

动力工程测控技术实验教学改革探索

黄晓璜, 崔国民, 田 昌, 张慧晨, 邹艳芳, 盛 健

(上海理工大学 能源与动力工程学院, 上海 200093)

摘要:“卓越工程师教育培养计划”是国家培养高素质工程技术人才的重要教学改革。在“卓越计划”的目标指引下,结合上海理工大学动力工程测控技术实验建设,从实验课程内容设置、实验教学模式转变、实验教学考核办法、创新实训平台等方面进行实验教学改革,力争建设有利于培养学生实践能力和创新能力的实验教学体系。

关键词:卓越计划; 实验教学; 改革探索

中图分类号: G 642 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-895X(2015)04-0396-05

DOI: 10.13256/j.cnki.jusst.sse.2015.04.020

Exploration on the Teaching Reform of the Power Engineering Measurement and Control Technology Experiment

Huang Xiaohuang, Cui Guomin, Tian Chang, Zhang Huichen, Zou Yanfang, Sheng Jian

(School of Energy and Power Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: “A plan for educating and training outstanding engineers” is an important teaching reform in training national high-quality engineering and technical talents. Under the guidance of the target, the reform revolves around Power Engineering Measurement and Control Technology experiment in University of Shanghai for Science and Technology, the experimental curriculum setting, the change of the experimental teaching mode, the evaluation of experiment, and innovative practice platform. We are striving for an experiment teaching system that will contributed to training students’ practical and creative ability.

Keywords: excellent program; experimental teaching; reform exploration

国内高等教育人才培养模式存在重知识轻能力、重传承轻创新、重守业轻创业、重单一型轻复合型等弊端,因而造成学生实践动手操作能力差等问题。高质量的人才不仅要具有宽广深厚的知识,还要具有较强的实际应用能力。“卓越工程师培养计划”是教育部着力实施的针对高等工程教育的重大改革项目,也是促进我国由工程教育大国迈向工程教育强国的重大举措^[1-2]。其最核心的内容就

是人才培养,而课程教学与学生学习投入在高等工程教育中发挥着核心作用,其质量高低直接决定着人才培养的质量^[3],其中,实践教学环节是该计划的重点^[4]。融合知识与能力、理论与实际的重要形式,对于全面培养学生的创新意识、创业能力、创造精神发挥着重要作用。

国外,尤其是欧美发达国家的高等教育,非常重视实验教学对学生创新能力和综合能力的培养,

收稿日期: 2014-06-26

基金项目: 2014年上海高校本科重点教学改革项目(沪教委高[2014]23)

作者简介: 黄晓璜(1988-),女,助理实验师。研究方向: 动力工程测控技术实验教学与研究。

E-mail: huangxiaohuang@126.com

具有比较成熟的经验和传统^[5]。国外实验教学一般是在实验前安排学生对所做实验进行讲解和讨论,鼓励学生提出新的想法和做法;对实验成绩的考核,往往是通过考察学生的实验前演讲、实验过程中的动手能力、思考与观察、实验报告的内容、学生的创新意识等进行综合评价。

国内各高校通过反思高等教育的教学现状,借鉴国外高校成功经验,在实验教学方面,均进行了不同程度的教学改革。比如,华中科技大学提出了全开放创新型的实验教学模式,该模式将实验内容分成递进即“基础”、“设计”、“创新”三个层次,经实践教学检验是可行且有效^[6]的;上海交通大学和西安交通大学提出多层次实验教学模式,从多层次实验教学模式的思路、内容和经验出发,阐述了在高素质人才培养方面的优势^[7-8];清华大学和同济大学提出层次化实验教学改革,从教学目标、教学内容、教学模式、教学实践,证明了层次化实验教学对培养学生的创新意识、探索精神和实践能力大有裨益^[9-10]。这些实验教学改革,为我国实验教学改革和实验教学体系的构建提供了有利的依据,使学生在动手能力、独立思考能力、解决问题能力方面得到较大的改善。

