

土木工程本科实验教学创新平台建设

徐明,宗周红,肖士者,邱洪兴,吴京

(东南大学土木工程学院,江苏南京 210096)

摘要:东南大学土木工程实验中心2008年底获批成为国家级土建类实验教学示范中心,文章介绍了东南大学土木工程实验教学中心在实验教学体系建设、实验教学方法及手段等方面的建设经验和所取得的成效,探讨了土木工程本科实验教学创新平台建设的发展方向。

关键词:土木工程专业;实验教学;创新训练

中图分类号:G642.423

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2013)02-0114-04

伴随着知识经济时代的到来,在综合国力竞争中,创新性人才被越来越多的国家视为战略性资源和决定性因素。创新性人才是在先天禀赋、后天环境、教育影响和个人努力中成长起来的,其中教育的作用集中体现在促进学生的创造性发展上。创造性发展,在掌握大量理论知识的基础上,通过实践才能真正实现^[1]。

高校实验教学在创新性人才培养中的作用,主要是促进大学生创造性的发展,形成大学生创新能力。实验教学在激发学生创新意识,拓展学生创新思维,增长学生创新技能,涵养学生创新品格等方面的作用,是其他任何教学形式所不能替代的^[1]。

东南大学土木工程实验教学中心现有专职人员34人,实验用房面积12 000 m²,面向全校18个专业,每年为3 000余名在校生开设10门实验课程,并于2008年底被评为国家级实验教学示范中心建设单位。

一、实验教学改革与体系建设

(一) 实验教学改革思路及方案

土木工程实验教学平台属于校级大类学科基础实验平台,主要面向全校的工程建设类本科专业。改革思路是:根据土木工程领域创新性人才的整体培养目标确定了实验教学体系在培养过程中的总体功能要求;通过功能分析确立了系统内部的层次结构和组成要素;由总体功能目标对各层次结构和组成环节提出子功能要求;根据子功能要求确定外部环境(理论知识基础和实验条件),进而制订各实验环节的教学大纲。

收稿日期:2012-09-11

基金项目:东南大学实验室建设与管理重点项目(2010-L005)

作者简介:徐明(1972-),男,东南大学土木工程学院高级工程师,实验中心副主任,博士,主要从事结构防灾减灾研究,(E-mail)xuming@seu.edu.cn。

(二) 实验教学体系建设

以创新意识激发为先导,以创新思维拓展为重点,以创新技能培养为主线,以创新品格形成为目的,紧密结合土木工程实际和卓越工程师培养的要求,东南大学土木工程实验教学中心构建了课内外一体的实验教学体系:(1)课程教学体系。按照公共基础实验、专业基础实验、专业实验三个模块构建实验课程体系。(2)课外创新训练平台。通过大学生创新实验计划、教师科研项目、学科竞赛等多种渠道开展学生的创新性训练,构建开放、创新的大学生科研训练平台。(3)实验项目层次。按照基础型实验→提高型(综合型、设计型)实验→研究型、创新型实验三个层次建设实验内容。

1. 三个模块的课程教学体系

根据专业教学的整体培养目标,确定土建类专业的实验课程体系由三个模块组成。第一模块(基础实验模块)包括工程力学和水力学课程实验,面向土建类专业和其他工程建设类专业实验教学。该模块侧重训练学生专业素质所必须的力学类核心基础课程的相关知识、基本方法、基本技能,为专业学习和专业实践训练奠定坚实基础。同时,该模块教学内容也是机械动力、材料化工、交通类相关专业基础实验课程体系的重要组成部分。第二模块(专业基础实验模块)包括土力学实验、土木工程材料实验、工程结构设计原理实验,面向土建类专业和其他工程建设类专业实验教学。该模块通过规范、系统的基础课程实验训练,让学生养成严谨、细致的科学工作作风和科研动手能力;通过进一步掌握实验设计、装置准备、数据采集、结果分析等方法,了解科学创新的基本过程,增强工程创新意识。第三模块(专业实验模块)包括土木工程结构试验与检测、路基路面试验检测、地下结构工程试验检测、现代施工技术与预应力技术实验、土木工程拓展实验及工程信息管理实验等,面向土建类专业实验教学。该模块通过专业课程实验、大型综合实验、课程设计等综合实践环节,注重培养学生发现问题、提出问题、分析问题、解决问题的能力,从而增强综合判断意识与能力,增强工程与技术素养^[2]。

2. 课外创新训练平台

课外科研训练环节的设立主要是为了培养学生主动发现问题并运用所学知识自主解决问题的能力。这些实验或实践没有特定的对应理论课程,但是在实际操作过程中可能运用到学生所有学过和没有学过

的课内、课外知识。实验中心不为学生完成课外科研训练设定具体的实验项目和大纲,允许学生充分发挥其主观能动性,自主提出实验项目,制定实验方案和目标,利用实验中心的实验设备和师资力量开展实验研究。

课外科研训练环节,强调学生是主体,是研究课题的实践者。实验中心在其中的主要作用是为学生提供开放的实验环境、实验设备,在学生的实践过程中提供相应的技能指导和理论引导。

