

市教委重点课程建设验收报告书

学校名称：上海海洋大学

课程名称：电力电子技术

课程类别：

公共课	基础课	专业基础课	专业课	专业特色课
		√		

课程负责人：谢嘉

填表日期：2017 年 4 月 2 日

上海市教育委员会制

课程名称		电力电子技术		面向专业		电气工程及其自动化
立项时间		2015. 9		验收时间		2017.4
教委资助经费		25000.00		学校配套经费		
课程负责人		谢嘉	职称	副教授	职务	教师
课程建设参与人员	姓名	职称	在课程建设中的分工			签名
	吴燕翔	教授	课程建设指导，总方案制定，承担本课程发展方向指导			
	刘雨青	副教授	课程建设大学生创新指导，教学方法改革			
	李红梅	讲师	课程建设实验实践教学指导			
	吴清云	助理工程师	实验教学和实验室管理			
原计划起止时间		2015. 9		实际起止时间		2017. 4
经费支出情况	下拨经费总额： <u>25000</u> 元； 支出经费： <u>25000</u> 元； 剩余经费： <u>0</u> 元。					
	支出项目内容				支出金额	
	项目调研，调研其他高校相关课程建设				8397.5	
	教师进修及相关会议，课程相关的高水平师资培训（含差旅费、资料费培训等费用）				6855	
	图书资料，国内外等教材及资料				2778.64	
	购买课程仿真软件，其他耗材费用				6737.8	
	大学生创新项目实验装置及参赛配套费用				231.06	
	合计				25000.00	

目标 完成 情况	简述课程建设的目标、完成情况及建设中采取的措施： 课程建设目标 《电力电子技术》是电气工程及其自动化专业、自动化专业本科生的一门专业基础课，是一门理论与应用相结合，实践性很强的课程。它包括电力电子器件、电力电子变流技术和电力电子电路控制技术三大组成部分。传统上本课程的目的和任务是使学生熟悉各种电力电子器件的特性和使用方法；掌握各种电力电子电路的结构、工作原理、控制方法、设计计算方法及实验技能；熟悉各种电力电子装置的应用范围及技术经济指标，培养学生的分析问题和解决问题的能力，为《电力拖动自动控制系统—运动控制》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。 《电力电子技术》课程还涉及到一个新的重要领域，即新能源开发和利用，课程内容是新能源开发利用中电能转换知识的基础，通过一定的理论和实验实践教学，将课程知识可以直接应用于新能源开发利用领域。 本次课程建设的目标是站在已有的教学成果基础上，在教学理念、教学内容与方法、教学团队、教材建设、实验实践教学和大学生创新指导等方面进行创新和探索。课程建设将进一步稳定已有的教学成绩阵地，并着重将《电力电子技术》课程教学内容逐步趋向于新能源开发利用这一新兴的产业领域上来，特别针对海洋海域的太阳能、风能、海洋能等新能源的开发利用。课程建设将始终贯穿大学生创新能力的培养，培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力，培养学生自主学习知识的能力，为我国“创新驱动发展战略”的人才培养服务。 完成情况及建设中采取的措施 为完成上述目标，本课程建设首先对课程的教学内容选择与安排进行了详细的分析研究，在对国内多个高校调研和部分企业调研的基础上，做了慎重详细的修正。在内容设置上设法将课程教学内容逐步趋向于新能源开发利用这一新兴的产业领域上来，并贯彻大学生创新能力的培养，培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力，培养学生自主学习知识的能力和自主创新能力，同
-------------------------	--

	时为了突出本课程的实践性，增加了实验项目，着重突出了实验实践教学和大学生创新能力培养内容。并将内容列入新的教学大纲，即 4704045：《电力电子技术》教学大纲。 一、理论教学：（48 学时） 第 1 章 绪论 （2 学时） 教学内容： 1.1 什么是电力电子技术 1.2 电力电子技术的发展史(自学) 1.3 电力电子技术的应用(自学) 1.4 本教材的内容简介和使用说明 本章知识讨论，着重讨论电力电子技术概念和电力电子技术所研究的基本问题，以及本课程的学习方法。 教学要求： 1.理解电力电子技术的定义，电力电子技术所研究的基本问题。 2.了解电力电子学科的发展历史、电力电子技术的内涵及其在相关工业中所涉及的电力电子技术的主要内容，以及本课程的学习方法及考核方法。 授课方式： 讲授+自学+讨论 第 2 章：电力电子器件 （4 学时） 教学内容： 2.1 电力电子器件概述 2.2 不可控器件——电力二极管 2.3 半控型器件——晶闸管 2.4 典型全控型器件 2.5 其他新型电力电子器件 2.6 功率集成电路与集成电力电子模块 2.7 电力电子器件驱动、保护和串并联 本章知识讨论，着重讨论晶闸管、电力 MOSFET 和 IGBT 器件的工作原理
--	---

	和主要参数选择依据。 教学要求： 1.掌握各种电力电子器件的基本特性、应用场合和使用方法。 2.理解各种全控型器件、半控型器件的工作原理和主要参数选择依据。 3.了解典型触发、驱动和缓冲电路的组成、工作原理和特点。 授课方式： 讲授+讨论 第3章：整流电路 （16学时） 教学内容： 3.1 单相可控整流电路 3.2 三相可控整流电路 3.3 变压器漏感对整流电路的影响 3.4 电容滤波的不可控整流电路 3.5 整流电路的谐波和功率因数 3.6 大功率可控整流电路 3.7 整流电路的有源逆变工作状态 3.8 整流电路相位控制的实现 习题课 本章知识讨论，着重讨论晶闸管各种整流电路的工作原理和整流电路的有源逆变工作状态，并对大功率可控整流电路的工作原理及其应用进行讨论。 教学要求： 1.掌握各种典型电路的工作原理和波形分析法；锯齿波移相触发电路原理及同步变压器设计方法。 2.理解各种电路基本电量计算关系；失控问题产生原因和抑制措施；逆变失败原因及及逆变失败限制措施。 3.了解整流电路的谐波和功率因数分析方法及分析结果。 授课方式： 讲授+仿真演示+讨论
--	---

	第4章：逆变电路 （8学时） 教学内容： 4.1 换流方式 4.2 电压型逆变电路 4.3 电流型逆变电路 4.4 多重逆变电路和多电平逆变电路 习题课 本章知识讨论，着重讨论电压型逆变电路工作原理和分析方法。对无源逆变电路概念进行讨论。 教学要求： 1.掌握基本逆变电路的结构及其工作原理。 2.了解晶闸管逆变电路的换流方式及逆变电路的分类方法。 授课方式： 讲授+仿真演示+讨论 第5章：直流-直流变流电路 （6学时） 教学内容： 5.1 基本斩波电路 5.2 复合斩波电路和多相多重斩波电路 5.3 带隔离的直流-直流变流电路 习题课 本章知识讨论，着重讨论降压、升压斩波电路和升降压斩波电路的基本组成及工作原理。 教学要求： 1.掌握降压、升压斩波电路和升降压斩波电路的基本组成及工作原理。 2.了解复合斩波电路、多相多重斩波电路和带隔离的直流-直流变流电路的工作原理。 授课方式： 讲授+仿真演示+讨论
--	---

	第 6 章：交流-交流变流电路 （ 5 学时） 教学内容： 6.1 交流调压电路 6.2 其他交流电力控制电路 6.3 交-交变频电路 6.4 矩阵式变频 习题课 本章知识讨论，着重讨论交流调压电路、交流调功电路和交流电力电子开关电路的工作原理和输出电压、电流波形特点。 教学要求： 1.理解交流调压电路、交流调功电路和交流电力电子开关电路的工作原理和输出电压、电流波形特点。 2.了解交-交变频电路的工作原理和矩阵式交-交变频电路的基本概念。 授课方式： 讲授+仿真演示+讨论 第 7 章：PWM 控制技术 （ 5 学时） 教学内容： 7.1 PWM 控制的基本原理 7.2 PWM 逆变电路及其控制方法 7.3 PWM 跟踪控制技术 7.4 PWM 整流电路及其控制方法 习题课 本章知识讨论，着重讨论 PWM 逆变电路及其控制方法和 PWM 跟踪控制技术，讨论电路的工作过程及输出波形特点。 教学要求： 1.掌握 PWM 逆变电路及其控制方法和 PWM 跟踪控制技术。 2.了解 PWM 整流电路控制方法。 授课方式：
--	---

	讲授+仿真演示+讨论 第 8 章：软开关技术 （2 学时） 教学内容： 8.1 软开关的基本概念 8.2 软开关电路的分类 8.3 典型的软开关电路 本章知识讨论，着重讨论软开关的概念和典型软开关电路的工作原理。 教学要求： 1.理解典型软开关电路的工作原理。 2.了解软开关技术。 授课方式： 讲授+仿真演示+讨论 二、实践教学：（16 学时） 实验一 锯齿波同步移相触发电路实验（验证型实验） （2 学时） 实验目的： 1.加深理解锯齿波同步移相触发电路的工作原理及各元件的作用。 2.掌握锯齿波同步触发电路的调试方法。 实验内容： 1.锯齿波同步触发电路的调试。 2.锯齿波同步触发电路各点波形观察，分析。 实验讨论： 1.锯齿波同步触发电路调试过程中的难点和解决办法。 2.锯齿波同步触发电路各点波形和实际电路中元器件参数之间的关系。 授课方式： 实验简单讲授+实际操作+讨论 实验二 单相桥式全控整流电路实验（设计型实验） （2 学时） 实验目的：
--	--

