

doi: 10.11835/j.issn.1005-2909.2019.01.018

欢迎按以下格式引用:张武满,张迎晨.基于设计性试验提升本科生自主创新能力——以土木工程材料实验课程教学改革为视角[J].高等建筑教育,2019,28(1):106-109.

基于设计性试验提升 本科生自主创新能力

——以土木工程材料实验课程教学改革为视角

张武满, 张迎晨

(北京航空航天大学 交通科学与工程学院, 北京 100191)

摘要:实验教学是土木工程材料课程的重要环节,对学生掌握课程的理论知识、深刻理解材料性能具有极其重要的作用。根据课程特点,基于设计性试验,以设计性、综合性及创新性试验为主,验证性实验为辅,建立试验与实际工程相结合、试验与专业设计大赛相结合的多元化人才培养体系。通过实施开放与弹性的实验室管理制度,逐步提高学生的自主创新能力,以及分析和解决实际工程问题的能力。

关键词:土木工程材料;设计性试验;自主创新能力;实验教学

中图分类号:G642.423;TU5

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2019)01-0106-04

土木工程材料课程是土木工程相关专业的一门专业基础课,具有较强的理论性、综合性与实践性,以及多学科交叉渗透的特点。通过对该课程的学习,要求本科生掌握主要土木工程材料的用途、性质、制备方式和使用方法,以及检测并控制材料质量的方法^[1-2]。该课程还可以为本科生后期的专业课程学习提供理论及相关的专业基础知识,并为其今后从事专业技术工作提供必要的基础理论和技能训练,以在实际工作中做到合理、正确地选择材料,从而保证工程的质量。

一、实验教学中存在的问题

实验教学作为土木工程材料课程的关键教学环节,具有极其重要的作用。在以往的教学过程中,实验教学环节形式较为单一,内容多为验证性实验。验证性实验是教师预先设计实验内容和实验方案,并安排好所需的设备和材料,然后学生运用所学知识按照规范化的步骤,或指导教师给出的实验步骤进行操作,对一些现象进行验证的过程。一般而言验证实验的结果在实验前就已知或可预知其基本规律^[3]。如混凝土配合比实验,学生按混凝土配合比计算步骤获得初始配合比,然后

修回日期:2018-05-08

基金项目:2016-2017年北京航空航天大学教改项目

作者简介:张武满(1978—),男,北京航空航天大学交通科学与工程学院副教授,博士,主要从事混凝土耐久性相关研究,(E-mail)

wmzhang@buaa.edu.cn

在实验室称取相应物料,放入搅拌机搅拌后验证混凝土的和易性,成型立方体试件标准条件下养护28天后验证混凝土强度等级。验证实验教学中学生主动学习的积极性不高,不利于培养学生的自主创新能力,以及分析和解决实际工程问题的能力^[4-5]。

此外,验证性实验内容未能与实际工程和教师科研项目有机结合^[6-7],实践性不够。随着土木工程新技术和新材料的不断涌现,土木工程材料的性能有了本质的提高,如高强混凝土、高性能混凝土、泵送混凝土等。但目前实验教学还只停留在普通混凝土的配合比设计上,与实际应用的混凝土已严重脱节,急需紧密结合实际工程与科研热点完善实验教学。

针对这一问题,经过多年的实验教学探索,目前已形成了基于设计性试验,以设计性、综合性及创新性试验为主,验证性实验为辅,将试验与实际工程相结合、试验与专业设计大赛相结合的多元化培养体系。设计性实验是预先给定实验目的,在一定实验条件和范围内,学生根据实验原理设计实验方案,最终完成实际操作,并不断根据实验结果优化实验方案,经过反复实验操作,直至达到实验目的^[8]。设计性实验的结果在实验前可预知基本规律或不可预知。

二、基于设计性试验构建实验教学的多元化培养体系

(一) 教学内容与实际工程、科研项目相结合,激发学生学习兴趣

一是聘请具有丰富工程经验的专家为学生授课,使学生对该领域目前的研究热点、未来发展方向以及实际工程问题有较清楚的认识。加强对校外实习、实训基地的建设,引导学生学会发现和分析实际工程中可能面临的问题,并寻求解决的途径。在实验教学环节组织学生到施工工地,认识并了解各种土木工程材料,增强课程内容的趣味性,提高学生的学习积极性。

