

# 土木工程结构实验教学改革创新研究

蒋田勇, 田仲初

(长沙理工大学 土木与建筑学院, 湖南 长沙 410114)

**摘要:**为推动实验室建设和结构实验教学改革创新,在研究和实践中形成“注重基础实验、强化工程实践、结合科研生产、激励技术创新”的实验教学理念,文章构建了以综合设计性实验为主、演示验证性实验为辅的多层次创新实验教学体系,提出了“四结合”的改革思路,并探索了结构实验教学手段和方法的改革模式,为最终培养具有工程建设意识、实践能力和创新能力的高素质应用型专门人才提供依据。

**关键词:**土木工程;结构实验;教学改革;国家级实验教学示范中心

**中图分类号:**TU3-4;G642.0 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2011)04-0144-04

结构实验教学是培养土木工程学生掌握基本科学实验方法,提高动手能力与创新能力的�主要手段之一,主要包括以下几个方面<sup>[1-5]</sup>:(1)巩固、深化学生理论知识;(2)培养学生的工程意识与实践动手能力;(3)培养学生的马克思主义实践观,即实验教学过程实质上是一个理论与实践相结合的过程;(4)培养学生实事求是的科学态度、一丝不苟的工作作风、敏锐捕捉异常现象的直觉能力、坚韧不拔的毅力以及为真理奉献的精神等;(5)培养学生的团队精神。作为未来的土木工程师,要养成良好的科学素养,单靠理论教学是难以实现的,因此,需要结构实验教学的促进作用<sup>[6]</sup>。

长沙理工大学结构实验中心是教育部重点实验室和湖南省高校桥梁工程重点实验室的主要组成部分,目前承担了土木工程专业本科生的结构实验教学内容。经过多年的发展,其实验教学取得了较大进步,但仍存在一些问题,主要体现在:同一实验项目没有相应设置不同的测试方法,缺乏实验数据的比对,无法让学生掌握检验实验方法的优劣;以往混凝土梁构件与试件为委托加工的成品,学生没有参与构件全过程制作,缺乏对构件制作全过程的了解;实验设备安装与加载由教师操作,学生缺乏现场实验前的动手锻炼,单纯的读数观测无法培养学生的创新思维<sup>[7]</sup>。

随着科学技术的迅速发展和学科间的相互渗透,工程技术日益系统化复杂化。如今,土木工程中任何结构和设计方面的创新都必须通过实验手段来证明,这就对土木工程结构实验的手段提出了越来越高的要求<sup>[8]</sup>,因此,通过深入分析结构实验课程教学中存在的不足,以改革和优化土木工程结构实验项目和实验内容为契机,构建以综合设计性实验为主、演示验证性实验为辅的多层次创新实验教学体系,以期达到增强学生的实践能力与创新意识的目的。由此可见,开展土木工程结构实验教学的改革具有重要意义。

收稿日期:2011-05-06

基金项目:长沙理工大学2010年“质量工程”配套教学改革研究项目

作者简介:蒋田勇(1978-),男,长沙理工大学土木与建筑学院讲师,博士,主要从事桥梁与隧道工程研究,(E-mail)13975882948@126.com。

## 一、结构实验教学理念和改革思路

### (一) 结构实验教学相关政策

为了积极推动实验室建设与实验教学改革工作,长沙理工大学出台了一系列的相关政策,主要包括:(1)建设高水平实验室平台。以结构实验中心为主要依托单位,已建成土木工程国家级实验教学示范中心;(2)为了加快土木工程国家级实验教学示范中心建设进程,设立“土木工程结构实验教学改革创新与实践”教研教改项目,加大结构实验教学的建设与改革力度,提高综合性、设计性、创新性实验项目的比例;(3)完善实验工作管理制度,以保证实验室建设与教学的顺利运行。

