

新工科背景下《电路基础》课程教学的改革和探索

王长安

金华高等研究院, 浙江 金华

收稿日期: 2025年5月19日; 录用日期: 2025年6月18日; 发布日期: 2025年6月26日

摘 要

新工科背景下,《电路基础》课程教学面临内容陈旧、方法单一、实践薄弱等问题。文章提出“三位一体”改革方案:构建“理论-案例-前沿”模块化内容体系,融入智能硬件等新技术;采用“线上线下混合+项目驱动”教学模式,提升学生主动性;建立“虚实结合”阶梯式实验体系,强化创新能力培养,以达到促进《电路基础》课程建设与教学改革的目的。

关键词

高校教育, 新工科, 《电路基础》, 教学改革

Reform and Exploration of “Fundamentals of Electric Circuits” Course Teaching under the Emerging Engineering Education Initiative

Chang'an Wang

Jinhua Advanced Research Institute, Jinhua Zhejiang

Received: May 19th, 2025; accepted: Jun. 18th, 2025; published: Jun. 26th, 2025

Abstract

Under the Emerging Engineering Education (3E) initiative, the “Fundamentals of Electric Circuits” course encounters significant challenges, including outdated content, monotonous pedagogical approaches, and inadequate practical components. This study proposes an integrated “Trinity” reform framework: constructing a modularized “theory-case-frontier” content architecture incorporating

emerging technologies such as smart hardware systems, adopting a blended “online-offline hybrid + project-driven” instructional paradigm to enhance learner engagement, and establishing a hierarchical “virtual-physical integration” experimental training system to cultivate innovation capabilities. The proposed reform scheme aims to facilitate comprehensive curriculum development and pedagogical innovation in the “Fundamentals of Electric Circuits” course.

Keywords

Higher Education, Emerging Engineering Education (3E), “Fundamentals of Electric Circuits”, Teaching Reform

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

当前，中国高等教育正处于深刻变革与快速发展的关键阶段。随着国家创新驱动发展战略的深入实施和产业结构的转型升级，社会对高素质、创新型工程技术人才的需求日益迫切。教育部提出的“新工科”建设，正是应对这一需求的重要举措，旨在推动工程教育从传统模式向多学科交叉、创新能力培养、实践能力提升的方向转变[1][2]。在新工科背景下，高校课程教学改革成为人才培养的核心任务之一，必须紧密结合产业发展趋势，优化教学内容与方法，以培养具备扎实理论基础、突出实践能力和创新思维的新时代工程技术人才。

在新工科建设的推动下，课程教学改革的重要性愈发凸显[3]。传统的工科教育模式往往偏重理论知识的传授，而忽视学生实践能力与创新思维的培养，导致人才培养与社会需求之间存在一定脱节。因此，如何通过课程改革实现理论与实践的结合、知识与能力的并重，成为当前高等工程教育亟待解决的问题。作为电子信息类、电气工程类等专业的核心基础课程，《电路基础》不仅是后续专业课程的重要支撑，更是培养学生电路分析能力、工程思维和实践技能的关键环节。然而，传统的《电路基础》教学大多以教师讲授为主，实验环节相对薄弱，且教学内容与新兴技术结合不足，难以满足新工科背景下对学生综合素质的高要求。因此，探索《电路基础》课程的教学改革，对于提升教学质量、适应新工科人才培养需求具有重要意义。

近年来，国内外学者在工程教育改革方面进行了广泛探索。例如，项目式学习(PBL)、翻转课堂、线上线下混合式教学等新型教学模式被引入课堂，有效提升了学生的主动学习能力和实践能力。同时，随着信息技术的发展，虚拟仿真、人工智能辅助教学等现代化手段为课程改革提供了新的可能性。然而，针对《电路基础》这类理论性强、实践要求高的课程，如何合理整合这些教学方法，构建适应新工科需求的教学体系，仍需进一步研究和实践。此外，课程改革还需关注学生的个性化学习需求，强化工程伦理与社会责任教育，以培养全面发展的高素质工程人才。

2. 传统《电路基础》课程教学的现状和存在的不足

2.1. 教学内容与工程实践脱节，前沿性不足

传统的《电路基础》课程通常以理论推导和经典电路分析为主，教学内容较为固定，未能及时融入现代工程技术的发展趋势[4][5]。例如，在半导体器件、电力电子、嵌入式系统等领域，新技术不断涌现，

但课程仍以电阻、电容、电感等基础元件的稳态分析为核心,缺乏对高频电路、智能硬件、新能源系统等新兴领域的拓展。这种滞后性导致学生难以将所学知识与实际工程问题相结合,降低了知识的迁移能力[6][7]。此外,教材案例多以理想化电路为例,而实际工程中的电路往往涉及非线性、噪声、温度漂移等复杂因素,传统教学却较少涉及此类问题的分析,使得学生在面对真实工程挑战时缺乏解决能力。因此,如何更新教学内容,增强其工程适用性和时代性,成为课程改革的重要方向。

