

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2019.05.002

欢迎按以下格式引用:占玉林,富海鹰,马中国,等.以国际竞赛为依托的土木工程本科生实践能力提升培养机制探析[J].高等建筑教育,2019,28(5):8-15.

以国际竞赛为依托的土木工程 本科生实践能力提升培养机制探析

占玉林¹,富海鹰¹,马中国²,肖林¹,蒋雅君¹

(1.西南交通大学 土木工程学院,成都 610031;2. Department of Civil and Environmental Engineering,
University of Tennessee, Knoxville, TN 37996-2313, USA)

摘要:实践教学是土木工程科技人才培养的重要环节之一,在“新工科”背景下其具体内容有新的标准和要求。积极探索以国际竞赛为依托的实践教学新模式,从实践目标定位、创新导向、知识拓展、能力培养、素质提升等方面对实践教学改革进行了探索,取得了一些成效,所获得的经验可以为相关院校开展类似实践教学提供参考。

关键词:新工科;土木工程专业;实践教学;国际竞赛

中图分类号:G642 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2019)05-0008-08

“新工科”工程教育模式的最大特点是更加重视对学生实践能力的培养,具体落实到土木工程专业,就是培养学生具备设计、施工、组织、管理等工程专业素养,以及应用相关知识相互协作解决相关工程实际问题的能力^[1-3]。新形势下,对于“新工科”人才的培养要以实际工程为主线,采用现代化教学手段,全方位拓展实践教学平台,将提高学生的工程问题分析能力放在首要位置,致力于促进学生知识、能力和素质的一体化成长。同时,“新工科”建设还需要借鉴国际经验,加强国际合作。借鉴国际先进理念和标准,掌握新工科教育未来发展的重点和方向,分析新工科人才应具备的基本素养,构建新工科人才能力体系,培养具有国际视野的创新型工程技术人才。围绕工程教育的新理念、学科专业的新结构、人才培养的新模式、教育教学的新质量、分类发展的新体系等内容提升新工科教育的内涵^[4-6]。

近年来,西南交通大学土木工程学院充分利用学院与美国田纳西大学合作的资源优势,发挥两

修回日期:2019-01-09

基金项目:西南交通大学“雏鹰计划B”项目;四川省高等教育人才培养质量和教学改革项目(20180106);西南交通大学本科教育教学研究与改革项目(1801001)

作者简介:占玉林(1978—),男,西南交通大学土木工程学院副教授,副院长,博士,主要从事桥梁工程研究,(E-mail)yulinzhan@home.swjtu.edu.cn。

所高校在各自国家工程领域的技术优势和师生力量,采取边研究、边实践、边丰富和边完善的策略,积极探索中国本土土木工程本科生参与美国 ASCE 学会的专项比赛。推进了新工科建设,达成了广泛共识,凝聚各方合力,探索了一条以国际竞赛为依托的土木工程本科生综合素养提升培养新机制。

一、新工科背景下土木工程本科生教育的时代新要求

自 2017 年 2 月以来,在新一轮科技革命与产业变革、创新驱动发展和“中国智造 2025”等一系列国家战略背景下,教育部先后形成了“复旦共识”“天大行动”和“北京指南”等共识,积极推进新工科建设,并发布了《关于开展新工科研究与实践的通知》《关于推进新工科研究与实践项目的通知》,全力打造领跑全球工程教育的新模式和新思路,助推中国高校工科教育的再发展。如图 1 所示,在“新工科”背景下土木工程类本科教育提出了新的时代要求^[7-10]。

