

基于 CDIO 理念的特种结构课程 教学改革与实践

陆金钰, 李贵锋, 谢鹏飞, 范圣刚

(东南大学 土木工程学院, 江苏 南京 210096)

摘要: CDIO 是当前高等教育较为先进的创新人才培养理念。基于 CDIO 理念, 文章以东南大学土木工程专业卓越工程师的培养为目标, 系统介绍了特种结构课程的改革措施, 即课程的教与学以项目的形式开展, 从教案、授课、研讨、考核等几个环节实施系列改革。教学实践表明, 该模式有助于提高大学生的实践能力、创造能力以及团队协作能力, 也能为其后续的专业课程学习、毕业设计与工作奠定良好基础。

关键词: 特种结构; CDIO 理念; 研究性学习; 课程改革

中图分类号: G423.07; TU **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-2909(2014)04-0096-04

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》和《国家中长期人才发展规划纲要(2010—2020年)》明确指出: 将“卓越工程师教育培养计划”列为未来10年内中国全日制工科高等教育的重大改革项目^[1]。土木工程专业是工科中的传统专业与基础专业。和大部分工科专业一样, 其具有很强的实践性, 与人类的生产、生活及社会发展关系密切。专业内容涵盖建筑、桥梁、地下空间等方向, 构成基础设施建设最重要的行业。建筑结构建造技术的发展促进了社会和科技的进步, 新型的建筑结构往往成为一个城市乃至一个国家的标志。如何顺应国际高等教育的发展趋势与工科高等教育的发展需求, 落实土木工程行业的“卓越工程师”计划, 培养大批高质量的土木工程技术人员, 已成为目前土木工程教育亟待解决的问题。

2000年以来, 麻省理工学院、瑞典皇家工学院等4所大学组成的跨国研究机构, 经过4年的探索研究创立了CDIO工程教育理念。CDIO分别代表构思(Conceive)、设计(Design)、实现(Implement)和运作(Operate), 它以产品研发到产品运行的生命周期为载体, 让学生以主动的、实践的、课程之间有机联系的方式学习工程知识^[2]。这种教学模式通过将理论与实践结合的方法, 培养学生的创造能力和解决实际问题的综合能力。教学中把学生作为课堂的中心, 用项目取代传统的课本, 而教师则以丰富的实践经验指导学生。CDIO作为近年来国际工程教育改革的最新成果在工程教学中具有一定的推广价值^[3-5]。

收稿日期: 2014-02-12

基金项目: 东南大学教学改革项目(2013-018); 东南大学优秀青年教师教学科研资助计划项目(中央高校基本科研业务费专项 2242014R30005)

作者简介: 陆金钰(1981-), 男, 东南大学土木工程学院副教授, 教学院长助理, 博士, 主要从事空间结构、钢结构研究, (E-mail) davidjingyu@gmail.com。

一、特种结构课程传统教学存在的问题

特种结构课程是东南大学土木工程专业方向的一门选修课,课程主要涉及烟囱、筒(贮)仓、输电塔、广告牌结构等。课程教学的主要目的是通过特种结构的学习,使学生了解工程结构中特种结构的结构型式、受力特点、分析方法、截面设计和施工技术以及构造要求,培养学生对特种结构形式进行结构布置、结构分析、结构计算,以及利用工具书解决实际问题的能力,使学生具有更为全面的结构设计理念,为今后从事同类项目的设计打下坚实的基础。该课程是在结构力学、工程结构设计原理、土木工程等前期课程基础上开设的。多数学生认为该课程内容多、专业性强,并且比较抽象。同时,由于授课内容繁杂,学时有限,因而教师在教学内容的取舍上也较难把握^[6]。以教师为中心的传统课堂教学较为枯燥,课堂上更多的是教师机械地讲授理论知识,导致学生在接受知识时较为被动,缺乏学生参与的课堂教学不利于学生的思考,也限制了学生的思维。

传统的考核模式也比较单一,教师以考试或学生提交的课程论文作为最终的评判依据,并不能真正检验学生的学习效果,大多数学生只是应付了事,甚至相互抄袭或从网上抄袭。而且,单一的考查方式无法根据课程特点、教学目标、教学难度灵活地考查学生的解题思路和分析问题的方式和方法,无法科学地评价学生掌握知识的程度,更重要的是无法科学地评价学生所具备的知识、能力、素质的综合情况。自主式学习^[7]是最基本、最有效的学习形式,无论合作式、参与式、互动式,其学习过程均以自主式学习为基础,因此,提高学生在学习过程中的自主性尤为重要。

二、基于 CDIO 教育理念的特种结构课程改革

为适应教学改革的需要,依据 CDIO 教育理论的构思、设计、实现和运作四部分内容,探索新的教学手段和模式。在教学新模式下,课程教学以项目的形式开展,教案、授课、研讨、考核等教学环节均随之有所改变,鼓励学生进行自主学习,只有主动学习才能增强学生的学习积极性,鼓励学生参与学术交流和学术研讨等活动,进一步激发学生的学习热情^[3]。

