堂测验。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，期末考核成绩占总成绩的 80%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试	课程目标 1	60	100

(80%)	课程目标 2	40	
	课程目标 3	0	
平时考核 (20%)	课程目标 1	50	100
	课程目标 2	20	
	课程目标 3	30	

【平时考核环节评分标准】

分值 考核 环节	<60	60-75	75-90	90-100
作业	对电力电子闭环控制系统的有关概念、理论、调节器设计方法运用较差，不能正确解答作业中的问题	能运用电力电子闭环控制系统有关概念、理论、调节器设计方法，正确解答各章节作业中的问题	能较好地运用电力电子闭环控制系统的有关概念、理论、调节器设计方法，正确地各章节解答作业中的问题	能灵活地运用电力电子闭环控制系统的有关概念、理论、各种实用计算方法，正确地各章节解答作业中的问题
测验	不能在规定的时间内运用工程设计方法设计闭环调节器参数等测试问题，答题不准确	基本能在规定的时间内运用工程设计方法设计闭环调节器参数等测试问题，答题基本准确	能在规定的时间内较准确地运用工程设计方法设计闭环调节器参数等测试问题	能在规定的时间内准确地解答运用工程设计方法设计闭环调节器参数等测试问题

【平时考核环节权重】

考核	课程目标	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
作业		20	20	20	50
测验		30	10	10	50
合计		50	20	30	100

【考试环节权重】

章节	课程目标	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
第一章 电力电子自动控制系统		30	0	0	30
第二章 控制系统的工程设计方法		25	15	0	40

第三章 电力电子自动控制系统设计	5	25	0	30
合计	60	40	0	100

九、教材及参考资料

【教材】

1. 陈伯时 编著，电力拖动自动控制系统——运动控制系统（第3版），机械工业出版社，2004
2. 自编学习材料。

【参考书】

1. 张兴 编著，PWM 整流器及其控制，机械工业出版社，2002.
2. Marty Brown 著，开关电源设计指南，机械工业出版社，2004

山东大学 电气工程 学院

《电力系统继电保护》理论课程教学大纲

编写人：邹贵彬，高厚磊，朱国防，吕静

审定人：高厚磊

编制/修订时间：2020年5月

审定时间：2020年6月

一、课程基本信息

课程名称	电力系统继电保护				
英文名称	Power System Protection Relaying				
课程编码	sd01930510				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	2	总学时	授课	上机	实验
		34 学时	30 学时		4 学时
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	电气工程基础、电力系统故障分析、电力系统分析				
课程网站					

二、课程简介

【课程中文简介】

《电力系统继电保护》是电气工程及其自动化专业的一门必修的专业类课程。该课程是在电气工程基础和电力系统故障分析等相关课程的基础上，从短路故障给电力系统带来的危害出发，讲授继电保护的必要性、任务和要求以及继电保护的原理、构成及相关技术，使学生了解和掌握电力系统继电保护的基

本作用、基本原理、基本构成、实现技术、实验技能和工程应用等。通过本课程的学习，培养学生的辩证思维能力和职业伦理素养，树立理论联系实际的科学观点，提高学生分析问题解决问题的能力。

【课程英文简介】

Power System Protective Relaying is a professional course for electrical engineering and automation specialty. On the basis of Electrical Engineering Basament, Electric Power Fault Analysis, etc., from the damages generated by the power system faults the point, this course introduces the necessity, task and requirements of protective relaying. It then fully explains the fundamental concepts, principles, configurations and related technologies of classic protections, so that students can master the knowledge of power system protection, including protection principle, basic construction, realization technique, experiment and engineering application, etc. Through the study of this course, students can improve their dialectical thinking ability and engineering ethics, establish the scientific viewpoint of linking theory with practice, and get the ability to analyze and solve problems.

三、课程目标

通过该课程的学习，学生能够掌握电力系统继电保护的基本概念和整定计算方法，培养学生应用继电保护理论对实际工程问题进行分析、保护配置与计算的能力，通过实验讨论等环节提高学生对理论与工程实际密切结合的能力。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	能够运用所学继电保护理论知识与工程案例密切结合，分析不同元件故障时的特征差异，采取相应保护原理、计算整定值并校验其灵敏度和保护范围。	将已学习的电力系统继电保护理论知识进行深化，引导学生立足工程实际问题，从故障分析出发，熟练掌握保护原理、计算定值、灵敏性校验等核心知识。通过对具体工程案例进行继电保护的计算整定作业，实现理论知识的工程应用，进一步巩固对继电保护核心知识的理解与掌握。
目标 2	能够基于电力系统继电保护原理，根据系统接线方式、元件特性、故障特征，分析影响保护性能的各种因素。通过实验方案设计、实验数据分析手段对继电保护理论知识点与工程实际进行密切结合。能对实	掌握电力系统继电保护基本概念及整定计算分析理论的基础上，设计基于实际保护装置的操作实验，通过模型分析、定值整定、故障设置以及保护动作结果分析整个过程，加深对核心知识点的理解，提高理论与实际工程相结合的能力。了解电力系

	<p>验结果进行分析和解释，并通过信息综合得到合理有效的结论。了解电力系统继电保护领域的技术标准体系，根据社会生产、文化活动的等各种需求，采用相应的保护措施。</p>	<p>统发输配用各环节对继电保护的要求，掌握各元件的保护原理配置，深刻认识到继电保护对电力系统安全稳定运行的重要性及其间接对社会生产、生活的影响。</p>
--	---	---

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求 \ 课程目标	目标 1	目标 2
2.3 能认识到解决问题有多种方案可选择，能利用文献研究手段，寻求解决电气工程领域复杂工程问题可替代的解决方案。	H	
2.4 能应用基本原理和专业知识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。		H
4.1 能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析电气工程领域复杂工程问题的解决方案。	M	
6.1 了解电气工程领域相关的技术标准体系、产业政策和法律法规，理解不同社会文化对工程活动的影响。		M

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

板书与多媒体结合，理论授课和保护装置实验操作结合。

2. 课程内容：

本课程是电气工程及其自动化专业必修的一门专业课，是对先修课程《电气工程基础》《电力系统分析》《电力系统故障分析》所学知识在电力系统保护领域内的具体应用和进一步深化，应用以上课程知识分析电力系统各元件故障时的电气量特征及其基本规律。在教学中既要注意与上述课程的联系、综合、深入，也要注意避免在同一层次上的重复，重点应放在继电保护知识的综合、深化和联系实际方面。

3. 作业:

主要为课后习题，促进学生理解课堂内容，能模仿例题演算习题，巩固所学知识。

4. 拓展项目

理论与工程实际密切联系，通过动手测试工程中所用保护装置的功能与性能，促进学生对理论知识的深入理解，了解其在工程中的具体应用，提高应用所学知识解决工程实际问题的能力。

十、课程教学内容

第1章 绪论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2，通过本章学习，通过回顾电气工程基础、电力系统故障分析等基本内容，掌握作为电力系统安全稳定第一道防线的继电保护的作用、任务和要求，达成以下目的：

1. 能够阐述电力系统不正常状态/故障状态时的特征、危害；
2. 能够描述电力系统对继电保护的基本要求；
3. 了解电力系统继电保护的发展历程。

【重点与难点】

基本概念等知识点掌握。

【教学内容】

1、电力系统故障及不正常工作状态；2、继电保护的基本原理；3、对继电保护的基本要求；4、继电保护的发展状况；5、课程讨论“1000kV 特高压泉城变变压器爆燃事故”、“500kV 济淄 I 线故障跳闸分析报告”等实际工程材料，加深电力系统继电保护的任务和要求的理解。

第2章 电网的电流保护

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，掌握电网的电流保护基本原

理、整定和校验原则，达成以下目的：

1. 能够整定单侧电源网络三段式电流保护的各段定值，校验各自的灵敏性；能够分析两种典型电流接线方式的优缺点，计算短路电流在 Yd11 接线变压器两侧的转换情况；

2. 能够构造双侧电源网络方向性电流保护的判据；分析方向判别元件中 0° 和 90° 两种接线方式的工作原理和各自特点；

3. 能够针对中性点直接接地系统建立零序过流保护的整定判据，分析零序过流保护的优缺点；

4. 能够针对中性点非直接接地系统分析发生接地短路故障后的电容电流分布与零序功率特征，掌握消弧线圈在小电流接地系统中的作用。

【重点与难点】

重点：三段式电流保护、方向性电流保护、零序电流保护的工作原理。

难点：灵敏度校验计算，功率方向判别元件中 90° 接线时的故障分析以及最大灵敏角的认识问题，含分支电路的网络中限时电流速断保护的整定计算。

【教学内容】

第 1 节 单侧电源网络相间短路的电流保护

1、单侧电源网络相间短路的三段式电流保护整定；2、三段式相间过流保护的灵敏度校验方法；3、电流保护的接线方式及优缺点分析；4、Yd11 接线变压器低压侧相间短路时高压侧短路电流的特征分析。

第 2 节 双侧电源网络相间短路的方向性电流保护

1、双侧电源网络相间短路时的功率方向及方向性电流保护基本原理；2、功率方向元件的接线方式；3、功率方向元件的动作特性分析。

第 3 节 中性点直接接到系统中接地短路时的零序电流及方向保护

1、中性点直接接到系统中接地短路时的零序故障网络特点；2、零序电压和零序电流的分布规律；3、零序过流保护整定计算方法和时限配合原则；4、零序过流保护的优缺点分析。

第4节 中性点非直接接地系统中单相接地故障的保护

1、中性点非直接接地系统发生接地短路故障后的电容电流分布图；2、故障回路和非故障回路零序电流及零序功率方向特征；3、故障电压和故障电流相量图；4、消弧线圈在小电流接地系统中的工作原理。

第3章 电网距离保护

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标1，通过本章学习，掌握电网距离基本原理、整定和校验原则，距离保护振荡闭锁以及特殊问题分析，达成以下目的：

1. 能够列出6个阻抗继电器的接线方式并给出其适应的故障类型，整定三段式距离保护的各段定值，校验各自的灵敏性；能够在复平面上画出3种圆特性的示意图，分别给出幅值比较式动作方程和相位比较式动作方程，分析3种圆特性阻抗元件在距离保护中的应用特点；

2. 能够分析系统振荡过程中电压、电流和测量阻抗的变化规律，导致阻抗继电器误动的原因，掌握距离保护的振荡闭锁措施以及振荡中再故障的判别方法，了解故障类型判别和故障选相方法；

3. 能够理解基于工作电压与测量电压相位比较实现距离保护的原理，分析距离保护的电压死区问题及其应对措施；

4. 能够分析单端电源和双端电源不同结构下过渡电阻对距离保护的影响，分析串补电容对距离保护的影响。

5. 能够理解基于工频故障分量的距离保护的基本原理，并能够对其动作特性进行分析。

【重点与难点】

重点：6个阻抗测量元件的接线方式、阻抗圆特性以及整定原则；振荡对距离保护的影响及闭锁与开放措施；基于工作电压相位比较实现故障判别原理；距离保护中特殊问题分析以及故障分量距离保护的基本原理。

难点：复杂网络距离保护的整定及校验计算；振荡问题的分析；双侧电源网络中故障过渡电阻对距离保护的影响分析；电压死区问题及其测量电压选取分析。

【教学内容】

第 1 节 距离保护的基本工作原理与构成

1、距离保护的基本原理与接线方式；2、圆特性阻抗继电器的幅值比较式动作方程和相位比较式动作方程；3、圆特性阻抗继电器的动作特性分析。

第 2 节 阻抗继电器及其动作特性

1、阻抗继电器的实现方法；2、距离保护的整定计算原则；3、对距离保护的评价；4、三段式距离保护的整定案例。

第 3 节 距离保护的振荡闭锁与故障选相

1、系统振荡过程中电压、电流和测量阻抗的变化规律；2、系统振荡对距离保护的影响分析；3、距离保护的振荡闭锁措施；4、故障类型判别和故障选相。

第 4 节 基于工作电压与测量电压相位比较的距离保护原理

1、工作电压的定义；2、基于工作电压与测量电压相位比较的距离保护原理；3、不同类型和位置条件下正序电压的变化规律；4、基于正序极化电压的距离保护实现原理及动作特性分析。

第 5 节 距离保护特殊问题分析与工频故障分量距离保护

1、单端电源和双端电源不同结构下过渡电阻对距离保护对影响分析、串补电容对距离保护的影响分析；2、故障变化量的基本概念，故障变化量的提取和计算方法；3、不同位置发生故障时工作电压变化量与故障前电压间的幅值关系分析；4、基于工频故障分量的距离保护原理及其动作特性分析。

第 4 章 输电线路纵联保护

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2，通过本章学习，掌握高压输电线路对保护的要求，输电线路纵联保护的原理及整定原则，达成以下目的：

1. 能够描述输电线路纵联保护的概念、基本原理、用于两侧信息交换的通道类型及特点（支撑课程目标 1、2）；

2. 能够分析工频变化量方向元件实现故障方向判别的工作原理及特点、闭锁式方向纵联保护的原理与构成以及不同工况下的动作行为（支撑课程目标 1）；

3. 能够构造电流差动纵联保护的判据，分析其动作特性、数据同步要求及影响因素（支撑课程目标 1、2）。

【重点与难点】

重点：输电线路纵联电流差动保护、方向比较式纵联保护、电流相位比较式纵联保护以及距离纵联保护的基本原理，整定原则以及影响因素分析。

难点：故障方向的识别原理，纵联电流差动保护中的数据同步方法。

【教学内容】

第 1 节 输电线路纵联保护概述

1、单端量保护存在的问题分析；2、输电线路纵联保护概述，包括故障特征分析和基本保护原理；3、输电线路纵联保护两侧信息的交换。

第 2 节 方向比较式纵联保护

1、工频变化量方向元件的工作原理；2、方向比较式纵联保护的原理与构成；3、闭锁式距离纵联保护的构成与原理。

第 3 节 纵联电流差动保护

1、纵联电流差动保护的工作原理；2、两侧电流数据的同步方法；3、影响纵联电流差动保护正确动作的主要因素。

第 5 章 自动重合闸

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2，通过本章学习，掌握自动重合闸的概念

和不同重合闸要求与工作原理，达成以下目的：

1. 能够分析双侧电源三相一次重合闸的工作原理、接线方式、时限整定以及与保护的配合（**支撑课程目标 1**）；

2. 能够分析单相重合闸工作原理、重合闸时限整定、潜供电流的概念及影响；了解综合重合闸的作用及基本原则（**支撑课程目标 1、2**）。

【重点与难点】

重点：三相自动重合闸与单相自动重合闸的工作原理、前加速与后加速的与保护的配合方式。

难点：三相自动重合闸检同步、检同期的接线方式，单相自动重合闸与保护的配合。

【教学内容】

第 1 节 自动重合闸的概念与三相一次重合闸

1、自动重合闸的作用与基本要求；2、单、双侧电源线路的三相一次自动重合闸；3、三相一次重合闸与继电保护的配合。

第 2 节 高压输电线路的单相自动重合闸和综合重合闸

1、单相重合闸的提出背景与基本概念；2、单相重合闸与保护的配合关系，对选相元件的要求；3、单相重合闸的时限整定，潜供电流的影响分析。

第 6 章 电力变压器的继电保护

本章教学内容支撑课程目标 1、2，通过本章学习，掌握变压器差动保护、后备保护基本原理；变压器励磁涌流产生机理与识别方法，达成以下目的：

1. 能够根据变压器的不同接线方式构造相应的比例制动式电流差动保护判据，分析产生不平衡差动电流的原因（**支撑课程目标 1**）；

2. 能够解释变压器励磁涌流的产生机理，阐述励磁涌流的识别方法（**支撑课程目标 1、2**）；

3. 能够根据变压器相间短路和接地短路故障类型，给出相应的后备保护判

据（支撑课程目标 1）。

【重点与难点】

重点：变压器比例制动式电流差动保护的工作原理，变压器励磁涌流的产生机理及其对差动保护的影响和对策，变压器后备保护原理。

难点：Y/Δ-11 接线变压器差动保护存在的特殊问题及解决方法，变压器励磁涌流的产生原理、二次谐波制动差动保护原理。

【教学内容】

第 1 节 变压器的故障类型和纵差动保护原理

1、电力变压器的故障类型、非正常运行状态及其相应的保护方式；2、变压器电流差动保护的基本原理、接线方式以及不平衡电流产生的原因。

第 2 节 变压器差动保护整定与励磁涌流及鉴别方法

1、变压器差动保护的整定及校验原则；2、变压器励磁涌流的产生原因及波形特征；3、变压器励磁涌流的识别方法及在差动保护中的应用方案。

第 3 节 变压器后备保护与变压器保护的配置

1、变压器相间短路的后备保护；2、变压器接地短路的后备保护；3、变压器保护配置原则；4、变压器保护举例分析。。

第 8 章 母线保护

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，掌握母线保护、断路器失灵保护的基本原理，达成以下目的：

1. 能够根据母线接线方式给出母线电流差动保护判据，分析影响差动保护的因素，提出应对措施；
2. 能够阐述断路器失灵保护的工作原理。

【重点与难点】

重点：母线差动保护、相位比较式母线保护与断路器失灵保护工作原理。

难点：高阻抗差动保护、比率制动特性的中阻抗差动保护判据，TA 饱和的识别方法。

【教学内容】

第 1 节 母线故障和母线差动保护原理

1、母线故障和装设母线保护的基本原则；2、母线差动保护的基本原理。

第 2 节 母线保护特殊问题分析与断路器失灵保护

1、母线保护特殊分析及对策；2、断路器失灵保护的工作原理。

课程总结与讨论

1、对本课程所讲内容进行总结和梳理；2、结合电力系统实际，分析不同保护原理的应用场合；3、解答课程学习中学生遇到的典型问题；4、探讨电力系统继电保护的发展方向。

拓展实验项目

【教学目的与课程目标支撑】

本实验内容支撑课程目标 2，通过具体操作实验，实现理论与工程实际的紧密结合，达成以下目的：

1. 掌握输电线路纵联差动保护的理论知识，数据同步方法；
2. 设计纵联保护的实验方案，独立的对一套实际的线路纵联保护装置开展测试工作，分析动作性能，运用理论知识解释工程实际问题，撰写测试分析报告。

【重点与难点】

重点：输电线路电流差动保护原理。

难点：影响差动保护动作性能的因素及其解决方法。

【实验内容】

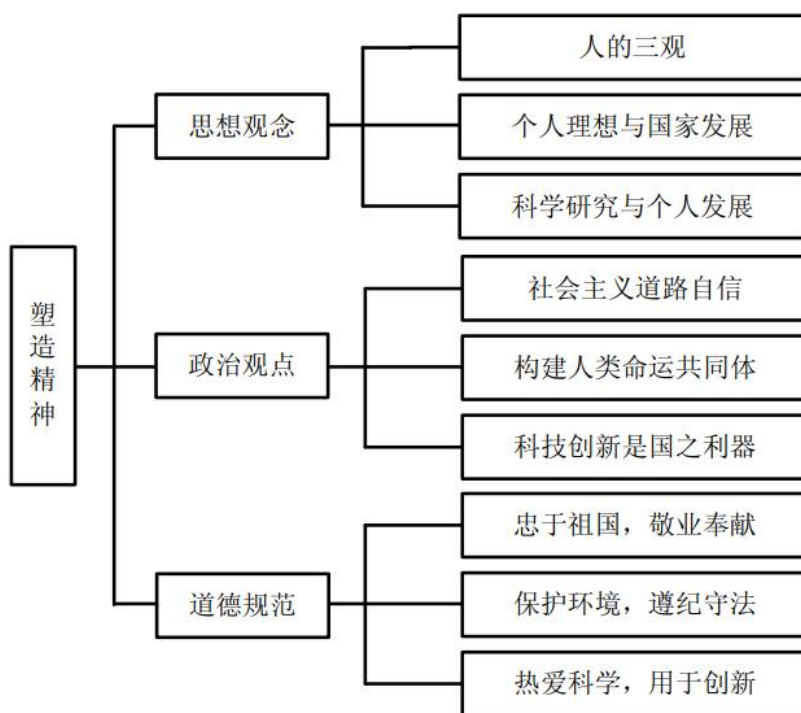
1、全数字化超高压线路保护设备认知；2、全数字化与电流差动纵联保护实验。

了解掌握全数字化线路保护设备（PCS-931）的基本构成，熟练使用全数字式智能保护测试分析仪。完成 ONLY-F08AE 测试仪与保护装置的连接及配置；掌握电流差动纵联保护的原理；完整完成实验过程；能根据实验测试结果和录波波形对实验结果进行分析，撰写测试分析报告。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	第1章第1节	继电保护的作用	家用漏电保护开关、线路故障、变压器故障实际案例分析	引导学生树立用电安全意识。
2	第1章第1节	继电保护理论与工程并重的特点	课程在专业人才培养体系中的作用	教育引导注重理论与工程紧密结合的重要性。
3	第1章第4节	继电保护的发展史	保护原理从浅显到深入、从简单到复杂的发展历程，蕴含的思想	引导学生理解掌握继承与发展，学习与创新的内在联系。
4	第2章第1节	Yd11接线变压器任一侧故障后对侧故障电流	观察实验波形，对比 Yd11 接线变压器两侧的故障电流特征	引导学生重视实验数据对理解理论的辅助作用。
5	第3章第1节	距离保护基本原理	为何需要距离保护	引导学生认识理论的形成经历了由简单到深入的发展完善过程，理论为工程服务的本质。
6	第3章第5节	振荡闭锁	观察振荡的实验波形	引导学生重视实验，通过分析实验数据，加深对知识点的理解。
7	第4章第4节	纵联电流差动保护	线路两侧电流的同步方法	通过 GPS/北斗卫星对时的讲授，培养学生认识掌握核心技术对国防工业以及解决实际工程问题的重要性，激发学生的创新思维。
8	第	励磁	观察励磁涌流的实	提供变压器励磁涌流的实际

	6章 第3节	涌流	验波形	波形，通过观察波形特征，提出识别方法。引导学生树立理论来自实践、反过来解决实际问题的思维方式。
9	拓展实验	输电线路纵联保护	保护装置的实验分析	通过对实际保护装置进行认识、实验设计、实验分析，报告撰写，提升学生分析问题、解决问题的能力。
10	作业		在作业、项目式作业中抄袭，该项记零分，	应遵守学术诚信，诚实做人。



七、学时分配表

序号	章节	章节内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	第1章	绪论	2								2
2	第2章	电网的电流保护	6								6
3	第3章	电网距离保护	7								7
4	第4章	输电线路纵联保护	3								3
5	第5章	自动重合闸	3								3

6	第6章	电力变压器保护	6							6
7	第8章	母线保护	2						1	3
8	课程实验	全数字化超高压线路保护装置认知与纵差动实验		4						4
合计			29	4					1	34

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括作业、课程实验等。课程实验是在课堂理论授课结束后，利用实际高压线路保护装置和继电保护测试仪开展保护装置的動作性能测试与实验报告撰写。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 40%，期末考核成绩占总成绩的 60%。。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (60%)	课程目标 1	100	100
	课程目标 2	0	
平时考核 (40%)	课程目标 1	80	100
	课程目标 2	20	

【平时考核环节评分标准】

考核得分 考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
习题作业	对电力系统继电保护的有关概念、计算方法运用较差，不能正确解答作业中的问题	能运用保护的有关理论方法，正确解答各章节作业中的问题	能较好地运用保护的有关理论方法，正确规范地完成各章节的作业	能灵活地运用保护的相关原理、各种实用计算方法，正确规范地完成各章节的作业
课程实验	没有按要求正确接线，不能正确回答保护配置、原理等相关知识点；实验报告撰写潦草，保护性能分析不完整且存在多处错误	能按要求正确接线，运用保护的有关理论知识，正确回答保护的配置情况；实验报告分析较完整，结论正确	能较好地运用保护的有关理论知识，正确回答高压线路保护的配置情况；实验报告撰写认真，结果分析完整、正确	能灵活地运用保护的相关原理知识，准确规范地回答高压线路保护的配置情况；实验报告撰写认真，能够密切结合理论分析实验

				结果，分析完整、准确
--	--	--	--	------------

【平时考核环节权重】

考核环节	课程目标		
	课程目标 1	课程目标 2	合计
习题作业	80	0	80
课程实验	0	20	20
合计	80	20	100

【考试环节权重】

章节	权重		
	课程目标 1	课程目标 2	合计
第 1 章绪论	8	0	8
第 2 章电网电流保护	25	0	25
第 3 章电网距离保护	22	0	22
第 4 章输电线路纵联保护	15	0	15
第 5 章时自动重合闸	8	0	8
第 6 章电力变压器保护	15	0	15
第 7 章母线保护	7	0	7
合计	100	0	100

九、教材及参考资料

【教材】

张保会，尹项根，电力系统继电保护（第 2 版），中国电力出版社，2010 年 3 月，普通高等教育“十一五”国家级规划教材

【参考资料】

[1] 贺家李、李永丽、董新洲、李斌. 电力系统继电保护原理（第 4 版），中国电力出版社，2010 年.

[2] 李晓明. 现代高压电网继电保护原理，北京：中国电力出版社，2007 年.

[3] 华中工学院. 电力系统继电保护原理与运行. 水利电力出版社, 1985 年.

[4] 王维俭. 电力系统继电保护原理. 中国电力出版社, 1991 年.

[5] 《中国电力出版社》网站

[http://jc.cepp.com.cn/kejianinfoAction.do?id=63.](http://jc.cepp.com.cn/kejianinfoAction.do?id=63)

[6] 华北电力大学精品课课件

[http://202.206.208.43/jpkcwj/jdbh/jdbh/index.htm.](http://202.206.208.43/jpkcwj/jdbh/jdbh/index.htm)

山东大学电气工程学院

《电力系统故障分析》理论课程教学大纲

编写人：陈青

审定人：高厚磊

编制时间：2020年4月

审定时间：2020年5月

一、课程基本信息：

课程名称	电力系统故障分析		
英文名称	Power System Fault Analysis		
课程编码	sd01930460		
开课单位	电气工程学院		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 识教育 选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基 础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课 程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	2	学时	34 (讲课 30 学时, 上机 4 学时)
适用专业	电气工程及其自动化		
先修课程	电路, 电机学, 电气工程基础		
课程网站			

二、课程描述

【课程中文简介】

《电力系统故障分析》是“电气工程及其自动化”专业的一门重要专业课，通过本课程的学习，使学生掌握电力系统简单故障分析与计算的的基本方法，培养学生的辩证思维能力和职业伦理素养，树立理论联系实际科学观点和提

高学生分析问题解决问题的能力，为学生毕业后从事本专业领域的工作打下必要的理论和技术基础。

【课程英文简介】

"Power system fault analysis" is an important specialized course of "Electrical Engineering and Automation". Through the study of this course, students can master the basic methods of simple fault analysis and calculation of power system, improve their dialectical thinking ability and engineering ethics, establish the scientific viewpoint of linking theory with practice, and get the ability to analyze and solve problems. For students after graduation in the field of expertise, this course can lay the necessary theoretical and technical foundation.

三、课程目标

【课程目标】

目标 1: 全面掌握电力系统故障分析的基本概念及基本方法，并能用于解决电气工程领域的实际工程问题。

目标 2: 掌握电力系统各种不对称故障的基本原理，分析、表达、推理思路及实现方法，提高研究分析电气工程复杂问题、以获得有效结论的能力。

目标 3: 基于所学的电力系统故障分析计算方法及相关知识，提升基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行分信息综合并得到合理有效的结论的能力；培养不断自主学习和适应发展的能力。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

课程目标 毕业要求	目标 1	目标 2	目标 3
1.3 能够将相关知识和数学模型方法用于推演、分析电气工程领域复杂工程问题。	H		

2.2 能基于相关科学原理和数学模型方法正确表达电气工程领域复杂工程问题。		H	
4.1 能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析电气工程领域复杂工程问题的解决方案			H
12.1 清醒认知社会发展和电气工程行业大变革的前景，具有自主学习和终身学习的意识。			M

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

多媒体课件与板书相结合。

2. 课程内容：

电力系统故障分析是电力系统继电保护专业（D）模块的一门专业必修课。是一门理论性很强的专业课，在电力系统实际应用上有很强的针对性。通过对本课程的学习，能够了解和掌握电力系统故障的基本概念、分类、特点及危害；学习故障分析的基本原理、计算方法、实际应用等内容。为从事电力系统运行和管理工作以及电力系统继电保护研究的同学奠定理论基础。

3. 作业：

主要为课后思考题及练习题，促进学生理解课堂内容，巩固所学知识。

12. 拓展项目

采用密切联系工程实际的项目，促进学生根据所掌握的课程知识，对问题进行分析，计算，应用所学知识解决实际问题，建立团队合作。

五、课程教学内容

绪论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，理解电力系统运行中出现的故障、不正常运行状态的概念及对系统造成的危害，掌握电力系统故障的基本概念，故障的类型，产生的原因，故障的危害。

【重点与难点】

掌握基本概念。

【教学内容】

电力系统故障的基本概念，故障的类型，产生的原因，故障的危害。

第一章 故障分析的基本知识

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，掌握电力系统各主要元件的等值电路；掌握标幺值的计算方法；掌握网络变换及化简的方法；掌握无限大功率电源供电的三相短路电流的基本概念及计算方法。

【重点与难点】

基本概念，计算方法。

【教学内容】

- 1、电力系统各主要元件（发电机、变压器、电抗器、线路）的等值电路；
- 2、标幺制：标幺值的概念，三相系统基准值的选择，不同基准的标幺值之间的相互转换，不同电压等级网络中元件参数标幺值的计算；
- 3、网络变换及化简：网络的等效变换方法，转移电抗及分布系数的基本概念及计算方法；
- 4、无限大功率电源供电的三相短路：无限大功率电源的基本概念，短路冲击电流、短路电流最大有效值、短路容量及周期分量短路有效值的基本概念及计算方法。

第三章 电力系统元件的各序参数和等值电路

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，掌握对称分量法的基本概念及变换方法；掌握电力系统元件的各序参数及电力系统相序网络的构成。

【重点与难点】

对称分量法，电力系统相序（正序、负序、零序）网络的构成方法。

【教学内容】

- 1、对称分量法的基本概念及在三相不对称电路中的应用方法；

- 2、序阻抗的定义及电力系统常用元件的序阻抗大小及计算方法；
- 3、电力系统相序（正序、负序、零序）网络的构成方法。

第四章 简单不对称故障的分析计算

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3，通过本章学习，掌握电力系统横向短路故障（单相接地、线间短路、两相接地短路）的分析与计算方法；掌握系统参数变化时不对称短路点各电气量的变化特点；经过渡阻抗短路时横向不对称故障的分析计算方法；掌握纵向不对称故障的分析计算方法。

【重点与难点】

- (1) 三种不对称短路故障的故障边界条件，复合序网，序电流量电压计算方法，向量图；
- (2) 系统参数变更时，单相接地短路、两相接地短路、两相短路短路点处的相电流量电压的变化规律；经过渡阻抗短路时，三种不对称短路故障的分析计算方法；
- (3) 一相断相、两相断相的分析计算方法。

【教学内容】

- 1、两相短路的分析与计算方法，特点，复合序网，向量图；
- 2、单相接地短路的分析与计算方法，特点，复合序网，向量图；
- 3、两相接地短路的分析与计算方法，特点，复合序网，向量图。
- 4、系统参数变更时，单相接地短路、两相接地短路、两相短路短路点处的相电流量电压的分析方法及变化规律；
- 5、经过渡阻抗短路时，三种不对称短路故障的分析计算方法。
- 6、一相断相、两相断相的分析计算方法。

第五章 不对称故障时系统中各电气量值的分布计算

本章教学内容支撑课程目标 2 和课程目标 3，通过本章学习，掌握不对称故障时系统中各电气量值的分布计算方法。

【重点与难点】

基本方法，分布规律，相位变换方法。

【教学内容】

- 1、各序电气量分布计算的基本方法及其分布规律；
- 2、单侧电源不对称短路时各相电压沿线的分布规律；
- 3、对称分量经变压器后的相位变换。

第六章 用计算机计算电力系统故障的方法

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2 及课程目标 3，通过本章学习，掌握电力系统故障计算用的等值网络及其节点方程；掌握电力系统故障时网络电气量的计算方法；掌握节点导纳矩阵、节点阻抗矩阵的形成方法；掌握导纳型节点方程的常用解法。

【重点与难点】

电力系统故障时网络电气量的计算方法；节点导纳矩阵的形成方法；节点阻抗矩阵的形成方法；导纳型节点方程的常用解法。

【教学内容】

- 1、电力系统故障计算用的等值网络及其节点方程；
- 2、电力系统故障时网络电气量的计算方法；
- 3、节点导纳矩阵的形成方法，物理意义；
- 4、节点阻抗矩阵的形成方法，物理意义；
- 5、导纳型节点方程的常用解法（LU 分解法，高斯消去法）。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政培养目标
1	绪论	故障的类型及危害	引导学生理解掌握电力系统故障的危害及产生的原因，增强安全意识，提升职业责任心和使命感。
2	绪论	课程性质与定位	教育引导学生在课程内容的理论和应用角度认识理解课程内容的知识性和专业性。
3	第一章	故障分析基本知识	引导大学生认识学习中循序渐进的关系，科学的工作方法是通过继承进行创新，认识到基础理论学习与开拓创新的关系。
4	第三章	电力系统元件的各序参数和等值电路	培养大学生在分析问题时，追本溯源抓住主要问题、关键问题，并能用适当的方法解决实际工程问题的能力。
5	第四章	简单不对称故障的分析计算	引导学生掌握辩证统一分析问题和解决问题的能力。解决工程实际问题时要综合考虑多种因素的影响，并能用适当的方法解决实际工程问题的能力。
6	第五章	不对称故障时系统中各电气量值的分布计	培养大学生在分析问题时，追本溯源抓住主要问题、关键问题，并能用适当的方法解决实际工程问题的能力。

		算	
7	第六章	计算机实现电力系统故障计算的方法	关注电力系统故障分析领域的国内外前沿发展现状，开拓新技术应用的视野，提升新技术应用的能力，激发大学生的爱岗敬业及积极创新的精神。
8	作业测验		在各类作业及测验中杜绝抄袭行为，培养大学生正确的世界观、价值观和人生观，遵守学术诚信，诚实做人。

七、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计	
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课		其他
1	绪论		1								
2	第一章		3								
3	第三章		3								
4	第四章		8					2			
5	第五章		5								
6	第六章		8	4							
合计			28	4				2			34

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂测验等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，期末考核成绩占总成绩的 80%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (80%)	课程目标 1	50	100
	课程目标 2	40	
	课程目标 3	10	
平时考核 (20%)	课程目标 1	48	100

	课程目标 2	40	
	课程目标 3	12	

【平时考核环节评分标准】

分值 考核 环节	<60	60-75	75-90	90-100
作业	对有关概念、计算方法运用较差，不能正确解答作业中的问题	能运用有关概念、计算方法，正确解答各章节作业中的问题	能较好地运用有关概念、计算方法，正确地各章节解答作业中的问题	能灵活地运用有关概念、各种实用计算方法，正确地各章节解答作业中的问题
测验	不能在规定的时间内解答计算等测试问题，答题不准确	基本能在规定的时间内解答计算等测试问题，答题基本准确	能在规定的时间内，较准确地解答计算等测试问题	能在规定的时间内准确地解答计算等测试问题

【平时考核环节权重】

考核 课程目标	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
作业	28	25	6	59
测试	20	15	6	41
合计	48	40	12	100

【考试环节权重】

章节 课程目标	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
第一章	15	0	0	15
第三章	15	10	0	25
第四章	10	10	5	25
第五章	5	10	0	15
第六章	5	10	5	20

合计	50	40	10	100
----	----	----	----	-----

九、教材及参考资料

【教材】

刘万顺等，《电力系统故障分析》（第三版），中国电力出版社，2010，普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

【参考资料】

- 1 PAUL M. ANDERSON, “FAULTED POWER SYSTEM”, IEEE PRESS POWER SYSTEMS ENGINEERING SERIES.
- 2 刘万顺，《电力系统故障分析习题集》，中国电力出版社，1994.
- 3 李光琦，《电力系统暂态分析》（第三版），中国电力出版社，2007，普通高等教育“十一五”规划教材。

山东大学电气工程学院

《电力系统自动控制技术》课程教学大纲

编写人：石访、施啸寒

审定人：张文

编制/修订时间：2017年4月

审定时间：2017年5月

一、课程基本信息

课程名称	电力系统自动控制技术				
英文名称	Auto-control Technology of Power Systems				
课程编码	sd01930550				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修				
学分	2	总学时	授课	上机	实验
		34 学时	30 学时		4 学时
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	电路、电磁场、电气工程基础、自动控制理论				
课程网站	http://www.course.sdu.edu.cn 电力系统自动控制技术课程				

二、课程简介

【课程中文简介】

《电力系统自动控制技术》是电气工程及其自动化专业开设的一门专业选修课，以电力系统常规运行控制为主线，包含发电机并列操作、电力系统有功/频率控制、无功/电压控制、电力系统调度运行、配电自动化、电力系统安全自

动装置等的基本原理和方法。本课程侧重电力工业生产的实际，介绍电力系统主要自动装置的作用、构成和基本工作原理，是进行该领域理论研究及从事相关生产实际工作的基础。

【课程英文简介】

Auto-control Technology of Power Systems is an elective course for the students majoring in electrical engineering and its automation. It focuses on the conventional operation and control of the power systems, including generator parallel operation, the active power and frequency regulation, reactive power and voltage regulation, power system dispatching and operation, distribution automation, power system automatic safety devices and their basic principles as well as common methods. This course is closely related to the actual production of electric power industry, which introduces the function, composition and basic working principle of the main automatic safety devices in the power system. The course is the basis for carrying out the related theoretical research and industrial production.