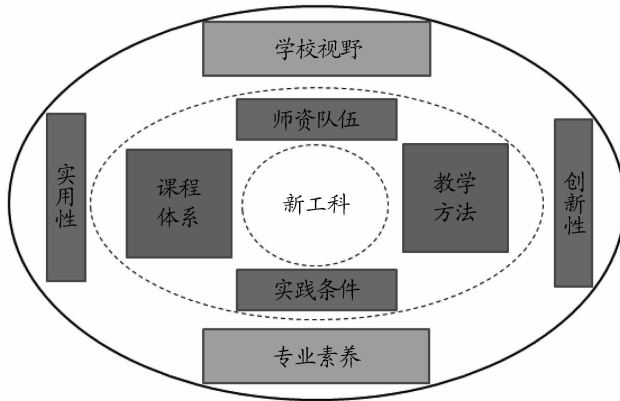


图 1 新工科背景下土木工程类本科教育的新要求

(一) 实用和创新能力要求进一步突显

一方面,理论教育体系方面的新要求。“新工科”背景下,土木工程大类教育的专业课程体系不仅要保持传统工科的严谨性,更重要的是要突显专业知识的实用性和创新性,提高学生的综合素养,发挥个体的多样性,致力于培养具有国际视野和专业素养的复合型人才。“新工科”背景下土木工程类本科生人才培养的课程体系应该以工程建设为基础,打破传统的纯粹知识型教学模式,增加工程实例分析,即来源于工程、高于工程、反哺于工程,将基础理论知识与工程实际问题相联系,学以致用,强调学生对知识的理解和掌握。另一方面,与时俱进,注重实践教学与工程实际相结合。传统实践教学中,学生的工程实践能力培养主要依托校内实验室、实训基地和工程训练中心的实践环节,这些用于学生实训的环节设置、仪器设备,在不同程度上存在着与国际发展趋势不同步或脱节的现象,这使得学生的实践效果大打折扣。而当今国际土木工程的发展趋势已经从传统的力学、数学发展到集数学、力学、信息、材料等为一体的多学科交融。因此,在实践教学环节中,应积极探索融入工程国际化发展趋势的教育教学思维,在运用传统教学方法的同时,积极创新实践教学方法。西南交通大学土木工程学院大胆开拓,与美国 ASCE 学会建立联系,将 ASCE 学会的学生竞赛引入实践教学环节,参照美国本土学生参与竞赛的模式,充分利用其钢桥和混凝土轻舟等竞赛项目对学生综合能力和创新性的要求,建立以学生为主体的实践教学培养模式,弥补传统实践教学的不足,真正实现国际化培养。

（二）学术视野和知识汲取要求进一步提高

“新工科”背景下土木工程类本科生不仅要求学术视野宽阔,而且对知识的汲取能力有更高、更快的要求。第一,传统教学过程已经不能满足社会对知识汲取的快速要求,高速发展的互联网技术让学生对土木工程专业领域内的产业动态和最新建造技术、方法有了更多、更广的了解渠道。第二,社会发展对学生专业交叉和融合的要求进一步提高。在教学过程中学生除了学习传统的测、绘、算等基本技能外,对交叉学科知识的了解要求进一步提高,如 ASCE 比赛中对制造材料成本、建造时间成本和运输成本都有要求,学生在参与比赛的过程中不仅要学习专业技能,而且通过训练拼装结构速度,身体素质和相互协作配合能力得到了锻炼。第三,教师在教学过程中,除讲授教材内容外,还要求结合最新的科研成果拓展和延伸专业知识。以应用为目的科研活动,以人才培养为目的教学反哺,是培养复合型人才的新时代新要求之一。在设置具体的实践教学活动时,教师应该注重加强工程实践与基础理论之间的联系,通过合理设计教学环节和教学方案,将实际工程尤其是前沿的工程技术引入实践教学已经成为新时代的具体要求。

（三）全球化教育模式改革进一步突显

随着现代互联网技术和高速交通网络的发展,全球化教育模式进一步突显。无论是在教育资源、教师结构、教学体系,还是在学生来源、课程设置、教学语言等方面均要求按照教育全球化的模式来完成。这种全球化的教育模式要求教师具有广阔的国际化视野、深厚的国际化底蕴和广泛的国际化交流。以土木工程实践教学为例,传统的教学过程主要以到企业完成工程实践环节认识和理解、结合实际工程做课程设计为主,这些实践环节更多的是教师比较熟知的结构和规范要求,其侧重点和难点也是与现行的理论教学体系相配套的,知识储备也是比较充足的。而全球化的教育模式对实践教学环节提出了新的要求,具体表现为关注的侧重点和难点被完全颠覆,有一些知识的储备是国内理论教学中很少涉及的内容,如国际规范和指南等,因此,在新时代要求下,重新建立基于全球化的教育知识系统至关重要。

二、传统实践教学对新工科背景下土木工程专业本科生综合能力培养不够

新工科大背景下土木工程专业本科生教育的目标不再局限于培养学生的基本素养、专业知识和职业操守,还要努力使学生成长为具有国际视野、国际化水准、国际化专业能力的综合型土木工程类人才。这种人才不局限于传统的土木工程设计师、施工技术人员和运营维护的管理人员,而是要培养潜在的土木工程科研工作者、设计大师、国际项目的管理人员和国际工程的专门人才。对于土木工程专业学生而言,实践是创造性应用和发展理论的过程,是综合能力形成的过程,是国际化视野培养的关键环节。对比时代发展下“新工科”的需要,我国本科土木工程教育实践教学还存在诸多的不足,影响了人才培养的质量和国际竞争力。

