

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2020.03.019

欢迎按以下格式引用:孔纲强,刘汉龙,沈扬,等.基于科研资源的路基工程课程设计实践教学探索[J].高等建筑教育,2020,29(3):145-151.

基于科研资源的路基工程 课程设计实践教学探索

孔纲强¹,刘汉龙²,沈扬¹,文磊¹,闵凡路¹

(1. 河海大学 岩土力学与堤坝工程教育部重点实验室,江苏 南京 210024;2. 重庆大学 土木工程学院,重庆 400045)

摘要:路基工程课程设计是交通工程、土木工程等本科专业的重要专业必修课程。文章在分析河海大学路基工程课程设计教学现状与存在问题的基础上,结合并利用岩土力学与堤坝工程教育部重点实验室和岩土工程国家首批重点学科的科研资源,提出“科研—实验—教学—工程”四位一体的课程教学方案,构建路基工程课程设计实践教学模式,并初步探索推进实践教学的具体措施,促进相关专业学生对路基工程有更深层的认知与理解,提高学生的专业综合素养和创新能力。

关键词:路基工程;课程设计;实践教学;科研资源;教学探索

中图分类号:G642.44;U416.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2020)03-0145-07

随着交通工程、土木工程的快速发展,相关从业人员的职业标准在逐渐提高,相应地对高校人才培养也提出了新的更高的要求^[1]。传统单一的理论知识教学模式已难以满足日益发展的学科要求,新形势下应通过理论知识的教学、科学问题的具体研究和工程实践的完美结合,引导学生灵活运用所学知识解决工程问题,着力培养学生的实践能力和创新能力^[2-3]。路基工程课程设计是交通工程、土木工程等本科专业的专业必修课程,不仅涉及的专业知识多,而且工程实践性强。目前路基工程课程设计存在工程实践教学环节较薄弱、相关设计课题与工程实际脱节等问题。实践教学作为理论知识与工程设计相结合的最重要环节之一,不仅有利于学生掌握理论知识,而且也有利于提高学生的综合素质,培养学生良好的工程意识和实践能力^[4-5]。因此,应着力强化实践教学,推进实践教学的改革探索。

新形势下,高校人才培养应依托优势科研资源,充分发挥优势学科科研资源的作用,将教学内容与单位科研资源或实际工程案例相结合,优化教学方法与教学形式,进一步提高教学质量,实现

修回日期:2020-02-29

基金项目:国家级新工科研究与实践项目;江苏省高等教育教改研究立项课题(2017JSJG029)

作者简介:孔纲强(1982—),男,河海大学土木与交通学院教授,博士生导师,主要从事能源地下结构、透明土试验技术研究,(E-mail) gqkong1@163.com。

新工科内涵建设和“一流学科”建设目标^[6-8]。本文在分析河海大学路基工程课程设计教学现状与不足的基础上,依托河海大学岩土力学与堤坝工程教育部重点实验室和国家首批岩土工程重点学科等两个优势学科平台,提出“科研—实验—教学—工程”四位一体的课程教学方案,构建路基工程课程设计实践教学新模式,并初步探索推进路基工程课程设计实践教学的具体措施。旨在激发学生对交通工程、土木工程等专业课程学习的兴趣,提高学习效率和教学效果,促进学生对路基工程有更深层次的认知与理解,提高学生的专业综合素养和创新能力。“科研—实验—教学—工程”四位一体的教学方案,既能满足重点实验室科研与社会服务功能需求,充分发挥优势科研资源的作用,又符合本科生实践教学与人才培养要求。

一、教学现状与存在的不足

(一) 学生缺乏独立思考与提问能力

在传统教学模式的长期影响下,学生已习惯被动接受知识,被动跟随教师的讲授思路,不主动参与知识点系统的构建,学生自身的探索能力和思维能力未能充分激发,以致逐渐失去独立思考与提问能力。笔者在河海大学路基工程课程设计教学中,采用“布置任务—学生思考—问题反馈—答疑解惑”等多种组合形式,鼓励学生积极思考、主动思考,但是发现学生学习比较被动,缺乏主动思考和提问能力。