二是在教学过程中及时将相关领域的最新发展信息介绍给学生,同时引导学生积极参与相关科研工作,激发他们探索专业理论知识的兴趣。可将相关教师在土木工程材料领域的科研课题介绍给学生,鼓励学生加入课题组,利用课余时间参加实验室的科研项目,帮助学生加深对土木工程材料理论的理解。

(二) 自主设计性与综合性试验相结合,增强学生自主学习能力

土木工程材料课程实验教学的根本目的是培养学生自主创新能力与工程实践能力^[9]。以往的实验教学主要以验证性和演示性实验来验证理论,这种模式往往导致学生对理论生搬硬套,而且影响学生自主学习的兴趣。将实验教学调整为设计性与综合性相结合的试验,并加强实验室的开放程度^[10],让学生可以在有创新想法时,能及时走进实验室开展研究,这样既能提高实验教学的质量,又能增强学生的自主学习能力^[11]。

(1) 积极研究并改进实验教学的内容和方法,使实验项目更具创新性、可操作性。增加设计性试验与综合性试验相结合的教学内容,进一步规范实验任务和要求。实验室为学生提供试验原材料和实验设备,要求学生根据所学的理论知识,独立设计实验方案、完成试验操作、分析试验数据,并加以总结,最终形成试验报告,在此过程中引导学生深入思考和讨论。

(2) 土木工程材料具有极强的可塑性和自然朴素之美,教学中对当前的热点应用以及新型材料如透水混凝土、清水混凝土、透光混凝土等,只明确总体性能要求和试验目标,充分发挥学生自身的想象力,以及信息时代的优势,基于现有的材料和试验手段,引导学生深入讨论积极探索,并确定试验方案,弱化指导教师的作用,充分激发学生的主观能动性。

(三) 相关试验与专业设计大赛相结合,增强学生的创新意识

专业设计大赛是衡量学生综合能力的平台之一,将土木工程材料课程试验内容与专业设计大

赛目标相结合,通过课程试验完成设计大赛的任务和目标,并以此为基础设计综合性试验,充分发挥学生的聪明才智,逐步增强其创新意识和能力。以实验教学为基础指导学生参加专业设计大赛,通过比赛让学生将理论与实践相互融合,将所学知识应用到实际中。

(1)举办校内混凝土设计大赛,推荐并指导在校内比赛中脱颖而出的学生参加北京市大学生混凝土设计大赛,配合课程内容将实验教学与专业设计大赛相结合。通过参加混凝土设计大赛,由实践带动理论学习,进一步加强学生对混凝土配合比、力学性能等知识的研究,再由理论学习推进实践的开展,切实提高学生理论和实践水平。

(2)鼓励学生组建创新团队,申报与土木工程材料课程相关的大学生创新创业训练项目,在教师的指导下主动走进土木工程材料实验室,完成课题试验,通过课题实践加深对课程理论的认识,引导学生对相关领域知识的自主学习,提高学生的科研能力,增强学生的自主创新意识和能力。

三、案例分析

为了解决城市内涝问题,避免“城中看海”,并落实“十三五”规划中的绿色理念,国家提出了海绵城市概念。这一城市建设工作带来对透水混凝土需求的明显增加,对其性能的提升也尤为急迫。针对这一实际问题,笔者授课过程中邀请行业内的知名专家介绍国内最大的透水混凝土广场:奥林匹克国家森林公园高强透水混凝土工程。该工程是海绵城市建设的样板,部分创新理念颠覆了有关混凝土砂率的传统概念。因为课程理论一直强调砂率对于混凝土的重要性,然而,通过剔除混凝土中的细骨料,采用零砂率配制透水混凝土就能满足特殊工程的需要,这样一来学生对混凝土的多样性、砂率的概念就有了更完整的认识。

基于透水混凝土的基本性能,设定拌合物坍落度 10 mm-50 mm、硬化混凝土强度 C20、透水性不小于 1 mm/s 的实验目标。学生通过查阅资料确定配合比设计原则,即不使用细骨料,1 m³ 透水混凝土的质量应为粗骨料的紧密堆积密度和单方水泥用量及水用量之和,大约为 1 600 kg—2 100 kg,可初步确定透水混凝土的配合比(表 1)。

表 1 透水混凝土配合比及目标孔隙率

水泥(kg/m ³)	水(kg/m ³)	碎石(kg/m ³)	水灰比	目标孔隙率
452	158	1 553	0.35	14%
385	135	1 553	0.35	17%
319	112	1 553	0.35	20%
253	89	1 553	0.35	23%

