

# 开放式混凝土结构实验教学探讨

刘晓春, 卫 军, 余志武

(中南大学 土木工程学院, 湖南 长沙 410075)

**摘要:**创新能力、动手能力和解决实际问题能力的培养,是土木工程专业学生的教学实践中的重要环节。由于开放式实验具有设计性、创造性和综合性的特点,开展开放式混凝土结构实验教学,能调动学生的主观能动性,促使学生勤于思考、勇于创新,提高学生的创新能力及发现问题、分析问题和解决问题的工程实践能力。实施过程中需要做好开放式实验的项目申报、立项、审核、实验开展及总结验收等各项工作,实现开放时间及实验资源的统筹安排和优化配置,确保开放式实验教学的顺利实施。

**关键词:**创新能力;人才培养;开放式实验教学;混凝土结构

**中图分类号:**TU37;G642 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2013)01-0135-03

自20世纪90年代以来,土木建筑行业一直是中国国民经济中的重要支柱产业,据不完全统计,当前中国设置有土木建筑类专业的高等院校已达400多所。土木工程是一门实践性很强的学科,要求在校期间重视对学生的创新能力、动手能力和解决实际问题能力的培养。因此,当前以能力为导向培养土木工程专业创新型人才是中国由经济科技大国走向经济科技强国,实现跨越式发展的迫切需要<sup>[1]</sup>。

## 一、混凝土结构实验教学的背景和现状

自1998年7月《普通高等学校本科专业目录》颁布以来,将原来的建筑工程、公路与城市道路工程、桥梁工程、铁道工程、隧道工程、港口工程等8个专业合并为土木工程专业,即“大土木”。调整后的土木工程专业具有学科方向多、专业口径宽和综合性强等特点。混凝土结构是目前国内外应用最多、应用范围最广的结构型式。混凝土结构系列课程,包括混凝土结构基本原理、混凝土结构及砌体结构设计、高层建筑结构设计及特种结构等课程,都是各大高校土木工程专业的主干课程。然而,目前对“大土木”宽口径、厚基础要求的混凝土结构课程,涉及到建筑工程、公路工程、铁路工程等行业的《混凝土结构设计规范》《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》和《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》等3本规范。3本规范的内容和要求差别较大,甚至设计理念和方法也有较大的差异。如何在有限的学时内引导学生深刻理解混凝土结构的基本原理,抓住混凝土结构的精髓,又不使学生对各个行业规范的计算方法产生混淆,是教师面临的一道难题。

混凝土结构是建立在试验基础上的理论性、工程性、综合性很强的课程。课程中的许多理论、模型及公式均来源于实验。实验教学是混凝土结构教学的重要组成部分,是抽象思维与形象思维、传授知识与培养能力、训练技能相结合的过程。因而,在混凝土结构课程的教学过程中,根据教学进度开展必要的实

收稿日期:2012-11-15

基金项目:国家自然科学基金青年基金(51008312);中国博士后科学基金(2012M511758);住建部 and 高等学校土木工程本科专业指导委员会课题“区域内高校土木工程专业实践教学一体化改革与实践”

作者简介:刘晓春(1980-),男,中南大学土木工程学院讲师,在站博士后,主要从事工程结构的安全性及耐久性、混凝土结构基本理论及其应用研究,(E-mail) xchliu@csu.edu.cn。

实验教学环节,不仅能提高学生的学习兴趣、加深学生对混凝土结构基本理论知识的理解,而且能促进学生的创新能力、动手能力和解决实际问题能力的培养和锻炼。

据笔者的调查,目前国内各大高校的混凝土结构课程实验教学的开展情况如下:由于受到学时和实验资源的限制,大多数高校的混凝土结构课程没有设置实验教学环节,而采用多媒体或实验录像展示代替;少数高校混凝土结构课程开展了教学实验,但大多采用验证型参观实验的方式,即由实验教师或实验员预先设计制作好混凝土试件(如配筋率不同的钢筋混凝土梁、钢筋混凝土偏心受压柱等),在实验课中进行现场加载试验,带领学生观看构件加载的破坏过程和破坏现象;同济大学、浙江大学等高校自主研发了多功能的混凝土结构教学实验平台<sup>[2-3]</sup>,清华大学等高校也先后开展了开放式混凝土结构课程自主研究实验教学<sup>[4]</sup>的探索。境外的各大高校均非常重视创新能力、动手能力和解决实际问题能力的培养,实验教学是混凝土结构课程中一个非常重要的环节。以香港理工大学及香港城市大学为例,混凝土结构课程要求学生自主设计完成混凝土构件的实验,最终提交书面的实验报告作为课程最终成绩评定的重要依据,自主实验的权重达到30%。

