

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2020.05.019

欢迎按以下格式引用:谢明志,杨永清,贾宏宇,等.土木工程实践教学创新与大学生结构设计竞赛耦合模式探析[J].高等建筑教育,2020,29(5):137-142.

土木工程实践教学创新与大学生结构设计竞赛耦合模式探析

谢明志,杨永清,贾宏宇,李兰平,张明,黄胜前

(西南交通大学 土木工程学院,四川 成都 610031)

摘要:实践教学是新工科背景下土木工程人才培养的重要环节之一,具有新的内容和目标要求。积极探索大学生结构设计竞赛与实践教学耦合,从实践教学目标、知识深化、创新创造、团队合作、综合素质及能力培养等方面进行探析,提高学生分析问题、运用所学专业知识和解决问题的能力。该赛事作为实践教学的重要平台和有效载体,将二者有机融合,进一步强化“以本为本”教育方针,同时为实践教学改革提供思路和启示,提升人才培养质量。

关键词:新工科;土木工程;实践教学;教学改革;大学生结构设计竞赛

中图分类号:G642;TU-4 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2020)05-0137-06

土木工程专业不仅要求学生具备扎实的理论基础,而且非常重视学生实践能力的培养,此乃“新工科”教育特点,凸显实践创新能力在本科教育的关键地位^[1-2]。在国家“双一流”建设目标、“以本为本”的教育方针指导下^[3]，“新工科”土木工程专业人才培养需加强实践教学建设,基于工程背景拓展实践及实验教学环节,提高学生分析问题、解决问题的能力^[4]和创新思维。随着我国“一带一路”及国家铁路中长期网络规划的实施,对土木工程人才的要求不仅体现在能运用基本理论、专业知识解决复杂工程问题,更需具备团队合作、沟通协调能力和处理复杂工程问题的综合能力^[4],这也给传统实践及实验教学带来了新的挑战。因此,围绕新时代高等教育“新工科”人才培养目标,探索实践教学新方法,完善土木工程人才培养模式,提升人才培养质量具有重要的理论及现实意义。

作为全国性9大学科竞赛之一的大学生结构设计竞赛自2005年首次举办以来,逐渐形成地区、省级、校级等多级制赛事,为实践教学提供了新的方法和新的思路^[5-6],国内众多高校也对该模式下

修回日期:2019-12-10

基金项目:西南交通大学本科教育教学研究与改革项目(20201002-10);教育部产学合作协同育人项目(201902042018,201902102054);四川省科技计划资助(2020YJ0081)

作者简介:谢明志(1985—),男,西南交通大学土木工程学院教研室副主任,高级工程师,主要从事桥梁工程研究,(E-mail)mzxie@swjtu.edu.cn。

的教学及教改进行讨论^[7-8]。西南交通大学作为较早参加该赛事的工科高校,依托学科平台,在该类比赛中成绩斐然。多年的参赛经历、实践教学表明,大学生结构设计竞赛不仅能融合基础理论、专业知识及实践应用,更能增强学生分析问题、解决工程实际问题的能力。该赛事在激发学生自主学习热情的同时,能提升其创新创造能力,激发对未知事物探索的欲望。文章结合第十一届全国结构设计竞赛及第四届四川省大学生结构设计竞赛,探索土木工程专业创新实践能力培养。

一、实践教学在新工科土木工程教育中面临的挑战

我国人才培养曾沿用苏联和西方发达国家模式^[9-10],在经济发展及社会建设中取得了一定成效。随着信息技术的发展和时代进步,在“双一流”建设及高等教育综合改革引领下,传统实践教学在当前土木工程人才培养中面临的挑战愈发凸显,尤其是新工科大背景下,对土木工程专业学生的要求不再局限于专业知识的掌握和运用,更需具备未来进入工程领域处理复杂问题的能力,可胜任技术、科研及管理等多维复合型人才。因此,探明实践教学在新工科土木工程专业教学中面临的挑战,厘清二者在人才培养、综合素质提升以及创新创造能力提高等方面的关联,有效发挥大学生结构设计竞赛这一平台作用,进一步推进实践教学改革具有重要意义。