	1.加深理解单相桥式全控整流电路的工作原理。 2.研究单相桥式全控整流电路在电阻负载、电阻-电感性负载及反电势负载时的工作特性。 3.熟悉 NMCL—05 组件和 NMCL—36 组件。 实验内容： 1.单相桥式全控整流电路供电给电阻负载。 2.单相桥式全控整流电路供电给电阻—电感性负载。 实验设计： 1.设计单相桥式全控整流电路。 2.设计实验步骤，分别测试不同 α 角时电阻负载和阻感负载的输出电压 u_d，输出电流 i_d 和晶闸管两端电压 u_{VT}。 3.分别画出电阻负载和阻感负载的输出电压 u_d，输出电流 i_d 和晶闸管两端电压 u_{VT} 的波形。 实验讨论： 1.单相桥式全控整流电路带电阻负载和电阻-电感性负载的工作原理和输出波形的对比讨论。 2.单相桥式全控整流电路调试过程和运行过程中的问题及解决方法。 授课方式： 实验简单讲授+实际操作+讨论 实验三 三相桥式全控整流及有源逆变电路实验（设计型实验） （2 学时） 实验目的： 1.加深理解三相桥式全控整流电路的工作原理。 2.研究三相桥式全控整流电路在电阻负载和电阻-电感性负载时的工作特性。 3.研究三相桥式全控整流电路在有源逆变工作状态时的工作特性。 4.熟悉 NMCL-33 组件。 实验内容： 1. 三相桥式全控整流电路在电阻负载和电阻-电感性负载时的工作特性。
--	--

2. 三相桥式全控整流电路在有源逆变工作状态时的工作特性。

实验设计：

1.设计三相桥式全控整流电路。

2.设计实验步骤，分别测试不同 α (β) 角时电阻负载和阻感负载的输出电压 u_d ，输出电流 i_d 和晶闸管两端电压 u_{VT} 。

3.分别画出整流和有源逆变时电阻负载和阻感负载的输出电压 u_d ，输出电流 i_d 和晶闸管两端电压 u_{VT} 的波形。

实验讨论：

1.三相桥式全控整流电路带电阻负载和电阻-电感性负载的工作原理和输出波形的对比讨论。

2.三相桥式全控整流电路工作在有源逆变时的工作原理和输出波形。

3.三相桥式全控整流电路调试过程和运行过程中的问题及解决方法。

授课方式：

实验简单讲授+实际操作+讨论

实验四 直流斩波电路(设计性)的性能研究（设计型实验）（2 学时）

实验目的：

1.加深理解熟悉六种斩波电路（buck chopper、boost chopper、buck-boost chopper、cuk chopper、sepic chopper、zeta chopper)的工作原理。

2. 研究六种斩波电路的工作状态及波形情况。

实验内容：

1.SG3525 芯片的调试。

2.六种斩波电路的连接。

3.六种斩波电路的波形观察及电压测试

实验设计：

1.设计六种斩波电路（buck chopper、boost chopper、buck-boost chopper、cuk chopper、sepic chopper、zeta chopper)。

2.设计实验步骤，不同占空比时，测试六种斩波电路的输出电压 u_o 和输出电流 i_o 波形。

3.分别画出电六种斩波电路的输出电压 u_o 和输出电流 i_o 波形。

实验讨论：

- 1.六种斩波电路的工作原理和输出波形的对比讨论。
- 2.六种斩波电路调试过程和运行过程中的问题及解决方法。

授课方式：

实验简单讲授+实际操作+讨论

实验五 单相交流调压电路实验（设计型实验）（2 学时）

实验目的：

- 1.加深理解单相交流调压电路的工作原理。
- 2.研究交流调压感性负载时对移相范围要求。

实验内容：

- 1.单相交流调压电路带电阻性负载。
- 2.单相交流调压电路带电阻-电感性负载。

实验设计：

- 1.设计单相交流调压电路。
- 2.设计实验步骤，分别测试不同 α 角时电阻负载和阻感负载的输出电压 u_o ，输出电流 i_o 和晶闸管两端电压 u_{VT} 。
- 3.分别画出电阻负载和阻感负载的输出电压 u_o ，输出电流 i_o 和晶闸管两端电压 u_{VT} 的波形。

实验讨论：

- 1.单相交流调压电路带电阻负载和电阻-电感性负载的工作原理和输出波形的对比讨论。
- 2.单相交流调压电路调试过程和运行过程中的问题及解决方法。

授课方式：

实验简单讲授+实际操作+讨论

实验六 单相交直交变频电路（设计型实验）（2 学时）

实验目的：

- 1.加深理解单相交直交变频电路的组成，重点熟悉其中的单相桥式 PWM 逆

	变电路中元器件的作用，工作原理。 2.研究单相交直交变频电路驱动电机时的工作情况及其波形。 3.研究正弦波的频率和幅值及三角波载波频率与电机机械特性的关系。 实验内容： 1.测量 SPWM 波形产生过程中的各点波形。 2.记录变频电路驱动电机时的输出波形。 3.观察电机工作情况 实验设计： 1.设计单相交直交变频电路。 2.设计实验步骤，不同正弦波 U_r 的频率，测试相应的负载电压、波形、幅值和频率。 3.分别画出不同正弦波 U_r 的频率时负载电压、波形、幅值和频率的波形。 实验讨论： 1.单相交直交变频电路驱动电机时的输出波形。 2.单相交直交变频电路调试过程和运行过程中的问题及解决方法。 授课方式： 实验简单讲授+实际操作+讨论 实验七 功率场效应晶体管 and 绝缘栅双极型晶体管特性与驱动电路研究（综合型实验） （2 学时） 实验目的： 1.熟悉 MOSFET 和 IGBT 主要参数的测量方法。 2.掌握 MOSEET 和 IGBT 对驱动电路的要求。 3.掌握一个实用驱动电路的工作原理与调试方法。 实验内容： 1.MOSEET 和 IGBT 主要参数测试。 2.MOSEET 和 IGBT 开关特性测试。 3.MOSEET 和 IGBT 保护测试 4.MOSEET 和 IGBT 驱动电路原理和波形
--	--

实验综合：

- 1.设计 MOSEET 和 IGBT 驱动电路。
- 2.综合研究 MOSEET 和 IGBT 对驱动电路的要求。
- 3.综合研究 MOSEET 和 IGBT 实际开、关时间和理论值的差异。

实验讨论：

- 1.MOSEET 和 IGBT 驱动电路的输出波形。
- 2.MOSEET 和 IGBT 实际开、关时间和理论值差异的原因。
- 3.MOSEET 和 IGBT 驱动电路调试过程和运行过程中的问题及解决方法。

授课方式：

实验简单讲授+实际操作+讨论

实验八 综合实验操作（整流、逆变、斩波、变频之一）（综合型实验）（2 学时）

实验目的：

- 1.熟悉整流、逆变、斩波、变频各种电路实现的方法。
- 2.掌握整流、逆变、斩波、变频中电能转换的原理。

实验内容：

- 1.研究整流、逆变、斩波、变频各种电路工作工程。
- 2.研究整流、逆变、斩波、变频各种电路中电能输入和输出的形式。

实验设计：

- 1.设计整流、逆变、斩波、变频中某一个电能转换电路。
- 2.设计实验步骤，测试不同状态时的电路运行状况。
- 3.画出整流、逆变、斩波、变频中某一个电路其电能转换中不同点的电压、电流波形。

实验讨论：

1. 整流、逆变、斩波、变频各种电路实现的方法和工作过程。
2. 整流、逆变、斩波、变频各种电能转换电路调试过程和运行过程中的问题及解决方法。

授课方式：

实验要求讲授+实际操作+讨论

为完成建设目标，本课程建设在教学方法、手段（部分列举说明采用的各种教学方法及手段的使用目的、实施过程、课程网站建设、课外培养模式、考试考核方式等）等方面进行了全面认真的建设，具体如下：

1. 整合、优化课程内容，增加新技术、新器件的讲解，增加综合设计型实验实践环节，进行师资培训，编写新的实验指导书，修改教学大纲，教学团队建设

增加新技术、新器件的原理和应用环境讲解。像全控电力电子器件：电力 MOSFET 和 IGBT，讲解其器件特性和驱动电路特点，特别通过综合性实验对其进行深入的研究，使学生较好的掌握这两种典型且现在广泛应用的全控器件的原理知识和应用特性，可以在以后很快融入到此类电路的设计和分析的实际工作中。在此处采用理论和综合设计型实验实践相结合的方法，提高学生理论联系实际能力和分析、解决问题的能力。并编写着重体现综合设计型实验实践环节的新的实验指导书。

具体内容体现在全控器件的讲解课时增加（见教学大纲），实验内容中专门增加了实验七，即功率场效应晶体管（电力 MOSFET）和绝缘栅双极型晶体管（IGBT）特性与驱动电路研究。带着问题，通过网络查询、实地考察、走出去、请进来等方式，进行国内、外相关院校的调研，特别针对一些特色大学，调研其电气工程及其自动化专业《电力电子技术》课程的教学理念及方式方法，撰写了“上海市教委重点课程建设项目-电力电子技术-电力电子技术 西安交通大学调研报告”。利用暑期参加《电力电子技术》课程相关的高水平师资培训，增加教师的知识面和教书育人能力，同时通过调研和培训，结合自己的实际和本课题教改目标，重新编写着重体现综合型、设计型实验实践环节的新的实验指导书，并对本课程的教学大纲进行修订。在整个过程中注意教学团队的建设和培养，在高水平教授的直接参与指导下，从年龄结构和理论课任务及实验课任务各方面考虑，最终建成一支坚强有力、素质过硬、师德崇高的教学团队。

2. 提供软件仿真平台，软件仿真与实际硬件电路操作相比较，直观形象地

表达电路的工作状态和波形，拉近理论与实践的距离

在本课程的讲授中将在第 3 到 8 章内容中增加部分软件仿真演示教学，利用 MATLAB/SIMULINK 和 POWER SIMULINK 等软件对上面章节的主要电路进行仿真演示，将抽象的电路波形分析用仿真波形形象地表达出来。这样会使得本课程的电路原理和波形分析变得生动有趣，提高同学们学习的积极性，拉近理论与实践的距离，获得良好的知识传授效果。