2.2. 教学方法单一, 学生参与度低

目前,《电路基础》课程的教学模式仍以“教师讲授 + 习题训练”为主,课堂互动较少,学生被动接受知识,缺乏主动思考和探索的机会。这种单向灌输式的教学方式虽然能保证理论体系的完整性,但容易导致学生思维僵化,难以激发其创新意识。同时,由于课程理论性强、概念抽象,部分学生在学习过程中容易产生畏难情绪,而传统的板书或 PPT 讲解难以直观呈现动态电路行为(如瞬态响应、频率特性等),进一步降低了学习效果。近年来,尽管部分高校尝试引入多媒体辅助教学,但多数仍停留在静态演示层面,未能充分利用虚拟仿真、交互式实验等现代教育技术提升课堂活力。因此,如何优化教学方法,增强课堂互动性,提高学生的自主学习能力,是教学改革的关键之一。

2.3. 实验环节薄弱, 创新实践能力培养不足

实验教学是《电路基础》课程的重要组成部分,但传统实验课往往以验证性实验为主,即学生按照既定步骤连接电路、测量数据并完成报告,缺乏自主设计和探索的空间。这种模式虽然能巩固理论知识,但难以培养学生的工程思维和创新能力。此外,由于实验设备有限,部分高校的实验课仍以面包板、示波器等传统硬件为主,而现代工程中广泛应用的仿真工具(如 Multisim、PSpice、MATLAB/Simulink 等)未能充分融入教学,导致学生缺乏计算机辅助分析与设计的经验。另一方面,实验内容与理论课程的衔接不够紧密,部分实验项目过于简单,未能体现复杂工程问题的解决过程,如电路优化、故障诊断等。因此,如何优化实验体系,引入开放式、项目式实验,并加强虚拟仿真与硬件实验的结合,是提升学生实践能力的重要途径。

3. 新工科背景下《电路基础》课程教学改革的几点构想

在新工科建设和科技快速发展的背景下,传统的《电路基础》课程教学模式已难以满足新时代工程人才培养的需求。针对前文提出的三大问题(教学内容与工程实践脱节、教学方法单一、实验环节薄弱),结合当前教育技术发展和产业需求,现提出以下三点创新改革构想,以推动课程教学模式的优化升级。

3.1. 构建“基础理论 + 工程案例 + 学科前沿”的模块化教学内容体系

传统的《电路基础》课程偏重理论推导,缺乏与工程实践的结合。在新工科背景下,课程内容应打破传统章节限制,采用模块化设计,将基础理论、典型工程案例和学科前沿技术有机融合[8][9]。具体措施包括:1) 引入真实工程案例:在讲授基本电路定律(如基尔霍夫定律、戴维南定理)时,结合新能源系统、智能硬件、物联网设备等实际工程问题,设计分析任务。例如,在讲解动态电路时,可引入电动汽车电池管理系统(BMS)中的充放电电路分析,让学生理解理论在工程中的应用场景[10]。2) 融入新兴技术内容:增加对高频电路、功率电子、嵌入式系统等现代技术的介绍,如结合 5G 通信中的射频电路、人工智能边缘计算设备的低功耗设计等,拓宽学生的工程视野。3) 采用“问题导向”的教学设计:每模块设置开放式工程问题,引导学生通过理论分析、仿真验证和方案设计,培养解决复杂工程问题的能力。通过模块化重构,课程内容将更具时代性和实用性,帮助学生建立“理论 - 实践 - 创新”的知识链,适应新工科对复合型人才的需求[11]。

3.2. 推行“线上线下混合式 + 项目驱动”的互动教学模式

为解决传统课堂单向灌输的弊端,可结合信息化教学手段,构建“线上自主学习 + 线下深度研讨 + 项目实践”的混合式教学模式[12]: 1) 线上资源建设: 利用 MOOC、虚拟仿真平台(如 CircuitJS、LTspice)搭建线上学习库,提供微课视频、交互式电路仿真工具和自适应习题系统,帮助学生课前预习和课后巩固。例如,学生可通过仿真工具自主探究 RC 电路的暂态响应,再在课堂中讨论实验结果。2) 线下翻转课堂: 采用“学生主讲 + 教师点评”的形式,例如在讲解放大器电路时,让学生分组调研实际应用,并在课堂展示设计方案,教师侧重引导和纠偏。3) 项目驱动教学(PBL): 围绕实际工程问题(如“设计一个低噪声信号采集电路”),组织学生以小组形式完成从理论分析、仿真优化到原型制作的完整流程,培养团队协作和创新能力。该模式通过信息化手段增强互动性,同时以项目为载体,将被动学习转化为主动探索,契合新工科“学生中心、产出导向”的教育理念。