(一) 实践教学体系与人才培养目标的耦联

土木工程专业实践教学主要涉及短期实训实习,如:认识实习、生产实习、专业教学相关的课程设计、毕业设计、材料及结构试验、各项学科竞赛及SRTP创新实验项目。传统实践教学由于受学时限制,教师在大纲制定、教学内容、教学步骤、教学方法等诸多方面受到相应制约,基本沿袭传统授课模式,强调教师主导作用。学生在实践环节中,虽能掌握、强化及验证课堂教学的基本理论、基本原理,但在主观能动性发挥、团队沟通协调及合作等方面较难达到教师理想目标,尚需系统提升学生知识融会贯通、分析解决问题及创新等方面的能力。随着我国“一带一路”及铁路“八纵八横”的实施,土木工程在投资、勘察设计、研发、施工、运营管理等方面与传统工程建设已呈现较大差异,因此,对学生的培养也应顺应时代变化,在培养扎实理论、较强专业背景的同时,还需要学生对工程建造的全过程、各环节有更清楚的认识。培养学生解决复杂问题的潜质,使其成为未来土木工程领域的高端复合型人才,这也是新工科教育与传统培养的差异。

(二) 实践教学对于学生工程素养提升的作用

土木工程专业课程设置上,大一公共基础课,到大二专业基础课,再到大三和大四的专业课,实践教学作为重要纽带将基本理论、基本原理以及专业认知有效连接在一起。多年的教学经历发现,大部分学生进入大学后,对专业逐步形成认知,而对专业基本概念、基本理论虽能掌握和理解,但在实际运用、解决具体问题时难以融会贯通。比如:刚度、强度、稳定是土木工程专业重要的概念,在三大力学及结构设计原理中都反复提及,但在结构设计、体系优化、受力计算等具体问题时,难以理解其内涵;再比如“简支变连续”是常见的桥梁建造方法,该方法在设计和施工中对结构受力及构造的影响,学生较难融会贯通。类似情况较多,这也从侧面反映出学生对概念理解的深度、广度和应用能力较弱,而这些正是基本的工程素养。因此,实践教学作为理论教学的延伸,对深化学生专业知识,培养学生工程素养具有重要作用。

(三) 实践教学对于学生创新创造能力提升的作用

创新是永恒的主题,创新引领未来、引领行业发展,学生的创新创造能力是民族和国家发展的推动力。信息科技的发展,学生的信息量、视野得到前所未有的提高。保持自主学习的热情和对未

知世界的探索应贯穿人才培养始终。实践是土木工程学科人才培养的重要环节,这一过程不仅增强了学生的工程素养,而且培养了学生的创新创造能力,是对工程问题进行科学提炼的重要过程。因此,在实践教学的设计及实施过程中,要注意进一步释放学生的创造力。

二、大学生结构设计竞赛提升学生综合能力

大学生结构设计竞赛作为理论教学的拓展和延伸,从工程角度来讲,其本身就是一个实体项目的高度浓缩,涉及方案比选、结构选型、设计计算、制造加工、施工建造、运营评估等多个方面;从科学角度来讲,涉及安全性、经济性、适用性和创新性,这些都是新工科人才培养所要求达到的目标。该比赛内涵丰富,对学生专业知识要求较高,更能提高学生创新创造能力、沟通协调及团队合作等综合素质。从2017年开始,全国大学生结构设计竞赛赛事变化较大,首先举行各省、自治区、直辖市的分区选拔赛,再进入最终全国比赛。相对以往,参赛人数、高校数量、深度及广度呈现全新特点。2017年全国分区赛和全国总决赛赛题均为渡槽支承系统结构设计及制作,如图1所示。赛题要求设置净跨径不小于1 m的结构,在满足承载安全性的同时,需考虑输水效率的影响,即对结构刚度提出较高要求。2018年四川省赛题为无风撑桁架结构桥梁,如图2所示,在静力和移动荷载作用下,结构整体稳定和局部稳定较突出。为此,以这两年赛事为例,浅谈学生在比赛中的收获与思考。

