

土木工程实验教学体系改革探索

曾磊,许成祥,刘昌明

(长江大学 城市建设学院,湖北 荆州 434023)

摘要:阐述了地方综合性大学土木工程实验教学滞后于形势发展的问题,建立了“一个核心,三个层次,四个平台,五个模块”的实验教学体系,以培养学生实践能力和创新精神为核心,构建开放实验室、大学生创新训练、产学研结合、“工学交替”校企合作四个平台,将传统“三基”知识培养转变为基本型实验、综合设计型实验和研究创新型实验的“三层次”能力培养模式。在创新人才培养、师资队伍建设和产学研结合等方面取得了较好成效,形成了鲜明的地方综合性高校土木工程实验教学特色。

关键词:土木工程;实验教学;教学体系

中图分类号:TU-4

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2009)04-0119-04

实验教学是土木工程专业人才培养的重要环节,土木工程实验教学的根本任务在于培养学生的实践能力和创新精神,帮助学生建立工程背景知识,增强工程实践能力,提高综合素质^[1]。长江大学土木工程实验教学中心为适应科学技术的发展,满足社会对人才知识和能力的需求,积极开展实验教学体系的改革探索,建立了“一个核心,三个层次,四个平台,五个模块”的实验教学体系,将传统“三基”知识培养转变为基本型实验、综合设计型实验和研究创新型实验的“三层次”能力培养模式,循序渐进,遵循学生学习的自然规律,相辅相成地逐步提升学生综合能力。

一、实验教学体系

根据土木工程实践性强的特点,为适应先进科学技术的发展,满足社会对人才知识和能力的需求,积极开展实验教学体系的改革,建立了“一个核心,三个层次,四个平台,五个模块”的实验教学体系^[2],一个核心即以培养学生工程实践能力、创新能力和创业精神为核心;三个层次即基本型实验、综合设计型实验和研究创新型实验三个层次;四个平台即实验教学紧密依托开放实验室、大学生SIT(大学生国家创新实践计划)、产学研结合、“工学交替”校企合作四个平台;五个模块即将土木工程实验教学内容分为工程材料实验、结构工程实验、工程测量实验、岩土力学实验、数值模拟实验这五个模块。

二、实验教学层次

中心教学体系内容广泛,工程实验教学项目齐全,它涉及到结构工程、工程力学、工程抗震、岩土工程、测量过程、建筑材料、道路桥梁工程、创新设计等方面的知识,含土木、岩土、建材、力学等多个学科领域,有利于培养学生的全面工程素质,有利于培养学生的工程实践能力,有利于培养学生的科研能力和创新能力。

收稿日期:2009-06-23

基金项目:湖北省教育厅中青年人才计划(Q20091208);长江大学科研发展基金项目(2008012)

作者简介:曾磊(1979-),男,长江大学城市建设学院讲师,博士,主要从事土木工程实验教学体系改革研究,(E-mail)zenlei@163.com。

第一层次:基本型实验。基本型实验是针对大学一、二年级学生开设,主要训练学生的初步土木工程感性认识、规范操作及其技能,涉及到建筑形体的认识、施工现场的认识、单体工程的认识;经纬仪、水准仪、全站仪的使用方法;天平构造原理、使用方法与物质称量等,采取录像—示范—多练相结合为主的教学方式,并与工学交替 I 紧密结合。

第二层次:综合设计型实验。综合设计型实验主要以实际操作为主,与工学交替 II 紧密结合,是满足土木工程专业大类和相关专业培养目标的基础性实验。主要功能是使学生掌握主要的专业基础实验技能并深化学生对理论课程内容的理解,采取讨论—启发—引导相结合为主的教学方式。综合设计型实验为土木工程专业学生的必修实验项目,是将土木工程原有的、附属于理论课的专业实验内容整合、优化,强调提高学生的综合实验能力,掌握综合实验的基本技术和方法。综合设计型实验课程包括材料力学实验、测量实验、建筑材料实验、土工试验、结构实验、结构检测。在整个实验过程中,需要涉及许多基础及专业知识,学生要查阅大量资料,不仅巩固了基础知识,拓宽了视野,而且提高了学生综合运用知识的能力。因为实验内容综合性强,实验周期较长,学生主要利用业余时间,营造了良好的实验开放环境。

