

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2016.03.036

基于结构模型竞赛的土建类实践教学研究

雷云尧,余小燕,余婵娟

(武昌首义学院 城市建设学院,湖北 武汉 430064)

摘要:结构模型竞赛不仅能够培养专业技能和团队意识,而且还能培养实践创新能力,是实践教学的重要载体和形式。文章介绍了结构模型竞赛的主要内容,并将竞赛赛题与实践工程进行了比较分析,剖析了竞赛对学生综合素质的影响,总结了结构模型教学实践,探索了适应实践工程需求的创新人才培养模式。

关键词:结构模型;学科竞赛;实践教学;实践创新能力;土建学科

中图分类号:G642.0;TU2

文献标志码:A

文章编号:1005-2909(2016)03-0151-05

结构模型竞赛是土木工程学科培养大学生创新能力、团队协作意识和实践能力的最高水平的学科竞赛,是结构设计竞赛的具体形式。基于竞赛开展的结构模型实践教学,对应用技术型高校土建学科培养学生实践创新能力发挥着重要作用。

一、结构模型竞赛的主要内容

美国的AISC钢桥竞赛、ASCE轻舟赛是国外较早举办的土木工程专业竞赛,有几十年的历史,其赛制规定所使用的材料、制作的模型非常接近于实际工程^[1]。国内清华大学、同济大学、浙江大学等纷纷开始探索,并在校内赛的基础上,逐步形成不同层次的省、跨省区、全国性的结构模型竞赛,至2015年第九届国赛已有百余高校代表队参赛(而且还有很多高校因为赛制规定的参赛资格限制而无缘参加国赛)。

结构模型设计竞赛主要从结构选型、计算分析、软件应用、手工制作、陈述表达等多环节考查参赛选手的综合能力,并集中体现在加载试验环节上。赛题一般规定模型几何尺寸、制作材料、荷载形式,参赛者根据题意进行结构设计和理论计算分析,并制作结构模型,最终以加载检验理论分析。

从近年举办的结构模型竞赛来看,桥梁类结构、塔式建筑结构占了绝大部分,这与建筑结构的主要内容相匹配。模型制作的材料从最初的白卡纸到后来的木材,至今以竹皮居多。在荷载形式中,有竖向荷载、风荷载以及冲击荷载、地震波,形式模拟越来越接近工程实践。

收稿日期:2015-12-16

基金项目:湖北省本科高校土木工程“专业综合改革试点”项目子项目;武昌首义学院重点教研项目(2015Z02)

作者简介:雷云尧(1979-),男,武昌首义学院城市建设学院讲师,硕士,主要从事建筑设计及模型制作,(E-mail)910154290@qq.com。

二、结构模型竞赛赛题与实践工程的比较分析

结构模型竞赛赛题源于生活实践,尤其是近年来,赛题来源于工程常见结构形式,如桥梁结构、房屋结构是赛题中经常出现的形式。而吊脚楼、仿古阁楼则带有一定的地域特色。第九届国赛更是紧扣时代主题,结合“抗战胜利七十周年”,以二战时期缅甸滇公路为背景命题。

结构模型竞赛荷载形式接近于工程实践。从历

年国赛情况(表1)来看,荷载形式的选择主要取决于模型的实际用途。常见的静荷载、动荷载、冲击荷载在赛题中体现较多,特殊的地质灾害如第六届模拟泥石流撞击、第五届和第八届模拟地震波震动都是工程实践中的热点问题,第七届国赛则直接把生活中的高跷搬上比赛场,跳出“试验”,由参赛选手真实地“使用”高跷^[2-4]。

表1 历届结构模型国赛简况

届次	举办时间	题目	模型材料	荷载形式	承办学校
首届	2005.5	高层建筑结构模型的制作和加载试验	白卡纸	侧向静荷载、侧向冲击荷载	浙江大学
第二届	2008.10	两跨双车道桥梁结构模型设计、制作和移动荷载作用的加载试验	白卡纸	移动荷载	大连理工大学
第三届	2009.11	木结构风力发电塔模型制作与试验	木材	风荷载	同济大学
第四届	2010.11	体育场悬挑屋盖结构	木材	竖向荷载、风荷载	哈尔滨工业大学
第五届	2011.10	带屋顶水箱的竹质多层房屋结构	竹材	地震作用	东南大学
第六届	2012.10	吊脚楼建筑抵抗泥石流、滑坡等地质灾害	竹材	质量球撞击荷载	重庆大学
第七届	2013.11	高跷模型制作与测试	竹材	综合荷载	湖南大学
第八届	2014.9	三重檐攒尖顶仿古楼阁模型制作与测试	竹材	地震作用	长安大学
第九届	2015.10	山地桥梁结构设计及手工与3D打印装配制作	竹材	移动荷载	昆明理工大学

