

# 基于 CDIO 理念的电路分析基础 教学改革探索

电控学院 王媛彬 黄向慧 杨方

**摘要:** 针对目前高校电路分析课程教学中存在的实验环节薄弱、工程能力培养不足等问题,引入 CDIO 教育理念,并将 CDIO 教育模式运用于该课程的教学改革中,提出了具体的改革方法和教学改革措施。实践表明基于 CDIO 模式的教学方式在电路分析基础课程中的应用可以有效实施“做中学”、“做中悟”,实现理论教学和实验教学的一体化建设,既可加强学生对知识的掌握与灵活运用,并可以有效提升学生的动手能力、创新意识、工程能力、团队协作精神。

**关键词:** 工程教育; CDIO; 教学改革; 电路分析基础

## 引言

《电路》是高等教育工科电气、电子信息类专业的一门专业基础课,具有较强的理论性和较强的实践性的双重特点,该课程对培养学生分析计算能力、实验能力、研究能力和科学归纳能力有着重要的作用。此外,电路课程是基础课与专业课之间的纽带,对后续课程的学习意义极为重大。

传统的电路授课模式常常重理论轻实践,强调个人知识学习而轻视能力的培养,导致了学生综合素质差,应用能力不强,毕业后难以适应企业及社会的需要。汕头大学工学院和清华大学通过对一些课程实施 CDIO 新模式的教学<sup>[1]</sup>,结果表明提高了学生的自学能力、解决实际问题的能力,适宜于工科教学。

本文结合电路分析基础课程教学中存在的问题,将 CDIO 工程教育理念<sup>[2-4]</sup>引入到电路教学中,探讨了基于 CDIO 工程教育模式的教学改革与实践,提出了具体改革措施,以增强对学生专业技术能力、工程能力的培养和提高。

## 1 CDIO 教育模式

CDIO 是以美国麻省理工学院经过四年的研究、探索以及教学实践建立起的基于工程教育的先进教学模式,包含构思 (conceive)、设计 (design)、实施 (implement)、运作 (operation),亦是倡导“做中学” (learning by doing) 和基于项目教育和学习 (project based on education and region) 的新型教

学模式,是以美国麻省理工学院为首的全球几十所著名大学倡导的现代工程教育框架。其工程教育理念就是以现代工业产品从构思研发到运行改良乃至终结废弃的生命全过程为载体培养学生的工程能力、运用知识解决问题的能力、终身学习能力、团队交流能力和协作能力<sup>[1-2]</sup>。CDIO 继承和发展了欧美二十多年来工程教育大改革的理念,为高等院校培养实践创新型人才提供了指南和指导方向,也为高等院校工科课程的教学、实践改革等方面提供了借鉴意义。有学者指出,CDIO 模式将有助于中国高等教育课程的设置及教育方法、手段的研究,还可以推动考核标准的制定、学生能力评估,对中国高等工程教育的改革与探索具有重要作用<sup>[5-6]</sup>。

## 2 传统的电路课程教学中存在的问题

对于电路课程的授课,目前我国高校大多采用传统教学模式——以授课为基础的学习(Lecture-Based Learning, 简称 LBL)模式,教师决定着教学的方向和内容,掌握着教学目标和教学进度,学生处于一个被动接受知识的地位,对课程内容的学习、理解程度还不够深入。这种教学方法难以充分调动学生学习的主动性,教师学生之间的互动难以真正实现,学生学习的潜能还远未发掘出来,对实践动手环节还亟待提高。

根据长期的一线教学,笔者发现电路课程在教学方法、实验环节、考核方式等方面,还存在以下问题:

### (1) 知识传授孤立化, 缺乏系统性掌握

教师在授课时常常局限于单纯地传授知识,学生在被动地接受理论,集中于知识点的掌握、解题方法、解题技巧上,缺乏对知识的系统性、整体性把握,对知识的前后关联、灵活运用能力不足,对课程的工程性把握不足,因而当遇到实际问题时,因知识结构和知识层次未能有效建立,不能有效地构思、设计、运行、实现,不能快速有效地解决实际问题。如学生对电路的谐振掌握的还都较好,但结合到实际收听电台广播时求谐振回路的感应电流或后续课程中谐振变换器的应用、电路的频率响应等问题时解决能力不足。

