

面向工程教育的电类实验教学改革与实践

马红岩¹, 陈静杰², 钱文高²

(中国民航大学 1. 基础实验中心; 2. 电子信息与自动化学院, 天津 300300)

摘要: 系统梳理了电类实验课程体系、教学内容、教学模式、实验过程管理以及实验考核方式等方面存在的问题。基于“学习产出”的(OBE)的工程教育理念, 阐述了五层次、四结合的创新实验教学体系的构建, 深化全方位的实验教学改革, 从层次化实验教学、信息化教学方法和手段、自主实验教学模式、立体化的实验教学资源、实验课程多环节过程考核机制等方面介绍了面向工程教育的电类实验教学改革和实践, 有效提高了实验教学效果, 切实培养了学生的工程能力和创新能力。

关键词: 电类实验教学改革; 实验教学体系; 自主实验教学模式; 工程能力

中图分类号: G642.0 文献标识码: A doi:10.3969/j.issn.1672-4305.2020.02.029

Reform and practice of electrical experiment teaching for engineering education

MA Hongyan¹, CHEN Jingjie², QIAN Wengao²

(1. Electrical and Electronic Experimental Center; 2. College of Electronic Information and Automation, Civil Aviation University of China, Tianjin 300300, China)

Abstract: This paper combs the problems existing in the course system, teaching content, teaching mode, experimental process management and experimental examination methods of electrical experiment. Based on the engineering education concept of “learning output” (OBE), an innovative experimental teaching system with five levels and four combinations was constructed. Deepening the all-round reform of experimental teaching, from lots of aspects, such as the hierarchical experimental teaching, information teaching methods and means, independent experimental teaching model, stereoscopic experimental teaching resources, many levels process assessment mechanism in experimental course, etc. This paper introduces the reform and practice of student centered electrical experiment teaching, and effectively improve the teaching effect, cultivate students' engineering ability and innovation ability.

Key words: electric experimental teaching reform; experimental teaching system; independent experimental teaching model; engineering ability

实验教学是现代教学体系中不可缺少的重要组成部分, 是培养学生实践能力和创新能力的重要手段和必要途径^[1]。电类实验教学主要是面向高等

工院校电类专业开设的一系列课程, 具有很强的实践性和应用性^[2], 是电类课程教学中的重要环节。通过电类实验可以使学生掌握基本的实验技能和方法, 加深对理论知识的理解, 培养学生的工程实践能力和创新能力。

而传统的以教师为主导的被动实验教学, 主要关注实验教学内容是否完成, 而不是学生是否掌握了相关的实验技能和方法, 学生只是实验教学被动的参与者, 有悖于基于“学习产出”的(OBE)的工程教育理念^[3], 不利于培养学生的工程实践能力和创新意识。

收稿日期: 2018-09-26 修改日期: 2018-10-12

作者简介: 马红岩, 硕士, 主要从事实验教学与管理及 CDIO、卓越人才培养等方面的研究。

E-mail: haiertwines@163.com

基金项目: 天津市普通高等学校本科教学质量与教学改革研究计划项目(项目编号: C03-0807); 中国民航大学实验创新基金项目(项目编号: 2017SYCX06)。



因此,课程组在系统梳理实验教学存在问题的基础上,以本科专业国际工程教育理念为指导,结合新工科背景下对人才提出的新目标定位与需求^[4],充分利用新时代信息技术手段,在实验教学体系、教学内容、教学模式等方面持续推进电类教学改革,以有效支撑应用型人才培养的目标。

1 电类实验教学存在的问题

1.1 实验课程体系

课程体系过窄,过分强调作为独立课程的系统性、完整性^[5],导致实验内容协调衔接不够,层次不分明,忽略了课程与课程之间的融会贯通,造成学生部分知识不必要的重复,易使学生形成单向、片面的知识结构,不利于学生多维的、灵活的、创造性思维的培养。

1.2 实验教学内容

实验教学内容更新缓慢^[6],主要以实验教材为主,同时考虑与理论课的进度匹配、内容衔接,加上课时和实验室资源的限制,使课程实施过程中以仪器仪表使用、验证性实验为主的基础实验占比过高,对所学知识综合运用的设计创新类实验项目占比过低,不利于培养学生的工程实践能力和创新思维。

1.3 实验教学模式

电类实验教学主要是以教师为主导的被动实验教学。教师讲解并布置实验任务后,学生只需要按照实验指导书中的步骤操作、测量,记录数据^[7],完成课后思考题即可。该教学方法主要关注实验教学内容是否完成,而不是学生是否掌握了相关的实验方法,是否具备了应有的能力。学生只是实验教学的被动参与者,不会主动分析遇到的问题,过分依赖教师,在学习间接知识的同时也很难有“新发现”的感觉和惊喜,导致学生实验兴趣不高。

