

doi: 10.11835/j.issn.1005-2909.2019.02.017

欢迎按以下格式引用:王承鑫,徐龙军,张天伟.“新工科”背景下实验教学改革的探讨[J].高等建筑教育,2019,28(2):101-105.

# “新工科”背景下实验 教学改革的探讨

王承鑫,徐龙军,张天伟

(哈尔滨工业大学(威海)土木工程系,山东威海 264209)

**摘要:**针对当下传统实验中心建设和实验教学模式的不足,以土木工程实验中心及土木工程材料实验课程为例,讨论了“新工科”背景下工程实验中心与传统工程实验中心的差异,提出了建设大型多学科综合实验中心的意见。在实验教学模式改革方面,提出了设置创新型实验课程、实验课程单独设置、提升实验教师教学素质等一系列改革措施,从而提升学生对实验环节的重视程度,培养出更多“新工科”人才,适应社会的快速变革。

**关键词:**新工科;实验教学;土木工程;教学改革

**中图分类号:**G642.423

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2019)02-0101-05

当今世界,新一轮的科技革命正在进行,综合国力的竞争日趋表现为科技的竞争。“一带一路”“中国制造 2025”等一系列重大项目的实施必然要求工程科技人才具备很强的实践能力、创新能力和跨界整合能力<sup>[1]</sup>。因此,工科教育越来越受到重视。同时,社会对传统的人才培养模式也提出了挑战。相对于传统的工科人才,未来社会更需要的是实践创新能力强、具备国际竞争力的复合型“新工科”人才,他们不仅专注某一学科领域,更加具有“学科交叉”的特征;他们不仅能运用已有的知识去解决问题,也有能力学习新知识、新技术去解决一些在社会发展过程中新出现的问题,对未来技术和产业起到引领作用<sup>[2]</sup>。当下对人才提出的新目标定位与需求为“新工科”提供了契机,社会的进步和发展需要“新工科”<sup>[3]</sup>。

统计数据表明,工科在校生数约占全国高校学生总数的 35%左右,这显示出中国社会经济发展对工程科技人才的需求量较大<sup>[4]</sup>。同时,也从侧面印证了在知识经济时代培养工程科技人才的重要性。工程类人才的培养离不开理论与实践,学生在学习理论知识的同时,实践经验越来越受到重视。学生的实践经验获得主要通过实验中心或企业实地学习,而实验教学更容易激发学生的创新

修回日期:2018-05-08

基金项目:国家自然科学基金(51678208)

作者简介:王承鑫(1986—),男,哈尔滨工业大学(威海)土木工程系工程师,主要从事土木工程实验研究,(E-mail) wangchengxin@hit.edu.cn。

思维,这就突出了实验中心对工科类学生的重要性<sup>[5]</sup>。因此,建设一个完善的创新型实验中心对学生的培养及今后的发展尤为重要。

## 一、“新工科”工程实验中心与传统工程实验中心的差异

以哈尔滨工业大学(威海)土木工程专业实验中心为例,实验中心主要承担本科实验教学任务以及少部分的科研任务,实验设备都是本专业的专用实验设备,相对单调,忽视了对学生“学科交叉”的创新能力和实践能力的培养。在这种传统实验教学模式下,难以培养复合型的“新工科”人才,因此,为适应“新工科”背景下的社会需求,必须把实验中心建设提高到重要的地位<sup>[6]</sup>。

“新工科”工程实验中心与传统工程实验中心的差异在于其更加注重对学生“学科交叉”实践能力的培养。整合传统土木工程实验中心、交通工程实验中心及海洋工程实验中心,建设一个全方位的开放实验中心。原因有三:一是交通工程与土木工程本来就有很强的相关性,可激发学生在实验过程中的创新能力,在学科交叉点产生新突破;二是土木工程与海洋工程的结合是当下的研究热点,以此激发学生对新事物的兴趣,研究复杂海洋环境对建筑物的影响,拓展学生对专业认识的宽度及广度;三是建设大型联合实验中心可以节约资金,实现校内资源共享。只有这样才能培养出具备竞争力的复合型“新工科”人才。