三、课程目标

通过该课程的学习，学生能够掌握发电机励磁、电网调频调压方法、调度自动化等相关专业知识，培养学生利用所学专业知解决电力工业生产的实际的能力，通过讨论、案例等培养学生的工程思维和综合素质，为学生今后从事电力系统调度运行控制等理论研究和实际工作奠定基础。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	能够运用所学专业基础知识，分析电网运行过程所面临的问题，学习并理解工程上所采用的解决方法、装置与系统等处理方式和原因，培养解决工程问题的系统性思维。	将已学习的电气工程基础、控制原理等相关知识进行深化，引导学生从解决电网实际问题的角度思考各控制装置与系统的组成、特点和设计原则，通过多媒体教学和实测数据加强现场体验；引导学生进行自主学习，通过点面结合的问题和作业强化系统性解决工程问题的能力。
目标 2	能够运用所掌握的专业知识分析复杂工程问题的关键点和难点，并给出解决思路，对方案效果进行分析、解释和提升，培养独立解决工程问题的能力。	通过启发式互动达到知识的理解和融会贯通，培养学生的独立思考能力；设置相关实验，由学生独立完成方案设计、验证和分析报告，提高独立解决问题的能力；通过讨论、开放式项目作业等进一步增强解决工程问题的综合素质。
目标 3	能够综合应用控制、信息、电气等学科知识，对电力系统自动控制相关产品及工程方案进行设计，并对关键功能进行开发、实现。	系统性介绍 EMS 系统、电网紧急控制、配电自动化系统等电力系统工业应用常见系统的特点和设计原则，针对大电网稳定分析、紧急控制、配电网故障诊断等专用

		功能，针对性进行讲解并让同学设计某项具体任务和功能实现，提升系统性思维。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标	目标 1	目标 2	目标 3
	2.3 能认识到解决问题有多种方案可选择，能利用文献研究手段，寻求解决电气工程领域复杂工程问题可替代的解决方案。		H	
2.4 能应用基本原理和专业知识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。		H		
4.1 能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析电气工程领域复杂工程问题的解决方案。			M	
11.2 能在多学科环境下（包括模拟环境），将工程管理与经济决策方法应用于电气工程领域产品及工程项目解决方案的设计和开发。				M

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

多媒体与板书相结合

2. 课程内容：

本课程是电气工程及其自动化专业选修的一门专业类课程，是对先修课程《电路》、《电磁场》、《电气工程基础》、《自动控制理论》所学知识的深化理解和综合应用，应用以上课程知识分析电网运行过程中面临的问题，并灵活运用所学知识解决实际工程控制应用。在教学中既注重密切联系现场实际，将专业知识与所应用的装置、系统建立联系，也要注意避免在知识点上的重复，重点应放在电网安全自动装置的结构、组成和作用原理以及工程化的问题解决思路。

3. 作业：

包括课后习题、综合问答、开放式讨论性题目等，促进学生理解课堂内容，并能从整体角度分析电网问题，培养工程思维和独立思考能力。

4. 拓展项目

采用开放实验和启发式系统性问题等方式，促进学生根据所掌握专业知识对工程问题进行分析，梳理关键点和难点，并独立给出相关实验方案或解决思路，并应用数值仿真、物理试验对方案进行验证、数据分析和方案完善等工作，促进工程思维和解决复杂工程等能力的提升。

十一、课程教学内容

第 1 章 同步发电机自动并列

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，了解电力系统的构成、运行特点和运行状态的分类，达成以下目的：

- 1.能够正确描述电力系统自动控制的目标、内容和现状；
- 2.了解学习本课程的基本要求和方法；
- 3.能够列举计算机在电力系统中的应用；
- 4.能够理解同步发电机自动并列的原理，熟悉并列装置结构、组成。

【重点与难点】

重点：准同期并列的基本原理和过程分析。

难点：采用准同期并列的原因和操作失当的影响。

【教学内容】

- 1、电力系统自动控制技术概述；
- 2、准同期并列的基本原理；
- 3、恒定越前时间并列装置和数字式并列装置。

第 2 章 同步发电机励磁自动控制系统

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，回顾《电磁场》课程中基本物理量的定义和电磁场基本定律，并了解发电机励磁系统组成，达成以下目

的：

1. 掌握同步发电机励磁控制系统的基本原理、调节过程；
2. 强化对同步发电机转子磁场的理解。

【重点与难点】

重点：同步发电机励磁系统的结构原理、调节过程和提高电网稳定性作用；了解同步发电机励磁控制实验，理解励磁系统的工作过程。

难点：励磁系统结构、原理和控制过程。

【教学内容】

- 1、同步发电机励磁系统；
- 2、励磁系统中转子磁场的建立和灭磁；
- 3、励磁调节器原理；
- 4、励磁系统稳定器和电力系统稳定器。

第3章 电力系统频率及有功功率自动调节

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，理解有功功率和频率调整的关系，达成以下目的：

1. 了解电力系统的频率特性，熟悉发电机调速器结构和工作原理（支撑课程目标 2）；
2. 电力系统频率调制的不同方式、作用时间尺度和各自特点（支撑课程目标 1 和课程目标 2）；
3. 了解电力系统低频减载的基本原理和配置原则（支撑课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：电力系统频率控制的基本原理和一次、二次、三次调频的具体措施及其差异；低频减载的配置目的和原则。

难点：理解低频减载各轮次整定计算的步骤。

【教学内容】

- 1、 电力系统的频率特性；
- 2、 同步发电机调速器；
- 3、 电力系统自动发电控制；
- 4、 电力系统低频减载；
- 5、 电力系统频率控制技术体系。

【拓展训练项目】

利用频率实测数据让学生独立分析电网频率变化的一般特征，分析在频率变化过程中起作用的控制环节，以所在地区电网为例，选择任一时段说明系统的频率调节过程。

【习题课】

针对低频减载设置不同的约束条件，让学生计算各动作轮次定值并分析整定不当的影响。

第4章 电力系统电压调整和无功功率控制技术

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标1和课程目标2，通过本章学习，掌握电力系统调压的方式和各自特点，达成以下目的：

1. 掌握电力系统电压控制的手段、原理和控制过程（支撑课程目标2）；
2. 熟悉电力系统无功调整的体系架构、手段和具体措施，针对不同应用场景给出最恰当的调压方案（支撑课程目标2和课程目标3）。

【重点与难点】

重点：电力系统电压控制的意义；电力系统电压调整的措施和各自特点；电力系统电压调整方式的发展趋势；新能源接入系统电压调整的新问题。

难点：理解电力系统无功和电压调整的关系及基本调压原则。

【教学内容】

- 1、电力系统电压控制的意义；
- 2、电力系统无功功率平衡与电压的关系；
- 3、电力系统电压控制的措施；
- 4、电力系统三级电压控制体系。

【研讨课】

针对分布式电源大规模发展对电网电压的影响，提出当前电网运行中存在的电压偏移问题，引导学生思考并讨论应当采用的调压方式和策略。

第 5 章 电力系统调度自动化

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2 和课程目标 3，通过本章学习，掌握电力系统调度自动化的基本结构和原理，达成以下目的：

1. 了解 RTU 的基本功能和作用（支撑课程目标 2）；
2. 了解各级调度中心的计算机系统组成（支撑课程目标 2）；
3. 理解电网安全防御体系的基本组成和各自作用，并结合实际电网分析具体的控制策略（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：了解电力系统调度自动化的基本组成和功能，了解电网进行状态估计的原因、基本步骤和作用。

难点：理解电力系统分层分级调度的特点和不同控制方式的作用时间、控制特点。

【教学内容】

- 1、远方终端 RTU；
- 2、数据通信的通信规约；
- 3、调度中心的计算机系统；
- 4、电力系统安全防御体系。

【拓展训练项目】

查阅文献和资料，选择某网省公司为例，说明其安全防御控制系统的基本组成和所发挥的作用。

【研讨课】

针对拓展项目撰写报告并交流相关问题。

第 6 章 电力系统供配电自动化

本章教学内容支撑课程目标 2 和课程目标 3，通过本章学习，掌握电力系统配电自动化的基本概念，达成以下目的：

1. 了解馈线自动化系统基本组成和作用（支撑课程目标 2）；
2. 能够根据中性点接地方式的不同，选择与之相适应的单相接地故障诊断和区段定位方法，理解不同方法的适应场景和优缺点（支撑课程目标 2 和课程目标 3）；
3. 能够通过文献检索，了解当分布式电源接入对配电网故障诊断与定位所带来的调整和相关技术发展趋势（支撑课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：配电网运行管理与输电网的异同及其原因，不同中性点接地方式下配电网故障特征的及其故障诊断与定位方法的差异。

难点：单相接地故障系统性解决方案和配合关系。

【教学内容】

- 1、配电管理系统（DMS）概述；
- 2、馈线内动化（FA）；
- 3、需方用电管理（DSM）；
- 4、变电站综合自动化；
- 5、智能变电站；
- 6、配电网故障检测及定位。

第7章 电力系统安全自动装置

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和 2，通过本章学习，了解电力系统其他安全自动装置的类型和作用，达成以下目的：

1. 了解自动解列装置在保证电网稳定运行方面的作用（支撑课程目标 1）；
2. 了解备用电源自动投入装置的原理和重要性（支撑课程目标 1）；
3. 了解故障录波装置结构和作用（支撑课程目标 1）；
4. 了解小电流接地选线装置的工作原理（支撑课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：熟悉安全自动装置原理图；了解自动重合闸、自动解列、备用电源自动投入、故障录波、小电流接地选线等装置的结构和工作过程。

难点：理解各类安全自动装置的重要性。

【教学内容】

- 1、自动重合闸装置；
- 2、自动解列装置；
- 3、备用电源自动投入装置；
- 4、故障录波装置；
- 5、小电流接地选线装置。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	绪论	电力系统自动控制技术发展	从模拟式装置到数字化装置的发展，介绍技术进步和信息化推动电网控制技术的进步。	引导学生理解学科进步与通用技术发展的关系，提倡从事基础性创新。
2	第1章	恒定越前时间并列装置和数字式	讲解传统模拟技术实现恒定越前的基本思路。	提倡思维方式的创新，采用独特视角可利用简单工具、方法等实现复杂功能，引导学生遇到问题要善于思考。

		并列装置		
3	第2章	同步发电机励磁系统的结构原理、调节过程作用	发电机励磁以极小的能量消耗和成本,提升同步机的各项性能,是同步机不可或缺的重要组成部分。	引导学生培养整体论概念,从全局看问题,任何微小的环节都是系统功能的重要组成部分;引申到社会中,每个人都有自己的角色和定位,在任何岗位都要充分发挥自己的能力。
4	第3章	电力系统低频减载的整定	从多轮次整定和逐次逼近的概念入手,讲解工程上常用的解决问题思路。	引导学生培养谨慎、认真的工作态度,特别是在涉及电网安全方面,要做到谨慎、不冒进。
5	第4章	电力系统无功功率平衡与电压调整	从多种调压方式的优缺点和配合关系出发,讲解无功就地平衡、系统无功充裕性限制等。	引导学生形成从全局看问题的思维方式,任何事物间都有联系,不同的条件下采用相同方法产生结果差异很大。
6	第5章	电力系统三道防线	介绍我国在电网安全稳定防御体系方面的先进经验和多重防护机制	培养大学生在应对重大工程问题时重视安全性和可靠性,懂得潜心学习老一辈技术工作者积累的经验,学会继承、发展和传承。
7	第6章	新型配电网故障诊断与定位	介绍分布式电源接入的必要性和对配电网故障特征的影响,介绍最新的故障诊断与定位技术	培养学生的环保意识,关注新能源发展趋势和国家双碳战略,增进专业兴趣、激发大学生的使命担当,坚定科技强国的信念。
8	第7章	小电流接地选线装置应用与发展	针对配电网中接地故障处理难题,介绍处理技术的发展和思路,以应对不同的场景。	倡导学生用发展的眼光看待行业领域的技术问题,需要因地制宜采用相适应的技术和方法,解决问题时考虑因素要全面、细致,对可能的后果进行预案。
9	作业	课后作业、报告	严格检查作业重复率和报告的原创性,对于存在大面积抄袭现象的作业、报告等,直接判为零分。	教育学生坚守学术底线、遵守学术诚信,在日常生活和学习中做到诚实做人、踏实做事,不走捷径。

七、学时分配表

序号	章节	章节内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	第1章	同步发电机自动并列	4	2							6
2	第2章	同步发电机励磁自动控制系统	4	2							6
3	第3章	电力系统频率及有功功率自动调节	5					1			6

4	第4章	电力系统电压调整和无功功率控制技术	4							4
5	第5章	电力系统调度自动化	3					1		4
6	第6章	电力系统供配电自动化	4							4
7	第7章	电力系统安全自动装置	3					1		4
合计										34

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂讨论、拓展项目作业、开放性实验等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 30%，期末考核成绩占总成绩的 70%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (70%)	课程目标 1	60	100
	课程目标 2	20	
	课程目标 3	20	
平时考核 (30%)	课程目标 1	60	100
	课程目标 2	20	
	课程目标 3	20	

【平时考核环节评分标准】

考核得分 考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
习题作业	不熟悉电力系统自动控制基本原理、装置组成和控制过程，不能准确描述关键知识点	了解电力系统自动控制基本原理，掌握不同装置的结构和控制过程，能正确解答各章节作业中的问题	能较好地运用所学专业知对电力系统控制过程进行分析，能正确规范地作回答问题并有自己的见解	能灵活地运用有关概念、知识从整体上认识电力系统控制的组成和配合关系，理解主要控制原理，熟悉过程，并能够

课堂考勤和讨论	不积极参与课堂讨论，对问题的分析表述不准确	能陈述电力系统控制基本原理，能尝试思考并运用所学知识讨论问题	能够较为准确地表达正确的观点，积极参与课堂讨论，有一定的见解	参与课堂讨论比较积极，能够融合贯通所学知识对电力系统控制问题进行系统性论述
拓展项目	不主动参与项目拓展作业，不独立完成相关报告	基本理解项目要求，能够完成相关报告	准确理解项目要求，能够独立完成报告，质量良好	准确理解项目要求，高质量完成项目报告，具有个人见解
开放性实验	不主动参与实验，未进行实验设计	主动参与实验并初步完成试验设计、撰写实验报告	独立完成实验设计，实验步骤简洁、合理，实验报告完整	独立完成实验设计和实验过程，实验报告完整并包括数据分析和讨论

【平时考核环节权重】

考核环节 \ 课程目标	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
习题作业	20	3	2	25
课堂考勤和讨论	10	5	5	20
拓展项目	10	5	5	20
开放性实验	20	7	8	35
合计	60	20	20	100

【考试环节权重】

章节 \ 权重	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
第 1 章 同步发电机自动并列	10	0		10
第 2 章 同步发电机励磁自动控制系统	10	5	0	15
第 3 章 电力系统频率及有功功率自动调节	10	5	5	20
第 4 章 电力系统电压调整和无功功率控制技术	10	5	5	20
第 5 章 电力系统调度自动化	5	5	5	15

第 6 章 电力系统供配电自动化				
第 7 章 电力系统安全自动装置	15	0	5	20
合计	60	20	20	100

九、教材及参考资料

【教材】

2. 王葵、孙莹（编著），电力系统自动化，2012 年，中国电力出版社，普通高等教育“十二五”规划教材，普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

【参考资料】

3. 《电力系统自动化》，李先彬 主编，中国电力出版社，2013 年。
4. GB38755-2019，《电力系统安全稳定导则》，2019-12-31.
5. GB/T 40091-2021，《智能变电站继电保护和电网安全自动装置安全措施要求》，2021-4-30.

<http://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=C1A814733AAF7A48E05397BE0A0A1C8D>

山东大学电气工程学院

《微机型继电保护原理》课程教学大纲

编写人：陈青、高湛军、贾春娟、朱常青、张利 审定人：高厚磊、韩学山

编制时间：2014年1月

审定时间：2014年3月

一、课程基本信息：

课程名称	微机型继电保护原理		
英文名称	Micro-computer based relay protection		
课程编码	sd01931030		
开课单位	电气工程学院		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	2	学时	34 (授课 30+实验 4)
适用专业	电气工程及其自动化		
先修课程	《微机原理》、《模拟电子技术》、《数字电子技术》、《电气工程基础》、《电力系统故障分析》、《电力系统继电保护原理》、		
课程网站			

二、课程描述

本课程主要面向电气工程自动化专业的本科生开设，讲授微机型继电保护系统的构成和工作原理，微机保护算法等内容，具体包括：微机保护的硬件原理及设计原则，包括数据采集系统、开关量输入及输出、CPU 选择；数字滤波：连续时间系统频率特性和冲击响应、离散时间信号的频谱、Z 变换、离散时间系统的冲击响应和频率特性、非递归数字滤波器、递归数字滤波器；微机保护的算法：包括正弦量算法、傅立叶算法，微分方程算法，移相器算法，基于相位比较的保护原理实现方法，微机保护装置的抗干扰措施等。

Course Description:

This course is mainly for electrical engineering and automation professional undergraduate teaching, composition and working principle of microcomputer based relay protection system, microcomputer protection algorithm content, including: Hardware principle and design principle of microcomputer protection, including data acquisition system, switch input and output, CPU; digital filter: continuous time system frequency characteristic and the shock response, discrete time signal spectrum, Z transform, discrete time system impulse response and frequency characteristic, non recursive digital filter, recursive digital filter; microcomputer protection algorithm including: sine algorithm, Fu Liye algorithm, differential equation algorithm, phase shifter algorithm, the realization method based on the principle of phase comparison protection, microcomputer the anti-interference measures of protection device.

三、课程教学目标和教学要求

【教学目标】

微机型继电保护原理是电气工程及其自动化专业（D）模块的一门专业必修课，是一门理论性和实践性都很强的专业课，在电力部门有很强的应用针对性。通过本课程的学习，了解和掌握电力系统微机型继电保护系统的基本结构、基本作用、基本概念、科学方法、工程技巧。学习各种微机保护算法的基本原理、数字滤波器设计、保护元件实现方法等内容。为学生从事电力系统继电保护等相关领域的工作坚实的奠定理论与技术基础；可以报考“电力系统及其自动化”的硕士研究生和博士研究生，从事电力系统继电保护方向的科学研究；也可以到电力工业部门从事继电保护的工程师工作。

【教学要求】

- (1) 熟悉微机保护装置的硬件系统结构，各部分硬件的工作原理；
- (2) 掌握数字信号计算和处理的基本方法，能够设计常用的数字滤波器；

- (3) 掌握微机保护算法，重点是基于正弦信号的微机保护算法和全波傅立叶算法；
- (4) 掌握比相原理的实现方法，熟悉各种主要保护元件的实现原理；
- (5) 对常用对微机保护抗干扰措施有深入了解。

【教学要求与毕业要求指标点的对应关系】

毕业要求		教学要求 1	教学要求 2	教学要求 3
指标点 2.1	系统地掌握本专业领域较宽的技术基础理论知识	*	**	*
指标点 6.2	具备一定的科学研究、科技开发等实际工作的能力； 能够积极自主的学习和终身学习。能够对文献资料进行分析总结，能结合专业知识对本专业复杂工程问题进行识别、表达和分析，并获得有效结论；能够基于已有知识，开展创新性的开发工作。	*	*	***

说明：相关——*，支撑——**，高度支撑——***

四、课程教学内容及学时分配

第一章 绪论

第 1 节（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】

了解微机保护基础课程的特点，本课程所涵盖的主要内容，本课程与电力系统继电保护原理的联系和区别。了解微机保护装置在电力系统中的作用、地位和意义。介绍本课程的章节安排，介绍微机保护装置的发展历史和未来发展方向。

【具体教学内容】

1、微机保护基础的课程特点和内容安排；2、微机保护基础与继电保护原理两门课程的联系和区别；3、微机保护装置的作用和意义；4、微机保护技术的发展历史和未来发展方向。

【教学和学习建议】

通过列举电力系统实际发生的故障案例材料，初步认识到电力系统微机保护的作用和重要意义，激发学生学习该课程的兴趣。

【教学/考核难点重点】

基本概念等知识点掌握。

第二章 微机保护的硬件系统

第1节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】

本节要求学生掌握微机保护装置的硬件系统主要结构，即硬件系统大体分为几大部分，每一部分的作用是什么，分别包含哪些具体的硬件电路；电压形成电路的作用，工作原理和注意事项；采样保持电路的作用，工作原理，采样保持前后的电气量波形图。

【具体教学内容】

1、微机保护装置的硬件系统主要结构；2、电压形成电路的作用，工作原理；3、采样保持电路的作用，工作原理。

【教学和学习建议】

结合常见的各种微机系统，形象理解微机保护装置的硬件结构组成，各部分的作用；掌握常用的硬件名称的英文缩写；能够画出常规的电压形成回路示意图，能够掌握各种类型变换器的工作原理和优缺点；掌握电压或电流变换器应对电磁干扰的工作原理；能够画出采样保持电路的工作原理图，能够画出采样保持前后的电气量变化波形图，能够掌握采样保持电路的特性。

【教学/考核难点重点】

电压形成回路的工作原理，采样保持电路的结构和工作原理。

第2节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】

掌握模拟低通滤波器 ALF 的作用，工作原理；多路转换开关 MUX 的作用和工作原理；逐次逼近式 A / D 转换器的工作原理。

【具体教学内容】

1、采样定理，模拟低通滤波器在微机保护系统中的作用，实现方法；2、多路转换开关的作用，MUX 的工作原理；3、逐次逼近式 A / D 转换器的工作原理。

【教学和学习建议】

复习采样定理的内容，结合电力系统微机保护的工作特点和要求，理解 ALF 的作用；结合微机保护硬件系统结构，理解 MUX 的作用，分析 MUX 真值表以理解其工作原理；掌握 A / D 转换的本质，D / A 转换器对应的硬件结构示意图，D / A 转换原理和过程；逐次逼近式 A / D 转换的工作过程，二分法的应用以及偏置电压的作用，二进制的补码表达方式。

【教学/考核难点重点】

ALF 的作用，MUX 的工作原理；D / A 转换原理和过程；逐次逼近式 A / D 转换的原理和工作过程。

第 3 节（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】

要求学生掌握 VFC 型 A / D 转换的工作原理。掌握微机保护系统中的开关量输入和开关量输出硬件电路结构和工作原理。

【具体教学内容】

1、VFC 型 A / D 转换的工作原理；2、开关量输入回路硬件电路结构和工作原理；3、开关量输出回路硬件电路结构和工作原理。

【教学和学习建议】

以直流、幅值恒定的输入信号为切入点，掌握 VFC 型 A / D 转换器的硬件电路工作原理，尤其是积分器的工作过程，输出脉冲频率与输入信号幅值间的线性关系；进而推导当输入信号为交流信号时 VFC 型 A / D 转换器的工作过程，如何将非线性的输入信号做线性化展开，如何采用积分的方法计算输出信号的脉冲频率；微机保护系统中的开关量输入有哪些情况？分别对应着什么样的电路？光电隔离的工作原理和作用；微机保护系统中的开关量输出有哪些情况？分别对应着什么样的电路，掌握其工作原理；跳闸输出回路如何进行检测。

【教学/考核难点重点】

VFC 型 A / D 转换器的硬件电路工作原理；开关量输入和输出回路的硬件电路工作原理图和工作过程；跳闸输出回路如何进行可靠性检测。

第三章 离散时间系统的基本知识

第 1 节（2 学时，其中授课 1.5 学时，案例分析 0.5 学时）

【教学目标和要求】

本节要求学生掌握离散时间系统的概念，常见离散时间信号的表达式和特点，离散时间系统的单位冲击响应等基本概念。

【具体教学内容】

1、离散时间系统的概念及常见离散时间信号的表达式；2、离散时间系统的特点；3、离散时间系统的单位冲击响应。

【教学和学习建议】

结合已经学过的信号与系统、数字信号处理等课程的内容和基本概念，掌握离散时间系统的概念及常见离散时间信号的表达式，掌握离散时间系统的线性、时不变、稳定、有界等特点；离散时间系统的单位冲击响应概念的定义及其表达方式。

【教学/考核难点重点】

离散时间系统的特点，离散时间系统单位冲击响应概念的定义及其表达方式。

第 2 节（2 学时，其中授课 1.5 学时，案例分析 0.5 学时）

【教学目标和要求】

本节要求学生掌握差分方程的定义， Z 变换的定义及其应用， Z 变换的基本性质， Z 变换与拉氏变换、傅立叶变换之间的对应关系。

【具体教学内容】

1、差分方程的定义；2、 Z 变换的定义及其应用；3、 Z 变换与拉氏变换、傅立叶变换之间的对应关系。

【教学和学习建议】

结合已经学过的信号与系统、数字信号处理等课程的内容和基本概念，掌握差分方程的定义，差分方程的表达方式，差分方程在描述离散时间系统中的应用；掌握 Z 变换的定义，如何对差分方程进行 Z 变换；掌握 Z 变换线性、位移和卷积等基本性质；掌握 Z 变换与拉氏变换、傅立叶变换之间的对应关系，明确常用的傅立叶变换就是对信号在单位圆上作 Z 变换的概念。

【教学/考核难点重点】

差分方程的应用，如何对差分方程进行 Z 变换， Z 变换与拉氏变换、傅立叶变换之间的对应关系。

第 3 节（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】

本节要求学生能够掌握离散时间系统传递函数的表达方法，掌握离散时间系统的频率特性；了解数字滤波器的基本概念和特点；以差分滤波器为切入点，介绍数字滤波器的工作原理。

【具体教学内容】

1、离散时间系统传递函数的表达方法；2、离散时间系统的频率特性；3、数字滤波器的基本概念和特点；4、差分滤波器的工作原理和特点。

【教学和学习建议】

从基本定义出发，介绍离散时间系统传递函数的差分方程表达形式，对该差分方程进行 Z 变换后得到离散时间系统传递函数的 Z 域表达形式，基于 Z 变换和傅立叶变换之间的对应关系，可以得到离散时间系统传递函数的频域表达式，进而得到离散时间系统传递函数的幅频特性和相频特性。掌握数字滤波器的基本概念和特点，能够理解数字滤波器和模拟滤波器的异同点；从时域和频域两个角度分析差分滤波器的工作原理和特点。

【教学/考核难点重点】

离散时间系统传递函数的频域表达方法，从时域和频域两个角度分析差分滤波器的工作原理和特点。

第 4 节（4 学时，其中授课 2 学时，实验 2 学时）

【教学目标和要求】

本节要求学生能够掌握加法滤波器、积分滤波器等常用简单数字滤波器的工作原理和特性分析方法；理解非递归型数字滤波器的概念，掌握零极点法设计数字滤波器的一般过程；结合实验课程加深对上述概念和原理的理解。

【具体教学内容】

1、法滤波器、积分滤波的工作原理和特性分析方法；2、非递归型数字滤波器的概念；3、零极点法设计数字滤波器的一般过程。

【教学和学习建议】

根据上节课的差分数字滤波器工作原理和分析方法，对其它常用的法滤波器、积分滤波器工作原理和特性进行分析；掌握非递归型数字滤波器的概念和分类方法，结合所学信号与系统、自动控制原理等课程的知识，掌握采用零极点法设计数字滤波器的一般过程。结合实验课程加深对上述概念和原理的理解。

【教学/考核难点重点】

法滤波器、积分滤波的工作原理和特性分析方法；零极点法设计数字滤波器的一般过程。

第四章 微机保护算法

第1节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】

本节要求学生能够理掌握微机保护算法的概念，从较为理想的正弦信号入手，掌握常见的正弦信号算法，包括两点乘积算法、三点乘积算法、导数算法和半波积分算法等。

【具体教学内容】

1、微机保护算法的概念；2、两点乘积算法和三点乘积算法的原理；3、导数算法的原理；4、半波积分算法的原理

【教学和学习建议】

从较为理想的正弦信号入手，分析正弦信号的特点，掌握两点乘积算法和三点乘积算法的原理，分析这类算法等优缺点；掌握导数算法的原理，分析该算法等优缺点；掌握半波积分算法的原理，分析该算法等优缺点。掌握在离散系统中求导数、计算积分的过程。

【教学/考核难点重点】

导数算法的原理，半波积分算法的原理，在离散系统中求导数、计算积分的过程。

第2节（4学时，其中授课2学时，实验2学时）

【教学目标和要求】

本节要求学生掌握全波傅立叶算法的原理，利用全波傅立叶算法计算幅值和相位的过程；掌握半波傅立叶算法的原理和计算过程，并对二者的特点进行比较。通过实验课程加速对上述概念和计算过程的理解。

【具体教学内容】

1、全波傅立叶算法的原理；2、利用全波傅立叶算法计算幅值和相位的过程；3、半波傅立叶算法的原理和计算过程；4、完成全波傅立叶计算的实验教学。

【教学和学习建议】

从周期信号入手，分析周期信号的频率构成特点，掌握傅立叶级数展开的过程。根据傅立叶级数展开结果，掌握计算某频率信号幅值和相位的全波傅立叶计算过程。在此基础上掌握半波傅立叶算法的原理和计算过程，并对二者的特点进行比较，了解在实际系统中，如何利用二者的特点进行配合工作，达到良好的应用效果。通过实验课程加速对上述概念和计算过程的理解。

【教学/考核难点重点】

全波傅立叶算法的原理，傅立叶级数展开过程，利用全波傅立叶算法计算幅值和相位的过程。

第五章 其它微机保护算法

第1节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】

本节要求学生掌握基于微分方程的微机保护阻抗算法原理；在微机保护系统中的移相器作用和移相实现方法；基于移相器的序分量计算方法。

【具体教学内容】

1、基于微分方程的微机保护阻抗算法原理；2、移相器作用和移相实现方法；3、基于移相器的序分量计算方法。

【教学和学习建议】

从描述输电线路的微分方程入手，采用简单的一字模型，列写故障后的微分方程表达式，掌握在离散系统中，如何利用多点采样值求解微分方程；根据继电保护原理课程中多次出现的相位比较动作判据，理解移相器的作用，掌握移相的实现方法，在此基础上利用移相器工作原理，计算序分量。

【教学/考核难点重点】

基于微分方程的微机保护阻抗算法原理；移相器作用和移相实现方法；基于移相器的序分量计算方法。

第 2 节（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】

通过本节学习使学生掌握正余弦型相位比较器的工作原理，对该原理的应用进行介绍，利用该原理实现多种常见的比相判据。

【具体教学内容】

1、正余弦型相位比较器的工作原理；2、90 度接线功率方向元件的比相实现方法；3、圆特性方向阻抗元件的比相实现方法。

【教学和学习建议】

所有的比相判据都可基于正余弦型相位比较器实现，因此必须掌握正余弦型相位比较器的工作原理，包括动作区域为 180 度时的比相器设计，动作区域为其它角度范围时的比相器设计。为了更好理解正余弦型相位比较器的工作原理和特点，可结合常用的两种方向元件，一个是 90 度接线功率方向元件，另一个是圆特性方向阻抗元件，掌握其比相实现方法。

