

大学生结构设计竞赛中创新能力的培养与发挥

许昊,徐龙军,李洋,翟长海

(哈尔滨工业大学 土木工程系,山东 威海 264209)

摘要:大学生结构设计竞赛对培养适应时代要求的创新型土木专业人才具有重要的指导意义。文章系统地介绍了大学生结构设计竞赛对学生综合能力的要求,提出了在结构设计竞赛中应遵循的原则和掌握的基本方法,并通过具体例证说明创新能力和工程实践能力如何在结构设计竞赛中得以体现。在此基础上,结合高校参赛现状提出了培养学生创新实践能力的几点建议。

关键词:结构设计竞赛;创新能力;工程实践能力

中图分类号:TU318 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2909(2011)05-0121-04

大学生结构设计竞赛是一项极富创新意识和挑战意识的科技竞赛,作为教育部确定的全国九大大学生学科竞赛之一,该赛事对培养土建类学生的创新设计与工程实践能力有着重要意义。全国大学生结构设计竞赛至今已成功举办四届,各省市、地区以及高校内部的结构设计竞赛也在如火如荼地开展。如今,大赛的题目愈加倾向于简化当今时代面临的重大工程实际问题,采用的材料和对结构模型的要求也不尽相同。大赛题目的实际性、灵巧性促进了结构设计的多样性,同时,对于学生的综合能力也提出了更高的要求^[1-3]。

一、大学生结构设计竞赛对学生综合能力的要求

结构设计竞赛对学生能力的要求可系统地分为基本素养和拓展能力两个层次。

(一)基本素养

(1)扎实的专业基础。大学生结构设计竞赛是综合运用理论力学、材料力学、结构力学、地震工程学、流体力学、空气动力学等在内的综合性专业知识竞赛。在给定的题目范围内,如何正确地进行结构分析,如何采用最佳的结构形式,并进行优化设计,都离不开扎实的专业知识。可以说,没有良好的专业知识作为基础,很难实现结构的合理设计。

(2)熟练的软件运用。专业知识为结构设计提供了理论基础,但结构分析过程更多是在计算机上得以实现。计算机可以大大减少人为工作量,并模拟出很多人工难以实现的情景。从最基本的 EXCEL、力学求解器,到可以实现有限元分析的 SAP2000、ANSYS 等,能够熟练使用软件的能力,对于结构分析和数据统计都是必不可少的。

收稿日期:2011-04-02

基金项目:哈尔滨工业大学教学研究项目“建筑结构抗震设计教材及立体化建设”;研究生培养模式改革课程建设项目

作者简介:徐龙军(1976-),男,哈尔滨工业大学土木工程系副教授,博士,硕士生导师,主要从事地震工程与结构抗震分析,(E-mail)xulongjun80@163.com。

(3)细致的动手操作。结构分析与计算的最终目的都是为了实际模型的建立。能否制作出与理论分析相符的结构模型,细致的动手操作能力至关重要。无论是简单的杆件连接,还是复杂的截面粘合,手工精致与否都直接体现在最后的实验效果中,很多巧妙的理论构思都是因为实际制作的失误而无法体现其价值。

(4)流利的语言表达。结构设计竞赛的综合性使其不仅仅局限于无声的世界。一个好的设计构思和结构模型需要参赛者流利地表达给听众。唯有如此,才能让大家深入了解设计的精髓所在。同时,参赛者必须综合考虑模型可能存在的各种问题,并将应对方法展现给他人,以供大家评价。

(5)奉献精神与责任心。从拿到比赛题目到完成参赛作品,一般需要一个月以上的时间。这期间,参赛队员需要耗费大部分的课余时间,付出艰辛的劳动,进行反复的试验、繁琐的计算和分析,这是对学生意志的磨练和对耐心程度的考验,没有吃苦耐劳的奉献精神是难以坚持到底的。另外,每一位学生还需要有为集体负责的使命感和责任心,一切从大局出发,摒弃个人主义,关键时刻,能够听取别人的意见,严格服从指导教师的安排。

(二)拓展能力

(1)默契的团队合作。合作是团队项目的基石,结构设计竞赛不仅仅是对学生个人能力的考验,更是对团队协作能力的挑战。如何默契分工,充分挖掘和利用各自的专长,直接关系到整个团队能否集众人之智于一体,构思出实用而又独具特色的结构模型。此外,团队配合不仅体现在学生当中,指导教师在这其中也发挥着极为重要的作用。众所周知,结构竞赛所考查的专业知识已超过正常本科学士所能掌握的范畴,因此,指导教师需要时常与学生沟通交流,从专业角度对学生的发散思维给予支持和必要的纠正,起到领航的作用。