## 二、“新工科”背景下实验教学模式改革

围绕“新工科”理念,实验教学需要改进传统的教学模式,培养的人才应更具有创新能力和实践能力,而不是拘泥于本专业、本领域<sup>[7]</sup>。

### (一) 实验教学内容改革

以培养学生的实验创新能力和快速学习新事物的能力为改革目标<sup>[8]</sup>。目前,实验中心开展的土木工程材料实验如表1所示。

表1 基本实验(必修)

实验名称	主要内容	实验类型		
		验证	设计	综合
材料基本性能实验	材料的密度、表观密度、体积密度及孔隙率	√		
水泥实验	水泥标准稠度用水量、凝结时间、体积安定性及强度	√		
混凝土骨料实验	砂石的筛分、砂石的堆积密度	√		
普通混凝土实验	配合比的计算、混凝土拌合物的表观密度、混凝土试块的抗压抗弯强度		√	√
石油沥青实验	沥青针入度、延度、软化点的测定	√		

虽然表1的基本实验<sup>[9]</sup>能加深学生对理论内容的进一步理解,但是学生只是根据教师制定的实验方案操作,忽视了学生创新能力的培养。实验课程应根据实际情况,及时调整教学模式,实现实验课程向设计型、创新型和创造型过渡<sup>[10]</sup>。因此,设计了与海洋工程、交通工程专业等学科相关的创新实验,如表2所示。创新实验的实施流程如图1所示<sup>[11]</sup>。

表2 创新实验(选修)

实验名称	主要内容	实验类型	
		综合	创新
砂浆实验	每组分别加入不同的添加剂,如矿渣、粉煤灰等,最后进行汇总,分析不同添加剂对水泥的影响	√	√
海工混凝土冻渗性能实验	在冻融、硫酸盐腐蚀及氯离子渗透作用下的混凝土性能研究	√	√
沥青导电路面	用沥青作为基本材料,以石墨、碳纤维为拌合物,通电,测试融雪除冰性能	√	√
其他	学生自己设计的较为合理的实验		

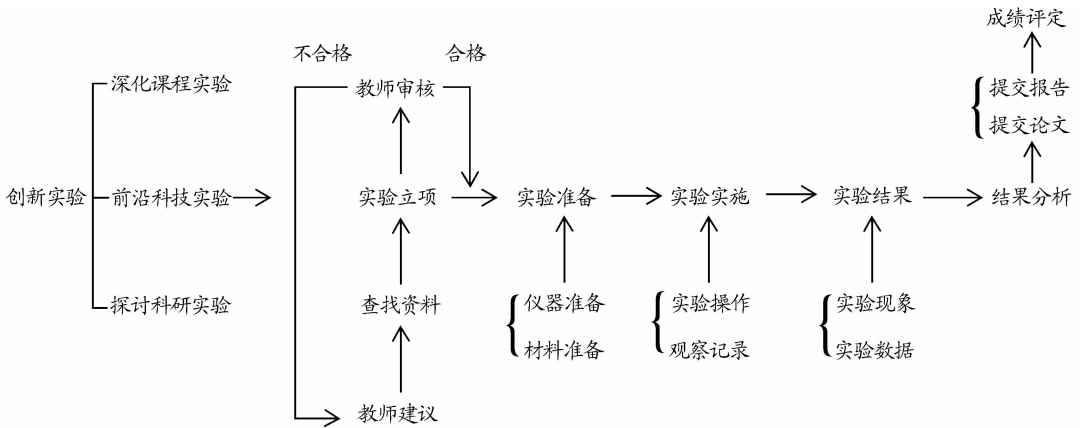


图1 创新实验的实施流程

这类实验在实际的教学过程中取得了良好的效果,学生在实验过程中或实验结束后对实验数据进行分析 and 思考,引导学生在实验中讨论,培养了学生的科研创新能力,学生在各类重大赛事中屡获佳绩。

