

# 基于 CDIO 理念的电路课程教学改革与实践

周悦,张颖,李界家,李孟歆

(沈阳建筑大学 信息与控制工程学院,辽宁 沈阳 110168)

**摘要:** CDIO 工程教育模式是近年来国际工程教育改革的新成果,旨在培养全面发展的创新型工程技术人才。电路课程是向电气信息类专业学生传授工程观点和科学观点的“开门课”。文章分析了电路课程教学改革的必要性,将工程设计、科学研究贯穿整个教学过程,提出基于 CDIO 教育理念的电路课程教学模式及实现方式,进而从教学内容、教学活动、教学方法和课程考核方面进行改革与实践,突出对学生工程实践能力、创新能力、团队协作能力、职业素质的培养,为学生在建筑电信领域从业奠定基础。

**关键词:** CDIO; 工程教育; 电路课程; 教学改革

**中图分类号:** G642.0

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1005-2909(2013)02-0090-05

航空工程的先驱者、美国加州理工学院冯·卡门教授有句名言:“科学家研究已有的世界,工程师创造未来的世界。”工程技术对经济与社会的推动作用越来越重要,工程技术人才的培养直接决定工程技术的水平和发展的速度,决定国家的工业竞争力。世界各国特别是工业发达国家都在大力推进工程教育的改革与发展,力争培养出更高质量的人才,以保持竞争中的有利地位。从2000年起,麻省理工学院和瑞典皇家工学院等四所大学发起的 CDIO 工程教育改革就是其中一个成功案例。CDIO 代表构思(Conceive)、设计(Design)、实现(Implement)和运作(Operate),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<sup>[1-2]</sup>。CDIO 模式实质上是用工程方法培养工科学生,即让学生在教育过程中接触真正的工程实践,直接体验产品的生命周期,旨在培养全面发展的创新型工程技术人才。

目前,在教育部高教司的支持下,许多高校开展了以培养学生工程能力为目标的教学改革。清华大学对工程人才培养定位、CDIO 工程教育培养模式、多层次工程能力培养等开展研究与实践;汕头大学从工程教育与人才培养模式改革出发,提出了 EIP-CDIO(Ethics, Integrity, Profession-alism-CDIO)工程教育理念;山东理工大学以混凝土结构系列课程建设为例探讨了 CDIO 立体化教学模式<sup>[3-5]</sup>。总之,工程教育改革涉及理念、教师、课程、环境和规模等多方面因素,如何提高工程技术人才培养质量是高等教育所面临的一个重要课题。

收稿日期:2012-10-19

基金项目:辽宁省教育科学“十一五”规划课题(JG10DB148)

作者简介:周悦(1970-),女,沈阳建筑大学信息与控制工程学院教授,博士,主要从事分布式控制系统研究,(E-mail)zhouyue@sjzu.edu.cn。

电路课程是一门研究电网络分析、设计和综合的理论,是国内外电气信息类专业本科生教学大纲中必不可少的核心主干课程,是向学生传授工程观点和科学观点的“开门课”。它所涉及的概念、方法和理论,大量地应用在电子技术、电机与拖动、自动控制原理等后续专业课程和大学生电子设计创新活动中,并决定着学生未来在电信领域的从业技能。如何基于 CDIO 理念,深化电路课程教学改革,探索以学生为主体,知识、能力和素质协调发展的新型教学模式,使学生掌握电路理论的基本知识和基本的分析、计算、实验方法,并受到必要的工程创新实践和职业技能训练,有效培养学生的系统分析能力、知识综合运用能力和团队协作、项目组织等能力,为学生在建筑电信领域从业奠定基础。

### 一、电路课程教学改革的必要性

随着社会经济建设和高等教育形式的巨大变化,多年来电路课程建设团队尽管在课程建设、教学改革等方面取得了显著成果,但面对新的挑战仍然存在以下主要问题。

#### (一)课程体系与人才培养目标不适应

教育部启动的“卓越工程师教育培养计划”旨在培养造就一大批创新能力强、适应经济社会发展需要的高质量各类型工程技术人才,为国家走新型工业化发展道路、建设创新型国家和人才强国战略服务。传统的课程价值观以社会价值为主导,严重地制约了高校的课程体系建设。另外,学生在经过中考和高考后,过度关注考试分数,导致了课程教学重视学生专业素质的培养,忽视了综合素质的提高,已不能很好地适应经济社会发展和创新人才培养的要求。