(二) 与交叉课程之间的衔接不够

路基工程课程设计主要涉及交通工程(一般指公路)、铁道工程、机场工程等专业知 识,是在完成材料力学、工程地质以及土力学或岩石力学等课程学习的基础上开设的专业必修课程。根据笔者近10年路基工程课程设计指导情况来看,由于与交叉课程之间的衔接不够,许多学生在路基工程课程设计时往往遗忘前续课程知识,需要教师对相关知识进行适当回顾和点拨,学生才能理解和掌握。

(三) 课程设计与实验、实践教学联系不紧密

开展实验与实践教学,提高学生创新能力是人才培养尤其是应用型人才培养的核心和灵魂^[9]。实验教学需要投入较多的经费,实践教学不仅涉及较多经费的投入,而且需要对接实际工程单位。

路基工程课程是路基工程课程的拓展和延伸,也是理论知识运用于实践的重要环节。然而,目前路基工程课程设计与路基工程实验教学、实践教学常常脱节,教学中没有引入科研资源和现场试验等。此外,目前课程设计的主要形式仍然是学生基于给定的工程背景进行相关设计、计算,仅局限于理论知识的消化、吸收,并未涉及具体的实际工程,课程设计的实践性不足。没有良好的实验教学和实践教学作支撑,学生对路基工程课程设计的相关内容比如挡土墙、公路路基、铁路路基等认识模糊,难以提高课程设计的教学效果,无法达到新工科人才培养的目标。

二、校内实践教学平台的搭建与实践

工程教育应面向工程实践。高校实践教学环节目前主要是课程设计和野外实习。河海大学基于科研资源搭建校内实践教学平台,将实验教学、专业实践教学开放平台、虚拟仿真模拟实践教学平台以及中试实验教学基地等四部分相结合,进一步优化校内实践教学。

(一) 基于科研资源提炼实验教学案例

近年来,河海大学岩土力学与堤坝工程教育部重点实验室和国家首批岩土工程重点学科平台,

在高速铁路/高速公路等路基工程方面开展了系列科研工作,设计桩承式路堤静/动力响应大比尺模型试验系统、交通荷载下路基土体静/动力特性循环扭剪仪等,承担国家自然科学基金高铁联合重点基金项目等 10 多项科研项目,取得了系统性研究成果。

1. 教学观摩

在路基工程课程设计开始之前,组织学生参观科研试验平台(案例 1),介绍操作过程以及相关科研成果对路基工程设计与施工的指导意义。

案例 1:高速铁路桩承式路堤动力响应模型试验系统

依托京沪高速铁路桩—筏复合地基工程,参照《高速铁路设计规范》(TB10621-2009),设计河海大学高速铁路/高速公路桩承式路堤静/动力响应大比尺模型试验系统。大比尺模型试验系统主要包括模型槽、加载系统、采集系统等几个部分;模型槽尺寸 5 m×4 m×7 m(长×宽×高),是国内最深的模型槽之一;电液伺服动态作动器配合控制系统,可输入高速铁路列车典型“M”型波等,最高响应频率可达 30 Hz;无砟轨道 X 形桩—筏复合地基模型试验示意图和无砟轨道路堤模型试验实物图分别如图 1 和 2 所示^[10]。

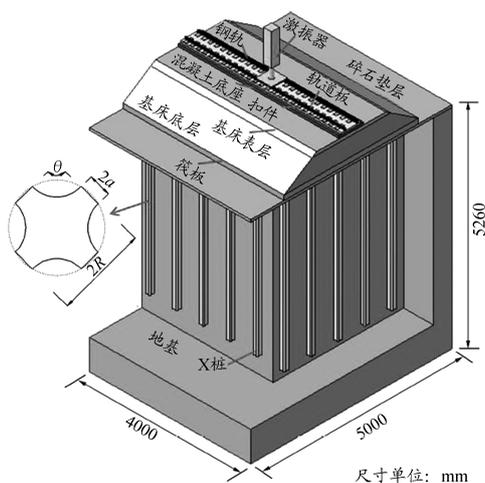


图 1 无砟轨道 X 形桩—筏复合地基模型试验示意图



图 2 无砟轨道路堤模型试验实物图

2. 实验教学

根据科研试验平台的研究经验和成果积累,借助大学生创新创业训练等项目,在为研究生提供空心圆柱扭剪仪科研实验的同时,也向本科生免费开放实验教学,供学生实验操作练习与学习(案