例如对升压斩波电路（BOOST 变换器）的 MATLAB/SIMULINK 仿真及其电压、电流波形如图 1-3 所示。将仿真结果和书本理论知识进行对照，使学生有直观的认识，进一步深刻的理解知识，很好的掌握知识，并能达到举一反三，获得很好的教学效果。

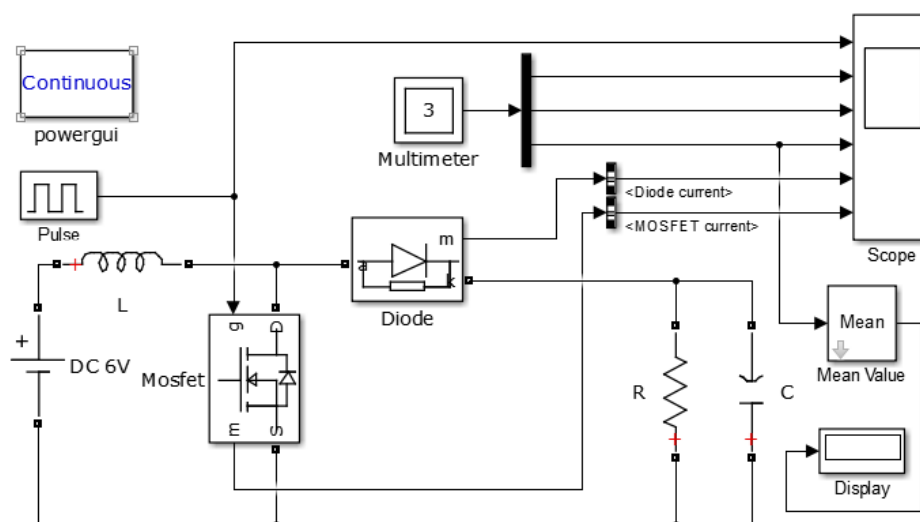


图 1 BOOST 变换器仿真电路

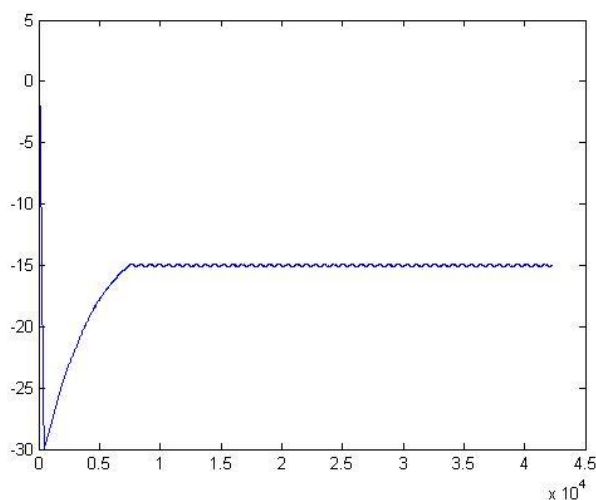


图 2 BOOST 变换器输出电压波形

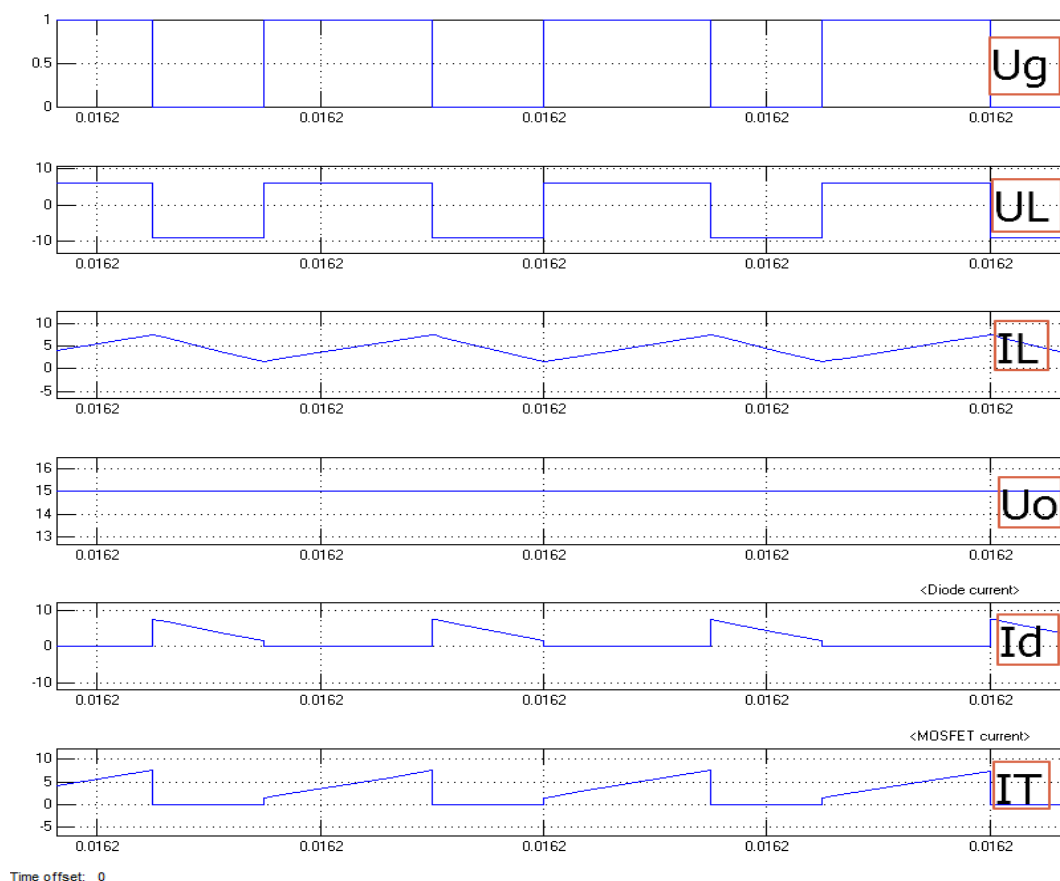


图 3 BOOST 变换器各器件电压、电流波形

3. 开展启发式、讨论式、参与式、设计式等多种教学手段，提高学生的兴趣、培养学生的创新思维

在本课程的讲授中将在第 1 到 8 章所有教学内容中增加讨论课，在每个实验教学中也有讨论环节。在讨论课和讨论环节中都确定有针对各章节和实验内容的讨论主题，让学生根据已有的知识针对讨论主题提出自己的观点，将被迫接受知识变为主动吸取知识，形成活跃的学习氛围，易于知识的传授和学习，并能使学生达到融会贯通的目的。讨论课还有一个重要的功能是可以培养学生的创新思维，可以使学生在活跃的气氛中逐渐锻炼自己深入分析问题、同时提出新的解决问题的方式方法的能力。

具体内容见理论教学内容和实验教学，比如对于实验八综合实验操作的讨论内容是 1.整流、逆变、斩波、变频各种电路实现的方法和工作过程；2.整流、逆变、斩波、变频各种电能转换电路调试过程和运行过程中的问题及解决方法。通过讨论，提高学生学习的积极性，可以将本次实验学习进一步融会贯

通，深入理解实验知识，提高动手能力，进一步坚实学生分析问题和解决问题的能力。

4.积极开展课外培养模式的探讨，安排一定的自学内容，培养学生自主学习知识的能力

在本课程的理论教学中在各章节都会安排一些自学内容，让学生在课外完成。特别在实验实践教学中，有 7 个综合设计型实验，这些实验需要在实验预习报告中就将本次实验的实验电路和实验步骤设计出来，具体实验过程中会予以验证并进行积极的讨论。这样的自主学习知识能力的培养将有效的提高学生发现问题、分析问题和解决问题的能力，对学生以后的工作将产生深远的影响。

表 1 列出了修改后的实验项目一览表，增加了实验内容，加大了全控器件变流电路，很好的适应了电力电子技术知识向全控器件方面转换的趋势，为学生提供了很好的学习资源。

表 1 实验项目一览表

实验项目名称	学时	实验类型	实验要求	每组人数
锯齿波同步移相触发电路实验	2	验证	必修	2
单相桥式全控整流电路实验	2	设计	必修	2
三相桥式全控整流及有源逆变电路实验	2	设计	必修	2
直流斩波电路(设计性)的性能研究	2	设计	必修	2
单相交流调压电路实验	2	设计	必修	2
单相交直交变频电路	2	设计	必修	2
功率场效应晶体管和绝缘栅双极型晶体管特性与驱动电路研究	2	综合	必修	2
综合实验操作（整流、逆变、斩波、变频之一）	2	设计	必修	2

5.依托学校的 EOL 网络综合教学平台，进行本课程的网络教学平台建设，实现老师和学生的实时互动，达到知识的全面接触

在课程介绍、教学大纲、教学日历、教学材料、答疑讨论等各个方面形成老师和学生的全方位接触，借助现代化的网络平台及时沟通，达到事半功倍的效果。同时为了使得信息传递更及时，老师建立本专业学生的 QQ 群，老师可

以一对多、一对一进行互动交流，同学之间也可以通过该 QQ 群进行交流。本课程的网络教学平台建设，会使得知识全方位、生动有趣的展现在学生面前，非常方便和有利于老师对于知识的传授和学生对于知识的学习。

上海海洋大学网络教学综合平台（EOL 网络教学）提供了很好的网络教学环境，包括课程维护、课程介绍、教学大纲、教学日历、课程通知和教学管理等多个栏目，本建设项目很好的利用了学校的 EOL 网络教学平台，进一步提高了教学质量，获得和好的效果。