#### (二)教学内容和科技发展不相适应

众所周知,电子电路是发展最快、应用最广的一门技术,而目前的教学内容、实践手段与当今迅速发展的新技术有很大差距,不能学以致用。这主要原因是教学内容受到教学基本要求和教材的约束太多,教学与科学技术发展、科学研究脱节。

#### (三)教学方法和时代要求不相适应

目前,课堂教学方式仍然以知识传播为主,以教师、课堂和教材为中心,讲课过于追求系统性和完整

性,课堂上很难形成生动活跃的气氛,没有给学生留下思维的空间和余地,以单一模式培养学生,压制甚至扼杀了学生的个性和创造性。

#### (四)教学资源和学生能力培养不相适应

多媒体授课大大提高了课程的教学效率,但同时带来的信息量大,学生忙于抄笔记而无法跟上教师思路,更掌握不了教学的重点和难点,存在专业理论知识掌握不系统、不清晰等问题。另外,目前大多实验教学仪器是由专门生产厂家开发的,出于技术保密或高度集成化、模块化方面的原因,整个教学仪器的开放性不强,学生有时不能按照自己的想法去定制或实践所需要的实验内容,制约了学生创新能力的培养。

围绕建筑电气信息类工程人才培养目标,电路课程教学不仅注重学生知识体系的构建,更要注重学生自主性、创造性、工程性、团队合作能力的培养。因此,借鉴 CDIO 教育理念积极开展课程教学改革、推进素质教育、增强学生的核心竞争力势在必行。

### 二、基于 CDIO 理念的电路课程教学模式设计

随着现代科学技术的学科交叉、渗透与综合,现代工程的科学性、社会性、实践性、创新性、复杂性等特点更加突出。这就需要一大批能够综合运用现代科学理论知识和技术手段,懂管理、会经营的高素质工程技术人才<sup>[6]</sup>。对于高质量工程技术人才培养而言,学生除了要牢牢掌握既有知识,还必须具备终身学习能力、良好的沟通能力和团队精神,具备对本专业、本行业乃至社会、历史、文化、环境等方面系统的理解和掌控能力。然而这些能力的培养在传统的课程教学中往往被忽视。

针对电气信息类学生,运用先进的 CDIO 工程教育思想与模式,坚持“以人为本”,建立知识、能力、素质培养体系,将工程设计、科学研究贯穿整个教学过程,对电路课程的教学目标、课程体系、教学活动及组织形式等进行全方位思考与设计,形成基于 CDIO 理念的电路课程教学模式及实现方式,如表 1。

### 三、基于 CDIO 理念的电路课程教学改革与实践

#### (一)拓展教学内容,满足社会发展和从业要求

根据电路课程特点,建立了相应的课程结构和新的教学体系以满足学生从业需求。

表1 基于CDIO理念的电路课程教学模式及实现方式

能力培养目标	教学内容	实现方式
专业基础知识	直流稳态电路分析	
	正弦稳态电路	理论授课
	线性动态电路	案例研讨
	非正弦周期性电路	网络教学
	三相交流电路	计算机辅助设计
	二端口网络	文献资料阅览
	非线性电路	
个人职业能力与素质	工程推理与问题解决能力	
	实验与知识发现能力	授课,案例研讨
	工程系统的思维能力	实验教学
	个人能力和态度	自制教仪
	职业道德与技能	学术讲座
	自主学习能力	就业与从业指导
	创新精神	
人际能力	团队协作能力	电子科技创新活动
	团队交流能力	团队设计过程
	外语交流能力	团队设计研讨
	多元文化环境的探索能力和综合洞察力	团队设计展示和点评
		团队设计竞赛
在企业与社会环境下的CDIO能力	外部和社会环境认知和行为能力	市场调研,项目选题
	商业和企业环境认知和行为能力	设计电路系统的可行性分析
	新产品或新系统的创意与构思	电路系统构思与创意
	产品设计、运行和维护等综合能力	电路系统设计、研发与调试
	工程项目组织和管理能力	校外专家讲授工程项目组织与管理知识
		企业参观与考察