## (二) 实验教学方式改革

实验课程在高校中多为附属性课程,实验课程的考核计入学生课程总成绩,占20%左右。据资料显示,国内10所高校土木工程材料实验单独设置的情况<sup>[12]</sup>如表3所示。

表3 各高校土木工程材料实验课程设置情况

序号	学校	学院	单独设课
1	清华大学	土木水利学院	是
2	浙江大学	建筑工程学院	是
3	重庆大学	土木工程学院	是
4	哈尔滨工业大学	土木工程学院	否
5	上海交通大学	船海与建工学院	否
6	中南大学	土木建筑学院	否
7	吉林大学	建筑工程学院	否
8	青岛理工大学	土木工程学院	否
9	山东科技大学	土木建筑学院	否
10	鲁东大学	土木建筑学院	否

以上10所高校中土木工程材料实验单独设课的仅有3所,占比较少,全部为重点高校。单独设课有助于实验教学水平的提高,引起学生对实验的重视,培养学生的实践能力和创新能力。

### (三) 实验教学方法改革

传统的实验教学是实验教师讲解实验原理及操作步骤后让学生开始动手操作实验,在实验操作过程中遇到不明白的问题及时向教师询问,最终在教师的指导和学生的具体操作下完成实验。这种教学方式无法调动学生的实验兴趣和主观能动性,在实验教学中采用“翻转课堂”的教学模式,让学生先去自主学习,在实验课上只讨论一些问题,亦可以在实验课上随机选择学生讲解本次的实验内容,教师只给予指导。这样更能提高学生的实验兴趣,加深对实验的理解。

### (四) 实验考核方式改革

至于考核方面,以往的实验考核方式基本以最后提交的实验报告为主,而实验往往是分组完成,组内的实验数据、实验结果相同,无法区分学生是否认真参与了实验,没有必要的区分度会挫伤认真做实验学生的积极性<sup>[13]</sup>。考核方式应改为卷面考试和实验报告或论文提交相结合的方式,分别占一定的比例。卷面考试应为闭卷考试,主要考察学生对所做实验的实验原理、实验步骤及实验仪器的掌握,同时,也可在卷面上出一些创新性的题目,让学生自己设计实验,教师最后批卷,给出合理的分数。对于无法出试卷的实验科目应让学生考试时随机抽取一个实验,自己独立完成,最终考试成绩应为抽考实验成绩与平时实验报告相结合。

## 三、“新工科”背景下实验教师队伍建设

在实验教学过程中,实验教师的水平尤为重要。因此,实验教学改革必须建设一支高素质的实验教师队伍。

### (一) 加强实验教师本身的实践能力

高校实验教师一般具有较高的理论水平,但是与实践结合的能力往往欠缺。只有经常深入企业考察学习才能真正了解企业的需求,这样才能在以后的实验教学中有所改变和创新,紧跟时代步伐,改变实验教学模式和方向,面向企业的重大需求着重培养学生的实践和创新能力<sup>[14]</sup>。以土木工程专业为例,只有到企业中深入了解当下施工的新方法、新工艺、新理念,才能按照当下的新方式做实验,以便培养学生的实践能力,以后更好地适应工作<sup>[15]</sup>。

### (二) 加强相关实验教师之间的交流

实验教师应多与本校相关专业实验教师交流,着重交流学科交叉点的知识。土木工程专业和交通工程专业的实验教师可交流一些实验教学的心得体会,针对学科交叉点共同设计一些创新型实验,以便两个专业共同开展,激发学生的实验兴趣,培养学生多学科的专业实践技能。同时,学校的实验教师应与兄弟院校相同专业的实验教师多交流,学习先进的经验。比如,哈工大(威海)土木工程专业的实验教师应多同哈工大本部土木工程专业的实验教师进行交流,也可同其他兄弟院校土木工程专业实验教师进行交流,参观兄弟院校的实验室,学习先进的教学经验及实验室管理经验,取长补短。

