doi:10.11835/j.issn.1005－2909.2016.03.006

土木工程专业大学生工程意识培养研究
——以结构设计竞赛为例

武贤慧，王　步
（长安大学 建筑工程学院，陕西 西安　710064）

摘要：经过十余年的探索，结构设计竞赛的目标越来越倾向于模拟和简化当今时代面临的重大工程问题，从而彰显出其在土木工程专业大学生工程意识培养方面的突出优势。文章针对工程综合意识的内涵和结构设计竞赛的自身特点，构建了包含工程应用意识、结构创新意识、团队协作意识、工作信心构建四个方面及其子项目在内的综合工程意识培养效果检验指标体系。以两年的校级结构设计竞赛调研数据为依托，对竞赛前后学生综合工程意识的变化进行了统计分析。结合多年组织和参加各类竞赛的经验，提出了土木工程专业大学生综合工程意识培养的改革方向。

关键词：结构设计竞赛；土木工程；综合工程意识；指标体系；改革方向
中图分类号：G642.0　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1005-2909(2016)03-0024-05

土木工程专业是培养从事土木工程设计、施工、管理人才的工程类学科，具有很强的工程实践特点。为实现其培养目标，不仅要求学生掌握专业基本理论知识，更重要的是培养其综合工程意识与创新能力[1]。大学生结构设计竞赛是一项极富创新性和挑战性的科技竞赛，是教育部确定的全国九大大学生学科竞赛之一，通过设计、制作、试验等一系列过程，锻炼和培养学生的实践能力和创造能力。如今，竞赛的题目越来越倾向于模拟和简化当今时代面临的重大工程实际问题，如建筑物承受地震作用，超高层建筑承受冲击和爆炸作用，风致效应等，从而使结构设计竞赛的命题从单纯强调创新思维逐渐过渡到实用型创新，彰显了其在学生工程意识培养方面的突出优势。

目前，在全国大学生结构设计竞赛的引领和带动下，各省市、地区以及高校内部的结构设计竞赛也在不断开展，竞赛对学生工程意识的促进作用已得到普遍认知，但现有文献均只进行了定性分析[2-3]，量化分析的改革方向鲜有研究。鉴于此，文章针对工程综合意识培养的内涵和结构设计竞赛的自身特点，构建综合工程意识体系，根据连续两年的校内竞赛，对调查数据进行深入分析，掌握竞赛前后学生综合工程意识的改善情况，将学生存在的共性薄弱点向理论教学反馈，并提出在实践教学工作中培养大学生综合工程意识的改革方向。

一、综合工程意识的内涵及其体系构建

现代工程的本质在于将工程理论科学知识、安全环保知识、管理知识等应

收稿日期：2015－12－26
基金项目：陕西省高等教育教学改革研究项目(15BY25)
作者简介：武贤慧(1973－)，女，长安大学建筑工程学院副教授，主要从事土木工程研究，(E－mail)wuxianhui2005@126.com。

用于工程实际。所谓工程意识，是指创新意识、实践意识、竞争意识、管理意识等。工程意识外化则构成工程能力，工程能力指思维能力、自学能力、研究能力、操作能力和创造能力等[4]。结构模型的设计、制作、加载等一系列过程实际上就是上述能力培养的一个过程。竞赛模型的设计几乎涵盖了土木工程专业基础课和专业课的大部分内容，需要一定的理论知识和创新思维。模型的制作过程是动手操作并不断改进和优化的过程，需要在团队的协作下实践和探索，模型的加载试验则是对这些能力的评判和检验。

根据工程综合意识培养的内涵，分为工程应用意识、结构创新意识、团队协作意识、工作信心构建四个方面，而基于结构设计竞赛自身的特点，这四个方面又包含若干子项目。结合多年组织、指导结构设计竞赛的实践经验，笔者构建了综合工程意识的培养体系，如图 1 所示。

