

智能驱动与实践导向的电路分析教学改革： 构建“学－练－测－评”闭环生态

王艳芳

重庆电讯职业学院，重庆 402247

DOI:10.61369/EIR.2026060031

摘 要： 针对《电路分析基础》传统教学存在学习碎片化、个性化供给不足、理论与工程实践脱节等问题，本文依托工程教育一体化教学理念，融合人工智能智能推荐技术与 Multisim 仿真工具，构建“学－练－测－评”闭环教学新模式。该模式通过搭建课程层级化知识图谱，结合 Transformer 知识追踪模型与深度强化学习算法实现习题个性化精准推送；同时将 Multisim 仿真深度嵌入教学全流程，形成“理论计算—仿真实验—比对纠错”的常态化学习链路。配套搭建课前、课中、课后、单元测评全流程实施体系与多元过程性考核机制。经一学期平行班对照试点表明，该教改方案可有效提升学生自主学习能力、电路分析水平与工程实操素养，有效破解传统教学痛点，可为电工电子类基础课程智能化教学改革提供实践参考。

关 键 词： 电路分析；智能推荐；Multisim 仿真；学－练－测－评；自适应学习

Teaching Innovation in Circuit Analysis: An Intelligence-Driven and Practice-Oriented Approach to Establish a Closed-Loop Ecosystem of "Learning-Practicing-Testing-Evaluating"

Wang Yanfang

Chongqing Telecommunication Polytechnic College, Chongqing 402247

Abstract： Addressing the issues of fragmented learning, insufficient personalized provision, and a disconnect between theory and engineering practice in traditional teaching of Fundamentals of Circuit Analysis, this paper introduces a new closed-loop teaching model of "learning-practicing-testing-evaluating" based on the integrated teaching philosophy of engineering education. This model integrates artificial intelligence recommendation technology with Multisim simulation tools. It constructs a hierarchical knowledge graph for the course and employs a Transformer-based knowledge tracing model and deep reinforcement learning algorithms to achieve personalized and precise exercise recommendations. Additionally, it deeply embeds Multisim simulation throughout the entire teaching process, forming a regular learning pathway of "theoretical calculation—simulation verification—comparison and error correction." A comprehensive implementation system covering pre-class, in-class, post-class, and unit evaluations, along with a diversified process-oriented assessment mechanism, is also established. A one-semester parallel class control trial demonstrates that this teaching reform plan effectively enhances students' self-learning abilities, circuit analysis skills, and engineering practical competencies, effectively addressing the pain points of traditional teaching. It provides practical references for the intelligent teaching reform of basic courses in electrical and electronic engineering.

Keywords： circuit analysis; intelligent recommendation; Multisim simulation; learning-practicing-testing-evaluating; adaptive learning

引言

《电路分析基础》是电气、电子信息类专业的核心前置基础课程，承担夯实学生电路理论基础、培育逻辑分析思维、塑造工程实践素养的重要育人功能，直接影响后续电子技术、自动控制等专业课程的学习效果。当前传统教学模式仍存在诸多短板，制约课程育人质量提升。

基金项目：重庆电讯职业学院2025年度校级教学改革研究项目，项目名称：极速电路通——从传统课堂到秒级掌握的教改引擎计划（项目编号：DX25JG0010）。

作者简介：王艳芳（1990.03-），女，汉族，河南省，讲师，本科，研究方向：通信与信息系统。

一是教学环节割裂，学习闭环缺失。课后练习、阶段测试与课程评价相互独立，学生习题作答后无法获得即时针对性反馈，知识误区与错题漏洞持续累积，形成系统性知识短板。二是教学方式同质化，因材施教落地难。课程习题普遍采用“一刀切”布置模式，难度与考点设置固定，无法适配不同学情学生的学习节奏，出现优生“吃不饱”、学困生“跟不上”的分层困境。三是理实脱节问题突出。理论教学与仿真实验分立开展，学生普遍存在纸面解题熟练、仿真调试与故障排查能力薄弱的知行分离问题，工程实践素养培育不足。^[1]