（一）实践教学目标有待厘清

土木工程专业传统的实践教学主要包括认识实习和生产实习等认识性实践,以及课程设计、专业实习、课程设计、毕业设计等专业性训练,还有通过选拔参加全国性结构设计竞赛等来完成的竞赛类实践,但这类实践的学生覆盖面较小。传统实践教学的目标主要是通过强化课堂理论知识和验证理论知识的正确性来达到培养面向国内土木工程行业的专业工程师,其中对结构安全性、适用

性和耐久性等硬性指标方面的各类实践活动较多,而对涉及国际范围的土木工程专业知识体系、法律法规、经济分析、协同创新等方面的内容均未能达到新工科的时代要求,为此,急需厘清实践教学目标,土木工程专业是一个应用性和实践性较强的专业,涉及铁路干线施工、桥梁与隧道建设、市政开发,以及房屋建设等,是一个相对传统的应用型专业。随着中国推动创新驱动发展,实施“一带一路”建设,“中国制造 2025”“互联网+ ”等重大战略,以新技术、新业态、新模式、新产业为代表的新经济模式要求调整土木工程本科生实践教学目标,切实培养具有扎实基本理论和较强基本技能的专业应用型人才,提高学生实践应用能力,在培养学生学有所用、顺利就业的同时,还能有效地满足建设领域对人才的需要。

(二) 实践教学体系有待健全

目前,土木工程专业实践教学体系主要依托高校自身的力量来完成,且由于学时数量的限制,实践教学环节主要以教师设计固定题目,学生完成其中的部分环节为主。这种模式仍然没有摆脱传统教师为主、学生为辅的方式,难以充分发挥学生的主观能动性。这种实践教学体系培养出的学生在国内大环境下仍然有一定的竞争力,但是难以满足全球化的新型复合式人才需求。“新工科”背景下土木工程类本科生的培养模式与传统人才培养模式最大的区别在于学生主观能动性、专业视野、专业素养、动手能力和创新能力的培养。土木工程专业培养的学生应既具有施工、设计、组织、管理等工程技术技能,又具有国际专业视野、拥有国际同行竞争的实力。“新工科”背景下土木工程类本科生培养应摒弃传统一成不变的教学模式,随社会需求的变化而变化,运用现代化的教学手段,整合现有教学资源,提高学生的主观能动性,健全新的实践教学体系,全面提升学生的实践能力。

(三) 实践教学方法有待提高

传统的实践教学方法过于单调,教师讲解专业知识、学生被动完成实践项目。这种方法过分强调知识的专业性和技巧性,忽视了学生自主完成实践项目的规划、设计、建造和评估等环节中潜在创新能力的培养,使得学生普遍缺乏创新意识,只会单纯地照搬应用所学到的知识,无法对知识进行拓展和创新,更不能满足全球化快速发展的需求,面对全球化竞争不具备优势。“新工科”背景下,土木工程类本科生实践教学方法有进一步提高的必要,积极探寻提高学生专业素养和综合能力的实践教学方法至关重要。

(四) 实践教学条件有待提升

传统实践中,教育经费更多地用在基础设施建设和人员性开支方面,而用于改善教学条件的经费不足,难以满足“新工科”建设的要求。在有限的实践条件下,土木工程类本科生的实践通常二三人一组,达不到实验教学的目的和要求;应该由学生组成团队完成的项目,又因场地、经费和教师精力限制不能实施。同组中往往几个学生完成同一个项目的相同内容,造成成员之间分工不明确、积极性不高。在“新工科”背景下,面向国际化的实践教学条件更为不足,传统学校往往找不到合适的实习企业,承受不了学生高昂的实习费用;而企业更难找到能指导学生国际化实习的企业导师。因此,在国际化大趋势下,实践教学条件有待进一步改善。

(五) 实践教学师资队伍有待加强

尽管目前高校教师大部分由硕士、博士等高学历人才组成,理论水平相对较高,学科知识的系

统性也比较强,很多教师能流利地用中文指导学生。教学水平较高,但是国际化的知识储备和国际化的交流还存在问题。大部分教师毕业后直接留校任教,缺乏相关工程经验,因此在教学过程中,往往还停留在理论知识层面,对国际化的知识传授、技能操作和实践能力还比较欠缺。在“新工科”背景下,传统工科教师普遍缺乏工程经历、普遍英语水平不高的状况,严重影响了土木工程类本科工程教育实践教学的质量;因此,全面加强和提升实践教学教师队伍的素质和修养是当务之急。

