

# 基于 CDIO 理念立体化教学模式探讨 ——以混凝土结构系列课程为例

刘建平, 贾致荣, 师 郡, 陈正发, 史 萍

(山东理工大学 建筑工程学院, 山东 淄博 255049)

**摘要:** CDIO 工程教育模式是近年来国际工程教育改革的最新成果, 此模式注重人才的系统培养和工程应用能力的提高。文章在此教育理念的指导下, 构建了以能力培养为目标、立体化教学资源为支撑、以多样化教学方法为手段、多层次实践教学为途径、多元化考核方式为保障的混凝土结构系列课程立体化教学模式。实践结果表明, 该教学模式能够有效培养学生的工程实践能力和创新精神, 提高人才培养质量。

**关键词:** CDIO; 混凝土结构; 系列课程; 立体化教学模式

**中图分类号:** G642      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-2909(2011)05-0083-05

混凝土结构系列课程(混凝土结构基本原理、房屋结构设计、高层房屋结构设计)是土木工程专业的核心主干课程,对培养学生的综合分析能力、工程素质以及创新设计能力等方面起着极其重要的作用。然而,随着科学技术的迅速发展,新材料、新技术不断涌现,工程技术日益系统化、复杂化,对人才培养提出了更高的要求,不仅要让学生打好坚实的理论基础,而且要重视能力和素质的培养。CDIO 是国际上先进的教育教学理念,也是近年来国际工程教育改革的最新成果。CDIO 代表构思(Conceive)、设计(Design)、实现(Implement)、运作(Operate),它以培养个人能力(包括终生学习能力和实践能力)、团队能力和系统的适应与调控能力为主要目标,让学生以主动的、实践的、课程之间有联系的方式学习工程,强调综合创新能力与社会大环境协调发展<sup>[1-2]</sup>。因此,以 CDIO 工程教育理念为指导,以整体优化为目标,紧密围绕土木工程人才培养需求的变化,深化混凝土结构系列课程的课程体系、教学内容和教学方法的改革,构建系列课程教学新体系与教学平台,使系列课程教学适应新时期高等教育与行业发展的需要,促进高素质创新人才的培养,具有重要的现实意义。

## 一、基于 CDIO 理念的混凝土结构系列课程立体化教学模式的设计

在充分研究与吸收 CDIO 国际工程教育理念的基础上,对工程教育的理念、目标、模式进行再认识,运用 CDIO 理念对混凝土结构系列课程的教学观念、课程体系、教学内容、教学方法、实践教学、学生考核方式等方面进行了全方位的构思与设计。按照“整体优化、与时俱进、强化基础、体现应用、注重实践与

收稿日期:2011-07-29

基金项目:山东省教育厅高等学校教学改革研究项目(2009236)

作者简介:刘建平(1970-),女,山东理工大学建筑工程学院土木系副教授,主要从事土木工程专业的教学与研究,(E-mail)liujp@sdu.edu.cn。

创新”的原则,以学生个性化发展为核心,精心设计知识、能力、素质培养“三位一体”人才培养方案,改变过去“以知识传授为主要目标”的传统教学模式,转变为“以各种知识传授为载体,以能力与素质培养为主要目标”的新教学模式,构建了一套完整的以理论教学为基础,以实践教学为保障、以在线网络教学

为补充的立体化教学模式。立体化教学模式涵盖了课堂理论教学、实践教学、自主学习、过程考核、评价与反馈整个学习过程,多层次、多方位构建起了课程教学体系,从而达到 CDIO 培养大纲的教育要求。混凝土系列课程立体化教学模式的构建图如图 1 所示。