“动力工程测控技术”是上海理工大学能源与动力工程学院本科生最主要的主干课程之一。该课程是研究热工参量测试方法以及动力设备控制技术的一门综合课程,是实现热能动力设备自动化运行、监控和系统运行优化的专业基础课程之一,也是进行更深入的科学实验研究的基础,是上海理工大学能源与动力工程学院培养应用型人才不可或缺的专业技能课程。该课程的重点是动力工程测控技术的基本原理的掌握和实际动手操作能力的培养两个方面,而这两方面能力的培养离不开实验教学的支撑。结合国内外高校对实验教学改革的探索,上海理工大学动力工程测控技术实验教学进行了改革探索,取得了一定的效果。本文据此进行介绍,以供相关院校参考。

一、课程实验内容设置

上海理工大学动力工程测控技术实验室是能源与动力工程学院国家级实验教学中心的子实验室。该实验室以往主要侧重热工基本量的测量,实验台位主要涉及温度、压力、流量、流速等标定及测量,而较少涉及到控制系统、现代测量与先进过程

控制、传感器测试技术、计算机综合测控等等。因此,结合本专业的需求及发展,将动力工程测控技术实验室拓展为课程基本量实验、热工参数控制实验、课程开放式实验、复杂系统计算机综合测控实验等4个层次化模块。该课程实验在相应实验模块下分层次开设相应实验,一般分配为4+2+1+1(即4个课程基本量实验,2个热工参数控制实验、1个课程开放式实验、1个复杂系统计算机综合测控实验),共有8个实验项目,每个实验为2个学时,共16学时。

(一) 课程基本量实验

课程基本量实验包括温度检测技术实验、压力计量检测技术实验、流量计量测试技术实验、流速计量测试技术实验等。目前开设课程包括热电偶、热电阻标定量测原理与实验;活塞式压力计标定实验;孔板、电磁、转子、涡轮流量计的标定;校准风洞毕托管标定实验等4个实验。如热电偶、热电阻标定量测原理与实验要求学生针对不同的被测温度对象,自己选择各种不同型号的热电偶、热电阻,在不同温度范围内进行标定(低温标定、中温标定、高温标定),自主拟订实验方案,选择实验方法,搭建实验平台,完成实验全过程。使学生了解热工基本量的测量方法,学会使用测量技术,掌握基本量的标定方法,提高应用理论知识对测量误差进行处理分析的能力。

(二) 热工参数控制实验

一个简单的控制系统由一个被控对象、一个测量元件和变送器、一个控制器、一个执行器组成的单回路反馈控制系统。本实验课程模块可实现温度、流量、液位、压力等典型参数控制。该实验的学习可以使学生了解控制系统的结构和组成,掌握传感器的结构原理和使用方法,了解P、PI、PD、PID四种调节器分别对温度、流量、液位、压力控制的作用,掌握参数整定方法等。通过改革探索,上海理工大学能源与动力工程测控技术实验室主要设置了上水箱液位PID整定实验、串接双容水箱液位PID整定实验、三容水箱液位定值控制系统实验、锅炉内胆水温PID控制实验、锅炉夹套水温PID控制实验、单闭环流量PID控制实验等。该模块使得学生对自动控制系统有了更形象的了解,提高了学生动手的兴趣,拓展了学生的工程设计能力,更接近于工作要求。

(三) 课程开放式实验

课程开放式实验是指对热工参数(温度、压力、流量)检测仪器的认识、使用及其加工,简单控制电路的设计和实验,各种传感器的组合安装设计等内容,完全从创新和应用角度培养学生实践动手能力和科研能力,提高学生对专业学习的兴趣和创新能力。通过众多可选择的、易实现的、效果明显的小型实验,学生自己设计、自己动手、独立实验。该系列环节,让学生获得成就感,提高对动力工程及工程热物理学科的学习兴趣。比如上海理工大学开设有创新型检测及控制实验实训平台,实验台由公共平台和多种实训单元组成。其中公共平台包括系统软件,多路直流电源,信号采集单元,系统控制单元(单片机、ARM、智能调节器等),智能变送器单元,操作台;实训单元是由仿真或缩微各类工业现场测控系统,配置工业传感器,由学生动手组建测控系统。