【教学/考核难点重点】

正余弦型相位比较器的工作原理；90 度接线功率方向元件的和圆特性方向阻抗元件的比相实现方法。

第 2 节（2 学时，其中授课 2 学时）

【教学目标和要求】

通过本节学习使学生掌握直接比较法进行相位计算的原理和过程，基于该方法如何实现零序功率方向的判断。

【具体教学内容】

1、直接比较法进行相位计算的原理和过程；2、基于直接比较法的零序功率方向判断过程。

【教学和学习建议】

从交流信号的特点和相互间的相位关系入手，掌握直接比较法进行相位计算的原理和过程；以零序功率方向的判断为例，掌握如何利用直接比较法来实现零序功率方向的判断。

【教学/考核难点重点】

直接比较法进行相位计算的原理和过程；基于直接比较法的零序功率方向判断过程。

第六章 微机保护的抗干扰措施

第1节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】

通过本节学习使学生了解微机保护装置干扰源的产生原因，干扰源如何分类，微机保护装置各部分应对干扰的措施和方法。

【具体教学内容】

1、微机保护装置干扰源的产生原因和干扰源的分类；2、数据采集部分的抗干扰措施；3、防止微机保护装置误跳闸的措施；4、看门狗电路的工作原理。

【教学和学习建议】

掌握微机保护装置干扰源的产生原因，对干扰源的分类情况。共模干扰是主要的干扰类型。分别从数据采集、误跳闸等功能出发，掌握微机保护装置抗干扰的硬件措施和软件措施。了解看门狗电路的作用，掌握看门狗电路的结构和工作原理。

【教学/考核难点重点】

数据采集部分的抗干扰措施；防止微机保护装置误跳闸的措施；看门狗电路的工作原理。

第2节（2学时，其中授课2学时）

【教学目标和要求】

对本课程所讲授的全部内容融会贯通。

【具体教学内容】

本课程知识点的串讲。

【教学和学习建议】

全面、深入掌握本课程的教学重点和重要知识点。

【教学/考核难点重点】

本课程知识的融会贯通。

五、教学要求对应关系

	教学要求 1	教学要求 2	教学要求 3	教学要求 4	教学要求 5
1.1 节	√				
2.1 节		√			
2.2 节		√	√		
2.3 节		√			
3.1 节			√		
3.2 节		√	√		
3.3 节				√	
3.4 节	√		√		
4.1 节					√
4.2 节		√			√
5.1 节					
6.1 节		√			√
6.2 节				√	
6.3 节					√
8.1 节					√
8.2 节					

六、考核及成绩评定方式

【考核方式】：期末考试（笔试、闭卷）

【成绩评定】：期末考试 100%。

【考试大纲】 基本概念 60%+熟练掌握 30%+综合应用 10%

章节	分值比例 (%)	基 本 概 念	熟 练 掌 握	综 合 应 用	总分 值 比 例 (100%)

第一章：绪论	5			5
第二章：微机保护的硬件原理	15	5		20
第三章：微机保护数字信号处理基础	10	5		15
第四章：数字滤波器	10	10	5	25
第五章：微机保护算法	10	10	5	25
第六章：微机保护装置的抗干扰措施	10			10

第一章 绪论

一、学习目的与要求

通过本章的学习，了解微机保护基础课程的特点，本课程所涵盖的主要内容，本课程与电力系统继电保护原理的联系和区别。了解微机保护装置在电力系统中的作用、地位和意义。介绍本课程的章节安排，介绍微机保护装置的发展历史和未来发展方向。

二、考试内容

- (一) 计算机在继电保护领域中的应用和发展概况
- (二) 微机保护装置的特点

三、考核知识点

- 1、微机保护的作用和地位
- 2、微机保护装置的特点

四、考核要求

识记：微机保护装置的发展历史。

领会：微机保护装置的特点。

简单应用：简述微机保护装置的发展历史。

综合应用：描述微机保护装置的特点。

第二章 微机保护的硬件原理

一、学习目的与要求

通过本章的学习，应掌握微机保护装置的硬件系统主要结构，即硬件系统大体分为几大部分，每一部分的作用是什么，分别包含哪些具体的硬件电路，其工作原理和工作过程是什么。

二、考试内容

- (一) 微机保护装置硬件概述
- (二) 数据采集系统硬件原理
- (三) 开关量输入和输出硬件原理

三、考核知识点

- 1、微机保护装置的硬件构成
- 2、电压输入回路硬件原理
- 3、采样保持电路工作原理
- 4、MUX 作用和原理
- 5、A / D 转换过程和原理（包括逐次逼近式和 VFC 两种类型）
- 6、开关量输入和输出硬件原理图和工作过程

四、考核要求

识记：微机保护装置的硬件构成。

领会：微机保护装置个部分硬件的工作原理。

简单应用：设计简单的微机保护系统硬件结构。

综合应用：设计 A / D 转换系统硬件。

第三章 微机保护数字信号处理基础

一、学习目的与要求

通过本章的学习，要求学生掌握离散时间系统的概念，常见离散时间信号的表达式和特点，离散时间系统的单位冲击响应等基本概念。

二、考试内容

- (一) 离散时间系统概念
- (二) 离散信号类型和表达式
- (三) 离散时间系统的单位冲击响应
- (四) 离散时间系统的传递函数
- (五) Z 变换及其应用

(六) Z 变换, 拉氏变换, 傅立叶变换见的关系

三、考核知识点

- 1、离散时间系统的概念及常见信号类型
- 2、离散时间系统的单位冲击响应定义
- 3、离散时间系统的传递函数及其相频特性、幅频特性分析方法
- 4、Z 变换, 拉氏变换, 傅立叶变换见的关系

四、考核要求

识记: 离散时间系统概念。

领会: 离散时间系统传递函数的意义。

简单应用: 卷积计算。

综合应用: 离散时间系统的传递函数及其相频特性、幅频特性分析方法。

第四章 数字滤波器

一、学习目的与要求

通过本章的学习, 掌握数字滤波器的基本概念和特点, 能够理解数字滤波器和模拟滤波器的异同点; 从时域和频域两个角度分析常见滤波器的工作原理和特点, 能够基于零极点法设计数字滤波器。

二、考试内容

- (一) 数字滤波器定义及特点
- (二) 差分数字滤波器原理和特点
- (三) 加法数字滤波器原理和特点
- (四) 积分数字滤波器原理和特点
- (五) 非递归型数字滤波器概念
- (六) 基于零极点法设计数字滤波器

三、考核知识点

- 1、数字滤波器定义及特点
- 2、各种常见数字滤波器的工作原理和特性分析方法
- 3、零极点法设计数字滤波器的一般过程

四、考核要求

识记: 数字滤波器定义及特点。

领会: 各种常见数字滤波器的工作原理和特性分析方法。

简单应用：各种常见数字滤波器的设计。

综合应用：采用零极点法设计数字滤波器。

第五章 微机保护算法

一、学习目的与要求

通过本章学习，要求学生能够熟练掌握微机保护算法的概念，分别从较为理想的正弦信号和常见的周期函数信号入手，掌握常见的正弦信号算法，包括两点乘积算法、三点乘积算法、导数算法和半波积分算法、傅立叶算法等。

二、考试内容

- (一) 微机保护算法的概念
- (二) 两点乘积算法、三点乘积算法的原理
- (三) 导数算法的原理
- (四) 半波积分算法的原理
- (五) 全波傅立叶算法和半波傅立叶算法原理
- (六) 微分方程算法原理
- (七) 移相器算法原理
- (八) 常用保护元件的实现方法

三、考核知识点

- 1、微机保护算法的概念
- 2、用于正弦信号的微机保护算法原理
- 3、全波傅立叶算法和半波傅立叶算法原理
- 4、移相器算法原理及其应用

四、考核要求

识记：微机保护算法的概念和分类

领会：用于正弦信号的微机保护算法原理

简单应用：全波傅立叶算法

综合应用：各种算法的设计和计算

第六章 微机保护装置的抗干扰措施

一、学习目的与要求

通过本章的学习，使学生了解微机保护装置干扰源的产生原因，干扰源如何分类，微机保护装置各部分应对干扰的措施和方法。

二、考试内容

- (一) 微机保护装置干扰源的产生原因和分类
- (二) 抗干扰措施
- (三) 自动检测方法

三、考核知识点

- 1、微机保护装置干扰源的产生原因和分类
- 2、硬件抗干扰措施
- 3、软件抗干扰措施
- 4、硬件自动检测方法
- 5、软件自动检测方法

四、考核要求

识记：微机保护装置干扰源的产生原因和分类

领会：抗干扰的措施和方法

简单应用：提出微机保护装置的抗干扰措施

综合应用：提出微机保护装置的抗干扰和自动检测方法

七、教材及参考资料

【教材】

杨奇逊，黄少锋，微型机继电保护基础（第4版），中国电力出版社，2013年7月，普通高等教育“十二五”国家级规划教材

【参考书】

- [7] 张保会、尹项根. 电力系统继电保护原理（第4版），中国电力出版社，2010年.
- [8] 李晓明. 现代高压电网继电保护原理，北京：中国电力出版社，2007年.
- [9] 刘鑫蕊，杨珺，梁雪，电力系统微机保护，北京：人民邮电出版社，2013年
- [10] 高亮. 电力系统微机继电保护，北京：中国电力出版社，2007年.
- [11] 于群，曹娜. 电力系统微机继电保护，北京：机械工业出版社，2008年.
- [12] 王维俭. 电力系统继电保护原理. 中国电力出版社，1991年.
- [13] 《中国电力出版社》网站
<http://jc.cepp.com.cn/kejianinfoAction.do?id=63>.
- [14] 华北电力大学精品课课件
<http://202.206.208.43/jpkcwj/jdbh/jdbh/index.htm>.

山东大学 电气工程 学院

《高电压绝缘技术》理论课程教学大纲

编写人：姜杰

审定人：李清泉

编制/修订时间：2020年3月

审定时间：2020年3月

一、课程基本信息

课程名称	高电压绝缘技术				
英文名称	High Voltage and Insulation Technology				
课程编码	SD0193269E				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修				
学分	3	总学时	授课	上机	实验
		48 学时	48 学时		
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	电力工程基础				
课程网站					

二、课程简介

【课程中文简介】

《高电压绝缘技术》课程是电气工程及其自动化专业（高电压与绝缘技术方向）专业限选课。该课程在大学物理、电磁场、电气工程基础等相关课程的基础上，讲授高电压绝缘技术中的静电场、气体击穿的理论分析和空气间隙绝缘、气体中的沿面放电和高压绝缘子、绝缘配合、六氟化硫气体绝缘、液体、

固体电介质的电气性能、电力电容器和电力电缆绝缘、高压套管和高压互感器绝缘、变压器和高压电机绝缘、绝缘试验等内容，使学生掌握电气绝缘特性的基本原理，熟悉主要的高压电力设备的绝缘结构特点和其绝缘特性试验，为毕业后从事电力设备的运行、维护、试验、检修、设计和研究工作打下初步基础。通过本课程的学习，培养学生的辩证思维能力和职业伦理素养，树立理论联系实际的科学观点，提高学生分析问题解决问题的能力。

【课程英文简介】

High voltage insulation technology is a limited course for electrical engineering and Automation Specialty (high voltage and insulation technology direction). On the basis of college physics, electromagnetic field, Fundamentals of electrical engineering and other related courses, this course teaches the theoretical analysis of electrostatic field and gas breakdown in high-voltage insulation technology, air gap insulation, surface discharge in gas and high-voltage insulator, insulation coordination, sulfur hexafluoride gas insulation, electrical performance of liquid and solid dielectric, insulation of power capacitor and power cable, insulation of high-voltage bushing and high-voltage transformer. The insulation and insulation test of transformers and high-voltage motors enable students to master the basic principles of electrical insulation characteristics, be familiar with the insulation structure characteristics and insulation characteristic test of main high-voltage power equipment, and lay a preliminary foundation for the operation, maintenance, test, overhaul, design and research of power equipment after graduation. Through the study of this course, cultivate students' dialectical thinking ability and professional ethics literacy, establish the scientific viewpoint of integrating theory with practice, and improve students' ability to analyze and solve problems.

三、课程目标

通过该课程的学习，学生能够掌握电气绝缘特性的基本原理，熟悉主要的高压电力设备的绝缘结构特点和其绝缘特性试验。通过学习、讨论等培养学生的分析复杂工程问题能力，培养学生具备一定的设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效结论的能力。

在学习过程中，学生能够从更高的层次和高度看待本课程所涉及内容，能够理解其在电气行业中的地位和其发展现状，以及遇到的社会、环保等问题；同时通过了解近几年我国电气行业标准的现状，能够理解标准体系和标准对行业乃至国民经济的重要性。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	通过学习气体放电和击穿，以及液体、固体等的基本放电过程以及拓展内容和解决问题的思路方向，基本具备对高压绝缘领域中的复杂工程问题思考可能的可替代解决方案的能力	通过学习、阅读和理解气液固体的放电过程以及放电特性，通过课堂讲解、课外阅读、讨论以及发散性思维的启发和引导等进一步拓展知识面，能对一些问题进行多种可能的思考和探索。
目标 2	掌握与绝缘相关的典型静电场分布、气体、液体、固体的击穿的理论分析、沿面放电等基本概念和理论体系，掌握六氟化硫气体绝缘理论体系。基本具备对高压绝缘领域中的复杂工程问题进行分析并获得合理有效结论的能力	通过推导、定性逻辑分析理解气液固体的放电过程以及放电特性，通过课堂提问、讨论、答疑等进一步巩固基本知识的掌握和运用，能对具体的问题进行建模、分析。
目标 3	在老师的讲解下，能够运用关于静电场、气、液、固以及沿面放电的相关理论理解高压绝缘子、电力电容器、电力电缆、高压套管、变压器，等电力设备的绝缘结构和特性。能够理解和解释相关数据曲线的科学因素从而得到合理有效的结论。	将已学习的数学、物理、放电的相关知识进行深化，以逻辑推理为主要手段，以分析设备结构为主要切入点，理解相关电气设备的绝缘特性。通过理解各种实验曲线和数据变化的趋势，来提高综合分析能力。
目标 4	通过老师对知识讲解以及行业发展，了解行业标准概况以及绝缘知识在电气行业的应用，进而了解对社会的影响和责任。	阅读相关材料，了解标准和政策相关内容，通过课堂提问、学生展示和互动等环节，继而思考标准和政策背后的原因，建立行业责任感。
目标 5	通过对电气行业发展、绝缘材料发展以及工程施工的了解，认识高压与绝缘材料在电气工业以及社会可持续发展的作用。	通过课外阅读，网上交流等开放式形式，以了解环保和所学知识的关系。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4	目标 5
		能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析复杂工程问题，以获得	1.能认识到解决问题有多种方案可选择，能利用文献研究手段，寻求解决电气工程领域复杂	H		

有效结论。	工程问题可替代的解决方案；					
	2. 能应用基本原理和专业知识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。		H			
能够基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。	3 能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析电气工程领域复杂工程问题的解决方案；			M		
了解国家和地方涉及电气工程领域的政策、法律法规、知识产权和技术标准体系，能够基于工程相关背景知识进行合理分析，能够从工程师所应承担的社会责任的角度，客观评价电气专业工程实践和电气工程领域复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。	4 能够分析和评价电气工程实践和电气工程领域复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，以及这些制约因素对项目实施的影响，并理解应承担的责任。				M	
能够理解和评价针对电气工程领域复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响。	5 能够知晓和理解环境保护和可持续发展的理念和内涵；能够认识电气工程在环境保护和可持续发展中的作用。					M

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

板书与多媒体结合

2. 课程内容：

《高电压绝缘技术》课程是电气工程及其自动化专业（高电压与绝缘技术方向）专业限选课。该课程在大学物理、电磁场、电气工程基础等相关课程的基础上，讲授高电压绝缘技术中的静电场、气体、液体、固体电介质放电理论、气体中的沿面放电、绝缘配合、六氟化硫气体，以及高压绝缘子、电力电容器、电力电缆、高压套管、高压互感器、变压器等设备的绝缘结构特性，以及绝缘

试验等内容。在教学中既要注意与上述课程的联系、综合、深入，也要注意避免在同一层次上的重复，重点应放在知识的综合、深化和实际应用方面。同时体现专业和行业与社会和国民经济的关系。

3. 作业：

主要为综合题目，巩固所学知识。

十二、课程教学内容

绪论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 4、5，通过本章学习，了解高电压绝缘技术的发展和在电气行业中的地位，以及标准和环境保护等，达成以下目的：

- 1.能够了解高电压绝缘技术的发展概况；
- 2.能够理解政策法规和标准对于一个行业的促进作用。

【重点与难点】

重点：理解行业发展和学科发展的关系。

难点：建立学科、行业和社会贡献的观念。

【教学内容】

第一节 行业发展概况

第二节 学科前沿

第三节 标准的制定和相关标准

第一章 高电压绝缘技术中的静电场

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2，通过本章学习，了解高电压绝缘技术中的静电场，达成以下目的：

- 1.能够正确描述静电场和电气绝缘的关系;
- 2.能够理解电场调整的方法;
3. 自学了解静电场的计算方法。

【重点与难点】

重点：理解静电场和电气绝缘的关系以及电场调整方法。

难点：建立静电场与绝缘高度相关的观念。

【教学内容】

第一节 工程上常见的静电场

第二节 静电场的解析计算

第三节 静电场的数值计算

第四节 静电场的实测和模拟

第五节 电场的调整

第二章 气体击穿的理论分析和空气间隙绝缘

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2，通过本章学习，了解气体放电的基本过程，特点以及各种放电情况，达成以下目的：

- 1.能够掌握均匀电场的放电机理、模型；
- 2.能够掌握极不均匀电场的放电机理以及与稍不均匀电场的比较；
- 3.能够掌握不同电压作用形式下的放电机理。

【重点与难点】

重点：均匀电场的放电机理，适用范围，极不均匀电场的放电机理以及与稍不均匀电场的比较，以及不同电压作用形式下的放电机理。

难点：各个知识点的理解与逻辑关系。

【教学内容】

第一节 气体放电主要形式简介

第二节 带电质点的产生——气体分子的电离和金属的表面电离

第三节 带电质点的消失

第四节 均匀电场中气体击穿的发展过程

第五节 不均匀电场中气体击穿的发展过程

第六节 持续作用电压下空气的击穿电压

第七节 雷电冲击电压下空气间隙的击穿电压及伏秒特性

第八节 操作冲击电压下空气间隙的击穿电压

第九节 提高气体间隙击穿电压的措施

第三章 气体中的沿面放电和高压绝缘子

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2 和课程目标 3，通过本章学习，了解沿面放电的一般概念，掌握产生机理，并有针对性的理解绝缘子这一设备的结构、特点以及具体绝缘分析。达成以下目的：

1. 了解气固沿面的电场分布，掌握强垂直分量下滑闪的产生机理、影响因素以及改善措施（支撑课程目标 1、2）；

2. 能够根据沿面放电的知识理解和重点掌握绝缘子的结构、特点、分类以及对复杂状况下绝缘作用的分析（支撑课程目标 1、2 和支撑课程目标 3）；

3. 能够理解污闪放电的机理和降低污闪的措施（支撑课程目标 1、2 和支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：强垂直分量下滑闪的产生机理、影响因素以及改善措施，绝缘子的结构、特点、分类，以及污闪放电的机理和降低污闪的措施。

难点：对复杂状况下绝缘子如何起到绝缘作用，以及分析教材中实验曲线的机理。

【教学内容】

第一节 绝缘子的性能要求和材料

第二节 气体中沿固体介质表面的放电

第三节 支柱绝缘子

第四节 棒形绝缘子的计算

第五节 瓷套管

第六节 线路绝缘子

第七节 复合绝缘子

第八节 介质表面脏污时的沿面放电和污秽地区绝缘

第九节 大气条件对外绝缘放电电压的影响

第十节 海拔高度对外绝缘放电电压的影响

第四章 绝缘配合

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2 和支撑课程目标 3，通过本章学习，了解电力系统的过电压以及绝缘配合中涉及到的避雷器，理解绝缘配合的概念及方法，达成以下目的：

1. 能够了解电力系统过电压的类型及主要过电压的机理（支撑课程目标 1、2）；
2. 能够了解避雷器的分类及发展，掌握氧化锌避雷器的特点（支撑课程目标 1、2）；
3. 能够理解并分析绝缘配合的概念和方法（支撑支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：电力系统过电压的类型及主要过电压的机理，避雷器的分类及发展，氧化锌避雷器的特点，分析绝缘配合的概念和方法。

难点：变电站绝缘配合的原则和方法。

【教学内容】

第一节 概述

第二节 过电压

第三节 绝缘配合的原则

第四节 绝缘配合方法

第五节 架空输电线路绝缘水平的确定

第五章 六氟化硫气体绝缘

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2、3 通过本章学习，掌握六氟化硫的放电机理、特性以及与空气放电的区别于联系，达成以下目的：

1.能够掌握均匀及稍不均匀电场中六氟化硫的击穿过程和特点（支撑课程目标 1、2）；

2.能够掌握极不均匀电场中六氟化硫的击穿以及六氟化硫气体的冲击击穿特性（支撑课程目标 1、2）；

3. 能够将六氟化硫的放电机理应用到分析 GIS 中的某些结构的绝缘分析（支撑支撑课程目标 3）；

【重点与难点】

重点：均匀及稍不均匀电场中六氟化硫的击穿机理，极不均匀电场中六氟化硫的击穿机理，六氟化硫气体的冲击击穿特性，以及上述三者与空气的不同与联系。

难点：与空气放电的不同和相同点及其机理分析。

【教学内容】

第一节 引言

第二节 均匀及稍不均匀电场中六氟化硫的击穿

第三节 极不均匀电场中六氟化硫的击穿

第四节 六氟化硫气体的冲击击穿特性

第五节 六氟化硫气体中沿固体介质表面的放电

第六节 含六氟化硫的混合气体

第六章 液体、固体电介质的电气性能

本章教学内容支撑课程目标 1、2 和支撑课程目标 3，通过本章学习，工程液体和固体的放电过程，达成以下目的：

1. 能够掌握液体电介质的击穿机理和固体电介质的放电与发展过程（支撑课程目标 1、2）；
2. 能够利用液体固体的放电机理和特点，理解变压器绝缘的结构特点和绝缘特性（支撑支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：液体电介质的击穿机理和固体电介质的放电与发展过程。

难点：利用液体、固体的放电机理理解变压器的绝缘结构和绝缘特性。

【教学内容】

第一节 液体、固体电介质的极化、电导与损耗

第二节 液体电介质的击穿

第三节 固体电介质的击穿

第四节 电介质的其他性能

第七章 电力电容器和电力电缆绝缘

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑支撑课程目标 3，通过本章学习，掌握电力电容器和电力电缆的结构、绝缘特性，达成以下目的：

1. 能够分析电力电容器的结构和绝缘分析（支撑支撑课程目标 3）；
2. 能够分析电缆、尤其是交联聚乙烯电缆的绝缘结构及其绝缘特点和作用（支撑支撑课程目标 3）；

【重点与难点】

重点：电力电容器的结构、电场分布；电力电缆的分类，交联聚乙烯电缆的结构和作用。

难点：从电场角度分析交联聚乙烯电缆的终端和接头的电场分布以及结构。

【教学内容】

第一节 电力电容器

第二节 电力电缆

第八章 高压套管和高压互感器绝缘

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑支撑课程目标 3，通过本章学习，掌握高压套管的分类、结构以及绝缘分析，达成以下目的：

1.能够运用所学知识分析高压套管的绝缘结构，以及理解变压器套管的设计原则（支撑支撑课程目标 3）；

【重点与难点】

重点：高压套管的分类、结构、设计原则及基本设计过程，了解高压电流互感器。

难点：高压套管的基本设计过程。

【教学内容】

第一节 高压套管

第二节 高压电流互感器绝缘

第九章 变压器绝缘

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑支撑课程目标 3，通过本章学习，掌握变压器基本结构，以及结构相关的绝缘因素，掌握变压器基本绝缘结构和过电压基本分析思路，达成以下目的：

1.能够运用绝缘配合、液体击穿和过电压的知识，分析变压器绕组结构，分析变压器的绝缘结构及机理，明确变压器过电压的基本分析思路（支撑支撑

课程目标 3)。

【重点与难点】

重点：变压器基本结构，以及结构相关的绝缘因素，掌握变压器基本绝缘结构，绝缘措施等。

难点：对绝缘措施（结构）进行逻辑分析。

【教学内容】

第一节 电力变压器绝缘

第十章 绝缘试验

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 3，通过本章学习，了解预防性试验和破坏性试验的基本知识，达成以下目的：

1.能够了解预防性试验和破坏性试验的基本类型以及基本原理（支撑课程目标 3）；

2.能够为以后关于高电压试验技术打下基础（支撑课程目标 3）；

3.课程总结，从宏观总结本学科、本行业以及社会发展的关系，与绪论前后呼应（支撑课程目标 4、5）。

【重点与难点】

重点：预防性试验和破坏性试验的基本类型以及基本原理。

难点：原理理解。

【教学内容】

第一节 绝缘电阻测量

第二节 介质损失角正切值($\tan\delta$)的测量

第三节 电压分布的测量

第四节 局部放电测量

第五节 绝缘油的电气试验和气相色谱分析

第六节 耐压试验

第七节 绝缘在线监测

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	绪论及第一章	静电场与绝缘的关系, 以及绝缘与电力系统发展的关系	通过为什么绝缘课程讲电场而不讲磁场, 理解绝缘的关系分析, 理解主要矛盾。同时介绍我国电力系统的发展。	引导学生在处理问题时, 要抓住问题的主要矛盾。介绍我国电力系统的发展, 特高压电网的建设和运行在世界范围中的地位, 增强民族自豪感和自信心。
2	第二章	气体放电	气体放电中游离和去游离的过程, 电荷产生和消失。	引导学生理解任何事物都有一个平衡, 而且是动态平衡。要以动态平衡的眼光看问题
3	第二章	汤逊理论、流注理论以及先导放电	不同放电中的层层递进关系	引导学生抓住事物产生的主要矛盾, 同时要兼顾全面性。
4	第三章	沿面放电	滑闪的产生是从电晕开始的	引导学生认识到看似不起眼的小事物, 有可能导致严重的后果。勿以善小而不为, 勿以恶小而为之。
5	第四章	绝缘配合	绝缘配合是至少两个方面的事情, 统计法中没有绝对的事情。	引导学生思考问题要全面, 分析矛盾的两个对立面。要认识到不能走极端, 不能把问题往绝对、完美去做, 应该接纳自己的不完美。
6	第五章	六氟化硫气体击穿特性	通过对比同样是气体的空气和六氟化硫放电的特性, 深挖细节。	引导学生在考虑和分析问题的时候, 不能想当然认为某些相同方面(比如空气和六氟化硫都是气体)就得出同样的结论, 要善于从本质(二者的分子水平)分析问题, 分析细节背后的原因。
7	第六章	液体和固体电气性能	理解工程液体和固体的放电的起因是杂质	引导学生要树立和正确的三观, 不能因为一点问题而改变自己的三观, 突破口往往就是从

				“杂质”开始的。
8	第七章	电力电缆的结构	理解电缆结构的复杂性	引导学生认识到任何问题都不是一蹴而就的，遇到问题解决问题，最终形成一个完整的解决方案。
9	第八章	高压套管	电容式高压套管可能出现的问题	近年来高压套管出现的问题，引导学生重视制造，重视工艺，制造业才是社会经济的根本。
10	第九章	变压器绝缘	分析冲击电压下变压器的绝缘问题	引导学生思考问题要全面，每个细节（每匝）都有相互之间看不见的关系。
11	作业和考试		在作业、考试抄袭，该项记零分。	应遵守学术诚信，诚实做人。

七、学时分配表

序号	章节	章节内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	第1章	高电压绝缘技术中的静电场	2								2
2	第2章	气体击穿的理论分析和空气间隙绝缘	8								8
3	第3章	气体中的沿面放电和高压绝缘子	8								8
4	第4章	绝缘配合	6								8
5	第5章	六氟化硫气体绝缘	8								6
6	第6章	液体、固体电介质的电气性能	6								6
7	第7章	电力电容器和电力电缆绝缘	4								4
8	第8章	高压套管和高压互感器绝缘	2								2
9	第9章	变压器和高压电机绝缘	2								2
10	第10章	绝缘试验	2								2
合计			48								48

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：考勤和作业等。期末考核采取开卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，期末考核成绩占总成绩的 80%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
开卷考试 (80%)	课程目标 1、2	55	100
	课程目标 3	45	
平时考核 (20%)	课程目标 4	50	100
	课程目标5	50	

【平时考核环节评分标准】

考核得分 考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
口头作业	对有关概念、方法运用较差，不能正确解答作业中的问题	能运用有关概念、方法，基本正确解答作业中的问题	能运用有关概念、方法，较好的解答作业中的问题	能灵活运用有关概念、方法，非常正确解答作业中的问题

【平时考核环节权重】

课程目标 考核环节	课程目标 1、2	课程目标 3	课程目标 4、5	合计
口头作业	50	50		100
考勤			100	100
合计	50	50		100

【考试环节权重】

权重 章节	课程目标 1、2	课程目标 3	课程目标 4、	合计

			5	
绪论及第 1 章	8		2	10
第 2 章	10			10
第 3 章	5	5		10
第 4 章	5	5		10
第 5 章	5	5		10
第 6 章	5	5		10
第 7 章		10		10
第 8 章		10		10
第 9 章		10		10
第 10 章		8	2	10
合计	40	60		100

九、教材及参考资料

【教材】

3. 严璋、朱德恒，高电压绝缘技术(第 3 版)，北京：中国电力出版社，2015
(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)
4. 严璋、朱德恒，高电压绝缘技术(第 2 版)，北京：中国电力出版社，2000
(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)

5. 【参考资料】

梁曦东、周远翔、曾嵘，高电压工程（第 2 版），北京：清华大学出版社，2015

山东大学电气工程学院

《电力系统过电压》理论课程教学大纲

编写人：赵彤

审定人：李清泉

编制时间：2020年4月

审定时间：2020年5月

一、课程基本信息：

课程名称	电力系统过电压				
英文名称	Power System Overvoltage				
课程编码	sd01931330				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	2.5	总学时	授课	上机	实验
		40 学时	40 学时		
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	电路、电气工程基础、电磁场				
课程网站					

二、课程描述

【课程中文简介】

《电力系统过电压》是电气工程及其自动化专业高电压与绝缘技术模块的一门重要专业选修课，是一门理论性和实践性都很强的课程。本课程的任务是使学生了解和掌握集中参数及分布参数电路的暂态及稳态分析方法，以及产生过电压的机理；掌握过电压保护装置的原理及其应用；掌握电力系统过电压保护的基本方法，有分析和解决工程问题的能力，并能理解相关规程。通过本课程的

学习，为学生今后从事高电压工程领域的研究和技术工作打下必要的专业基础。

【课程英文简介】

Power System Overvoltage is an important elective course for high voltage and insulation technology module of electrical engineering and automation major, which is both theoretical and practical. The task of this course is to enable students to understand and master the transient and steady-state analysis methods of centralized and distributed parameter circuits, as well as the mechanism of overvoltage generation. Master the principle and application of overvoltage protection device; Master the basic methods of power system overvoltage protection, have the ability to analyze and solve engineering problems, and have some understanding of related regulations. The study of this course will lay a necessary professional foundation for students to engage in the research and technical work in the field of high voltage engineering in the future.