### 1. 注重基础教学

在课堂教学中,以基本定理——基尔霍夫定律贯穿于电路课讲授的始末,按电路元件(静态、动态)、信号(直流、交流)、结构(单相、三相)、求解方法(经典、现代)等进行分类与归纳,使讲解由浅入深。结合实例分析和实践环节,使学生掌握电路分析的基本方法,具备电路的设计与应用能力。

### 2. 引进前沿技术

结合电路技术的发展和最新成果,引入国内外电子电路设计、集成电路和片上系统 CoS、电子电路测量仪器的发展等前沿技术,不断更新教学内容,提升教学平台,使学生能学习并掌握最新知识和技术。

### 3. 反映智能建筑特色

结合智能建筑系统相关实例讲授,使电路分析与设计和智能建筑系统设计融会贯通,体现智能建筑技术特色,培养学生工程技术和专业知识的综合应用能力。

### 4. 重在工程能力的培养

将电路理论学习与工程案例、科研成果展望相结合,通过工程案例、实验、考试和科研活动等多个实践环节训练,培养学生的工程实践能力和创新能力。通过工程设计方法、实验测量技术、企业文化等内容拓展学生的知识面。

### (二) 丰富教学活动,重视学生职业素质培养

教学活动形成了授课+研讨+团队(项目调研、

论证、设计、开发)+产学研的新形式,有效地促进了学生知识、能力、素质的提高。

#### 1. 自主学习和研讨

在课程总学时不变的情况下,将常规理论授课的10学时变为课堂研讨,通过提出一系列工程问题,组织学生按问题进行自学和研讨。在解决问题中总结相应的理论知识,如戴维宁定理及其应用,提高学生工程推理能力、分析问题能力和知识发现能力。

#### 2. 团队设计

结合教师科研工作开展团队工程项目的设计与研发,让学生参与实际工程设计,从而激发学生的学习兴趣,充分发挥学生内在潜能和创造力,提高学生的工程能力、创新能力、团队协作和项目组织与管理能力。

#### 3. 创新竞赛

有计划地组织指导学生参加各种创新竞赛活动。通过参加科技实践活动,提高学生创新能力、表达能力,为从业奠定良好基础。

#### 4. 产学研

聘请校外专家和工程师来校开设讲座,组织学生到企业参观考察,了解社会和企业需求。以此拓展学生视野,增强学生对专业前景和从业情况的认识,并使学生得到实际工程技术知识和职业技能与素质的训练。

### (三)改进教学方法,提高教学质量

基于 CDIO 理念,在电路课程讲授过程中不断探索新的教学方法,适应时代发展要求,不断提高教学质量。

#### 1. 工程案例教学

通过案例分析,增强学生学习的兴趣,更重要的是使学生理解所学知识的目的与意义。案例分析与所授知识点紧密结合,以便在工程实际中能运用所学解决工程问题,增强从业能力。

#### 2. 启发式教学

强调复习而不鼓励预习,课上通过提问、对比分析、比喻等方式启发学生思考、分析问题,师生共同得出结论,进而通过例题等进一步加深对知识的理解,增强学生学习的积极性和主动性,提高学生分析和解决问题能力。

#### 3. 宏观教学

为防止学生“只见树木,不见森林”,在讲授时首先强调本章各知识点之间的关系和作用,以及与前一章节之间的关系。在小结时,除了总结重要知识点的作用、主要分析方法及其应用外,要善于总结知识间的关系,使学生从宏观角度更高层次地掌握所学知识。

#### 4. 实验教学

重要的理论知识均配有相应的实验教学环节,以便加深学生对知识的掌握。实验任务由教师在理论课堂提出,鼓励和激发学生做实验的激情和兴趣。例如:课程组设计了一个研究讨论性实验项目,研究两个结构完全相同,电阻参数相同,电源参数不同,且非线性元件性质相同但参数不同的电路,通过实验测量研究哪个电路满足叠加定理。众所周知,非线性电路不满足叠加定理,以提出问题的方式来引发学生自主实验的兴趣,加深学生对非线性电阻电路和叠加定理的理解,同时可提高学生分析问题、解决问题和自行设计的能力。