人工智能与虚拟仿真技术的普及为课程教改提供了全新路径。AI智能题库可基于动态学情数据实现自适应组卷与个性化习题推送，解决同质化教学问题；Multisim 仿真软件可实现电路可视化搭建、参数调试与故障复现，让抽象理论具象化落地。基于此，本文整合智能推荐技术与仿真教学优势，构建“学—练—测—评”一体化闭环教学体系，实现学情精准诊断、分层练习补强、全程测评赋能、靶向纠错提升的良性教学生态。^[2]

一、理论基础与技术支撑

本次教改以工程教育“教—学—评一体化”理念为核心支撑，坚持教学目标、教学实施、学业评价同向协同，形成“以学促练、以练筑基、以测诊缺、以评促学”的育人逻辑。其中，学为理论知识积累，练为分层巩固内化，测为阶段性漏洞诊断，评为全流程能力量化。传统教学四大环节相互割裂，存在反馈滞后、评价单一、针对性不足等问题，而人工智能与仿真技术的引入，有效补齐个性化出题、全流程数据采集、即时过程评价的技术短板，为一体化教学落地提供支撑。

智能推荐题库是实现自适应教学的核心技术载体，主要包含学情建模、习题特征建模、智能推荐策略三大模块。其一，基于 Transformer 模型开展知识追踪，以学生历史答题时序数据、答题正误为输入，依托自注意力机制动态捕捉学生知识点掌握波动规律，实时更新个体学情画像。其二，采用五维度标注体系，从题目类型、知识点数量、知识属性、推理步数、认知层级量化习题特征，加权计算生成标准化难度系数。其三，将习题推送转化为马尔可夫决策优化问题，构建兼顾知识点补强与难度适配的复合奖励函数，通过深度 Q 网络迭代优化推荐逻辑，为学生匹配最优习题序列。

Multisim 仿真工具为理实融合教学提供核心支撑，从四大维度赋能工程化教学。一是理论结果校验，通过仿真实测数据与理论计算数据比对，快速排查计算与概念错误；二是参数规律探究，通过自主修改元器件参数，观测电路电气特性变化，深化原理认知，培育工程参数思维；三是故障诊断训练，依托预设隐性故障开展逆向排查训练，提升学生工程排错能力；四是课前课后拓展，依托仿真完成预习铺垫与创新拓展，降低实体实验失误差率，延伸课程学习边界。^[3]

二、“学—练—测—评”一体化教学体系设计与实施

本次教改遵循“数据驱动、仿真支撑、闭环赋能”的核心原则，搭建四大协同运行的教学子系统，分别为 AI 个性化导学系统、Multisim 虚实融合实训系统、多维学情诊断系统、教学辅助决策系统，依托数据总线实现全流程数据互通，打通教学、学

习、评价、补强全链条。

AI 个性化导学系统依托课程层级化知识图谱，拆解课程核心知识点、关联考点与配套习题，明确知识点依存关系与工程应用权重。结合 Transformer 知识追踪模型量化学生学情，动态生成个性化学习路径与梯度习题，解决同质化教学问题。^[4] Multisim 虚实融合实训系统将仿真环节嵌入练习、测评全流程，推行“算仿结合”标准化学习模式，让仿真成为常态化理论验证与实操训练工具。多维学情诊断系统全量采集答题、仿真、测试数据，生成学生能力画像；教学决策系统依托班级学情数据，助力教师动态调整教学重难点与授课节奏。

本文创新构建“算—仿—校”三步闭环学习机制，重塑课程学习模式。第一步为理论解析，学生依托电路原理完成公式推导与参数计算；第二步为仿真建模，基于 Multisim 完成电路搭建、参数设置与仿真运行，获取实测数据；第三步为比对校验，系统自动比对理论值与仿真值，设置误差阈值，精准识别计算错误、建模错误、拓扑接线错误，实现靶向纠错。同时系统记录学生仿真操作轨迹，针对高频操作问题自动推送微课与专项习题，实现精准补强。^[5]