3.3. 打造“虚实结合 + 开放创新”的多层次实验体系

针对传统实验课验证性为主、创新性不足的问题,可构建“基础实验 - 虚拟仿真 - 综合创新”多层次实验体系[13][14]: 1) 基础实验层: 保留必要的验证性实验(如欧姆定律验证、戴维南定理验证),每个实验增设 2~3 个拓展探究环节。例如,在基尔霍夫定律实验中增加“元件参数漂移对测量结果影响”的拓展任务,与此同时,引入现代化测量工具(如智能示波器、LabVIEW 数据采集),提升实验效率。2) 虚拟仿真层: 利用 Multisim、MATLAB/Simulink 等工具搭建虚拟实验平台,预先配置 10~15 个典型电路案例库(如 5G 射频前端电路、光伏逆变器等),实施“3+3”训练计划(3 次必修仿真实验 + 3 次选修项目),学生需完成电路设计→参数扫描→蒙特卡洛分析的全流程。例如,在运算放大器仿真中,要求进行增益带宽积与功耗的 Pareto 优化,以此来弥补硬件实验的局限性[15]。3) 开放创新层: 设立“电路创新实验室”,提供 FPGA、嵌入式开发板等设备,鼓励学生结合学科竞赛(如电子设计大赛)或教师科研项目,完成综合性设计(如基于 STM32 的智能家居控制电路)[16]。实验室采用预约制,支持课外自主探索。此外,引入“企业导师进课堂”机制,邀请行业工程师参与实验案例设计,通过虚实结合与开放创新,实验教学将从“照单操作”迈向“自主设计”,真正提升学生的工程实践能力[17]。

4. 结束语

在新工科背景下,《电路基础》课程的教学改革是适应新时代工程人才培养需求的必然选择。通过重构教学内容、创新教学方法、优化实验体系,课程教学从传统的理论灌输转向能力导向,更加注重学生工程实践能力和创新思维的培养。改革后的教学模式将理论知识与前沿技术、产业需求紧密结合,同时借助信息化手段和虚实结合的实验平台,提升学生的自主学习和问题解决能力。未来,随着科技的持续发展,《电路基础》课程仍需不断迭代,以更好地服务于新工科建设,为培养高素质、复合型工程技术人才提供有力支撑。这一探索不仅对电子信息类专业教学具有示范意义,也为其他工科基础课程的改革提供了可借鉴的思路。

基金项目

本文由金华高等研究院(金华理工筹建办)教育教学研究课题(项目编号: B2024JY01)资助。

参考文献

- [1] 钟登华, 刘宏, 孙宏斌. 新工科建设的内涵与行动路径探析[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.
- [2] 林健, 王孙禺, 余寿文. 面向未来的中国新工科建设与发展战略研究[J]. 清华大学教育研究, 2017, 38(2): 26-35.

- [3] 吴爱华, 侯永峰, 杨秋波. 加快新工科建设推进工程教育改革创新[J]. 高等工程教育研究, 2017(1): 1-9.
- [4] 王孙禺, 赵自强, 雷环. 中国工程教育专业认证制度的构建与完善[J]. 高等工程教育研究, 2014(5): 1-6.
- [5] 李志义, 朱泓, 刘志军. 适应专业认证要求的工程教育教学改革[J]. 中国大学教学, 2014(6): 9-16.
- [6] 陆国栋, 李丹青, 陈临强. 我国高等工程教育改革的若干问题思考[J]. 中国高等教育, 2013(Z2): 30-33.
- [7] 胡寿松, 王执铨, 胡维礼. 工程教育专业认证背景下的课程教学改革[J]. 电气电子教学学报, 2016, 38(1): 1-4.
- [8] 顾佩华, 胡文龙, 陆小华. 基于 OBE 理念的工程教育模式改革实践[J]. 高等工程教育研究, 2014(1): 27-37.
- [9] 张伟刚, 王玉芳, 耿延玲. 研究性教学方法的理论与实践探索[J]. 中国大学教学, 2012(8): 65-67.
- [10] 孙康宁, 傅水根, 梁延德. 基于工程能力培养的实践教学体系构建[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(3): 176-179.
- [11] 陈国良, 张龙, 吴中海. 新工科背景下实践教学体系的创新设计[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(7): 231-234.
- [12] 王移芝, 鲁凌云, 刘君亮. 基于 SPOC 的混合式教学模式设计与实践[J]. 中国大学教学, 2015(11): 58-62.
- [13] 李元杰, 杨晓非, 邹玲. 电路课程教学改革的探索与实践[J]. 电气电子教学学报, 2015, 37(3): 16-18.
- [14] 王兆安, 刘进军, 杨旭. 电力电子技术课程教学改革的思考[J]. 电气电子教学学报, 2014, 36(2): 1-3.
- [15] Li, P. (2014) Electronic Circuit Teaching Aided by Multisim Virtual Simulation Software. *Advanced Materials Research*, **933**, 703-707. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.933.703>
- [16] 刘志军, 罗正祥, 杨平. 新工科背景下实验教学示范中心建设路径[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(2): 145-148.
- [17] Wiek, A., Xiong, A., Brundiers, K. and Van Der Leeuw, S. (2014) Integrating Industry Experts in Project-Based Learning: Benefits and Challenges for Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, **103**, 219-224.