图 4 上海海洋大学网络教学综合平台（EOL 网络教学）

6. 树立科学考核观，实施多元化考核方式，改革考核内容，增强评价的合理性

本课程中将彻底摒弃课程考核等同于考试的概念，将教学的全过程纳入考核范畴，实施了课堂笔记和考勤绑定的制度，通过课堂小测验、课前知识点提问、期中测验等方式，使课程考核过程化、经常化。根据理论教学和实践教学课程的性质、教学特点等采用多元化考核方式，除采用传统的纸质化书面表达作为考核依据以外，要求学生提交查阅的文献、实验设计的内容等，并引入“答

辩”环节，考核学生的实验操作能力，在讨论课中将对学生发现问题、分析问题和解决问题的能力进行考核。采用多元化考核方式，除考察学生的基本知识掌握程度以外，还考察学生分析问题、解决问题以及逻辑表达等综合能力，提高考核评价的合理性。

具体见课堂笔记测试、课后作业测试、提问记录、实验考核等，都记录于“上海海洋大学本科生教学记录表”中。制定出适应《电力电子技术》课程质量标准，建立课程教学的质量保证体系，切实关心每个学生的学习与发展，全面实施课程学习目标达成度分析报告制度。

比如督促学生上课做小笔记，并作为考勤和平时成绩的一个记录，这样节省了上课点名的时间，让学生在上课时做到眼到、心到、手到。这些笔记都是每节课非常核心的难点和重点，通过实践，大部分学习生的做的都相当认真。课程教学力求做到上课将本课程的大部分难点和重点知识传授给学生，并使学生彻底掌握，充分利用课堂教学，提高教学效率，活跃课堂气氛，得到了学生的好评，获得了很好的教学效果。

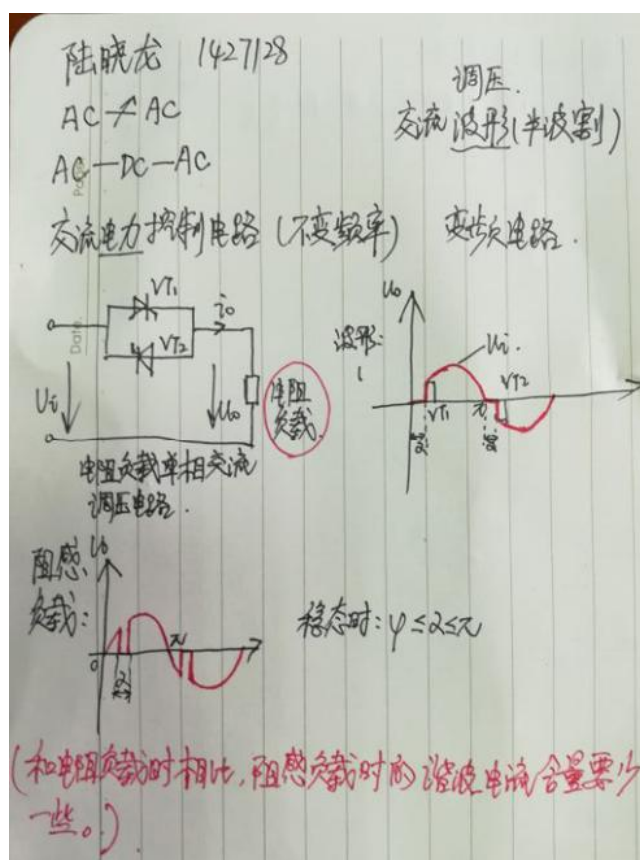


图 5 学生上课小笔记 1

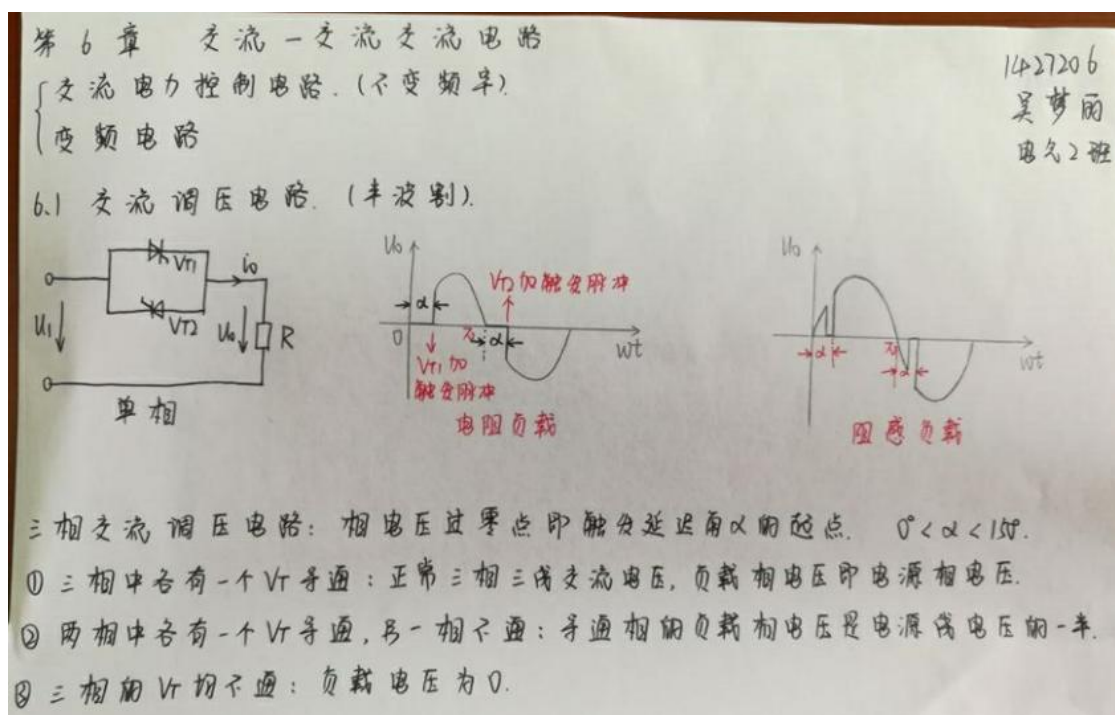


图6 学生上课小笔记 2

7. 依托国家、市级和校级大学生创新项目，以大学生创新竞赛为目标，培养学生实际的创新能力

以本课程理论和实践知识为基础，申请立项大学生创新项目，以各个创新小组为单位，对某个创新课题进行深入系统的研究，并制作出具体的创新装置。这个过程以学生为主导，通过老师的指导，小组成员将会在理论知识、实践知识、自学能力、发现问题的能力、分析解决问题的能力等方面得到全面的培养和训练。而一届一届的大学生创新的训练和创新成果将会一届一届的回馈到课堂的教学上，从而形成很好的良性循环，使本课程的教学紧随时代的发展，更是为创新性人才的培养提供很好的平台。

2015 年获得上海市级上海海洋大学大学生创新计划项目 2 项；2016 年获得上海市级上海海洋大学大学生创新计划项目 1 项，校级 1 项；2017 年获得上海市级上海海洋大学大学生创新计划项目 2 项。2015 年获得全国大学生电子设计竞赛上海赛区（TI 杯）优秀指导教师奖。2015 年指导的大学生创新团队获得第一届上海海洋大学“Lighters”创业计划大赛二等奖。2016 年获得上海海洋大学“汇创青春·圆梦海洋”五四优秀指导老师奖。2016 年指导大学生创新团队成

立上海海佑新能源有限公司。2016 和指导大学生创新团队一起申请中国发明专利：适应低速范围内变速运行的横向磁场直线发电机，申请号：201610924510.7。依托大学生创新项目的人力和经费资源建立了“自适应性向阳太阳能发电系统”和“小型风力太阳能发电系统”，用于大学生创新团队在本课程相关创新项目方面的引导和教学，激励学生对创新产生浓厚的兴趣，培养学生的创新意识和创新能力。



图 7 小型风力太阳能发电系统

取得的成果	详细列出课程建设中取得的各项教学成果名称、成果形式（包括师资队伍、教材教参、教研论文、奖励称号等）： 1. 获得的教改项目（8 项，市级 4 项，校级 4 项） （1） 谢嘉主持：校教改项目 3 项，市教改项目 1 项，（本项目时间段内，2 项结题，2 项在研）。 （2） 刘雨青主持：校教改项目 1 项，市教改项目 3 项，（本项目时间段内，3 项结题，1 项在研）。 2. 教材教参和实验室建设项目（6 项） （1） 谢嘉编写：《电力电子技术实验指导书》、《电力拖动自动控制系统实验指导书》（相关课程）。 （2） 李红梅编写：《电机与拖动基础实验指导书》（相关课程）。 （3） 谢嘉主持：2015 年实验室建设项目“电机特性测试装置（29.4 万）”，2017 年实验室建设项目“海洋工程实验室建设（98 万）”，以上两实验室建设有关新能源发电方面。 （4） 李红梅主持：2015 年实验室建设项目“电气工程及其自动化强电实验室（114 万）” 3. 奖励称号等（17 项） （1） 谢嘉，2015 年全国大学生电子设计竞赛上海赛区（TI 杯）优秀指导教师奖。 （2） 谢嘉，2015 年指导大学生创新团队获得国家级上海海洋大学大学生创新计划项目 2 项，获得上海市级 2 项。 （3） 谢嘉，2015 年指导大学生创新团队参加上海市大学生电子设计竞赛（TI 杯）获得 C 类奖 2 项。 （4） 谢嘉，2015 年指导大学生创业团队获得第一届上海海洋大学“Lighters”创业计划大赛二等奖。 （5） 谢嘉，2016 年以《电力电子技术》及相关课程为依托，进行《工程类创新创业实施策略》新课程研发，获得校级资助，已经开始授课。 （6） 谢嘉，2016 年获得上海海洋大学“汇创青春·圆梦海洋”五四优秀指导
-------	--

