

# 土木工程开放式实验教学的探索

李俊华, 林云, 王天宏

(宁波大学 建筑工程与环境学院, 浙江 宁波 315211)

**摘要:**针对土木工程专业传统实验教学方法不足,探索了开放式实验教学模式,提出了适应专业特点的开放式实验教学方法,分析了开放式实验教学的保障措施。

**关键词:**土木工程;实验教学;开放模式;保障措施

**中图分类号:**TU-4 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2011)03-0112-04

近年来,在高等学校本科教学水平评估和实验教学示范中心建设的推动下,高校对实验室投入的力度不断加大,实验室的硬件条件普遍有了改善。在这种背景下,如何合理利用实验室资源,使其在创新和应用型人才培养中充分发挥作用显得至关重要。

目前,高校对实验室如何适应创新和应用型人才培养基本形成了共识,即实验室开放是必由之路,实验室建设和实验教学改革要逐步从着重实验室设备和环境建设向与实验室开放相适应的开放式实验教学模式和开放式实验教学管理转移,提升实验教学的质量,促进学生知识、能力、素质的综合发展<sup>[1-8]</sup>。

## 一、土木工程专业传统实验教学方法

目前中国开设土木工程专业的学校已达到538所,每年的本专科毕业生人数超过4万人。土木工程专业教学指导委员会明确提出毕业生能从事土木工程的设计、施工与管理工作的,具有初步的项目规划和研究开发能力。要达到这些要求,学生必须具备坚实的理论基础,更要有创新思维和良好的实践能力。在本科教育阶段,培养学生创新思维和实践能力一个重要途径就是实验教学。但传统实验教学处于理论教学的从属地位,实验项目的开出往往是为了配合其他课程的学习,如材料力学中的拉伸试验、土木工程材料中混凝土立方体抗压强度试验、钢筋混凝土结构理论中构件受力性能试验等。这些实验多为演示和验证性实验,在特定的实验课时间里,由教师在实验室讲解操作,学生在一旁观摩,然后写出实验报告交教师批阅。不可否认,这种实验教学模式对学生基本实验技能的培养有一定作用,但是由于整个实验过程由教师主导,实验时间和地点完全固定,学生参与程度不够,交出的报告千篇一律,这将导致他们失去继续实验探索的热情。

收稿日期:2011-03-02

作者简介:李俊华(1977-),男,宁波大学建筑工程与环境学院副教授,博士,主要从事实验室管理和钢筋混凝土组合结构研究,(E-mail)lijunhua@nbu.edu.cn。

## 二、开放式实验教学模式

开放式实验教学模式作为一种新模式,其主要特点是实验教学的完全开放性,即实验教学的主体、教学方式、教学内容、教学资源都是开放的。与传统实验教学模式以演示和验证性实验为主不同,开放式实验教学模式以设计和创新性实验为主,给学生更多的实验自主权,让他们可以根据自己的兴趣选择实验内容,通过和实验室教师或管理人员预约实验时间和实验地点,由他们自己或在指导教师的指导下完成实验全过程。在开放式实验教学模式下,实验主体由教师转向学生,实验室有限的实验资源、教学时间、教学空间能得以更大程度地拓展延伸,有利于培养学生创新能力和满足他们个性化发展需求。

## 三、土木工程开放式实验教学方式

在开放式实验教学模式下,实验室开放的途径可以多种多样,就土木工程专业而言,以下几种开放方式可采用。

### (一) 数值模拟开放实验

数值模拟开放实验是指学生在教师的指导下,利用商业通用程序(如 MAC、ANSYS、ADINA、ABAQUS 等),对土木工程专业课程教学实验及课程中的重点、难点内容进行数值模拟和仿真分析,并对数值模拟过程和结果以恰当形式保存下来进行反复演示。数值模拟开放实验在学生个人电脑上即可完成,学生之间可以相互传授,突破了传统实验教学中讲授模式单一、实验时间和空间相对有限的制约,在实验教学中的意义是多方面的:(1)可以对常规教学实验的试验目的、试验步骤和主要试验现象进行一定程度的预演,使学生对常规教学实验有更加全面的把握和准备,提高他们参与实验教学的热情。(2)可以有效弥补常规教学实验在试验数量、试验类型上的不足。土木工程专业课程教学实验往往都是破坏性实验,且耗材多,如果所有实验都采用实物实荷加载形式,造价要求很高,常会造成实验经费短缺和实验资源浪费的问题,而数值模拟开放实验可以反复演示,节约了大量的实验资源。(3)可以完成一些常规教学实验难以完成的内容,解决实验硬件条件

