

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2013.06.029

# 土木工程材料实验的层次化教学模式

彭艳周,刘冬梅,朱乔森,袁晓露

(三峡大学 土木与建筑学院,湖北 宜昌 443002)

**摘要:**以三峡大学土木工程材料实验的教学改革为例,将实验教学项目分为两个层次,即基本层次实验项目和创新性层次的实验项目,从实验教学项目的层次化、教学组织与实施、教学方法等方面,阐述了建筑材料实验教学的层次化新模式,提出了实现这一教学模式长效机制的保障措施,涉及实验项目选题、经费来源、实验室管理制度、过程化管理及师资队伍建设等5个方面。

**关键词:**土木工程材料;实验教学;层次化;长效机制;保障措施

中图分类号:G642.423

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2013)06-0117-05

土木工程材料是土建类专业的重要基础课程,其任务是使学生获得有关土木工程材料性质与应用的基础知识和必要的基本理论,掌握主要土木工程材料性能的检测技能<sup>[1]</sup>。其实验教学一方面要加深学生对知识的理解与掌握,提高学生的实验技能,另一方面,还应培养学生理论联系实际、分析和解决问题的能力以及研究兴趣,增强学生的创新意识和创新能力。土木工程材料实验有其独有的特点<sup>[2]</sup>:(1)实验周期长。如水泥胶砂试件、混凝土试块需要经过3天或7天、28天的养护后才能进行强度检测;(2)实验内容相对稳定而陈旧;(3)实验偏重于验证性,设计性、综合性、创新性实验较少。这在客观上压抑了学生的实验兴趣,也束缚了想象力和创新性,难以激发学生的创新潜能,不利于创新型人才的培养。因此,加强实验教学环节、提升教学质量,是当前培养“高素质、强能力、应用型”高级人才的必然要求。以三峡大学土木工程材料课程的实验教学改革为例<sup>[3]</sup>,从实验项目的层次化、教学组织与实施、教学方法等方面,阐述了土木工程材料实验的层次化教学模式。

## 一、土木工程材料实验的层次化教学模式

### (一)实验项目的层次化

三峡大学建筑材料实验室承担土木工程、水利工程、工程管理及建筑学等专业的土木工程材料实验教学。原有的实验教学存在诸多不足<sup>[3]</sup>,经过近2年实验教学改革的实践,现阶段该课程的实验采用层次化的实验教学模式,将实验教学按实验项目分为两个层次:一是验证性、设计性及少量综合性实验,其

收稿日期:2013-05-15

基金项目:三峡大学教学研究重点项目(J2011004)

作者简介:彭艳周(1974-),男,三峡大学土木与建筑学院副教授,博士,主要从事土木工程材料研究,

(E-mail) pnyzh@163.com。

实验内容对应于教学大纲的范围,是课程学习的基本要求,此处统称为基本性实验,如表1所示;二是综合性、设计性及创新性实验项目,其内容或是课程重点或难点的综合运用,或属于当前相关领域的研

究热点或研究趋势,亦或源于科研项目,并与教学密切相关的工程技术问题等,统称为创新性实验,如表所示2。第二层次的创新性实验适合学有余力,且有继续学习和一定研究兴趣的学生,为选做实验。

表1 第一层次(即基本性)实验项目

实验项目	内容提要	实验类型		
		验证	设计	综合
建筑用砂石的性能	颗粒级配、压碎指标、细度模数	√		
水泥基本性能	水泥细度、凝结时间、安定性及强度	√		
混凝土拌合物和易性及混凝土试块成型	减水剂、掺合料对和易性的影响,混凝土试块成型			√
混凝土抗压及劈抗强度	抗压、劈裂抗拉	√		
普通混凝土配合比设计*	通过试验确定普通混凝土的配合比		√	
砌体材料	非烧结普通砖的强度检测	√		

\*:建筑学专业未开设此实验。

表2 第二层次(即创新性)实验项目

专业名称	实验项目	实验类型
水利工程、工程管理	碾压混凝土的配合比设计	综合性
	水泥水化热测试	综合性
	混凝土绝热温升	创新性
	水工混凝土抗渗性试验	综合性
	混凝土集料的碱活性检测	创新性
	其他	.....
土木工程、建筑学	(泵送或自密实)混凝土的配合比设计	综合性
	混凝土耐久性(抗碳化、抗氯离子渗透性、抗冻性、硫酸盐侵蚀等)试验	综合、创新性
	工业废渣在水泥混凝土的应用等	创新性
	新型墙体材料的研究开发等	创新性
其他	.....	.....

