

CDIO 工程教育模式在土木工程材料中的应用研究

陈会凡, 李广慧

(郑州航空工业管理学院 土木建筑工程学院, 河南 郑州 410015)

摘要: 该文重点阐述了如何根据 CDIO 教学大纲, 从理论知识体系、实践技能体系、人际交往技能体系 3 方面对“土木工程材料”课程进行 CDIO 模式构建设计, 并对“土木工程材料”课程 CDIO 模式实施过程中的保障措施进行了讨论。实践表明, CDIO 模式很受学生欢迎, 具有强大的生命力。

关键词: CDIO 模式; 土木工程材料; 层次化及模块化; 项目化

中图分类号: G420; TU50-4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-2909(2011)04-0039-05

20 世纪 90 年代末美国麻省理工学院、瑞典皇家工学院等多所国际知名大学创立了 CDIO 工程教育理念并联合成立跨国研究合作组织, 确立了现代工程教育的 CDIO 模式。CDIO 即构思 (Conceive)、设计 (Design)、实现 (Implement) 和运行 (Operate) 的英文首字母组合^[1]。CDIO 工程教育理念注重培养学生系统的工程技术能力, 尤其是项目组织、设计、开发和实施能力, 以及较强的沟通能力和协调能力, 体现了当今工程教育的国际共识^[2-3]。

在 CDIO 模式框架内, 教学过程一般由低到高通过三级项目、二级项目、一级项目的设计和实施来完成。1 门或 2 门相关课程可以设计成 1 个三级项目, 2~3 个三级项目组成的课程群可以设计成 1 个二级项目, 再由二级项目系统地构成一级项目^[1,4]。根据 CDIO 工程教育模式的特点, 课程教学活动实质上就转变为项目的设计以及与学生一起实施项目的活动, 这势必对课程教学提出了更新更高的要求: (1) 任课教师需要转变原有的一些习惯性的授课思想和观念, 将课程按照 CDIO 理念进行设计, 并将 CDIO 理念灵活地贯穿在教学活动中; (2) 任课教师需要将新型的课程质量观传递给学生, 使学生明确学习的目标不仅仅是获得理论知识或考试成绩, 更重要的是将所学知识运用于解决实际问题, 培养和提高自身的能力和素质; (3) 任课教师需要进一步开拓思路, 寻求一种能引导和深化课程质量的管理方法, 在课程内容改革、课程结构设计、课程层次划分、课程教学实施方法、课程教学反馈机制、课程教学评价等方面进行探索。根据 CDIO 模式, 可将土木工程材料课程作为 CDIO 教学模式的一个三级项目进行设计和实施。

收稿日期: 2011-01-10

基金项目: 2011 年郑州航空工业管理学院教改项目 (zhjy11-43)

作者简介: 陈会凡 (1973-), 女, 郑州航空工业管理学院土木建筑工程学院讲师, 主要从事土木工程材料研究, (E-mail) chf-829@163.com。

一、土木工程材料课程 CDIO 模式的设计

以能力培养为目标的 CDIO 教学大纲(简略版)^[1]见表 1,从该表的内容设计可见,CDIO 课程大纲实现了 3 种能力结构的有机结合:一是理论层面的知识体系,包括未来工程师个体必须掌握的基础科学、核心工程基础和高级工程基础等知识体系;二是实践层面的能力体系,包括未来工程

师个体必须具备的工程推理与问题解决技能、实验与知识发现技能、系统思维的能力,以及在企业与社会环境中构思、设计、实施和运作(CDIO)工程产品/系统的能力等;三是人际交往技能体系,包括团队合作与沟通能力、外语交际能力。针对这三种能力结构,土木工程材料进行了如下三个方面的探索。

表 1 以能力培养为目标的 CDIO 教学大纲(简略版)

4 类能力	17 组能力	73 种能力	技能掌握程度
第 1 类:技术知识和推理能力	1. 基础知识		
	2. 核心工程基础知识		
	3. 高等工程基础知识		
第 2 类:个人职业技能和职业道德	1. 工程推理和解决问题		
	2. 实验中探寻知识		
	3. 系统思维		
第 3 类:人际交往技能:团队合作和交流	4. 个人技能和态度		
	5. 职业技能和态度		
	1. 团队协作	略	按“接触、训练、应用和分析”等要求,由各专业定制
第 4 类:在企业和社会中构思、设计、实施和运行(CDIO)各种系统	2. 交流		
	3. 外语交流		
	1. 外部和社会环境		
	2. 企业及商业环境		
	3. 构思与工程系统		
	4. 设计		
	5. 实施		
	6. 运行		