依托全流程数据采集，构建多层次学情反馈体系。系统实时抓取答题正确率、作答时长、仿真完整度、参数调试轨迹、测试得分等核心数据，分别生成学生端、教师端、管理端三类学情报表。学生端聚焦薄弱考点预警与个性化补强方案；教师端聚焦班级共性问题与教学优化建议；管理端聚焦课程达成度与教改效果复盘，形成教学持续优化的螺旋式提升机制。^[6]

教学实施覆盖课前、课中、课后、单元测评全流程。课前依托学情数据推送预习自测题，前置排查知识漏洞；课中精讲知识点后开展限时“计算+仿真+比对”一体化训练，针对共性问题集中精讲；课后分层布置基础必做题与拓展选做题，系统自动批阅客观题，汇总主观错题用于线下答疑；每章结束开展理论+仿真综合测评，依据测评结果生成个性化补强任务。^[7]

课程采用多元过程性评价体系，综合成绩由日常练习（20%）、单元测试（30%）、综合仿真项目（20%）、期末闭卷考试（30%）四部分构成。形成性考核占比 50%，独立设置仿真项目考核模块，突出过程育人与工程实践能力培养，打破传统期末一卷定成绩的单一评价模式。

三、教学试点成效与优化方向

为验证教改方案实效,选取本校移动通信技术专业两个教学班开展一学期对照试验,其中实验班32人采用本文一体化教学模式,对照班30人沿用传统教学模式,试验周期16周,学情基线一致,具备可比性。

试点结果显示,教改成效显著。一是学生自主学习积极性显著提升,实验班课后自主拓展练习与仿真探究任务量较对照班提升40%,探究式学习有效激发学生学习主动性。二是分层教学落地见效,AI个性化习题推送适配不同学情学生,有效缓解班级成绩两极分化问题,整体学情更加均衡。三是工程能力实现长效迁移,实验班学生在后续电类课程学习中,仿真操作熟练度、电路调试与故障排查能力显著优于传统教学班级,工程素养实现跨课程迁移。

同时试点过程中发现两处问题,后续将持续优化。一是初学阶段双流程操作门槛偏高,部分学生存在适配压力,后续将增设入门导学微课与基础实训任务,简化初学操作难度。二是智能算

法存在冷启动问题,学期初期无历史学情数据,推荐精准度不足,后续将通过入学摸底测试完善模型初始化机制,提升初期个性化教学精度。

四、结语

本文构建AI与Multisim双技术赋能的“学-练-测-评”一体化教学模式,依托人工智能解决了传统教学同质化、反馈滞后、因材施教难的问题,依托虚拟仿真打通了理论学习与工程实操的壁垒,有效改善课程重理论、轻实操、评价单一的教学短板。试点实践证明,该模式可有效激活学生自主学习动力,提升学生电路分析能力与工程仿真素养,教学实效性强。

后续研究将持续迭代优化:接入大语言模型实现主观题型智能批阅,完善智能评价体系;搭建虚实结合的远程实训平台,强化工程育人实效;开展多学期长效对照试验,量化教改长期育人价值,为高职工科基础课程智能化、闭环化、实践化教学改革提供可复制的实践范式。

参考文献

- [1] 王巧兰. “电路分析实验” 虚拟仿真助学的教学改革与实践 [J]. 工业控制计算机, 2025, 38 (10): 112-114.
- [2] 何玲, 王志刚. 基于 AI 与理虚实融合的 “模拟电子技术” 课程教学改革研究 [J]. 物联网技术, 2025, 15 (22): 152-154, 158.
- [3] 陈铎, 董红潮, 冷建材, 等. 工程教育认证背景下教学评一体化促进电路分析与原理课程改革实施 [J]. 电气电子教学学报.
- [4] 电路分析课程 “五库一体” 混合式教学探索与实践 [J]. 电脑知识与技术, 2022, 29: 98-100, 106.
- [5] SC 教学改革: 电路课的新时代 [EB/OL]. 哈尔滨华德学院, 2026-04-15.
- [6] 何玲, 王志刚. 基于 AI 与理虚实融合的 “模拟电子技术” 课程教学改革研究 [J]. 物联网技术, 2025, 15 (22): 152-154, 158.
- [7] 基于深度强化学习和大模型的电路原理课程定制化习题推荐及辅助指导方法 [P]. 中国专利.