第三层次:研究创新型实验。研究创新型实验是针对大学三、四年级的学生开设,与工学交替 III 紧密结合。教学内容工程化、模块化,主要内容是培养学生的综合创新能力。将一、二层次实验的技能进行全面综合地运用,包含给定实验目的与要求,让学生自行设计;选择综合创新实验内容,让学生按给定的初步方案进行实验。实验内容的研究性、学术性、时代感强。采取自主—合作—探究相结合为主的教学方法^[3]。

教学目的与任务:激发学生潜能、培养创新意识和创新能力;提高学生自主学习和独立工作能力;增强学生健康的心理素质和团队协作能力;熟悉和掌握土建项目研发程序。

教学模式:以学生为主体,由教师为主导,通过课内外结合的教学模式,鼓励学生跨学科、跨专业自主选题,或与教师科研项目结合,达到“自我体验、自主学习、自由创造”的目的。中心实验室面向本科生开放,配合学校举办丰富多彩的大学生课外科技活动,支持学生参加各类全国和省级科技竞赛,举办学

校大学生结构设计大赛、大学生测量技能大赛,为学生施展才华提供了舞台,同时也极大地促进了理论教学效果,激发了学生的学习兴趣,增强了学生的创新意识和团队精神,提高了学生的科研素质和工程实践能力。

三、实验教学平台

土木工程实验教学中心建立了四个平台,包括开放实验室、大学生 SIT(大学生国家创新实践计划)、产学研结合、“工学交替”校企合作,使学生尽早接触工程实际和科学研究。

(一)开放实验室平台

中心建设了完备的实验预约系统和实验教学网,并于 2006 年自行开发研制了一套完整的预约软件,所有学生可根据自己的时间和兴趣进入系统预约综合、创新性实验内容,为本科生提供自主学习空间。学生在第 5 学期和第 6 学期开学的头 2 周内进行预约。开放实验层次包括综合设计型实验与研究创新型实验,开放内容包括经典内容和最新科研成果。在实施开放实验教学的过程中,实验内容的预约和实验前的资料查阅、实验方案设计等均充分体现了学生的自主性。进行开放式的综合创新实验,在教师的指导下,每组学生必须通过相互合作、相互研讨才能完成实验任务,这充分体现了合作式和研究式的教学方法。

从 2003 年实行实验教学中心向本科生开发以来,约 500 多名学生参加了各类开放项目。通过实验教学中心向本科生开放,大大激发了学生的学习兴趣,增强了学生的创新意识和团队精神,提高了学生的科研素质和工程实践能力。在各类国家级、省级、校级竞赛中,中心培养的学生获得了优异的成绩,并有多篇学术论文发表。

由于本科生参加工程实践项目取得了良好的效果,报名参加工程实践项目的学生人数日益增多。例如,2007—2008 学年,实验教学中心又新开设了 7 个大型工程实践综合设计实验项目,有 126 名三、四年级土木工程专业学生参加。此外,还有一部分其他专业的学生(如力学、机械工程、地质工程等)也参加了实验中心开设的工程实践综合设计实验项目。

(二)大学生 SIT(大学生国家创新实践计划)平台

土木工程实验教学中心每年从建设基金中拨出 2 万元专款,中心马成松教授捐资设立“大学生创新奖励基金”,举办大学生结构设计大赛,面向本科生进行创新实验研究立项,由教师作为项目组负责人,学生自主报名参加。到目前为此,已完成了 18 项研

究任务。项目实施过程中,学生完全是利用课余时间,靠自主式、合作式和研究式的学习方式来完成任
务。学习能力较强的学生可以以开放实验的形式或
自带课题在教师的指导下进行实验研究,参加大学
生国家创新实践计划(SIT计划),在业余时间进行
科技创新研究。这些活动深受学生喜爱,为学生施
展才华提供了舞台,同时也促进了理论教学的效果。
通过课外科技活动,大大增强了学生的创新能力、团
队精神和竞争意识。