	老师奖。 (7) 谢嘉，2016 年获得第二届全国高等院校工程应用技术教师大赛决赛入围奖。 (8) 谢嘉，2016 年指导大学生创业团队获得“创青春”上海海洋大学优秀项目展示会成绩三等奖（“充”向未来--环保电动汽车充电桩运行建设）。 (9) 谢嘉，2016 年指导大学生创新团队获得上海市级上海海洋大学大学生创新计划项目 1 项、校级 1 项。 (10) 谢嘉，2015 年指导大学生创新团队参加上海市大学生电子设计竞赛（TI 杯）获得 C 类奖 1 项。 (11) 谢嘉，2016 年指导大学生创业团队成立大学生创业公司：上海海佑新能源有限公司，公司以环保新能源电动汽车充电桩开发设计的创新创业项目为基础，从事新能源科技、电气科技领域内的技术开发、技术咨询、技术服务、技术转让，电子产品、机电设备的销售。公司首先在上海临港海洋科技创业中心进行孵化，获得初期资助 3 万元，现在正在进行研发成果的产品化，并积极和其他高科技企业合作，进一步获得政府资助和风险投资，计划两年内推出主打产品。 (12) 谢嘉，2016 和指导大学生创新团队一起申请中国发明专利：适应低速范围内变速运行的横向磁场直线发电机，申请号：201610924510.7，该专利是在指导带领学生进行创新研究和实际实验研究的基础上实施的，发明人中学生都是我创新、创业团队的主要负责人。 (13) 谢嘉，2016 年成立以学生为主体的实验设备维护团队，进行《电力电子技术》课程实验室设备维护，很好的锻炼学生实习、实践的动手能力。 《电力电子技术》课程实验室需要能给学生提供和实际非常接近的实验环境，其实验以设计性实验为主，需要学生从几乎原器件的级别进行系统设计，这样实验装置就基本是单个器件。在学生的实际实验操作过程中，允许学生犯错，培养学生处理实际问题的动手能力。这样实验设备容易损坏，对此成立以学生为主体的实验设备维护团队，对强电实验室的设备进行定期维修，锻炼学生分析实际问题 and 解决实际问题的能力。 学生解决实际故障的能力是非常重要，通过这方面的锻炼，学生在毕业
--	---

	时，已基本达到了成熟的助理工程师级别。 (14) 谢嘉，2017 年以《电力电子技术》等课程为依托，进行“基于电力电子及电力传动课程群教学团队”建设，获得校级资助，该教学团队的建设增加了新进教师，将本课程的师资队伍建设和进一步推向前进。 (15) 2017 年指导大学生创新团队获得国家级上海海洋大学大学生创新计划项目 2 项。 (16) 2017 年春季在本课程建设的基础上开设了新的课程：《新能源转换与控制技术》和《工程类创新创业实施策略》，新课程的开发和实施，进一步丰富了《电力电子技术》课程的相关内容，形成了系列教学规模。 (17) 课题组吴燕翔老师、刘雨青老师和李红梅老师都在教学成果、指导学生创新和实验室建设方面获得了很多优异的成绩，在此不一一列出。
效果	简述课程建设对提高教学质量取得的实际效果（包括学生评价、学生获奖、同行影响等） 1. 学生评价 本课程学生评教都为优秀。 2. 学生获奖（28 项） (1) 谢嘉指导，冯晶晶、程南凤、黄异熠、嵇朋书、马龙“家用自适应性向阳太阳能发电系统”获 2015 年度上海海洋大学大学生创新计划项目立项（国家级）。 (2) 谢嘉指导，董仁明、车迎、赵旭旻、刘天辰、田春花“水龙头用瞬间加热器”获 2015 年度上海海洋大学大学生创新计划项目立项（国家市级）。 (3) 谢嘉指导，姜锋、戴长宏、王婷“磁悬浮音乐舞蹈系统设计”获 2015 年度上海海洋大学大学生创新计划项目立项（上海市级）。 (4) 谢嘉指导，罗圳明、王福林、张许“小型风力太阳能发电系统设计”获 2015 年度上海海洋大学大学生创新计划项目立项（上海市级）。 (5) 谢嘉指导，董仁明、张强、顾伟，获得 2015 年全国大学生电子竞赛上海赛区(TI 杯)成功参赛奖。

	(6) 谢嘉指导，冯晶晶、朱敏强、冯俊凯，获得 2015 年全国大学生电子竞赛上海赛区(TI 杯)成功参赛奖。 (7) 谢嘉指导，阮玉洁，施欣如，潘明杰，马龙，冯晶晶，罗圳明，获得 2016 年第一届上海海洋大学“Lighters”创业计划大赛二等奖。 (8) 谢嘉指导，张超逸、管诗雨、王舒、潘云云“新能源供电智能鱼食喂食机研制”获 2016 年度上海海洋大学大学生创新计划项目立项（上海市级）。 (9) 谢嘉指导，张匡泽、奚雨沁、靳方圆、王欣格“门禁、灯饰遥控系统研究与实现”获得 2016 年度上海海洋大学大学生创新计划项目立项（上海市级）。 (10) 谢嘉指导，戴长宏、董仁明、张强，获得 2016 年全国大学生电子竞赛上海赛区(TI 杯)成功参赛奖。 (11) 谢嘉指导，阮玉洁，施欣如，潘明杰，马龙，冯晶晶，罗圳明，获得“创青春”上海海洋大学优秀项目展示会成绩三等奖（“充”向未来--环保电动汽车充电桩运行建设）。 (12) 谢嘉指导，崔家庆、殷梓元、刘雨涛、曹维佳、倪慧“基于手势识别技术的人机交互系统”获得 2017 年度上海海洋大学大学生创新计划项目立项（上海市级）。 (13) 谢嘉指导，王宇、王瑜、吴维军“仿生鱼无线充电技术研究与实现”获得 2017 年度上海海洋大学大学生创新计划项目立项（上海市级）。 (14) 吴燕翔指导，金迪、王耀轩、张晟、金吴菲、马树庆“智能电磁寻轨小车设计”获 2015 年度上海海洋大学大学生创新计划项目立项（上海市级）。 (15) 吴燕翔、刘雨青指导，王耀轩、张泽波、游淑健，获 2015 年“飞思卡尔”智能汽车竞赛三等奖。 (16) 刘雨青指导，于志明、朱树亮、李兰兰“四旋翼飞行器设计”获 2015 年度上海海洋大学大学生创新计划项目立项（上海市级）。 (17) 刘雨青、孔祥洪指导，韩鹏宇、吴瑞明“水陆两栖飞行器设计与制作”获 2015 年度上海海洋大学大学生创新计划项目立项（上海市级）。
--	---

	(18) 刘雨青指导，韩鹏宇、吴瑞明“水陆两栖飞行器设计与制作”获 2015 年度上海海洋大学大学生创新计划项目立项（上海市级）。 (19) 刘雨青指导，李佳佳、胡胜兵、周杰，获 2015 年全国大学生电子竞赛上海赛区(TI 杯)二等奖。 (20) 刘雨青指导，王耀轩、张晟、潘陶红，获 2015 年全国大学生电子竞赛上海赛区(TI 杯)三等奖。 (21) 刘雨青指导，游淑建、徐英伟、裴繇，获 2015 年全国大学生电子竞赛上海赛区(TI 杯)三等奖。 (22) 刘雨青指导，张坤、于志明、张泽波，获 2015 年全国大学生电子竞赛上海赛区(TI 杯)三等奖。 (23) 刘雨青指导，吕游、马树庆、王康，获 2015 年全国大学生电子竞赛上海赛区(TI 杯)成功参赛奖。 (24) 刘雨青指导，张晟、金迪、马勇，获 2015 年“飞思卡尔”智能汽车竞赛三等奖。 (25) 刘雨青指导，于志明、姚继朋、陆祺，获 2016 年全国大学生电子竞赛上海赛区(TI 杯)二等奖。 (26) 刘雨青指导，张坤、王文杰、张冯归，获 2016 年全国大学生电子竞赛上海赛区(TI 杯)三等奖。 (27) 刘雨青指导，王文杰，获 2016 年蓝桥杯大赛一等奖。 (28) 刘雨青指导，翟晓东、于志明、张泽波、游淑健，获 2016 年上汽杯大赛一等奖。 3. 同行影响 在我们进行现场调研及开会培训的过程中，增加了和同行的接触机会，增加了一定的影响，随着专业的发展，同行影响将不断增大。
--	---

与既定目标比较，有哪些未完成或部分完成？

本次《电力电子技术》市教委重点课程建设项目的既定目标都完成了，其中有些方面有较好的发挥，有些方面有些遗憾，特别是教改论文未来得及发表出来（已经投稿）。我们获得了很多教学成果，也积累了一定的经验，同时做了一定的总结，已经形成了教改论文。这个虽然不是我们这次教改的硬性指标，但是后面仍需要着重加强、加快，要将这次教改的成果和经验形成高水平教改论文发表。

拟在哪些方面需继续进一步建设？

- (1) 完善《电力电子技术》课程教学团队，特别是增加新师资，实现本课程的教考分离。大力加强师资队伍建设和教学能力建设，吸纳校外院外教师加入教学团队，争取名师，争取优课。
- (2) 进一步夯实《电力电子技术》课程及相关课程培养本专业学生核心竞争能力的功能，使课程成为很好的学生走向工作岗位的桥梁，积极培养学生创新、创业的能力，进一步彰显本专业特色。
- (3) 进一步开展考试方法改革，采用更加灵活的考试形式，建设和完善试题库。
- (4) 以《电力电子技术》课程及相关课程为背景，建立“以学生为中心的教学团队”
“以学生为中心”是一种教育价值的终极指向与行为理念，通过两个改变来实现一个终极目标，即改变现实中学生不愿学、被动学、无法学和不会学的现状，增强学生学习主体性、能动性和创造性；改变教师“一刀切”的教育教学模式，增强教师的主导性、教育性和艺术性，从而实现全面提升人才培养质量和促进学生发展。
- (5) 以大学生创新项目为依托，建立一种以学生自主创业为目标的培养运行机制，申请创新项目、参加创新创业大赛，争取每一到两年内推出一个自主创业组合，并完成产品的成型和公司的注册运作。
- (6) 落实课程德育功能，挖掘课程的德育资源，编写课程德育要点和案例，提炼并形成课程德育体系。
- (7) 申报在线课程建设项目，发表高水平教改论文，报教学成果奖。