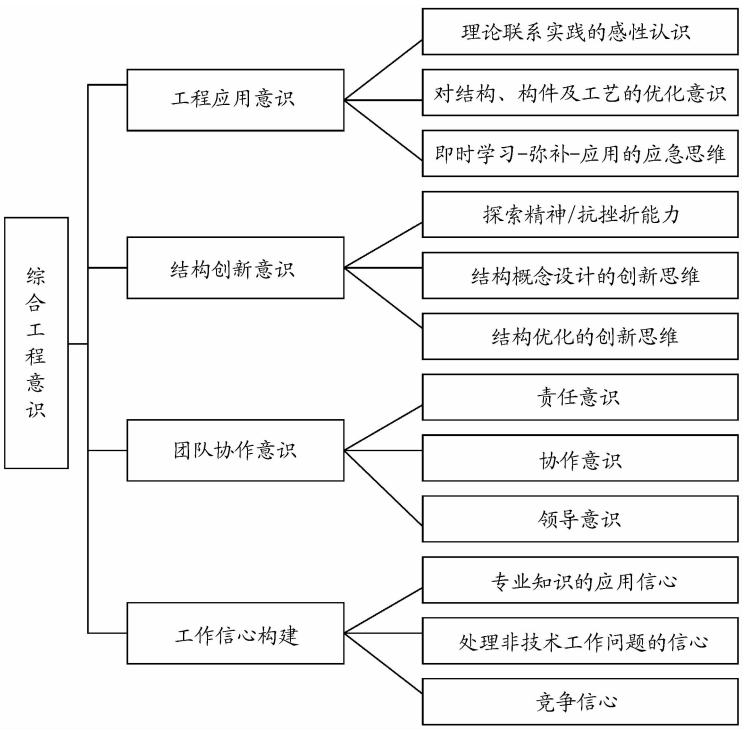


图 1　综合工程意识培养体系构建

二、竞赛分析样本选择

长安大学从 2005 年开始举办每年一届的校级竞赛，学生参加积极性非常高，竞赛已成为校内最具影响力的科技活动之一。笔者选择了 2013 年和 2014 年长安大学校级结构设计竞赛为分析样本，一是由于参赛学生人数多，样本具有广泛性；二是因为经过十几年的发展，竞赛已经植根于学生和教师的实践教学中，具有可靠性。

2013 年竞赛题目为“重檐歇山式仿古殿宇结构模型制作与测试”，模型采用木质材料制作。2014 年赛题为“多层塔式结构模型制作与测试”，采用竹质材料制作。两次竞赛分别“以歇山式仿古殿宇结构”和“多层建筑结构抵抗地震灾害”为主题，具有重要的科学价值和工程意义。

两次竞赛共收到调查问卷 223 份，有效问卷 177 份。2013 年有效问卷 64 份。为区分不同年级的应用水平，2014 年对土木工程专业大三和大二分别进行统计，大三学生有效问卷 44 份，大二学生有效问卷 69 份。

三、结构设计竞赛对学生综合工程意识培养的成效分析

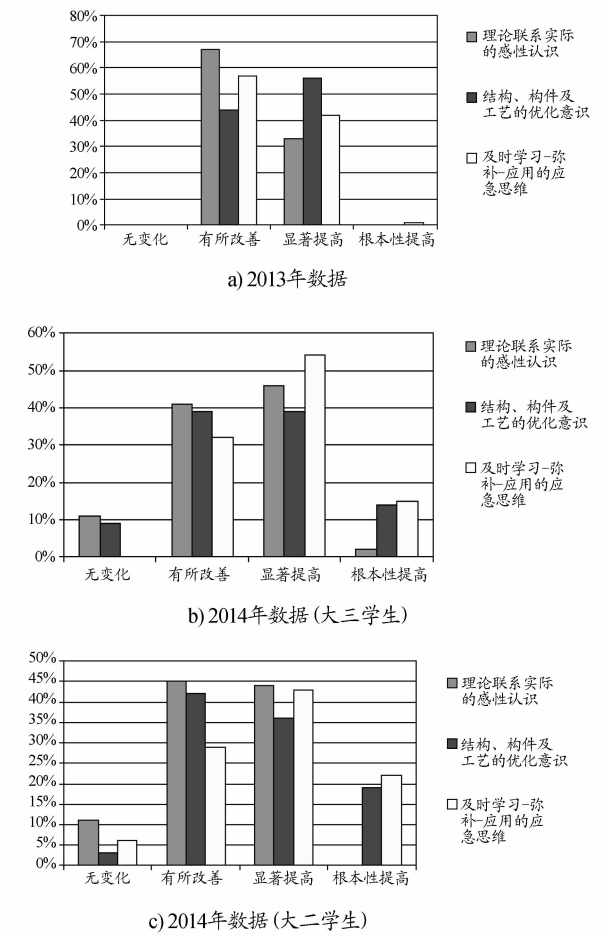
文章以上述两次长安大学校级竞赛为依托，将竞赛前后学生综合工程意识各调查子项均设定为无变化、有所改变、显著提高、根本性提高这四种情况，图 2—图 5 为竞赛前后综合工程意识不同调查项目的统计结果。