1.4 实验过程管理

完整的实验教学过程包括课前预习、课上实验和课后归纳总结。因缺乏有效的约束、监督机制,导致部分学生课前预习不到位、课后归纳总结被动盲目,未能有效地支撑实验教学。

1.5 实验考核方式

电类实验考核包括平时考核和期末实验考试两部分。其中,平时考核总成绩占比40%,它包括随堂测验、考勤、实验报告;期末实验考试总成绩占比60%。该考核模式主要关注实验报告的整洁度,实验数据的合理与否,对实验数据的处理分析过程是否正确,对实验问题的梳理是否到位^[8]等,较适用

于基础实验,忽略了不同层次实验多环节的过程考核以及其督促实验学习的作用。

2 构建五层次四结合的创新实验教学体系

针对实验教学中存在的问题,以深化教学内容与课程体系改革为突破口,并结合课程组成员多年的实验教学经验,紧紧围绕当前中国民航大学“应用型人才培养”的目标,构建了“基础层”、“单元应用层”、“综合层”、“设计层”、“创新层”共五层次的实验教学内容并与“基础理论知识”、“学生能力培养”、“行业发展”以及“创新创业”四方面紧密结合的实验教学体系,如图1所示。

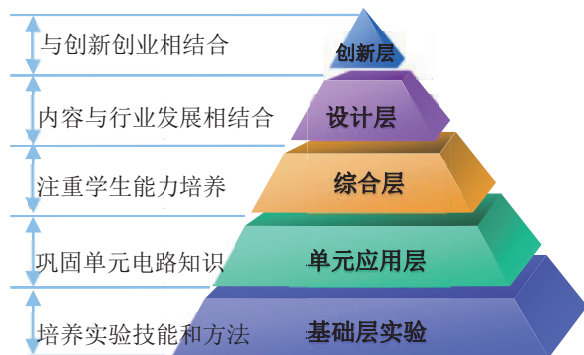


图1 实验教学体系

2.1 基础层实验

主要为相关电类仪器仪表的使用,理论课基本理论知识和原理的验证,单元电路的搭建和参数测试等,注重与理论课的衔接,旨在培养学生掌握基本的实验技能和方法,并养成严谨规范的实验作风。

2.2 单元应用层实验

注重与基础理论知识相结合,实验内容主要为基础单元技术、基础元器件的应用,注重在应用中巩固基础单元电路知识。

2.3 综合层实验

主要为多种技术,多个知识点的综合应用^[9],以具有一定工程应用背景贴近生活的应用案例为整体,规划教学,充分考虑学生能力的培养。

2.4 设计层实验

结合行业发展,要求学生依据实验设计任务书的要求,从实验方案设计、元器件参数确定、绘制电路图、电路仿真、焊接调试等流程直到完成设计任务。

2.5 创新层实验

源于各种学科竞赛、创新创业计划、科研项目,与创新创业相结合,具有一定的挑战性,采用全开放的实验教学方式,具有创新意义的设计课题由学生按照自主式实验教学模式完成。

3 深化全方位的实验教学改革

3.1 改革实验教学内容

针对传统实验教学内容中基础型实验^[9]占比过高,实验内容更新缓慢,不利于培养学生的创新思维和工程意识的现状,系统改革实验教学内容。

3.1.1 优化基础层实验

首先有效利用课外时间压缩基础实验中仪器仪表使用的课内时间占比。然后,自制主题式实验报告,在一个主题实验内容内层层递进分离出若干子实验内容,难度逐次提高。鼓励实验动手能力较强、基础较扎实的学生完成全部子实验内容,而动手能力稍弱一些的学生在能力范围内完成相应的实验内容,以满足不同层次学生的实验需求。

3.1.2 整合单元应用层和综合层实验

在学生工程能力培养的前提下,适当整合单元应用层的实验内容,并考虑前者 and 综合层实验之间的呼应,使学生在完成若干单元应用实验后,便能自主完成相呼应的综合层实验内容。

3.1.3 增加设计层实验

以“CDIO”和“卓越计划”为契机,对电工电子学科竞赛案例进行筛选整理、分解提炼,推进设计层实验的开发。课程组针对设计层实验做了很多有益的探索,积极申报学校的实验技术创新基金项目,选题涉及与行业相关的飞机选择呼叫模拟系统、基于CDIO多级项目一体化理念的二维风力摆通用实验平台设计研制、电类专业单片机课程设计实验实训平台的改进方法设计与研制等。