在构思与设计阶段,鼓励学生自由组队,结合特种结构课程要求及自身兴趣,搜集文献资料,把握特种结构相关知识的重点难点,对构思难度适中且适合大学生开展的课题,以项目的形式进行实施,特别

是要与大学生科研训练计划项目(SRTP)以及结构设计竞赛相结合,以最大程度地发挥学生的聪明才智。

SRTP 项目研究作为培养大学生科研创新能力和探索精神、提高学生整体素质的一项重要举措,是一种新型实践教学形式^[8]。在实现和运作阶段,学生可以凭借课程考核成果进一步参与到 SRTP 项目中,利用所学知识以项目的形式进行拓展性研究。经过严格的立项评审、中期检查及结题答辩等环节的训练,学生综合能力得到较大提升,对课程知识的掌握也更加牢固。教师则以控制项目研究方向和项目研究进度的把关人角色参与其中,为学生答疑解惑。实施过程中以大学生创新实践基地和实验平台为基础,为实践活动提供有利条件。如提供项目实施所必需的加载测试设备及装置(振动台、切割机、鼓风机、多向静力加载装置、激光位移计、加速度计等)、模型制作所需要的竹材、木材、胶水等材料以及活动场所。另外,课外研学指导小组及大学生科技协会的全程参与也为过程管理提供了强有力的保障。

该课程考核也改变以往单一的论文形式,以论文答辩、创新模型展示、模型加载三种方式进行,由学生自由组队选择。论文答辩需选择一种或一类特种结构形式,撰写课程论文,并制作 PPT 进行现场答辩(图 1);创新模型展示需制作长宽高均小于 400 mm 的一种特种结构模型,制作材料不限,还需提交展板,阐明功能用途、设计理念及创新点等,并在现场作介绍(图 2、图 3);模型加载需按照题意要求采用指定材料及尺寸制作结构模型,现场加载计分,并提交计算书(图 4)。



图 1 论文答辩现场



图 2 模型展示答辩

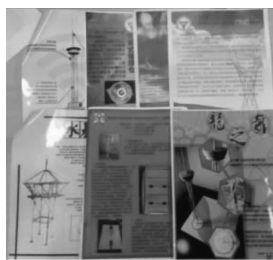


图3 提交展板



图4 提交计算书

在模型加载环节,要求设计两类典型的特种结构形式,包括自立式输电塔和大型钢结构广告牌模型静动力加载,以综合考察学生的创新设计能力、计算表达能力、动手制作能力以及团队协作能力。自立式输电塔是一种支持高压或超高压架空送电线路的导线和避雷线的构筑物,模型加载分为静加载和动加载两部分。静荷载包括竖向和侧向加载,以模型的荷重比来体现模型结构的合理性和材料利用效率。动加载为瞬间卸去一侧的侧向重物,以模拟导线断线荷载,模型将受到一定的水平冲击荷载,结构同受弯扭作用,加载示意如图5。大型钢结构广告牌为高耸结构,主要承受风荷载、恒荷载、安装或检修等荷载,在满足广告效果的前提下,其结构的安全性尤为重要。模型加载为动加载,由鼓风机分别施加三级风荷载如图6,模型加载现场如图7。

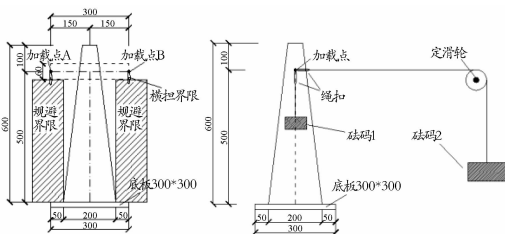


图5 自立式输电塔赛题加载示意图

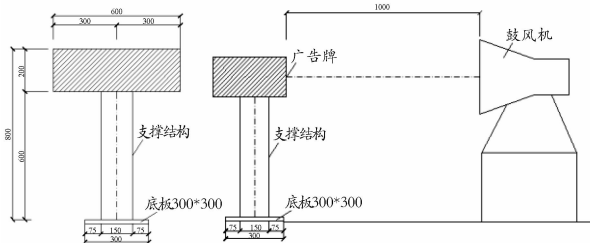


图6 钢结构广告牌赛题加载示意图



图7 模型加载现场

三、基于 CDIO 教育理念的教学改革成效

特种结构课程改革方式新颖,得到很多学生的认可。这种以项目为依托的课程教学,以及多样化的考核方式,增大了学生学习上的自由选择和发挥的空间,使学生体会到了学习的乐趣。在整个教学过程中,通过结构模型的设计和制作,进一步加深学生对特种结构课程中关于实际结构设计分析的理解和认识,其结构知识的运用能力、创新能力、动手能力和团队协作能力也得到提高。

