

开关电源技术教学改革实践与思考

——以培养卓越电源工程师为目标

于雁南¹,高柏臣¹,严继池²

(1. 黑龙江科技大学 电信学院,黑龙江 哈尔滨 150010;2. 哈尔滨纽泰克科技开发有限公司,黑龙江 哈尔滨 150010)

摘要:开关电源技术课程在本科教学中是一门较新的专业课程。以学生培养成电源工程师为目标,通过深入企业调研和教研团队的实践,将电源工程师应掌握的基本技能拆分,同时通过教学改革同步对应的教学内容,通过电源工程师素质与课程匹配、校企合作、考核形式多样化、培养学生电源技术思维和创新能力的、丰富教学内容几个方面阐述开关电源技术教学改革的探索和实践。

关键词:开关电源技术;电源工程师;基本拓扑;PWM 控制芯片

中图分类号:G642 **文献标志码:**A **文章编号:**1674 - 5884(2014)06 - 0058 - 03

开关电源技术是本科院校电气工程专业的一个重要方向,开关电源技术课程是电气工程专业主干核心课程,这门课综合运用了前期所学的模拟电子技术、自动控制原理、电力电子技术、电磁场及仿真技术等课程知识,进行开关电源电路和系统设计的课程,是电气专业一门重要的专业实践课。这门课的实践性非常强,同时也是一门可以综合提高学生实践动手能力的课程,但是现在开关电源方面的课程在本科教学中还处于初期阶段。目前,电气专业的学生在毕业之后的去向有一部分是去专门研发电源的国内外著名企业,还有一部分是从事和电源相关的工作。学生往往只知道课堂上所学习的电源基本拓扑和基本概念、公式,而对于实际制作电源知之甚少,更谈不上在一进入工作岗位就能够研发。我们以培养优秀电源工程师为目标,从电源工程师素质与课程匹配、校企合作、考核形式多样化、对学生电源技术思维和创新能力的培养、丰富的教改内容等几个方面阐述项目组对开关电源技术教学改革的探索和实施。

1 课程教学内容与电源工程师基本技能的匹配

结合项目组在企业的实践经验以及教研团队在多家电源企业的调研,现将开关电源技术课程的内容和电源工程师应该掌握的能力拆分成以下几块,如图1所示。

就目前电源工程师,尤其是研究DC/DC开关电源的工程师来说,电路设计应该熟练掌握最基本的几种电路拓扑的工作原理、开关管的驱动电路设计、开关电源目前常用的多种PWM和PFC控制芯片的控制方式、变压器和电感的设计、各种保护电路的多种设计、闭环电路的调试方法,下面将结合教改的思路和实践进行分析和探讨。

1.1 基本拓扑

基本的拓扑包括BUCK、BOOST、BUCK - BOOST、CUK、正激变换器、反激、半桥、全桥、推挽变换器。在课堂教学中应该使学生熟练掌握其工作原理、应用场所、电流连续和电流断续的工作波形、拓扑中的关键参数的计算,为学生设计基本的开关电源电路打下坚实的基础,这是第一层次,如图1中所示,要求学生必须熟练掌握。尤其要着重讲解基本拓扑BUCK变换器,因为很多拓扑结构甚至是基本拓扑都可以由BUCK变换器变换得来。如果能在课堂上重点讲解BUCK变换器,使学生完全掌握BUCK变换器的原理和波形,对学生后期的开关电源学习将会大有帮助。

第二层次是以基本拓扑为核心部分的主功率电路各部分参数计算,相当于电源工程师的项目计算书部分,这也是电源工程师必须掌握的基本技能。由于课上时间有限,教师在课上会把拓扑中关键器件主要参数的计算方