### (二) 结构实验教学的定位及规划

结构实验教学在土木工程专业人才培养中发挥着重要的作用。近年来,中国土木工程建设发展迅速,工程建设规模日益扩大,难度不断加大,同时,现代科技发展促进了土木工程施工技术与装备和试验检测设备仪器的更新换代。这些都对土木工程专业学生的专业素质和土木工程专业实验教学提出了更高的要求。结构实验教学承担培养学生的创新意识、实践动手能力、综合分析和解决工程实践问题的能力,以及科研探索能力的重任,发挥其理论教学不可替代的重要作用,目前形成了实验教学与理论教学有机结合又相对独立的教学模式。有机结合体现在知识的学习与掌握、能力的培养等方面,相对独立体现在独立设课、单独考核、相对独立的时间安排等方面。

结构实验教学规划如下:(1)建设结构实验教学队伍。从学术、技能、学历、职称等方面进一步优化实验教学队伍,建设一支学术水平高、实践经验丰富、熟悉实验技术、勇于创新、结构层次合理的结构实验教学优秀团队;(2)更新内容,出版结构实验课程教材。结合湖南省、交通部和学校“十二五”教材建设规划,开展结构实验教材建设工作。组织编写符合工程实践能力和创新精神培养要求的实验教材;(3)开发软件,促进实验教学开放。加强信息化建设,构筑高水平的实验室管理模式和开放的软件平台。按照开放式教学的要求改进结构实验教学网站,为全面实现实验教学的开放管理提供保障;(4)依托学科,提高实验教学水平。结合学科建设,进一步完善结构实验中心的硬件设施建设和结构实验教学平台,采取外购和自主开发相结合的原则,添置了先进、适用的教学仪器设备,以满足多层次实验教学的需要。

### (三) 结构实验教学改革创新思路

根据现代土木工程建设的发展趋势及其对工程

应用型、创新型人才的需求,结构实验教学坚持“注重基础实验,强化工程实践,结合科研生产,激励技术创新”的实验教学理念,构建以综合设计性实验为主、演示验证性实验为辅的多层次创新实验教学体系,坚持“四个结合”的原则——理论教学与实验教学相结合、实验教学与工程实践相结合、实际实验与虚拟实验相结合、第一课堂与第二课堂相结合,发挥学科优势,科研反哺工程实践。通过设备自主开发,激励实验创新,努力建成集综合性、实用性、先进性于一体并具有良好辐射示范作用的结构实验教学中心,以期达到培养具有现代土木工程建设意识、工程实践能力和创新能力的高素质应用型专门人才。

## 二、结构实验教学体系与内容改革

### (一) 结构实验教学体系建设

结构实验中心根据学校定位和土木工程专业人才培养目标,站在一般本科院校建设和发展的高度,经过多年努力,形成了满足地方性工科大学应用型人才培养要求的“以综合设计性实验为主、演示验证性实验为辅”的多层次创新实验教学体系。

按照基础训练实验—综合设计实验—工程实践实验—研究创新实验的教学思路,统筹规划实验项目,形成从低到高、从基础到前沿、从校内到工程现场、从接受知识型到培养综合能力和创新能力型逐级提高的实验项目链。

### (二) 实验项目

实验项目分为“基础训练”、“综合设计”、“工程实践”、“研究创新”等4种类型。结构实验教学项目如表1所示。

表1 结构实验教学实验项目一览表

序号	试验项目	学时	类型	备注
1	工程结构实验测试技术	2	基础	必修
2	动态电阻应变仪的使用	2	基础	必修
3	钢筋混凝土正截面破坏试验	4	综合	必修
4	钢筋混凝土斜截面破坏试验	4	综合	必修
5	钢筋混凝土柱受力试验	4	综合	必修
6	简支钢桁架静力试验	4	综合	必修
7	刚架试验	4	综合	必修
8	简支梁桥横向分布系数	4	综合	必修
9	结构数值仿真实验	4	综合	必修
10	超声-回弹法测试混凝土强度实验	4	综合	选修
11	焊缝金属探伤实验	4	综合	选修
12	桥梁结构模型受力性能实验	4	综合	选修
13	简支钢桁架模态试验	4	综合	选修
14	桥梁结构动力特性测试	4	创新	选修
15	缆索支承桥梁索力测试	4	创新	选修
16	简支箱梁整体工作性能试验研究	4	创新	选修
17	钢筋混凝土桥梁耐久性指标检测	8	实践	选修
18	桥梁结构或单梁现场荷载试验	8	实践	选修