### (2) 教学观念陈旧, 理论与实践脱节

电路课程的特点是专业性强、理论与实践结合紧密。目前的理论教学主要采用的是以知识理论体系为构架、教师借助语言描述、板书、教材为主的满堂灌的传统模式,其过程“重理论,轻实践”,无法适应该课程理论与实践并重的特点。此外,课程的大多数实验通常是对重点知识的验证,如电路的戴维宁定理、叠加

定理、一端口网络的功率传输等，学生通常在老师的指导下按部就班接线，往往缺乏自行设计实验及训练工程素养的环节，一方面难以真正培养学生的动手能力和创新能力，另一方面难以提高学生的学习兴趣和学习动力，会造成实验课程枯燥乏味之感，影响了实验课程作用的发挥，造成学生动手能力、主动学习能力、创新能力、团队协作能力不强等。

### (3) 考核、评估方式单一

学生的课程考试成绩是反映学生能力的有效衡量指标，考核、评估是衡量学生学习效果的重要手段。大家习惯性地将对学生的注意力集中于理论知识和考试分数上，忽视了学生灵活运用以及解决实际问题的能力，导致了课程教学停留在最基本的知识灌输阶段，弱化了对学生实际能力的培养。因此传统的电路课程考试通常过于侧重理论知识的掌握程度，过于强调书面形式的正确性，而对于学生的工程能力、实践能力、创新能力缺乏有效检测，相悖于当前大环境下的工程教育模式，不利于工程型人才的培养。

## 3 电路课程 CDIO 模式改革措施

针对上述问题，我们对电路课程以 CDIO 模式进行了教学改革实践，从传统以教师“教”为主，转向以学生为中心、教学生“学会”，以项目驱动的教学模式传授知识点，在实验环节使理论和实践紧密联系，实现一体化教学，使得学生在对理论知识的理解、解决问题能力、协作能力、工程能力等方面都有了明显改善。

### (1) 教学内容的开发

本课程针对电气类、电子类的专业方向，以高等数学、工程数学、大学物理为基础，将《电路》课程教学改革和多媒体技术、电路实验和仿真软件教学相结合，以培养电气类、电子类专业技术人才为目标，最终实现创新型专业技术人才的培养。在查阅资料的基础上，对电气类、电子类工程师工作岗位的职责、任务进行调研，并以此为目标确定教学任务和教学内容，安排如表 1。

总之，电路作为以单元进行学习的一门专业基础课，课程学习是最基本的 CDIO 学习过程实践活动。以 CDIO 工程教育理念为基点，对电路课程内容整合，使原有的教学内容更项目化、更企业化，使实践环节更接近实际岗位需求，并将电子电路技术的学科发展的新理论、新技术融合在课程学习中。

### (2) 项目驱动教学法的实施

基于项目进行教育与学习是 CDIO 所倡导的重要理念。项目设计作为培养学

表 1 教学内容的拟定安排方案

工作领域	工作任务	教学任务和内容
强电类、 弱电类专业	直流电路的计算与应用	1.掌握电路的基本概念和定律； 2.熟悉有源、无源等各类电气元器件； 3.掌握电路的基本分析方法和常用定理； 4.能看懂各种直流电路的电路图及工作原理。
	动态电路的时域分析	1.了解动态电路的研究意义及机理分析； 2.熟悉动态电路的经典研究方法； 3.重点掌握动态电路的零输入、零状态、阶跃、冲激响应； 4.能对动态电路进行故障预测及事故原因分析及提出预防措施。
	正弦稳态电路分析	1.了解正弦稳态电路的基本概念； 2.熟练掌握正弦稳态电路的相量表示法及相关分析、计算； 3.正弦稳态电路中的各类功率计算及功率传输； 4.能从事正弦稳态电路的计算及应用等相关工作。
	互感与理想变压器	1.了解耦合电感的基本概念及去耦等效； 2.掌握含互感电路的相量法分析； 3.理想变压器的主要性能及实际变压器的模型和工作原理； 4.能对实际电路中如收音机、电视机所使用的振荡线圈的工作原理进行分析和检测。
	电路频率响应	1.了解网络函数的概念及频率响应； 2.熟悉常用 RLC 一阶电路的频率特性； 3.掌握常用 RLC 串联、并联谐振电路的条件及频率特性； 4.应用网络传输信号时，正确处理选择性及电路带宽间的矛盾。