(三) 产学研结合平台

坚持强化实践教学,走产学研结合、促进实验教
学效果的发展道路。紧密依托学科建设和服务社
会,坚持产学研结合,学生综合素质不断提高。实验
教学中心形成了以结构工程为先导,防灾减灾工程
及防护工程、岩土工程为基础,建筑材料、道路与桥
梁工程和工程管理为发展范畴的的整体学科分布,
承接了大量的纵向、横向科研项目。另一方面,城市
建设学院主办的长江大学设计研究院具有国家甲级
建筑设计、乙级岩土工程勘察设计、咨询、监理资质,
也为土木工程实验教学中心实验教学与产学研结合
提供了广阔的平台。

(四) “工学交替”校企合作平台

结合土木相关专业特点,采用了“工学交替”校
企合作的实验教学模式。建立实验教学基地,使学
生有相对稳定的现场实验教学环境与条件,到建筑
施工企业进行现场实验教学,在这些单位中聘请校
外兼职实验指导教师,每年实验期间结合实验要求
选择典型的工程,带领学生参观工程,或指导生产实
验,为土木工程专业学生的综合设计型、研究创新型
实验环节提供了重要的保障。采用“实验教学适度
分散、区域相对集中、分组实验工长指教、教师巡回
指导与检查”的方式安排整个现场实验过程,并要
求学生在现场实验任务书指导下,完成实验总结报
告、实验专题报告。

四、改革成效及特色

土木工程实验教学中心建立了“一个核心,三个
层次,四个平台,五个模块”的实验教学体系,在创
新人才培养、师资队伍建设和产学研结合等方面均
取得了较好的成效,形成了鲜明的地方综合性高校土
木工程实验教学特色。

(一) 实验教学与科学研究和工程应用紧密结合

加强实验教学与科学研究和工程应用相结合,
形成它们之间的良性互动,改革实验内容和方法。
依托相关的学科建设平台,充分利用学科的人才、实
验平台优势和特色,不断将科学和工程技术的研究

项目和成果融入实验教学中,特别是将科学和工程
技术研究融入学生的综合设计型实验、研究创新型
实验,取得良好的效果。

中心已形成了一支实验教学与理论教学互通,
教学与科研兼容的“专兼结合、相互融合”的高水
平实验教学团队。实验教学中心以本校土木工程学
科为依托,以优良的师资队伍和科研骨干提升实验
项目的技术含量。通过把科研成果转化为实验项目,
科研模型和装置转化为实验教学设备,促进教学与
科研的结合,更新了实验内容及实验项目。实验教
学与科学研究紧密结合调动了实验教师队伍和本科
生的积极性,为提高实验教学质量提供了重要保证。

中心还利用长江大学石油行业背景,依托油
(气)田工程结构震害防治理论及应用研究、在役结
构防灾安全性评估、土木工程结构加固技术等方向
的科研优势,结合纵、横向科研项目,为本科高年
级学生开设了具有石油工程特色的研究创新型实验
项目——储油罐结构损伤识别实验。可以让学生了
解油(气)田工程结构的研究前沿,综合运用材料力
学、结构动力学等相关基础理论知识,学习在役结
构损伤识别等相关技术。引发学生对理论和应用问
题的研究兴趣,增强创新意识,提高学生的合作与
动手能力。

部分教师结合自己的科研成果,开发拥有自己
知识产权的新的实验方法、技术和仪器设备,并获
得多项专利授权。通过上述本科生参与教师科学
研究,使学生通过实验了解了所研制新材料的性能,
学生需对其复杂的背景知识进行认真学习,才能设
计完成该实验,有效地锻炼了学生综合分析问题、解
决问题的能力。

土木工程实验教学中心还结合中心接受的建筑
材料检测任务,让学生与检测人员进行平行试验。
学生严格地按实验操作规程进行材料检测,在检测
过程中,实验室管理人员摄录下检测过程。待实验
结果出来以后,学生填写材料检测报告,指导教师对
分别由检测人员和学生出具的检测报告进行讲评,
并根据所摄录的检测过程指出学生检测程序中存
在的问题。由于是模拟真实的检测场景,学生普遍
感受到一种真实的工程场景。

城市建设学院主办的设计研究院拥有国家甲级
建筑设计、乙级岩土工程勘察设计、咨询、监理资
质,承接了大量工业与民用设计任务。学院从提升
学生的综合应用能力目的出发,通过本科生参与工
程应用,以开放实验课程的方式,提供综合设计型
实验项目,如建筑认识的研究创新型实验“直播建
造”是以

