

创新型工程师培养模式的探索与实践

郭庆斌,李秋生,郎利影

(河北工程大学 教务处,河北 邯郸 056038)

[摘要]为了培养创新型工程师,我校在现有的工程教育基础上,引进了基于CDIO的人才培养模式,在培养方案、项目设计和师资队伍建设和等方面进行了初步探索,并取得了一定成果。

[关键词]培养模式;工程教育;CDIO

[中图分类号] G642.0 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-9477(2010)01-0052-02

2006年1月10日,胡锦涛主席在中国国家科学技术大会上提出要在2020年前把中国建设成为一个创新型国家。众所周知,科学技术是第一生产力,社会发展水平取决于科技发展水平。国家综合实力的提高,同样主要依赖于科学技术水平的提高,科学技术进步主要靠创新,创新的载体是人才。

工程教育是为国家经济建设与社会发展提供工程技术人才的主要渠道,随着全世界人口的不断增长、资源和生态环境压力的日益增大,工程与技术为解决人类需求和促进社会发展方面将起着越来越重要的作用。而以信息、生物、新材料等高新技术为代表的科学技术的飞速发展、经济和市场的全球化趋势以及国际范围内的竞争日趋激烈,则对工程师的培养提出了新的更高更广的要求。以加强工程实践的训练,大力培养和工程技术人才的操作动手能力、思维创新能力的工程教育改革势在必行。

一、CDIO:一种全新的国际工程教育模式

工程人才短缺和工程教育质量问题,是全世界面临的共同问题。从1986年开始,美国国家科学基金会(NSF)、美国国家研究委员会(NRC)、国家工程院(NAE)和美国工程教育学会(ASEE)纷纷展开调查和制定战略计划,积极推进工程教育改革。1993年欧洲国家工程联合会启动了名为EUR-ACE(Accreditation of European Engineering Programs and Graduates)的计划,旨在成立统一的欧洲工程教育认证体系,指导欧洲大陆的工程教育改革,以加强欧洲大陆的竞争力。欧洲工程教育的改革方向和侧重点与美国一样:在继续保持科学基础的前提下,着重强调加强工程实践训练,加强各种能力的培养;在内容上强调综合与集成(自然科学与人文社会科学的结合、工程与经济管理的结合)。

正是在这些改革的背景之下,麻省理工学院以美国工程院院士Ed. Crawley教授为首的团队和瑞典皇家工学院等4所大学从2000年起组成的跨国研究组合获Knut and Alice Wallenberg基金会近1600万美元巨额资助,经过四年的探索研究后创立了CDIO工程教育理念并成立了CDIO国际合作组织。CDIO是构思(Conceive),设计(Design),实现(Implement),运作(Operate)4个英文单词的缩写,它是“做中学”和“基于项目教育和学习”(Project based education and learning)的集中概括和抽象表达。它以工程项目(包括产品、生产流程和系统)从研发到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。CDIO的理念不仅继承和发展了欧美20多年以来的工程教育大改革的理念,更重要的是还提出了系统的能力培养、全面的实施指导(包括培养计划、教学方法、师资、学生考核以及学习环境)以及实施过程和结果检验的12条标准,具

有可操作性。CDIO标准中提出的要求是直接参照工业界的需求,如波音公司的素质要求以及ABET的标准EC2000制定的,因而完全满足产业对工程人才质量的要求。迄今已有几十所世界著名大学加入了CDIO国际组织,这些学校的机械系和航空航天系已全面采用了CDIO工程教育理念和教学大纲,取得良好效果,按CDIO模式培养的学生尤其受到社会与企业的欢迎。

CDIO有7个基本标准:一是环境原则标准;二是学习目标结果标准;三是集成化课程设置标准;四是设计制作经验标准;五是集成化学习过程标准;六是教师能力标准;七是学生能力标准。

标准一环境原则标准明确指出,以产品和系统生命周期的开发及使用作为知识和能力培养的载体及环境,强调的是知识和能力之间的关联,而不是具体内容。

标准二学习目标结果标准要求明确、具体化的教学结果,包括各种能力和学科知识符合培养目标,为教育利益各方(产业、学生、教师)所确认,可用于课程设计和教学大纲制定时作为学生学习结果评价的依据。