3.1.4 自选创新层实验

创新层实验由学生根据自己的兴趣,自选或自拟设计题目,由教师审核后,学生自行完成构思、方案设计、电路仿真、焊接调试的全过程。

3.2 借助信息化手段更新教学方法

针对实验教学过程中,课前预习效果不佳,课后报告总结不到位等问题。课程组充分利用学校的BB平台、在线虚拟实验仿真平台、微信公众号、雨课堂以实现信息化教学。进一步完善虚拟实验教学资源,这些资源主要包括实验室安全规范、仪器仪表的规范使用、实验重点难点的讲解、仿真软件的使用、优秀实验设计案例等。学生可通过微信扫描二维码查看实验资源,在线学习。另外,学生可通过在线虚拟实验平台足不出户完成部分实验项目^[10],使实验课前预习和课后复习的效果更佳。

为了进一步有效管理实验课前、课中、课后的全过程,课程组开发了实验教学信息管理系统,如图2

所示,该系统可实现课前预习、实验报告在线批改、实验教学过程数据统计等流程的网络化,进一步提升实验教学的信息化程度。



图2 实验教学信息管理系统

3.3 引入自主实验教学模式

自主实验教学模式^[11]的内涵包括:(1)实验预习是自主的;(2)实验方案、实验步骤、实验表格设计是自主的;(3)实验项目的实施是自主的;(4)实验的归纳、总结是自主的。

开展自主实验教学需要充足且具有针对性的学习资源和完善的过程约束、激励机制。目前,实验教学资源趋于完善,相应的信息化技术和手段不断出现,为过程约束和激励提供支持。自主实验教学模式开展条件已成熟。该教学过程中学生接收教师下发的实验任务后,完成实验方案设计、电路参数的选择、实验数据表格设计、软件仿真实验结果等实验内容,教师负责实验资格审查和实验指导,涵盖实验实施的全过程。其教学进程如图3所示。

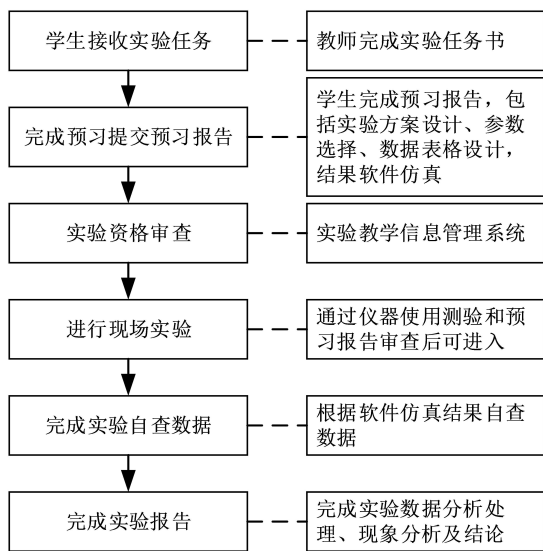


图3 自主实验教学进程

3.4 丰富立体化的实验教学资源

在现有的实验教学体系下,丰富立体化的实验教学资源,对使用信息化手段开展系统化、立体化实



验教学非常必要。

3.4.1 编写实验教材

教材是体现教学内容和教学方法的知识载体^[12]。课程组严格依照实验教学大纲的要求,结合多年实验教学改革经验,在最初的讲义基础上,进一步凝练升华编写并出版了一系列实验教材,包括《电工学实验教程》、《数字逻辑实验与课程设计》等。教材大幅更新了实验内容,在内容编排上由浅入深、由易到难,既有基础性单元实验,又有开放性综合设计类实验。与此同时,注重结合行业新技术发展,引入 EDA 技术、FPGA 技术、Multisim 软件仿真技术等,并注重与现有实验内容的有机衔接,以满足不同专业不同层次的人才培养需求。

3.4.2 研制实验箱

实验箱在实验教学中有着不可替代的作用。传统的实验箱,结构简单,内容单一,一旦结构确定,教师只能根据实验箱已有资源确定实验内容,即便教师开发出新的实验项目,也很难加入实验课程中,最后只能等到再次更换实验箱等设备时才引入教学。特别是学校引进“CDIO”和“卓越计划”理念后,传统实验箱更是很难适应这些新式教学。“CDIO”和“卓越计划”,都强调实验教学,强调综合性和系统性的实验实践课程内容,传统的实验箱因其自身问题已成为工程实验教学中的短板。