(一) 土木工程材料课程理论体系层次化及模块化构建

CDIO 大纲中,第 1 类能力即理论层面的知识体系包括基础知识、核心工程基础知识、高等工程基础知识,结合土木工程项目实施不同阶段状况将土木工程材料的理论系统学习分为三个层次^[5-9]:第一层次,土木工程材料的基础知识学习,即土木工程中各种材料的识别、归类及应用方向;第二层次,土木工程材料技术知识的学习,就是把土木工程材料基础知识的理论应用到具体的工程上;第三层次,土木工程材料的综合应用及制备、研发基础知识的学习,主要是训练从可持续发展的角度选择、评估、设计和开发土木工程材料的基本能力。根据以上三个层次,将“土木工程材料”课程的内容优化为模块一:土木工程材料的基本性质及应用;模块二:土木工程

材料与设计参数以及施工措施选择的相互关系,以及材料性能检测、评价及质量控制方法;模块三:土木工程材料的性能改善途径及制备方法,环境友好材料及其实现途径等基础知识。每个模块都可以利用课堂讲授、多媒体演示、分组讨论、实验验证等教学手段使学生充分掌握课程主要内容。

结合中国高等本科院校学分修习的要求,上述三层次三模块可按专业需求进行具体的教学目标、内容及教学方式调整。例如:第一层次可定为全校公选课层面,以理论和多媒体教学为主,教学目标可定为土木工程材料识别学习,授课内容主要为模块一,即土木工程材料的基本性质及各种材料在土木工程中的应用,该课程学习合格的学生,可以识读常用土木工程材料的质量指标,并根据材料的质量指标辨别该种材料的品质,了解土木工程项目中不同

岗位对材料的知识需求。由于该课程的对象为非土木工程专业学生,该部分学生专业培养方案中无此项内容要求,学习目的仅为专业外的兴趣,与学生未来职业联系不密切,因此,该层次的教学不考虑要求 CDIO 大纲中第 2 类、第 3 类及第 4 类能力的要求及培养。

第二层次可考虑大土木中城市规划、工程管理、工程造价等专业的专业基础课,大纲包括土木工程基础知识,核心工程基础知识学习,学生学习目的在于掌握土木工程材料的性质、用途、使用方法以及检测和质量控制方法,这些专业的学生未来职业更注重土木工程材料的选择和评估,授课内容主要以模块一、模块二为主,其课程目标主要是要求学生在学习实践土木工程材料基本知识的基础上,训练从可持续发展的角度选择、评估、设计土木工程材料的能力。

第三个层次为大土木中的道路桥梁专业、结构工程、基础工程等专业,授课内容主要为模块一、模块二,然后到模块三,这些专业的学生将来从事的职业主要以工程技术为主,对土木工程材料的要求较高,学生的学习目标既包括专业技术知识的要求,又强调能力提升要求;在掌握土木工程材料基本性能的基础上,既要求学生能从可持续发展的角度掌握选择、设计和研发土木工程材料的思路和方法,又要掌握实际工程中常见的耐久性问题的分析与防治方法,了解土木工程材料可持续发展的趋势。

(二)“土木工程材料”实践体系项目化建设

CDIO 培养模式通过项目设计将整个课程体系有机而系统地结合起来,所有需要学习和掌握的内容都围绕项目设计这个核心。通过调研,教师应研究各专业及相关企业对土木工程材料知识和能力的需求,根据各专业不同的培养目标,教师选择与专业方向及就业相关的实际项目或完整的项目案例,经过筛选、分析,整理为课堂教学讨论项目、学生分组完成项目和实训项目,同时,选择适量的备选项目,开课发动学生提出要完成的项目,通过听取学生意见,确定实践目标及项目完成的方式。

例如:某工程的预制钢筋混凝土梁(不受风雪影响)。混凝土设计强度等级为 C25,施工要求坍落度为 30~50 mm(混凝土由机械搅拌,机械振捣)。要求:根据材料的使用功能,构想和设计一种满足要求的混凝土。在设计的时候必须考虑原材料的环境友好、资源化和可持续发展等特点,同时还要考虑新材料的其他性能。

根据 CDIO 的构思、设计、实施、运行几个工程教育环节,从中总结出项目构思与设计、项目实战、客户反馈、项目汇报与总结 4 个教学环节,针对这四个环节设计的项目都是模拟企业真实项目而来的。