例2)。

案例2: 交通荷载下路基土体静动力特性土工试验系统

通过自定义波输入,空心圆柱扭剪仪可以实现交通荷载下心形线应力路径(图3)^[11],考虑主应力轴连续旋转,对路基土体的变形与稳定性开展试验研究,为路基工程设计中的土体变形控制标准(临界动应力水平)提供参考依据。

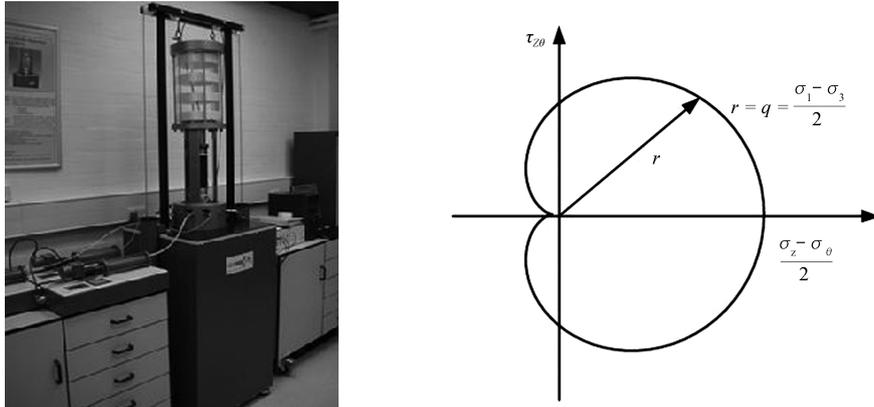


图3 空心圆柱扭剪仪及列车荷载心形应力路径简图

(二) 搭建专业实践教学开放平台

(1)结合科研试验搭建专业实践教学开放平台。依托国家自然科学基金、教育部重点实验室开放基金等经费支撑,开展科研试验工作;依托已完成的透明土试验技术平台(案例3:基于透明土材料的可视化试验技术),进行优化设计和改造,搭建专业实践教学开放平台,为本科生路基工程课程设计的教学与实践提供技术条件。

案例3: 基于透明土材料的可视化试验技术

将透明固体颗粒材料和孔隙液体相混合,当两者折射率一致时,混合物整体呈透明状,即人工合成透明土材料,利用该材料可以模拟天然饱和土体。研究表明,人工合成透明土材料与天然土体材料的物理力学特性相似,可以通过透明土材料模拟天然土体,并初步探讨模拟天然冻土等材料的可能性^[12]。基于人工合成透明土材料和PIV技术,可以实现土体内部非嵌入式位移场、渗流场以及温度场的可视化观测。近年来,河海大学岩土力学与堤坝工程教育部重点实验室的透明土试验技术平台,在土木工程、水利工程、采矿工程等领域的科研试验和实践教学获得推广应用(图4)。