结构模型竞赛由于受材料的限制,而与实际工程存在一定差距。在实际工程中,钢筋(钢管)混凝土、钢、膜等都是常见的建筑结构所采用的材料。但在结构模型竞赛中,主要靠手工完成结构模型的制作,考虑到时间、成本、安全等诸多因素的影响,国内竞赛均未使用上述材料,而较多地使用白卡纸和竹皮。如近年来使用的竹皮,制作的空心杆件和拉带等,其受压、受弯、受拉等力学性能与钢构件比较相似,因而受到青睐。但是由于材料在生产、制作的过程中差异很大,制作而成的结构模型与实际工程出入较大,如不同批次的竹皮差异比较明显,手工制作时节点部位比较薄弱,异形构件制作非常困难。

结构模型在进行荷载试验时也与实际工程中的荷载情况有一定差异。结构模型的荷载试验,其荷载的模拟主要有:静荷载以砝码或砂模拟;动荷载以运动小车模拟;冲击荷载以物体(或牵引)撞击模拟;风荷载以静物或风扇模拟;地震波荷载以振动仪模拟。结构模型竞赛时模拟的只是一二种荷载,而在实际工程中,荷载往往是多种情况都可能甚至同时发生的。如在桥梁结构模型中,通常以一台小车模拟动荷载,以荷质比作为衡量的主要标准。而在实际工程中,受力来自车辆竖向荷载、纵向加速制动荷载、横向风荷载以及地震荷载、桥墩撞击荷载等多方

面,受力是十分复杂的,并有对桥面变形的约束。再者,结构模型在荷载试验时是单次试验甚至破坏试验,存在结构疲劳,很难长时间或多次试验。而在实际工程中,结构的使用年限是工程发挥实际作用的最重要标准。

三、结构模型竞赛对学生综合素质的锻炼

(一) 实践创新能力

“实践创新能力”是近年来教育领域提出的一个新概念,它既不是实践能力或创新能力中的“分支”,也不是两者含义上的简单叠加,而是一个独立的、具有特定内容的新概念,是能力与素质、创新与创造、实践能力与创新能力等多个概念在新时期高等教育理论上的重构。高等教育中的实践创新能力就是指大学生运用已有知识和技能,通过一定条件下有意识的实践活动,形成的有可能创造新价值成果的心理特征和行为特征,是大学生最终形成创新能力的心理和行为准备^[5]。

土建学科学生的实践创新能力是指运用专业理论知识,在土建工程领域中不断提供具有经济价值、社会价值、生态价值的新思想、新理论、新方法和新发明的能力。“实践创新”可以是创造前所未有的结构形式,也可以是在模仿和仿造的同时在结构局部体现新的发展和突破。结构模型设计竞赛为学生提

供了一个展示自己结构设计能力的平台^[6],依托此类竞赛,学生可以运用专业理论知识大胆尝试新颖的结构形式。

图1为第二届湖北省大学生结构设计竞赛的其中两个作品,两作品都取得了不错的成绩。赛题规定了模型的跨度、宽度、高度尺寸型,要求设计一允许有中间临时支撑的大跨度结构模型,在满足竖向静力加载和位移要求的条件下主体结构不倒塌。从设计要求来看,此结构模型的受力状态和现实生活中桥梁的受力状态类似。因此参赛的大部分作品在



作品a



作品b

图1 第二届湖北省大学生结构设计竞赛作品

(二) 团队协作能力

结构模型竞赛参赛选手一般为3人,需共同完成结构选型、计算分析、计算书编制、模型制作和加载试验的各个环节,参赛学生需明确分工又要通力协作。

在结构选型的初始阶段,需要多方案比较,进行优劣对比,研究结构可行性。这一过程需要集思广益,发挥不同成员的创新能力。同时也需要对模型制作材料及制作而成的各种杆件进行力学性能定量测验和定型分析。接下来还要对预选的结构进行软件模拟分析,以确保找到最佳结构形式。这一阶段的团队作用非常重要,有些团队往往在训练初期因为一些选型上的分歧争论不休,最终不了了之;还有的干脆各行己见,每人都把自己的方案做下来,这样团队的力量没有得到显现。