(1)项目构思与设计。这个环节主要任务是项目背景介绍和解决方案的设计。每个项目由课题组内的一名教师做项目负责人,全面把握教学节奏,控制教学进度。项目负责人介绍项目背景,通过预期“收益”激发学生兴趣,一次成功的项目背景介绍能较好地创造模拟工作情境,提升学生参与项目学习与实践的兴趣。根据项目背景的介绍,提醒学生如何收集资料,明确设计的基本资料及各项技术要求,并要求学生独立地做出项目设计,编写《项目解决方案设计表》。项目负责人对学生进行项目实施方案设计引导。学生通过解决方案,自主的来计划项目实施过程,并主动地提出预期技术难点,以寻求教师解答。在这个过程中教师始终处于主导地位,帮助学生进行项目的构思和解决方案的设计,为下面的工作打好基础。

(2)项目实践。这是在解决方案设计完成的基础上开展项目的环节。学生开始进行分组和团队合作,确定项目经理,按前期解决方案对项目工作量进行分工并实施。为了避免学生在多个项目重复担任某一职责,要求每位学生在多个项目中从事不同的岗位。这样既能让学生有机会扮演不同工作任务的角色,又能真实体现实际工作情境,对于培养学生协同工作能力大有好处。这个过程以学生为主体,教师起监督和指导的作用。

(3)客户反馈。在项目中期阶段安排反馈环节,让每个工作小组介绍项目进展情况和问题解决情况。由项目组以外的教师和其他学生扮演客户。在这个环节中,教师扮演了客户的角色,并要尽可能地模拟各种类型的客户。通过信息反馈,学生容易看到自己作品的不足,会自觉按照客户需求对项目进行修改和完善。也就是从这一刻起学生学会了满足客户的需求,学会了容忍并接受客户。这种客户反馈同时也是培养学生客户服务意识,考验学生工作耐性、细致和考虑问题是否周全、详尽的重要途径。

(4)项目汇报与总结。在一个项目完成之后,每组学生都要进行项目汇报,现场演示项目成果,介绍设计过程、关键技术和组内任务分工情况,并对产品存在问题作分析评价。这种方式能让学生重新认识自己的产品,有利于反思与提高。同时,安排教师

其他组的学生对正在演示的作品及学生的表现进行点评,从当前项目选材背景,技术要求,环境友好、资源化和可持续发展,经济成本等方面进行评价。学生之间的认同和批评,对所有的学生都是一次难得的学习交流机会。评委会根据答辩情况确定项目完成效果的名次,以激励学生在今后的项目中完成得更加出色。该环节不但给学生了一个很好的表现机会,同时也是学生之间相互学习的好机会。

(三) 土木工程材料中人际交往能力的构架

该环节主要培养学生的团队合作与沟通能力、外语交际能力。这项能力的训练是在实施 CDIO 项目教学过程中逐步渗透的,体现在项目完成的各个环节中。在课程中小组的分工主要有项目经理和小组负责人两个工作岗位。在一个团队里,项目经理只有一个,小组负责人可以有多个。项目经理负责整个项目的运行工作,小组负责人则是每一个项目分模块的具体负责人员。工作过程中项目经理和小组负责人需要不断的沟通和磨合,教师需要协调团队人员之间的各种矛盾,鼓励学生加强团队合作意识,在不断的磨合中体会团队合作的真正含义,从而提高学生的人际交往能力。

二、土木工程材料课程 CDIO 模式实施的保障措施

(一) 采用多种教学方法

在教学方法上可以灵活多样。其中,项目构思与设计、技术难点讲授、分组协作讨论、工作情境模拟、客户角色扮演、学生相互评价、理论知识总结等环节涉及的教学方法除了传统的讲授法,还有小组讨论法、演示法、实验法等诸多教学方法。

(二) 组建科学的教师团队

为了保障项目教学的顺利进行,教师团队同样参考企业的项目管理方式进行分工。

(1) 课程负责人,主要进行课程总体策划、项目审核、教师团队管理等工作。

(2) 项目负责人,主要进行课程项目的策划、教学进程的控制、授课教师的选择、授课内容的安排等。项目负责人遵循项目编排次序,接受课程负责人的协调。

(3) 授课教师,按照项目负责人的要求,对学生欠缺的知识技能进行补充讲授,确保项目的顺利进行。其工作主要在项目进行过程中实施,授课教师直接面对专业技能的教学任务。

(4) 辅导教员,全程跟随项目进行的各个过程和

环节,是每个项目负责人的工作助理。教学过程中教师实际指导与讲授的时间比较短,项目任务的完成需要给学生大量自主学习的时间。辅导教员负责学生试验过程中的技术指导和疑难问题的解答,并将不能及时解答的问题反馈给项目负责人或授课教师。