不足的难题。很多土木工程专业课程教学实验,如拟动力实验、振动台实验、风洞实验等对试验硬件条件的要求很高,在一般院校很难实现,但借助成本不太高的商业软件则很容易模拟,可以解决实验硬件条件不足的难题。(4)可以激发学生求学热情,扩大他们的知识面。通过数值模拟开放实验的实施,可以使学生对有限元技术和 CAD 技术产生浓厚的学习兴趣,促使他们对数值模拟教学实验的练习,对有关知识所存在的疑点、难点进行验证,促进知识的巩固和掌握。

### (二) 结构优化与模型设计实验

结构优化与模型设计实验是提供一些工程设计题目,如桥梁、高层建筑、高耸结构等,让学生根据一定的规则进行模型的设计选型、加工制作和加载实验,最终评出优劣。模型的设计选型实际上是模型的初步设计和优化过程,需要不断计算分析才能选择出合适的结构体系。通过这一环节,可以使学生对教学中经常提到的“结构优化与设计”有更全面的认识,让他们认识到结构选型虽然只是一个定性的分析,但在结构设计中至关重要,是结构设计中的方向性环节,好的结构选型奠定设计成功的基础,这在传统的实验课中是很难学到的。结构选型确定以后,就要进行模型制作。制作模型的材料可以是卡纸、有机玻璃、细木条等。模型制作过程实际上就是“结构施工”工程,在这一过程中,由于制作工艺的不同,模型的整体性能会有很大的差异,这使学生充分意识到合理施工工艺对结构整体安全的重要性,领悟建筑施工课程以外的知识。模型制作完成以后,要根据一定的原则对其进行加载试验,以观察模型在荷载下的响应和最终的极限承载力。模型加载过程实际上是结构的“服役工程与破坏过程”,通过这一过程,使学生认识结构在正常使用极限状态和承载力极限状态时的工作性能,增加对钢筋混凝土课程、钢结构课程的理解。

### (三) 工程检测实验

工程检测实验是针对土木工程专业应用性强、与工程实际联系紧密的特点,设计若干具体的工程检测项目,供学生自主选择。中国各类工业与民用

建筑的设计使用年限一般为50年,随着时间的推移以及各种自然灾害和人为因素的影响,已有建筑物的局部和整体也可能丧失正常使用功能,甚至危及生命和财产安全。因此,对建筑物进行检测、鉴定和加固,是抵抗天灾人祸、保护人民生命财产和国家财富所不可缺少的重要手段。另外,随着中国国民经济和科学技术的持续快速发展,人民对生产、生活条件的要求不断提高,许多已有建筑物甚至是新建建筑物已经不能满足生产、生活需求,需要依据现行的规范、规程、技术标准对其进行检测,并进行局部或整体改造,以适应新要求。顺应这种形势,近年来,各种形式的工程检测站、检测中心不断出现,毕业生进入这种检测站、检测中心的可能性非常大。但很少有学校专门设置工程检测课程,这显然不能适应新形势要求,也造成学生毕业后一时难以适应岗位的矛盾。因此,在土木工程开放式实验教学中有针对性地开出一些工程检测项目,让学生根据自身发展和将来的职业取向选择实用的实验技术,掌握最前沿的工程检测方法,尽快地适应从大学学习阶段到实际工作阶段的转变,在日益激烈的就业竞争当中占得先机。

#### (四) 教师科研和学生自主设计实验

高校教师一般都有自己的科研课题,以往这些课题主要由教师本人或研究生承担,本科生很少参与其中。将教师的科研项目对本科生开放,可以把最前沿的科研成果、实验室最先进的设备引入到本科生实验教学中,使他们开阔眼界,激发他们对专业的兴趣。同时,对于有意进一步攻读硕士、博士学位的学生,在本科阶段就能参与教师的科研实验,有利于消除他们对科研的神秘感,尽快适应科学研究氛围,掌握科学研究方法,为日后独立开展科学研究打下坚实的基础。

除参与教师科研实验外,在开放式实验教学模式下,学生还可以参与社团、协会等的科技活动,或结合科研课题,自主设计实验项目,完成实验项目方案设计、仪器安装与调试、实验加载等。在自主设计实验过程中,学生的主动性和创造力能最大程度地释放,这对创新和应用型人才的培养具有重要意义。