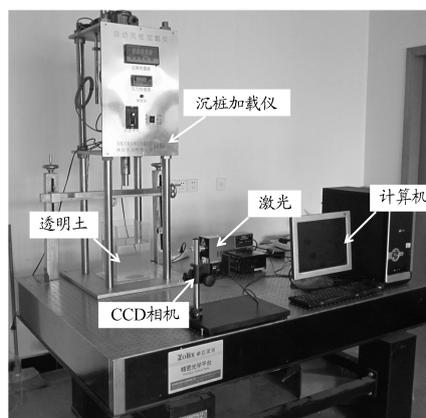


图4 透明土试验技术装置图

(2)制定专业实践教学开放平台使用指南、注意事项、安全守则、预约制度和收费标准等规章制度,为开放共享提供依据。

(3)实现资源共享、优势互补。实验平台开放共享,提高资源利用率是高等院校实践教学体系改革的重要内容之一。首先,实现校内不同专业、不同院系的实验室资源共享;其次,实现同城或同行业领域高校、科研院所之间资源的共享;最后,实现全国乃至全球范围内的资源共享。比如,依托国家自然科学基金高铁联合重点基金项目完成的高速铁路桩承式路堤动力响应大比尺模型试验系统专业实践教学平台,先在河海大学交通工程、土木工程专业,后在水利工程、地质工程等专业开放共享,再向南京同城的南京大学、东南大学,以及同行业的华北水电大学、三峡大学等高校相关专业的本科生开放共享,最后向全国相关专业的本科生开放共享。

(三)建立仿真模拟实践教学平台

以建筑信息模型(Building Information Modeling, BIM)技术为核心,以Abaqus、Comsol等有限元分析软件为工具,建立路基工程BIM模型,将路基工程受力特性仿真分析、施工全过程模拟以及成本控制等有效结合。

以计算机、互联网等硬件环境为依托,以绘图软件(AutoCAD等)、虚拟现实系统(VR)、增强现实系统(AR)和混合现实系统(MR)等软件为载体,建立路基工程虚拟仿真实验室。结合运用Abaqus、Comsol等数值分析软件,为本科生实践教学搭建仿真模拟实践教学平台。依托路基工程BIM实验室,将BIM技术引入路基工程课程设计教学与工程实践,为进一步推进课程设计与实践教学的结合打下坚实基础。

(四)打造中试实验教学基地

以河海大学岩土工程首批国家重点学科为依托,在岩土力学与堤坝工程教育部重点实验室平台上,孵化新型桩基复合地基技术(如现浇X形桩、扩底楔形桩、加筋碎石桩等)与新型地基加固技术(如化学电渗法、淤泥就地固化技术等),为教师、研究生相关科研生产工作提供中试实验条件,也为相关专业本科生现场学习提供实践机会。比如,笔者依托主持的国家自然科学基金面上项目“振动沉桩过程及化学电渗法—现浇X形桩加固软基透明土模型试验研究”,研发新型透明土材料及试验技术系统(图4),并开展科研试验,验证孵化专利技术加固高速铁路/公路路基的可行性。科研试验完成后,将其改造为中试实验教学基地,开展国家级本科生创新创业训练项目“人工合成透明土孔隙流体的试验研究”,并获得优秀结题。

三、建立校外实践实习基地教学平台

校外实践实习基地(校企协同育人平台)由学校与有关企事业单位、科研机构共同建立,旨在借助企业的人才、技术、设备资源优势为教学服务,为学生提供参观、企业实习、毕业设计实习的实践场所,建立校外实践实习基地教学平台。

(一)建立健全校外实践教学基地管理体制

(1)建立校企合作组织协调机制,制定规范化、程序化的管理制度,明确校企合作组织机构、运行模式以及合作期限等。

(2)结合企业具体工程项目进度和路基工程课程设计教学进展,校企共同协商制定校外实践教学计划 and 实施方案,共同应对实践教学过程中可能遇到的问题。

(3)加强实践教学师资队伍的建设,鼓励校内教师从事实践实习教学工作,积极吸纳实践教学基地单位的技术工程人员担任实践教学教师,建设一支业务精湛、乐于奉献的实践教学师资队伍,为学生实践实习提供强有力的师资支撑。

(二) 创新校企协同育人平台实践教学模式

“产学合作、协同育人”,校企协同育人是校外实践实习基地教学平台建设的核心宗旨。实践教学应将路基工程课程理论知识与实际工程案例相结合,在实际工程案例的讲解分析中有针对性地帮助学生巩固和消化理论知识。

(1)加强校外实践教学基地规范化与动态化建设。一方面基地建设要规范化、标准化,以满足每年不同学生的培养需求,保证培养质量;另一方面结合实际工程项目特点和进度,保证校外实践教学基地的动态化建设。

(2)充分调动学生学习积极性和主动性。围绕具体实际工程案例,通过企业工程师的讲解、实地参观体验、教师知识点的解答等,引导学生亲身体验实际路基工程案例的勘察、规划、设计、施工、检测与监测、维护等工程设计、施工全寿命周期。