三、课程目标

通过该课程的学习，学生能够掌握过电压保护装置的原理及其应用，掌握电力系统过电压保护的基本方法，培养学生应用过电压基本原理分析方法对实际工程问题进行设计、优化、分析的能力，通过讨论、项目汇报等培养学生的创新意识与解决实际系统中复杂过电压问题的能力。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	能够掌握过电压产生机理的分析方法，掌握过电压保护装置的原理及其应用方法，能够设计满足特定需求的过电压保护系统。	运用电磁暂态分析基本方法，讲授集中参数及分布参数电路中的暂态过程、变压器和电机绕组内的暂态过程，通过课堂提问、讨论、作业及答疑等进一步巩固电磁暂态分析方法的掌握和运用，能对具体的过电压问题进行分析和优化。
目标 2	能够掌握电力系统过电压保护的基本方法，理解相关规程，并能够应用电磁暂态仿真软件分析和解决实际电力系统中的复杂过电压工程问题，为从事该领域的相关工作打下必要的专业基础。	掌握电力系统过电压基本概念及分析方法的基础上，通过与电力系统过电压应用相关的项目式作业辅助材料，阅读工程标准、外文文献、科技著作等，了解该领域的研究热点；通过小组合作完成项目式作业，课堂提问、讨论和答疑，实现合作及有效沟通和交流。
目标 3	理解和比较电力系统过电压理论发展概况及应用前景，了解该理论应	掌握电力系统过电压基本概念及计算分析方法的基础上，通过与理论应用相关的项

	用与环境及行业发展的关系，能够阅读电力系统过电压相关资料，通过小组合作形式分析研究具体电力系统过电压工程问题并进行交流和汇报。	目式作业辅助材料，阅读外文教材、外文文献、科技著作等，了解电力系统过电压应用的热点；通过小组合作完成项目式作业，课堂提问、讨论、和答疑，实现合作及有效沟通和交流。
--	---	---

【课程目标与毕业要求的对应关系】

课程目标 毕业要求	目标 1	目标 2	目标 3
2.3 能应用基本原理和专业知识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。	M		
2.4 能应用基本原理和专业知识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。	M		
4.1 能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析电气工程领域复杂工程问题的解决方案。		M	
7.1 能够知晓和理解环境保护和可持续发展的理念和内涵；能够认识电气工程在环境保护和可持续发展中的作用。			M

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

板书与多媒体相结合。

2. 课程内容：

《电力系统过电压》是电气工程及其自动化专业（高电压及绝缘技术方向）必修专业课。电磁暂态分析的理论基础，介绍集中参数电路和分布参数长线路中暂态过程的基本计算方法、变压器绕组和电机绕组中电磁波传播的分析方法；雷电过电压，介绍电力系统防雷保护计算中涉及的雷电参数、电力系统中应用的防雷保护装置、输电线路直击雷过电压和感应雷过电压的形成机理和计算方法、变电站直击雷过电压和侵入波过电压的防护；内部过电压，介绍各种内部过电压的产生机理、过电压的性质和特点、过电压的危害性和抑制措施；介绍电力系统过电压的数值计算方法和电磁暂态仿真计算程序；电力系统绝缘配合，介绍绝缘配合的原则和方法、输电线路绝缘子串的片数选择和电气设备试验电

压的确定。

3. 作业:

主要为课后习题, 促进学生理解课堂内容, 能模仿例题演算习题, 巩固所学知识。

4. 拓展项目

采用密切联系工程实际的项目, 促进学生根据所掌握的课程知识, 对问题进行分析, 计算, 应用所学知识解决实际问题, 建立团队合作。

五、课程教学内容

第一章 绪论 (2 学时)

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1, 通过本章学习, 理解电力系统过电压的基本概念、其对电力系统安全运行的危害及电力系统过电压的分类, 了解本课程的主要学习内容及学习方法。

【重点与难点】

重点: 能够明细电力系统过电压对电气工程专业的意义。

难点: 理解过电压的危害及其分类。

【教学内容】

电力系统过电压的学习意义、学习内容和学习方法。

第二章 集中参数电路中的暂态过程 (2 学时)

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1, 通过本章学习, 掌握电感性电路、电容性电路及振荡电路中的暂态过程, 了解电阻对振荡电路的阻尼作用, 理解电力系统过电压产生的根本原因, 并掌握最大过电压幅值的简单估算方法。

【重点与难点】

重点: 电力系统过电压产生的根本原因。

难点: 振荡电路中暂态过程的分析方法。

【教学内容】

电感性电路、电容性电路及振荡电路中的暂态过程, 了解电阻对振荡电路的阻

尼作用，理解电力系统过电压产生的根本原因，最大过电压幅值的简单估算方法。

第三章 长线路中的暂态过程（4学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，理解单根无损导线中行波波动方程及其解的物理意义、行波的折射与反射分析方法；理解行波通过串联电感和并联电容时电压波时间和空间陡度的变化；理解波沿平行多导线系统传播的分析方法。

【重点与难点】

重点：行波的折射与反射分析方法。

难点：波沿平行多导线系统传播的分析方法。

【教学内容】

单根无损导线中行波波动方程及其解的物理意义、行波的折射与反射分析方法；行波通过串联电感和并联电容时电压波时间和空间陡度的变化；波沿平行多导线系统传播的分析方法。

第四章 雷电参数及防雷措施（4学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，了解雷电放电过程和雷电参数，掌握避雷针和避雷线保护范围的计算方法，理解避雷器的工作原理，了解几类常用避雷器的结构及特点，了解电力系统接地装置的原理及分类。

【重点与难点】

重点：避雷针和避雷线保护范围的计算方法。

难点：几类常用避雷器的结构及特点，工程设计中的避雷器选型方法。

【教学内容】

雷电放电过程和雷电参数，避雷针和避雷线保护范围的计算方法，避雷器的工作原理，几类常用避雷器的结构及特点，电力系统接地装置的原理及分类。

第五章 输电线路的防雷保护（4学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2，通过本章学习，理解输电线路感应雷过电压和

直击雷过电压的形成原因，掌握输电线路的耐雷水平与雷击跳闸率的计算方法，了解提高线路耐雷水平的措施和输电线路防雷的基本原则和具体措施。

【重点与难点】

重点：输电线路感应雷过电压和直击雷过电压的形成原因。

难点：输电线路的耐雷水平与雷击跳闸率的计算方法。

【教学内容】

输电线路感应雷过电压和直击雷过电压的形成原因，输电线路的耐雷水平与雷击跳闸率的计算方法，提高线路耐雷水平的措施和输电线路防雷的基本原则和具体措施。

第六章 发电厂和变电站的防雷保护（4学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2，通过本章学习，理解发电厂和变电站的直击雷保护方法，掌握避雷器的保护距离及最大电气距离的计算方法，掌握变电站进线段保护措施、变压器与旋转电机防雷措施。

【重点与难点】

重点：避雷器的保护距离及最大电气距离的计算方法。

难点：各电压等级不同类型变电站进线段保护措施。

【教学内容】

输电线路感应雷过电压和直击雷过电压的形成原因，输电线路的耐雷水平与雷击跳闸率的计算方法，提高线路耐雷水平的措施和输电线路防雷的基本原则和具体措施。

第七章 电力系统中的工频过电压（4学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2，通过本章学习，掌握空载长线路的电容效应引起工频电压升高的分析方法，理解系统不对称短路引起的工频电压升高的原因，了解系统甩负荷引起的工频过电压的原因。

【重点与难点】

重点：空载长线路的电容效应引起工频电压升高的分析方法。

难点：系统不对称短路引起的工频电压升高的分析方法。

【教学内容】

空载长线路的电容效应引起工频电压升高的分析方法，系统不对称短路引起的工频电压升高的原因，系统甩负荷引起的工频过电压的原因。

第八章 电力系统中的谐振过电压（6学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 3，通过本章学习，理解线性谐振过电压、铁磁谐振过电压及参数谐振过电压产生的原因，掌握谐振过电压的基本分析方法。

【重点与难点】

重点：消弧线圈补偿网络中的谐振分析方法及其抑制措施。

难点：铁磁谐振过电压产生的原因及其分析方法。

【教学内容】

线性谐振的条件，消弧线圈补偿网络中的谐振，超高压补偿线路中的不对称操作引起的谐振，传递过电压的分析方法，非线性（铁磁）谐振的特点，断线引起的铁磁谐振过电压，电磁式电压互感器饱和引起铁磁谐振过电压，参数谐振过电压的产生原因。

第九章 电力系统中的操作过电压（6学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 3，通过本章学习，理解切/合空载线路（电容）过电压、切空载变压器过电压、间歇电弧接地过电压产生的原因限制措施。

【重点与难点】

重点：切空载变压器过电压产生的原因及其限制措施。

难点：间歇电弧接地过电压产生的原因及其限制措施。

【教学内容】

切/合空载线路（电容）过电压、切空载变压器过电压、间歇电弧接地过电压及电力系统解列过电压产生的原因及限制措施。

第十章 电力系统过电压的数值计算（4学时）

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 3，通过本章学习，了解常用的电力系统仿真软件及其典型应用，理解电力系统过电压数值计算方法的基本原理，掌握电磁暂态

仿真计算软件 EMTP 及其应用；理解绝缘配合的基本概念与原则，掌握线路及设备绝缘水平的确定。

【重点与难点】

重点：电磁暂态仿真计算软件 EMTP 基本操作及其应用。

难点：电力系统过电压数值计算方法的基本原理。

【教学内容】

常用的电力系统仿真软件及其典型应用，理解电力系统过电压数值计算方法的基本原理，掌握电磁暂态仿真计算软件 EMTP 及其应用；绝缘配合的基本概念与原则、线路及设备绝缘水平的确定。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	绪论	电力系统过电压的危害	电力系统过电压引发的电力系统安全问题	引导学生理解电气工程安全关乎社会经济稳定运行，要树立社会责任感和工作使命感。
2	第 2 章	分布参数电路暂态过程本质是电磁波的传播过程	法拉第在实验中发现并总结电磁感应定律	通过挖掘电磁现象和规律中的哲学元素，使学生认识到科学史发展的重要范式是：“反复实验-发现规律-数学表述”，掌握科学的世界观和方法论，为学生在成长过程中奠定科学的思想基础。
3	第 3 章	变压器绕组的内部保护	分析过电压作用下变压器的绝缘问题	引导学生全面思考问题，每个细节都有相互之间看不见的关系。
4	第 4 章	接地装置	接地电阻计算及设计	培养学生对所学知识的融会贯通能力，将已有知识根据实际工况进行融合改进，提升学生热爱科学，勇于创新的思维。
5	第 5 章	输电线路的过电压防护	世界电力工业史上严重的大停电事故“美加大停电”以及 2008 年我国冰雪灾害造成的南方大面积停电等案例分析与思考	培养学生辩证唯物主义思想，用发展的眼光看待、解决工程问题，以及作为国家未来的科研工作者和工程技术人员必须具备的社会责任感，利用自己的专业知识和能力投身祖国建设、服务人民生活。
6	第 6 章	变电站的侵入波防护	避雷器失效后的电气设备损伤	引导学生重视安全生产问题，遵守专业安全规章制度，提高个人职业素养和职业道德。
7	第 7 章	电力系统中的工频过电压	不对称接地引起的工频过电压问题	引导大学生重视基础专业知识的积累与理解，扩展思维思路，延伸基础科学原理的深度应用。
8	第 8 章	电力系统中的谐振过电压	铁磁谐振过电压产生的原因	教育引导大学生从实际问题出发深入理解所学知识，融教于用。

9	第9章	电力系统中的操作过电压	交流电弧的熄灭与重燃存在两种理论，虽都有其片面性，但都从本质上解释了交流电弧的熄灭与重燃过程，互为支撑。	培养大学生能够辩证统一地看待事物的矛盾，即对立统一的法则，解决工程实际问题时要综合考虑多种因素的影响。
---	-----	-------------	--	---

七、学时分配表

章节	内容	学时分配							合计
		课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	
第1章	绪论	2							2
第2章	集中参数电路中的暂态过程	1					1		2
第3章	长线路中的暂态过程	3					1		4
第4章	雷电参数及防雷措施	3						1	4
第5章	输电线路的防雷保护	4							4
第6章	发电厂和变电站的防雷保护	3					1		4
第7章	电力系统中的工频过电压	4							4
第8章	电力系统中的谐振过电压	4					1	1	6
第9章	电力系统中的操作过电压	4					1	1	6
第10章	电力系统过电压的数值计算	4							4
合计		32					5	3	40

八、考核及成绩评定方式

【考试大纲】

1. 课程性质及要求：

本课程是“电气工程及其自动化”专业的一门专业课，教学过程中采用课堂讲授和实验课相结合的方法，联系生产实践中具体设备讲解概念和基本理论，培养学生的自学能力、分析和解决问题能力及实践能力。教学方法上以传统讲授与多媒体教学手段相结合，以“少而精”为原则，重点介绍高电压技术中的基本物理过程、现象和试验方法，不过多地介绍烦琐的公式推导和试验步骤。开展电子课件的研制，演示波过程、外部过电压和内部过电压的形成过程。适当介绍利用计算机进行过电压计算的方法。

2. 考试内容及要求：

电感性电路、电容性电路及振荡电路中的暂态过程，了解电阻对振荡电路的阻尼作用，理解电力系统过电压产生的根本原因，最大过电压幅值的简单估算方法。单根无损导线中行波波动方程及其解的物理意义、行波的折射与反射分析方法；行波通过串联电感和并联电容时电压波时间和空间陡度的变化；波沿平行多导线系统传播的分析方法。雷电放电过程和雷电参数，避雷针和避雷线保护范围的计算方法，避雷器的工作原理，几类常用避雷器的结构及特点，电力系统接地装置的原理及分类。输电线路感应雷过电压和直击雷过电压的形成原因，输电线路的耐雷水平与雷击跳闸率的计算方法，提高线路耐雷水平的措施和输电线路防雷的基本原则和具体措施。发电厂和变电站的直击雷保护方法，避雷器的保护距离及最大电气距离的计算方法，变电站进线段保护措施、变压器与旋转电机防雷措施。空载长线路的电容效应引起工频电压升高的分析方法，系统不对称短路引起的工频电压升高的原因，系统甩负荷引起的工频过电压的原因。线性谐振过电压、铁磁谐振过电压及参数谐振过电压产生的原因。切/合空载线路（电容）过电压、切空载变压器过电压、间歇电弧接地过电压产生的原因限制措施。

3. 考试形式与试卷结构

- 1) 考试采用开卷、笔试形式。全卷满分为 100 分，考试时间为 120 分钟。
- 2) 试题可采用简答题、论述题、计算题等形式。
- 3) 试题按其难度分为一般难度题、中等难度题和难题。三种试题分值之比约为 4 : 4 : 2。
- 4) 考试内容应该较均匀地覆盖各章，并且能很好的突出重点内容。

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂讨论、课堂测验和拓展项目作业等。期末考核采取开卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 30%，期末考核成绩占总成绩的 70%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
开卷考试 (70%)	课程目标 1	60	100
	课程目标 2	40	

	课程目标 3	0	
平时考核 (30%)	课程目标 1	50	100
	课程目标 2	30	
	课程目标 3	20	

【平时考核环节评分标准】

分值 考核 环节	<60	60-75	75-90	90-100
作业	对过电压的有关概念、计算方法运用较差，不能正确解答作业中的问题	能运用过电压有关概念、计算方法，正确解答各章节作业中的问题	能较好地运用过电压的有关概念、计算方法，正确规范地各章节解答作业中的问题	能灵活地运用过电压的有关概念、各种实用计算方法，正确地各章节解答作业中的问题
测验	不能在规定的时间内解答过电压计算等测试问题，答题不准确	基本能在规定的时间内解答过电压计算等测试问题，答题基本准确	能在规定的时间内，较准确地解答过电压计算等测试问题	能在规定的时间内准确地解答过电压计算等测试问题
课堂讨论	课堂讨论不积极，分析过电压问题能力弱，表达不清晰	陈述过电压的概念基本准确，能对过电压计算等有关问题参与课堂讨论	能较准确地陈述过电压的概念，积极参与与过电压计算等有关问题课堂讨论	积极参与课堂讨论，正确陈述过电压的概念，分析问题能力较强
拓展项目	不参与项目拓展作业，不了解项目拓展作业内容	对项目内容基本了解，但无法完成项目作业	对项目内容准确了解，能够完成部分项目作业	对项目内容准确了解，能够完成全部项目作业

【平时考核环节权重】

考核	课程目标			合计
	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	
作业	15	10	0	50
考勤讨论	10	10	10	20
测试	15	10	0	25

拓展	10	0	10	5
合计	50	30	20	100

【考试环节权重】

章节	课程目标			
	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
第 1 章 绪论				
第 2 章 集中参数电路中的暂态过程	20	0	0	20
第 3 章 长线路中的暂态过程				
第 4 章 雷电参数及防雷措施	10	5	0	15
第 5 章 输电线路的防雷保护	10	5	0	15
第 6 章 发电厂和变电站的防雷保护	5	5	0	10
第 7 章 电力系统中的工频过电压	5	5	0	10
第 8 章 电力系统中的谐振过电压	5	10	0	15
第 9 章 电力系统中的操作过电压	5	5	0	10
第 10 章 电力系统的绝缘配合	0	5	0	5
合计	60	40	0	100

九、教材及参考资料

【教材】

《电力系统过电压》，鲁铁成。中国水利电力出版社，2009。

【参考书】

1. 《电力系统过电压（第二版）》，谢广润。中国电力出版社，2018。
2. 《电力系统过电压计算》，施围，郭洁。高等教育出版社，2006。
3. 《交流电力系统：过电压防护及绝缘配合》，许颖，徐士珩。中国电力出版社，2006。

4. 《电力系统内部过电压保护及实例分析》，平绍勋。中国电力出版社，2006。

山东大学电气工程学院

《高电压试验技术》理论课程教学大纲

编写人：刘洪顺

审定人：李清泉

编制/修订时间：2020年4月

审定时间：2020年5月

一、课程基本信息

课程名称	高电压试验技术				
英文名称	High voltage testing technology				
课程编码	sd0193201910				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修				
学分	2.5	总学时	授课	上机	实验
		40 学时	40 学时		
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	电路、电气工程基础、电力电子				
课程网站	http://course.sdu.edu.cn/G2S/Template/View.aspx?action=view&courseType=0&courseId=4501				

二、课程简介

【课程中文简介】

《高电压试验技术》是电气工程及其自动化专业的一门专业类课程限选课。高电压试验技术与脉冲功率技术、激光技术、高压加速器和高能物理等技术密切相关。本课程前 8 章讲述高电压试验设备及相应的测量装置，内容包括交流高压、直流高压、雷电冲击电压、操作冲击电压和冲击电流的测试。第 9 章专门讨论高电压实验室设计中的一些技术问题。第 10 章分别叙述了高电压预防性试验。本课程着重讲清试验设备和测量装置的工作原理，并提供设计和选择这

些设备与装置的方法，同时还介绍了最新的国家标准和 IEC 的有关规定。

【课程英文简介】

High-voltage Test Technology is a limited course for electrical engineering and automation majors. High voltage testing technology is closely related to pulse power techniques, laser technology, high-voltage accelerator and high energy physics. The early 8 chapters of our course describe the high-voltage testing equipment and the corresponding measuring equipment, which include the test of AC high-voltage, DC high-voltage, lightning impulse voltage, switching impulse voltage and impulse current. Chapter 9 discusses the technical problem for the design of high voltage laboratory. Chapter 10 describes the high-voltage preventive test respectively. Our course focuses on the working principles of test and measuring equipment, also offers the method of designing and selecting these equipment and device, meanwhile introduces the up to date national standard and relevant regulations of IEC.

三、课程目标

通过该课程的学习，学生能够掌握高电压试验的基本原理和试验装置、测试技术优化设计方法，培养学生应用高电压试验技术对实际试验和测试过程问题进行设计、优化、分析的能力，通过讨论、项目汇报等培养学生的创新意识与解决高电压试验复杂问题的能力。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	掌握高电压试验技术（工频耐压、直流耐压、冲击耐压和高电压绝缘测试技术）的基本试验和测试理论知识，形成完整的高电压试验理论体系，具备对高电压相关电气工程领域复杂工程问题进行分析的能力。	运用高电压试验模型等值电路，讲授工频耐压、直流耐压、冲击耐压和高电压绝缘测试技术的原理基本知识，通过课堂提问、讨论、作业及答疑等进一步巩固基本试验原理的掌握和运用，能对具体的高电压试验问题进行分析 and 优化。
目标 2	能够运用所学知识将实际工程问题抽象为等值试验结构的设计工艺流程，求解和分析试验输出结果；通过基本理论的知识以及环境和行业发展现状，创新性地解决高电压试验复杂问题，设计满足特定需求的高电压产生和测试的系统。	将已学习的电气工程基础、电力电子和电路等相关知识进行深化，引导学生对各类高电压试验产生装置及测试系统进行建模分析，建议学生通过查阅相关资料进行自主学习，加深理解项目式作业背景；通过课堂提问、讨论、作业及项目式作业等进一步巩固对高电压试验与测试知识和计算

		方法的理解与掌握
目标 3	能够理解高电压试验技术相关的科学原理和科学方法，针对现实过程中遇到的复杂高电压试验问题，设计高电压实验、分析与解释试验产生的测量结果、并通过结构优化和数据分析得到合理有效的实验回路和测量方案。	掌握高电压试验技术基本概念及分析方法的基础上，通过与高电压试验应用相关的项目式作业辅助材料，阅读工程标准、外文文献、科技著作等，了解高电压试验理论应用的热点；通过小组合作完成项目式作业，课堂提问、讨论和答疑，实现合作及有效沟通和交流。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标	目标 1	目标 2	目标 3
	2.1 能够运用数学、自然科学和工程科学的基本原理识别和判断复杂电气工程问题的关键环节。		M	
3.1 掌握电气工程领域工程设计和产品开发的全周期、全流程的基本方法和技术，并根据技术需求分析影响设计目标和技术方案的各种因素。			H	
3.2 针对电气工程领域复杂工程问题，能够设计/开发满足特定需求的单元（部件）、系统（装置）或工艺流程，并体现创新意识。				M
3.3 能够在设计/开发过程中综合考虑安全、健康、法律、文化及环境等制约因素。			H	
4.1 能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析电气工程领域复杂工程问题的解决方案；				L
6.2 能够分析和评价电气工程实践和电气工程领域复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，以及这些制约因素对项目实施的影响，并理解应承担的责任。		M		

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

板书与多媒体结合

2. 课程内容:

本课程是电气工程及其自动化专业专业类课程(限选), 是对先修课程电路、电气工程基础、电力电子所学知识的综合应用和进一步深化, 应用以上课程知识掌握高电压的产生和测试技术, 内容包括交流高压、直流高压、雷电冲击电压、操作冲击电压和冲击电流的产生与测试, 介质损耗和介质内部局部放电的测量, 高电压实验室设计。在教学中既要注意与基本理论的知识以及环境和行业发展现状的联系、综合、深入, 也要注意避免在原理层次上的重复, 重点应放在基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行分析和研究。

3. 作业:

主要为课后习题, 促进学生理解课堂内容, 能模仿例题演算习题, 巩固所学知识。

十三、课程教学内容

第零章 绪论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2 和 3, 通过本章学习, 了解高电压试验技术的发展概况及课程学习要求, 达成以下目的:

- 1.能够正确描述高电压试验技术发展的历史;
- 2.能够列举高电压试验技术在电气工程中的应用;
- 3.能够理解高电压试验技术在生产与生活中的重要地位, 增强民族自豪感和学好本课程的历史使命感;
- 4.了解学习本课程的基本要求和方法。

【重点与难点】

重点: 理解高电压试验技术的发展历史, 掌握高电压试验技术应用的场景, 能够明晰高电压试验技术对电气工程专业和国民经济的意义。

难点: 理解高电压试验技术与其他相关学科的关系, 知道日常生活中的各种与高电压试验技术应用的场景。

【教学内容】

- 一、高电压试验技术的发展史
- 二、高电压试验技术的应用
 1. 研究高电压技术的基本手段；
 2. 保证电力系统安全可靠运行的重要措施；
 3. 高电压技术在其他领域中应用的基础。
- 三、本课程的主要内容
- 四、本课程的学习方法

第 1 章 交流高压试验设备

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2 和 3，通过本章学习交流高压试验的产生设备及其基本原理，达成以下目的：

1. 掌握交流高压试验的产生设备及其基本原理
2. 能够设计针对交流高压试验问题的解决方案，设计满足交流高电压试验需求的系统
3. 能够采用科学方法对交流高电压试验问题进行研究，包括优化设计方案、分析与解释试验数据。

【重点与难点】

重点：串级高压试验变压器、高电压试验变压器的调压装置的基本原理。

难点：试验变压器输出电压的升高及波形畸变、交流高压串联谐振试验设备。

【教学内容】

第一节 概述

高压试验变压器的特点、试验变压器与电力变压器的差异

第二节 高电压试验变压器的结构型式及主要参数

试验变压器试验接线、高电压试验变压器的结构型式、试验变压器的主要

参数、试验变压器容量的计算、各种试验对试变容量和电流的要求

第三节 串级高压试验变压器

串级试变的基本原理及几种串级方式、降低试验变压器短路电抗的内部结构措施、自耦式串级试验变压器短路电抗计算、串级试验变压器的优缺点

第四节 高电压试验变压器的调压装置

对调压的基本要求、调压设备的分类、

第五节 试验变压器输出电压的升高及波形畸变

“容升”原理、串联谐振过电压、试品闪络引起的恢复过电压、防止试品闪络的恢复过电压的措施、试验变压器的波形失真及改善措施、波形失真的原因及改善措施

第六节 交流高压串联谐振试验设备

交流高压串联谐振试验原理、调谐电感使用方法、交流高压串联谐振的工频耐压试验特点

第七节 用高压试验变压器产生操作冲击波的方法

第 2 章 交流高电压的测量

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2 和 3，通过本章学习交流高压试验的测量设备及其基本原理，达成以下目的：

1. 掌握交流高压试验的测量设备及其基本原理
2. 能够设计针对交流高压试验测量问题的解决方案，设计满足交流高电压试验测量需求的系统
3. 能够采用科学方法对交流高电压试验测量问题进行研究，包括优化设计测量方案、分析与解释试验测量数据。

【重点与难点】

重点：球隙测量原理及应用、静电电压表原理及应用、高压交流分压器原理及应用、峰值电压表原理及应用。

难点：影响球隙放电的主要因数和关于测量的规定、交流分压器测量误差分析。

【教学内容】

第一节 概述

测量系统分类

第二节 测量球隙

球隙测量原理、用球隙测量电压需注意的问题、球和球隙的结构布置、影响球隙放电的主要因数和关于测量的规定、用途范围与测量方法、接线和保护电阻的作用、球隙测量高电压的优缺点

第三节 静电电压表

定义与概念、工作原理、类型和结构、

第四节 高压交流分压器及充气标准电容器

高压交流分压器基本接线、高压分压器的基本要求、交流分压器测量误差分析、交流电容分压器

第五节 峰值电压表

利用电容电流整流测量峰值电压、利用电容器上的整流充电电压测量峰值电压

第 3 章 直流高电压试验设备

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2 和 3，通过本章学习直流高压试验的产生设备及其基本原理，达成以下目的：

1. 掌握直流高压试验的产生设备及其基本原理
2. 能够设计针对直流高压试验问题的解决方案，设计满足直流高电压试验需求的系统
3. 能够采用科学方法对直流高电压试验问题进行研究，包括优化设计方案、分析与解释试验数据。

【重点与难点】

重点：硅堆的电压分布和均压措施、直流高压串级发生器。

难点：硅堆的电压分布、硅堆的均压措施、直流串级发生器减小脉振压降的途径。

【教学内容】

第一节 简单整流回路

保护电阻 R 的作用、半波整流电路（无负荷）、半波整流电路（有负荷）、直流高压的基本参数、整流电路的计算

第二节 高压硅堆

高压硅堆基本参数、高压硅堆使用中的问题

第四节 硅堆的电压分布和均压措施

硅堆的电压分布、硅堆的均压措施

第五节 倍压整流电路

半波整流叠加倍压电路、直流串级发生器基本倍压电路

第六节 直流高压串级发生器

工作原理、无负荷时的稳态分析、有负荷时的电路分析、输出电压纹波、输出电压压降、直流串级发生器减小脉振压降的途径、小型直流高压串级发生器

第 4 章 直流高电压的测量

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2 和 3，通过本章学习直流高压试验的测量设备及其基本原理，达成以下目的：

1. 掌握直流高压试验的测量设备及其基本原理
2. 能够设计针对直流高压试验测量问题的解决方案，设计满足直流高电压试验测量需求的系统
3. 能够采用科学方法对直流高电压试验测量问题进行研究，包括优化设计测量方案、分析与解释试验测量数据。

【重点与难点】

重点：测量间隙、静电电压表、电阻分压器、桥式电阻分压器原理及其应用。

难点：高压电阻设计、阻值不稳原因及改进措施，桥式电阻分压器特点。

【教学内容】

第一节 概述

国家标准规定、测量设备

第二节 测量间隙

棒-棒空气间隙、球-球空气间隙

第三节 静电电压表

仪器指示值、测量的扩展不确定度

第四节 电阻分压器

串接毫安表来测量直流高压接线图、高压电阻设计、阻值不稳原因及改进措施、阻值的选择

第五节 桥式电阻分压器

工作原理、特点

第六节 测量系统的比对和校准

第 5 章 冲击电压发生器

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2 和 3，通过本章学习冲击高压试验的产生设备及其基本原理，达成以下目的：

1. 掌握冲击高压试验的产生设备及其基本原理
2. 能够设计针对冲击高压试验问题的解决方案，设计满足冲击高电压试验需求的系统
3. 能够采用科学方法对冲击高电压试验问题进行研究，包括优化设计方案、分析与解释试验数据。

【重点与难点】

重点：发生器的功用和冲击电压波形，高效回路串联放电的等效回路、考虑电感作用后的简化回路分析、改善同步性能的措施。

难点：发生器放电回路的数学分析、内部放电时间常数的要求，陡波前冲击电压的产生。

【教学内容】

第一节 发生器的功用和冲击电压波形

冲击电压发生器的功用、冲击电压的波形、发生器标称电压与被试设备额定电压间关系。

第二节 冲击电压发生器的基本原理

基本要求、马克斯回路原理、双边充电的冲击电压发生器、高效回路串联放电的等效回路、冲击电压发生器的技术特性指标。

第三节 发生器放电回路的数学分析

基本分析、简化回路的近似分析、半峰值时间计算、考虑电感作用后的简化回路分析。

第四节 冲击电压发生器的充电回路

几种充电回路介绍、充电时间分析、内部放电时间常数的要求、充电变压器的要求

第五节 冲击电压发生器的同步

同步的概念、基本回路、高效回路、改善同步性能的措施、

第六节 改善同步性能的措施

第七节 冲击电压发生器的结构

设计要求、结构分类、对电容器的要求、阻尼绕组、波前电阻和波尾电阻的要求

第八节 冲击电压发生器设计计算举例

第九节 雷电冲击截断波的产生

产生截波的基本回路、利用球间隙调节发生器输出波方法、利用可控制的球间隙方法

第十节 陡波前冲击电压的产生

应用领域、基本措施、基本原理。

第 6 章 冲击高电压的测量

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2 和 3，通过本章学习冲击高压试验的测量设备及其基本原理，达成以下目的：

1. 掌握冲击高压试验的测量设备及其基本原理
2. 能够设计针对冲击高压试验测量问题的解决方案，设计满足冲击高电压试验测量需求的系统
3. 能够采用科学方法对冲击高电压试验测量问题进行研究，包括优化设计测量方案、分析与解释试验测量数据。

【重点与难点】

重点：峰值测量和波形记录、用球隙测量冲击电压。

难点：冲击测量系统的转移特性。

【教学内容】

第一节 概述

峰值测量和波形记录

第二节 用球隙测量冲击电压

测量冲击电压幅值、如何减小分散性、球的保护电阻作用、50%放电电压值

第三节 冲击电压分压器

示波器的量程、基本概念、构成及接线原则、冲击测量系统的转移特性

第四节 高电压测量的抗干扰措施

电磁干扰的主要来源及防止措施、抗干扰综合措施实例

第7章 冲击电流发生器

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2 和 3，通过本章学习冲击电流试验的产生设备及其基本原理，达成以下目的：

1. 掌握冲击电流试验的产生设备及其基本原理
2. 能够设计针对冲击电流试验问题的解决方案，设计满足冲击大电流试验需求的系统
3. 能够采用科学方法对冲击大电流试验问题进行研究，包括优化设计方案、分析与解释试验数据。

【重点与难点】

重点：冲击电流发生器的基本原理、冲击电流发生器的结构。

难点：发生器的电流幅值和波形调节。

【教学内容】

第一节 概述

标准冲击电流波形、标准冲击电流波形容许偏差

第二节 冲击电流发生器的基本原理

冲击电流发生器回路、冲击电流发生器原理介绍

第三节 冲击电流发生器的结构

基本考虑因素、冲击电流发生器回路、冲击电流发生器电容器的保护

第四节 发生器的电流幅值和波形调节

第五节 冲击电流方波发生器

第六节 冲击电流发生器的恒流充电

第8章 冲击电流的测量

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、2 和 3，通过本章学习冲击电流试验的测量设备及其基本原理，达成以下目的：

1. 掌握冲击电流试验的测量设备及其基本原理
2. 能够设计针对冲击电流试验测量问题的解决方案，设计满足冲击大电流试验测量需求的系统
3. 能够采用科学方法对冲击大电流试验测量问题进行研究，包括优化设计测量方案、分析与解释试验测量数据。

【重点与难点】

重点：分流器、罗格夫斯基线圈基本原理及其应用。

难点：分流器设计所考虑因素、罗格夫斯基线圈特点。

【教学内容】

第一节 概述

测量系统精度、测量方法

第二节 分流器

等效回路、基本要求、结构形式、设计所考虑因素、冲击电流的测量回路

第三节 罗格夫斯基线圈

特点、采用 LR 积分、采用 RC 积分、结构

第 9 章 高压实验室

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和 2，通过本章学习高压实验室主要设备及设计需要考虑的因素，达成以下目的：

1. 掌握高压实验室主要设备及参数
2. 能够设计高压实验室净空距离、屏蔽和接地
3. 掌握高压实验室的安全规则

【重点与难点】

重点：高压实验室主要设备及参数。

难点：高压实验室净空距离、屏蔽和接地。

【教学内容】

第一节 主要设备及参数

第二节 高压实验室净空距离

第三节 高压实验室的屏蔽

第四节 高压实验室的屏蔽

第 10 章 高电压预防性试验

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和 2，通过本章学习高电压预防性试验技术，达成以下目的：

1. 掌握高电压预防性试验的基本原理和概念
2. 能够开展高电压预防性试验

【重点与难点】

重点：绝缘电阻、吸收比和泄漏电流的测量、局部放电的测量。

难点：局部放电的测量。

【教学内容】

第一节 绝缘电阻、吸收比和泄漏电流的测量

第二节 介质损耗角正切的测量

第三节 局部放电的测量

第四节 电压分布的测量

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	绪论	高电压试验技术发展史	从高压的直流输电，到高压的交流输电，再到高压的直流输电	引导学生理解掌握辩证发展，科学技术与创新的关系。
2	绪论	高电压试验的安全要求	西瓜通电放电的视频过程	引导学生重视安全问题，遵守规则与秩序，增强法律意识和职业责任感。

3	第1章	试验变压器的容量计算方法	试验变压器的容量选择不仅与容量有关系，还与电压、电流有关系	要用联系的视角和眼光看待问题和世界
4	第2章	测量系统的误差要求	任何测量系统都会有测量误差	没有最好，只有更好。人类的发展就是不断再自我超越的过程，无限的接近我们的目标
5	第3章	硅堆的电压分布和均压措施	即使采完全一模一样的硅堆，硅堆的电压分布也不是不均匀的	公平是相对的，没有绝对的公平
6	第4章	桥式电阻分压器	桥式电阻分压器能够克服普通电阻分压器的缺点	需要不断的创新，采用合理的技术，追求科学技术的发展。要热爱科学，勇于创新。
7	第5章	冲击电压发生器	国网电科院开展的青藏高原冲击放电实验	作为一个科研工作者，需要克服各种的客观因素导致的困难，不要被困难打倒。
8	第6章	陡波前冲击电压的产生	陡波前冲击电压技术在军事领域的应用	大量的高端武器装备需要配备冲击高压电源，高电压技术对于国家安全具有重大意义。
9	第7章	高电压测量的抗干扰措施	高电压试验的电磁兼容	我们做人不能干扰别人，同时面对外界的干扰也能保持清醒，做人同样也需要电磁兼容。
10	第8章	高压实验室	高科技领域里的世界第一：中国特高压输电技术，为啥能独步全球？	增强民族自豪感，同时号召同学们为国家电力工业发展贡献力量
11	第9章	预防性试验	高压电力设备的状态评估依赖于预防性试验	与人体一样，高压电力设备的缺陷和故障也需要“治于未病”

七、学时分配表

序号	章节	章节内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	第零章	绪论	4								4
2	第1章	交流高压试验设备	4								4

3	第2章	交流高电压的测量	3					1			4
4	第3章	直流高电压试验设备	3								3
5	第4章	直流高电压的测量	3					1			4
6	第5章	冲击电压发生器	5								5
7	第6章	冲击高电压的测量	4					1			5
8	第7章	冲击电流发生器	3								3
9	第8章	冲击电流的测量	2					1			3
10	第9章	高压实验室	2								2
11	第10章	高电压预防性试验	2					1			3
合计			35					5			40

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂讨论、课堂测验等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 30%，期末考核成绩占总成绩的 70%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (70%)	课程目标 1	55	100
	课程目标 2	45	
	课程目标 3	0	
平时考核 (30%)	课程目标 1	45	100
	课程目标 2	35	
	课程目标 3	20	

【平时考核环节评分标准】

考核得分 考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
习题作业	对高电压试验技术的有关概念、设计方法运用较差，不能正确解答作业中的问题	能运用高电压试验技术有关概念、设计方法，正确解答各章节作业中的问题	能较好地运用高电压试验技术的有关概念、计算方法，正确地规范地各章节解答作业中的问题	能灵活地运用高电压试验技术有关概念、各种实用设计方法，正确地规范地各章节解答作业中的问题

平时测验	不能在规定的时间内解答高电压试验技术设计等测试问题，答题不准确	基本能在规定的时间内解答高电压试验设计等测试问题，答题基本准确	能在规定的时间内，较准确地解答高电压试验设计等测试问题	能在规定的时间内准确地解答高电压试验设计等测试问题
课堂讨论	课堂讨论不积极，分析高电压试验技术设计能力弱，表达不清晰	能陈述高电压试验技术的概念基本准确，能对高电压试验设计等有关问题参与课堂讨论	能较准确地陈述高电压试验技术的概念，积极参与高电压试验的优化设计等有关问题课堂讨论	积极参与课堂讨论，正确陈述高电压试验技术的概念，分析高电压试验优化设计问题能力较强

【平时考核环节权重】

考核环节 \ 课程目标	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
习题作业	25	5	0	30
考勤讨论	0	20	20	30
平时测试	20	10	0	30
合计	45	35	20	100

【考试环节权重】

章节 \ 权重	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
绪论	2	4	1	4
交流高压试验设备	3	4	3	10
交流高电压的测量	3	4	3	10
直流高电压试验设备	3	4	3	10
直流高电压的测量	3	4	3	10
冲击电压发生器	3	4	3	10
冲击高电压的测量	3	4	3	10
冲击电流发生器	3	4	3	10
冲击电流的测量	3	4	3	10
高压实验室	3	4	0	10
高电压预防性试验	3	3	0	6
合计	32	43	25	100

九、教材及参考资料

【教材】

高电压试验技术. 张仁豫等编著. 清华大学出版社, 2018.