在模型制作及加载试验阶段,需要反复制作并将制作而成的结构模型进行加载试验,在加载试验的基础上对结构进行总结分析,找出模型或杆件破坏的原因,逐一分析哪些杆件需要加强、哪些杆件可以减弱。这一阶段只有高效率才能有更多尝试的机会,所以需要明确分工,下料、制作各一人,另一人则改进方案并画图,进行计算书的编制。

(三) 其他能力

在结构模型竞赛中,还需要学生具有:较好的专

外形上均如作品a所示桥梁外形,结构为桁架,总体而言这种结构布置合理,且在加载过程中也有不俗的表现。但作品b在设计理念上完全不同于作品a,给人以视觉的冲击。乍一看,给人感觉可能不尽合理,外形奇特,异于常规。但仔细一看,其中结构的传力途径又暗藏奥妙,通过6根拉带的巧妙约束,荷载顺利地传到基座,结构的竖向刚度并未被削弱。由此可见,即使根据结构模型的受力特性可在实际生活中找到结构原型,但参赛学生的奇思妙想和设计创意给大家的感觉仍然是耳目一新。

业软件应用能力,长期坚持进行结构模型设计和制作的毅力和决心,遇到挫折和失败时的抗逆境能力。这些专业或非专业能力都是实践工程人才应该具备的综合能力。

四、结构模型竞赛实践教学探索

结构模型竞赛作为一项极具创新性、启发性和实践操作性的国家级学科竞赛,竞赛本身的意义不言而喻。如何把竞赛活动的实践意义切实发挥出来,使其真正成为课堂教学的重要辅助,需要不断的探索。笔者所在学校十几年来一直进行结构模型实践教学模式的探索和实践,形成了一套行之有效的实践教学模式,学生的实践创新能力得到了不同程度的提高,并在近两年组织学生参加湖北省和中南地区结构模型竞赛,获得一等奖1项、二等奖4项、三等奖2项。

(一) 凝聚一支结构合理的指导团队

任何一项教学活动,指导教师均举足轻重。基于结构模型竞赛的实践教学,指导教师是实践教学能否成功的一个标杆,这种成功不应以获奖作为评判的标准,而应以培养的学生的能力作为检验的标准。如:学生是否具备运用知识解决问题的能力?实践创新能力是否有提高?结构模型的实践教学与理论课堂存在着本质的差别,实践教学也不再是理

论的讲解和灌输,而是力求在掌握理论知识的基础上有一些创新的设计。同时,指导教师的作用是引导,而非“替代”学生思考。所以在实践教学的过程中,指导教师是辅助学生去分析、检验他们结构模型设计方案的优缺点,而不是设计一个理论上的方案,让学生去进行手工制作。

学校在实践教学中不断地摸索,在结构模型实践教学方面,已经凝聚了一支结构合理的指导团队。团队成员老中青搭配,并各有所长,有的是来自企业、设计经验丰富的双师型教师,有的是对软件分析比较熟练的结构选型教师,有的是对模型制作有专长的建筑学教师。在实践教学中,他们都发挥着重要作用,各自分工协作,引导学生在不同阶段分析其模型作品,使学生的实践创新能力真正得到提高。

(二) 磨炼一批优秀的学生队伍

就学生而言,不仅应该具有扎实的结构设计方面的专业能力,而且还应掌握熟练的实践操作能力,在比赛时还要具备较好的综合素质。这种实践创新能力不是一蹴而就,需要在模型竞赛的实践教学过程中不断磨炼。

对于低年级的学生,由于学生的专业知识还比较缺乏,进行结构设计还不成熟,因此以训练手工操作能力为主,并让他们对参加竞赛所需具备的能力有初步认识。同时因为没有专业知识的约束,可以让他们自由想象,充分发挥自己的创新思维。从历届比赛情况不难发现,很多具有创造性的作品都出自低年级的同学之手。

二年级的学生已有一定的力学基础,但结构设计能力比较缺乏。经历了前期对结构模型竞赛的认识之后,学生的动手操作能力明显提高,对于结构概

念会更加理性,解决问题也会更有针对性。此时让学生接触一些结构分析软件,如学生比较容易上手的专业软件 MIDAS、SAP2000 等,有助于提高学生的软件分析和空间计算能力。

高年级的学生在力学和结构等方面的专业知识相对比较成熟,同时也具备一定的软件分析和计算的能力,是竞赛的主力军。针对这一部分学生,应着重培训他们的综合能力。如在结构选型、计算分析、计算书的编制、模型制作和最终加载的各个环节,让他们起到团队主导作用,使参赛团队既要明确分工又要通力协作,真正具备解决实际问题的能力。