(3)采用以个人作业和小组共同承担实习任务相结合的考核形式,让每位学生在实习中都有事情可做,培养学生的团队合作精神和意识,充分调动学生的实践实习积极性,避免“出工不出力”或“滥竽充数”的现象。

四、结语

本文以河海大学为例,分析路基工程课程设计的教学现状与存在的主要问题,结合优势科研资源,提出“科研—实验—教学—工程”四位一体的教学方案,创建路基工程课程设计实践教学新模式,介绍了路基工程课程设计实验教学、校内实践与校外实践教学的具体措施,将科研资源融入课程教学内容,使路基工程理论知识讲授、实践实习与课程设计有机融为一体,帮助学生深化对路基工程的理解与认识,培养学生发现问题、分析问题与解决问题的综合能力。

参考文献:

- [1]张俊平,禹奇才,童华炜,等. 创建基于大工程观的土木工程专业人才培养模式[J]. 中国高等教育, 2012(6):27-29.
- [2]苏成,王湛,陈庆军,等. 培养土木工程卓越工程师的实践教学模式探索[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(12):14-17.
- [3]张婷,邵焱然,谢怡云,等. 构建创新型实验室 培养创业型卓越工程师[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(5):226-228.
- [4]陈建峰,陈宝成,石振明,等. 岩石力学数字实验教学平台建设[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(6): 120-123.
- [5]王圣程,禄利刚,张朕,等. 基于科研资源的土木工程材料实验教学拓展探索[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(4): 199-202.
- [6]刘宗辉,周东,胡旭,等. 岩石力学多层次实验教学体系建设探索[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(5): 140-143.
- [7]何碰成,王斌楠,黄文豪,等. “双一流”建设视角下高校实验室综合改革的策略与路径[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(12): 261-263, 274.
- [8]张海峰. “双一流”背景下的一流实验室建设研究[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(12): 6-10.

- [9] 刘卫东, 李丽民. 土木工程专业路基路面检测技术课程教学改革[J]. 湖南科技学院学报, 2016, 37(10): 93-95.
- [10] 刘汉龙, 孙广超, 孔纲强, 等. 无砟轨道 X 形桩—筏复合地基动土压力分布规律试验研究[J]. 岩土工程学报, 2016, 38(11): 1933-1940.
- [11] 沈扬, 陶明安, 王鑫, 等. 交通荷载引发主应力轴旋转下软黏土变形与强度特性试验研究[J]. 岩土力学, 2016, 37(6): 1569-1578.
- [12] 孔纲强, 周杨, 刘汉龙, 等. 新型透明黏土制配及其物理力学特性研究[J]. 岩土工程学报, 2018, 40(12): 2208-2214.

Practice teaching exploration on subgrade engineering course design based on scientific research resources

KONG Gangqiang¹, LIU Hanlong², SHEN Yang¹, WEN Lei¹, MIN Fanlu¹

(1. Key Laboratory of Ministry of Education for Geomechanics and Embankment Engineering, Hohai University, Nanjing 210024, P. R. China;

2. College of Civil Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, P. R. China)

Abstract: Subgrade engineering course design is one of the most important compulsory courses for undergraduate majors, such as, transportation engineering and civil engineering, etc. The teaching status and the main problems of the subgrade engineering course design in Hohai University are pointed out. Based on the scientific research resources of the Key Laboratory of Ministry of Education for Geomechanics and Embankment Engineering and the first batch of national key disciplines of geotechnical engineering, the course teaching plan on “scientific research-experiment-teaching-engineering” is developed, and the practical teaching mode of subgrade engineering course design is refined. The specific and detailed methods of subgrade engineering course design in practice teaching are preliminarily explored. The objectives of this research are to improve the cognition and understanding of subgrade engineering for students in related majors, and further to improve their professional comprehensive skills and innovation ability.

Key words: subgrade engineering; course design; practice teaching; teaching exploration; scientific research resources

(责任编辑 王 宣)