(2)明晰的结构概念。结构设计竞赛要求的是对真实结构的模拟,设计者在设计过程中,需要综合考虑各种实际情况,将已掌握的专业知识与实际工程相结合,大胆地改进、创新。然而,对多数学生来讲,现阶段如何将所学转化为所用并不是一个简单的问题。这要求参赛选手要善于观察、善于分析、善于联系工程实践与他人交流。只有团队中每个人都突破思维上的这个瓶颈,能够很好的将专业知识、比

赛要求以及实际工程统一起来,才能为今后的设计铺平道路。

(3)良好的心理素质。从赛前准备到比赛结束,每一点都至关重要。在比赛准备阶段,必然面临各种各样的问题,包括实际制作中遇到意想不到的难题、实验结果与理论计算的大相径庭等等。而在实际比赛过程中,材料性能的不同、现场自然环境(如温度、湿度)的差异也可能使参赛选手限于被动。这些问题都很可能导致不必要的急躁与疑虑心理出现,以致影响到整体设计进程。此时,需要团队中每个人都能够保持清醒的头脑,冷静分析问题,解决问题,不断完善结构。

(4)理性的设计评估。在设计过程中容易出现两类问题:首先是有好的想法不敢实践,以至于错过每一次突破的机会;第二点是钻牛角尖,坚持固有想法不肯改变,让行不通的方案浪费了自己和团队大量时间。对此,需要参赛选手既能及时转换自己的思维,大胆尝试、敢于怀疑、勇于改进,同时还应理性分析问题,在创新性思维和实践工作之间把握好平衡点。

二、立足实际,实现结构模型与设计原则的有机统一

结构设计原则主要有概念设计和优化设计原则两个方面。概念设计与优化设计原则是实际工程中必须遵循的两种方法准则,在结构设计竞赛中也是如此。

所谓概念设计,是指一般不经数值计算,尤其在难以作出精确理性分析或在规范中难以规定的问题中,依据整体结构体系与分体系之间的力学关系、材料性能、建造技术、结构破坏机理、震害、实验现象和工程经验所获得的基本设计原则和设计思想,从整体的角度来确定建筑结构的总体布置和抗震细部措施的宏观控制^[4-5]。结构概念设计是设计发展的必然产物,是展现先进设计思想的关键,同时体现了结构设计的原则性与灵活性的有机结合。

结构概念设计的目的是在初步设计前为所设计的结构模型设想一个概念性的总体方案,为后续的设计工作提供正确的思路。也就是说,它指导完成的主要工作是结构选型,即选择一个受力合理的结构体系,达到在不出现基本的概念错误的前提下实现结构功能的目的。在结构设计竞赛中,必须要对赛题涉及的各个方面做全面的考虑,包括建筑(空

间、尺度、建筑美学等)、结构(整体和关键部位的受力合理性、构件连接的牢固性、结构体系的可靠性和耐久性等),以及施工(材料性能、成型难易度、制作方法的可行性等)三个方面。做好以上几点,就为良好的结构概念设计与后续工作奠定了基础。

所谓优化设计,是指在满足规范要求、保证结构安全和建筑产品品质的前提下,通过合理的结构布置、科学的计算论证、适度的构造措施,充分发挥材料性能、合理节约造价的设计方法。结构优化设计在当前竞争日益激烈的建筑设计市场中成为大趋势,同时也是结构设计竞赛中所必需的设计准则。

结构设计竞赛的核心就是结构优化设计竞赛。由于优化设计方法在理论上还有许多问题尚未解决,在给定的设计条件下,目前还难以给出一个理论上的最优化设计,因此,这也为参赛学生提供了一个充分发挥想象力的空间。尤其在竞赛中,结构的构件尺寸、体系形式、截面类型是决定模型功能能否实现,性能是否优良的关键因素。从这个角度来讲,如何做到选型、截面选择的步步优化,直接关系到最终作品能否满足在实现结构功能条件下达到轻质高强的特点。

三、发散思维,将创新理念充分融入结构设计之中

结构设计竞赛是一项创造性的劳动,培养学生的创新性思维是其主要目的之一。历届比赛,参赛学生也将创新性思维充分体现于精心创作的作品之中。以第四届全国大学生结构设计竞赛为例,此次比赛要求选手使用不同尺寸的木条、布纹纸,以及502胶等材料,制作体育场看台上部悬挑屋盖结构。在比赛过程中,发现了许多极具创新理念的作品。有的参赛作品一改千篇一律的桁架结构,转而采用刚架作为主体结构,模型简洁大气,令人眼前一亮;也有的作品在模型后部设置泄风机构,风荷载作用时,泄风装置充分发挥其特性,增加结构在动载下的稳定性;还有参赛队将湿胀应力原理应用到杆件设计中,利用木条中水分的蒸发产生预应力,充分做到理论联系实际;个别作品在选型方面独具匠心,更是将外观之美和良好的受力性能完美结合。此前的第三届全国大学生结构设计竞赛中,优秀作品也是不断涌现,无不凝聚了选手们巧妙的构思与设计理念。而这些优秀的理念,经过不断的尝试与改善,也必定会在将来实际工程中得到有效的应用,从而促进科