三、以国际竞赛为依托的“五位一体”实践教学模式探索

围绕“新工科”建设,需要改进传统的土木工程人才培养模式和课程体系,建立“目标导向、知识探究、夯实基础、能力提升、综合发展”五位一体的实践教学新体系,如图2所示。着力将强化基础扎实、工作踏实、作风朴实、实践能力强的人才培养特色进一步提升,需将“新工科”理念融合到创新教育体系中,着力培养具有国际视野、全球竞争、专业卓越的新时代土木工程类本科生,以适应新时代的需求^[11]。

(一) 以能力提升为目标

参与全球化的 ASCE 钢桥比赛的目的,是为了锻炼国内土木工程类本科生的综合能力。ASCE 钢桥竞赛要求学生具有除传统的测、绘、算能力以外,更要培养学生的经济意识、环保意识和合作精神。ASCE 学会的比赛最后参赛地在美国本土,其主体思想是学生为主、教师为辅。为了保证实践教学过程与美国本土保持一致,实践教学指导教师前往美国开展观摩与学习。因此,从组织报名开始,每一环节都充分调动学生的主观能动性,鼓励他们组织申请成立 ASCE 学会中国区

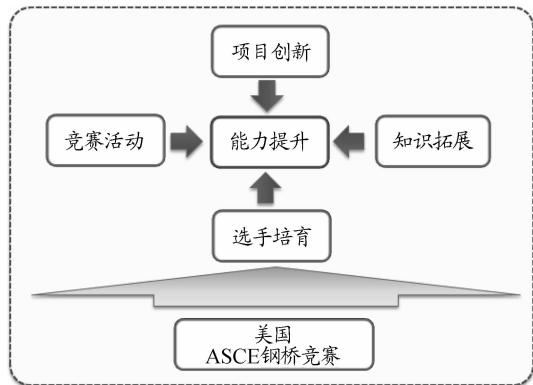


图2 “五位一体”实践教学模式

分会组织。学生报名、组队、模型加工、模型制作、运输等环节均由学生自主完成,教师负责进行专业指导、答疑。学生通过参加 ASCE 钢桥比赛,不仅专业知识得到了提升,而且英语沟通能力、团队协作得到了极大的锻炼。例如:在模型制作过程中学生需要了解工具的使用、焊接的材料和工艺、加工制作的精度要求等,每一个环节均需要团队协作完成,以往请专业工人师傅进行操作而学生只是观摩的弊端现象得到很大改善,学生通过每个细节的锻炼,提高了综合能力。而在了解规则的过程中,学生的英语应用能力和沟通能力得到了极大提升,他们需要采用英语与国外相关机构进行沟通和交流,并完成所需要达到的各项指标。在进行成果展示环节,学生需要用英文制作海报,面向全美学生公开展示,并答疑。

(二) 以项目创新为导向

在参与国际竞赛的过程中,以倡导项目创新为导向,重点培养学生的创新能力。围绕竞赛最终的目标,以 ASCE 钢桥和混凝土轻舟的科技设计和比赛实现为载体,依托校内完全开放的实验平台和工厂加工的制作平台,在完成参赛模型的项目制作过程中,激发学生对项目过程中所遇到的问题的兴趣和学习的主动性,全面提升学生的工程创新意识和实践能力。通过实施以项目创新为导向,建立创新实践数据库,通过改善细节、颠覆传统、能力发掘等一系列活动发掘了一批对工程创新活

动有兴趣、具备良好工程实践素质和一定动手能力的优秀学生,提高了实践教学的质量。例如:结合 ASCE 钢桥模型制作,积极引导學生开展新型结构体系创新、复杂节点优化(如图 3 所示)和加工制作工艺改善,全面开创了以技术创新为引领、细节改善为抓手的崭新局面。通过这些创新,学生的信息化、数字化建模能力得到了明显提升。