专 家 验 收 意 见	课程建设的既定目标是否实现，拟突破的难题是否解决，成果具备价值或效益以及存在的主要不足： 最终结论： 优秀 <input data-bbox="549 1787 596 1832" type="checkbox"/> 通过 <input data-bbox="884 1787 932 1832" type="checkbox"/> 不通过 <input data-bbox="1209 1787 1257 1832" type="checkbox"/> 专家组长签名： 日 期：
--	--

鉴定专家组名单	姓 名	出生年月	职 称	专 业	工作单位	专家签名
学校教务处审核意见	重点课程是否按计划完成、项目完成的质量与水平					
	负责人签名： 公 章： 日 期：					

学校验收意见	主管校长签名： 学 校 盖 章： 日 期：
市教委审定意见	盖 章： 日 期：

附件 1

上海市教委重点课程建项目-电力电子技术 调研分析报告

针对“上海市教委重点课程建设验收报告书-电力电子技术”建设项目中的建设重点，本项目组成员曾经对沈阳工业大学和东北大学进行了调研，发现了我们和他们的不同，有些是我们有差距，有些我们却比他们做的较好。为了对我们的情况做更客观的确定，谢嘉老师于 2016 年 8 月到西安交通大学进行调研，着重调研教学大纲的细节内容，同时兼顾调研综合性、设计性实验项目开发和向对方学习等。本次调研取得了可贵的经验，学到了珍贵的知识，是一次非常成功的调研学习活动。

1 课程教学大纲对照分析

西安交通大学电气工程学院其前身创建于 1908 年，是中国高等教育创办最早的电工学科，是全国电工二级学科设置齐全、师资力量雄厚、实验设备先进的电气工程学院之一。历经百年沧桑，经过几代人的努力，今天已成为我国电气工程领域人才培养和研究创新重要基地。学院设有“电气工程与自动化”、“测控技术与仪器”2 个本科专业，其中电气工程与自动化专业在全国排名第一，在国际上享有盛誉。“电气工程与自动化”专业培养在电气工程、自动化、信息技术、电子与计算机技术应用等领域从事集工程设计、系统分析、系统运行、科学研究、技术开发、经济管理等方面的德、智、体全面发展的综合型高级工程技术人才，他们将成为相关行业与部门的骨干或带头人。该专业具有强弱电结合、软件与硬件结合、元件与系统结合、运行与制造结合的特点。学生主要学习电工技术、电子技术、自动控制理论、信息处理、计算机技术与应用等较宽广领域的工程技术基础和一定的专业知识，并受到电气工程、自动化及计算机技术与应用方面的基础训练。既具有电气工程方面的专业知识和技能，又有自动化和信息技术的基础知识和基本技能，专业面宽，适应性强，具备解决既有强电又有弱电的宽口径专业问题的能力。

我们的专业名称是“电气工程及其自动化”，和西交大的“电气工程与自动化”内涵相当，而且我们的办学思想也很他们很相近，虽然相比我们非常年

轻，但是因为目标靠近而有学习和参考的价值，其中肯定有很多方面值得我们借鉴和学习，下面我们根据调研中获得的细节资料以及和对方的讨论研究，从课程的名称、学分、学时，理论与实验的学时分配、课程性质等方面进行比较和分析，具体数据见表 1。

表 1 课程开设情况表

序号	学校	课程名称	学时	学分	理论	实验	课程性质	开设专业
1	西安交通大学	电力电子技术	56	3	48	8	必修技术基础课	电气工程与自动化专业
2	上海海洋大学	电力电子技术	64	3.5	48	16	专业核心课程	电气工程及其自动化

上面是我们和西交大的对比，我们的理论课时和西安交大相同，实验课时增加了一倍，相对我们更注重学生的实际操作能力，后面我们会对具体内容进行比较。

2 课程理论教学内容对照分析

《电力电子技术》是电气工程及其自动化专业的一门专业基础课。该课程是电力电子学的一个分支，是采用半导体器件实现对电能的控制与变换的科学，是介于电气三大领域——电力、电子和控制之间的交叉学科，在工业、交通、电力等领域有广泛的应用，是电类专业学生必须掌握的专业技术基础知识。通过本课程的学习使学生掌握各类电力电子变流装置发生的电磁过程、基本原理、控制方法、设计计算，实验技能以及它们的技术经济指标，为后续课程直流拖动控制系统、交流调速系统及以后的工作应用打好基础。我们和沈阳工大进行课程教学内容比较，见表 2。

表 2 《电力电子技术》课程教学内容对比

序号	学校	内容名称	学时	主要内容	备注
1	西安	绪论	2	掌握电力电子技术的基本概念、学科地位、基本内容和发展历史。了解电	

交 通 大 学			力电子技术的应用范围。了解电力电子技术的发展前景。了解本课程的任务与要求	
	电力电子器件	10	掌握各种二极管。重点掌握半控型器件：晶闸管。重点掌握典型全控型器件：GTO、电力 MOSFET、IGBT、BJT。了解 IGCT、MCT、SIT、STIH 等其他电力电子器件。了解功率集成电路和智能功率模块。掌握电力电子器件的串并联。掌握电力电子器件的保护。掌握电力电子器件的驱动电路	
	整流电路	12	掌握单相可控整流电路。重点掌握三相可控整流电路。掌握变压器漏抗对整流电路的影响。掌握电容滤波的二极管整流电路。掌握整流电路的谐波和功率因数。了解大功率整流电路。掌握整流电路的有源逆变工作状态。掌握相位控制电路	
	直流斩波电路	2	重点掌握降压斩波电路。重点掌握升压斩波电路。掌握升降压斩波电路。掌握复合斩波电路	
	交流—交流电力变换电路	4	重点掌握单相相控式交流调压电路。掌握三相相控式交流调压电路。掌握交流调功电路。了解交流电子开关。掌握单相输出交—交变频电路。了解三相输出交—交变频电路。了解矩阵式变频电路	
	逆变电路	5	掌握换流方式。重点掌握电压型逆变电路。掌握电流型逆变电路。掌握多	

				重逆变电路和多电平逆变电路	
		脉宽调制 (PWM) 技术	5	重点掌握 PWM 控制的基本原理。掌握 PWM 逆变电路的控制方式。掌握 PWM 波形的生成方法。了解 PWM 逆变电路的谐波分析。了解跟踪型 PWM 逆变电路。了解 PWM 整流电路	
		软开关技术	2	掌握软开关技术的分类。掌握各种软开关电路的原理及应用	
		组合变流电路及总复习	6	掌握间接交流变流电路。交一直一交变频电路 (VVVF)。恒压恒频变流电路 (CVCF)。掌握间接直流变流电路 (间接 DC/DC 变换器)。开关电源	
		学时合计	48		
2	上海海洋大学	绪论	2	电力电子技术概述, 本课程的性质、任务、内容, 本课程的特点及学习方法。了解电力电子技术的由来和发展及其应用的领域, 明确本课程的内容、性质和基本要求。	课程总述, 和前面内容一致, 课时相同。
		电力电子器件	4	SR、SCR、GTO、BJT、MOSFET、IGBT 等电力电子器件工作原理、特性、主要参数。了解电力半导体器件种类, 大功率三极管, 晶闸管, 特种晶闸管, 双极型大功率晶体管, 功率场效应管, 绝缘栅双极晶体管, 新型复合场控器件简介。	和前面内容一致, 我们课时较少一些, 西交大觉得作为基础需要再多加强。
		整流电路	16	单相半波、桥式全桥、桥式半控整流电路; 三相可控整流电路, 三相半波、三相桥式全控整流电路; 电容滤波不可控整流电路, 大功率整流电	和前面内容一致, 我们课时较多一些, 西交大

				路，变流电路的有源逆变工作状态；相位控制驱动电路。理解和掌握单相可控整流电路、三相桥式可控整流电路，以及这些电路的结构、工作原理、电气性能、波形分析方法和参数计算。理解电容滤波不可控整流电路，大功率整流电路，变流电路的有源逆变工作状态，相位控制驱动电路工作原理和波形分析。	觉得要进一步减少对整流电路的讲解。
		逆变电路	8	逆变的概念及逆变器的分类，换流方式，单相和三相电压型逆变电流及电流型逆变电路，多重逆变电路和多电平逆变电路。掌握电压型逆变电路，理解电流型逆变电路，了解多重逆变电路和多电平逆变电路。	和前面内容一致，但是我们的课时较多，是因为西交大把此处的部分内容放到了“组合变流电路及总复习（6学时）”中。
		直流-直流变流电路	6	基本斩波器的工作原理，降压斩波电路，升压斩波电路，复合斩波电路。掌握降压斩波电路、升压斩波电路、升降压斩波电路的结构与工作原理，了解复合斩波电路的结构与工作原理。	比前面内容多，我们的课时较多，西交大把此处的部分内容放到了“组合变流电路及总复习（6学