学技术转化为生产力,对整个建筑行业的发展起到巨大的推动作用^[6-8]。

四、创新理念与工程实践能力的培养

(一)开展活动、建立实践基地

要培养大学生创新理念与工程实践能力,学校的支持和帮助也至关重要。学校可以通过学生会或者学生社团组织形式多样的活动,激发大学生培养创新能力的意识。如:结构模型嘉年华、结构概念大比拼等系列活动。学校还应加大实践环节的教学内容,定期组织学生走访施工、设计单位,与有经验的老工程师和设计人员进行沟通交流,在实践中加深对理论知识的理解,提高理论知识的应用能力。同时,学校还可以结构试验室为依托,配备工程结构的缩尺模型和必要的教学仪器,建立校内实践基地,为学生提供实习认知的场所。

(二)增进师生沟通

结构设计大赛不仅考验大学生的创新能力,还间接地促进了教师创新能力的发展。在准备结构设计大赛的前期,教师可以通过讲座的形式向学生灌输结构概念设计、优化设计等相关知识,为学生提供结构设计方法,拓展学生的知识面,提高学生的认知水平。在准备结构设计大赛期间,教师应对参赛学生的发散思维、创新理念给予肯定和必要的纠正,引导参赛学生大胆改进结构形式,优化结构设计。而学生应主动与教师联系,及时沟通,与教师探讨自己的想法和思路,不断否定与改进,促进自己创新能力的发展。在平时的教学环节中,教师还可结合书本知识,联系工程实践向学生灌输创新理念,从而起到潜移默化的作用。

(三)加强兄弟院校间交流学习

全国大学生结构设计大赛为全国兄弟院校提供了一个互相交流学习的平台。通过结构模型的展示和加载,参赛学生了解到了不同的设计思路和创新思维,拓宽了知识面,领悟了结构设计的精髓并有所启发。赛后,兄弟院校间可以保持良好的联系,交流学习,取长补短,不定期开展互访活动,共同为大学生创新实践能力的培养提供良好的内部和外部环境。

(四)提高学生主人翁意识

大学生是结构设计大赛的主体,如何设计出构思精巧,形式新颖的结构模型,需要参赛队员首先从个体出发,提高自身培养创新理念和实践能力的意

识。扎实的专业知识是结构设计的基础,而如何把专业知识运用到模型设计和制作中去是结构设计的关键所在。为此,大学生要努力夯实力学基础,同时联系实际,发散思维,敢想敢做,把专业知识运用到实际的结构设计中去,综合考虑整体和局部间联系、体系和构件的受力、应力应变的分析,充分利用材料性能,从而设计出质量轻、强度高、新颖美观的结构模型。

参考文献:

- [1]程涛. 结构模型竞赛与土木工程应用型人才的培养[J]. 实验技术与管理,2010,27(5):133-136.
- [2]苗吉,徐雷,刘春燕,等. 构建结构设计平台,培养土建类创新人才[J]. 西安建筑科技大学学报,2007,26(4):121-124.
- [3]吴樟荣,章明卓,章旭健. 以结构设计竞赛为载体培养大学生创新能力[J]. 实验室科学,2010,13(2):6-8.
- [4]计学闰. 结构概念和体系[M]. 北京:高等教育出版社,2004.
- [5]刘浩. 建筑结构概念设计[J]. 河南广播电视大学学报,2006,19(3):61-62.
- [6]刘勇健,吴炎海,韦爱凤,等. 土木工程人才培养方案研究[J]. 高等建筑教育,2010,19(6):13-17.
- [7]孟宪强,王凯英,廖明军,等. 土木工程专业创新应用型人才培养模式探讨[J]. 高等建筑教育,2010,19(4):55-58.
- [8]冯文燕. 加强实践性教学培养应用型人才[J]. 高等建筑教育,2010,19(6):148-150.

Cultivation and application of students' innovation abilities during undergraduate structural design competition

XU Hao, XU Long-jun, LI Yang, ZHAI Chang-hai

(Department of Civil Engineering, Harbin Institute of Technology at Weihai, Weihai 264209, Shandong, P. R. China)

Abstract: The undergraduate structural design competition has great significance to cultivate innovation talents of civil engineering. The paper elaborates on the requirement to students' abilities based on the structural design competition. It summarizes basic principles and methods in the competition and gives a multitude of illustrations to show how the innovative spirit and practical abilities play important roles in the competition. Additionally, several suggestions are proposed to cultivate students' innovation and practice abilities in an aspect of the competition reality.

Keywords: structural design competition; innovation ability; ability of engineering practice

(编辑 梁远华)