（一）工程应用意识分析

图 2 为竞赛前后工程应用意识变化统计图。

可以看出，在工程应用意识方面，50% 以上的学生认为自己竞赛前后在结构、构件及工艺的优化意识方面得到了显著提高。特别是在构件截面优化和工艺制作方面，优化意识已经深植于参赛选手的设

计和制作理念中。例如,在所提交的作品中,杆件类型有 H 型、圆形、箱型、三角形、T 型等截面,结构类型包括空间桁架式、斜拉式、梁式、拱式结构等,而在制作工艺上,将木质材料进行了水泡等加工处理形成了预拱度,有的施加了预应力。这些结构细节方面的改进,充分体现了参赛学生的工程优化意识。



a) 2013年数据

b) 2014年数据(大三学生)

c) 2014年数据(大二学生)

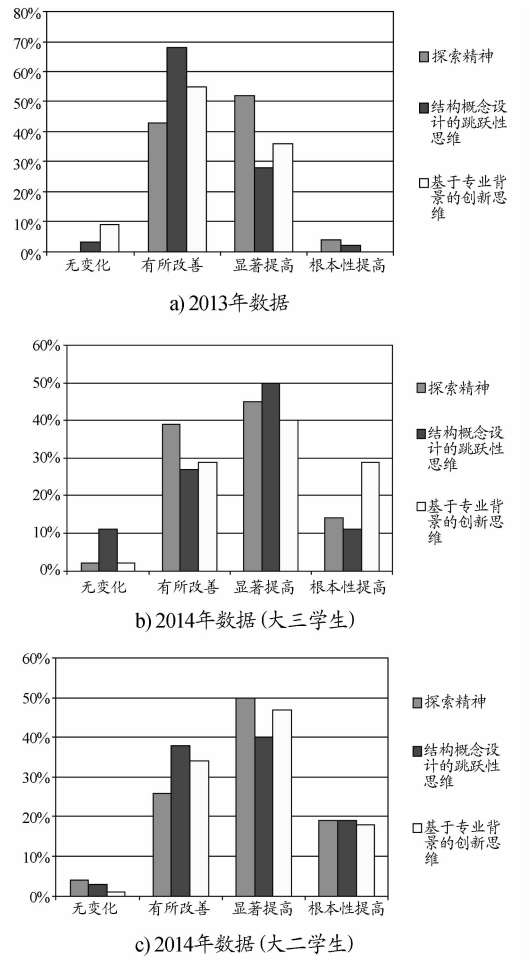
图 2 竞赛前后工程应用意识的变化

同时,2013 年竞赛前后学生理论联系实践的感性认识和即时学习 - 弥补 - 应用的应急思维有所改善的学生分别占 67% 和 57%,而显著提高的学生为 33% 和 42%,2014 年显著提高的学生分别为 45% 和 49%。在比较短的竞赛准备时间内,及时学习、弥补现有知识的不足对大多数学生来说并不容易,只能在赛后进一步完善,2014 年较 2013 年有了一定提高即是很好的例证。

(二)结构创新意识分析

图 3 为竞赛前后结构创新意识变化统计图。

可以得出,在结构创新意识方面,2013 年分别有 68% 和 55% 的学生在结构概念设计、结构优化创新思维上有所改善,有显著提高的学生所占比例较小,分别为 28% 和 36%。2014 年显著提高一项占有较大比例,根本性提高的比例也明显上升。



a) 2013年数据

b) 2014年数据(大三学生)

c) 2014年数据(大二学生)

图 3 竞赛前后结构创新意识的变化

2014 年大二与大三学生相比,近 30% 大三学生在基于专业背景的合理创新思维一项上有根本性提高,而大二学生这一比例为 18%,大二很多专业课刚开始,而大三已经学习了核心的专业课程,表明专业课程在其创新思维方面起到了积极作用。

结构概念设计和结构优化设计相互促进,不可或缺。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。结构优化设计则是指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。而学生在这两方面的创新思维则是其核心竞争力,将已掌握的专业知识与实际工程相结合,大胆改进、创新是结构专业人才培养的最高层次。在竞赛中,有的参赛队在传统榫卯连接基础上进行工艺改进,在节点制作上创新性强。然而对于多数学生来讲,现阶段如何将所学转化为所用并不是一个简单的问题,需要在课堂教学中不断渗透,在竞赛的培训