(三) 提炼一套行之有效的培养模式

进行结构模型的实践教学,要从培养学生的综合能力的角度出发,形成一套培养机制,使学生在实践创新能力方面有很大的提高。即使是结构模型竞赛,也不能急功近利地由教师把结构设计包办起来。

学校在进行具体的结构模型竞赛训练时,一般分为两个阶段:预选和集训。在预选阶段很多学生都可以参与进来。正如前文所述,可以使他们对结构设计的概念有初步认识,并充分发挥他们的创新能力,不同年级、不同专业学生的合作甚至可能迸发出灵感。预选赛使得相当一部分学生参与进来,具有很好的普及意义。经过一段时间的制作,预选出参赛人数两三倍左右的人员进行集中训练。在这一阶段,要有计划、有针对性地解决一些实际问题,如材料性能的定量测试(图2)、结构选型的软件分析和加载试验等。只要把这些功夫做足了,学生的实际收获已经远远超出一门课程所给予的知识,当然竞赛时也能拿出较好的作品。

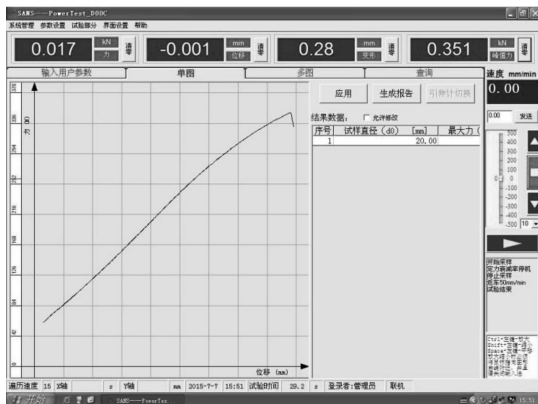


图2 试件抗压试验

在竞赛训练实践中,学生虽然学过或部分学过力学、结构设计知识,但依然对结构设计概念不清

楚,作品结构明显不合理,实践动手能力比较薄弱。为了巩固和拓展学生的知识结构,强化学生的动手

能力,学校教师指导团队还开展了专题讲座和实训教学。专题讲座有历届结构模型竞赛赛题解读、结构选型、结构软件应用等,实训教学为手工模型制作。这些讲座和实训内容能够全方位、多角度帮助学生提高实践创新能力。

五、结语

结构模型竞赛是创新实践教学的一个重要载体和形式,是培养土建学科学生创新实践能力的重要平台。通过结构模型竞赛开展的实践教学能够培养学生的实践创新能力、软件应用能力、团队协作能力以及毅力、抗逆境能力等,能够全面提高学生的综合素质。在今后的教学过程中,应进一步充分发挥竞赛平台的作用,凝聚一支结构合理的指导团队,磨炼一批优秀的学生队伍,提炼一套行之有效的教学方法,完善教学内容,改进教学方法,促进土建学科实

践创新人才培养模式的形成。

参考文献:

- [1] 陈庆军,等. 国内外大学生结构设计竞赛总结及研究[J]. 东南大学学报:哲学社会科学版,2012,14(增刊):173-177.
- [2] 程远兵,等. 抗泥石流冲击吊脚楼房屋结构设计竞赛模型设计[J]. 力学与实践,2013,35(4):91-94.
- [3] 郭金龙,等. 竹质框架模型受侧向冲击测试及分析[J]. 力学与实践,2014,36(1):69-75.
- [4] 沈璐,高潮,王志云. 第七届全国大学生结构设计竞赛结构模型设计与分析[J]. 高等建筑教育,2014,23(4):159-163.
- [5] 邓光,傅伟. 大学生实践创新能力的内涵及其构成[J]. 教育理论与实践,2011,31(12):4-6.
- [6] 陈俊岭,黄皇. 结构模型竞赛在土木工程专业大学生创新能力培养中的作用[J]. 高等建筑教育,2014,23(2):103-107.

Research on practice teaching based on structural model contest

LEI Yunyao, YU Xiaoyan, YU Chanjuan

(College of Urban Construction, Wuchang Shouyi University, Wuhan 430064, P. R. China)

Abstract: Structural model contest, as an important carrier and form of practical teaching, can not only develop the students' professional skills and team consciousness, but also cultivate their practical innovation ability. This paper introduces the main content of the contest, and makes a comparative analysis between contest and practical engineering problems. It also analyzes its effect on the students' comprehensive qualities, and summarizes teaching practice of structural model, and explores cultivation mode of innovative talents who can meet the needs of practical engineering.

Keywords: structural model; subject contest; practical teaching; practical innovation ability; civil subjects

(编辑 王 宣)