课程组成员提出自制模块化综合实验平台,是颠覆传统实验设备的新型实验工具。它具体由电源模块、交直流信号源模块、仪表模块、显示模块、实验板核心模块等组成。各个模块均又划分为几个独立的功能子模块,各个模块插接在实验台上,通过总线或导线相互连接,即可单独完成某个实验,又可以综合组合成一个复杂的系统级的实验,有效解决了实验内容和实验平台的矛盾。

3.4.3 制作多媒体实验教学资源

为了将教材的作用最大限度的发挥出来,课程组成员依据教材中不同的实验内容,制作了一系列虚拟实验教学资源。这些资源包括重难点突出的实验课件、实验报告、实验设计任务书、仪器工具规范使用的视频、实验室安全视频以及仿真软件的使用视频等等,有效改变了传统的实验教学模式,使教材内容生动化、立体化^[14]。

3.5 建立不同层次实验多环节的过程考核机制

在考虑实验考核督促学习作用的前提下,研究如何以工程能力培养为考核指标的核心,构建不同层次实验多环节的过程考核机制。

在基础层和单元应用程实验的考核中,设置平时成绩比例为总成绩的 40%,由课程参与度、出勤、实验报告和随堂测验综合构成,其中,课程参与度包括课堂互动和课下答疑综合表现。而课堂互动主要指课上答题的速度和正确性、实验案例分析互动的积极性等^[13]。另外,还可以鼓励课堂上先完成实验的学生,参与实验课堂辅导,并计入平时成绩。期末考试占总成绩的 60%,由实验理论笔试和现场实做考试组成,注重回归实验的本质,在考核内容上应体现层次化要求,基础层次考核重在实验基本技能和方法的掌握,高层次的考核重在体现学生运用所学知识设计功能电路的能力,用于衡量学生的工程能力。

而综合层、设计层和创新层实验的考核取消了期末考试环节,更注重多环节的过程考核。该过程考核由设计报告、实验的参与度、现场功能验收、现场答辩、总结报告、自评、小组成员互评组成。学生的综合实验能力应包括资料的搜集、实验方案的设计、实验结果软件仿真、制作与调试、结果分析、报告撰写的全过程,因此,应分项进行,统筹兼顾实验实施的全过程。

4 效果

以天津市级实验教学示范中心为依托,加强师资队伍建设和积极参与学校的教育教学改革,承办并参与电工电子实验职业技能竞赛,参加全国高校电工电子基础课程实验教学案例设计竞赛并获二等奖、三等奖各一项,举办“放飞梦想”电子沙龙系列活动、持续推进大学生创新创业训练计划等。

与此同时,加大电子科技创新创业实践基地的建设,发挥基地在创新人才培养中的作用,经过课程组若干年的努力,学生的工程能力和创新能力逐步提高,在各类学科竞赛中取得了良好的成绩。

在第五届华北五省(市、自治区)大学生机器人大赛共获得一等奖 6 项、二等奖 9 项、三等奖 13 项。

在 2017 年全国大学生电子设计竞赛中获得 3 个全国一等奖、3 个全国二等奖、5 个天津市一等奖、2 个天津市二等奖和 3 个天津市三等奖。

5 结语

电类实验教学改革是一个系统工程,必须持续推进实验教学改革与实践。课程组合理设置层次化实验教学体系,改进实验教学模式,丰富实验教学资源,以学生为中心,激发学生学习的积极性,使学生熟练掌握实验技能和方法的同时,促进知识向能力



移动,到达 B 点以后,气缸向下运动,当将物料平稳的放到传送带上以后,吸盘停止工作,气缸向上运动。同时电机带动丝杠原路返回,到达 A 点后停止。至此完成一个循环。

(2)根据控制要求,确定所需的输入、输出设备,并完成系统的硬件接线。学生根据教师给出的控制要求,在草稿纸上列出所需的 I/O 分配表,并完成系统的硬件接线图设计。根据接线图完成系统的硬件接线。在接线过程中要注意断电操作,接线完成后要经过指导教师的检查后方可进行实验的后续步骤。

(3)通过 STEP7-Micro/win 编程软件编制 PLC 梯形图,并进行程序调试。将调试好的程序下载到 PLC,实现系统的控制要求。注意在程序编制过程中,一定要有相应的限位保护措施,防止在实验过程中误操作造成危险。

2.2.4 实验报告要求

(1)根据实验要求列出 I/O 分配表并画出硬件接线示意图。

(2)写出 PLC 的梯形图程序。

3 结语

柔性制造系统的自制与投入使用,南京理工大学泰州科技学院重视实践教学,培养学生动手能力的具体体现,设备自制过程提升了专业教师自身的实践和科研能力。最重要的是通过系统的实验教学,学生可以更好地掌握机械、电子、电气、气压、自