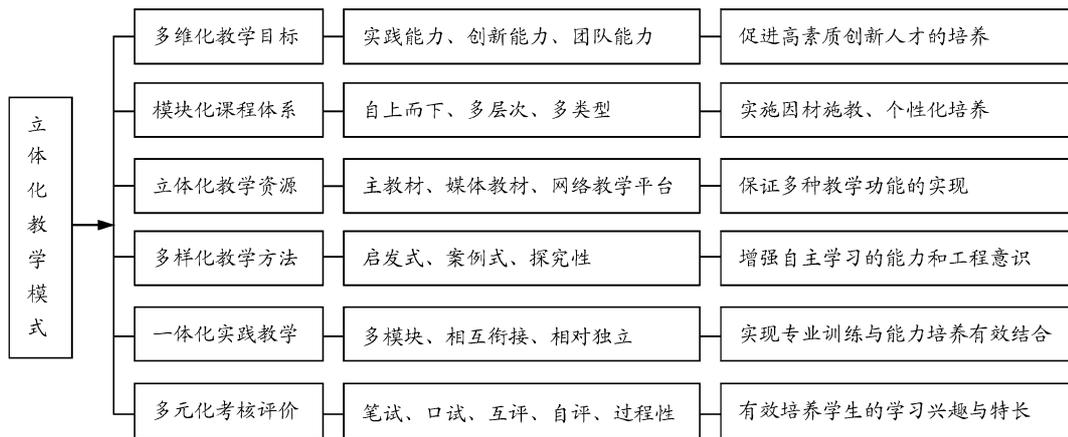


图1 混凝土系列课程立体化教学模式构建图

## 二、系列课程体系结构与内容优化

课程体系及教学内容的改革是 CDIO 国际工程教育改革的重要内容<sup>[3]</sup>。要实施因材施教,“三位一体”的 CDIO 培养方案,必须深化原有课程体系、结构和内容改革。混凝土结构系列课程教学内容和课程体系改革的总体思路是:以能力培养为目标,以项目训练为载体,淡化课程界限,整合教学内容,积极探索“自上而下,多模块、多层次、多类型相结合”模块结构化课程体系,实现课程之间、课程群之间内容的优化和有机联系,通过贯穿核心课程学习全过程的 CDIO 项目,让学生在在学习专业知识的同时亲身体验高级设计过程,使知识的学习和应用之间形成良性互动。

“自上而下”是以工程设计为导向,以项目训练为载体,先给出宏观、整体的工程概念,再由宏观到微观、由整体到局部,即先讲授结构的概念设计、结构的整体分析,后讲授构件的设计。新课程体系变传统的“自下而上”的课程群组织方式为“自上而下”的组织方式,“自下而上”是先基础后专业、先微观后宏观、先局部后整体,其缺陷是初学者往往不知为何要学习该课程、该知识模块学后有何用处<sup>[4]</sup>。

多模块是指将混凝土结构系列课程的知识顺序按模块划分为基础知识、基本构件、预应力混凝

土、结构概念设计、结构分析、结构设计和新结构新技术 7 个模块。并精心设计了 1 个基于课程群的综合设计项目和 2~4 个基于课程的课内设计项目,使学生加深对重要知识点的理解和掌握,了解课程群内各门课程之间的有机联系,并使学生得到能力训练的机会。

多层次是指在详细分析了土木工程职业的社会需求的基础上,提出了科研工作者、结构设计师和现场工程师 3 类角色分类培养匹配设计。这 3 类角色是学生通过系统学习后可能达到的目标。所有学生均从现场工程师开始学习,根据知识掌握情况,逐步成为结构设计师甚至科研工作者。学生通过不同知识模块的学习、设计方法的掌握和技能的培养,最终成为不同的角色,从而达到因材施教、个性化培养的目的。

多类型相结合是指在教学内容的实施过程中将土木工程传统知识与最新技术进展相结合、将专业知识与现代信息技术相结合、将书本知识与教师的科研成果介绍相结合和将基本概念与工程案例教学相结合。如增加了“混凝土结构耐久性”“混凝土结构加固技术”“现浇混凝土空心楼盖”等新技术专题,并给出相应典型实例,既提高了学生的学习兴趣,又激发了他们的创新意识和科学探索精神。

改革后的课程体系既保持了原有课程基本内容和学科特点,又克服了原有课程内容重叠脱节、陈旧等弊病,既强调了基础知识的掌握和应用,又突出了对学生工程素质和研究素质的训练,增强了课程的灵活性,适应行业和社会对应用人才规格多变的需求。

### 三、实施多样化教学方法,构建多元化评价体系

由于系列课程大量增加了学生项目训练时间,而总的课时保持不变,因此在对课程内容整合、优化和压缩授课学时的同时,除了增加自学内容外还需要对教学方法和教学手段进行改革,主要改革内容体现在以下几个方面。

(一)坚持自主性学习和引导性教学相结合,培养学生自主研究学习能力

CDIO 理念的一个核心内容是自主研究式学习,将教学工作从以“教”为中心转变为以“学”为中心,树立以学生为本的思想。课堂讨论、综合作业、读书交流活动是培养学生自主式、研究型学习能力的途径之一。教师在授课中创造条件,制定若干联系实际“小课题”,这些“小课题”有些是关键知识点,有些是综合性的知识,有些是最新技术进展,要求学生利用课余时间阅读文献资料,将课内、课外结合好,提倡合作学习、小组学习。这种开放式互动研讨的教学方法不仅可以活跃课堂气氛,提高教学效果,而且能调动学生学习积极性和主观能动性,有利于培养学生独立思考、取长补短、开拓视野,更有利于培养学生观察、分析、表达能力等多方面的综合素质。