【参考书】

1. 周存泽主编. 《高电压技术》. 水利电力出版社.
2. 邱毓昌. 《高电压工程》. 西安交通大学出版社
3. 梁曦东《高电压工程》, 北京, 清华大学出版社
4. 解光润. 《电力系统过电压》, 北京, 水利电力出版社
5. 周泽存, 《高电压技术》, 北京: 水利电力出版社
7. 张伟拔, 《电力系统过电压与绝缘配合》, 北京: 清华大学出版社

山东大学 电气工程 学院

《新能源发电技术》理论课程教学大纲

编写人：王孟夏

审定人：韩学山，张文

编制时间：2014年1月

审定时间：2014年3月

一、课程基本信息：

课程名称	新能源发电技术		
英文名称	New Energy Power Generation Technology		
课程编码	sd01931150		
开课单位	电气工程学院 电力系统研究所		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	2	学时	32
适用专业	电气工程及其自动化专业新能源方向（F方向）		
先修课程	电路理论、电磁场、电机学、电气工程基础		
课程网站	http://www.course.sdu.edu.cn/G2S/Template/View.aspx?action=view&courseType=1&courseId=5903&ZZWLOOKINGFOR=G		

二、课程描述

在生态环境恶化及化石能源日益枯竭的背景下，以风电、光伏发电为代表的新能源发电形式得到了快速发展，本课程旨在使学生掌握新能源发电技术的基本原理，并扩展介绍新能源发电并网及运行调度的相关知识，主要关注风电、光伏发电技术。

The course is designed to equip the students with the knowledge of the energy and environment challenges brought by the fossil fuel usage. To meet the challenges, many efforts are put on using new energy sources. Electric power generation from new energy sources poses new technical issues to power systems including generation

technology, interconnection code and operation management. The course is intended to provide the students on various types of new energy generation realizations with the emphasis on solar energy and wind energy.

三、课程教学目标和教学要求

【教学目标】

在环境保护需求及节能减排政策驱使下，电力系统发电及负荷形式日趋多样化，学习并掌握新能源发电技术的基本理论对适应未来电网发展是十分必要的。以风电、光伏发电为代表的新能源发电由于能源分布广泛、技术成熟，建设周期短的优势已成为当前应用最广泛的两种新能源发电形式，且在未来相当长一段时间内会持续受到关注和优先发展。通过本课程的学习帮助学生建立风电、光伏发电的基本概念体系，掌握风电、光伏发电技术的基本理论，了解新能源发电并网对电力系统运行的影响以及风、光电场规划的基本方法。

【教学要求】

- (1) 对所学知识的基本概念有深入了解。
- (2) 要求能对知识理论具有较全面、完整的了解和掌握，同时能初步理论联系实际。
- (3) 能应用所学知识对风、光资源、电场规划进行综合评价和计算。
- (4) 了解风电及光伏发电的发展趋势，了解新能源接入电网对电力工业、社会经济及环境的影响。

【教学要求与毕业要求指标点的对应关系】

毕业要求		教学要求 1	教学要求 2	教学要求 3	教学要求 4
指标点 5.1	具有本专业领域内至少 1 个专业方向的专业知识、技能与理论，能结合数学、自然科学、工程基础知识，用于解决本专业领域的复杂工程问题。	**	**	***	*
指标点 5.2	了解本专业学科前沿的发展趋势，能够了解，评价该专业领域内理论的进步，工程实践的发展对社会的影响尤其是对环境、社会可持续发展的影响。	*	*	**	***

说明：相关——*，支撑——**，高度支撑——***

四、课程教学内容及学时分配

第一章（12 学时，其中授课 12 学时，研讨 0 学时，实验 0 学时，测试 0 学时）

【教学目标和要求】

通过本章学习使学生掌握风能的特点及计算，风力发电机的组成发电及运行调速原理以及风电场年发电量估算及规划计算方法。

【具体教学内容】

1) 风力发电的发展史；2) 风力机的类型；3) 风力机功率计算；4) 塔架高度对风功率的影响；5) 最大风能效率；6) 风力发电机工作原理；7) 风力机变速恒频控制的实现；8) 平均风功率的计算方法；9) 风电场发电量的估算；10) 风机运行的空气动力学原理；11) 风力发电的经济效益分析；12) 风力发电对环境的影响。

【教学和学习建议】

以理论教学为主，配合风机运行及空气动力学原理的 3D 课件，促进学生对本章课程的理解。

【教学/考核难点重点】

风机的类型及运行原理；风轮的最大效率；风机的变速恒频控制原理；风电场输出电量估算；风电场规划计算。

第二章（6 学时，其中授课 6 学时，研讨 0 学时，实验 0 学时，测试 0 学时）

【教学目标和要求】

通过本章学习，使学生掌握太阳能的特点及其估算方法。

【具体教学内容】

1) 太阳光谱；2) 地球轨道；3) 正午太阳高度角；4) 一天中任意时刻的太阳位置；5) 用于遮蔽分析的太阳运行轨迹图；6) 太阳时与民用时；7) 晴朗天空下的太阳直射强度计算；8) 晴朗天气下太阳能采集板上的日照强度计算；9) 月均晴天日照强度；10) 太阳辐射测量；11) 月均日照强度。

【教学和学习建议】

在教学中灵活运用天文学常识激发学生学习兴趣以配合理论教学，重在使学生理解太阳能的计算复杂公式的背后含义。

【教学/考核难点重点】

一天中任意时刻、任意放置的太阳能电池板上能够采集的太阳能计算方法
第三章（6 学时，其中授课 6 学时，研讨 0 学时，实验 0 学时，测试 0 学时）

【教学目标和要求】

通过本章学习，使学生掌握光伏电池材料的光电转化原理及其电气特性。

【具体教学内容】

1) 半导体基础原理；2) PN 结及光伏电池；3) 光伏电池阵列的组成原理；4) 标准测试条件下光伏电池的伏安特性；5) 温度和日照强度对光伏电池伏安特性的影响；6) 遮蔽效应对光伏电池伏安特性的影响；7) 晶体硅技术；8) 薄膜光伏材料。

【教学和学习建议】

本章是光伏发电三章内容中承上启下的一章，对光伏材料的讲解应利用学生的电力电子及半导体基础，充分调动学生的积极性；在讲解光伏电池电气特性及光伏阵列时应注意迎合学生电路理论的学习基础，帮助学生理解。

【教学/考核难点重点】

光伏材料的分类、光电转化原理、光伏电池的电气特性以及考虑遮蔽及温度效应下的光伏电池输出功率计算。

第四章（8 学时，其中授课 6 学时，研讨 0 学时，实验 0 学时，测试 0 学时）

【教学目标和要求】

通过本章学习，使学生掌握光伏发电系统的组成、工作原理以及光伏阵列的规划计算。

【具体教学内容】

1) 主要光伏发电系统类型；2) 负荷的伏安特性曲线；3) 并网光伏发电系统；4) 并网光伏发电系统的经济性分析；5) 独立光伏发电系统；6) 光伏抽水系统。

【教学和学习建议】

本章是光伏发电的核心，重点是并网型光伏发电系统，教材中主要涉及欧美分布式发电形式，可适当增加对我国集中并网型光伏发电系统实际运行及特点的介绍。

【教学/考核难点重点】

光伏发电系统的分类及特点、并网型光伏发电系统年发电量估算，并网型光伏发电系统容量设计。

五、教学要求对应关系

	教学要求 1	教学要求 2	教学要求 3	教学要求 4	
1.1 节	X				
1.2 节			X		
1.3 节			X		
1.4 节			X		
1.5 节			X		
1.6 节		X			
1.7 节			X		
1.8 节				X	
1.9 节				X	
1.10 节			X		
1.11 节			X		
1.12 节	X				
2.1 节		X			
2.2 节		X			
2.3 节			X		
2.4 节				X	
2.5 节			X		
2.6 节		X			
2.7 节	X				
2.8 节				X	
2.9 节				X	
2.10 节	X				

2.11 节	X				
2.12 节	X				
3.1 节	X				
3.2 节			X		
3.3 节			X		
3.4 节			X		
3.5 节			X		
3.6 节			X		
3.7 节				X	
3.8 节	X				
3.9 节	X				
4.1 节			X		
4.2 节				X	
4.3 节			X		
4.4 节				X	
4.5 节			X		
4.6 节	X				

六、考核及成绩评定方式

【考核方式】：包括课堂练习和考勤、期末考试（笔试、闭卷）相结合的综合评价方式。

【成绩评定】：闭卷考试占 80%；平时成绩占 20%，包括课堂练习、考勤和作业完成情况。

【考试大纲】

1、题型比例：基本概念 50%+综合应用 40%+对新能源发展趋势的把握及理解 10%

2、考试范围：风力发电系统的基本概念及相关计算；太阳能能量估算；光伏材料的电气特性；光伏发电系统的基本概念及规划计算。

3、考察要点：

- (1) 风能的计算方法及分布特点的数学描述方法；
- (2) 风力发电机的分类、组成及发电、调速原理及效率计算；
- (3) 风电场年发电量的估算原理及方法；
- (4) 考虑风电模型的电力系统潮流计算方法；
- (5) 基本的风电场规划计算方法；
- (6) 太阳能的估算方法；
- (7) 光伏电池的电气模型及外特性及发电效率；
- (8) 独立型及直连负荷型光伏发电系统的分类、构成及容量计算方法；

七、教材及参考资料

【教材】

Gilbert M. Masters. Renewable and efficient electric power systems. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey

【参考书】

1. 王宾, 董新洲等译. 高效可再生分布式发电系统. 北京: 机械工业出版社, 2009
2. 王常贵, 崔容强, 周篁. 新能源发电技术. 北京: 中国电力出版社, 2003
3. 李生虎. 风力电力系统分析. 北京: 科学出版社, 2012

山东大学电气工程学院

《发电系统的组网与并网技术》理论课程教学大纲

编写人： 负志皓

审定人： 韩学山 高厚磊

编制时间： 2014 年 1 月

审定时间： 2014 年 3 月

一、课程基本信息：

课程名称	发电系统的组网与并网技术		
英文名称	Interconnection and Integration of Electric Power Generation Systems		
课程编码	sd01930660		
开课单位	电气工程学院		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业必修 2017 课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	2	学时	32
适用专业	电气工程及其自动化		
先修课程	电路、电机学、电气工程基础等专业基础课程，具备较好的电力系统和计算机基础知识，以及基本的编程仿真计算能力		
课程网站	http://course.sdu.edu.cn/G2S/ShowSystem/CourseDetail.aspx?fCourseID=21941&OrgID=97		

二、课程描述

本课程针对发电一次能源多样化的特点，介绍发电系统的组网形式与并网措施。介绍电力电子变换装置在发电系统组网与并网中的应用。分析可再生能源发电输出波动对电力系统运行的影响，介绍大容量波动电源并网的有功-频率、无功-电压控制。介绍分布式发电作为电力系统组网形式的特点，介绍微型电网的构成、控制与保护技术。介绍储能技术。探讨智能电网概念及其相关技术在发电系统组网与并网中的应用。

The course is designed to be in accordance with the characteristics of multiple energy sources used for electric power generation. It exposes the students to the cutting-edge interconnection and integration technologies for various generation systems. The emphasis is put on the utilization of power electronics converters, ways of active power – frequency and reactive power – voltage control to accommodate the variability of renewable energy generation, the characteristics of distributed generation systems and the structure, control and protection of the micro-grids, energy storage technologies. The course discusses the possibilities to use the developing technologies of smart-grids for the interconnection and integration issue.

三、课程教学目标和教学要求

【教学目标】

本课程针对发电一次能源多样化的特点，介绍发电系统的组网形式与并网措施。介绍电力电子变换装置在发电系统组网与并网中的应用。分析可再生能源发电输出波动对电力系统运行的影响，介绍大容量波动电源并网的有功-频率、无功-电压控制。介绍分布式发电作为电力系统组网形式的特点，介绍微型电网的构成、控制与保护技术。介绍储能技术。探讨智能电网概念及其相关技术在发电系统组网与并网中的应用。

【教学要求】

了解 MATLAB 开发环境的特点和使用指南，熟练掌握 MATLAB/Simulink 的基本操作。

熟练掌握各种储能技术及其在电力系统中的应用。

熟练掌握分布式发电对继电保护和传统配网电能质量的影响。

了解孤岛检测原理。

掌握微网及其逆变电源控制。

掌握电压控制模式与风电并网引起的电压问题与控制要求

掌握电网侧频率控制与可再生能源发电并入的频率问题与控制方法。

了解可再生能源接入影响与接纳能力分析流程。

【教学要求与毕业要求指标点的对应关系】

毕业要求		教学要求 1	教学要求 2-5	教学要求 6-8
指标点 5.1	5.1 具有本专业领域内至少 1 个专业方向的专业知识、技能与理论，能结合数学、自然科学、工程基础知识，用于解决本专业领域的复杂工程问题。	*	***	***
指标点 5.2	5.2 了解本专业学科前沿的发展趋势，能够了解，评价该专业领域内理论的进步，工程实践的发展对社会的影响尤其是对环境、社会可持续发展的影响。	*	***	***

说明：相关——*，支撑——**，高度支撑——***

四、课程教学内容及学时分配

第一章 绪论和计算工具 MATLAB/Simulink 介绍

第一节 绪论（2 学时，授课 2 学时）

【教学目标和要求】

了解课程背景和整体要求

【具体教学内容】

课程设置背景和意义，当前电力系统面临的问题和发展动态

【教学和学习建议】

课堂讲授，课后查阅相关资料，加深对发展动态的了解。

【教学/考核难点重点】

大电网发展面临的问题和当前发展动态

第二节 计算工具 MATLAB/Simulink 介绍（2 学时，授课 2 学时）

【教学目标和要求】

了解 MATLAB 开发环境的特点和使用指南，熟练掌握 MATLAB/Simulink 的基本操作。

【具体教学内容】

计算工具 MATLAB/Simulink： MATLAB 简介； 编程语法； Simulink 基本模块与建模仿真分析。

【教学和学习建议】

课堂讲授，课后安装相关软件，练习相关内容和用法。

【教学/考核难点重点】

MATLAB 编程技能和 Simulink 仿真建模。

第二章 储能技术及其在电力系统中的应用

（共 2 学时，授课 2 学时）

【教学目标和要求】

熟练掌握各种储能技术及其在电力系统中的应用。

【具体教学内容】

储能技术发展概述；抽水储能；先进蓄电池储能；超级电容器储能；飞轮储能；超导磁储能（SMES）；压缩空气储能（CAES）；储能技术的研究热点

【教学和学习建议】

课堂讲授，课后调研相关内容，了解发展趋势和技术经济特点。

【教学/考核难点重点】

各种储能技术原理、特点和经济性比较。

第三章 分布式发电对继电保护和传统配网的影响

第一节 分布式发电对继电保护的影响（2 学时，授课 2 学时）

【教学目标和要求】

熟练掌握分布式发电对短路电流和继电保护的影响

【具体教学内容】

分布式发电对配网短路电流以及保护选择性、灵敏性和方向性的影响

【教学和学习建议】

课堂讲授，课后复习相关资料，强化对课堂内容的掌握。

【教学/考核难点重点】

分布式发电对短路电流和继电保护的影响。

第二节 分布式发电对传统配网的影响（2学时，授课2学时）

【教学目标和要求】

熟练掌握分布式发电对传统配网各方面的影响。

【具体教学内容】

分布式发电的随机性和波动性造成配网电能质量中电压波动与闪变及谐波指标的影响；分布式发电对配网自动化的影响。

【教学和学习建议】

课堂讲授，课后复习相关资料，强化对课堂内容的掌握。应用编程实现配网潮流计算，加入实际风电波动数据，通过量化计算印证课堂讲授内容。

【教学/考核难点重点】

分布式发电接入配网后的电压分布，分布式发电对配网自动化的影响。

第四章 孤岛检测

（2学时，授课2学时）

【教学目标和要求】

熟练掌握孤岛检测的基本方法和原理。

【具体教学内容】

孤岛检测的作用及各类方法的原理和适用性分析

【教学和学习建议】

课堂讲授，课后复习相关内容，强化课堂内容的掌握。

【教学/考核难点重点】

各种孤岛检测方法原理和技术优缺点。

第五章 微网及其逆变电源控制

第一节 微电网的概念（2学时，授课2学时）

【教学目标和要求】

了解微电网的背景和基本概念。

【具体教学内容】

微电网提出的背景和发展动态，美国、欧盟和日本的微电网定义、框架和结构特点。

【教学和学习建议】

课堂讲授，课后调研相关资料，强化对课堂内容的掌握。

【教学/考核难点重点】

各国微电网的定义和结构特点。

第二节 并网逆变电源的控制（2学时，授课2学时）

【教学目标和要求】

熟练掌握并网逆变电源的各种控制策略基本原理和应用场景。

【具体教学内容】

并网逆变电源控制的基本框架，定功率、V/f控制和下垂控制策略的基本原理和应用场景。

【教学和学习建议】

课堂讲授，课后复习相关资料，强化对课堂内容的掌握。基于 Simulink 的光伏并网逆变电源定功率输出仿真，分析外部系统条件变化对逆变器控制的影响，分析光伏并网逆变控制的基本要求。通过仿真印证课堂讲授内容。

【教学/考核难点重点】

逆变电源各种控制策略的原理与实现。

第六章 风电并网引起的电压问题与控制要求

第一节 电压无功控制基本原理（2学时，授课2学时）

【教学目标和要求】

掌握电压无功控制的基本概念。

【具体教学内容】

阻抗支路的电压降落计算公式，变压器分接头选择和并联电容器容量配置计算方法。

【教学和学习建议】

课堂讲授，课后复习相关资料，随堂测试检验课堂内容的掌握。

【教学/考核难点重点】

变压器分接头选择和并联电容器容量配置计算方法。

第二节 现代电网分级电压控制模式（2学时，授课2学时）

【教学目标和要求】

了解现代电网分级电压控制模式的基本原理和应用场景。

【具体教学内容】

分级电压控制的模式：三级电压控制。各级电压控制的目标和约束，时间、空间和目标维度的分解协调。实际应用的问题和解决方案以及现场运行的实际效果实例。

【教学和学习建议】

课堂讲授，课后调研相关资料，强化对课堂内容的掌握。

【教学/考核难点重点】

三级电压控制模式的基本框架和原理。

第三节 风电并网引起的电压问题与控制要求（2 学时，授课 2 学时）

【教学目标和要求】

掌握现有电压控制模式下风电并网引起的电压问题与控制要求。

【具体教学内容】

风电并网引起的电压波动与闪变以及低电压穿越等控制要求的相关标准。

【教学和学习建议】

课堂讲授，课后调研相关资料，强化对课堂内容的掌握。

【教学/考核难点重点】

风电并网电压无功控制相关技术标准。

第七章 电网侧频率控制与可再生能源发电并入的频率问题与控制方法

第一节 电网侧频率控制（4 学时，授课 4 学时）

【教学目标和要求】

掌握电网侧频率控制的基本概念。

【具体教学内容】

电力系统一、二次调频原理；自动发电控制 AGC 的基本原理与工程实施。

【教学和学习建议】

课堂讲授，课后复习相关资料，强化对课堂内容的掌握。

【教学/考核难点重点】

AGC 基本原理和工程实施。

第二节 可再生能源的间歇性带来的频率控制问题与控制方法（2 学时，授课 2 学时）

【教学目标和要求】

掌握可再生能源的间歇性带来的频率控制问题与控制方法。

【具体教学内容】

可再生能源出力的随机特征，对现有调频机制带来的频率控制问题与解决方法。

【教学和学习建议】

课堂讲授，课后调研相关资料，强化对课堂内容的掌握。

【教学/考核难点重点】

可再生能源的间歇性带来的频率控制问题与控制方法。

第八章 可再生能源接入影响与接纳能力分析

（4 学时，授课 4 学时）

【教学目标和要求】

掌握可再生能源接入影响与接纳能力分析流程。

【具体教学内容】

以光伏并网为例系统分析并网影响，包括潮流、电能质量和安全约束等。可再生能源接纳能力的分析流程和方法。

【教学和学习建议】

课堂讲授，课后复习相关内容，强化课堂内容的掌握。

【教学/考核难点重点】

可再生能源消纳能力分析方法。

五、教学要求对应关系

	教学要求 1：了解背景和发展动态	教学要求 2：掌握原理和方法	教学要求 3：编程和仿真实证
1.1 节	√		
1.2 节		√	
2	√	√	
3.1 节		√	

3.2 节		√	√
4		√	
5.1 节	√		
5.2 节		√	√
6.1 节		√	√
6.2 节	√	√	
6.3 节		√	
7.1 节		√	
7.2 节	√	√	
8	√	√	

六、考核及成绩评定方式

【考核方式】：期末考试（笔试、闭卷）+平时成绩

【成绩评定】：讲课内容 70%-闭卷考试，平时成绩占 30%-包括作业和平时的随堂测验

【考试大纲】

考试基本要求掌握内容：

1. 熟练掌握各种储能技术及其在电力系统中的应用。
2. 熟练掌握分布式发电对短路电流、继电保护和传统配网的影响。
3. 掌握孤岛检测各种方法的基本原理和特点。
4. 掌握微网与及其逆变电源控制原理和策略。
5. 掌握风电并网引起的电压问题与控制要求
6. 掌握电网侧频率控制与可再生能源发电并入的频率问题与控制方法。
7. 掌握可再生能源接入影响与接纳能力分析流程和方法。

考试方式：笔试（闭卷）

题目类型：问答与计算

知识点与难易程度分布：

分值比例	记忆了解（难度：易）	理解与计算（难度：中等）	综合应用（难度：较难）
第一章	5%		
第二章	5%	10%	
第三章		10%	

第四章		10%	5%
第五章		10%	5%
第六章		10%	5%
第七章	5%	10%	
第八章	5%		5%

七、教材及参考资料

【教材】编著者，教材名，出版社，出版年，教材类别（是否规划、获奖教材？）

Felix A. Farret, M. Godoy Simos. Integration of Alternative Energy Sources of Energy. New Jersey: Wiley-IEEE Press, 2006

【参考书】3-5 本相关的教材或者专著、杂志或网络资源

1. 张建华 黄伟. 微电网运行控制与保护技术. 北京: 中国电力出版社, 2010
2. 徐青山编著, 分布式发电与微电网技术. 北京: 人民邮电出版社, 2011
3. 苏剑等著, 分布式电源与微电网并网技术. 北京: 中国电力出版社, 2015

山东大学 电气工程 学院

《高压直流输电技术》理论课程教学大纲

编写人：李可军

审定人：李可军

编制时间：2017年1月

审定时间：2017年1月

修订时间：2022年4月

一、课程基本信息

课程名称	高压直流输电技术				
英文名称	HVDC Technology				
课程编码	sd01930750				
开课单位	电气工程学院 可再生能源与智能电网研究所				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修				
学分	2	总学时	授课	上机	实验
		32 学时	32 学时	0	0
适用专业	电气学院新能源运行与控制(B 模块)、电力系统运行与控制(H 模块)专业				
先修课程	《电路》《电气工程基础》《现代控制理论》《电力电子技术》				
课程网站					

二、课程简介

【课程中文简介】

本课程系统介绍直流输电的基本概念、构成、发展及主要设备，讨论直流输电的基本工作原理、谐波与无功问题、直流输电的控制与保护、直流输电与交流系统的相互作用及对交流系统的控制作用，其中还包括器件换相直流输电技术和特高压直流输电技术，以及多端直流输电、直流电网等直流输电技术的

新进展。本大纲的制订与教学者的研究紧密相关，教学过程中，针对直流技术的最新进展，每届学生授课内容会有一定程度的调整。

【课程英文简介】

The basic concept, composition and development of HVDC and main equipments are introduced in this course. The basic principles of HVDC, harmonic and reactive power problems, control and protection systems, the interaction of HVDC and HVAC system are also discussed. Besides, the Flexible-HVDC and Ultra-HVDC technology, as well as the up-to-date research progress of Multi-terminal HVDC (MTDC) and DC power grid technology are also introduced, too. This teaching syllabus is closely related to the research topics of the lecturers. The content of the syllabus will be updated year by year considering the latest progress of the DC power grid technology.

三、课程目标

通过该课程的学习，学生能够掌握高压直流输电的概念、特点及发展现状，认识高压直流输电主要设备结构和功能，理解高压直流输电中的谐波特征和无功补偿，学习高压直流输电运行控制以及与交流系统的相互作用。学生应用高压直流输电理论知识培养对电气信号进行计算、建模、分析的能力，培养学生解决复杂问题的综合能力和高级思维，提升学生综合素质，实现知识、能力、素质有机融合。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	能够综合应用数学、自然科学和电气科学的基本原理，识别、表达并通过借助文献检索研究分析复杂问题如高压直流输电运行控制方式、高压输电电力系统设计以及与上述内容有关的电气工程技术问题，获得有效可靠的结论。	讲解直流输电技术的发展历程与发展趋势，介绍高压直流输电技术的应用场景。讲解各种类型高压直流设备的结构和功能，理解高压直流控制的工作原理。运用通过课堂提问、讨论、作业及答疑等进一步巩固基本知识的掌握和运用，能对具体的设备进行异同点比较与分析。
目标 2	能够运用高压直流输电相关原理和知识来明晰电力系统运行的关键环节，能够熟练了解并运用换流器运行原理、柔性直流输电相关技术对具体问题进行分析求解，能够掌握所学原理的本质并采用科学方法对复杂工程问题进行研究，能够将运	将已学习的电力系统知识进行转化，引导学生从高压和直流两个方面对输电系统进行具体分析，建议学生通过阅读相关文献来了解高压直流输电相关技术的发展历史以及现状，加深对高压直流输电课程的理解。

	用所学知识采分析高压直流输电的相关问题。	
目标 3	具有采用科学研究方法调研高压直流设备的能力。具有基于电气工程专业涵盖的知识，调研谐波问题及无功补偿装置等电气工程问题，选择合适的研究方法、开展实验、分析数据、诠释数据，并通过信息综合得到合理有效结论的能力。	掌握高压直流输电工作原理的基本概念及分析方法的基础上，通过与高压直流输电应用有关相关的作业辅助材料，阅读外文教材、外文文献、科技著作等，了解高压直流输电理论应用的热点；通过课堂提问、讨论、和答疑，模拟电气工程问题，分析成因，实现合作及师生间有效沟通和交流。
目标 4	具有针对复杂的电气工程问题搭建具有一定精度的仿真模型的素质，根据仿真模型的运行工况的情况，给出合理解释说明。具有结合数学与电气工程科学的知识对复杂电气工程问题提出可行性解决方案并在设计环节具有一定的创新性的素质。	将已学习的设备工作原理等相关知识进行深化，引导学生从高压直流输电谐波特征、无功控制及无功补偿和控制特性等方面建议学生通过查阅相关资料进行自主学习，加深理解作业背景；通过课堂提问、讨论、作业等进一步巩固对高压直流输电控制方式的理解与掌握。
目标 5	能够在熟练掌握专业知识的基础上，理解环境保护和可持续发展的理念和内涵，了解双碳目标的具体规划，认识到高压直流输电工程在环境保护和可持续发展中的作用。	在学生熟练掌握专业知识的基础上，介绍高压直流输电的具体应用场景，并分析其与可持续发展和环境保护方面的联系。引导学生自主查阅相关资料，了解最新高压直流输电技术与环境保护的内在联系，进一步加深对高压直流输电技术的理解。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标				
	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4	目标 5
2.3 能认识到解决问题有多种方案可选择，能利用文献研究手段，寻求解决电气工程领域复杂工程问题可替代的解决方案。	H				
2.4 能应用基本原理和专业知识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。		H			
4.1 能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析电气工程领域复杂工程问题的解决方案。			M		
6.2 能够分析和评价电气工程实践和电气工程领域复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，以及这些制约因素对项目实施的影响，并理解应承担的责任。				M	
7.1 能够知晓和理解环境保护和可持续发展的理念和内涵；能够认识电气工程在环境保护和可持续发展中的作用。					M

四、课程教学基本要求

1. 授课方式:

板书与多媒体结合

2. 课程内容:

本课程是电气工程及其自动化专业的一门专业选修课程，是对先修课程《电路》《电气工程基础》《现代控制理论》《电力电子技术》等课程所学专业知识的综合应用和进一步深化，应用以上课程知识论述直流输电的基本概念、构成、发展及主要设备的基础上，讨论直流输电的基本工作原理、谐波与无功问题、直流输电的控制与保护、直流输电与交流系统的相互作用及对交流系统的控制作用，讲解包括器件换相直流输电技术和特高压直流输电技术等直流输电技术等直流输电技术的新进展。在教学中既要注意与上述课程的联系、综合、深入，也要注意避免在同一层次上的重复，重点应放在高压直流输电中电力电子技术的应用，综合与深化。

3. 作业:

提前了解每节课的教学目标，对本节课的教学内容有大体了解，针对课程的重难点，提出自己的疑问或见解。配合相应的课后作业，提交作业报告，理解课上内容，巩固所学知识。

十四、课程教学内容

第1章 绪论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，了解高压直流输电技术的发展概况及课程学习要求，达成以下目的：

- 1.能够正确理解高压直流输电的概念、构成以及分类;
- 2.能够了解高压直流输电的特点、适用场合和国内外发展现状;
- 3.了解学习本课程的基本要求和方法。

【重点与难点】

重点：理解高压直流输电的发展历史，掌握高压直流输电的概念，能够明

晰高压直流输电技术对电气工程专业的意义。

难点：理解高压直流输电的构成以及分类。

【教学内容】

一、高压直流输电的构成

1. 高压直流输电的概念

2. 高压直流输电的分类

3. 直流系统的构成

二、高压直流输电的特点及适用场合

三、高压直流输电的历史与国内外发展现状

第2章 高压直流输电系统的主要设备

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，了解高压直流输电系统的构成以及主要设备，达成以下目的：

- 1.掌握换流变压器的基本结构和功能;
- 2.掌握平波电抗器的基本结构和功能;
- 3.掌握无功补偿装置和滤波器的基本结构和功能。

【重点与难点】

重点：掌握高压直流输电系统各主要设备的基本结构和功能。

难点：高压直流输电系统各主要设备的功能。

【教学内容】

第一节 换流装置

器件、换流阀与换流单元接线方式。

第二节 换流变压器

功能特点、型式、接入阀厅的方式。

第三节 平波电抗器

平波电抗器的功能、型式。

第四节 无功补偿装置和滤波器

无功补偿装置类型、无功补偿容量确定、交流滤波器、直流滤波器。

第五节 滤波器

交流滤波器、直流滤波器

第六节 直流输电线路

架空线、电缆、接地极引线。

第七节 接地极

接地极的设计、环境影响、运行特性、材料。

第 3 章 换流器工作原理

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，掌握换流器的工作原理，达成以下目的：

- 1.掌握单桥整流器工作原理（支撑课程目标 1）；
- 2.理解双桥整流器工作原理（支撑课程目标 1 和课程目标 2）；
- 3.了解逆变器器工作原理（支撑课程目标 1）。