生工程能力、创新能力和素质教育的有效途径，在理论课和实验课上应充分结合项目设计的思想。在授课时，教师把所授内容系统性、条理性地贯穿起来，让学生体会到课程内容的项目性、整体性，从而提高学习兴趣，增强学习效果。结合电路的授课内容，提炼出典型的六个学习型项目如表 1，对于每个教学项目，按照其实际工作流程细分为若干个学习型工作任务作为课程的教学单元，而每个教学单元是以完成工作任务所需要的基本知识、技能要求、素质要求为教学目标的，以“任务概述—知识准备—任务实施—检查与评价—总结分析”为主线的教学方法。下面以讲授电感电容电阻串联电路的谐振为例，实施如图 2 所示。

总之基于项目实施进行教学时，通过对授课内容进行分解，使分解后的内容分布到各个教学环节中，而这些内容之间彼此关联，从而让学生体会到内容的连续性、系统性，从而加强学生对知识的理解、掌握。

### (3) 教师从知识的传播者转型为工程项目的设计者

根据 CDIO 理念，大工程观理念意味着工程教育从重视知识转为学科知识和

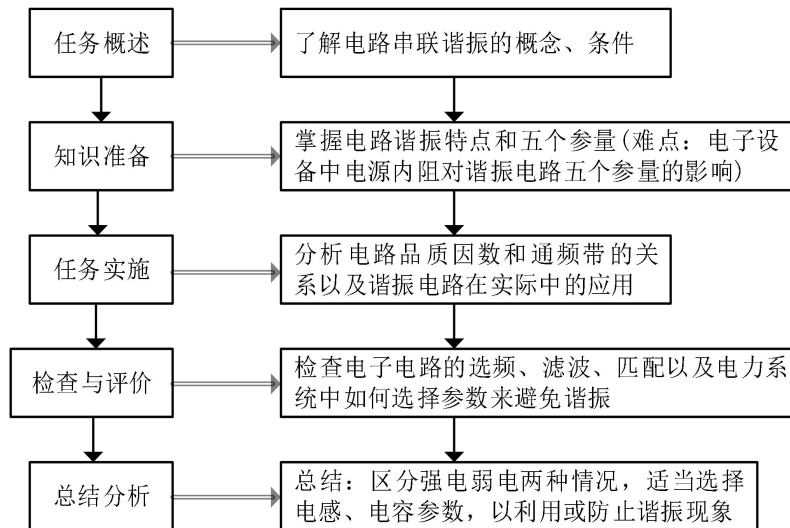


图 2 基于 CDIO 的教学实施

工程能力并重<sup>[1]</sup>，教师除了要合理安排教学内容和教学进度，更要设计出促进学生工程能力发展的一体化教学计划，将孤立的知识点转变成相互关联的知识网，在内容传授时，更要注重知识的应用性，突出其专业技术性及应用性，将课程教学与实际工程项目有机结合。教学中多安排丰富的设计项目，并努力使每个学生积极参与项目设计与开发，使学生多动手、多投入、多参与，培养学生的团队合作能力和 CDIO 工程能力<sup>[6-7]</sup>，并将工程构思、设计、运作、实现四步骤纳入其中。如在讲授戴维宁定理时，首先提出如何进行一端口电路的计算，继而启发学生完成电路设计，并用 PSPICE 完成电路的仿真实验，并用实例实现其实际应用。总之，教师要主动适应教育改革和发展的新形势，找准自己的位置，重新定位自身角色，以适应新型的工程教学管理模式<sup>[8]</sup>。