法给出,不可能把所有的参数计算一遍,所以导致有些学生就停滞在这个层次上,没有在课下把所有的参数,尤其是关系到器件选型的参数进行设计,为了解决这个问题,

在课程中后期安排学生团队制作实物开关电源,在这个过程中就必须要对每个计算参数都要反复核算,这个教学环节取得了较好的效果。

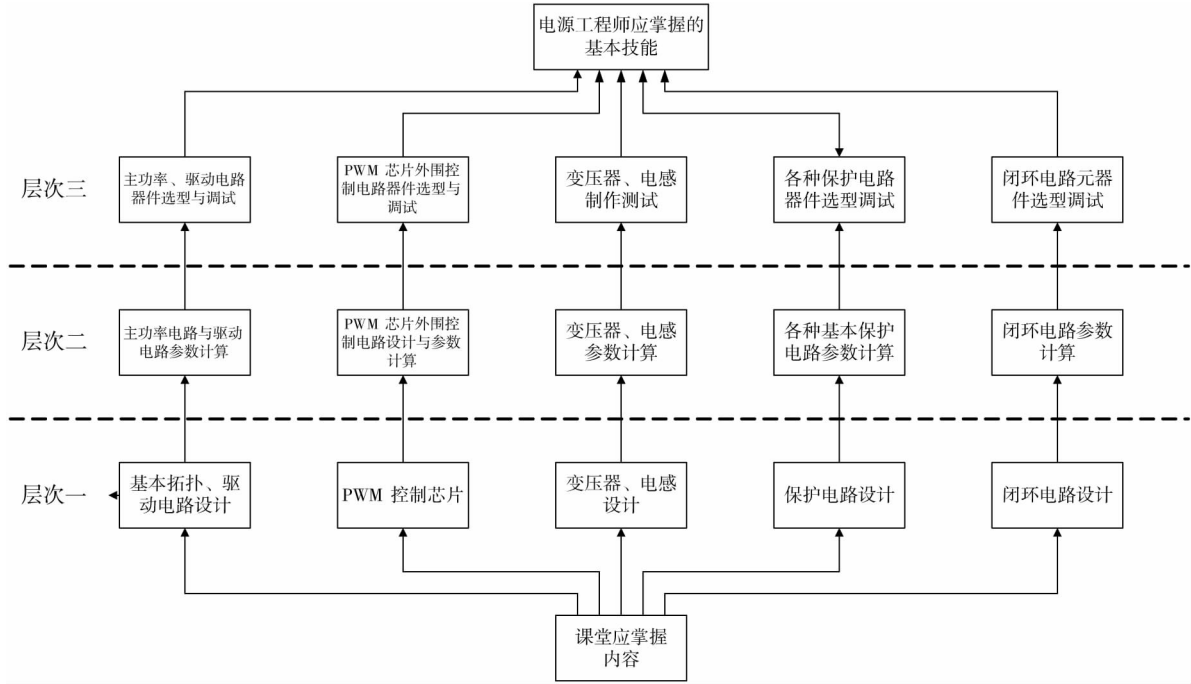


图1 课程教改内容和电源工程师掌握技能之间的关系图

第三层次是主功率电路器件选型和调试,基本上只有参加过实物制作、电子设计大赛、实习项目的学生有机会达到这一步,通过实际存在的问题,就问题去解决,才会在实践当中结合他们上课学习的电源理论切实地体会调试电路的乐趣。

1.2 PWM和PFC控制芯片

这部分会通过调研报告的形式让学生先去搜集相关PWM和PFC控制芯片的最新信息,先让学生去感知、去了解现在出来最新的控制芯片已经可以做到哪些功能了,此外重要的是积累总结每一个拓扑可以有哪些控制芯片来控制。让他们自己去发现问题,感知问题,带着问题和好奇,在课堂上授课教师会深入讲解PWM控制芯片的基本控制原理,通过工程项目详细讲解如何快速掌握一个新的控制芯片每个引脚的功能,外围电路的设计方法、元器件参数计算方法,使学生掌握如何用控制芯片来控制变换器实现电能的变换,学会设计控制芯片与变换器的连接电路,即检测电路和功率管的驱动电路。在课堂上教会学生使用PWM控制芯片数据说明书设计控制外围电路达到层次一,在课程学时中专门安排学生学习控制芯片外围电路的设计方法和参数计算方法达到层次二,不仅让学生掌握一种控制芯片的外围电路设计方法,更重要的是举一反三,在以后的设计和工作岗位上面对新的平台和控制芯片依然可以设计出符合要求的电路。

1.3 变压器和电感设计

授课教师在课堂教学中依据教学改革培养电源工程师为目标不仅要介绍变压器和电感的各个参数的计算方法,还会结合实际项目讲授变压器同名端和异名端在实际电源制作时的注意事项,变压器的制作方法,掌握电压器参数的测试方法和测试工具,掌握用示波器和信号发生器测试变压器的匝比和同名端的方法。变压器和电感的设计直接关系到隔离型变换器的性能,很多学生对变压器和电感器设计部分学习起来会有些困难,所以这部分将作为课程的难点来重点讲解。

1.4 保护电路设计

课堂教学中一部分学时将用来着重讲解各种保护电路,包括输入输出过压保护、过温保护、过流保护、输入欠压保护等。将采用调研报告、启发式和讨论式等教学方法引导学生去积累这些保护电路,学会在不同平台、不同应用场合使用不同的保护电路。