标准三集成化课程体设置标准要求课程设计要同时支持学科性知识课程,要建立和发展课程之间的关联,使专业目标得到多门课程的支持。

标准四设计制作经验标准要求设计制作实践课程设置包括“设计制作”实践项目,基础层次和高级层次的项目。从构思阶段的概念设计开始,经历产品设计和实现阶段,培养应用工程科学知识设计产品的能力和制作产品及系统的能力。CDIO模式要求每个学生都参加“设计制作”活动,不以自愿为原则。

标准五集成化学习过程标准要求通过集成化教学过程使学生获得专业知识,同时培养个人自身能力、团队合作能力及建造产品和系统的能力。

标准六教师能力标准要求专门采取措施促使教师加强自身能力、团队合作能力、建造产品和系统的能力,最好是在专业面向的工程实践中的开发能力。教师要在专业的工程实践中开发这些能力;教师利用学术界到工业界去工作;与产业界的工程师在科研和教学项目中合作;把工程经验作为聘用和提升教师的考量条件;大学中适当的专业开发活动,教师应成为学生心目中的工程师榜样。

标准七学生能力标准要求采用不同的有效方法衡量学生的专业知识、个人自身能力、团队合作能力、建造产品和系统的能力(笔试、口试、学生表现的考察、评分、学生反映、论文、学生互评和自评等)。

CDIO评价方法和标准是实施CDIO的关键。CDIO模式是能力本位的培养模式,本质上有别于知识本位的培养模式,其重点在于帮助学生获得产业界所需的各种能力和素质。因此,评估方法和准则对此要给予客观准确的衡量,避免误判,导致高分低能或低分高能。

[收稿日期] 2010-02-16

[基金项目] 河北省教育科学“十一五”规划重点资助课题(编号:08020230)

[作者简介] 郭庆斌(1978-),女,河北大名,助教,研究方向:高等教育理论及管理。

二、基于 CDIO 理念的创新型工程师培养模式的探索与实践

进行 CDIO 改革,会带来怎么样的变化,对创新型人才培养又有什么具体的作用呢?

从国内外的教学实践来看,学生在以下几个方面有特别的收获。毅力:学生在 C—D—I 阶段开始时,往往会遇到许多困难,学生需要在艰难的情况下坚持下去。提高了学习动机:学生会主动搜寻更多的完成项目所需要的额外信息。学会如何学习:该项目提供了充分的机会,让学生从他们的朋辈和教师处了解如何学习,学生举行专题介绍会分享他们的项目经验。灵活思维:由于该项目提供了许多创造性思维的机会,在 idea 的产生和设计阶段学生必须灵活地思考,从这次实践中,学生从同学中学会了许多产生新观念的技巧。追求正确和精确:如果学生在测试电路和编程时很草率,项目就不能完成,所以很多学生在完成项目中学会了追求精准性。在新情况下应用知识:在学习了不同的学科知识之后,学生应用所学的知识完成项目,这非常不同于传统的在考试时背诵答案的情形。收集数据:学生需要对所需的观念和信息进行广泛的研究,这个机会是有益的训练,学生变得更加足智多谋。创造,想象和创新:学生完成的项目普遍非常新颖,由于有创意的解决方案,团队的项目被当地新闻报道。整合力:学生需要整合他们所学的理论,以完成他们的项目。

河北工程大学于 2008 年开始引入 CDIO 工程教育培养模式,并成为我国 CDIO 工程教育模式首批 18 所试点高校中的一员,随即开始用 CDIO 的教育框架和理念指导工程教育改革,组织全校教师多次学习和研讨 CDIO 培养大纲和标准,对照大纲,找出差距,针对实际,确定人才培养目标。

1. 制定 CDIO 模式的专业培养方案

我校先后组织队伍到汕头大学、南京工程学院等在国内较早进行 CDIO 工程教育改革的院校进行调研,参照 CDIO 大纲及汕头大学提出的 EIP—CDIO 课程大纲,我校出台了修订本科专业人才培养方案的指导意见,意见中指出:人才培养方案要全面体现“大工程”教育理念,体现 CDIO 工程教育新模式、新思想、新方法,体现时代发展的新要求,体现对学生自然科学基础、工程技术基础、经济、管理、人文基础等知识的掌握要求;体现对学生工程实践能力、开拓创新能力、自主学习能力、团队组织协调与交流能力以及艰苦创业精神的培养等。与过去相比,新方案突出了工科学生的工程师职业道德意识、基本理论知识、个人综合能力的培养,将大学语文、大学生职业指导、工程伦理、工程导论等课程列入必修课程,并鼓励学院探索实施前两年按大类培养,按大类设置课程,后两年按专业方向进行专业教育的模式。