### (三) 提升实验教师的科研水平

实验教师应积极主动参加科研课题研究和实验工作,不断提升自己的科研水平和教学能力,把握当下的学科前沿问题,更好地为实验课程服务,进而为实验教学创新、激发学生创新能力等做出贡献。

## 四、结语

在“新工科”背景下,实验中心建设和实验教学改革是培养学生实践能力和创新能力的重要环

节。建设跨学科综合实验中心、建设更加完善的实验课程体系、提升实验教师教学能力,才能培养出新形势下国家需要的复合型人才。

#### 参考文献:

- [1] 贾保敏,孔维宾. “新工科”背景下应用型本科高校实验教学探索[J]. 福建电脑,2017,33(6):81,85.
- [2] 吴爱华,侯永峰,杨秋波,等. 加快发展和建设新工科 主动适应和引领新经济[J]. 高等工程教育研究,2017(1):1-9.
- [3] 唐强,潘玲玲. 新工科复合型创新人才培养的思考与建议[J]. 教育观察,2017,6(23):55-56
- [4] 吴开俊,吴志标. 工科人才需求与高校人才培养协调发展研究——以广州地区为例[J]. 科技管理研究,2016,36(22):66-71.
- [5] 刘明贵. 实践教学在应用型本科高校人才培养中的地位和作用[J]. 高等农业教育,2010(2):6-9.
- [6] 张明高,齐建国,刘瑞,等. 加快实验室改革与建设,创建实验新体系[J]. 实验技术与管理,2003,20(6):1-4,7.
- [7] 牛田新. 土木工程专业实验教学改革探索与实践[J]. 科技风,2017(2):81.
- [8] 杨文志. 强化实验教学培养学生工程实践和创新能力[J]. 科技资讯,2015,13(32):159-160.
- [9] 温小栋,车金如,殷顺湖,等. 卓越计划背景下土木工程材料实验教学改革[J]. 宁波工程学院学报,2014,26(4):92-96.
- [10] 张长清,金康宁. 土木工程材料创新实验教学改革的探讨与实践[J]. 高等建筑教育,2003,12(4):73-75.
- [11] 牛龙龙,张士萍,徐奋强,等. 基于实践创新能力的《土木工程材料》开放性实验教学探究[J]. 科技创新导报,2017,14(28):226-228.
- [12] 金南国,钱匡亮,孟涛. 高校土木工程材料实验教学单独设课的探讨[J]. 实验室研究与探索,2009,28(9):111-112,116.
- [13] 何兴华. 构建实验成绩评价体系的实践与探索[J]. 华北科技学院学报,2009,6(2):87-89.
- [14] 杨懋,张海军. 构建高校青年教师赴企业锻炼实践能力的有效机制[J]. 卫生职业教育,2014,32(2):16-17.
- [15] 王春英. 土木工程类教师实践能力的培养与考核[J]. 创新与创业教育,2013,4(5):38-39.

## Discussion on experimental teaching reform under the background of emerging engineering education

WANG Chengxin ,XU Longjun ,ZHANG Tianwei

(Department of Civil Engineering , Harbin Institute of Technology Weihai, Weihai 264209, P. R .China)

**Abstract:** According to the traditional experiment center construction and experimental teaching mode, taking civil engineering experiment center and civil engineering materials experiment as an example, discusses the difference between the experiment center under the background of emerging engineering education engineering and traditional engineering experiment center, puts forward the construction of large multi-disciplinary comprehensive experiment center. In terms of the reform of experimental teaching mode, a series of reform measures such as setting up innovative experiment courses, setting up experimental courses and improving the teaching quality of experimental teachers are put forward. In this way, the students should pay more attention to the experiment and cultivate more talents of emerging engineering education and adapt to the rapid change of society.

**Key words:** emerging engineering education; experimental teaching; civil engineering; teaching reform

(责任编辑 周沫)