【重点与难点】

重点：掌握单桥整流器工作原理，理解双桥整流器工作原理，了解逆变器器工作原理。

难点：掌握单桥整流器的工作原理。

【教学内容】

第一节 6 脉波整流器工作原理

正常运行方式-工况 2-3，非正常运行方式-工况 3，故障运行方式-工况 3-4,6 脉波整流器外特性曲线。

第二节 12 脉波整流器工作原理电位与电位梯度

正常运行方式-工况 4-5，桥间相互影响，相关计算公式。

第三节 6 脉波逆变器工作原理

正常运行方式-工况 2-3，故障运行方式-工况 3-4，6 脉波逆变器外特性曲线。

第四节 12 脉波逆变器工作原理

12 脉波逆变器实现逆变的条件，12 脉波逆变器可能发生换相失败，12 脉波逆变器整流电压平均值计算公式。

第 4 章 高压直流输电的谐波抑制与无功补偿

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，和课程目标 3，通过本章学习，掌握高压直流输电谐波抑制与无功补偿的相关技术方法，达成以下目的：

- 1.掌握高压直流输电换流器交/直流侧谐波特征（支撑课程目标 1）；
- 2.理解高压直流输电的无功补偿的必要性（支撑课程目标 2）；
- 3.了解无功控制及无功补偿设备（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：高压直流输电换流器交/直流侧特征谐波概念和分析。

难点：高压直流输电换流器交/直流侧特征谐波概念和分析。

【教学内容】

第一节 高压直流输电谐波的基本问题

谐波的危害，谐波的基本概念。

第二节 特征谐波与非特征谐波

换流器交流侧/直流侧的特征谐波，换流器交流侧/直流侧的非特征谐波

第三节 谐波抑制及抑制设备

增加脉波数抑制谐波，安装滤波器抑制谐波，谐波抑制设备。

第四节 交/直流滤波器的设计

直流滤波器常规设计，直流有源滤波器。

第五节 高压直流输电的无功补偿和功率因数

电网换相换流器无功特征，无功功率消耗计算工程方法，容性/感性无功补偿设备容量确定，功率因数，无功分钟容量确定。

第六节 无功补偿设备与无功功率控制

分段调节无功补偿设备控制，连续调节无功补偿设备控制，换流器参与无功电压控制。

第 5 章 电网换相直流输电的控制与保护

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3，通过本章学习，掌握电网换相直流输电的控制与保护方法，达成以下目的：

- 1.掌握高压直流输电基本控制及其控制特性（支撑课程目标 1 和课程目标 2）；
- 2.理解高压直流输电改善 HVDC 控制特性的其他控制（支撑课程目标 1 和课程目标 3）；

【重点与难点】

重点：高压直流输电基本控制方式与控制特性。

难点：高压直流输电控制特性。。

【教学内容】

第一节 高压直流输电控制系统的配置和基本控制方式

控制原理，相位控制方式，换流器控制方式，整流器、逆变器的协调，控制保护用互感器。

第二节 保护方式

故障的分类与保护动作，换流站内的故障与保护示例，直流线路的故障与保护示例，交流侧的故障与保护示例。

第6章 器件换相（柔性）直流输电技术

本章教学内容支撑课程目标 2、课程目标 3 和课程目标 4，通过本章学习，掌握器件换相（柔性）直流输电技术的工作原理，达成以下目的：

- 1.了解全控型功率器件发展概况（支撑课程目标 2）；
- 2.掌握基于电压源型换流器柔性直流输电的工作原理（支撑课程目标 3）；
- 3.掌握基于电压源型换流器柔性直流输电的应用范围和控制保护方式（支撑课程目标 4）。

【重点与难点】

重点：基于电压源型换流器柔性直流输电的工作原理与应用范围。

难点：基于电压源型换流器柔性直流输电的工作原理。

【教学内容】

第一节 全控型功率器件发展概况

全控型功率器件的发展与应用概况，器件换相直流输电技术采用的典型全控型功率器件。

第二节 器件换相直流输电换流装置工作原理

换流器，电压源换流器的工作原理和基本特点，接入系统时的有功、无功功率特性，换流器各部分电压、电流波形。

第三节 器件换相直流输电的控制域保护方式

只采用器件换相的直流输电，器件、电网换相换流器混合型直流输电，混合型器件换相直流输电示例。

第四节 器件换相直流输电的应用示例

电压源器件换相直流输电系统的应用范围，VSC-HVDC 系统工程实例。

第五节 器件换相直流输电的发展

模块化多电平换流器技术，换流器的发展趋势与开发现状。

第7章 特高压直流输电技术

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2、课程目标 3 和课程目标 5，通过本章学习，了解直流输电技术的发展历程以及特高压直流输电的应用场景，达成以下目的：

- 1.理解直流输电技术的发展历程和基本原理（支撑课程目标 2）；
- 2.掌握特高压直流输电技术的应用与实践（支撑课程目标 3）；
- 3.了解直流输电技术发展趋势（支撑课程目标 5）。

【重点与难点】

重点：特高压直流输电技术的原理与应用。

难点：特高压直流输电技术的原理。

【教学内容】

第一节 特高压直流输电系统过电压及绝缘配合

直流系统内过电压及保护，特高压直流输电系统内过电压，特高压直流输电系统绝缘配合。

第二节 特高压直流电气设备

特高压换流变压器，特高压平波电抗器，特高压直流避雷器。

第三节 特高压直流输电线路

技术介绍，技术难点，投运线路。

第 8 章 高压直流输电的新技术及新发展

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 4 和课程目标 5，通过本章学习，掌握直流输电技术发展历程及趋势，达成以下目的：

- 1.了解直流输电技术发展历程及趋势（支撑课程目标 4）；
- 2.掌握和了解直流输电以及直流网络技术的最新进展（支撑课程目标 5）。

【重点与难点】

重点：直流技术的发展与直流网络的架构形式与运行方式。

难点：直流网络的架构形式与运行方式。

【教学内容】

第一节 基于电容换相技术的换流器

电容换相换流器，可控串联电容换流器，基于电容换相技术的换流器特点，电容换相技术的工程应用。

第二节 特高压直流输电

特高压直流输电发展概况，特高压直流输电的特点及我国特高压直流输电发展的必要性，特高压直流输电工程简介。

第三节 光触发晶闸管

光触发晶闸管工作原理，光触发晶闸管实际应用场景。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	第1章 绪论	高压直流输电的历史	我国的直流输电线路建设，实现“西电东送”及与邻国的电力融通	引导学生了解高压直流发展现状，实现进一步学习与创新。
2	第1章 绪论	课程性质与定位	高压直流输电技术在生产生活中的应用与优势，课程在专业人才培养体系中的作用。	引导学生从课程内容的国际和历史角度认识理解课程内容的知识性、时代性。
3	第2章 第1节	换流设备	换流设备的基本结构和功能	引导学生重视安全问题，注意器件使用注意事项。
4	第2章 第4节	无功补偿器	无功补偿的意义，交流电网正常运行的关键。	引导大学生认识学习中归纳与总结的关系，科学的工作方法是通过反思总结进行创新，认识到基础理论学习与开拓创新的关系。
5	第2章 第5节	滤波器	交、直流滤波器比较分析	引导培养大学生在分析问题时，追本溯源抓住主要问题、关键问题，会对比性分析问题。
6	第2章 第6节	直流输电线路	线路类型设计选择	引导学生根据具体工程情况，多因素分析问题，多角度看待问题，准备多个方案，做出最优化选择。
7	第2章 第7节	接地极电流对环境的影响	接地极会对变压器产生直流偏磁，对地下金属构件产生腐蚀	培养学生的环保意识，学习专业知识，了解电力设备对环境的影响，提出相应的解决办法。激发大学生科技报国的家国情怀和使命担当，坚定“四个自信”。
8	第3章 第3节	换流器故障运行方式	换流器故障引起三相短路甚至大规模停电事故	提升学生的安全意识，关注科技发展与生活的关系，促进大学生主动把理论应用于实际，解决工

				程实际问题。
9	第4章第1节	谐波的危害	谐波治理与高压直流输电经济性间的关系	培养大学生能够辩证统一地看待事物的矛盾法则，即对立统一的法则，解决工程实际问题时要综合考虑多种因素的影响。
10	第4章第4节	交/直流滤波器的设计	通过增加脉波数抑制谐波、使用谐波抑制装置等方式解决谐波含量高的问题	培养大学生在分析问题时，采用类比的方法，能够找到不同条件下的解决问题的方法。
11	第5章第2节	直流输电换相保护方式	理解瞬时值检测和差动保护整定原则	教育引导大学生深刻理解并自觉实践电气工程专业的职业规范，增强职业责任感。重视安全问题，遵守规则与秩序，增强法律意识和职业责任感。
12	第6章第3节	直流输电的控制域保护方式	分析电流裕度控制方式、分析电压裕度控制方式	引导学生结合已有知识，提高分析问题的能力，对现有知识提出自己的见解。敢于克服困难，迎难而上。
13	第7章第1节	全控型器件发展概况	全控型电力电子器件在器件换相直流输电领域中的广泛应用	引导学生认识科技发展是全方位的，辩证统一地看待事物的矛盾法则，即对立统一的法则。解决工程实际问题时要综合考虑多种因素的影响。
14	第7章第3节	特高压直流输电线路	特高压直流输电技术介绍、技术难点及投运线路情况	关注特高压直流输电的国内外前沿发展现状，树立国际视野，通过榜样人物效应激发大学生的爱岗敬业的精神。
15	第8章第1节	基于电容换相技术	分析电容换相技术在实际工程中解决应用	引导学生掌握辩证统一地看待事物。解决工程实际问题时要综合考虑多种因素的影响。热爱科学。
16	第8章第2节	特高压直流输电发展	特高压直流输电和特高压交流输电的国内外工程应用	关注特高压工程建设的应用，激发大学生科技报国的家国情怀和使命担当，坚定“四个自信”。
17	作业		在作业、汇报中抄袭，该项记零分	遵守学术诚信，诚实做人。

七、学时分配表

序号	章节	章节内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	第1章	绪论	4								4
2	第2章	高压直流输电系统的主要设备	4								4
3	第3章	换流器工作原理	6								6
4	第4章	高压直流输电的谐波抑制与无功补偿	4								4

5	第5章	电网换相直流输电的控制与保护	4							4
6	第6章	器件换相（柔性）直流输电技术	4							4
7	第7章	特高压直流输电技术	4							4
8	第8章	高压直流输电的新技术及新发展	2							2
合计			32							32

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂讨论和课堂表现等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 30%，期末考核成绩占总成绩的 70%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (70%)	课程目标 1	40	100
	课程目标 2	20	
	课程目标 3	20	
	课程目标 4	10	
	课程目标 5	10	
平时考核 (30%)	课程目标 1	30	100
	课程目标 2	20	
	课程目标 3	20	
	课程目标 4	15	
	课程目标 5	15	

【平时考核环节评分标准】

考核得分 考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
作业	对高压直流输电原理与运行的有关概念、运行特征运用较差，不能正确解答作业中的问题	能运用高压直流输电原理与运行有关概念、设备工作特性，正确完成作业中的问题。	能较好地运用高压直流输电原理与运行的有关概念、设备工作特性，正确规范地完成作业中的问题	能灵活地运用高压直流输电原理与运行的有关概念，正确规范地各章节解答作业中的问题

测验	不能在规定的时间内解答高压直流输电原理与运行等测试问题, 答题不准确	基本能在规定的时间内解答高压直流输电原理与运行等测试问题, 答题基本准确	能在规定的时间内, 较准确地解答高压直流输电原理与运行等测试问题	能在规定的时间内准确地解答高压直流输电原理与运行等测试问题
课堂讨论	课堂讨论不积极, 分析高压直流输电原理与运行问题能力弱, 表达不清晰	能陈述高压直流输电原理与运行的概念基本准确, 能对高压直流输电原理与运行等有关问题参与课堂讨论	能较准确地陈述高压直流输电原理与运行的概念, 积极参与与高压直流输电原理与运行等有关问题课堂讨论	积极参与课堂讨论, 正确陈述高压直流输电原理与运行的概念, 分析问题能力较强

【平时考核环节权重】

课程目标 考核环节	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	课程目标 5	合计
作业	15	10	10	5	5	45
考勤讨论	10	5	5	5	5	30
测验	5	5	5	5	5	25
合计	30	20	20	15	15	100

【考试环节权重】

章节	权重	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	课程目标 5	合计
第 1 章 绪论		10	0	0	0	0	10
第 2 章 高压直流输电系统的主要设备		10	5	0	0	0	15
第 3 章 换流器工作原理		10	5	0	0	0	15
第 4 章 高压直流输电的谐波抑制与无功补偿		5	5	5	0	0	15
第 5 章 电网换相直流输电的控制和保护		5	5	5	0	0	15
第 6 章 器件换相(柔性)直流输电技术		0	0	5	0	0	5

第 7 章 特高压直流输电技术	0	0	5	5	5	15
第 8 章 高压直流输电的新技术与发展	0	0	0	5	5	10
合计	40	20	20	10	10	100

九、教材及参考资料

【教材】

韩民晓等，高压直流输电原理与运行，北京，机械工业出版社，2009.

【参考资料】

1. 赵畹君等，高压直流输电工程技术，北京，中国电力出版社，2004.
2. 徐政，柔性直流输电系统. 北京：机械工业出版社，2013.
3. 刘振亚，特高压直流输电理论. 北京，中国电力出版社，2009.

山东大学 电气工程 学院

《经济学原理》理论课程教学大纲

编写人：杨淑云

审定人：徐衍亮，韩学山

编制时间：2020年3月

审定时间：2020年3月

一、课程基本信息：

课程名称	经济学原理		
英文名称	Principles of Economics		
课程编码	sd01930900		
开课单位	电气工程学院		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input type="checkbox"/> 专业必修课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修		
学分	2	学时	总学时 32（授课 32 上机 实 验）
适用专业	电气工程及其自动化		
先修课程	高等数学		

二、课程简介

【课程中文简介】

《经济学原理》是一门专业选修课。该课程是在相关先修课的基础上，讲授经济学的基本概念、基本理论、基本知识和基本分析方法；使学生能够掌握市场经济运行机制的一般原理，并能运用基本的经济分析方法和理论模型，对实际问题进行分析和研究计算，并为学习后续专业课程或进一步研究提供必要的理论基础。通过本课程的学习，培养学生的经济学素养和思维能力，提高学生分

析问题解决问题的能力。

【课程英文简介】

This course is a professional basic course. The study of this course, will help students master the basic concepts of economics, the basic theory, basic knowledge and basic analysis methods, and enable students to master the general principle and other aspects of the operation mechanism of the market economy and use some basic economic analysis methods and tools to do some an empirical analysis of relevant theories and models .The course will lay a foundation of economic theory and management practice for the students to further study in the future.

三、课程目标

通过该课程的学习，学生能够掌握述经济学的基本概念、能熟练运用经济学基本理论和分析方法分析解决问题，并能够运用供求理论、效用理论、生产与成本理论、厂商理论、分配理论等对其进行分析计算。能够运用所学知识和分析方法根据实际问题构建经济学模型，并运用所学理论和方法对模型分析计算，求解模型各变量。能够理解并掌握从事电气工程师工作所需要的经济知识，将所学经济学知识和方法运用于电力产业，分析并解决问题。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	掌握经济学的基本概念、能熟练运用经济学基本理论和分析方法分析解决问题，并能够运用供求理论、效用理论、生产与成本理论、厂商理论、分配理论等对其进行分析计算的能力。	讲授经济学原理基本知识，通过课堂提问、讨论、作业及答疑等进一步巩固基本知识的掌握和运用，能对具体的经济学问题进行建模、分析和计算。
目标 2	能够运用所学知识和分析方法根据实际问题构建经济学模型，并运用所学理论和方法对模型分析计算，求解模型各变量。	将已学习经济学相关知识进行深化，引导学生从经济学的角度对实际现象进行建模分析，通过课堂提问、讨论、作业等进一步巩固对经济学理论和方法的理解与掌握

目标 3	能够理解并掌握从事电气工程工作所需要的经济知识，将所学经济学知识和方法运用于电力产业，分析并解决问题。	掌握经济学基本概念及计算分析方法的基础上，通过小组合作完成项目式作业，课堂提问、讨论、和答疑，实现合作及有效沟通和交流。
-------------	---	--

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标		
	目标 1	目标 2	目标 3
2.4 能应用基本原理和专业知识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。	H		
4.1 能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析电气工程领域复杂工程问题的解决方案；		M	
11.1 掌握电气工程项目中涉及的管理与经济决策方法。了解工程及产品全周期、全流程的成本构成，理解其中涉及的工程管理与经济决策问题；			H

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

板书与多媒体结合

2. 课程内容：

本课程内容有供求理论、效用理论、生产与成本理论、厂商理论、分配理论，经济学基本概念和分析方法等，在教学中要注意将理论与实际结合，注重经济学概念的理解，经济理论和模型应用和实际联系。

3. 作业：

主要为课后习题，促进学生理解课堂内容，能模仿例题演算习题，巩固所学知识，促进学生根据所掌握的课程知识，对问题进行分析、计算，应用所学知识分析解决问题。

五、课程教学内容

第一章 绪论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，达成以下目的：

- 1、能够掌握经济学的基本概念和研究对象（支撑课程目标 1）；
- 2、能够掌握经济学基本假设、基本内容（支撑课程目标 1）；
- 3、能够掌握经济学的研究方法（支撑课程目标 1）。

【重点与难点】

重点：经济学研究对象、假设、和内容；

难点：经济学研究方法。

【教学内容】

第一节 西方经济学的研究对象

第二节 西方经济学的研究方法

第二章 供求理论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，达成以下目的：

- 1、能够掌握需求定义、需求函数与需求表、需求曲线及特例；能够掌握影响需求的因素，需求定理，需求定理的例外；需求量变动与需求变动；能够掌握需求定理应用（支撑课程目标 1 和课程目标 2）；
- 2、能够掌握供给定义、供给函数与供给表、供给曲线；影响供给的因素；供给定理，供给定理的例外；供给量变动与供给变动；掌握均衡价格的定义、均衡价格的形成；需求变动、供给变动对均衡价格的影响（支撑课程目标 1 和课程目标 2）；
- 3、能够掌握弹性的概念，掌握弹性计算方法，掌握弹性理论应用。需求价格弹性的含义、计算、分类及影响需求弹性的因素；掌握需求收入弹性、需求交叉弹性、供给弹性概念含义以及计算，影响因素；需求价格弹性与总收益的关系，蛛网模型（支撑课程目标 1 和课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：需求的概念以及影响需求的因素，需求定理；供给的概念以及影响供给

的因素，供给定理，供求均衡；弹性的概念，计算方法以及弹性理论应用。

难点：需求量变动与需求变动的区别与联系，供给量变动与供给变动的区别与联系，需求价格弹性与总收益的关系，蛛网模型

【教学内容】

第一节 需求理论

需求定义、需求函数与需求表、需求曲线及特例；影响需求的因素，需求定理，需求定理的例外；需求量变动与需求变动；需求定理应用。

第二节 供给理论

学习供给理论和供求均衡，供给定理，供求均衡及其应用，供给定义、供给函数与供给表、供给曲线；影响供给的因素；供给定理，供给定理的例外；供给量变动与供给变动；掌握均衡价格的定义、均衡价格的形成；需求变动、供给变动对均衡价格的影响；掌握供求定理；均衡价格的运用：(1)支持价格(2)限制价格；

第三节 弹性理论

需求价格弹性的含义、计算、分类及影响需求弹性的因素；掌握需求收入弹性、需求交叉弹性、供给弹性含义、计算、影响因素；需求价格弹性实际运用，需求

价格弹性与总收益的关系；蛛网模型理论。

第三章 效用理论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，达成以下目的：

- 1、能够掌握基数效用概念；掌握边际效用递减规律，掌握基数效用论消费者均衡及需求曲线推导，基数效用论应用（支撑课程目标 1 和课程目标 2）；
- 2、掌握序数效用论概念；掌握序数效用论无差异曲线分析方法，预算线；掌握序数效用论消费者均衡及需求曲线推导，序数效用论应用（支撑课程目标 1 和课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：基数效用概念及分析方法，边际效用递减规律及消费者均衡及需求曲线推导。序数效用论及无差异曲线分析方法，消费者均衡及需求曲线推导。

难点：无差异曲线分析

【教学内容】

第一节 基数效用论

欲望含义；基数效用论，效用、基数效用、总效用、边际效用、边际效用递减规律；消费者均衡；

第二节 序数效用论

序数效用论，无差异曲线与消费可能线，边际替代率递减规律，无差异曲线与消费者均衡；价格变动对消费者均衡的影响，收入效应与替代效应。

第四章 生产与成本理论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，达成以下目的：

- 1、能够掌握生产理论概念，短期生产理论和长期生产理论分析，生产理论应用（支撑课程目标 1 和课程目标 2）；
- 2、能够掌握各种成本概念，短期成本理论和长期成本理论，成本理论的应用（支撑课程目标 1 和课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：短期生产和长期生产理论，短期成本理论和长期成本理论。

难点：边际收益递减规律

【教学内容】

第一节 生产理论

生产与生产要素，生产函数，掌握单一可变投入要素条件下短期生产函数的特征，总产量、平均产量和边际产量的变化规律；长期生产的等产量曲线边际技术替代率；生产要素的最佳组合（支撑课程目标 1 和课程目标 2）；

第二节 成本理论

成本概念及其变动规律，机会成本；短期总成本，短期平均成本，短期边际成本

本，长期总成本、长期平均成本、长期边际成本；等成本曲线、多种投入生产要素的生产决定，生产要素的最佳组合；规模经济、内在经济与外在经济；总

收益、平均收益、边际收益的关系，生产盈亏的相应理论（支撑课程目标 1 和

课

程目标 2)。

第五章 市场结构理论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，达成以下目的：

1、能够掌握完全竞争市场和完全垄断市场概念和特征，完全竞争市场和完全垄断市场短期和长期均衡条件，完全竞争市场和完全垄断市场资源配置效率（支撑课程目标 1 和课程目标 2）。

2、能够掌握垄断竞争和寡头垄断市场结构概念和特征，垄断竞争市场短期和长期均衡，能够分析寡头垄断市场经济模型，掌握垄断竞争和寡头垄断市场资源配置效率（支撑课程目标 1 和课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：完全竞争市场、完全垄断市场、垄断竞争的特点，短期和长期均衡条件，古诺模型；

难点：完全竞争市场以及完全垄断市场资源配置效率分析。

【教学内容】

第一节 完全竞争市场

完全竞争市场的定义，特征，短期和长期均衡，资源配置效率；

第一节 完全垄断市场

完全垄断市场的定义，特征，短期和长期均衡均衡，资源配置效率。

第三节 垄断竞争市场

垄断竞争市场定义，特征，短期和长期均衡均衡，资源配置效率；

第四节 寡头垄断市场

寡头垄断市场定义，特征及模型。

第六章 生产要素定价理论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，达成以下目的：

1、能够掌握生产要素供求理论和价格决定（支撑课程目标 1）；

1、能够掌握工资、利率和地租理论（支撑课程目标 1）；

【重点与难点】

重点：完全竞争的产品市场和完全竞争的生产要素市场中生产要素供求理论。

难点：生产要素市场的价格决定。

【教学内容】

第一节 生产要素定价理论

生产要素的需求、供给和均衡价格决定；工资理论；地租理论；利率决定

第七章 市场失灵与微观经济政策

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，达成以下目的：

- 1、能够掌握市场失灵的概念；（支撑课程目标 1）；
- 2、掌握政府失灵的概念；（支撑课程目标 1）；
- 3、掌握市场失灵原因与政府的微观经济政策（支撑课程目标 1）；

【重点与难点】

重点：市场失灵的概念与原因

难点：政府失灵

【教学内容】

第一节 市场失灵与微观经济政策

市场失灵的概念与原因；不对称信息、外部性、公共产品及垄断，微观经济政策，

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	绪论	经济学研究对象和发展史	从从经济学发展史中重农学派到重商学派到古典经济学对什么是财富的认识，到如何使一个国家财富增长总结	引导学生理解掌握继承与发展，学习与创新的关系。
2	绪论	经济学研究内容	经济学在生产生活中的应用，课程在专业人才培养	教育引导学生在课程内容的国际和历史角度认识理解课程内容的

			体系中的作用。	知识性、时代性。
3	第2章 第2节	支持价格	支持价格与粮食安全的关系。	引导学生理解国家粮食安全问题，增强家国情怀。
4	第2章 第3节	蛛网模型	以猪肉价格的周期性波动为例分析总结需求弹性和供给弹性对模型均衡的影响。	引导学生认识科学的工作方法是通过反思总结进行创新，认识到基础理论学习与开拓创新的关系。
5	第3章 第1节	消费者均衡	消费者在收入约束下实现效用最大化的解。	引导学生重视遵守规则与秩序，增强法律意识。
6	第3章 第2节	吉芬商品	在价格下降时替代效应为正、收入效应为负且前者小于后者的商品。	培养大学生在分析问题、能用适当的方法解决实际问题的能力。
7	第4章 第1节	边际收益递减	短期生产中由于技术一定和固定要素不变，随可变要素投入的增加其边际产量最终必然递减的规律。	培养大学生能够辩证统一地看待事物，解决工程实际问题时要综合考虑多种因素的影响。
8	第5章 第1节	完全竞争市场	完全竞争市场资源配置效率最优	提升学生的市场经济意识，关注电力产业的市场化改革，促进大学生主动把理论应用于实际，解决工程实际问题。
9	第6章 第1节	生产要素的供求均衡	生产要素的需求与供给均衡解	教育引导理解生产要素市场均衡价格和数量的决定，锻炼根据不同条件解决问题的方法。
10	第7章 第1节	市场失灵	市场失灵的原因	培养大学生能够辩证统一地看待事物，促进大学生主动把理论应用于实际，解决工程实际问题。
11	作业		在作业、项目式作业中抄袭，该项记零分，	应遵守学术诚信，诚实做人。

七、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	第1章	绪论	2								2
2	第2章	供求理论	7						1		8
3	第3章	效用理论	3						1		4
4	第4章	生产和成本理论	5						1		6
5	第5章	市场结构理论	5						1		6
6	第6章	生产要素定价理论	3						1		4

7	第7章	市场失灵与微观经济政策	2							2
合计			27				5			32

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、调研报告等。

期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，期末考核成绩占总成绩的 80%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (80%)	课程目标 1	70	100
	课程目标 2	30	
平时考核 (20%)	课程目标 1	6	20
	课程目标 2	4	
	课程目标 3	10	

【平时考核环节评分标准】

考核环节 分值	<12	12-15	15-18	18-20
作业	对经济学的有关概念、分析方法运用较差，不能正确解答作业中的问题	能运用经济学的有关概念、分析方法正确解答各章节作业中的问题	能较好运用经济学的有关概念、分析方法，正确规范解答各章节作业中的问题	能灵活运用经济学的有关概念、分析方法，正确规范解答各章节作业中的问题
调研报告	文献调研严重欠缺；报告结构不完整，层次不分	仅调研了中文文献；报告结构基本完整，层次比	调研了中外文献；报告结构完整，层次比较分明，逻辑性较	充分调研了中外文献；报告结构十分完整，层次分明，逻辑

	明，欠缺重要部分，文字表达不通顺，格式不规范，缺少必要的图表；缺乏自己的分析；	较分明，格式基本规范，文字和图表表达基本清晰有条理；分析较全面但不够深入；小组分工基本合理	强，格式比较规范，文字和图表表达比较清晰有条理；分析较细致深入；小组分工比较合理。	性强，格式规范，文字和图表表达清晰、流畅有条理；分析全面细致深入；小组分工合理且明确
--	---	---	---	--

【平时考核环节权重】

考核考核 课程目标	课程目标1	课程目标2	课程目标3	合计
作业	6	4		10
调研报告			10	10
合计	6	4	10	20

【考试环节权重】

章节考核 课程目标	课程目标1	课程目标2	合计
第一章：绪论	10	0	10
第二章：供求理论	15	10	25
第三章：效用理论	10	5	15
第四章：生产和成本理论	15	5	20
第五章：市场结构理论	10	10	20
第六章：生产要素定价理论	5	0	5
第七章：市场失灵与微观经济政策	5	0	5
合计	70	30	100

九、教材及参资料

【教材】

许纯祯, 吴宇晖, 张东辉, 《西方经济学》, 高等教育出版社, 2008, (普通高等教育“十一五”规划教材)

【参考资料】

- (1) 萨缪尔森著, 《经济学》, 中国发展出版社。
- (2) 斯蒂格利茨, 《经济学》第二版 中国人民大学出版社 2001。
- (3) 曼昆, 《经济学原理》, 北京大学出版社 1999。

山东大学 电气工程 学院

《工程经济学概论》理论课程教学大纲

编写人：随慧斌

审定人：邹贵彬

编制/修订时间：2017年4月

审定时间：2017年5月

一、课程基本信息

课程名称	工程经济学概论				
英文名称	Introduction to engineering economics				
课程编码	sd01930760				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input type="checkbox"/> 必修 <input checked="" type="checkbox"/> 选修				
学分	2	总学时	授课	上机	实验
		32 学时	32 学时		
适用专业	电气工程及其自动化、电卓越				
先修课程	高等数学、经济学原理和电力系统基础课程				
课程网站					

二、课程简介

【课程中文简介】

《工程经济学概论》是电气工程及其自动化专业的一门选修的专业课。该课程是在经济学原理和电力系统基础等相关课程的基础上，讲授工程经济分析的基本知识、基本理论及经济效益评价的基本方法、财务分析和工程项目可行性分析的基本理论与方法，使学生能够以经济为目标对多种工程技术方案进行

经济效益分析，做出科学合理的评价，决策出最佳的可行方案。通过本课程的学习，培养学生的经济与技术的辩证思想和职业伦理素养，树立工科学生树立经济观念、市场观念、竞争观、效益观念和可持续发展观念，提高学生综合分析解决问题的能力。

【课程英文简介】

Introduction to Engineering Economics is an elective course for electrical engineering and automation major. This course is based on principles of economics and power system on the basis of related courses, such as lecturing the basic knowledge of engineering economic analysis, the basic theory and the basic method of economic evaluation, financial analysis and project feasibility analysis of the basic theory and method, make students able to economy as the goal for a variety of economic efficiency analysis has been made to the engineering technology, make a scientific and reasonable evaluation, Decide on the best possible solution. Through the study of this course, the students' dialectical thoughts of economy and technology and professional ethics accomplishment are cultivated, and the concepts of economy, market, competition, benefit and sustainable development are set up for engineering students, and the ability of comprehensive analysis and problem solving is improved.