2. 以项目设计为导向

CDIO 是一种以工程项目设计为导向、工程能力培养为目标的工程教育模式。工程项目设计是工程实践的精髓所在。功能、技术、经济以及环境、社会乃至历史的要求及其限制都要在项目设计的过程中得到反映,CDIO 培养模式就是通过项目设计将整个课程体系有机而系统地结合起来的,所有需要学习和掌握的内容都围绕项目设计这个核心。

我校在专业课程群的设置上,以项目为导线,每一个课程群进行一个项目设计,通过项目设计把课程有机

的结合起来。通过项目引导学生对核心专业课程的学习兴趣,培养学生的能力,使学生在项目进行的过程中学习知识,锻炼团队精神,学习项目组织、管理,培养 CDIO 能力。

3. 以学生的学为核心,促进师资队伍建设

在教学方法上,CDIO 培养方案要求教师更新教学观念,树立“以学生为中心”的新观念,引导学生“主动学习”。我校致力于改变教师队伍重科研、轻教学,重理论研究、轻工程实践的倾向,要求教师每年要有一定的时间到相关的企业、公司、研究所进行对口专业技术实践或项目开发,要完成一定的实验室工作量,要承担一定的科研任务。通过这些实践活动,使知识转化为技能。进行校企合作,聘请实际参与项目的设计开发及工程实施的工程师作为实训教师,实现资源共享,优势互补。教师要预先明确所授课程在本专业知识结构中的地位和作用,以及学生学习本课程应该掌握的基本知识和能力,要特别强调相关知识和能力在实践中的有机联系;应从实际已有知识中发现和提出问题,引导学生思考,应用所学知识探究规律和致力创新;教学中要安排丰富的设计性和综合性实验,尽量让学生亲自动手和全身心投入;要引导学生主动学习,提供更多的动手实践机会,增强概念学习,强调发现问题、分析问题和解决问题能力的养成,建立和加强学习反馈机制。

三、结语

CDIO 工程教育模式采用现代教学理论,创新教学方法,提供新的学习环境,这些有利于学生掌握个人、人际技能,产品、工艺和系统构建能力,同时使学生掌握工程科技知识;在前面几种能力发展的过程中,大学生的创新能力得到了发展;CDIO 工程教育模式为培养大学生的创新能力提供了一种新的可能。

开展 CDIO 工程教育改革以来,我校由上到下,开始了探索工程教育改革方式的努力。在我校 2009 年度校级教研立项课题中,有关 CDIO 的研究就占了近五成,足以说明广大教师对于工程教育培养模式改革的热情。但也应该看到,我校的 CDIO 改革刚刚起步,对于 CDIO 大纲及标准的理解可能还存在一定的误区,在人才培养的实践过程中还不能完全摆脱以前教育模式的影响,在各种培养环节上还不能完全做到转变思路等。下一步,我校将在创新型工程师培养模式的教育改革中进行范围更广、程度更深的探索。

【参考文献】

- [1] 查建中. 工程教育改革战略“CDIO”与产学研合作和国际化[J]. 中国大学教学, 2008(5): 16—19.
- [2] 杨叔子. 谈谈我对“CDIO—工程文化教育”的认识[J]. 中国大学教学, 2008(9): 6—7.
- [3] 高雪梅, 孙子文, 纪志成. CDIO 方法与我国高等工程教育改革[J]. 江苏高教, 2008(5): 69—71.
- [4] 康全礼, 陆小华, 熊光晶. CDIO 大纲与工程创新型人才培养[J]. 高等教育研究学报, 2008(12): 15—18.
- [5] 林艺真. CDIO 高等工程教育模式探析[J]. 哈尔滨学院学报, 2008(4): 137—140.
- [6] 时铭显. 高等工程教育必须回归工程和实践[J]. 中国高等教育, 2002(22): 14—16.
- [7] 康全礼, 陆小华, 熊光晶. 国际创新型工程教育模式中国化的探索与实践[J]. 煤炭高等教育, 2008(7): 4—7.

[责任编辑:陶爱新]

The exploration and practice of training model of innovative engineer

GUO Qing - bin, LI Qiu - sheng, LANG Li - ying

(Department of Teaching Administration, Hebei University of Engineering, Handan 056038, China)

Abstract: In order to train innovation engineers, the CDIO personnel training pattern has been introduced to my university on the existing engineering education foundation. The training program, the project design and the teacher - group construction has been carried on the desk study, and certain progresses have been made.

Key words: training model; engineering education; CDIO