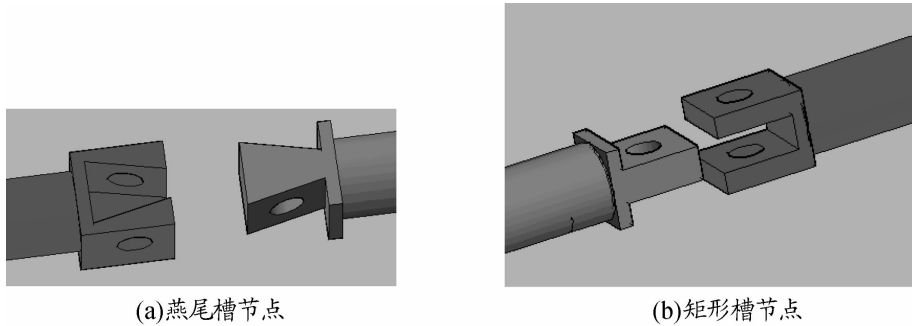


图 3 节点优化实例

(三) 以知识拓展为纲要

学科竞赛主要是为了拓展学生的知识面,立足于国内土木工程大类方向本科生所学的基础课和专业基础课知识,通过参与国际竞赛,拓展学生知识面的广度和深度,达到中西融合、内外兼修的效果。无论何种形式的学科竞赛,不管是侧重对学科基础知识和理论的考查,还是对创新实践能力的培养和锻炼,其出发点和落脚点均在于牢固掌握学科基础知识,提升专业技能。结合 ASCE 钢桥竞赛,积极探索中西方文化差异在土木工程类教学中的差异性和互补性,在传统国内土木工程基础知识和专业知识的基础上,引入西方同类教育中重点关注的人工成本计算、建造速度、结构体系受力、建造效率等国内传统教育中涉及较少的部分,达到中西方知识的融会贯通。在讲述西方土木工程知识的过程中突出了中西方文化差异,在培养学生专业素养的同时,激发学生对东方与西方文化差异乃至思维方式的进一步思索与探讨,提升本科生的人文修养、专业知识和技能。为了将实践教学更好地与教学改革相结合,支持并完成了多项针对美国 ASCE 学会竞赛的教学改革项目。

(四) 以竞赛活动为依托

学科竞赛是培养学生创新实践能力、提高实际问题能力、增强团队合作意识、拓展综合素质的大平台。西南交通大学土木工程学院积极探索 ASCE 竞赛的组织方法和参与形式,以竞赛活动为依托,全面提高竞赛质量和实践教学效果。竞赛组织分为两个部分:一是国内组织机构部分,如成立 ASCE 西南交大分会、建立比赛组织委员会等;二是国际竞赛部分,如队员选拔、模型制作、模型加工、模型运输和模型比赛等。纵观多年的组织竞赛经验,结合西南交通大学土木工程学院学生国际竞赛的经验发现:一方面,竞赛是推动大学生创新能力培养的重要载体,通过竞赛课题提高了学生主动学习的积极性。土木工程学院在多年组织学生参加国内结构设计大赛的学科竞赛活动中,不断更新教育理念,探索出了一条强化学生知识应用、培养学生自主学习、增强学生创新意识的人才培养思路;另一方面,参加学科竞赛是培养大学生创新能力的重要手段,学科竞赛是以比赛的形式充分激发学生主动思考的意识,积极调动和发挥学生的主观能动性。学生参加国际竞赛的过程更是促进学生综合运用基础知识的能力、强化学生的创新意识,尤其是创新实践意识的良好途径。学生需要另辟新径,大胆创新,才能在国际大赛舞台上取得良好的成绩。

(五)以选手培育为抓手

在“新工科”大背景下,人才竞争日益激烈,尤其具有专业素养、国际视野和团结协作精神的复合型人才最为迫切,如何选拔和培育一批有创新能力的人才,建立一支创新实践型的人才队伍,成为土木工程专业本科生实践教学面临的紧迫任务。结合美国 ASCE 竞赛选拔和培育创新型人才是最好方式之一。通过学科竞赛选拔和培育创新人才也是国家人才发展战略和教育发展战略的重要内容。西南交通大学土木工程学院在完成美国 ASCE 竞赛过程中,秉承创新优先、颠覆传统的理念,从报名选拔学生中遴选专业基础扎实、英语水平高、身体素质好、协作能力强的学生加入到学会中来,通过专业知识讲授、协会申请、竞赛组织、模型设计、模型加工、模型制作、模型测试、模型运输和现场参赛等环节不断磨练选手的综合能力。同时,邀请美国 UTK 大学和 UNSW 大学的教授以远程指导和现场教学的方式,培育竞赛选手,提高实践教学效果。通过统计参加 ASCE 竞赛选手的后续人生轨迹发现,绝大部分学生通过国际竞赛后得到了很好的锻炼,其中保送研究生和出国深造人数占总参赛人数的 95%,如图 4 所示。