### (四)完善课程考核,鼓励学生综合能力发展

电路课程考试从考核内容和考核方式等进行了探索与实践,真正达到教、学、考三者和谐统一。

#### 1. 考核内容能力化

在考试内容方面,除了从记忆角度考查学生对基本理论、知识和技能的掌握情况,还要考查学生独立分析问题和解决问题的能力,特别是知识的运用能力,并使学生能够自然地用理论联系实际。在考试中增加问题分析、系统设计、工程应用的考核比例,以提高学生的设计能力和实际应用能力。

#### 2. 考核方式多元化

为了培养学生学习的自觉性和综合能力,激发创造性,考虑学有余力学生的个性发展,采取多元化考核方式来综合评价学生对知识的掌握与运用、工程和创新的能力。具体由课堂讨论表现(5%)、阶段测试(20%)、实验成绩(10%)、项目设计(10%)、交流与互评(5%)、期末考试(50%)几部分组成。此外,参加电子设计竞赛、发表学术论文等还有附加分值(总成绩不超过100分)。

#### 3. 考试结果交互化

采取分阶段测试,并及时将考试结果进行全面

的互动交流十分必要。这样在后续单元的教学与考核中可有意识地加强训练学生的薄弱环节。同时,对学习较差的学生实时关注与指导,通过课堂随机提问和课下交流谈心等,督促其用心听课和学习,从而使考试与学习过程、考核与讲授过程有机联系,不断提高教学水平和教学质量。

#### 四、结语

CDIO 教育理念以培养学生的工程应用能力和创新能力为宗旨,注重对学生综合素质的培养。针对电气信息类学生,以 CDIO 工程教育理念为指导,坚持“以人为本”,紧密跟踪智能建筑技术发展及社会就业需求,将工程设计、科学研究与整个教学过程紧密结合,深化电路课程教学改革。通过电路课程教学,让学生参与工程项目的构思、设计、实现与运行的全过程,将学生的知识构架、兴趣爱好、能力特长和工程需求、社会需求等有机结合,着眼于知识、能力与素质的协调统一。如此,不仅有利于激发学生对后续课程的学习,更有利于培养基础坚实、知识

宽广、综合素质高、工程实践创新能力强、有创新意识和团队合作精神的高层次工程应用人才,适应建筑业的发展需要。

#### 参考文献:

- [1] EDWARD F C, JOHAN M, SOREN O, DORIS B. Rethinking engineering education: the CDIO approach [M]. Springer, 2003.
- [2] 龚克. 解放思想, 锐意改革, 创造新时期高等工程教育的中国模式[J]. 高等工程教育研究, 2009(6): 1-8.
- [3] 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.
- [4] 顾佩华, 包能胜, 康全礼, 等. CDIO 在中国: 上册[J]. 高等工程教育研究, 2012(3): 24-40.
- [5] 刘建平, 贾致荣, 师郡, 等. 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[J]. 高等建筑教育, 2011, 20(5): 83-87.
- [6] 王英姿, 熊光晶, 康权礼. 基于“能力—素质—知识”架构的房屋建筑学课程大纲及教学实践[J]. 高等工程教育研究, 2010(1): 155-158.

## Reform and practice on teaching reform of electric circuit course based on CDIO education ideas

ZHOU Yue, ZHANG Ying, LI Jiejia, LI Mengxin

(School of Information and Control Engineering, Shenyang Jianzhu University, Shenyang 110168, P. R. China)

**Abstract:** The engineering education mode of CDIO is the achievement of international engineering education reform in recent years. CDIO aims to cultivate all-round innovative engineering and technical personnel. Electric circuit, a both science and engineering course, is the first specialized basic course for the students of electronic information specialty. The necessity of circuit teaching reform is analysis, and the engineering and scientific researches throughout teaching process are focused on. The teaching mode and realization way of electric circuit course based on CDIO education ideas is introduced. And then, the reform and practice of teaching content, teaching activities, teaching methods and curriculum assessment are discussed, which highlights to foster the engineering practice ability, innovation ability, team cooperation ability and working ability for the students of electronic information specialty.

**Keywords:** CDIO; engineering education; electric circuit; teaching reform

(编辑 周沫)