3. 三个层次的实验项目

每一门课程的实验教学项目按照基本型、提高型(综合设计型)和创新型的三个层次进行分类与建设。其中,基本型实验是实验课程的基础,所有学生必须完成;提高型(综合设计型)实验的内容适当超出大纲的要求,学生应在教材基础上参考其他资料,可以在开设的范围内限定选择完成部分项目;创新型实验项目中,学生的自由度和知识综合程度更高,学生可以某一主题为背景,自主设计实验方案和实验目标,并进行实验,这一类实验多为自选做实验,适合学有余力的学生进一步研究和探索。

二、实验教学方法与手段

中心提出了“以创新意识激发为先导,以创新思维拓展为重点,以创新技能培养为主线,以创新品格形成为目的,紧密结合土木工程实际和卓越工程师培养要求,构建课内外一体的实验教学体系”的建设目标。为实现这一目标,主要采取了以下实验教学方法和手段。

(一) 实验教学体系渐进化

每一个实验科目,要求学生完成必做基础实验内容外,结合理论课程的教学内容,利用实验中心开设的选做实验项目,由学生按照自己的兴趣和和能力选做一部分难度较大的实验来提高学习能力和实验动手能力。在此基础上鼓励学生将实验室内所学基本技能应用到实际工程中,解决实际问题。例如:斜拉索是斜拉桥一个十分重要的组成部分,其受力状况和承载能力直接影响整桥的安全储备。对于斜拉索索力的测量现在最常用的是频率法——基于索力和索振动频率之间存在的对应关系进行测量。首先在本科阶段第一层次工程力学基础实验中开设振动基本参数的测量原理实验,使学生掌握基本的振动参数测量技能;然后在第二层次综合设计型实验中,让学生采用前面所学的基本振动参数测量技能测试拉索中的拉力与其频率之间的关系,让学生自己通过分析找出索力与索的振动频率之间的关系;最后,在第三层次

创新研究型实验中,让学生在 实际工程中,采用前面已分析总结的索力与索自振频率之间的关系来分析斜拉桥斜拉索的索力,从而掌握斜拉桥健康评估的基本方法。在整个实验教学体系的建立中,均按照基础型实验、提高型(综合设计性)实验和创新型实验的模式组织实验项目,而整个实验教学过程也体现由基础到提高再到综合创新的训练过程,最终目的是让学生掌握如何应用课堂所学方法来解决工程中的实际问题。

(二) 课外创新训练途径的多样化

实验中心为学生进行课外创新训练提供了很多途径。

(1) 在实验中心参加自主立项的国家级、省级、校级及院(系)四级大学生创新性实验计划项目。近两年,通过学校及学院专项经费资助,学生自主立项课外科研项目 130 项,年均 60 项以上。这些项目包括院级和校级 101 项,国家级大学生创新性实验计划项目 20 项,参加自主立项课外科研项目的人员约 500 人次。实验中心通过安排教师进行指导,开放实验场所、设备,为这些课题的研究提供了平台。

(2) 利用实验中心的实验条件参加国家级、省级、校级结构设计、力学等学科竞赛。学校开展一年一度的力学竞赛、材料力学实验竞赛、结构设计竞赛、结构创新竞赛等学科竞赛活动。其中,材料力学实验竞赛、结构设计竞赛、结构创新竞赛由学生自由组队并提出设计方案,实验中心组成专家委员会,面向所有参赛者对所有方案进行评选,选择创新性较强的方案进行重点资助,对完成情况较好的命题推荐参加省、地区和全国比赛。通过点评,所有参赛学生了解自己与他人方案的优点、缺点和改进方向,不仅有利于提高学生的方案设计水平,而且很大程度上激励了他们的学习兴趣。

5 年来,获得省部级以上各类竞赛奖励的 150 人次,其中国家的力学、结构设计大赛一等奖 10 余人次。

(3) 鼓励学生在实验中心参与研究生实验和教师的科研项目。土木工程学院教师每年完成国家、省部级科研项目数十项,同时很多教师参加了国内重点工程的科技攻关。每年约有 80 名以上的研究生在实验中心开展科研实验项目。实验中心鼓励本科生参加实验中心的研究生实验项目,实验中心在开放式管理平台中每周公布下周将要进行的研究生实验项目名称、目的、方案和本科生参与需求,学生

自由报名参加。由于这些实验研究本身具有创新性,开拓了学生的视野,提高了学生解决实际工程问题的能力。

(三) 实验教学手段的多样化

针对不同层次的实验内容采用不同的教学组织形式、教师指导方式和不同的考核办法。

基本型实验,学生通过课程网络平台选择实验时间,分组,并预习实验指导书内容。学生在预习基础上独立操作,完成实验报告。教师完成实验准备工作,实验过程中不讲解,仅答疑。根据实验报告的完整性、数据的准确性和结论的合理性评定学生成绩。

提高型实验,学生首先根据选定的实验项目提交相应的实验方案,包括试件(样)设计、测试参数、测试方法和测试手段;经指导小组审查通过后预约实验时间,自行进行实验准备和实验操作,并完成分析报告,教师提供试验设计指导。根据理论分析的正确性、实验方法的先进性和实验数据的可靠性评定学生成绩。