					时)”中。
		交流-交流变流电路	5	交流调压电路、交流调功电路、交流电力电子开关、交-交变频电流、矩阵式变频电路。掌握交流调压器的基本类型、用途和电路，简要分析单、三相交流调压电路。了交流调功电路、交流电力电子开关、交-交变频电流和矩阵式变频电路。	和前面内容一致，课时有较小差别。
		PWM 控制技术	5	PWM 控制的基本原理、PWM 逆变电路及其控制方法、PWM 跟踪控制技术、PWM 整流电路及其控制方法。掌握 PWM 控制的基本原理，理解 PWM 逆变电路及其控制方法和 PWM 跟踪控制技术，了解 PWM 整流电路及其控制方法。	和前面内容一致，我们课时较多一些，西交大把此处的部分内容放到了“组合变流电路及总复习（6 学时）”中。
		软开关技术	2	软开关技术的分类，各种软开关电路的原理及应用。了解软开关的基本概念，理解各种软开关电路的原理及应用。	和前面内容一致，课时也一致。
		学时合计	48		

《电力电子技术》课程理论部分我们和西交大基本一致，在内容编排上，都在逐步加强对逆变电路等相关全控器件变流电路内容的分量，这是现代电力电子技术发展的趋势。

3 程实践教学内容对照分析

《电力电子技术实验》学生掌握电力电子技术实验的基本方法和基本技能，具有一定的仪器仪表的使用能力，并运用所学到的电力电子技术理论知识

来分析研究实验中的数据与各种工作波形，得出必要的结论，从而达到培养学生在电力电子技术这门学科中具有分析问题和解决问题的初步能力。我们和沈阳工大进行课程教学内容比较，见表 3

表 3 《电力电子技术实验》课程教学内容对比

序号	学校	内容名称	学时	主要内容	实验类型
1	西安交通大学	相控整流电路实验	2	锯齿波同步触发电路的调试。锯齿波同步触发电路各点波形观察，分析。	验证
		直流斩波电路实验	2	研究降压斩波电路、升压斩波电路、Cuk 斩波电路	设计
		交流电力控制电路实验	2	加深理解交流电力控制电路的工作原理。加深理解交流电力控制电路感性负载时对移相范围要求。	设计
		负载换相式逆变电路实验	2	观测负载换相式逆变电路的输出波形，理解换向的原理。	设计
		交一直一交变频电路实验	2	单相整流电路，三相电压型逆变电路、SPWM 控制电路复合构成变频调速系统	设计
		开关电源实验	2	开关电源电路参数确定验证	验证
		CAI 上机练习	2	应用 CAI 设计电力电子电路	设计
		特点	给出 14 学时的实验，选 8 个学时实验，整流电路实验较少。		
2	上海海洋大学	锯齿波同步移相触发电路实验	2	加深理解锯齿波同步移相触发电路的工作原理及各元件的作用。掌握锯齿波同步触发电路的调试方法。锯齿波同步触发电路的调试。锯齿波同步触发电路各点波形观察，分析。	验证型

	学	单相桥式全控整流电路实验	2	了解单相桥式全控整流电路的工作原理。研究单相桥式全控整流电路在电阻负载、电阻—电感性负载及反电势负载时的工作。熟悉 NMCL—05 组件或 NMCL—36 组件。单相桥式全控整流电路供电给电阻负载。单相桥式全控整流电路供电给电阻—电感性负载。	设计型
		三相桥式全控整流及有源逆变电路实验	2	熟悉 NMCL-33 组件。熟悉三相桥式全控整流及有源逆变电路的接线及工作原理。三相桥式全控整流电路。三相桥式有源逆变电路。观察整流或逆变状态下，模拟电路故障现象时的波形。	设计型
		单相交流调压电路实验	2	加深理解单相交流调压电路的工作原理。加深理解交流调压感性负载时对移相范围要求。单相交流调压器带电阻性负载。单相交流调压器带电阻—电感性负载。	设计型
		直流斩波电路(设计性)的性能研究	2	熟悉六种斩波电路 (buck chopper、boost chopper、buck-boost chopper、cuk chopper、sepic chopper、zeta chopper) 的工作原理，掌握这六种斩波电路的工作状态及波形情况。SG3525 芯片的调试。斩波电路的连接。斩波电路的波形观察及电压测试。	设计型
		单相交直交变频电	2	熟悉单相交直交变频电路的组成，重点熟悉其中的单相桥式 PWM 逆变电路	设计型

		路		中元器件的作用，工作原理，对单相交直交变频电路驱动电机时的工作情况及其波形作全面分析，并研究正弦波的频率和幅值及三角波载波频率与电机机械特性的关系。测量 SPWM 波形产生过程中的各点波形。观察变频电路驱动电机时的输出波形。观察电机工作情况。	
		功率场效应晶体管 和绝缘栅 双极型晶 体管特性 与驱动电 路研究	2	熟悉 MOSFET 主要参数的测量方法。掌握 MOSFET 对驱动电路的要求。掌握一个实用驱动电路的工作原理与调试方法。MOSFET 主要参数：开启阈值电压 $V_{GS(th)}$ ，跨导 g_{FS} ，导通电阻 R_{ds} 输出特性 $I_D=f(V_{sd})$ 等的测试。驱动电路的输入, 输出延时时间测试。电阻与电阻、电感性质载时，MOSFET 开关特性测试。有与没有反偏压时的开关过程比较。栅-源漏电流测试。熟悉 IGBT 主要参数与开关特性的测试方法。掌握混合集成驱动电路 EXB840 的工作原理与调试方法。IGBT 主要参数测试。EXB840 性能测试。IGBT 开关特性测试。过流保护性能测试。	综合型
		综合操作 考试	2	随意选择某个实验内容进行操作考试。完成实验所有步骤，根据正确性和速度记分。	综合型
		特点	实验内容较深入广泛，加大了全控器件的实验内容		

《电力电子技术》课程实验部分，西交大的整流实验较少，对晶闸管变流电路的重心在减弱，全控器件的电力电子电路方面和我们相当。通过上面的比较，课程情况基本相同，我们的实验多，在逐渐减少晶闸管变流电路和增加全控器件变流电路方面，努力方向一致。

整体上的感觉是，在跟从行业发展和专业发展方面，我们和西安交通大学相当，总体上我们还是牢牢抓住了行业发展和专业的发展。后面，我们应该结合我校的特点，在不偏离行业和专业的发展方向的前提下，努力挖掘我们上海海洋大学“电气工程及其自动化专业”中《电力电子技术》的特点，做出亮点，为专业的发展做出积极的贡献。

附件 2

《电力电子技术》教学大纲

课程名称（中文/英文）：电力电子技术（Power Electronics） 课程编号：4704045

学 分：3.5

学 时：总学时 64

学时分配：讲授学时：48 实验学时：16

课程负责人：谢嘉

一、 课程简介（分别用中英文描述课程的概况）

《电力电子技术》课程主要是为了使使学生获得利用电力电子器件对电能进行变换和控制的基本理论与概念。它包括电力电子器件、各种电力电子电路以及 PWM 控制技术和软开关技术三大组成部分。其中电力电子器件知识是《电力电子技术》的基础，包括不可控器件、半控器件和全控器件；电力电子电路主要包括四大类基本变流电路，即 AC-DC、DC-AC、DC-DC、AC-AC 变流电路；PWM 控制技术和软开关技术对各种变流电路都适用。不仅论述原理，也论述有关的应用技术，内容丰富，为《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。

"Power Electronics" is a course of teaching basic theories and concepts of using power electronic devices for power conversion and control. It includes power electronic devices, each power electronic circuits, PWM control technology and soft-switching technology. The knowledge of power electronic devices is the foundation of "Power Electronics". Power electronic devices mainly include not-controllable devices, semi- controllable devices and controllable devices. Power electronic circuits mainly include AC-DC converter circuit, DC-AC converter circuit, DC-DC converter circuit and AC-AC converter circuit. PWM control technology and soft-switching technology are applicable to each converter circuit. "Power Electronics" not only discourse principle but also discourse relational application technology. It has rich content and lays the foundation for "Motion Control Systems", other follow-up courses and technical work and scientific research of electrical engineering.

二、教学内容

学时	主要内容	教学目标	备注
2	第1章 绪论 1.1 什么是电力电子技术 1.2 电力电子技术的发展史(自学) 1.3 电力电子技术的应用(自学) 1.4 本教材的内容简介和使用说明	(1)理解电力电子技术的定义, 电力电子技术所研究的基本问题; (2)了解电力电子学科的发展历史、电力电子技术的内涵及其在相关工业中所涉及的电力电子技术的主要内容, 以及本课程的学习方法及考核方法。	
4	第2章: 电力电子器件 2.1 电力电子器件概述 2.2 不可控器件——电力二极管 2.3 半控型器件——晶闸管 2.4 典型全控型器件 2.5 其他新型电力电子器件 2.6 功率集成电路与集成电力电子模块 2.7 电力电子器件驱动、保护和串并联	(1)掌握各种电力电子器件的基本特性、应用场合和使用方法; (2)理解各种全控型器件、半控型器件的工作原理和主要参数选择依据; (3)了解典型触发、驱动和缓冲电路的组成、工作原理和特点。	作业: P42 2, 3, 4, 8
16	第3章 整流电路 3.1 单相可控整流电路 3.2 三相可控整流电路 3.3 变压器漏感对整流电路的影响 3.4 电容滤波的不可控整流电路 3.5 整流电路的谐波和功率因数 3.6 大功率可控整流电路 3.7 整流电路的有源逆变工作状态 3.8 整流电路相位控制的实现	(1)掌握各种典型电路的工作原理和波形分析法, 锯齿波移相触发电路原理及同步变压器设计方法; (2)理解各种电路基本电量计算关系, 失控问题产生原因和抑制措施, 逆变失败原因及及逆变失败限制措施; (3)了解整流电路的谐波和功率因数分析方法及分析结果。	作业: P95 3, 5, 11, 13, 17, 18, 19, 23, 24, 26, 29
8	第4章 逆变电路 4.1 换流方式 4.2 电压型逆变电路 4.3 电流型逆变电路 4.4 多重逆变电路和多电平逆变电路	(1)掌握基本逆变电路的结构及其工作原理; (2)了解晶闸管逆变电路的换流方式及逆变电路的分类方法。	作业: P118 1, 2, 3, 4
6	第5章 直流-直流变流电路 5.1 基本斩波电路 5.2 复合斩波电路和多相多重斩波电路 5.3 带隔离的直流-直流变流电路	(1)掌握降压、升压斩波电路和升降压斩波电路的基本组成及工作原理; (2)了解复合斩波电路、多相多重斩波电路和带隔离的直流-直流变流电路的工作原理。	作业: P138 1, 2, 3, 4, 5
5	第6章 交流-交流变流电路 6.1 交流调压电路 6.2 其他交流电力控制电路 6.3 交-交变频电路 6.4 矩阵式变频	(1)理解交流调压电路、交流调功电路和交流电力电子开关电路的工作原理和输出电压、电流波形特点; (2)了解交-交变频电路的工作原理和矩阵式交-交变频电路的基本概念。	作业: P161 2, 3, 4, 5
5	第7章 PWM 控制技术 7.1 PWM 控制的基本原理 7.2 PWM 逆变电路及其控制方法 7.3 PWM 跟踪控制技术 7.4 PWM 整流电路及其控制方法	(1)掌握 PWM 逆变电路及其控制方法和 PWM 跟踪控制技术; (2)了解 PWM 整流电路控制方法。	作业: P184 1, 3, 5, 6, 9
2	第8章 软开关技术 8.1 软开关的基本概念 8.2 软开关电路的分类 8.3 典型的软开关电路	(1)理解典型软开关电路的工作原理; (2)了解软开关技术。	作业: P195 1, 2