结构实验教学共开出实验项目 18 项,其中“综合设计型”、“研究创新型”和“工程实践型”项目共 16 项,占实验项目总数的 88.9%。实验项目具有以下特点:(1)实验教学与理论教学统筹协调。根据结构实验教学的特点,一方面通过精心设计实验内容来阐释基础理论知识,加深学生对理论知识的理解;另一方面在实验中体现理论的指导作用,培养学生对理论课学习的兴趣,达到实验教学与理论教学的互为补充、协调发展;(2)基础训练与工程实践能力、创新能力培养并举。根据土木工程专业本科生知识结构的特点,通过改造、更新实验内容和实验方法,特别是大量增加综合性、设计性、创新性实验项目,突出工程实践能力和创新能力的培养;(3)综合性实验与综合应用能力训练和谐统一。设置一定数量的综合设计性实验项目,将传统分散的相关基本知识综合,设计成一个较大的实验项目,从而将原本相对独立的基本知识点贯穿起来,使学生了解各基本知识点之间的有机联系,增强学生的综合应用能力,同时也节省了实验学时;(4)实验内容与科研进展紧密结合。结构中心成员承担着省部级科研项目及横向课题,将桥梁工程领域的先进技术手段和实验方法应用于实验教学,开发、研制一批反映现代土木工程特色,具有学校土木工程特色的研究创新型实验。

### 三、结构实验教学方法与手段改革

长期以来,结构实验中心按照“实验技术先进、实验方法标准、仪器设备适用”的原则,设置教学实验项目、配置先进仪器设备,建立数值仿真实验室,改善教学科研条件,实现结构实验“理论—实践—建模—实验—数值分析”的教学改革,符合工程实际要求和现代科学技术发展趋势。

#### (一)实验教学方法改革

(1)教学互动。在教学过程中划分实验前、中、后 3 个阶段,并分别设置师生互动,引导学生积极思考,使学生由被动学习变为主动求知求学的教学环节。

(2)自主实验。结构实验教学以鼓励自填实验课表、自选实验项目、自定实验内容、自拟实验方案、自带实验课题为基本特征。学生在修学结构实验时,享有充分的自主学习权利,可以根据自身学科专业特点和个人兴趣选择不同的专题,学习基本要求以外的不同测试方法。

(3)因材施教。指导教师在指导同一个实验项

目时,因学生实验技能和动手能力存在差异,应采取集中教学与个别指导相结合的教学方法。

(4)充分利用现代教育手段。在教学实践中,由于贵重的实验仪器设备数量少,有些实验项目操作程序繁琐等,可尝试以虚拟实验与实际实验结合的方式实施教学。

(5)实验室全面开放。坚持“育人为本”、“学生主体”,实现实验时间开放、内容开放、仪器设备开放,鼓励学生自主实验,使结构实验中心成为一个全面开放的实验教学基地。

#### (二)实验教学手段改革

(1)应用多媒体技术。通过精心制作并合理使用图文并茂的多媒体课件和视频录象,增强实验讲解的直观性,扩大课堂信息量;结合现场实物(仪器设备)教学,使学生更好地理解实验原理和掌握仪器操作;多媒体课件与传统的板书结合,使课堂气氛生动、活泼且富有启发性。

(2)充分利用校园网络系统进行实验教学。建立网络化的实验教学和实验室管理信息平台,实现网上辅助教学和网络化、智能化管理。实验课程的教学大纲、多媒体课件、实验预习指南等都以网页的形式上传到基于校园网络的“结构实验教学管理系统”,实验过程、步骤、方法的训练与测试还可以在实验室中进行虚拟仿真。