四、结语

“新工科”建设要求土木工程教育应主动适应国家创新驱动发展、一带一路和高铁“走出去”战略的客观要求。在“新工科”背景下土木工程专业实践教学目标的基础上,基于目前传统实践教学过程难以适应“新工科”要求的客观现实,积极探索基于国际竞赛的实践教学改革,目的在于加强对学生国际视野、专业素养和实践创新能力的培养,致力于提高学生的综合素质,满足全球化教育创新型、复合型和综合型人才的需求。

国际竞赛的实践教学是以能力提升为目标,以项目创新为导向,以知识拓展为纲要,以竞赛活动为依托,以选手培育为抓手,全面提升土木工程类在校本科生的专业素养、国际视野和综合能力。同时,通过参加美国 ASCE 竞赛反向促进实践教学质量的提升。国际竞赛实践教学运行的核心内容包括三个方面:一是土木工程国际化的专业素养要求和综合能力要求;二是通过完成国际竞赛的各项指标要求提升本科生按照西方思维综合应用专业知识的能力,解决学生能力培养过程中的环境问题;三是通过国际竞赛的指标要求反向促进教学、培养体系的优化与提升。

以国际竞赛为依托的实践教学是一种以培养能力为核心的实践教学形式,不仅需要从教学方法上进行探讨,还要从硬件环境上予以保证,是一种全面提升本科实践教学质量的、值得学习借鉴的好方法。

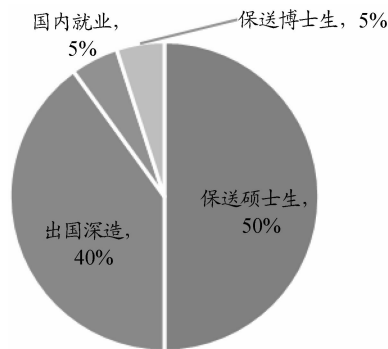


图4 竞赛选手后续跟踪分析

参考文献:

- [1]冯燕博,万晓慧,胡浩.“新工科”背景下应用型大学土木工程专业人才培养模式研究—以重庆文理学院为例[J].产业与科技论坛,2018,17(9):202-203.
- [2]任振华,曾究桃.“新工科”背景下应用型大学土木工程专业人才培养的改革与探索[J].专家论坛,2017(9):1-3.
- [3]王娇瑞.土木工程专业人才培养模式分析与探索[J].读与写杂志,2018,15(3):35;47.
- [4]孙爱晶,范九伦,赵小强.卓越背景下实践教学方法改革与学生工程实践能力培养[J].中国大学教学,2013(6):79-81.

- [5] 胡钰, 潘柏松. 基于 PBL 的工科课程教学方法改革[J]. 高教论坛, 2017, 4(4): 63-68.
- [6] 杨柳春, 汝宇林, 徐俐. 基于工作过程教学模式的教师实践教学竞赛方案设计与实践[J]. 兰州石化职业技术学院学报, 2009, 9(1): 61-64.
- [7] 李培根, 许晓东, 陈国松. 我国本科工程教育实践教学问题与原因探析[J]. 高等工程教育研究, 2012(3): 1-6.
- [8] 刘克非, 严永林, 易文, 尹鹏. 土木工程专业实践教学质量监控与保障体系研究[J]. 当代教育理论与实践, 2016, 8(6): 42-44.
- [9] 朱高峰. 中国的工程教育-成绩、问题和对策[J]. 高等工程教育研究, 2007(4): 1-7.
- [10] 李培根. 未来工程教育中的实践意识[J]. 高等工程教育研究, 2010(6): 6-8; 19.
- [11] 李瑾, 陈敏. 五元合一: 美国工科本科生实习系统研究[J]. 高等工程教育研究, 2011(6): 84-91.

Analysis of the training mechanism for improving the practical ability of undergraduates of civil engineering focused on international competition

ZHAN Yulin¹, FU Haiying¹, MA Z. John², XIAO Lin¹, JIANG Yajun¹

(1. School of Civil Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, P. R. China; 2. Department of Civil and Environmental Engineering, University of Tennessee, Knoxville, TN 37996-2313, USA)

Abstract: Practice teaching is one of the important links in the cultivation of students in civil engineering. Under the background of “new engineering”, its contents have new standards and requirements. This paper actively searches a new mode of practice teaching targeting at international competitions from the aspects of practical goal, innovation orientation, knowledge expansion, ability training and quality improvement, and some achievements have been achieved. The experience gained can provide reference for similar practice teaching in related institutions.

Key words: new engineering; civil engineering; practice teaching; international competition

(责任编辑 梁远华)