三、课程目标

通过该课程的学习，学生能够掌握工程经济学的基本概念、基本原理和基本方法，培养学生能够运用工程经济学的基本原理、方法和技能分析、评价各种工程技术方案（如可行性研究、设备更新、价值工程等），为决策出提供获得满意经济效益的方案提供科学依据。通过讨论、案例分析等培养学生的交流沟通与合作能力、终身学习的能力。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	全面熟悉工程经济学的基本概念、术语；基本概念理论知识和计算方法，形成完整的工程经济学理论分析体系，建立经济与技术的辩证思想	通过案例讲授工程项目中经济与技术的辩证关系，引导学生从经济角度分析工程项目中的技术问题，通过课堂提问、讨论、作业及答疑等进一步巩固基本知识的掌握和运用，能够利用工程经济学知识分析和解决工程项目方案决策问题。

目标 2	掌握资金时间价值计算公式以及技术经济评价的基本方法；能够运用所学知识计算工程方案的经济性指，判断方案之间的关系，运用合适的方法及指标进行多方案的比选。综合应用经济性评价方法对工程项目、价值工程、设备更新与租赁进行分析、决策；具备对电力系统工程项目进行经济性分析的能力。	讲授经济性分析的成本、利润、资金的时间价值等概念，对比讲授净值法、内部收益率、增量指标等比选方案的适用性；使用案例分析讲解价值工程、设备更新与租赁，通过课堂提问、讨论、作业及答疑等进一步巩固基本知识的掌握和运用，能对工程项目问题进行经济性分析。
目标 3	能够理解工程经济学发展概况及在电力工业中的应用前景，了解重大工程项目的经济性分析的重要性，讨论与分析电力系统实际工程项目的经济性分析案例材料。通过小组合作形式进行案例可行性分析并进行交流。	掌握工程项目可行性分析方法的基础上，通过阅读重大工程如三峡水利工程、特高压输电项目、海阳核电厂的可行性分析资料，了解工程项目可行性分析的重要性与可行性报告内容；建议学生自主查阅相关资料，通过小组合作完成作业，合作及有效沟通和交流。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求 \ 课程目标	目标 1	目标 2	目标 3
2.4 能应用基本原理和专业知识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论；	H		
4.1 能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析电气工程领域复杂工程问题的解决方案；		H	
11.1 掌握电气工程项目中涉及的管理与经济决策方法。了解工程及产品全周期、全流程的成本构成，理解其中涉及的工程管理与经济决策问题；			H

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

板书与多媒体结合

2. 课程内容：

本课程是电气工程及其自动化专业选修的专业课，是对先修课程《高等数学》《经济性原理》《电力系统基础》所学知识的综合应用和进一步深化，应用

以上课程知识进一步学习工程经济学的基本原理、方法和技能，分析、评价各种工程技术方案（如可行性研究、设备更新、价值工程等），为决策出提供获得满意经济效益的方案提供科学依据。在教学中既要注意与上述课程的联系、综合、深入，也要注意避免在同一层次上的重复，重点应放在工程项目经济性分析的综合、深化和实际应用方面。

3. 作业：

主要为课后习题，促进学生理解课堂内容，能模仿例题演算习题，巩固所学知识。

十五、课程教学内容

第1章 导论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 3，通过本章学习，了解工程经济学的发展概况及课程学习要求，达成以下目的：

- 1.能够正确描述工程经济学的发展；
- 2.能够理解工程技术与经济的辩证关系，增强新时代电气工程师的自豪感和历史使命感；支撑课程目标 1

- 3.能够列举工程经济学在电气工程中的应用；支撑课程目标 3

- 4.了解学习本课程的基本要求和方法。

【重点与难点】

重点：理解工程经济学的发展历史，掌握工程技术与经济的辩证关系，能够明晰项目经济性分析对电气工程专业的意义。

难点：理解工程技术的先进性与经济性的关系，能够养成技术与经济的辩证思维。

【教学内容】

- 一、工程经济学的发展史
- 二、工程经济学的研究任务

1. 技术与经济的关系
2. 工程师必须掌握技术经济学基本知识
3. 技术经济分析的一般过程
4. 电力系统实际工程的案例分析（特高压输电工程的论证过程、山东核电的选址过程）

三、学习本课程的基本要求

第3章 经济性评价基本要素

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 2，通过本章学习，基于经济效果的概念、投资、税收、成本等基本要素，达成以下目的：

- 1.能够理解经济效果概念，掌握三种表达方式；
- 2.能够掌握经济性评价的基本概念。掌握现金流量的构成，即现金流入项和流出项的构成；
- 3.能够理解资金时间价值内涵及掌握资金等值计算。

【重点与难点】

重点：经济效果概念的含义及三种表达方式；成本、利润的含义与计算；增值税的计算与分析。现金流量的构成，即现金流入项和流出项的构成；资金时间价值内涵及掌握资金等值计算；

难点：现金流量图，资金时间价值内涵及资金等值计算。

【教学内容】

第一节 经济效果

经济效果的概念，三种类型表达形式。

第二节 现金流量

现金流入，现金流出，现金流量图。

第三节 投资与资产

投资的概念和构成，固定资产，流动资产。

第四节 固定资产折旧

固定资产折旧基本概念，平均年限法，工作量法，加速折旧法。

第五节 成本

会计成本，经济成本，机会成本，沉没成本，固定成本，变动成本。

第六节 税金与税收

税收的概念，税收的种类及计算方法。

第七节 销售收入、利润和利润率

复习成本的概念，销售收入的概念及计算，利润、利润率的计算。

第八节 资金时间价值及其等值计算

利率，复利和单利，资金时间价值概念，等值方法。

第4章 经济性评价基本方法

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，掌握互斥方案、独立方案的经济性比选方法，达成以下目的：

1. 能够根据时间型、价值型和效率性三种重要的经济性评价指标评价方案的经济性。（支撑课程目标 2）
2. 能够根据不同的方案类型选择不同的评价指标，灵活运用不同的指标体系评价并选择方案。（支撑课程目标 1）
3. 能够运用现代计算工具计算评价指标。

【重点与难点】

重点：时间型、价值型和效率性经济性评价指标计算方法及判据；不同类型的方案分类及评价指标选用；多方案经济性比选方法。

难点：不同指标体系的正确选择与组合应用。

【教学内容】

第一节 投资回收期法

累计净现值的计算，静态投资回收期与动态投资回收期。

第二节 净值法

净现值、净年值、净终值的计算方法及评价判据。

第三节 内部收益率法

内部收益率的含义，内插法计算内部收益率，内部收益率的评价判据。

第四节 其他效率型指标

投资收益率指标（投资利润率、投资利税率、资本金利润率），效益/费用比率指标

第五节 多方案经济评价方法

互斥型方案，独立型方案，混合型方案的比选

第六节 运用 Excel 计算评价指标

运用 Excel 内嵌函数计算指标值，建议学生自学。

第 5 章 不确定性与风险分析

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，掌握工程项目风险和不确定性的分析方法，达成以下目的：

- 1.能够了解项目风险产生的原因及不确定性分析的思路和步骤，分析工程项目投资可能面临的风险和不确定性因素。（支撑课程目标 1）；
- 2.能够根据盈亏平衡分析法的基本概念和步骤计算盈亏平衡点，判断工程项目所处的经济性状态。（支撑课程目标 2）；
- 3.能够理解单因素敏感性分析的步骤。（支撑课程目标 1）

【重点与难点】

重点：盈亏平衡分析法的步骤，盈亏平衡点的表达方式及计算。

难点：计算盈亏平衡点判断项目当前安全性。

【教学内容】

第一节 投资风险与不确定性概述

项目风险、不确定性因素的概念，风险产生的原因及不确定性分析的思路和步骤。

第二节 盈亏平衡分析

盈亏平衡分析法，盈亏平衡点的表达形式

第三节 敏感性分析

敏感性因素，单因素敏感性分析步骤。

本章结束后，进行期中测试，内容为第1章、第3—5章。

第6章 设备更新与租赁的经济分析

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标1和课程目标2，通过本章学习，掌握设备更新的原则与更新方式的决策方法，达成以下目的：

1. 能够理解任何设备都存在损耗，能够根据损耗具体原因分辨损耗类型并确定对应的补偿方式。（支撑课程目标1）

2. 能够理解设备的各种寿命，能够根据经济寿命的定义计算设备的静态经济寿命与动态经济寿命，判断设备是否需要更新。（支撑课程目标1和课程目标2）；

3. 能够理解设备更新有购买和租赁两种方式，根据实际场景计算四种设备更新方式的经济性，并判断设备更新的方式。（支撑课程目标2）；

【重点与难点】

重点：设备的磨损类型与寿命，经济寿命的计算，设备更新与否的判断，设备购买与租赁的经济性比较。

难点：经济寿命的计算，设备购买与租赁的经济性比较。

【教学内容】

第一节 设备的磨损及其寿命

设备磨损的分类及补偿方式，设备寿命的含义以及经济寿命的计算方法。

第二节 设备更新的经济分析

设备更新决策方法。

第三节 设备租赁的经济分析

自有资金购买、贷款购买、融资租赁、经营租赁的经济性分析与选择。

第7章 价值工程

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，掌握利用价值系数法分析选择研究对象开展价值工程分析，达成以下目的：

1. 能够根据价值工程的历史建立经济性的全局概念，理解价值工程的基本原理和实施步骤（支撑课程目标 1）。
2. 能够利用价值系数法分析选择开展价值工程的研究对象（支撑课程目标 2）。
3. 能够通过理想系数法的计算，分析价值工程中不同解决方案的经济性（支撑课程目标 2）。

【重点与难点】

重点：价值工程的步骤，价值工程对象的选择方法：价值系数法，理想系数法判断最优价值工程解决方案，方案创造和后评价。

难点：价值系数法选择价值工程研究对象，理想系数法判断最优价值工程解决方案。

【教学内容】

第一节 价值工程的基本原理

价值工程的历史与发展，价值工程的基本概念、特点和作用，价值工程的工作程序。

第二节 价值工程的基本内容

价值工程研究对象的选择——价值系统法，功能分析，功能选择，功能评价。

第三节 方案的创造与实施

改进方案的创造、评价和选择——理想系数法。

第四节 价值工程案例

价值工程在高露洁产品开发中的应用。

第8章 建设项目可行性研究

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3，通过本章学习，掌握工程项目可行性研究报告的编制，掌握市场研究、技术研究和资金筹措在可行性研究中的意义和方法，达成以下目的：

1. 能够根据项目建设程序和我国建设项目管理体制，编制可行性分析报告的大纲（支撑课程目标 1）；
2. 能够根据项目市场分析、技术分析、经济效益评价以及资金筹措等内容研究思路与分析方法，分析对可行性的影响（支撑课程目标 2）；
3. 能够根据基本材料熟练编制一系列财务报表，根据这些财务报表数据开展工程项目的经济性评价工作（投资回收期、净现值、投资收益率等），最终选则技术方案（支撑课程目标 2）；
4. 能够在案例分析中领悟到可行性研究报告的重要性（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：资金筹措方式对项目评价的影响，项目财务能力分析评价，编制一系列财务报表，全投资现金流量表和自有资金现金流量表，损益表，根据这些财务报表数据开展工程项目的经济性评价工作（投资回收期、净现值、投资收益率等），最终选则技术方案。

难点：资金筹措方式对项目评价的影响，全投资现金流量表和自有资金现金流量表的编制并以此进行经济性评价。

【教学内容】

第一节 可行性研究概述

可行性研究的必要性（案例分析），项目可行性研究报告的内涵、步骤及基

本内容，项目的建设程序。

第二节 市场预测与建设规模

市场预测，市场调查与分析，项目规模选择。

第三节 原材料、能源及公用设施分析

原材料条件，燃料、动力供应方案，主要原材料、燃料供应方案比选，交通运输条件的评估。

第四节 厂址选择

选择厂址一般应遵循的原则，选择厂址的步骤，厂址方案的比较和选择。

第五节 工艺技术路线选择

技术方案、工艺流程、工艺方法和工艺设备的选择。

第六节 环境影响评价

环评基本要求，影响因素。

第七节 财务基础数据估算

项目总投资和投资资金来源与筹措、项目生产期的确定、总成本费用估算、销售收入与税金的估算、利润总额及其分配的估算、借款还本付息的估算。

第八节 建设项目财务分析

盈利能力分析，偿债能力分析，财务生存能力分析。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	导论	技术与经济的辩证关系	从成功与失败的工程案例讲起，技术要与经济相辅相成	引导学生理解技术与经济的辩证关系，建立经济观念
2	第3章第2节	工程项目的经济性评价	结合电力系统实际工程的案例分析，讲述工程项目的多种经济性评价	通过超级工程的图片，让学生感受到国家的快速发展与技术创新是分不开的，引起学生民族自豪感，感悟大国工匠精神和创新精神。
3	第3章第6节	投资、成本和利润的概念	讲解投资的组成，成本和利润的关系。	提到学习也是一种投资，引导学生意识到现在的学习就是对将来的投资，端正学习态度，树立正

				确的人生观。
4	第3章 第6节	资金时间 价值	以“高利贷”贷款为例讲解资金的时间价值计算，让学生通过分期还款利息及其计算，使其了解分期还款的利息陷阱	引导大学生认识到合法正确使用金钱，告诫学生不要超前消费，要通过现象看本质，树立正确的消费观。
5	第4章 第1节	投资回收 期	静态投资回收期 and 动态投资回收期表明必须经过一段时间才会回收成本，然后才能盈利	引导学生重视目前的学习，要有耐心完成知识积累，以后才能对社会对国家有所贡献，树立正确的人生观和价值观。
6	第4章 第4节	时间型、 价值型和 效率型三 种技术经 济评价指 标	多种经济性评价指标	培养大学生在分析问题时，追本溯源抓住关键问题，并根据实际条件能用适当的方法解决实际工程问题的能力。
7	第5章 第1节	不确定性 分析	风险与不确定性因素	教育学生人生的路是充满坎坷和风险的，正确对待人生路上的坎坷和风险，努力克服困境。
8	第5章 第2节	盈亏平衡 分析	盈亏平衡点的计算	培养学生以发展的眼光看待问题，事情不是一成不变的，环境一直处于变化之中。
9	第6章 第1节	设备的磨 损与寿命	以常用的发电机、变压器设备使用寿命为例说明设备时时刻刻都在损耗，进而引导出设备的几种寿命概念	教育引导大学生深刻理解生命的可贵，要尊重生命，爱护生命，树立正确的人生观与价值观。
10	第6章 第2节	设备经济 寿命	经济寿命的计算，经济寿命小于自然寿命	教育引导大学生深刻理解自我价值和职业价值，增强职业责任感。
11	第6章 第3节	设备的租 赁分析	设备更新可以采用购买、租赁等方式	培养大学生在分析问题时，采用类比的方法，能够根系不同条件下的解决问题的方法。
12	第7章 第1节	价值工程 中研究对 象选择	价值系数法选取价值工程研究对象	培养大学生在分析问题时，追本溯源抓住关键问题，增强科学研究能力。
13	第7章 第3节	方案的创 造	多种定性及定量方法创造价值工程的解决方案。	引导学生认识精益求精的工匠精神和项目的可持续发展。
14	第8章 第1节	可行性研 究的内容	案例讲解可行性研究的必要性和步骤。	关注电力系统先进技术和重大项目的国内外前沿发展现状，树立国际视野，激发大学生的爱国、爱岗敬业的精神。
15	第8章 第6节	环境影响 评价	电力系统重大工程中的环境影响评价报告讲解。	培养学生的环保意识，关注新能源领域的国内外前沿发展现状，激发大学生科技报国的家国情怀和使命担当，坚定“四个自信”。
16	第8章 第8节	建设项 目财务分 析	根据基础数据制作财务能力分析报表	教育学生要实事求是，遵纪守法，引培养学生恪守职业道德，

				不忘初心，认真遵守和严格执行国家的法律法规。
17	作业		在作业、项目式作业中抄袭，该项记零分，	应遵守学术诚信，诚实做人。

七、学时分配表

序号	章节	章节内容	学时分配							合计	
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	课堂研讨		其他
1	第1章	导论	1						1		2
2	第3章	经济性评价基本要素	6								6
3	第4章	经济性评价方法	6								6
4	第5章	不确定性分析	1					1			2
5	第6章	设备更新与租赁	4								4
6	第7章	价值工程	4								4
7	第8章	建设项目可行性分析	5						1	2	8
合计			27					1	2	2	32

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂讨论、期中测验等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 30%，期末考核成绩占总成绩的 70%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (70%)	课程目标 1	40	100
	课程目标 2	60	
	课程目标 3	0	
平时考核 (30%)	课程目标 1	20	100
	课程目标 2	60	
	课程目标 3	20	

【平时考核环节评分标准】

考核得分 考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
--------------	-----	-------	-------	--------

习题作业	对工程经济学的有关概念、计算方法运用较差，不能正确解答作业中的问题	能运用工程经济学有关概念、计算方法，正确解答各章节作业中的问题	能较好地运用工程经济学有关概念、计算方法，正确规范地各章节解答作业中的问题	能灵活地运用工程经济学的有关概念、各种实用计算方法，正确规范地各章节解答作业中的问题
平时测验	不能在规定的时间内解答测试问题，答题不准确	基本能在规定的时间内解答测试问题，答题基本准确	能在规定的时间内，较准确地解答测试问题	能在规定的时间内准确地解答测试问题
课堂讨论	课堂讨论不积极，分析工程经济学题目问题能力弱，表达不清晰	能陈述电磁场的概念基本准确，能对工程经济学计算等有关问题参与课堂讨论	能较准确地陈述工程经济学的概念，积极参与有关问题课堂讨论	积极参与课堂讨论，正确陈述工程经济学概念，分析问题能力较强

【平时考核环节权重】

考核环节 \ 课程目标	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
习题作业	5	25	10	50
考勤讨论	0	10	10	20
平时测试	15	25	0	30
合计	20	60	20	100

【考试环节权重】

章节 \ 权重	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
第 1 章 导论	5		0	5
第 3 章 经济性评价基本要素		15		15
第 4 章 经济性评价方法	10	15		25
第 5 章 不确定性分析	5	0		5
第 6 章 设备更新与租赁	5	10		15
第 7 章 价值工程	5	10		15
第 8 章 建设项目可行性分析	5	15	0	20
合计	40	60	0	100

九、教材及参考资料

【教材】

6. 虞晓芬, 龚建立主编.技术经济学概论 (第四版), 高等教育出版社, 2015 年, “十二五”普通高等教育本科国家级规划教材, 面向 21 世纪课程教材。

【参考资料】

5. 李南. 工程经济学.第 4 版[M]. 科学出版社, 2013.
6. 刘秋华主编.技术经济学. 北京: 机械工业出版社, 2004.
7. Rouse W B . Engineering Economics[M]. John Wiley & Sons, Inc. 2010.

山东大学 电气工程 学院

《电力市场原理（双语）》理论课程教学大纲

编写人：张利，王明强，刘宁宁

审定人：张文，杨明

编制时间：2020年5月

审定时间：2020年5月

一、课程基本信息：

课程名称	电力市场原理（双语）				
英文名称	Electricity Market Principles (Bilingual)				
课程编码	sd01930391				
开课单位	电气工程学院 电力系统研究所				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	3	学时	授课	上机	研讨
		56	40	8	8
适用专业	电气工程及其自动化（F方向）				
先修课程	运筹学，电气工程基础				
课程网站					

二、课程描述

《电力市场原理（双语）》是电气工程及其自动化专业电力系统运营、输电工程方向的一门专业限选课程。本课程是在电气工程基础（1）和运筹学等相关课程的基础上，系统介绍电力市场化的原因、微观经济学和企业管理的一些基本概念以及市场化运营下电力系统面临的主要问题及解决方法，使学生能够运用经济学原理分析、解释电力市场的基本规律和规则，能够运用电力系统分析方法和优化算法进行电力市场电能交易、辅助服务交易、阻塞管理和发输电投资等的

基本计算。通过本课程的学习，培养学生理解不同社会文化对工程活动的影响，具有从事电气工程工作所需要的经济和管理知识和能力并能在多学科环境中应用，增强学生在市场环境下分析、判断及解决问题的能力。本大纲的制订与教学者的研究紧密相关，教学过程中，针对电力市场的最新进展，每届学生授课内容会有一定程度的调整。

The course "Electricity Market Principles (Bilingual)" is a professional compulsory course for electrical engineering and automation. Based on Fundamentals of Electrical Engineering (1) and Operations Research, this course systematically introduce the commercialization reason of electricity market, basic concepts of microeconomics and management and main problems and solutions of power system in electricity market. The course enables students to use economic principles to analyze and explain the basic laws and rules of power market, be able to use power system analysis methods and optimization algorithms for basic calculations of power trading, auxiliary service trading, congestion management and generation and transmission investment in the market. Through the study of this course, students are trained to understand the impact of different social cultures on engineering activities, have the economic and management knowledge and ability required for electrical engineering and can applied them in a multi-disciplinary environment. This teaching syllabus is closely related to the research topics of the lecturers. The content of the syllabus will be updated year by year considering the latest progress of the electricity market.

三、课程目标

【课程目标】

通过该课程的学习，学生能够掌握电力市场的基本概念、基本原理和分析计算方法，培养学生应用相关理论对实际问题进行建模、分析的能力，通过讨论、

项目汇报等培养学生的交流沟通与合作能力、终身学习的能力，通过课程思政培养学生的核心价值观和辩证思维能力。

序号	课程目标	达成途径或方法
目标 1	能够正确描述电力市场基本概念，能够熟练运用优化原理和方法结合电力系统发电调度、潮流分析等进行电能交易、市场参与者的决策与博弈、节点电价与阻塞管理等问题的建模分析，并能够对其进行解析计算。	讲授概念、原理和方法等基本知识，通过课堂提问及答疑等进一步巩固对基本知识的理解，通过阅读文献了解影响建模与求解的各种因素及其相应的结果，通过讨论、作业等加强对基本知识的掌握和运用。
目标 2	能够运用所学知识对实际电力市场的竞争模式、交易类型、市场规则等进行分析；能够通过文献检索，分析不同国家和地区的电力市场发展状况，理解产业政策、社会文化等对电力市场的影响作用，并能正确表述；	结合电力市场实例提出问题，引导学生利用所学知识进行分析，建议学生通过查阅相关资料进行自主学习，加深理解项目式作业背景；通过讨论及作业等增进对国情国策、社会文化等影响电力市场的理解，并引导学生学会用中英文双语进行表述。
目标 3	能够将经济和管理知识运用到仿真实验设计和讨论题解答中，分析解释电力市场中系统物理规律与经济规律的相互作用，并能够对两者的均衡决策进行计算。	通过阅读文献，了解电力市场中物理规律与经济规律相互作用的各种类型问题及其解决思路；通过讨论题和在仿真系统上完成自主设计的实验内容，加深对解决问题方法的掌握。
目标 4	能够正确理解电力交易中心和系统运行员在电力市场中的职责与作用，并能在市场模拟实验中正确运作相关环节	通过阅读文献全面了解电力交易中心和系统运行员在电力市场中的角色定位，在模拟实验中设置相关环节，让学生体验他们如何在组织、协调市场运作与电力系统运行中发挥作用

【课程目标与毕业要求指标点的对应关系】

毕业要求	课程目标	目标 1	目标 2	目标 3	目标 4
	2.4 能应用基本原理和专业知识，借助文献研究，分析过程的影响因素，获得有效结论。	H			
4.1 能够基于科学原理，通过文献研究或相关方法，调研和分析电气工程领域复杂工程问题的解决方案；	M				
6.1 了解电气工程领域相关的技术标准体系、产业政策和法律法规，理解不同社会文化对工程活动的影响；			M		
9.3 能够组织、协调和指挥团队开展工作。					M

10.1 针对电气工程领域的复杂工程问题，能够通过撰写书面报告、设计汇报文稿、口头交流等多种方式，准确表达个人观点，回应质疑，与业界同行及社会公众进行有效沟通与交流，理解与业界同行和社会公众交流的差异性。		M		
10.2 能了解电气工程领域的国际发展趋势和研究热点，具备一定的国际视野，理解和尊重世界不同文化的差异性和多样性；		H		
10.3 具备跨文化交流的口头和书面表达能力，能够就专业问题，在跨文化背景下进行基本沟通和交流。		H		
11.1 掌握电气工程项目中涉及的管理与经济决策方法。了解工程及产品全周期、全流程的成本构成，理解其中涉及的工程管理与经济决策问题；			H	

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

板书与多媒体结合

2. 课堂组织：

课堂教学中对概念、原理进行深入浅出、旁征博引地讲授，对方法及其应用进行提纲挈领、抓大放小地讲授，期间结合所讲知识点有的放矢地穿插提问，引导学生运用所学知识对实际电力市场问题进行分析，对电力市场中系统物理规律与经济规律的相互作用现象深入观察，在知识讲授的同时，重在培养学生解决电力市场环境下电力系统问题的综合、深化和理论联系实际的能力。

3. 作业

主要为课后习题，促进学生理解课堂内容，巩固所学知识；也补充部分习题，具有较高的综合度与难度，增加习题对学生的挑战性。

13. 研讨

密切联系实际，就当前电力市场热点问题给出讨论题目，要求学生查阅资料，根据所掌握的课程知识对问题进行分析，尽可能全面地剖析问题的本质并探讨解决方法，通过小组讨论方式培养团队合作精神，促进沟通和交流能力的提升。

在书面与口头表达中鼓励尽可能采用英文。

14. 实验

在第三章、第六章各配置 4 学时仿真实验，分别利用自主研发的电力交易程序和 powerworld 软件开展。实验内容既有给定具体内容的验证性实验项目，也有探索性实验项目，引导学生利用实验条件设计项目验证自己感兴趣的问题，并体会市场中不同角色的职责与作用。

五、课程教学内容及学时分配

Chapter 1 Introduction（4 学时，其中授课 4 学时）

本章教学内容支撑课程目标 2 和课程目标 4

【教学目标和要求】 1. Understand the background, reason, and meaning of electricity market commercialization.（支撑课程目标 2） 2. Understand the difference between the electricity commodity and other general commodities（支撑课程目标 2）. 3. Master the four mode of electricity market（支撑课程目标 4）.

【具体教学内容】 Background of electric industry deregulation; Aspects of electricity market study; Mode of electricity market; Development of electricity market at home and aboard.

【教学和学习建议】多媒体教学，图文形象展示。学生课后查阅文献，加深理解。

【教学/考核难点重点】。Understanding and application of the electricity market mode.

Chapter 2 Basic concepts of economics（6 学时，其中授课 6 学时）

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 3

【教学目标和要求】 1.Understand function of market（支撑课程目标 1）；2. Understand concept of risk management（支撑课程目标 1）；3.Master types of market（支撑课程目标 1）；4.Master basic model of game theory（支撑课程目标 1

和课程目标 3)。

【具体教学内容】 Model of demand and supply; Equilibrium of market; Theory of enterprise; Types of market; Game theory and its basic models。

【教学和学习建议】 多媒体教学，图文形象展示。学生课后查阅文献，加深理解。

【教学/考核难点重点】 Efficiency of market; Risk management in market。

Chapter 3 Markets for electrical energy (12 学时，其中授课 6 学时,研讨 2 学时，上机 4 学时)

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2、课程目标 3 和课程目标 4

【教学目标和要求】 1. Understand basic theory of pricing (支撑课程目标 1) ; 2. Master running of bilateral and pool market (支撑课程目标 2 和课程目标 4) ; 3. Master simple auction algorithm (支撑课程目标 1 和课程目标 3)。

【具体教学内容】 Theory of electric pricing; Running of electricity market; Auction of electrical energy。

【教学和学习建议】 多媒体教学，图文形象展示。学生课后查阅文献，加深理解。

【教学/考核难点重点】 Feature of bilateral and pool market; Auction algorithms with complex bids 。

研讨 (2 学时) :Challenges of renewable energy consumption bring to electricity market and the prospective measures.

Experiment 1 Electricity Market Bidding Transaction Simulation (4 学时，其中上机 4 学时)

【教学目标和要求】 1.Enhance understanding of the mode and auction of electricity market (支撑课程目标 2 和课程目标 3) ;2. Masterly use the simulation system (支撑课程目标 1 和课程目标 4) 。

【具体教学内容】 Establish bids of units; Implement simple and complex auction。

【教学和学习建议】 老师简介实验目的与操作步骤，学生上机实验，老师解答疑问。

【教学/考核难点重点】 Construction of the simple or complex bids, bidding strategy adjustment, understanding of simulation results.

Chapter 4 Participating in markets for electrical energy (8 学时，其中授课 6 学时，研讨 2 学时)

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2

【教学目标和要求】 1. Understand the roles of generator, user and mixed participants in the market (支撑课程目标 1) ; 2. master behavior analysis of the participants (支撑课程目标 1 和课程目标 2)。

【具体教学内容】 Roles of participants; Generator behavior analysis in perfect and imperfect market; Character of demand and demand response; Character of mixed participants。

【教学和学习建议】 多媒体教学，图文形象展示。学生课后查阅文献，加深理解。

【教学/考核难点重点】 Generator behavior analysis in perfect and imperfect market. 研讨 (2 学时) : New development of demand response.

Chapter 5 System Security and ancillary services (6 学时，其中授课 4 学时，研讨 2 学时)

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2

【教学目标和要求】 1. Understand the classification of ancillary (支撑课程目标 1); 2. Understand the load frequency (支撑课程目标 1) ; 3 Understand energy and reserve scheduling to determine the energy and reserve price (支撑课程目标 1 和课程目标 2) .

【具体教学内容】 EMS system; Load frequency control; Energy and reserve

scheduling; selling ancillary service。

【教学和学习建议】多媒体教学，图文形象展示。学生课后查阅文献，加深理解。

【教学/考核难点重点】energy and reserve pricing。

研讨（2学时）：Coordinated operation of energy and reserve.

Chapter 6 Transmission networks and electricity markets（12学时，其中授课6学时，上机4学时，研讨2学时）

本章教学内容支撑课程目标1、课程目标2和课程目标3

【教学目标和要求】1.Understand physical transmission right and financial transmission right（支撑课程目标1）；2.Understand congestion, congestion surplus（支撑课程目标1和课程目标2）；3 Master nodal price calculation of simple network（支撑课程目标1和课程目标3）。

【具体教学内容】Physical transmission right；congestion surplus calculation；energy scheduling, line calculation, nodal price determination of 3-node system；financial transmission right, flowgate right。

【教学和学习建议】多媒体教学，图文形象展示。学生课后查阅文献，加深理解。

【教学/考核难点重点】Nodal price calculation。

研讨（2学时）：Various scene of the nodal price.

Experiment 2 The impact of the transmission grid on electricity market（4学时，其中上机4学时）

【教学目标和要求】Establish a small power system using Powerworld（支撑课程目标1）；calculate the power flow and the nodal price（支撑课程目标2和课程目标3）。

【具体教学内容】Establish a small power system using Powerworld; calculate the

power flow and the nodal price。

【教学和学习建议】老师简述上机步骤，学生上机实验，老师回答问题。

【教学/考核难点重点】nodal price calculation; simulation software application。

Chapter 7 Investing in generation (4 学时，其中授课 4 学时)

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 3

【教学目标和要求】1.Understand the generation expansion from an investor's perspective (支撑课程目标 1 和课程目标 3); 2.Understand the generation expansion from consumers' perspective (支撑课程目标 1 和课程目标 3)。

【具体教学内容】Generation expansion equation and calculation method; four mechanism for generation expansion。

【教学和学习建议】多媒体教学，图文形象展示。学生课后查阅文献，加深理解。

【教学/考核难点重点】four mechanism for generation expansion。

Chapter 8 Investing in transmission (4 学时，其中授课 4 学时)

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 3

【教学目标和要求】Understand transmission fee division method (支撑课程目标 1); Understand cost-based transmission expansion and value-based transmission expansion (支撑课程目标 1 和课程目标 3)。

【具体教学内容】transmission fee division method; cost-based and value-based transmission expansion。

【教学和学习建议】多媒体教学，图文形象展示。

【教学/考核难点重点】calculate value-based transmission expansion。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	Chapter 1	History of electricity	电力工业从竞争到垄断再到放松管制的发	引导学生理解生产力与生产关系的相互作用，树立正确的世

		industry	展过程	界观。
2	Chapter 1	Development of electricity market	世界各国不同的市场改革路径	引导学生认识世界各国不同的执政理念，坚定“四个自信”。
3	Chapter 2	Game theory	由纳什均衡讲到纳什的故事。	引导学生体会经典理论的奥秘之处，增强创新意识。
4	Chapter 2	Type of market	远期市场的风险共享作用	引导学生体会合作可以共赢，培养学生的合作精神。
5	Chapter 3	Spot price	举例电力现货市场价格飙升的案例	引导学生思考电力的公共服务属性，培养学生树立职业责任感
6	Chapter 3	Electrical Energy market	举例电能市场竞价出现的各类现象	培养学生在分析问题时，既要抓住本质，又要全面考虑，建立能用适当的方法解决实际工程问题和复杂问题的能力。
7	Chapter 4	Consumer's perspective	需求响应技术的新发展	培养学生的节能减排意识，关注新型电力系统建设的国内外前沿技术，激发学生的科研兴趣。
8	Chapter 4	Hybrid Participant's perspective	储能的作用与发展的难点	引导学生理解国家政策，关注行业发展趋势，将自己的职业规划与国家发展相结合。
9	Chapter 5	The needs of system security	电网安全的案例	引导学生重视安全问题，遵守规则与秩序，增强法律意识和职业责任感。
10	Chapter 5	Co-optimization of energy and reserve	电能市场与辅助服务市场的相互影响	培养学生的系统化思维，能够有机联系地看待多个问题的解决，增强对工程实际的理解。
11	Chapter 6	Centralized trading over a network	节点电价的各种表现	培养学生在分析问题时，要透过现象看本质，正确理解数学算法的物理意义和经济意义。
12	Chapter 6	Managing transmission risk	金融输电权的实施难点	引导学生认识工程中的利益冲突问题，树立正确的价值观。
13	Chapter 7	Building new generator	新能源发电扩建是如何决策的	引导学生认识新能源发展的必要性，增进对国家能源发展战略的理解。
14	Chapter 8	The Nature of the transmission business	我国电网大规模互联的发展	引导学生认识我国电力供需国情，了解电网发展的巨大成就，激发学生科技报国的家国情怀和使命担当，坚定“四个自信”。
15	Experiment 1	Bidding strategy adjustment	交易中市场力的实施	引导学生辩证看待事物的好与坏，尽量利用其优点，避免其缺点。
16	Experiment 2	The influence of transmission grid on nodal price	网络对节点电价的影响	引导学生抓住主要矛盾，遇到问题要抓主要问题，关键问题，解决难点问题。
17	实验报告		科技写作的规范，杜绝抄袭	应遵守学术诚信，诚实做人。

七、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配							合计
			课堂 授课	实验 学时	上机 学时	实践 学时	在线 学习	习题 课	研讨 课	
1	Chapter1	Introduction	4							4
2	Chapter2	Basic concepts of economics	6							6
3	Chapter3	Markets for electrical energy	6		4				2	12
4	Chapter4	Participating in markets for electrical energy	6						2	8
5	Chapter5	System Security and ancillary services	4						2	6
6	Chapter6	Transmission networks and electricity markets	6		4				2	12
7	Chapter7	Investing in generation	4							4
8	Chapter8	Investing in transmission	4							4
合计			40		8				8	52

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】:

课程考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：课堂表现、作业、研讨和实验等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 30%，期末考核成绩占总成绩的 70%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (70%)	课程目标 1	50	100
	课程目标 2	30	
	课程目标 3	20	
平时考核 (30%)	课程目标 1	35	100
	课程目标 2	30	
	课程目标 3	30	
	课程目标 4	5	

【平时考核环节评分标准】

分值考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
课堂表现	超过8次课缺勤	5≤缺勤课次<8, 或课堂问题不应答及回答错误较多	1<缺勤课次≤4, 或课堂问题回答少并有错误	不多于1次课缺勤, 课堂问题基本回答正确
作业	漏做或完全不正确的作业题数超过总量一半	作业题70%以上完成, 错误率较高	作业题90%以上完成, 但有部分错误	作业题全部完成且基本正确, 仅有微小瑕疵
研讨	讨论题不积极参与, 表达不清晰	能参与讨论题解答, 但思考不深入	积极参与讨论题解答, 有一定独立思考	积极参与讨论题解答, 分析问题能力强, 论证充分
实验	实验缺勤一半以上	完成基本实验内容, 实验报告过于简单	完成全部实验内容, 实验报告结果基本正确, 分析不足	完成全部实验内容, 实验报告内容充实, 结果分析充分

【平时考核环节权重】

课程目标考核	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	课程目标 4	合计
课堂表现	0	5	5		10
作业	20	10	5		35
研讨	10	10	10		30
实验	5	5	10	5	25
合计	35	30	30	5	100

【考试环节权重】

根据课程目标，考试从基本概念、模型与方法的熟练掌握和知识综合应用三方面考察学生对教学内容的掌握程度。考试内容与课程目标的权重关系如下表。

课程目标章节	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
Chapter 1 Introduction		5	5	10
Chapter 2 Basic concepts from economics	5	5		10

Chapter 3 Markets for electrical energy	10	5	5	20
Chapter 4 Participating in markets for electrical energy	5	5	5	15
Chapter 5 System security and ancillary service	10	5		15
Chapter 6 Transmission network and electricity markets	15		5	20
Chapter 7 Investing in generation Chapter 8 Investing in transmission	5	5		10
合计	50	30	20	100

九、教材及参考资料

【教材】

(1) Daniel Kirschen, Goran Strbac. 《Fundamentals of Power System Economics》, John Wiley & Sons, Ltd, UK, 2004

【参考书】

- (1) 张利, 电力市场概论, 中国电力出版社, 2014
- (2) Wood & Wollenberg, 电力系统发电控制与运行 (英文名: Generation, Operation and Control) (第3版), 清华大学出版社, 2017
- (3) 菲雷顿 P. 萧山西 (Fereidoon P. Sioshansi) 等, 全球电力市场演进: 新模式、新挑战、新路径, 机械工业出版社, 2017
- (4) 于尔铿等, 电力市场, 北京: 中国电力出版社, 1998
- (5) 王锡凡等, 电力市场基础, 西安, 西安交通大学出版社, 2003

山东大学 电气工程 学院

《电力企业管理》理论课程教学大纲

编写人：魏秀燕，蔡德宇

审定人：邹贵彬

编制时间：2017年3月

审定时间：2017年3月

一、课程基本信息：

课程名称	电力企业管理				
英文名称	Power Enterprise Management				
课程编码	sd01930370				
开课单位	电气工程学院				
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础课程 <input type="checkbox"/> 工程基础课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业类课程(限选) <input type="checkbox"/> 专业类课程(任选) <input type="checkbox"/> 综合性实践课程				
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修				
学分	3	总学时	授课	上机	实验
		52 学时	44 学时		8
适用专业	电气工程及其自动化				
先修课程	电气工程基础、管理学概论				
课程网站					

二、课程描述

【课程中文简介】

《电力企业管理》是电气工程及其自动化专业的一门专业必修课。该课程是在电气工程基础、管理学概论等相关课程的基础上，讲授电力企业管理相关的知识，使学生能够掌握管理学的基础知识，了解电力企业的定义及种类、电力企业的行业特点，电力作为商品区别于其他商品的特性、能源行业的发展前景及电力企业的战略制定、电力企业的多元化、全球化运行管理、电力企业的

计划、组织、领导、控制等各项职能管理、电力企业的财务运作、生产运作等模块化管理、电力企业改革的历史和前景展望等。通过课程学习，能够掌握基本的管理学知识及电力企业运行的基础知识，能够使电力类毕业生较快的融入所在组织及工作实际，深刻理解电力组织的管理政策，能够快速介入做好电力营销运营等工作，有助于做好自身职业规划，为培养高素质电力企业管理人才打下基础。同时，通过本课程的学习培养学生系统化的思维方式，全面的行业视角，建设性的组织参与，包容性的人格特征，前瞻性的职业规划。

【课程英文简介】

Power enterprise management is a compulsory course, and this course teaches the knowledge related to power enterprise planning, operation, strategy, financial management etc. Attending this course, that students can take the basic knowledge of management, and understand 1) the definition and types of power enterprises, 2) the industry characteristics of power enterprises, 3) the characteristics of power as a commodity which different from other commodities, 4) the development prospect of energy industry, 5) the strategy formulation of power enterprises diversification, 6) global operation management of power enterprises, 7) functional management of planning, organization, leadership and control of power enterprises, 8) modular management of financial operation, 9) production operation of power enterprises, history, and 10) prospect of power enterprise reform, etc.