创新型实验,学生提交申请报告,通过答辩确定是否立项。同意立项后实验室根据项目要求提供实验条件及安排指导教师,学生自主完成实验后撰写研究报告。根据研究成果的创新性、科学性和实用性评定学生成绩。

(四) 实验课程管理的开放化

实验中心实现以学生为本的开放管理制度。每一门实验课程均安排必做实验项目和选做实验项目,便于学生按照自己能力、兴趣和目标自我调整。实验室全天向学生开放,学生可以在允许的时间范围内通过网络系统向实验室提出预约和申请,自由选择时间进行课内实验和自主实验。同时,制定完善的校内和校外开放制度,承接跨专业、跨学科和跨学校学生提出的实验申请。

三、平台发展规划

(一) 国际化土木工程本科实验教学创新平台的建设

坚持开放办学战略,不断加强国际合作与交流,努力提高国际化办学水平是东南大学十二五期间的重要发展战略。在十二五期间,将努力推进国际化土木工程本科实验教学改革。

在条件相对成熟的材料力学、结构力学、水力学、结构设计原理实验等实验课程或实验项目中有选择地编写双语实验教学大纲、双语实验指导书、双语实验教材等,争取开设 10~15 个双语实验教学项目。

与国外知名大学合作,有计划选聘国外大学教师参与本科实验教学,同时选派具有博士学位的年轻教师去国外大学进行短期培训和进修。

(二) 坚持课堂教学与工程实际紧密结合

目前,教育部要求“面向工业界、面向世界、面向未来,培养卓越工程师后备人才”,并于今年启动了“卓越工程师教育培养计划”。该计划具有三个特点:一是行业企业深度参与培养过程;二是学校按通用标准和行业标准培养工程人才;三是强化培养学生的工程能力和创新能力。因此有必要拓宽视野,寻求合作,深化与科研、工程、社会应用的联系,完善工程实践国际化人才培养环境。

(三) 创新实验课程开放管理模式

实现实验教学日志、实验时间、实验项目的远程登记,采取现场刷卡(校园一卡通)的开放实验室管理模式。加强资源共享,建立开放的实验中心设备动态管理系统,让学生实时掌握实验室设备的使用情况,方便实验设备的开放。网上提供实验中心主要设备的性能指标、使用说明书、操作手册等,方便学生使用。提供现场答疑、网上答疑、电话答疑等多种渠道,及时、准确地回答试验中学生遇到的各种问题。

平台建设的目标是:通过对现有实验教学体系的改革和创新,以创新意识培养为先导,以学生能力培养为主线,以加强学生设计能力培养和工程实践训练为重点,构建课内外一体的创新型国际化土木

工程本科实验教学平台,满足学生自主研学和创新实践的需求。

参考文献:

- [1] 郑家茂,熊宏齐. 开放创新——实验教学新模式[M]. 北京:高等教育出版社,2009.
- [2] 邱洪兴,吴京,王恒华,等. 土木工程实验教学示范中心建设与实践[J]. 实验室研究与探索,2009,28(9):83-87.
- [3] 余魁,习友宝. 建设国家级实验教学示范中心构件创新人才培养平台[J]. 实验技术与管理,2006,23(12):10-11.
- [4] 严薇,袁云松. 强化实验室建设过程管理,推动实验教学示范中心建设[J]. 实验技术与管理,2009,26(5):105-107.
- [5] 陆庆,邢建川,侯孟书,等. 分层次实验教学模式的探索[J]. 实验技术与管理,2009,26(3):186-188.
- [6] 孙欢,贾功利,侯其考. 建设热能与动力工程实验教学中心的探索与实践[J]. 实验技术与管理,2010,27(8):125-127.
- [7] 刘宏,肖发远,黄朝志. 实验教学示范中心建设的探索与实践[J]. 实验室研究与探索,2010,29(11):84-86.
- [8] 蔡晓君,窦艳涛,刘湘晨,等. 以工程能力培养为核心构建多元化实践教学体系[J]. 实验室研究与探索,2010,29(11):87-89.
- [9] 赵希文,吴菊花,燕杰. 大学生创新能力训练体系与方法[J]. 实验室研究与探索,2010,29(10):67-69.
- [10] 沈秀,张黎,戎红仁,等. 普通本科学学校实验教学中心的建设与思考[J]. 实验技术与管理,2011,28(2):120-122.

Construction of experimental teaching innovation platform of civil engineering for undergraduate

XU Ming, ZONG Zhouhong, XIAO Shizhe, QIU Hongxing, WU Jing

(College of Civil Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, P. R. China)

Abstract: Laboratory center of civil engineering in Southeast University became national experimental teaching demonstration center in 2008. This paper introduced the experimental teaching system and experimental teaching methods of civil engineering laboratory center in Southeast University, and discussed the developmental directions of civil engineering experimental teaching and innovation platform.

Keywords: civil engineering specialty; experimental teaching; innovation training

(编辑 周沫)