(1)激发了学生的学习兴趣。相比传统的论文撰写,模型制作与加载的考核方式对学生更有吸引力,学生在动手制作的过程中参与热情高。

(2)提高了学生的实践技能以及分析和解决问题的工程能力。在对模型结构的自主构思、设计、实现与运作过程中,学生通过小组讨论自行解决工程问题,实践创新能力和解决问题的能力得到较大提高。

(3)增强了学生的创新能力和科技创新的自信心。特种结构课程考核方式与传统的结构竞赛加载形式相似,通过这样的考核方式增强了学生的创新能力和自信心,对学生参与科研项目研究或参加竞赛都有积极的引导作用。

特种结构课程教学的相关优秀成果在东南大学第八届创新创业成果展示会上取得了优异的成绩,一批 SRTP 项目获批立项,如国家级大学生创新创业计划项目“桁架门式起重机结构分析软件的开发”、“新型库架合一结构栓插混合节点抗震性能试验研究”;江苏省大学生创新实验计划项目“现代消防云梯多角度优化研究”;东南大学校级 SRTP 项目“自立式输电塔结构力学性能分析及模型试验研究”、“双排桩支护结构性状分析及工程应用”等。

近年来,东南大学土木工程学院相关课程的改革激发了学生的学习兴趣,尤其对学生创新能力的培养成效突出,以开展 SRTP 项目、结构创新竞赛、课外研学讲座等为主要形式的训练形式,为学生创新能力的提高提供了全方位的制度保障与技术支持,

参与学校结构竞赛的人数逐年增加,至 2013 年已达到 1 800 人。学生自主参与的各级 SRTP 项目立项也逐年增加,呈现出学生积极性高、参与面广、人数多、受益大的特点。这种将课程—项目—竞赛紧密结合的方式,引导学生通过课堂的研讨交流以及实践项目的系统研究,将创新成果在各类竞赛中展示出来,真正实现了教、学、研、用的一体化。

四、结语

本文将 CDIO 教育理念引入特种结构课程改革,提出了在课程体系、教学内容、教学方式及考核方式等方面的多项改革措施,形成理论教学、实践教学、科学研究三元一体的教学模式。在此基础上,为进一步搞好大学生创新活动,尝试将以课外研学活动为主要内容的创新教育纳入常规的特种结构课程教学体系,为学生提供全方位的培养创新精神和创新能力的氛围、环境与机会。同时,在实践中学习、基于项目学习的教学模式,极大地激发了学生的学习热情,其综合能力也得到了全面的锻炼和提高。实践证明,基于 CDIO 理念的教学改革在工程教学实践中成效显著,值得进一步推广和研究。

参考文献:

- [1]林健. 高校“卓越工程师教育培养计划”实施进展评析(2010-2012)(上)[J]. 高等工程教育研究, 2013(4):1-11.
- [2]高雪梅, 孙子文, 纪志武. CDIO 方法与我国高等工程教育改革[J]. 江苏高教, 2008(5):70.
- [3]李蕊, 王岩韬, 贺毅. CDIO 人才培养模式下金工实习课程改革探索[J]. 中国民航大学学报, 2012, 30(5):41-42.
- [4]曹海平, 管图华. 基于 CDIO 理念的电工电子实训教学改革与实践[J]. 实验室研究与探索, 2013, 32(1):141.
- [5]陈会凡, 李广慧. CDIO 工程教育模式在土木工程材料中的应用研究[J]. 高等建筑教育, 2011, 20(4):40-41.
- [6]陈文海. 特种结构课程教学的探讨与实践. 徐州工程学院学报:社会科学版, 2011, 26(6):90-92.
- [7]林健. 面向卓越工程师培养的研究性学习[J]. 高等工程教育研究, 2011(6):8-10.
- [8]叶民, 魏志渊, 楼程富, 毛一平. SRTP:浙江大学本科教学改革成果探索[J]. 高等工程教育研究, 2005(4):56.

Reform and practice of special structures course based on the CDIO concept

LU Jinyu, LI Guifeng, XIE Pengfei, FAN Shenggang

(School of Civil Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, P. R. China)

Abstract: CDIO is currently an advanced innovative training concept of higher education. Aiming at the cultivation of outstanding civil engineers in Southeast University, this paper introduced the curriculum reforms for special structures course based on the CDIO concept. The teaching and learning of this course were conducted with the form of research projects. And a series of reform method were introduced in the teaching period, e. g. course plans, lectures, seminars an assessment systems, etc. Practice results show that this teaching mode is an effective way to stimulate the college students' ability of practice, creativity and teamwork. It had also laid a good foundation for the professional courses, graduation design works and even future research works.

Keywords: special structures; CDIO concept; research study; curriculum reform

(编辑 王 宣)