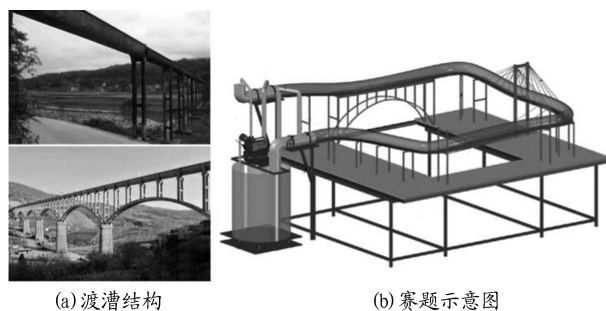


图1 2017年全国结构设计竞赛赛题

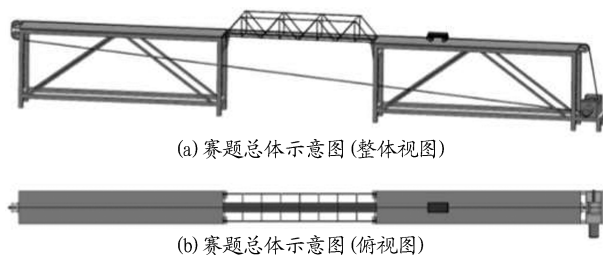


图2 2018年四川省结构设计竞赛赛题

(一) 理论与实践的有机结合

结构设计竞赛具有较强的专业性、实践性、创新性和系统性。该赛事在西南交通大学参与度高、覆盖面广,是以土木工程专业为主,多学科学生参与的重要赛事。学生一般从大二或大三开始接触,从前期选拔到参加国赛,持续近一年时间,这一时期正是学生专业基础和专业知识储备期。该赛事不仅为学生提供了理论联系实际的机会,而且增强了学生的工程素养。以2017年和2018年为例,一个完美的手工作品如同实际结构,将经历方案比选、选型、设计计算、制造加工、施工组织及运营评估等多个阶段,涉及材料特性辨识、构件截面形式选择、细部构造优化、结构刚度提高、结构受力分析和安装施工等问题。在解决这一系列问题的过程中,学生有效地将材料力学、结构力学、

钢结构设计原理、混凝土结构设计原理、桥梁工程、桥梁建造技术等课程知识串联。渡漕赛题要求设置净跨径不小于1 m的结构,在保障输水效率的前提下,设计出受力合理、经济适用的结构。四川省赛无风撑桁架桥梁对构造、杆件设置、选型设计等有较高要求。在解决这些问题的过程中,学生不仅对刚度、稳定、强度、结构体系这些基本概念在工程中的应用理解更加透彻,而且拓展了结构优化设计思路。学生通过系统训练能加深其对课堂教学内容的理解与应用,真正达到理论指导实践,实践反哺理论的目的。

(二) 自主学习能力培养

结构设计竞赛内涵丰富,蕴含信息量大,对刚接触此赛事的中、低年级学生具有较大挑战。从赛题分析,到最后全程参与比赛,指导教师宏观把控,对这一个过程中涉及的科学问题、专业知识、实践应用及社会效应等进行全面、全方位指导。相对于“灌输式”的课堂教学,学生的主动学习尤为重要。学生在查阅文献、建模计算分析、师生定期与不定期开会探讨的过程中完全释放出了主观能动性,因此,学生的精妙构思首先可通过理论分析予以评估,再进入试验环节。一个完美的模型将涉及多次计算优化和试验验证,这一过程中开展有限元计算分析是提高模型试验效率行之有效的方法,如图3建立的有限元分析模型。通过计算分析和模型试验,学生不仅掌握专业软件在土木工程中的应用,能对计算结果进行分析、论证,更能深刻领悟理论与实践的关系,真正做到知其然而知其所以然。自主学习能力的培养终身受益,对学生今后继续深造和工作将产生积极正面影响。