(二)注重工程案例教学,培养学生的工程意识与实践能力

CDIO 教育体系旨在培养工程技术人员素质,培养学生的工程意识和工程思维方式,因此在教学全过程中应充分体现工程特色、突出实践、强化应用,引导学生面向工程,增加教学中的工程因素、工程内容,建立工程信息库,包括工程案例、工程规范、工程软件、工程录像、工程图纸、工程图片等,并将其穿插应用于教学的始终,强化案例教学作用,实施“教师引导与学生主导、精选案例与精讲案例、总结与评析”3个方面的结合。通过工程案例的分析使学生养成认真、负责、严谨的工作作风,通过实际工程的

案例自讲和展示,提高学生的表达能力。

(三)推行基于团队的项目教学法,提高学生的创新精神和团队合作能力

CDIO 教育模式要求学生基于工程项目的全生命周期进行学习与实践。因而,以工程设计为导向,以项目训练为载体,通过精心设计基于课程群的综合设计项目和基于课程的课内设计项目的团队式训练,以项目为中心开展“做中学、做中教”,通过“构思、设计、实现、运作”四个环节,掌握项目实施的全过程,锻炼学生的实践能力与创新能力,并通过团队小组研讨平台开展团队研讨活动,培养学生的团队领导和沟通能力。

(四)建设立体化教学资源,多向拓展教学时空

为了使学生在 CDIO 工程教育模式中发挥主体作用,着力培养学生的自主学习能力。因此,根据教学内容、学生接受能力的不同,不断引入现代教育技术,采用不同的表现媒体为学生提供教学内容,打破了传统教学资源单一的局限,以全方位多样化的资源形态,保证教学内容的落实与教学过程的开展。目前多媒体辅助教学、计算机互动教学、网络共享教学资源、系列课程网络教学平台等先进的教学媒体已全面在混凝土结构系列课程中实施,为师生信息交流、学生自主学习提供了有效平台,对激发学生学习兴趣、提高学习效率起到了积极的促进作用。

(五)采取多元化考核模式,鼓励学生个性化发展

为了更好地调动学生学习的主动性、激发学生的创新潜能、培养学生综合能力,结合课程特点,同时考虑到学有余力的学生的个性发展,采取了多元化考核模式,测试学生理论知识的掌握程度,测评他们综合运用知识能力和创新能力,在考核方式上,采用笔试、口试、闭卷、开卷、小论文、调查报告、实验设计报告、实际操作、互评、自评等多种方式相结合的形式。

### 四、构建多层次实践教学体系,多渠道强化能力培养

实践教学环节是 CDIO 模式下教学环节非常重要的组成部分,其根本任务是培养学生的实践能力和创新精神,提高学生分析和解决实际问题的能力,

特别是提高学生的科研潜质和创新能力<sup>[5]</sup>。按照系统性、层次性、创新性原则,遵循认知及教育规律,坚持理论教学、实验、实习、科技创新相结合,建立实验、实习、课程设计“三位一体”统筹全盘优化的混凝土结构实践教学新体系,以模块化、层次化、多元化的实践教学体系为基础,形成了“认知与基础—体验与综合—研究与创新”的循序渐进的,以培养学生工程实践能力和创新能力为核心的新型实践教学体系。

### (一)整合优化实践教学体系

#### 1. 重构实践教学体系

基于教学研究型本科院校人才培养目标的定位特点,构建与理论教学有机联系,以能力培养为核心,分层次、多模块、相互衔接、相对独立的实践教学体系,该体系由实验、课程设计、生产实习和“大学生结构设计竞赛”“大学生创新性研究项目”的创新性实践活动等部分组成。坚持基础性训练、综合性训练和研究创新性训练相结合,注重实践教学与科研、工程、社会应用密切联系,并将大学生创新性实验计划纳入到实践教学体系,并建立与实验教学体系相适应、鼓励探索为主导的多元实践考核方法,推进学生自主性学习、合作性学习、研究性学习。

#### 2. 优化实验教学内容

坚持基础与前沿、经典与现代、训练与研究相结合,系统设置实验课程及实验教学内容,强化综合设计性和研究创新性实验项目建设,解决实验内容重复、技能训练单一等问题,实现了课程群实验的多层面结合和层层推进。如:综合利用土木工程材料和结构实验技术,设计了“钢筋混凝土梁的设计、制作和承载力实验”,使学生全面掌握混凝土配合比设计、制备、钢筋混凝土梁的3种破坏形态以及工程结构实验的加载技术、量测技术和实验数据的分析和处理技术。

#### 3. 加强实习教学环节改革

通过实习教学环节将实验技能综合应用与生产实践相结合,使实习环节紧密结合理论教学、实验教学和实际,变单一实践训练为基于问题研究的“产学研”结合。实行分散实习和集中实习两种实习模式并举,综合考察、答辩与交流相结合,实现“自我