1.5 闭环电路调试

结合自动控制原理课程的相关知识,着重讲解开关电源闭环电路的设计和分析,尤其是PID调节器的调试方法,结合实际项目演示电源工程师闭环电路调试过程,激发学生学习开关电源的学习兴趣,通过实物和仿真软件让学生体验调试的乐趣,这部分是开关电源课程重点讲解的内容,要联系实际项目,是课程的核心内容。

以上 5 个部分是课程的主要教学内容块,完全按照培养电源工程师的目标下制定的教学计划,可以做到较好地给学生从课堂到就业的过渡,而不再是到了工作岗位上感觉课堂学习的东西和实际工作联系不紧密,什么知识什么技能都要工作之后学习。在课堂上,保证学生完全掌握第一个层次,通过课后作业、课堂实际项目案例、电源制作等形式的教学方法使大部分学生掌握层次二,在平时的教学中注意动手能力强或者电路设计能力强的学生,通过带学生电子设计大赛、创新大赛,或者学生在项目中辅助教师担任研发助理的工作等,使一部分学生研发能力可以快速提高,培养成具有基本技能的初级电源工程师^[1]。

2 课程考核方式改革

考虑到开关电源课程的实践性强的特点,着重考核学生掌握所学的基本电路拓扑理论和技能,能综合运用所学知识和技能去分析电路、调试和测试电路、分析电路故障及排除电路故障的能力。

2.1 制作电源实物

基于课堂系统的理论学习,独立制作 75W 单管正激变换器实物的能力考核,该正激变换器采用何种磁复位技术不限,根据班级人数,3~4 名同学为一个小组,明确不同分工,共同制作出一款正激变换器。同时培养学生的团队合作意识,考核的内容也要增加当该团队遇到分歧和困难的时候,是如何解决的。

2.2 课堂表现

主要是包括回答问题的情况,对问题分析的程度,出勤率,在平时小组讨论时的表现和活跃程度。

2.3 科研报告、口头汇报

通过让学生搜索近 3 年国内外开关电源、尤其是通信电源技术和产品的最新发展概况,增强学生的自我学习能力,在以后的学习和工作中掌握更新自己开关电源知识体系的能力,这是我们教学的重点,不只是教会学生电源的基本知识,还要教学学生学习探索开关电源领域的学习方法。选取部分优秀学生的科研报告由学生浓缩成 5 分钟的口头汇报结合 PPT、实物动画等多媒体展示方法在上课前 5 分钟做口头汇报分享给学生们。不仅较好地激发学生学习的开关电源的兴趣也能够充分锻炼学生的公开演讲能力。

2.4 作业

作业着重在学生是否是自己独立完成的电路设计,而不是应付了事。哪怕学生的设计内容很少,但是只要是他们自己经过思考得来的就要比其参考其他人的作业效果要好很多。

考核成绩组成部分如表 1 所示。

表 1 考核成绩组成

考核项目	考核内容和考核方式	满分分数
正激变换器 实物制作	实物基本指标的测试、每个人具体负责的部分、遇到的问题以及如何解决、团队意识	40
	报告的深度和广度,学生自己思考发展趋势、分析问题的能力,是否掌握自学开关电源技能的学习能力,口头表达能力	
	科研报告和口头汇报	
课堂表现	回答问题,做报告,小组讨论的活跃度	20
作业	是否是自己解答,分析电路的能力,有自己的想法	10
共计		100

3 开关电源技术教学改革反思

结合课堂教学改革,让学生们一边理论学习一边同步到学校实训基地巩固学习效果进行电源制作和电路故障排除以及电源设计,注重对学生电源技术思维和创新能力的培养,加强校企合作,为学生营造良好的学习氛围,同时,每年通过大学生科研立项和大学生电子设计大赛、创新大赛充分锻炼学生在课堂上的学习效果,教研团队教师会专门跟踪和调研学生的理论与实践结合的效果,从而不断总结经验,更好地服务教学。通过学生全程参与大赛和项目的经历,充分挖掘学生的设计潜力和创新思维能力,让学生充分享受到学习的乐趣,形成良性循环,并且可以拓展到其他科目,提高学生的综合素质^[2]。

参考文献:

[1] 梁奇峰,廖鸿飞. 基于工作任务的开关电源原理与分析教学改革[J]. 职业教育研究,2012(6):88-90.
[2] 常云龙,李荣德,袁晓光,等. 强化工程实践能力与创新能力的培养[J]. 高等工程教育研究,2011(4):107-110.

(责任校对 晏小敏)