## 二、混凝土结构开放式实验教学探索

### (一)开放式实验教学的目的和意义

由于传统的验证型实验只是混凝土结构教学的辅助手段,并没有使学生的思维方式、实践能力和研究能力得到转变和提高,很难建立“实际操作—实验现象—分析理论—设计计算”这一过程的完整认识,不利于学生创新能力和工程实践能力的培养。

开放式实验教学,就是在满足基本实验教学的前提下,将实验室定期或不定期地对学生开放。依托开放式实验室提供的实验设备、耗材等试验条件,学生在教师的指导下,根据所学知识选择一个题目,独立设计实验方案,并完成实验过程。开放式实验具有设计性、创造性和综合性的特点,这是其区别于传统的验证型实验最显著的特性。开放式实验形式单次实验持续时间短,规模适度,经统筹安排,可使其不与正常教学时间冲突,可操作性好。

开放式实验中学生始终处于主体地位,自主把握实验方法和进程,教师在实验过程中只需给予必要的指导和启发。它不仅能调动学生的学习主动性,加深学生对课本理论知识的理解,而且能充分调动学生的主观能动性,促使学生勤于思考、勇于创新,不断思索实验方法,提高学生发现问题、分析问题和解决问题的工程实践能力及实验操作技能。开放式实验教学鼓励学生之间探讨实验方案等相关内

容,促使学生在学习上相互交流,培养他们沟通交流的能力和团队协作精神。此外,开放式实验能提高实验设备和场地的利用率,也能促使实验室统筹规划能力和管理水平的提高,推动了实验室自身的建设。

### (二)混凝土结构开放式实验教学的实施

#### 1. 开放式实验的选题

混凝土结构开放式实验的选题可来源于以下3个方面:教师结合教学需求申报的教学型开放式实验项目;教师结合科研项目申报的科研型开放式实验项目;学生结合科技创新活动申报的创新型开放式实验项目。

#### 2. 开放式实验的实施步骤与措施

混凝土结构开放式实验的具体实施步骤如下。

(1)开放式实验项目的申报。组织教师结合混凝土结构课程教学及开展科研工作的需要,申报教学型、科研型开放式实验项目;学生也可结合开展科技活动的需要积极申报创新型开放式实验项目。

(2)开放式实验项目的审批立项。实验室、学院及学校教务部门对申报的开放式实验的目的、意义、可行性及所需的实验仪器设备、场地、实验周期等进行逐项审查,审核通过后予以立项并公布。

(3)学生报名审核。学生根据课程学习的需要、自身兴趣爱好和行程安排,有针对性地选择项目进行报名。经项目主持人及实验室审核后确定项目参与人员。

(4)开放式实验项目的开展。指导教师组织学生自主开展开放式实验项目,教师主要在文献检索、实验方案优选、实验仪器操作规范及撰写实验总结或科技小论文等环节给予必要的引导,实验从设计到实施整个过程都由项目小组成员通力协作自主完成。

(5)开放式实验项目的总结和验收。项目负责人对项目的实施和完成情况进行总结,填写项目验收报告,总结经验教训,提出合理的建议。对参与教学型实验项目的学生,由实验指导教师根据完成实验情况评定成绩;对参与科研型及创新型开放式实验项目的学生,由项目主持教师或指导教师给予创新学分。由学院及学校教务部门组织对各个开放式实验项目的验收。

为了保证开放式实验工作的顺利开展,通常需要采取一定的措施。

(1)优先考虑教学型开放式实验项目。申报的开放式实验项目较多时,应优先考虑教学型开放式实验项目,确保实验教学任务的顺利完成。

(2)确保开放式实验的经费支持。学校应专门拨给一定的经费用于支持教学型开放式实验项目;科研型及创新型开放式实验项目的实验经费则由相应的科研项目及学生创新基金项目提供必要的经费