实践”的改革,发挥教学实习基地、科学研究基地实践育人功能。

### (二)系统构建实践教学平台

CDIO是“做中学”原则和“基于项目的教育和学习”的集中体现<sup>[6]</sup>。系统构建虚拟实验教学、学研产互动、大学生创新研究项目“三位一体”的实践教学平台,将实验和项目设计贯穿于教学始终,创建自主学习、自我体验、自由创造环境条件,推进实践教学从实验中心延伸至教学实习基地和科学研究基地,满足学生基本认知、实践技能、生产体验、综合应用、科研训练等实践创新能力培养需要。

#### 1. 虚拟实验教学平台

为了给学生提供一个开放、自主和交互的实验环境,课程组设计开发了模拟仿真实验教学系统,引入虚拟实验方法作为现场实验的必要补充,引导学生以小组为单位共同完成实验项目的设计和实现。通过“基于项目的教育和学习”,使得学生对结构性能有较全面的认识,同时也培养了学生的团队合作精神和工程项目研发能力,提高了学生在项目规划、队伍组织、工作分配、成员交流等多方面的能力。

#### 2. 学研产互动平台

学研产互动,做中学,理论与实践并重。强调主动实践模式,培养学生的工程意识、实践能力和创新精神。充分利用校内外实践教学基地开展课程实践教学;设立开放性课题,学生结合教师的科研项目组成团队来完成一个项目;鼓励学生到所就业的企业做企业的实际课题,由企业的工程师和学校的教师共同指导;聘请企业的工程技术人员做兼职毕业设计指导教师等。全面培养学生的职业道德、团队精神、各种能力和综合素质。

#### 3. 大学生创新研究项目平台

大学生创新研究项目是高等学校本科教学质量与教学改革工程重要组成部分,是提高本科教学质量和学生综合素质培养的重要手段。结合混凝土结构学科的一些前沿科研项目,由学生自己提出实验课题、设计实验方案、安装调试实验装置,自己完成实验过程和数据处理,加强创新意识和能力的培养。通过研究性创新实验训练,学生能尽早参与科研工作,并运用所学知识独立分析、解决工程实际问题,

勤于总结、善于提炼,用科学的态度和方法对待和处理科研过程中遇到的问题,培养过程意识,在科研的过程中发现问题、提出新观点、探讨新方法、培养创新意识。

### 五、结语

CDIO 教育模式以培养学生的工程应用能力和综合创新能力为宗旨,侧重对学生综合能力的培养。混凝土结构系列课程立体化教学模式的实践,是探索适应土木工程行业人才需求的新型培养模式的大胆尝试,是以 CDIO 工程教育理念为指导,运用“做中学”的教学方法,将知识、能力和素质的培养紧密结合,将理论、实践和创新融为一体,改变以往单一课程的建设模式,构建了更加科学合理、能反映课程间的横向联系和交叉综合,更能充分发挥该课程群的教学合力和整体培养优势的教学内容和体系,实现了对人才的系统性培养,有利于培养高素质创新

人才。

### 参考文献:

- [1] 顾佩华,陆小华. CDIO 工作坊手册[M]. 汕头:汕头大学出版社,2008.
- [2] EDWARD F. CRAWLEY. 重新认识工程教育:国际 CDIO 培养模式与方法[M]. 顾佩华,沈民奋,陆小华,译. 北京:高等教育出版社,2009.
- [3] 王刚. CDIO 工程教育模式的解读与思考[J]. 中国高教研究,2009(5):86-87.
- [4] 王天宝,程卫东. 基于 CDIO 的创新型工程人才培养模式研究与实践[J]. 高等工程教育研究,2010(1):25-31.
- [5] 高远,周骥平. 机械类大学生创新能力培养平台体系的研究与实践[J]. 中国大学教学,2007(12):18-20.
- [6] 查建中. 论“做中学”战略下的 CDIO 模式[J]. 高等工程教育研究,2008(3):1-9.

## On three-dimensional teaching mode for concrete structure serial courses based on CDIO education ideas

LIU Jian-ping, JIA Zhi-rong, SHI Jun, CHEN Zheng-fa, SHI ping

(School of Architecture Engineering, Shandong University of Technology, Zibo 255049, P. R. China)

**Abstract:** CDIO education is a new education mode originated from abroad. In the mode, much attention is paid to train students systematically and enhance their abilities of engineering and application. Guided by the education idea, we constructed a three-dimensional teaching mode for concrete structure serial courses setting ability training as the main goal, stereoscopic teaching resource as the support, varied teaching methods as means, the multi-level practical teaching as ways, and varied examine types as a guarantee. The practice results show that students' comprehensive qualities and creative abilities have been enhanced.

**Keywords:** CDIO; concrete structure; serial courses; three-dimensional teaching mode

(编辑 詹燕平)