## (二)教学组织与实施

### 1. 基本性实验的教学组织与实施

第一层次的实验即基本性实验对应于教学大纲的要求,可以按照原教学模式执行教学组织与实施,在教学组织与实施过程中应注意两个教学原则和三点教学方法<sup>[4]</sup>。其中,“两个原则”一是把实验的主动性交还给学生;二是注重激发学生的实验兴趣,将学生的学习状态由被动转向主动,提高学生的学习自主性。通过实验结果比较、自主选择实验方法、提问引导等教学方法,激发学生对基本性实验的兴趣。

### 2. 创新性实验的教学组织与实施

第二层次的实验,即创新性实验的教学组织与实施方案,主要包括学生的遴选、实验指导教师的确

定两方面。

学生的遴选即是如何确定参与创新性实验的学生。遴选时不仅应考虑学生的专业基础与能力,也要综合实验室相关设备的实际情况。为了保障取得较理想的教学质量与效果,应适当控制选做本层次实验的学生人数。从教学实践看,每学期开展第二层次实验的项目数以4~6项为宜,最高不超过8项,同时限定每名学生最多可选实验项目为2项。这样,既能保障实验的顺利进行(仪器设备数量充足、实验指导教师到位),又能取得较满意的教学效果。参与该层次实验的学生比例从2011年秋季学期的15%增加到2013年春季学期的37%。今后,随着实验室建设的逐步完善(设备、师资队伍等),这

一比例也将逐步提高。但考虑到创新性实验对学生能力的要求以及教学效果等情况,教学团队的全体4名教师认为其比例最高不宜超过60%。

实验指导教师的确定应考虑实验室专任教师与理论课教师的课程安排等情况,原则上以任课教师为主、实验室专任教师为辅进行共同指导。如有特殊情况(上课时间冲突等),则应由全体教学团队人员协商解决,或安排在周末学生无课的时段,以保证创新性实验教学的顺利进行。

### 3. 创新性实验教学的过程管理

第二层次的实验项目属于选修实验项目,通常由若干名学生,如3~5人组成实验小组,多数实验项目都要求学生自行查阅文献,经交流讨论、设计实验方案后再开展实验。这一过程既能提高学生分析问题、解决问题的能力,培养其创新意识和创新能力,也可锻炼学生的团队协作能力。但是,团队合作给少数只为混学分的学生提供了可乘之机。另一方面,由于创新性实验没有固定的实验课时间,且实验总学时数也不能事先预定,这就要求指导教师应在整个实验中,实施过程性评价方法<sup>[5]</sup>,加强过程管理和监督。

### 4. 创新性实验的成绩评定

目前我校土木工程材料课程成绩由考试成绩、平时成绩及实验成绩等三部分构成,各部分所占权重依次为70%、20%、10%。开设创新性实验后,课程成绩的评定既要对学生有一定的激励,又应避免出现学生为提高成绩而一哄而上、争相选做第二层次实验的现象。教学实践中,根据学生的实验态度、实验进展及完成效果等情况,采用“优、良、中、合格、不合格”共五档进行评定,并据此酌情额外增加学生的实验成绩。比如,当第二层次实验的成绩为“优”时,可额外增加该生的实验成绩10分,并按相应权重计入课程总成绩。

### (三) 教学模式与方法

层次化的实验教学新模式要求改革实验教学模式和教学手段,以学习为中心,实验教学内容层次化,充分利用现代化的教学手段。教师应改变自己的教学角色,确立为“学”而“教”的思想,在整个实验教学过程中,始终以学生为中心,确保学生的主体地位。实验内容层次化可以最大限度地调动学生的主观能动性,提高学生的实验技能,并有利于培养其创新意识和创新能力<sup>[3]</sup>。教师应充分利用多媒体、

网络等现代化教学手段进行实验教学<sup>[4,6,7]</sup>,如制作多媒体电子教案、CAI课件以及建立课程网站等,方便学生提前预习和自学,既能提高实验效率和教学质量,又可以开拓和丰富学生的视野与知识面。

## 二、层次化教学模式长期有效的保障措施

开展创新性实验项目的教学,不仅能够加强学生对相关内容的理解和把握,而且还能使学生较好地把握相关领域的研究热点、研究趋势,掌握新的实验技术或新方法,更重要的是能够逐步培养学生分析问题、解决问题的能力 and 研究兴趣,有利于培养复合型人才,这也是三峡大学土木工程材料实验教学改革的主要目的。为保证创新性实验教学的长期稳定运行,必须采取相应的保障措施。