实验项目一览表

实验项目名称	学时	实验类型	实验要求	每组人数
锯齿波同步移相触发电路实验	2	验证	必修	2
单相桥式全控整流电路实验	2	设计	必修	2
三相桥式全控整流及有源逆变电路实验	2	设计	必修	2
直流斩波电路(设计性)的性能研究	2	设计	必修	2
单相交流调压电路实验	2	设计	必修	2
单相交直交变频电路	2	设计	必修	2
功率场效应晶体管和绝缘栅双极型晶体管特性与驱动电路研究	2	综合	必修	2
综合实验操作(整流、逆变、斩波、变频之一)	2	设计	必修	2

三、教学基本要求

教师在课堂上应对电力电子技术课程的基本概念、分析方法和设计方法进行必要的讲授，并详细讲授每章的重点、难点内容；讲授中应注意理论联系实际，通过必要的典型例题进行讨论，启迪学生的思维，加深学生对有关概念、分析方法和设计方法的理解，采用多媒体辅助教学，加大课堂授课的信息量。

习题课 5 学时，用于对第 2 章到第 8 章的习题进行讲解讨论。讨论课 10 学时，用于对第 1 章到第 8 章的核心和难点知识进行讨论。教师应把握习题解答和讨论的思路，进行必要的提示，引导学生运用所学控制理论知识，分析、解决实际问题，讨论后，教师应及时进行总结。

学生必须自学一些数学推导，应用性、设计性例子及拓展内容。对于一题多方案、多解答的命题，或有趣的应用方向，引导学生展开讨论，以拓宽思路，博采众长。

在主要章节讲授完之后，要布置一定量习题和讨论问题等，旨在加深学生对所学知识的理解、运用，拓宽学生的知识面。教师在教的过程应讲清每章节的重点和难点，学生在学的过程中，要掌握每章节的重点，理解每章节的难点。

四、教学方法

1. 整合、优化课程内容，增加新技术、新器件的讲解，增加综合设计型实验实践环节，编写新的实验指导书。例如，增加新技术、新器件的原理和应用环境讲解。像全控电力电子器件：电力 MOSFET 和 IGBT，讲解其器件特性和驱动电路特点，特别通过综合性实验对其进行深入的研究，使学生基本掌握这两种典型且现在广泛应用的全控器件的原理知识和应用特性，可以在以后很快融入到此类电路的设计和分析的实际工作中。在此处采用理论和综合设计型实

验实践相结合的方法，提高学生理论联系实际能力和分析、解决问题的能力。并编写着重体现综合设计型实验实践环节的新的实验指导书。

2. 提供软件仿真平台，软件仿真与实际硬件电路操作相比较，直观形象地表达电路的工作状态和波形，拉近理论与实践的距离。例如，在本课程的讲授中将在第 3 到第 8 章共 6 章内容中增加软件仿真演示教学，利用 **MATLAB/SIMULINK** 和 **PSCAD** 等软件对上面章节的主要电路进行仿真演示，将抽象的电路波形分析用仿真波形形象地表达出来。这样会使得本课程的电路原理和波形分析变得生动有趣，提高同学们学习的积极性，拉近理论与实践的距离，获得良好的知识传授效果。

3. 开展启发式、讨论式、参与式、设计式等多种教学手段，提高学生的兴趣、培养学生的创新思维。例如，在本课程的讲授中将在第 1 到第 8 章所有教学内容中增加讨论课，在每个实验教学中也有讨论环节。在讨论课和讨论环节中确定有针对各章节和实验内容的讨论主题，让学生根据已有的知识针对讨论主题提出自己的观点，将被迫接受知识变为主动吸取知识，形成活跃的学习氛围，易于知识的传授和学习，并能使学生达到融会贯通的目的。讨论课还有一个重要的功能是可以培养学生的创新思维，可以使学生在活跃的气氛中逐渐锻炼自己深入分析问题、同时提出新的解决问题的方式方法的能力。

4. 积极开展课外培养模式的探讨，安排一定的自学内容，培养学生自主学习知识的能力。例如，在本课程的理论教学中在各章节都会安排一些自学内容，让学生在课外完成。特别在实验实践教学中，有 7 个综合设计型实验，这些实验需要在实验预习报告中就将本次实验的实验电路和实验步骤设计出来，具体实验过程中会予以验证并进行积极的讨论。这样的自主学习知识能力的培养将有效的提高学生发现问题、分析问题和解决问题的能力，对学生以后的工作将产生深远的影响。

5. 依托学校的 **EOL** 网络综合教学平台，进行本课程的网络教学平台建设，实现老师和学生的实时互动，达到知识的全面接触。例如在课程介绍、教学大纲、教学日历、教学材料、答疑讨论等各个方面形成老师和学生的全方位接触，借助现代化的网络平台及时沟通，达到事半功倍的效果。同时为了使得信息传递更及时，老师建立本专业学生的 **QQ** 群，老师可以一对多、一对一进行互动交流，同学之间也可以通过该 **QQ** 群进行交流。本课程的网络教学平台建设，会使得知识全方位、生动有趣的展现在学生面前，非常方便和有利于老师对于知识的传授和学生对于知识的学习。

6. 树立科学考核观，实施多元化考核方式，改革考核内容，增强评价的合理性。例如本课程中将彻底摒弃课程考核等同于考试的概念，将教学的全过程

纳入考核范畴，通过课堂小测验、课前知识点提问、期中测验等方式，使课程考核过程化、经常化。根据理论教学和实践教学课程的性质、教学特点等采用多元化考核方式，除采用传统的纸质化书面表达作为考核依据以外，要求学生提交查阅的文献、实验设计的内容等，并引入“答辩”环节，考核学生的实验操作能力，在讨论课中将对学生发现问题、分析问题和解决问题的能力进行考核。采用多元化考核方式，除考察学生的基本知识掌握程度以外，还考察学生分析问题、解决问题以及逻辑表达等综合能力，提高考核评价的合理性。

7. 依托国家、市级和校级大学生创新项目，以大学生创新竞赛为目标，培养学生实际的创新能力。例如以本课程理论和实践知识为基础，申请立项大学生创新项目，以各个创新小组为单位，对某个创新课题进行深入系统的研究，并制作出具体的创新装置。这个过程以学生为主导，通过老师的指导，小组成员将会在理论知识、实践知识、自学能力、发现问题的能力、分析解决问题的能力等方面得到全面的培养和训练。而一届一届的大学生创新的训练和创新成果将会一届一届的回馈到课堂的教学上，从而形成很好的良性循环，使本课程的教学紧随时代的发展，更是为创新性人才的培养提供很好的平台。

五、参考教材和阅读书目

指定教材：

电力电子技术，王兆安、刘进军主编，机械工业出版社，2009年5月第5版

参考教材：

1. 电力电子技术，王兆安、黄俊主编，机械工业出版社，2003年第4版
2. 电力电子技术，郭世明主编，西南交通大学出版社，2002年
3. 电力电子技术，郝万新主编，化学工业出版社，2002年
4. 电力电子技术，林辉主编，武汉理工出版社，2002年

阅读书目：

1. Bimal K. Bose. Power electronics and motor drives-advances and trends, Elsevier Science, 2006
2. Mohan N. Undeland T. M. Robbins W. P. Power electronics –converters, applications, and design, 3rd edition, John Wiley & Sons, 2003

六、本课程与其它课程的联系与分工

本课程的先修课程是高等数学、线性代数、复变函数与积分变换、普通物理、电路原理、模拟电子技术和数字电子技术。在电路原理中，学生已具备了一般电路分析的概念，因此起点可高一些。一些基本的数学工具在高等数学、

线性代数和复变函数与积分变换中已掌握，可直接使用。本课程以电力电子器件为基础，应用电路原理知识对各种变流电路进行分析，同时应用一定的数学知识对电力电子电路进行谐波分析，同时要掌握电力电子技术中的基本控制技术。电力拖动自动控制系统是本门课程的后续课程，其中将对本门课程的应用进行详细的讲解。

主撰人：谢嘉

审核人：吴燕翔

日 期：2016 年 10 月 5 日