(三) 重视实践过程,采取多样化的考核方式

基于项目学习的教学目标是培养学生的实践和创新能力。项目可以由学生提出,完成目标由学生和教师共同指定,而考核则基于项目学生对学习效果的评价标准,包括增加项目报告、设计评估等。通过报告、自评、互评等形式,参考学生在项目中的作用,分享知识的能力,负责部分项目的完成质量等情况合理科学地制定评价方式,以保护学生主动学习的热情,提高人才质量。以程序设计为例,在最后的的成绩中,学生平时表现占 20%,包括项目的创新、合作、沟通和分享知识的能力等;项目报告占 40%,包括项目的创新点、完成的质量、分工等;期末考试占 40%。

三、教学改革效果

该课程经过 CDIO 教学改革后,不但使学生掌握了课程大纲规定的基本理论知识,而且也加强了对学生职业技术能力、职业道德、人际交往技能以及适应社会大系统等能力的培养,效果良好。

(一) 构建了突出学生能力培养的实践课程体系

以项目化教学为主线,培养学生的科研能力、创新能力、分析问题与解决问题能力、动手能力、新知识获取能力、理论联系实际和实践能力。

(二) 创建了一种研究型实践教学的模式

实践教学模拟科研项目研究过程,创造竞争氛围,激发学习潜能,学生“乐于废寝忘食”。倡导“没有最好只有更好”的学习境界,让优才生追求卓越,普通生追求进步,变“要他学习”为“他要学习”。

(三) 营造了学生开展创新活动的氛围

通过教学内容设计,将土木工程材料课程按 CDIO 理念进行规范化教学,在项目设计中,学生不仅要保证材料的性能,而且还要考虑到经济、环境等因素。其中一个小组设计的保温砂浆,考虑到普通保温砂浆容易因温差而导致面层大范围收缩开裂的问题,提出利用头发的抗拉性能来克服砂浆面层抗拉强度不足的缺陷的设想。另一个小组根据实验需要,经过查阅大量文献,采用 EXCEL 程序设计了一套混凝土初步配合比快速计算的表格,在混凝土性

能改进过程中起到了显著的作用。

四、结语

对土木工程材料课程采用 CDIO 教学模式改革后,学生对教学内容提出了新的需求,增加了专业方向需求,“做中学”的基于项目学习的教学模式很受学生欢迎,学生对课程的热爱程度有很大提高,对项目的运作过程有了亲身实践机会,学生综合能力得到了全方位的锻炼。实践证明:虽然 CDIO 是一个新的教育模式,但已经显示了它的强大生命力,相信通过 CDIO 高等工程教育模式的改革,将会大大增强学生的综合能力,提高学生的国际竞争力。

参考文献:

- [1] CDIO Initiative. CDIO Initiative Homepage[EB/OL]. [2006-04-02], <http://www.cdio.org/>.
- [2] 林峰,顾祥林,何敏娟. 现代土木工程特点与土木工程专业

人才的培养模式[J]. 高等建筑教育,2006,15(1):26-28.

- [3] 张光斗. 企业要成为技术创新主体,工科院校要培养工程师[J]. 高等工程教育研究,2005(1):8-9.
- [4] 李庚英,赵晓华,熊光晶. “土木工程材料”CDIO 模式的设计与实现[J]. 高等工程教育研究,2009(5):41-43.
- [5] 钱红萍,李书进. 土木工程材料课程教学改革整体优化探讨[J]. 高等建筑教育,2009(5):22-24.
- [6] 高等学校土木工程专业指导委员会. 高等学校土木工程专业本科教育培养目标和培养方案及课程大纲[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2002.
- [7] 苏达根. 多种形式相结合的课程考试改革[J]. 华南理工大学学报,2008(2):16-19.
- [8] 徐晓冰,王建平,戴雷,等. 优化教学过程,加强能力培养,构建电工电子实践教学体系[J]. 合肥工业大学学报,2008(2):36-39.
- [9] 梁爱莉. 土木工程专业人才培养模式探讨[J]. 煤炭高等教育,2005(6):90-91.

Application research on materials of civil engineering based on CDIO mode

CHEN Hui-fan, LI Guang-hui

(College of Civil Engineering, Zhengzhou Institute of Aeronautical Industry Management, Zhengzhou 450015, P. R. China)

Abstract: This paper mainly expounded how to design CDIO mode for materials of civil engineering based on the CDIO syllabus from the system of theoretical knowledge, practical skills and interpersonal interaction skills, discussed the safeguard measures in the process of CDIO mode for civil engineering materials course. The teaching practice indicated that CDIO mode was popular with students and had strong vitality.

Keywords: CDIO mode; materials of civil engineering; hierarchical and modular; project

(编辑 梁远华)