(四) 复杂系统计算机综合测控实验

现代工业中,单一设备的控制质量并不能完全反映整个系统的控制质量,因此面向系统的全局控制成为控制课程的一个重点。应用计算机 DDC 控制、DCS 控制手段,实现多参数、多过程的复杂控制系统实验对学生综合素质具有重大意义。复杂系统计算机综合测控实验可实现温度、液位、流量、压力等单变量的控制,实现各种参数的仿真采集操作,同时也可实现压力、温度、流量等多变量控制。本实验模块要求学生选择实验对象,自主拟定实验方案,选择实验方法,自行设计单变量或多变量过程控制程序,完成仿真实验过程。在计算机上模拟出与真实装置相一致的实验环境。该复杂系统计算机综合测控实验对学生实践动手能力和系统设计能力有一定的提高。

二、实验教学模式的转变

(一) 重视实验教学

传统的教学模式重视理论教学,忽视实验教学,把实验教学看作理论教学的附属,只是加深对理论的理解。然而,“卓越工程师培养计划”其中之一就要求培养学生的工程能力和创新能力。因此,必须转变教师和学生的观念,把实验教学和理论教学同时重视,甚至更应重视实验教学。因为在

实践的过程中,学生才能真正地应用所学知识,不断自我发展、自我创造,提高动手能力、创新能力,不断发展成为具有综合素质强、适应时代发展的人才。因此,学院专门设置实验教学、实验室建设与管理三位一体、全责分明、政令一致、办事效率高的实验教学中心。该中心力争为实验教学改革、人才培养提供高效优质服务,优化保障实验教学与改革及实验室正常运行经费,为实验教学和改革提供有力支撑。传统的实验任课教师一般为理论课兼职教师,为了更好得执行实验教学中心职责,实验教学中心引进7名专职实验教师,设置专门办公室,实行办公统一化,这不仅有利于各项工作的开展,有利于学生答疑,也有利于实验教师交流教学方法、教学经验等。另外,上海理工大学为动力工程测控技术实验室的建设提供充足的资金支持,在实验设备的购入、实验条件的改善、实验项目的增加上给予重视。

(二) 建设能源动力实验中心网站

为了有效实施开放性实验教学和资源共享,运用计算机网络技术开发设计实验室网站系统。实验中心建立了自己的网站并设有实验设备、实验指导书、实验课件、实验视频、精品课程、教研成果等网络资源。该网站实现了网上选课、教学信息发布、实验安排等,学生可在中心网站进行实验预习、观看实验视频、模拟仿真实验,该措施明显提高了教学效果,激发了学生的学习兴趣,拓宽了视野,启发了学生的创新意识,同时,给予学生更大的自主选择权,培养学生自主能力。

(三) 改变实验教学手段

传统实验教学主要是要求学生按实验指导书规定的实验内容、实验方法和实验步骤等进行实验,实验过程中学生不需要深入思考,而只是机械的按照实验指导书进行操作。使学生对实验指导书过分的依赖,这样不利于学生创新能力的培养,学生的学习主动性得不到充分发挥,也违背了求异的科学求知思路。

实验教学方法的改革必须符合学生的认知规律和实际水平,实现以学生自我训练为主的实验教学新模式,根据不同的实验内容,实验中心采用三种教学手段:1)以教师为主体的传统启发式教学^[11],包括讲授法、演示法、观摩法等,主要针对课程基本量实验内容模块、热工参数控制实验模