## 四、开放式实验教学的保障措施

开放式实验教学能克服传统实验教学的一些弊端,但也会带来一些新的问题,如实验室的日常管理更加困难、仪器设备故障率提高、实验经费开支增大、对指导教师的要求更高等。为真正落实实验室的开放式教学,必须在以下几个方面提供保障措施。

### (一) 管理制度保障

开放式实验教学是对传统实验教学的改革,需要建立一套新的教学管理和实验室管理办法,对学生开放实验项目的选择、实验时间预约、实验过程监控、实验成绩考核等全过程进行有效管理。

### (二) 仪器设备配置保障

开放式实验教学对仪器设备的配置要求更高,一方面需要保证传统教学仪器设备的正常运转,另一方面需要将教师科研所用的更高级、更精密、更尖端的仪器设备(如疲劳试验机、MTS动力加载系统等)纳入开放实验教学当中,并鼓励教师和学生自主研发新的仪器设备。

### (三) 经费保障

实验室开放后,其日常经费开支将大大增加,需要解决经费不足的问题:(1)学校设专款建立实验室开放基金,根据实验室的开放业绩,对开放所增加的费用给予政策性补助。(2)鼓励教师抽出少量研究经费,用于学生完成开放实验,作为补偿,在教师业绩考核、岗位聘任、职称评定上给予适当倾斜。(3)对学生自主设计的实验项目,可从学生社团活动经费、学生科研项目经费中给予补助。

### (四) 师资队伍保障

与传统实验教学相比,开放式实验教学对指导教师的要求更高,教师除了需要掌握传统实验技能外,还需具备更多的土木工程专业知识和数值模拟技术,并能了解学科动态和研究前沿。因此传统意义的实验人员已经很难满足开放式实验教学的要求,必须把学历层次较高的教师尤其是青年骨干教师纳入开放式实验教学队伍,保证开放式实验教学的顺利进行。

## 五、结语

开放式实验教学能够引导学生主动实验,激发

他们的主动性和创造性。对土木工程专业学生而言,通过合适的开放实验项目,可以更好地理解教学内容,掌握有限元分析技术和 CAD 技术;可以对结构设计、建筑施工、结构服役与破坏过程有更全面的认识,增强对专业课程的了解和对自身职业特点的理解;可以根据自身发展和将来的职业规划选择实用的实验技术,掌握最前沿的工程检测方法;可以开拓视野,了解学科动态和研究前沿。开放式实验教学又是一项有别传统实验教学的系统工程,需要落实科学规范的管理制度建设、高效的资源环境配置、必要的实验经费保障和合格的师资队伍建设,以保证开放式实验教学方式的顺利实施。

参考文献:

[1] 韩红江,王绍兰.对高校教学实验室开放的认识与探讨[J].石油大学学报(社会科学版),2003(1):110-112.

[2] 李浩然,雷群芳,王国平.开放实验、开放实验室建设的认识与实践[J].化工高等教育,2002(2):37-39.  
[3] 郑春龙.实验室层次开放的思考与探索[J].实验室研究与探索,2005(1):78-80.  
[4] 徐晶,胡宾.开放式创新型实验教学改革初探[J].实验室研究与探索,2002(5):21-23.  
[5] 王四洛.改革高校的实验室教学与管理增强毕业生的就业竞争力[J].实验室科学,2007(2):15-17.  
[6] 张永立.实验教学改革和实验室建设的发展与探讨[J].河北北方学院学报,2007(1):80-82.  
[7] 宋国利,盖功琪,苏冬妹.开放式实验教学模式的研究与实践[J].实验室研究与探索,2010,29(2):91-93.  
[8] 皮之军,李建海,于敏,等.开放式实验教学模式的研究与探索[J].实验室技术与管理,2010,27(5):27-29.

## Study and exploration on an opening experimental teaching mode of civil engineering specialty

LI Jun-hua, LIN Yun, WANG Tian-hong

(College of Civil Engineering and Environment, Ningbo University, Ningbo 315211, P. R. China)

**Abstract:** According to the shortcoming of traditional experimental teaching of civil engineering specialty, we studied an opening experimental teaching mode. It suited to civil engineering specialty. Guarantee measures for the opening experimental teaching mode were explored.

**Keywords:** civil engineering; experimental teaching; opening mode; guarantee measures

(编辑 欧阳雪梅)