### (一) 确定合适的实验项目

创新性层次实验教学的首要工作是选题。选题要有创造性的因素,最好能解决一个较为复杂的技术问题,以便使学生得到较全面的训练。选题应该优先选择源于科研项目,并与教学密切相关的工程技术问题,使学生在规定的时间内通过努力基本上能完成任务,从而巩固、加深和扩大学生的专业知识面,增强工作技能以及创造性。此外,为保证创新性层次实验教学的长期运行,创新性实验项目应不断推陈出新。

从实验教学实践看,采取了如下途径确定第二层次的实验项目:引入反映相关领域研究热点、研究趋势,以及实验新技术与新方法的实验内容作为创新性实验项目,采用与建材相关的大学生科技创新项目(国家级、省级和校级)、大学生挑战杯竞赛科技项目,以及学校设立的大学生求索创新项目等,另有少量创新性实验项目结合教师的科研项目设置。

### (二) 经费来源和相关配套政策

创新性层次的实验项目所用原料、药品及仪器运转与维修费用等经费开支,都应进行相应配套与完善,以形成长效机制。可以通过申请国家级、省级、校级等各级各类创新项目或科技项目,如大学生科技创新项目、挑战杯竞赛项目、三峡大学设立的大学生求索创新活动及其他项目,或从教师的科研项目中设置第二层次的实验教学项目等形式来获取经费支持。

2011年秋季至2013年春季共四个学期的教学实践中,第二层次实验教学项目的经费来源于国家自然科学基金、湖北省教育厅科学研究项目各1项、

湖北省大学生挑战杯竞赛项目1项、三峡大学设立的大学生求索创新活动2项、教学研究项目2项,以及其他横向项目等。

### (三)健全和完善实验室管理制度

建立健全实验室各项保障机制,包括条件保障、激励约束机制和监督机制等<sup>[8-9]</sup>。条件保障方面,要继续加大实验室建设力度,完善实验室仪器设备等硬件设施。建筑材料实验经过自2009年秋以来的累次建设投入,实验设备、场地及环境等都得到显著改善,完全满足表1、表2所列项目对实验室硬件设施的要求。在激励约束机制方法方面,制定和完善了相关管理政策,如:对参与创新性实验的学生在综合测评时适当加分,指导教师评职称时优先推荐等。不仅吸引学生参与创新实验,还鼓励教师参与第二层次实验教学。

### (四)加强过程控制

指导教师要加强对创新性实验项目的过程控制。制定相应管理制度和方法,采用中期答辩和评估、定期召开小组汇报和讨论会等方式<sup>[5]</sup>进行严格、规范、科学的管理,对第二层次实验项目的教学进行有效监督与控制。

定期召开小组会议可以了解实验进度,并以实验方案方法的完善、指导等方面开展讨论,检查学生实验日志、实验的收获或思考内容、实验分析报告等,对前期工作作出评价,提出具体建议,促进实验小组按进度完成预定任务。中期检查是创新性实验项目教学过程的重要环节,院(系)组织相关教师对项目实施中期检查,可以使学生相互学习借鉴,而专家的评价起到诊断、督促、启发、指导作用。

建立并实施以过程为导向的创新性实验项目评价体系<sup>[5]</sup>,同时配套相应的激励机制,包括设立创新学分、综合测评加分或推荐免试研究生加分、资助论文发表等措施,营造了良好的学习氛围,激发了学生的创新热情。实践表明,加强过程控制是开展第二层次实验教学、保证教学质量的关键一环,通过加强对实验过程的监督管理,取得了较好的教学效果。

### (五)加强实验教学师资队伍的建设

建设一支责任心强、业务过硬的师资队伍,是搞好实验教学改革,提高教学质量的基本保证,也是适应高校培养应用型创新人才的需要。通过相关政策与制度,吸引教师积极参与实验室建设和实验教学工作,同时支持他们参加各类实验技能培训,增强业

务能力,使其能胜任不断推陈出新的创新性实验项目教学。目前,学校和学院均制定了相关政策,要求教师积极参与实验室建设,经常参加相关的实验技能和业务能力培训,并将这两点作为教师职称申报时的必备条件之一。目前执行情况良好,促进了实验教学的师资建设。

## 三、层次化实验教学的实践效果

经过2011年秋季学期至2013年春季学期共4个学期的教学实践,取得的效果表现为以下3方面。

(1)提高了学生的实验技能,加深知识理解,扩展知识体系。学生根据创新性实验项目和要求,自己查阅相关资料,进行实验方案设计和实验,启发和引导学生独立解释实验现象、分析实验结果,最后以书面报告或小论文的形式进行交流,使学生得到全面、综合的实验技能训练。同时,更深入地了解和探讨实践与理论的异同,加深了相关知识的理解与掌握,扩展了知识体系。