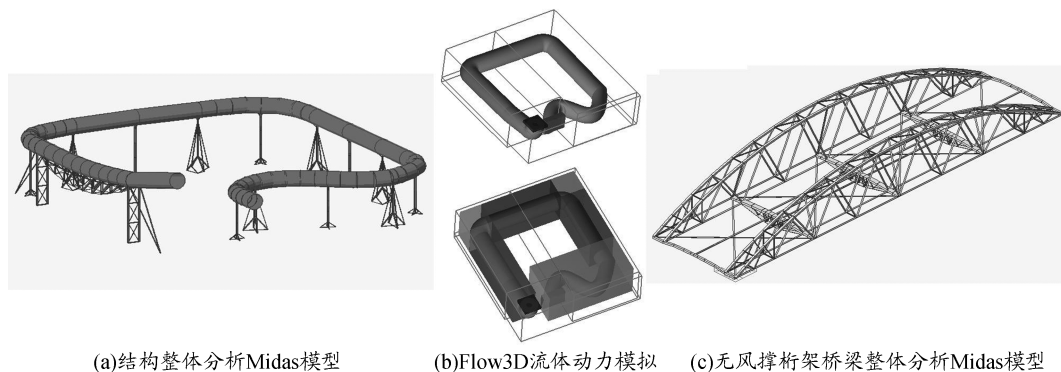


图3 有限元软件模拟分析

(三) 创新能力培养

创新源自对理论的熟练掌握和融会贯通,深扎于主动学习和独立思考,又呈现出别具一格的特点。土木工程设计本身乃创新实践的综合应用,经济、美观、受力合理、经久耐用是一个优秀作品内外兼修、物与自然和谐共生的结合。轻薄竹片组成的构件、搭设的结构体系要确保结构受力安全;体系设计、细节构造、模型质量与结构承载、经济美观及拼装施工等方面的综合考虑均为学生设计提供了广阔的思考和创新空间。每年赛事均能出现精巧构思、巧夺天工之作。此外,挖掘赛题,利用赛题规则设计创造出独特风格的模型更能培养学生的创新精神。对于渡漕结构,西南交通大学从理论和实践上尝试全程环向、折返式等多种输水模式,最后从经济、受力、质量、造型及拼装等全方位论证分析后,选择如图3(a)所示结构形式。由于模型结构尺寸小,较小的误差可能会产生不良后果,构件制作、局部设置及安装等环节的处理至关重要。模型制作中,为实现“轻质高强”“强节点、弱构件”的目标,考虑制造及安装可能出现的误差造成节点安全隐患,对杆件接缝采用添加竹粉混合胶水的方式,对应力较大节点处进行贴片加固处理,从而保障结构的安全稳定。类似的,从局部到整体,从设计到安装施工,再到加载评估,每一环节对拓展学生的创造性思维均起到了很好的

作用。

(四) 团队合作

作为理论与实践的综合载体,结构设计竞赛是集创造、科学分析、实践创新于一体的比赛,教师和学生是有机的整体。赛制规则一般为2名指导教师和3名学生,全程共涉及计算分析、模型制作安装、试验加载、计算报告撰写、现场答辩等多个环节。因此,精诚团结、合理分工、优势互补在比赛中至关重要,这是结构设计竞赛在团队合作、沟通协调、思想表达等方面的重要体现,也是新工科背景下人才培养所要达到的目标。

三、启示

根据近年来的比赛及教学经历,将该赛事有效融入到土木工程专业教育体系,对于提升人才培养效果具有重要意义。

(一) 过程参与,释放学习热情

该比赛作为展示学生综合能力的重要平台,学生参与度和重视度非常高。学生大二开始接触比赛,虽然此时专业基础课程较多,学业任务重,但学生参赛热情高涨、主动性强,愿意课后花大量的时间学习新知识。学生通过参加比赛增强了时间规划,提高了时间的利用率。实践教学不能简单地作为课堂理论学习的延伸,其深层的意义更在于培养学生良好的学习习惯,形成优良的品质,伴随其未来的学习和工作。

(二) 课程融汇,综合能力提升

结构设计竞赛是一项系统性的综合比赛,从方案比选、结构选型、设计计算、制造加工、施工建造到运营评估涉及多门课程知识,对应有桥梁总体规划设计、材料力学、结构力学、结构设计原理、桥梁工程、桥梁建造技术等众多专业基础课和专业课。学生从大二开始,逐渐学习这些课程,但理解的深度和广度均有限。该比赛作为一个实际载体,在指导教师的引领和帮助下,学生不仅能加深对专业知识的理解,有效地将各科知识串联、融会贯通,而且能快速增强学生的工程意识,提高专业素养和综合应用能力。