This course enables undergraduates to quickly integrate into their organization and work reality, deeply understand the teamwork skills, and help them to make their own career planning. This course provides a foundation for cultivating high-quality management talents of electric power enterprises. At the same time, through the study of this course, students are trained to have a systematic way of thinking, a comprehensive industry perspective, constructive organizational participation, inclusive personality characteristics and forward-looking career planning.

三、课程目标

通过该课程的学习，学生能够掌握电力企业管理的基本知识，培养学生应用电力企业管理知识对实际工程管理问题进行合理分析并解决的能力，通过讨论、案例分析、讲座等方式培养学生的交流沟通与合作能力、自主学习和终身学习的意识。

序号	课程目标	达成途径或方法
----	------	---------

目标 1	能够准确解释电力企业的定义、电力企业的行业特点。掌握电力作为商品的特性、能源行业的发展前景及电力企业的战略制定、电力企业的全球化运行管理等知识。具有从事电气工程工作所需要的管理知识和能力。理解并掌握工程管理原理，并能在多学科环境中应用。	结合管理学基本职能，讲授电力企业管理的特点、能源行业的发展前景及电力企业的战略制定、电力企业的全球化运行管理的基本知识，通过课堂提问、讨论、作业及答疑等进一步巩固基本知识的掌握和运用，能够利用管理学知识分析和解决电力企业管理的问题。
目标 2	能够理解能源行业的发展前景及全球化运行管理的特点，了解电力企业改革的历史和前景展望，能够根据所学内容分析研究电力企业管理问题并撰写文字报告和进行口头汇报，为培养高素质电力企业管理人才打下基础。	掌握电力企业管理的基本概念及分析方法的基础上，通过案例分析，掌握分析和解决电力企业管理问题的能力；通过小组合作的方式完成案例分析，课堂提问、讨论、和答疑，实现合作及有效沟通和交流。
目标 3	能够掌握电力行业经济决策的基本方法，了解电力企业电力成本的构成，运营经济性评价方法通过简单制作项目或企业的财务报表，分析项目或电力企业财务状况，对项目或企业运营状况做出判断，找出关键问题。	掌握电力企业管理的经济决策方法的基础上，通过案例分析，掌握分析和解决电力企业管理问题的能力；通过小组合作的方式完成制作项目或企业的财务报表案例分析，课堂提问、讨论、和答疑，实现合作及有效沟通和交流。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求	课程目标		
	目标 1	目标 2	目标 3
6.2 能够分析和评价电气工程实践和电气工程领域复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，以及这些制约因素对项目的影响，并理解应承担的责任。	H		
10.1 针对电气工程领域的复杂工程问题，能够通过撰写书面报告、设计汇报文稿、口头交流等多种方式，准确表达个人观点，回应质疑，与业界同行及社会公众进行有效沟通与交流，理解与业界同行和社会公众交流的差异性。		H	
11.1 掌握电气工程项目中涉及的管理与经济决策方法。了解工程及产品全周期、全流程的成本构成，理解其中涉及的工程管理与经济决策问题；			H

四、课程教学基本要求

1. 授课方式:

板书与多媒体结合。

2. 课程内容:

本课程是电气工程及其自动化专业的专业基础必修课程，是将企业管理理论的普遍性与电力行业的专业性紧密结合，全面系统地阐述电力企业管理的基本概念、理论和方法。在教学中既要注意与企业管理的联系、综合、深入，也要理解电力企业的定义及种类、电力企业的行业特点，电力作为商品区别于其他商品的特性、能源行业的发展前景及电力企业的战略制定、电力企业的多元化、全球化运行管理、电力企业的计划、组织、领导、控制等各项职能管理、电力企业的财务运作、生产运作等模块化管理、电力企业改革的历史和前景展望等。

3. 作业:

主要为课后习题，促进学生理解课堂内容，能模仿例题演算习题，巩固所学知识。

3. 拓展项目

采用密切联系工程实际的项目，促进学生根据所掌握的课程知识，对实际案例进行分析，应用所学知识解决实际问题，建立团队合作。

五、课程教学内容

第一章 电力企业管理总论

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1，通过本章学习，对电力企业管理的有基本概念，达成以下目的：

1. 能够准确描述电力企业管理的定义和电力企业的特点；（支撑课程目标 1）
2. 能够了解人类与能源的关系；（支撑课程目标 1）
3. 能够描述我国电力企业概况；（支撑课程目标 1）

4. 能够基本了解管理的基本职能，管理者的角色和技能，中外早期管理思想以及管理理论。（支撑课程目标 1）

【重点与难点】

重点：理解管理的基本职能；根据管理的定义和职能准确归纳出电力企业管理的定义和特点，了解我国电力企业的组织架构特点。

难点：管理的基本职能。

【教学内容】

第一节 能源与电力

第二节 电力企业

第三节 管理定义

第四节 管理的职能

第五节 管理者的角色和技能

第六节 管理早期思想

第七节 管理理论

第二章 管理与企业管理

【教学目的与课程目标支撑】

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，熟练掌握管理的基本职能，达成以下目的：

1. 能够理解管理的概念，掌握管理的五个职能的定义、特点、性质以及方法。（支撑课程目标 1 和课程目标 3）；

2. 能够运用管理的五个职能知识进行案例分析（支撑课程目标 1 和课程目标 2）；

【重点与难点】

重点：决策的定义、原则和依据，理解决策的理论；熟练计划的编制过程，能够进行战略环境分析，掌握计划组织的三个方法；了解领导风格类型和领导理论；熟练组织设计和组织性质；了解激励理论。

难点：网络计划技术的计算，理解领导理论、激励理论。

【教学内容】

第一节 决策职能

第二节 计划职能

第三节 组织职能

第四节 领导职能

第五节 控制职能

第六节 创新职能

拓展训练项目

任选一种管理职能，选择近年发生的电力企业相关案例，根据所学内容，进行案例分析，以小组形式讨论，形成文字报告并以 PPT 汇报的方式展示。

第三章电力企业组织管理

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，和课程目标 3，通过本章学习，掌握电力企业组织管理相关知识，达成以下目的：

1. 能够根据第二章组织职能的基本知识进行对电力企业组织进分析和设计（支撑课程目标 1）；
2. 能够准确区分正式组织和非正式组织，能够进行部门划分和职务设计，能够了解典型的电力企业组织结构类型（支撑课程目标 1）；
3. 对人力资源管理有基本的认识，理解人力资源管理的内容与原则，了解人员组合和架构（支撑课程目标 2）；
4. 能够用流畅的语言对新型组织管理模式进行案例分析（支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：电力企业组织设计、人员配备、组织运行和组织创新；电力企业管理制度的制定原则。

难点：电力企业组织结构设计，理解典型的组织结构类型。

【教学内容】

第一节 组织与组织工作

第二节 组织结构类型

第三节 组织演变

第四节 组织工作含义与特点

第五节 人力资源管理

第四章 电力企业生产管理

本章教学内容支撑课程目标 1、课程目标 2 和课程目标 3，通过本章学习，掌握电力企业生产管理的特点和方法，达成以下目的：

1. 能够描述电力企业生产管理的特点和任务，了解电力生产安全管理要求，理解电力系统可靠性管理知识，熟练掌握电气企业全面质量管理（支撑课程目标 1）；
2. 能够了解发电厂在电力系统中的分工，掌握发电厂的运行管理，了解发电厂的设备管理（支撑课程目标 1）；
3. 能够理解国内外电网调度管理模式，了解电网调度的组织机构（支撑课程目标 1）；
4. 能够掌握供电管理的特点和重要性，理解电能质量管理的要求，了解供电设备的运行管理（支撑课程目标 1）；
5. 能够根据所学内容对国内发电企业进行案例分析（支撑课程目标 2 和支撑课程目标 3）。

【重点与难点】

重点：电力企业生产管理的特点和任务，电力系统可靠性管理，电气企业全面质量管理，发电厂的运行管理，国内外电网调度管理模式，电能质量管理的要求。

难点：电气企业全面质量管理，国内外电网调度管理模式。

【教学内容】

第一节 电力企业生产管理概述

第二节 电网调度管理

第三节 发电厂生产管理

第四节 供电管理

拓展训练项目

找出世界典型调度管理模式的案例，进行优缺点分析，举出相应优缺点的案例，并与中国调度管理模式做比较。

第五章 创新

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，提高创新意识，达成以下目的：

1. 能够重视创新，认识创新的必要性（支撑课程目标 1）；
2. 发现创新的源泉，如何创新（支撑课程目标 2）；

【重点与难点】

重点：提高创新的认识，创新是发展的动力。

难点：如何将本职工作与创新结合起来。

【教学内容】

第一节 创新的基本内容

创新及其作用，创新职能的基本内容，创新过程及其管理，工作流程的再造。

第二节 创新的源泉

技术创新源泉，技术创新的战略及其选择，技术创新与产品开发。

第六章 电力企业战略管理

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，掌握制定企业战略的基本原则，达成以下目的：

1. 掌握立足于企业所处行业的定位，掌握制定企业的战略基本原则，（支撑课程目标 1）；
2. 掌握分析优势与劣势的基本方法（支撑课程目标 2）；

【重点与难点】

重点：如何制定适合企业的战略。

难点：如何自身所在行业的优势与劣势。

【教学内容】

第一节 战略

介绍战略概念，指定战略的基本方法。

第二节 优劣势分析方法

SWOT 分析，三种竞争战略在电力企业中的运用。

第七章 电力企业经营管理

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，掌握电力企业的基本经营，多元化经营，国际化经营的基本内容：

1. 掌握电力企业在电力生产、运输及使用各个环节的主营业务内容（支撑课程目标 1）；
2. 掌握电力企业多元化经营的原因，分析优势劣势（支撑课程目标 1）；
3. 掌握电力企业开展国际化运行的现状和趋势（支撑课程目标 2）；

【重点与难点】

重点：电力企业多元经营的度如何把握。

难点：不同电力企业国际化的发展路径。

【教学内容】

第一节 电力企业主营业务经营管理

电力企业在电力生产、运输及使用各个环节的主营业务内容。

第二节 电力企业多元化经营

电力企业开展多元化运行的途经和内容，如何趋利避害地适度多元经营。

第三节 电力企业国际化经营

不同类型电力企业开展国际化运行的情况，业务范畴，盈利情况和趋势等。

第八章 电力企业财务管理

本章教学内容支撑课程目标 1 和课程目标 2，通过本章学习，掌握财务管理的

基础知识，达成以下目的：

1. 掌握资金的时间价值，计算现值与终值（支撑课程目标 1）；
2. 掌握电力项目投资经济性评估方法（支撑课程目标 1）；
3. 掌握资产负债表，利润表，现金流表分析方法（支撑课程目标 2）；

【重点与难点】

重点：本章内容是企业收入，利润，现金的相互逻辑关系，学会编制一个简单的财务报表。

难点：财报分析。

【教学内容】

第一节 资金的时间价值

资金的时间价值，根据不同时间点的现金流，计算等值的现值与终值。

第二节 电力项目投资经济性评估方法

电力项目投资经济性评估方法，包括净现值法（NPV），内部收益率法（IRR）。

第三节 企业利润

电力企业收入来源，收入的确认，成本费用的提计原则，利润的计算方法，税务缴纳基本规则。

第四节 企业财报分析

资产负债表，利润表，现金流表之间的相互关系，学会分析财报。

六、课程思政要素

序号	章节	知识点	课程思政案例	课程思政培养目标
1	第 1 章	电力企业管理总论	通过讲述管理理论的形式与发展，引导学生理解管理的重要性。课程中加入人类与能源的关系，让学生认识到能源工程管理的必要性和紧迫性。	教育学生重视工程管理，增强职业责任感，引导学生理解工程管理对环境、社会可持续发展的影响。
2	第 2 章	管理与企业管理	利用所学管理学职能，通过分组讨论的方式对中国电力企业管理进行案例分析，并以 PPT 方式进行汇报。	引导学生掌握分析和解决电力企业管理问题的能力；通过团队合作的方式完成案例分析，课堂提问、讨论、和答疑，提

			报	高学生团队合作能力及有效沟通和交流能力。
3	第3章	电力企业组织管理	讲述电力企业组织设计、组织运行和组织创新的基本知识，以及电力企业管理制度的制定原则，让学生分组讨论给定企业的组织设计特点	教育引导理解电力企业组织设计对电力行业以及对环境可持续发展的影响，深刻理解并自觉实践电气工程专业的职业规范，增强职业责任感。
4	第4章	电力企业生产管理	讲述电力企业生产管理的特点和任务，通过播放实际案例视频和自主查阅相关资料的方式教育学生重视电力生产安全管理的重要性，理解电力系统可靠性管理知识，熟练掌握电气企业全面质量管理。	通过播放实际案例视频和自主查阅相关资料的方式引导在电力企业管理过程中具备安全管理和可持续发展的意识，能够站在环境保护和可持续发展的角度思考电气工程实践的可持续性，评价可能造成的损害和隐患。
9	第5章	创新	通过搜集相关材料制作PPT课件向同学们讲述劳斯莱斯(ROLLS-ROYCE)两位工程师创新、创业的经历，对世界汽车及发动机行业产生了深远的影响。	培养学生认识到创新来源于长期的积累，做好“当下事”；同时要培养持之以恒、攻坚克难的任性，在立足于本职工作的同时，将自己的专业做精做细，培养匠人精神。
10	第6章	电力企业战略管理	通过搜集相关材料制作PPT课件向同学们介绍： 1 国家电网公司全球能源互联网战略； 2 国家电网公司建设以新能源为主体的新型电网战略。	引导学生认识到高校科研机构的科研工作需要围绕国家战略的重大需求；同学们走到工作岗位后，个人的发展也要适应企业发展对人才的需求，培养终身学习的好习惯。
11	第7章	电力企业经营管理	通过简述实际国际电力企业并购案例，介绍国家“一带一路”战略，中国电力企业“走出去”，开展跨国经营，例如三峡电力集团、南网国际，国电投等。	引导学生认识到企业的发展要符合国家总体战略发展方向，国有电力企业代表国家专业技术实力及国家形象，央企带头“走出去”同时带动中国制造业的出口。
12	第8章	电力企业财务管理	介绍中国牵头组建“亚投行”，人民币逐渐呈现国际化的趋势。	引导学生认识到虽然我们暂时面临国际困难，但是经济的全球化，世界经济文化走向大融合是不可逆转的趋势，中国经济是不可忽视、不可替代的力量。
13	案例分析		在作业、案例分析中参与度低，存在抄袭现象，该项考核记扣分，	培养学生具备团队合作意识，遵守学术诚信，诚实做人。

七、学时分配表

序	章节	内	学时分配	合
---	----	---	------	---

号		容	课堂 授课	实验 学时	上机 学时	实践 学时	在线 学习	习题 课	研讨 课	其他	计
1	第1章	电力企业管理总论	3								3
2	第2章	管理与企业管理	10			2		1			13
3	第3章	电力企业组织管理	4								4
4	第4章	电力企业生产管理	4			2					6
5	第5章	创新	4			2					6
6	第6章	电力企业战略管理	4			2					6
7	第7章	电力企业经营管理	6								6
8	第8章	电力企业财务管理	8								8
合计			44			8					52

八、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂讨论、课堂测验和拓展项目作业等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 40%，期末考核成绩占总成绩的 60%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
开卷考试 (60%)	课程目标 1	50	100
	课程目标 2	40	
	课程目标 3	10	
平时考核 (40%)	课程目标 1	48	100
	课程目标 2	40	
	课程目标 3	12	

【平时考核环节评分标准】

分值考核环节	<60	60-75	75-90	90-100
作业	对电力企业管理的有关定义、方法运用较差，不能正确回答的案例中的问题	能运用电力企业有关知识进行案例分析	能较好地运用电力企业有关知识进行案例分析，正确规范地回答各章节作业中的问题	能灵活地运用电力企业管理的有关知识，正确规范地回答各章节作业中的问题
测验	不能在规定的时间内回答电力企业管理中计算等测试问题，答题不准确	基本能在规定的时间内解答电力企业管理中计算等测试问题，答题基本准确	能在规定的时间内，较准确地解答课程中计算等测试问题	能在规定的时间内准确地解答电力企业管理中计算等测试问题
课堂讨论	课堂讨论不积极，分析问题能力弱，表达不清晰	能陈述电力企业管理中的概念，回答基本准确，能对计算等有关问题参与课堂讨论	能较准确地陈述电力企业管理的概念，积极参与电力企业管理中计算等有关问题课堂讨论	积极参与课堂讨论，正确陈述相关概念，分析问题能力较强
拓展项目	不参与项目拓展作业，不了解项目拓展作业内容	对项目内容基本了解，但无法完成项目作业	对项目内容准确了解，能够完成部分项目作业	对项目内容准确了解，能够完成全部项目作业

【平时考核环节权重】

考核	课程目标	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计
作业		10	10	0	20
考勤讨论		10	10	10	30
测试		5	5	0	10
拓展		0	0	40	40
合计		50	40	10	100

【考试环节权重】

章节	课程目标	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	合计

第一章电力企业管理总论	10	0	0	10
第二章管理与企业管理	5	5	5	10
第三章电力企业组织管理	5	5	5	15
第四章电力企业生产管理	5	5	0	10
第五章创新	5	5		10
第六章电力企业战略管理	5	5		10
第七章电力企业经营管理	5	10		15
第八章电力企业财务管理	10	10		20
合计	50	45	10	100

八、教材及参考资料

【教材】

卢建昌主编. 电力企业管理. 北京: 中国电力出版社, 2007. (普通高等教育“十一五”国家级规划教材)

【参考资料】

1. 周三多 《管理学》
2. 斯蒂芬·罗宾斯: 《管理学》, 中国人民大学出版社, 中译版
3. 熊信银 《现代电力企业管理》

山东大学 电气工程 学院

《线路运行与检修》理论课程教学大纲

编写人：董晓明

审定人：张利

编制时间：2020年3月

审定时间：2020年5月

一、课程基本信息：

课程名称	线路运行与检修		
英文名称	Power Transmission Operation and Examine		
课程编码	sd01931120		
开课单位	电气工程学院		
课程类别	<input type="checkbox"/> 通识教育必修课程 <input type="checkbox"/> 通识教育核心课程 <input type="checkbox"/> 通识教育选修课程 <input type="checkbox"/> 学科基础平台课程 <input type="checkbox"/> 专业基础课程 <input checked="" type="checkbox"/> 专业必修课程 <input type="checkbox"/> 专业选修课程		
课程性质	<input checked="" type="checkbox"/> 必修 <input type="checkbox"/> 选修		
学分	3	学时	48 (授课 48+实验 0)
适用专业	电气工程及其自动化		
先修课程	电工原理等		
课程网站			

二、课程描述

输电是电能经变压器变压后，再经断路器等控制设备接入输电线路来实现。按结构形式，输电线路分为架空输电线路和电缆线路。架空输电线路由线路杆塔、导线、绝缘子、线路金具、拉线、杆塔基础、接地装置等构成，架设在地面之上。按照输送电流的性质，输电分为交流输电和直流输电。本课程则是围绕对输电线路电气基础知识、线路运行、线路检修的电力生产常识、电力网电气运行知识、线路运行管理、线路停电检修等内容进行介绍。

三、课程目标

【课程目标】

目标 1：了解并掌握输电线路电气基础知识、线路运行、线路检修三个方面的电力生产常识相关内容。

目标 2：掌握电力网电气运行知识、线路运行管理相关内容。

目标 3：掌握线路停电检修等相关内容。

【课程目标与毕业要求的对应关系】

毕业要求指标点	课程目标	目标 1	目标 2	目标 3
	指标点 1.2：能够将相关知识和数学模型方法用于解决电气工程领域的工程问题解决方案的比较和综合。		H	
指标点 2.3：能够对于模型的正确性进行严谨的推理，并能够给出合理解释。			H	
指标点 10.1：能够就电气工程专业问题，以口头、文稿、图表等方式，准确表达自己的观点。了解专业发展趋势、研究热点，尊重不同文化的差异性。				M

四、课程教学基本要求

1. 授课方式：

板书与多媒体结合

2. 课程内容：

能够了解并熟练掌握输电线路电气基础知识、线路运行、线路检修的电力生产常识、电力网电气运行知识、线路运行管理、线路停电检修等相关内容。

3. 作业：

主要为课后习题，促进学生理解课堂内容，能模仿例题演算习题，巩固所学知识。

15. 拓展项目

采用密切联系工程实际的项目，促进学生根据所掌握的课程知识，对问题进行分析，计算，应用所学知识解决实际问题，建立团队合作。

五、课程教学内容

第一章 输电线路基础

第一节（3学时，其中授课2学时，研讨1学时）

【教学目的与课程目标支撑】 认识和理解输电线路在电网中的地位和作用。

【具体教学内容】 介绍输电线路在电网运行中的重要地位及其作用。
介绍输电线路知识在电网公司的应用实景，并进一步以国家电网公司为实例，介绍电网的概念、电网的职能以及电网管理所面临的问题。

【教学和学习建议】 学生应认真思考。教学与研讨相结合。

【重点与难点】 理解输电线路对于电网运行的意义。

第二节（3学时，其中授课2学时，研讨1学时）

【教学目的与课程目标支撑】 认识和理解智能电网的发展及其在电力发展中的地位和作用。

【具体教学内容】 介绍智能电网相关的知识和架构体系。开拓学生对智能电网概念的理解和认识，对新形势下我国的智能电网建设有所了解，紧跟时代步伐和国家对于电网建设的导向。

【教学和学习建议】 学生应认真思考。教学与研讨相结合。

【重点与难点】 理解智能电网建设与发展的意义。

第三节（3学时，其中授课2学时，研讨1学时）

【教学目的与课程目标支撑】 认识和理解特高压交流输电技术的发展及其在电力运行中的地位和作用。

【具体教学内容】 介绍特高压交流输电技术相关的知识和架构体系。开拓学生对特高压交流输电概念的理解和认识，对新形势下我国的特高压电网建设有所了解，紧跟时代步伐和国家对于电网建设的导向。

【教学和学习建议】 学生应认真思考。教学与研讨相结合。

【重点与难点】 理解特高压交流输电技术与发展的意义。

第四节（3 学时，其中授课 2 学时，研讨 1 学时）

【教学目的与课程目标支撑】 认识和理解特高压直流输电技术的发展及其在电力运行中的地位和作用。

【具体教学内容】 介绍特高压直流输电技术相关的知识和架构体系。开拓学生对特高压直流输电概念的理解和认识，对新形势下我国的特高压电网建设有所了解，紧跟时代步伐和国家对于电网建设的导向。

【教学和学习建议】 学生应认真思考。教学与研讨相结合。

【重点与难点】 理解特高压直流输电技术与发展的意义。

第五节（3 学时，其中授课 2 学时，研讨 1 学时）

【教学目的与课程目标支撑】 认识和理解全球能源互联网发展及其对电力运行重要意义。

【具体教学内容】 介绍全球能源互联网的相关知识和架构体系。开拓学生对全球能源互联网概念的理解和认识，对新形势下我国推进全球能源互联网建设有所了解，紧跟时代步伐和国家对于电网建设的导向。

【教学和学习建议】 学生应认真思考。教学与研讨相结合。

【重点与难点】 理解全球能源互联网技术与发展的意义。

第二章 输电线路组成

第一节（3 学时，其中授课 2 学时，研讨 1 学时）

【教学目的与课程目标支撑】 认识和理解输电线路的不同类别、特点、及其应用场合。

【具体教学内容】 介绍不同电压等级、不同输电形式下的线路类别相关知识和架构体系。开拓学生对输电及其特点的理解和认识，引出特高压交直流输电的建设问题。结合特高压交流输电工程的建设及其关键技术，普及特高压以及全球能源互联网概念，让同学们把握我

国电网建设的发展方向和动态。

【教学和学习建议】 学生应认真思考。教学与研讨相结合。

【重点与难点】 理解输电线路类别与发展的意义。

第二节（3 学时，其中授课 2 学时，研讨 1 学时）

【教学目的与课程目标支撑】 认识和理解输电线路杆塔各部分的组成、特点、材料及其应用场合。

【具体教学内容】 介绍输电线路杆塔相关知识和架构体系。开拓学生对输电线路杆塔的结构、种类及其用途的理解和认识。

【教学和学习建议】 学生应认真思考。教学与研讨相结合。

【重点与难点】 理解输电线路杆塔类别及其在电网运行中的地位和作用。

第三节（3 学时，其中授课 2 学时，研讨 1 学时）

【教学目的与课程目标支撑】 认识和理解输电线路各部分的组成、特点、材料及其应用场合。

【具体教学内容】 介绍输电线路导线相关知识和架构体系。开拓学生对输电线路导线的结构、种类及其用途的理解和认识。

【教学和学习建议】 学生应认真思考。教学与研讨相结合。

【重点与难点】 理解输电线路导线类别及其在电网运行中的地位和作用。

第四节（3 学时，其中授课 2 学时，研讨 1 学时）

【教学目的与课程目标支撑】 认识和理解输电线路绝缘的组成、特点、材料及其应用场合。

【具体教学内容】 介绍输电线路绝缘相关知识和架构体系。开拓学生对输电线路绝缘的结构、种类及其用途的理解和认识。

【教学和学习建议】 学生应认真思考。教学与研讨相结合。

【重点与难点】 理解输电线路绝缘类别及其在电网运行中的地位和作用。

第五节（3 学时，其中授课 2 学时，研讨 1 学时）

【教学目的与课程目标支撑】 认识和理解地线的组成、特点、材料及其应用场合。

【具体教学内容】 介绍输电线路地线相关知识和架构体系。开拓学生对输电线路地线的结构、种类及其用途的理解和认识。

【教学和学习建议】 学生应认真思考。教学与研讨相结合。

【重点与难点】 理解输电线路地线类别及其在电网运行中的地位和作用。

第六节（3 学时，其中授课 2 学时，研讨 1 学时）

【教学目的与课程目标支撑】 认识和理解输电线路地基、基础等各部分的组成、特点、材料及其应用场合。

【具体教学内容】 介绍输电线路地基、基础相关知识和架构体系。开拓学生对输电线路地基、基础的结构、种类及其用途的理解和认识。

【教学和学习建议】 学生应认真思考。教学与研讨相结合。

【重点与难点】 理解输电线路地基、基础类别及其在电网运行中的地位和作用。

第三章 输电线路事故与检修

第一节（3 学时，其中授课 2 学时，研讨 1 学时）

【教学目的与课程目标支撑】 认识和理解输电线路运行中出现的各种恶性事故。

【具体教学内容】 介绍输电线路事故相关知识和架构体系。开拓学生对输电线路事故的种类、严重程度及其危害的理解和认识。

【教学和学习建议】 学生应认真思考。教学与研讨相结合。

【重点与难点】 理解输电线路事故危害及其在电网运行中的关键意义。

第二节（3 学时，其中授课 2 学时，研讨 1 学时）

【教学目的与课程目标支撑】 认识和理解输电线路运行中出现的振动及风

偏问题的防治。

- 【具体教学内容】** 介绍输电线路振动及风偏问题的相关知识和架构体系。开拓学生对输电线路振动种类、严重程度及其危害的理解和认识，特别是风偏问题的特点及其危害。
- 【教学和学习建议】** 学生应认真思考。教学与研讨相结合。
- 【重点与难点】** 理解输电线路振动及风偏问题及其在电网运行中的关键意义。

第三节（3 学时，其中授课 2 学时，研讨 1 学时）

- 【教学目的与课程目标支撑】** 认识和理解输电线路运行中出现的污闪问题及其防治。
- 【具体教学内容】** 介绍输电线路污闪问题相关知识和架构体系。开拓学生对输电线路污闪问题的种类、严重程度及其危害的理解和认识。
- 【教学和学习建议】** 学生应认真思考。教学与研讨相结合。
- 【重点与难点】** 理解输电线路污闪问题危害及其在电网运行中的关键意义。

第四节（3 学时，其中授课 2 学时，研讨 1 学时）

- 【教学目的与课程目标支撑】** 认识和理解输电线路运行中的测试问题。
- 【具体教学内容】** 介绍输电线路测试相关知识和架构体系。开拓学生对输电线路测试手段的种类、方法及其特点的理解和认识。
- 【教学和学习建议】** 学生应认真思考。教学与研讨相结合。
- 【重点与难点】** 理解输电线路测试及其在电网运行中的关键意义。

第五节（3 学时，其中授课 2 学时，研讨 1 学时）

- 【教学目的与课程目标支撑】** 认识和理解输电线路运行中的检修问题。
- 【具体教学内容】** 介绍输电线路检修相关知识和架构体系。开拓学生对输电线路检修的种类、方法及其特点的理解和认识。
- 【教学和学习建议】** 学生应认真思考。教学与研讨相结合。

【重点与难点】 理解输电线路检修在电网运行维护中作用。

六、学时分配表

序号	章节	内容	学时分配								合计
			课堂授课	实验学时	上机学时	实践学时	在线学习	习题课	研讨课	其他	
1	第1章	输电线路基础	15								15
2	第2章	输电线路组成	18								18
3	第3章	输电线路事故与检修	15								15
合计			48								48

七、考核及成绩评定方式

【考核内容】

课程成绩考核包括平时考核与期末考核。平时考核包括：作业、课堂讨论、课堂测验和拓展项目作业等。期末考核采取闭卷考试形式。平时考核成绩占总成绩的 20%，期末考核成绩占总成绩的 80%。具体考核内容与所占比例详见下表。

考核方式	课程目标	考核分值	总分值
闭卷考试 (80%)	课程目标 1	50	100
	课程目标 2	40	
	课程目标 3	10	
平时考核 (20%)	课程目标 1	48	100
	课程目标 2	40	

	课程目标 3	12	
--	--------	----	--

【平时考核环节评分标准】

分值 考核 环节	<60	60-75	75-90	90-100
作业	对输电线路的有关概念理解较差，不能正确解答作业中的问题	能理解线路运行相关知识，正确解答各章节作业中的问题	能较好理解线路相关概念，正确规范地各章节解答作业中的问题	能灵活地运用输电线路的有关概念和特性，正确规范地各章节解答作业中的问题
测验	不能在规定的时间内解答线路运行相关知识的等测试问题，答题不准确	基本能在规定的时间内解答输电线路运行相关测试问题，答题基本准确	能在规定的时间内，较准确地解答输电线路运行相关测试问题	能在规定的时间内准确地解答输电线路运行相关测试问题
课堂讨论	课堂讨论不积极，分析输电线路运行和检修问题能力弱，表达不清晰	能陈述输电线路运行和检修知识基本准确，能对有关问题参与课堂讨论	能较准确地陈述输电线路运行和检修相关知识，积极参与有关问题课堂讨论	积极参与课堂讨论，正确陈述输电线路运行和检修相关知识，分析问题能力较强
拓展项目	不参与项目拓展作业，不了解项目拓展作业内容	对项目内容基本了解，但无法完成项目作业	对项目内容准确了解，能够完成部分项目作业	对项目内容准确了解，能够完成全部项目作业

【平时考核环节权重】

考核	课程目标				合计
	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3		
作业	25	5	0		30
考勤讨论	0	10	5		35
测试	5	5	0		30
拓展	0	0	5		5
合计	50	40	10		100

【考试环节权重】

章节	课程目标			合计
	课程目标 1	课程目标 2	课程目标 3	
第 1 章输电线路基础	10	10	10	30
第 2 章输电线路组成	10	10	10	30
第 3 章输电线路事故与检修	15	10	15	40
合计	35	30	35	100

八、教材及参考资料

【教材】 编著者，教材名，出版社，出版年，教材类别（是否规划、获奖教材？）

陈景彦，白俊峰. 输电线路运行维护理论与技术[M]. 中国电力出版社，2009.
规划

【参考书】 3-5 本相关的教材或者专著、杂志或网络资源

Nagrath I J, Kothari D P, Desai R C. Modern Power System Analysis[M].
McGraw-Hill Publishing C, 1980.

王锡凡. 现代电力系统分析[M]. 科学出版社，2003.

艾芊. 电力系统稳态分析[M]. 清华大学出版社，2014.