块,这种方式培养了学生自主学习能力和创新能力;2)以教师和学生合作共同参与的研讨式、案例式、体验式教学手段,这种方式注重对学生知识、能力与综合素质的培养;3)由教师布置实验项目,学生查阅文献资料,设计实验方案,分析实验结果,撰写实验报告,这种方式主要是引导学生独立思考、自由发挥和自觉学习,培养学生创新意识与创造性思维。比如实验教师在学生签到时,以提问方式检查学生预习情况,并提示学生抓住上课前10分钟时间预习实验;在实验课开始后,运用实验录像、CAI多媒体等现代化教学工具进行授课。在授课中教师与学生、学生与学生互动,探讨实验方案、生活案例,引发头脑风暴,促进激烈讨论;在实验操作中,实验教师在旁巡视,适时提问、提示与帮助。布置每个小组2~3个问题,培养学生提问能力、思考习惯;在实验结束后,学生统一将自己的实验成果交给实验教师检查,检查确认后方可离开实验室,若有学生成果不太理想,实验教师将安排学生在其他实验小组的时间里继续完成该实验课程的学习。

三、实验教学考核的改变

实验课的考核中,坚持把学生的实际技能与分析问题、解决问题的能力作为考核重点,力求对每个学生的成绩给出全面合理的评价。传统的实验教学考核只针对学生的实验报告进行考核,该考核方式下,存在实验报告抄袭、学生实验过程散漫等现象,考核成绩未能全面反应学生的实验掌握情况,更无法体现实验教学的作用。鉴于此,实验中心对动力工程测控技术实验教学考核进行了如下改变:

实验中心坚持多项评分实验考核方法,即实验预习、实验过程表现、实验报告、实验考试等四个方面进行综合考核实验教学。

(一) 实验预习

通过实验教学中心网站实施,当学生预约某一实验时,需在网站上完成与本实验相关的思考题后该实验方可预约成功。在学生上课前,须给教师查看实验预习报告。并且,学生在上课前有10分钟的实验互动时间,以此充分保证学生能真正做到实验预习,达到实验效果。

(二) 上课表现

实验教师对学生在实验过程中步骤合理性,操

作规范性等进行考查。在实验过程中,教师与学生就实验进行互动交流,比如在“热电偶、热电阻标定量测原理与实验”时,提问学生“热电偶、热电阻标定的原理是什么”、“为什么要对热电偶、热电阻进行标定”、“采取什么方法进行标定”、“两种温度标定系统的区别与联系”、“热电偶、热电阻标定需要用到哪些设备”、“如何将设备组合搭建为温度标定系统”等进行互动交流,根据学生的互动表现及实验过程进行打分。实验过程中,每个小组都会有至少三个问题的互动交流。这种互动交流让学生更重视、更投入实验学习。另外,实验中心严格执行对迟到早退和不认真做实验的学生给予平时表现适当扣分,不参加实验课者给予不计成绩等措施。通过实践,实验教师发现学生更为重视实验,几乎不出现迟到早退者,学生在做实验前能主动预习,实验过程积极投入,主动与教师探讨实验疑难点。

(三) 实验报告

实验报告考察学生处理实验原始数据、绘图或计算、实验结果及分析等。实验教师根据其数据、结论正确性、分析透彻性进行评分。以往实验报告提交时间在学期末,然而,部分学生由于不自觉未及时完成实验报告,只能在有限时间仓促完成24份实验报告,这往往出现抄袭或实验报告质量较差现象。因而,实验中心要求学生在下一个实验课上课时必须上交上一个实验报告,否则不予上课。该措施执行后,出现了很多学生对实验报告处理时出现的问题主动到实验室或办公室与实验教师探讨,这在以往是很少出现的情况。因而,实践证明,该方法能有效督促学生自主自觉完成实验报告,同时,提高了实验报告质量,达到了实验教学的目的。

(四) 实验考试

实验考试主要包括基本理论知识、实验操作注意事项、实验方案设计等,为全面考察学生掌握实验的程度。该实验考试在学期末进行,与其他理论课考试统一安排。该方式有效督促了学生在平时实验过程中要多积累,多消化。