透水混凝土试件外观见图 1。由图 1 可知,配制的透水混凝土在试件底部出现不同程度的沉浆,从而影响透水性能。根据实验结果,学生总结分析出现以上结果的原因,并提出采用不同振捣时间、不同投料顺序的优化方案,最终配制出满足性能要求的透水混凝土。

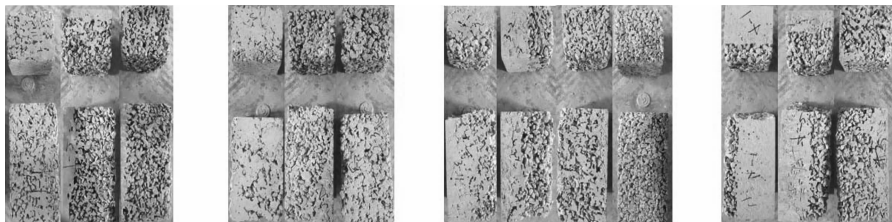


图 1 透水混凝土试件外观

通过该试验,学生充分认识到实际工程对透水混凝土的基本要求,激发了学生学习土木工程材

料课程的热情。实验课程总结也充分发挥大家的积极性和想象力,引导学生对实现透水混凝土的技术途径展开大讨论,以切实提升学生的自主创新意识和能力。

四、结语

通过土木工程材料实验教学改革,构建基于设计性试验,以设计性、综合性及创新性试验为主,验证性实验为辅,将试验与实际工程相结合、试验与专业设计大赛相结合的多元化人才培养体系;通过实施开放与弹性的实验室管理制度,提高学生对土木工程材料课程试验的兴趣,增强学生的自主学习能力,切实提高学生的自主创新能力,以及分析和解决实际工程问题的能力。

参考文献:

- [1] 吕恒林,周淑春,吴元周. 土木工程材料课程实验教学改革探讨与实践[J]. 高等建筑教育, 2006, 15(4): 90-92.
- [2] 高俊丽. 国外土木工程材料实验课教学特点及其对我国的启示[J]. 高等建筑教育, 2014, 23(6): 50-53.
- [3] 曾新,何瓦特. 验证性实验教学方法探讨[J]. 实验科学与技术, 2018, 16(2): 134-137.
- [4] 黄显彬,邹祖银,廖曼,等. 土木工程材料课程试验与创新——以水泥混凝土抗渗试验为例[J]. 高等建筑教育, 2017, 26(2): 119-123.
- [5] 覃荷琰,邢心魁. 突出工程能力和创新能力培养的土木工程专业实践教学体系[J]. 高等建筑教育, 2017, 26(3): 86-90.
- [6] 徐方,朱婧,顾功辉. 《土木工程材料》实验课程研究型教学方法分析与实践[J]. 教育教学论坛, 2018(12): 279-280.
- [7] 倪振强. 普通高校土木工程材料实验教学探索[J]. 高等建筑教育, 2017, 26(2): 115-118.
- [8] 张春华. 设计性实验的基本设计方法[J]. 沧州师范学院学报, 2018, 34(1): 92-98.
- [9] 狄娜. 土木工程材料实验教学改革问题[J]. 黑龙江科学, 2016, 7(19): 102-103.
- [10] 门进杰,史庆轩,钟炜辉,等. 土木工程专业改革与建设实践[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(5): 31-35.
- [11] 耿飞,解建光,桂敬能,高培伟,周利睿,李进. 菜单式开放性土木工程材料课程的实验教学平台构建[J]. 高等建筑教育, 2018, 27(2): 103-105.

Improving the independent innovation ability of undergraduates based on designable experiments: the reform of experimental teaching in civil engineering materials

ZHANG Wuman, ZHANG Yingchen

(School of Transportation Science and Engineering, Beihang University, Beijing 100191, P. R. China)

Abstract: Experimental teaching is a very important part in the course of civil engineering materials. It plays an extremely important role in mastering the theoretical knowledge and deeply understanding the material properties. According to the characteristics of the course, a diversified training system based on designable experiment is constructed, with designable, comprehensive and innovative experiments as the main content, and verification experiments as the supplement, to combine experiments with practical engineering and professional design competition. An open and flexible laboratory management system is used to match the reform plan. Students' independent innovation ability and ability to analyze and solve practical engineering problems are gradually improved.

Key words: civil engineering materials; designable experiment; independent innovation ability; experiment teaching