#### (4) 对学生进行多方式、多渠道的能力培养, 实现理论与实践的有效结合

学生在实验课、电子电路设计大赛等实践活动中可以充分利用学校资源，尽可能接近工程实践，在 EDA 仿真、选器件、焊接、连线调试等实践活动中努力提升分析问题、解决问题的能力，并灵活运用多种手段进行深层次的开发，而学生也在知识点的逐级递进中，建立起越来越完善的知识结构，扩大视野，并且逐渐可推广至其它课程甚至整个专业领域<sup>[7]</sup>。教师引导学生在工程实践的真实环境中以主动的、实践的、课程之间有机联系的方式学习，使学生从做中学、做中悟，实现理论与实践的有效结合。总之，学生的 CDIO 工程能力可通过课程教学实践、实施进行循环迭代增量式的培养，当 CDIO 学习目标达到时，学生即可获得 CDIO 工程能力。

#### (5) 进行综合性考核、评估

传统的考核形式多侧重于课本理论知识,而 CDIO 模式下的考核则转变为知识、全面素质、综合能力的综合模式,学习效果由工程技术能力体现而非分数<sup>[9-12]</sup>。根据 CDIO 教学模式,其评估是以学生学习为中心,通过多种方式收集学生学习效果的信息,从而在课程的设计、教与学的方法、工程能力的培养等方面都有所提高。对于电路课程,其成绩评估由理论考试成绩、平时成绩、项目实施成绩组成,以理论考试和项目实施为主,兼顾平时成绩。这种主观成绩与客观成绩相结合的方式可较全面地对学生进行评估,有助于全面了解学生的学习成绩和综合能力。这种方式正好与 CDIO 培养学生能力的愿景相契合,有助于学生毕业后更好地适应企业与社会对工程技术人才的需求。

#### 4 结 语

电路作为一门重要的必修专业基础课,具有较强的实践性。为改变传统的电路授课教学模式,本文以具有国际化、工程化、系统化的 CDIO 教学理念为基础,探讨了基于 CDIO 的教学新模式,从教学形式、能力培养、考核方式等方面进行改革,结果表明可大大激发学生的主观能动性,既可加深对基础知识的理解,又能提高对知识融会贯通应用的能力、工程实践能力及团队协作能力,并且对同类课程有一定的借鉴、推广意义。

#### 参考文献:

- [1] 姜大志,孙浩军.基于 CDIO 的主动式项目驱动学习方法研究[J].高等工程教育研究,2016(4):12-14.
- [2] 胡志刚,任胜兵,陈志刚等.工程型本科人才培养方案及其优化[J].高等工程教育研究,2015(6):8-11.
- [3] 李曼丽.用历史解读 CDIO 及其应用前景[J].清华大学教育研究 2018,29(5):17-21.
- [4] 王硕旺,洪成文.CDIO:美国麻省理工学院工程教育的经典模式[J].理工高教研究,2019(2):31-33
- [5] 马晓梅,张剑飞,乔付.CDIO 模式下高等工程教育的改革与探索[J].计算机教育,2020(12):22-24.
- [6] 韩桂英,李锡祚.CDIO 视野下项目驱动的数字电路教学探索与实践[J].实验技术与管理,2018,29:52-54.
- [7] 曹淼孙,梁志星.基于 CDIO 理念的工程专业教师角色转型[J].高等工程教育研究,

2019(1):20-22.

[8] 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):41-43.

[9] 顾学雍.连接理论与实践的 CDIO——清华大学创新性工程教育的探索[J].高等工程教育研究, 2009(1):44-46.

[10] 潘晓苹, 但果, 陈昕等.基于 CDIO 理念的数字电路实验教学改革[J].实验室研究与探索, 2018, 32(8):455-47.

[11] 孙二军.以学习为中心的高等教育质量观及其路径分析[J].高教探索, 2015(2):35-38.

[12] 卢小根, 管继春, 肖昊.加快转变高等教育发展方式的战略方向[J].高教探索, 2014(2):33-36.