设计研究院主持设计,参与建设的长江大学13号教学楼、14号教学楼、艺术学院大楼等实际工程为依托,由学生自由组合团队,采用多媒体和网络的方式对整个工程建造过程进行全方位的记录和描述,使学生能够感性地理解工程结构的施工全过程;“地形图的绘制”的研究创新型实验是以设计研究院承接的湖北省江陵县、松滋市等地“社会主义新农村”建设规划测量为内容,由教师带领学生实地进行测量,学习选择测绘仪器,测绘方法,绘图方法等,所有的组织管理在指导教师的监督下由学生自主进行。这种综合型实验的开设,极大地提高了学生学习的积极性,增加了学生的工程实践能力,受到学生普遍欢迎。

(二)将工学交替合作教育培养模式融入实验过程

土木工程相关专业实践性很强。在教学中,单纯的课堂实验教学不能使学生有效地掌握知识。要将学生从单一的课堂中解放出来,带到工地,带到现场,回归工程,将课堂实验教学与现场实验教学相结合,使学生将课堂实验知识变成实践经验,才能更好地掌握专业知识,提高运用专业知识的能力,为学生参加工作打下坚实的基础。

根据土木工程相关专业的上述特点,从1997年开始,实施“工学交替”实验教学改革试验,这项试验被教育部列为“全国产学研合作教育九五试点项目”,同时被列为中国产学研合作教育协会申请的世界银行贷款项目之中。“工学交替”实验教学成果,两次获得湖北省高等学校省级教学成果一等奖、长江大学教学成果特等奖,是一种利用学校、企业两种教育环境和资源,交替安排课堂实验课程学习和现场实验教学对学生进行“知识+能力+素质”培养

的教学形式。将工学交替合作教育培养模式融入到土木工程实验教学全过程之中,将课堂实验教学与现场实验教学相结合,使中心成为培养学生工程意识、工程实践能力和创新能力的基地。

自1997年开始,城市建设学院在土木工程专业实行“全过程工学交替”实验教学模式。根据课堂实验教学的进度安排现场实验教学,事先在中心实验教学基地中选择具有代表性的施工工地,如主体为框架结构、框剪结构或砖混结构的建筑,基础型式为桩基础、独立基础或条形基础的工程,钢结构建筑或具有特殊结构特点的建筑,采用不同建筑材料或装饰材料的建筑各种户型的楼盘等。将学生分成小组,聘请专门的现场实验教学指导教师,到相应的工地上去实习。教师选择的工地要能满足实验教学要求,并能反映出建筑工程新技术、新工艺的发展,又能使学生运用已学到的知识解决实际工程问题,并从中得到能力锻炼。学生通过现场实验教学,培养了独立思考及运用理论知识分析解决实际问题的能力,取得很好的实验教学效果,形成了特色鲜明的“工学交替合作教育”实验教学模式。

参考文献:

- [1]胡红梅,张从安.21世纪土木工程人才的专业素质培养[J].厦门大学学报(哲学社会科学版),2001(增刊):6-8.
- [2]杨叔子,张福润.创新之根在实践[J].高等工程教育研究,2001(2):9-12.
- [3]高等学校土木工程专业指导委员会.高等学校土木工程专业本科教育培养目标和培养方案及课程教学大纲[M].北京:中国建筑工业出版社,2002.

Reform and Exploration of Experimental Teaching System in Civil Engineering

ZENG Lei, XU Cheng-xiang, LIU Chang-ming

(School of Urban Construction, Yangtze University, Jingzhou 434023, China)

Abstract: The problem hinders civil engineering experimental teaching in local comprehensive university is discussed. An experimental teaching system called “one key object, three levels, four platforms, five modules” is put forward. The key object is to train students’ practical ability and creative spirits. The four platforms including open laboratory, innovation training, university-industry cooperation and alternation of working and learning are built. The traditional training pattern is changed into a “three levels” pattern which includes basic type, integrated and designed type and research innovation type. The experimental teaching system possesses feature of local comprehensive university and achieves in innovative talent training, construction of teaching staff and university-industry cooperation.

Keywords: civil engineering; experimental teaching; teaching system