(2)通过采取各种激励和条件保障措施,营造了促进学生积极主动学习的氛围,激发了学生的创新热情,取得了较好的效果。2011年秋开始实施土木工程材料层次化实验教学以来,在2012年成功申报2项校级求索创新活动项目(2010级土木工程专业学生),2013年开展的创新实验项目“掺磷渣活性粉末混凝土的制备”获湖北省第九届“挑战杯”大学生课外学术科技作品竞赛二等奖。同时,学生依托创新实验项目在国际会议上公开发表学术论文2篇:《粉磨时间对磷渣粉活性的影响》于2012年11月发表在两岸四地高性能混凝土国际研讨会论文集, *Preparation of Reactive Powder Concrete Having High Volume of Phosphorous Slag Powder and Silica Fume* 于2013年5月发表于 *Advanced Materials Research* 第738卷。

(3)学生掌握了自主学习方法和能力,培养了团队协作精神和能力<sup>[3,10]</sup>。学生在创新实验过程中,逐步学习和掌握解决问题的方法,同时,培养了团队合作精神 and 能力。

## 四、结语

实践教学是高等院校提高学生实践技能,培养其创新能力和职业适应能力的重要手段。土木工程材料实验实行层次化的教学模式,不仅促使学生熟练掌握相关理论知识,补充和深化知识、拓宽知识面,而且通过开设第二层次的创新性实验,还能使学

生较好地把握相关领域的研究热点、研究趋势,熟悉新的实验技术或新方法,更重要的是,逐步培养学生分析和解决问题的能力,有利于培养创新型人才。

以三峡大学“土木工程材料”实验的教学改革为例,将实验教学项目分为基础性实验和创新性实验两个层次,从教学项目的层次化、教学组织与实施、教学方法等方面,阐述了“土木工程材料”实验的层次化教学模式,提出了实现该教学模式长效机制的保障措施,涉及实验项目选题、经费来源、过程化管理、实验室管理制度及实验教学的师资建设等5个方面。

#### 参考文献:

- [1]徐友辉. 建筑材料教与学[M]. 成都:西南交通大学出版社,2007.
- [2]丁铸,孙坤,刘伟,等. 土木工程材料实验教学组织与实施[J]. 实验技术与管理,2008,25(1): 116-118.
- [3]彭艳周,张京穗,朱乔森,等. 土木工程材料实验教学改革的探索与实践[C]//In: Proceeding of 2013 International

Conference on Psychology, Management and Social Science, Advances in Education Research, 2013:71-75.

- [4]杨宁飞,邵晓蓉. 工科验证性实验教学方法的探讨——以土木工程材料实验为例[J]. 高教论坛,2011(2):72-74.
- [5]李旦,赵希文,吴菊花. 以过程为导向的大学生创新性实验计划评价体系研究[J]. 高等工程教育研究,2010(1): 101-104.
- [6]王凯,李立玲,钟金如. 计算机辅助教学在土木工程材料实验中的应用[J]. 华东交通大学学报,2006,23(Z1): 126-127.
- [7]杨医博,刘庆志,施贤真,等. 土木工程材料实验交互式学习课件的研制[J]. 高等建筑教育,2008,17(3): 127-130.
- [8]钟金明. 工科院校创新实验教学体系的建设与探索[J]. 技术与创新管理,2005,26(4): 46-48.
- [9]周合兵,黄晓波,沈文淮,等. 建立大学生创新性实验计划长效机制的实践与探索[J]. 实验室研究与探索,2009,28(8): 4-7.
- [10]温喜宝. 大学生创新性实验计划的开展与研究[J]. 实验室研究与探索,2009,28(4): 5-7.

## Hierarchical teaching mode of civil engineering materials experimentation

PENG Yanzhou, LIU Dongmei, ZHU Qiaosen, YUAN Xiaolu

(College of Civil Engineering & Architecture, China Three Gorges University, Yichang 443002, P. R. China)

**Abstract:** The teaching reform of civil engineering materials experimental in China Three Gorges University was analyzed in this paper. The experimental teaching programs were classified into two levels, the basic experiment and the innovative experiment. The hierarchical teaching mode of civil engineering materials experimentation was introduced from three aspects, the hierarchy of teaching programs, the organization and implementation of experimental teaching and the teaching methods. Moreover, the safeguard measures for long-acting mechanism of this teaching model were put forward, which involved the experiment project selecting, financial supporting, the laboratory management, the process management and the experiment teaching team construction.

**Keywords:** civil engineering materials; experiment teaching; hierarchy; long-acting mechanism; safeguard measures

(编辑 周沫)