(三) 热点探索,创新思维培养

近年来,行业热点及特色进一步融入比赛。一个设计优秀的作品,如果没有精妙的制作和安装施工,也难以达到理想效果。如何在有效的时间内完成拼装施工,保障设计出的模型在加载阶段安全可靠,这正是当前装配式施工的热点问题。2017年在武汉大学举办的全国比赛,模型构件多、制作安装相对复杂,不少模型在加载环节坍塌。诸如此类的行业问题,对激发学生创新思维是一个较好的催化剂。该比赛既能巩固传统,又能激发学生的探索热情,提升其创新创造能力。

(四) 师资建设,实践能力提升

高校教师目前仍是很多博士毕业首选工作岗位之一。青年教师学历高、学科知识系统性强,但毕业留校相对缺乏工程实践经验。“新工科”背景下的人才培养,对师资建设也提出了更高要求,教师除具备丰富的理论知识外,还需掌握工程实践技能。结构设计竞赛一般两位指导教师,可很好地实现“传帮带”,快速提升青年教师的工程实践能力,提升理论及实践教学效果。

四、结语

实践教学作为工科教育的重要环节,在人才培养中不可或缺,起着重要的纽带作用。大学生结

构设计竞赛作为土木工程学科的一项综合赛事,学生参与度高,教师能在课外投入较多时间和精力与学生沟通交流,师生均具有较高的热情。西南交通大学结合多年来的参赛和实践教学经历,以该赛事作为实践教学的重要平台,将二者有效融合开展土木工程实践教学,以期教学改革、学生综合能力的培养提供一种方法和思路,为“新工科”人才培养及专业建设提供借鉴。

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] 陈鑫,张兄武,蔡新江,等. 工科大学生创新能力培养的项目教学法探索与实践——以土木工程专业为例[J]. 实验室研究与探索,2019,38(9):194-199,246.
- [3] 乔朋,李悦,马乾琰. 大学生结构设计竞赛对结构力学课程教学的启示[J]. 高等建筑教育,2019,28(5):74-79.
- [4] 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.
- [5] 李炜明,马腾飞. 土木工程课程教学与结构设计竞赛融合模式的探索[J]. 实验室研究与探索,2019,38(8):216-219.
- [6] 付善春,沈红艳,尹祖兴,等. 基于结构设计竞赛的土建专业人才培养创新能力培养研究[J]. 安阳师范学院学报,2019(5):112-118.
- [7] 付果,吴仕荣,王磊,等. 大学生结构设计竞赛中的结构创新设计与优化[J]. 高等建筑教育,2017,26(6):105-110.
- [8] 陈庆军,季静,王晓旋,等. 土木工程专业创新模型试验课程教学探索[J]. 力学与实践,2016,38(3):328-330.
- [9] 宁琦. 中国俄语教育70年回顾与展望[J]. 上海交通大学学报(哲学社会科学版),2019,27(5):76-88.
- [10] 付八军. 创业型大学本土化的内涵诠释[J]. 教育研究,2019,40(8):92-99.

Exploration of the coupling model between the innovation of civil engineering practice teaching and College Students' Structural Design Competition

XIE Mingzhi, YANG Yongqing, JIA Hongyu, LI Lanping, ZHANG Ming, HUANG Shengqian
(Department of Civil Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, P. R. China)

Abstract: Practical teaching is one of the important links in the training of civil engineering talents under the background of emerging engineering education, and it is given new content and target requirements. This paper actively explores the coupling of College Students' Structural Design Competition with practical teaching and explores from the aspects of practical teaching goals, deepening of knowledge, innovation and creation, teamwork, comprehensive quality and ability training, etc., so as to improve students' problem analysis and solving ability. As an important platform and effective carrier of practical teaching, the coupling of the competition with practical teaching will further strengthen the education policy of undergraduate education-oriented and provide ideas and inspiration for practical teaching reform, thereby improving the quality of talent training.

Key words: emerging engineering education; civil engineering; practice teaching; teaching reform; College Students' Structural Design Competition

(责任编辑 梁远华)