(上接第 124 页)

转化,以适应新经济对人才的需求。

另外,以天津市级实验教学示范中心为依托,把电子科技创新创业实践基地作为工程人才培养的摇篮,通过电类学科竞赛不断提高学生的工程实践能力和创新能力,同时筛选、分解、整理学科竞赛相关案例,丰富设计类实验项目,以竞赛反哺实验教学,取得了良好的效果。

参考文献(References):

- [1] 黄华明,吴傲冰,王萍.重在创新——构建艺术设计专业实验教学体系[J].实验室研究与探索,2008,27(5):3-6.
- [2] 王武,方波,葛瑜.利用网络资源拓展电力电子技术课程实验教学水平[J].实验室科学,2010,13(3):44-46.
- [3] 顾佩华,胡文龙,林鹏,等.基于“学习产出”(OBE)的工程教育模式——汕头大学的实践与探索[J].高等工程教育研究,2014(1):27-37.
- [4] 项聪.培养工具理性与价值理性兼备的工程师——兼论新工科人才培养目标定位[J].高等工程教育研究,2017(6):51-56.

动控制等专业知识,与学校培养应用型技术人才的办学理念相呼应,建设特色鲜明的实验教学课程体系,为相关专业建设铺路搭桥。柔性制造系统相应实验项目的开发,要求学生动手完成规定的实验要求,学生综合素质明显提升,并具备了一定的创新和科研能力,为日后从事机电类相关工作奠定了坚实基础。

参考文献(References):

- [1] 吴海琪.机电一体化柔性制造系统的研究与教学开发[J].现代经济信息,2017(24):372.
- [2] 李东,张贝贝.人工智能背景下的高职院校实践教学创新研究[J].电脑迷,2018(7):55.
- [3] 卢海.浅谈柔性制造系统机电一体化教学培训系统开发[J].中国高新区,2017(15):51,53.
- [4] 周芳科.浅析智能制造中机电一体化技术的应用[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2018(3):154-155.
- [5] 郭艳婕,周光辉,杨立娟,等.面向柔性制造系统教学平台建设及实践教学设计[J].实验室科学,2018,21(1):213-217.
- [6] 贾亚飞,赵志科,宋珍珍,等.柔性生产线传送单元控制系统设计[J].数字技术与应用,2018,36(6):17-18.
- [7] 胡冬生,彭宽栋,羊荣金,等.面向智能制造的电气控制与 PLC 应用课程教学改革[J].中国设备工程,2018(19):192-193.
- [8] 李瑾.基于 PAC 可编程自动化控制器的柔性制造系统[J].山东工业技术,2018(21):134.
- [9] 李文斌,白小云,聂勇,等.DENFORD 柔性制造系统实验教学平台建设与应用[J].中国现代教育装备,2017(23):7-10.
- [10] 许洋洋.柔性生产线实训平台的研究及实验开发[D].郑州:郑州大学,2016.

- [5] 朱春浩.改革高职数学课程体系[J].中国职业技术教育,2000(10):49-50.
- [6] 饶才鑫.更新教学实验内容,激发学生实验兴趣[J].实验技术与管理,1995(4):75-76.
- [7] 刁宏志,于鸣.基于虚拟仪器的计算机组成原理实验仪的仿真实现[J].东北林业大学学报,2005,33(2):98-99.
- [8] 邓红雷.电工学实验教学的改革与探索[J].中国电力教育,2009(3):150-151.
- [9] 王香婷,刘涛,张晓春,等.电工技术与电子技术实验教学改革[J].实验技术与管理,2013,30(4):112-115.
- [10] 吴宁,胡欣,吴遵秋,等.基于虚拟仿真平台引入综合性设计性实验项目[J].实验技术与管理,2017,34(4):6-8.
- [11] 李天安,傅英姿.学生自主实验教学模式探索[J].西南师范大学学报(自然科学版),2002,27(2):290-292.
- [12] 张瑞成,王福斌,陈至坤.“自动控制原理”课程立体化教学体系研究与实践[J].实验技术与管理,2013(9):181-184.
- [13] 窦勤耘,顾宏林.《电工学》实验课程的教学改革[J].实验科学与技术,2003,1(3):41-42.
- [14] 郭旭颀,刘威,付巍巍,等.以教学网站为核心的立体化教学实践与思考[J].中国电化教育,2009(6):81-84.