#### (三)实验课程的考试与考核改革

积极探索实验考核方式改革,根据实验教学特点,从激发学生实验兴趣,提高学生实验能力和综合素质的目标出发,对不同学科、不同专业的学生,建立配套的实验考核制度,采用不同的考核方法,使考核方法更加科学、合理。

(1)对于土木工程专业学生,实验课程考核主要是全面考查学生的知识掌握情况、动手能力和创新意识,主要的考核方式为:平时成绩占 20%,实验报告占 40%,期末考试占 40%。

(2)对于非土木专业学生,采取平时成绩与实验报告相结合的考核方式。平时成绩根据学生每次出勤的情况、操作表现和实验完成质量综合评定,再结合学生实验报告给出实验总成绩。

### 四、结语

文章从优化结构实验教学队伍,出版结构实验课程教材,加强信息化建设,完善结构实验教学平台等方面,对土木工程结构实验教学进行了系列的改

革,并取得了初步成效,其主要的建设成果体现在以下几方面。

(1)形成了“注重基础实验、强化工程实践、结合科研生产、激励技术创新”的实验教学理念。

(2)构建了以综合设计性实验为主、演示验证性实验为辅的多层次创新实验教学体系。

(3)提出了“四结合”改革思路——理论教学与实验教学相结合、实验教学与工程实践相结合、实际实验与虚拟实验相结合、第一课堂与第二课堂相结合。

(4)在结构实验项目方面,大量增加综合性、设计性、创新性实验项目,突出工程实践能力和创新能力的培养,并设置一定数量的综合设计性实验项目,开发研制一批反映现代土木工程技术的创新实验。

(5)在结构实验教学方法上,充分利用现代教育手段,采取教学互动、自主实验、因材施教、以及全面开放实验室等措施;在结构教学手段方面,充分应用多媒体技术和校园网络系统进行实验教学;在实验课程的考试与考核方面,对不同学科、不同专业的学生,采用不同的方法,使考核更加科学、合理。

#### 参考文献:

- [1] 张中脊,田仲初. 结构实验超市创新平台的构建研究与实践[J]. 高教论坛, 2010(5):52-54.
- [2] 黄丽婷,熊世树,李黎. 土木工程结构实验室实验教学改革创新探讨[J]. 实验科学与技术,2006(6):44-45.
- [3] 黄丽婷,熊世树,金康宁. 土木工程结构试验动载教学实验的改革与实践[J]. 高等建筑教育,2005,14(2):93-95.
- [4] 王仪. 结构仿真试验在土木工程教学中的作用[J]. 高等建筑教育, 2007, 16(4): 126-128.
- [5] 董武忠,曹国辉. 土木工程专业实验教学改革[J]. 高教论坛, 2004(1): 64-66.
- [6] 郭蓉,赵少伟,周明杰,郝春森. 提高土木工程专业结构试验教学水平的思考[J]. 实验室科学,2007(3):31-32.
- [7] 洪兴,吴京,王恒华. 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.
- [8] 王军文,刘志勇. 土木工程专业结构实验教学体系的构建与实践[J]. 石家庄铁道学院学报(社会科学版), 2008,2(3):97-100.

## Research and practice of structural experiment teaching reform in civil engineering specialty

JIANG Tian-yong, TIAN Zhong-chu

(School of Civil Engineering and Architecture, Changsha University of Science and Technology, Changsha 410114, P. R. China)

**Abstract:** To promote laboratory construction and teaching reform of structural experiment, the teaching experiment creed is made for emphasizing basic experimental, enforcing engineering practice, combining scientific research with production and inspiring technique innovation. The multilayered innovation system of teaching experiment is built by the main experiment with comprehensive design experiment and the subordinate experiment with confirmatory experiment. The paper presented structural experiment teaching reform, explored the reform mode of teaching method in structure experiment teaching. The investigation provided reference to the training of application-oriented talent with project consciousness, practice ability and innovative ability.

**Keywords:** civil engineering; structure experiment; teaching reform; national experiment teaching centre

(编辑 周沫)