中不断提高。同时可以看出，约 50% 的学生在创新探索精神方面有了显著提高，假以时日，通过结构设计竞赛培养的探索精神将会带入到工作实践中，对学生今后的工作产生积极影响。

（三）团队协作意识分析

图 4 为竞赛前后结构创新意识变化统计图。

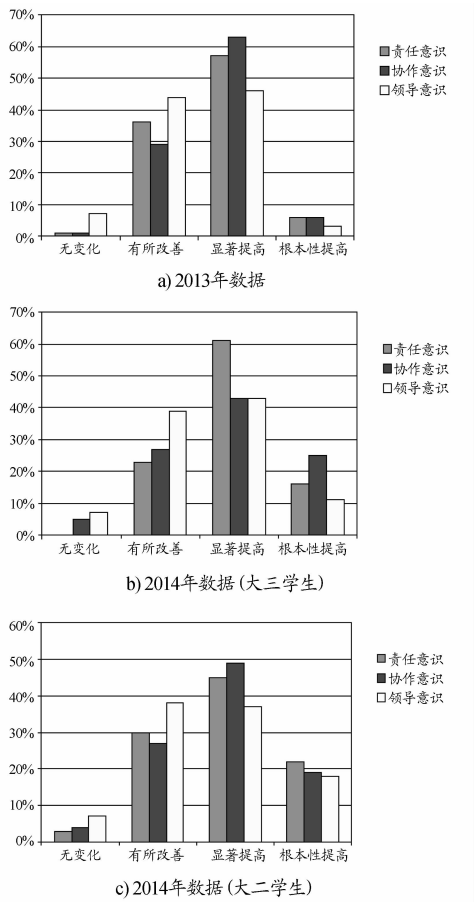


图 4　竞赛前后团队协作意识的变化

调查显示，2013 年和 2014 年将近 60% 的参赛学生团队协作能力得到了显著提升，这表明以团队为基本单元的结构设计竞赛对培养学生的团队意识有着先天的优势。具体原因在于，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。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，参赛队员需要付出艰辛的劳动，进行反复的试验、繁琐的计算和分析，非一人之力所能完成，每一位学生需要有为集体负责的使命感和责任心，一切从大局出发，能听取别人的意见。相应地，约 56% 的学生责任意识得到了显著提高。

（四）工作信心变化分析

图 5 为竞赛前后结构创新意识变化统计图。

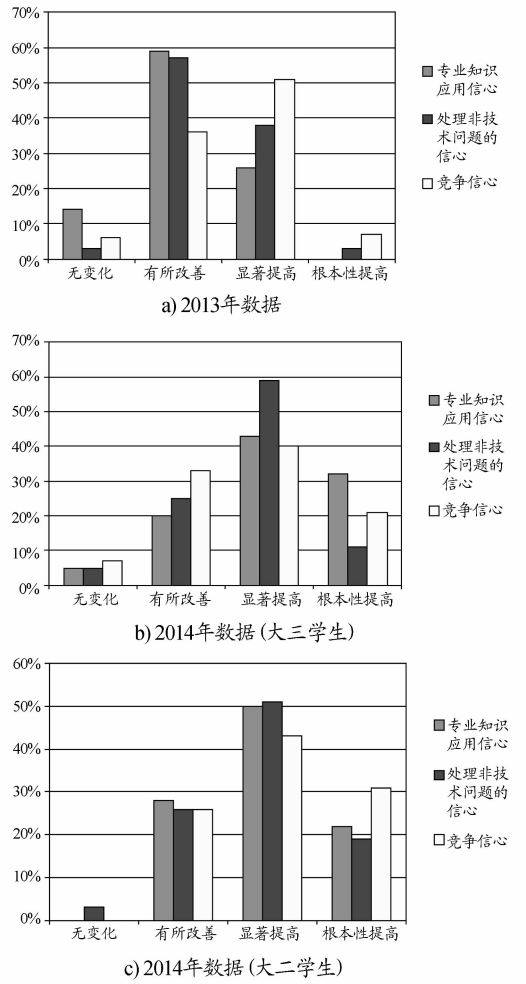


图 5　竞赛前后工作信心构建的变化

竞赛对学生工作信心的构建也起到了积极的作用，2014 年数据明显优于 2013 年。这是因为结构设计竞赛相对来说是一项极具挑战性的工作，通过竞赛紧张的制作和加载过程，选手们经历了专业知识应用、思维拓展、动手操作等系列过程，对专业知识的应用从理论转向了实践，增强了信心。