综上,采用多项综合考核实验办法,实现对学生s的学习态度、观察能力、动手能力、思维能力、综合分析能力等全面考查。该考核方式充分反映了学生的知识、能力和综合素质,形成真实有效的反

馈信息,促进教学质量的提高。

四、设立创新实训平台

动力工程测控技术实验室是科技创新实训平台活动基地之一。该创新实训平台包括创新实训类课程、课外科研小组、开放性实验项目、大学生创新计划等四个部分。实验中心为学生提供创新活动设备及场地,该创新活动包括上海理工大学创新基金项目、大学生创新训练计划、“久鼎杯”、“汉钟精机”、“江森自控”及“美的”等各类大学生科技与实践比赛,同时,实验中心实验教师积极指导学生参加科技创新活动。近5年来,创新实训平台共接纳了400多名学生参加课外科技创新活动,参加科技创新项目150余项。并有多名学生在大学生节能减排社会实践与科技竞赛、中国制冷空调行业大学生科技竞赛和全国大学生电子创新设计大赛上获奖。该创新实训平台的建设,为学生参与创新活动提供了平台,倡导大学生参与创新实验,为探索创新性人才培养模式提供了视角,使学生得到科研训练,提高了大学生创新能力和实践能力。

五、结束语

上海理工大学是“卓越工程师教育培养计划”的高校,同时能源与动力工程学院实验中心是国家级教学示范中心,因此,实验教学改革势在必行,其对培养卓越工程师技术人才有重要的作用。通过实践教学改革,从实验教学内容、实验教学模式、实验教学考核办法、创新实训平台四个方面进行改革探索,强化了教学内容,优化了教学模式,综合了考核办法,拓展了实践教学视角。使学生从多角度了解能源动力学科的最新发展趋势,增强了自主学习的能力,培养了解决实际问题的能力、创新精神和团队意识,实践技能得到了明显提高。在今后

的实验教学过程中注重培养学生的创新思维、创新意识、实践能力以及解决问题的能力,为培养出国家高素质工程技术人才奠定了基础。

参考文献:

- [1] 林健. “卓越工程师教育培养计划”学校工作方案研究[J]. 高等工程教育研究, 2010(5): 30-36, 43.
- [2] 王涛, 王爱国, 刘美. 工程教育理念下实践教学体系建设的思考[J]. 广东石油化工学院学报, 2011, 21(5): 29-31.
- [3] 伊影秋, 姚俭, 李川. 卓越工程教育: 基于上海四所高校“卓越班”学生的调查[J]. 上海理工大学学报(社会科学版), 2013, 35(4): 380-384.
- [4] 冯磊华, 鄢晓忠, 录平. 能源与动力工程专业卓越工程师培养的实践教学研究[J]. 中国电力教育, 2012(9): 71-72, 94.
- [5] 李明弟, 鹿晓阳, 孟令君, 等. 创新实验教学体系的构建研究[J]. 山东建筑大学学报, 2011, 26(5): 512-515.
- [6] 肖看, 尹仕, 严国萍. 创新型电工电子全开放实验教学模式探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2010, 29(4): 79-82.
- [7] 张峰, 陈洪亮, 田设平. 构建多层次立体化电工电子实验教学新模式[J]. 实验室研究与探索, 2009, 28(2): 92-94.
- [8] 刘吉轩, 张小栋, 陈花玲. 测试技术层次化实验教学改革与实践[J]. 实验室研究与探索, 2013, 32(1): 125-128, 131.
- [9] 丁立, 彭勇, 崔琳, 等. 分层次化工实验与实践教学体系的设计与实践[J]. 化工高等教育, 2014, 31(4): 13-16, 62.
- [10] 王晓岗, 许新华, 朱仲良, 等. 开展分层次化学开放实验教学, 培养学生创新能力[J]. 实验室科学, 2013, 16(5): 59-61.
- [11] 李享荣, 张雷. 对理论力学教学改革的认识与实践[J]. 上海理工大学学报(社会科学版), 2005, 27(2): 27-28, 63.

(编辑: 巩红晓)