保证。

(3) 开放时间的统筹安排和实验资源的优化配置。通过实验指导教师、学生以及实验室管理人员的协调,采用固定时间和预约时间相结合、预约方式为主的方式,统筹安排优化配置实验资源以满足各方需求。

### (三) 开放式实验教学的成效

2011年起中南大学出台了《中南大学实验室开放管理办法》,学院结构实验室根据教学计划安排、创新人才培养需要,开始面向天佑班、以升班及卓越工程师班等实验班本科生开放试点,并逐步实现向全院本科生全面开放。学校试点工作再次表明,开放式实验教学在培养学生创新能力和工程实践能力方面成效显著,主要体现在以下几个方面。

第一,开放式实验教学能调动学生的主观能动性,促使学生勤于思考。大多数学生能结合课堂所学知识,积极思考,自主地查阅文献资料,按照试验大纲的要求完成混凝土梁正截面受弯及斜截面受剪试件的计算分析及设计等工作,加深对书本知识的理解。

第二,开放式实验教学能培养学生的创新精神,提高学生的创新能力。少数基础较好的学生选择完成教师科研项目的铁路桥梁疲劳实验等任务,学生综合运用发散思维等创新思维方式积极探索,勇于在试验方案 and 数据分析处理方面求新求异,创新能力有所提升。

第三,开放式实验教学能锻炼学生发现问题、分析问题和解决问题的工程实践能力。部分学生根据兴趣及结构模型比赛等学科竞赛的需要完成自选项目实验任务,试验过程中学生能细致地观察,深入思考,在导师的指导下自主地发现问题、分析问题和解

决问题,动手能力和工程实践水平显著提高。

### 三、结语

土木工程是一门实践性很强的学科,学生的创新能力、动手能力和解决实际问题能力的培养是教学实践中的重要环节。开放式实验具有设计性、创造性和综合性的特点,开展开放式混凝土结构实验教学,能调动学生的学习主动性,提升学生对混凝土结构基本理论知识的理解,促使学生勤于思考、勇于创新,提高学生发现问题、分析问题和解决问题的工程实践能力及实验操作技能。开放式实验教学的实施过程中,需要做好实验的项目申报、立项、审核、实验开展及总结验收等各项工作。实验室需要提高自身的规划能力和管理水平,实现开放时间及实验资源的统筹安排和优化配置,确保开放式实验教学的顺利实施。实践表明,开放式实验教学能取得显著的教学成效,值得在全国土木工程专业推广。

### 参考文献:

- [1] 沈祖炎. 土木工程专业创新型人才培养的思考[C]//陈国兴,韩爱民,侯曙光. 高等学校土木工程专业建设的研究与实践——第九届全国高校土木工程学院院长工作研讨会论文集. 北京:科学出版社,2008.
- [2] 顾祥林,林峰,黄永嘉,等. “混凝土结构基本原理”本科教学实验平台建设[J]. 实验室研究与探索, 2009, 28(2): 37-40.
- [3] 余世策,蒋建群,刘承斌,等. 钢筋混凝土综合实验装置的开发与应用[J]. 实验室研究与探索, 2008, 27(4): 36-38.
- [4] 冯鹏,叶列平,王宗纲. 混凝土结构课程的自主研究实验教学[C]//建筑结构——第十届全国混凝土结构教学研讨会论文集. 2008:289-291.

## Open experimental teaching of concrete structure

LIU Xiao-chun, WEI Jun, YU Zhi-wu

(School of Civil Engineering, Central South University, Changsha 410075, P. R. China)

**Abstract:** The cultivation of innovational consciousness and practical ability to solve practical engineering problem plays an important role of teaching practice for the civil engineering students. Since open experiment possess characteristics of creative and comprehensive, open concrete structure experimental teaching not only will mobilize the initiative of students and encourage students' hard thinking and innovation, but also will improve their abilities of innovation, problem identifying, problem analyzing and problem-solving in engineering practice. To guarantee the smoothly implementation of open concrete structure experimental teaching, the course of application, audit, implement process and final acceptance of the open experimental project need to be well arranged, and the opening hours and experimental resources need to achieve co-ordination arrangements and optimize the allocation.

**Keywords:** innovation ability; talent cultivation; open experimental teaching; concrete structure

(编辑 詹燕平)