（五）总体分析

对统计结果进行总体分析，可以得出：竞赛前后学生综合工程意识有所改善和显著提高占到了很大的比例，无变化或根本性提高所占的比例较小，这说明结构设计竞赛在培养学生综合工程意识方面具有一定成效。两年的数据结果表明，除工程应用意识外，2014 年学生在结构创新意识、团队协作意识、工作信心构建方面都有显著提高，明显好于 2013 年，且各项指标有根本性提高的比例也明显增加。这与 2013 年竞赛后，根据学生的薄弱环节向专业基础课和专业课进行及时反馈有很大关系，说明反馈机制成效显著。但同时也应看到，各项指标中根本性提高所占比例较小，综合工程意识的提高是一个长期

过程,而学生仅在指定时间段内参与竞赛,这是竞赛不能从根本上提高学生综合工程意识的客观原因。

四、土木工程大学生综合工程意识培养模式的改革方向

(一)建立结构设计竞赛反馈指标体系,促进教学改革

目前,竞赛与常规教学之间的互动与互补模式尚未形成,因此,亟需建立一套结构设计竞赛对专业课程的反馈指标体系,将竞赛中折射的问题向专业课程反馈,形成以专业知识指导结构设计竞赛,反过来以结构设计竞赛促进专业课程教学的有效互动模式,发挥结构设计竞赛对综合工程意识培养的促进作用。2014 年的统计数据明显优于 2013 年,就是团队在竞赛反馈指标体系与教学改革互动模式方面研究和推广成果的例证,继续优化这一模式,并在教学中进一步推广应用。

(二)将赛前培训作为常规课程体系的拓展

在结构设计竞赛的前期,各学校一般采取的做法是教师为参赛学生集中指导和答疑,但这种一对一的交流效率不高,影响面较小。教师以专题讲座形式,紧密结合竞赛要求向学生传授材料性能利用、构件设计与制作、结构体系构建等相关知识,引导参赛学生的思维模式从课堂走向实践创作,对学生的创新思维将起到积极作用。在当前全国土木类院校参赛人数众多的情况下,开设创新实践类系列课程将使绝大多数学生受益,也是发挥实践教学模式的新思路。

(三)进一步加强实验创新基地的开放

实验教学是高等教育的重要组成部分,是抽象思维与形象思维、传授知识与训练技能相结合的过程[5]。传统的实验教学方法多表现为灌输式,偏重于所学知识的验证。由于实验内容都是设计好的,在专业应用上处在被动地位,难以激发学生的学习兴趣和创造性思维。而将实验室开放,学生按照创新实验的要求,在教师的宏观指导下根据自己的实际情况选择时间,选择题目,独立设计方案并完成实验,教师对学生的教学方式由以前的灌输式“教”改为启发式“导”,循循善诱,启迪思维。这种模式对创新意识乃至工程综合意识的培养具有积极的作用。

参考文献:

[1]周克荣,陈以一.大学生结构设计竞赛与创新意识境界[J].同济教育研究,2001(1):35-37.

[2]许昊,徐龙军,李洋,等.大学生结构设计竞赛中创新能力的培养与发挥[J].高等建筑教育,2011(5):121-124.

[3]王步,王毅红,袁卫宁,等.搭建模型竞赛平台,促进土木工程专业教学改革[C]//第九届全国高校土木工程学院(系)院长(主任)工作研讨会论文集,科学出版社,2007.

[4]王贵和,吕建国.工科大学生工程意识的内涵与培养途径[J].中国地质教育,2006(4):62-64.

[5]黄明奎,曾艳.对我国目前实验教学的思考[J].当代教育论坛:宏观教育研究,2007(10):120-121.

Research on the engineering consciousness training for civil engineering students :taking structural design competition as an example

WU Xianhui, WANG Bu

(*School of Civil Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, P. R. China*)

Abstract: After more than 10 years development, the structural design competition increasingly tends to stimulate the major engineering problems today, which highlights the outstanding advantages of the competition in training engineering consciousness for civil engineering students. According to the connotation of engineering consciousness and the features of the competitions, the inspection index systemspirit how to train the comprehensive engineering consciousness for students is set up. This systemspirit contains the practical application ability, the structural innovation idea, the teamwork spirit, the work confidence and comprehensive engineering consciousness training effect inspection index system. Relying on the data of two school competitions, the statistics are analyzed by comparing the data before and after the competition. The reform ways are put forward based on the experience of organizing and participating in the competitions.

Keywords: structural design competition; civil engineering; comprehensive engineering consciousness; index system; reform ways

(编辑 周 沫)