

数字化赋能“电路分析基础”课程教学实践与探索

罗竹 王慧 蒋志忠 刘潺

湖南信息学院电子科学与工程学院

摘要: 新工科建设对国家未来人才创新能力与实践能力的培养提出了更高要求。电路分析基础作为电类专业核心基础课,其教学改革至关重要。本文针对传统教学中存在的理论性强、与工程实践脱节、个性化学习支持不足等问题,系统阐述了以“知识图谱为基、AI技术为翼、虚拟仿真为用”为核心的数字化赋能教学改革实践,详细介绍了课程知识图谱的构建与知识体系重构、AI智能助教系统的开发与个性化教学应用、虚实结合的实验教学体系设计,以及基于多源数据的智能化评价体系建设。

关键词: 数字化; 电路分析基础; 知识图谱

DOI: 10.65976/3080-0374.2026.08.003

随着全球范围内新一轮科技革命和产业变革的加速推进,以新技术、新业态、新模式为特征的新经济蓬勃发展,对我国工程科技人才的培养提出了全新挑战。为主动应对这一变革,教育部自2017年起全面推进“新工科”建设,旨在培养具备更强创新能力、跨界整合能力和实践能力的复合型工程人才^[1]。这一战略转向要求高等工程教育必须从理念、内容、方法、评价等方面进行系统性重塑。

电路分析基础是电子信息类、电气工程及其自动化等专业学生接触的首门专业基础课程,其教学目标不仅在于传授电路基本定律、定理和分析方法,更承担着引导学生从高中基础学习向大学专业学习过渡、初步建立工程思维模式的重要使命。然而,该课程本身具有概念抽象、理论性强、分析方法严谨等特点,传统教学模式面临诸多现实困境:第一,教学方式单向灌输。教师多以“粉笔+黑板”或“PPT宣讲”为主,学生被动接受知识,难以激发深层学习兴趣和主动探究欲望。第二,理论与实践脱节。教学内容往往侧重于理论推导和理想模型计算,与复杂多变的实际工程场景联系不足,导致学生“知其然而不知其所以然”,应用能力薄弱。第三,学生个体差异被忽视。统一的教学进度和内容难以适应学生在先备知识、学习风格和能力基础上的巨大差异,“齐步走”的教学模式易导致两极分化。第四,教学评价方式单一。过度依赖期末终结性考试,无法全面、客观地反映学生在学习过程、实践能力和创新能力上的真实水平。

与此同时,数字技术的迅猛发展为破解上述难题提供了历史性机遇。《“十四五”数字经济发展规划》明确提出要深入推进智慧教育,实施国家教育数字化战略行动^[2]。教育数字化并非简单地将线下内容搬至线上,而是通过大数据、人工智能、虚拟仿真等技术与教育教学的深度融合,重塑教学形态,实现规模化教育下的个性化培养。因此,探索如何将数字化手段系统、深入地赋能于电路分析基础这类理论性强的专业基础课,构建以学生为中心、以能力产出为导向的新型教学模式,具有极其重要的理论价值与现实意义。

一、夯实数字化基石:系统化教学资源与平台建设

数字化赋能教学,资源与平台是基础。以“新工科”对跨学科、强创新、懂技术的复合型人才的需求为出发点,针对课程面临的难题,通过“知识图谱为基、AI技术为翼、虚拟仿真为用”数字化赋能课程改革实践,着力培养学生“学习能力奠基—方法体系构建—工程思维塑造”的递进式发展目标,从知识体系结构化、教学资源数字化、实验环境虚拟化三个维度入手,构建了数字化支撑教学模式改革的坚实基础(见图1)。

(一) 知识图谱驱动下的课程知识体系重构

知识图谱作为一种揭示实体间关系的语义网络,能够将原本孤立的、线性的知识点整合成结构化的、互联互通的知识网络^[3]。依据工程教育认证的OBE(成果导向教育)理念,针对传统教学中知识碎片化、学科衔接不畅的问题,笔者团队依据工程教育认证的OBE(成果导向教育)理念,历时6个月完成“电路

基金项目: 2025年度湖南省普通本科高校教学改革研究重点研究项目面向新工科数字化赋能的课程改革与实践——以《电路分析基础》为例(编号:202502001893); 2024年度湖南省普通本科高校教学改革研究重点研究项目《基于工程教育认证理念的应用型本科院校微处理器类课程教学改革研究与实践》(编号:202401001823)。

作者简介: 罗竹(1992—),女,硕士,讲师,研究方向为电路分析基础的教学和科研。

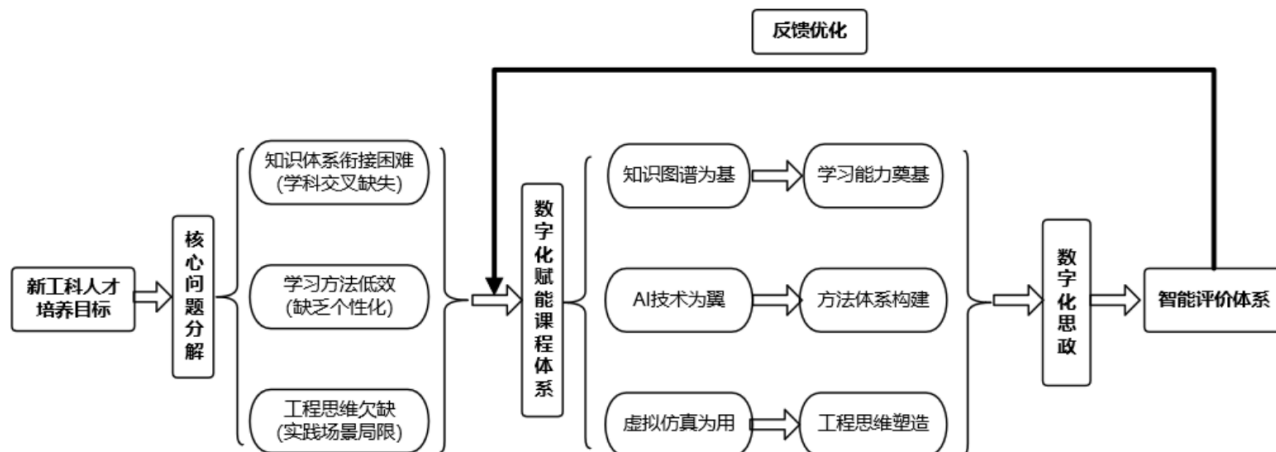


图1 数字化赋能教学模式改革

分析基础”课程三维知识图谱的构建与知识体系重构，具体流程如下。

知识点解构与关联梳理：组织3名课程骨干教师与2名行业企业专家，对课程核心内容进行颗粒化拆解，梳理出28个核心概念、16个定理定律、12类分析方法等共89个知识节点。同时，明确各知识节点的先修基础、后续延伸及跨学科关联，形成初步的知识关联网络。

横向融合图谱：重点梳理电路分析基础与先修课程（如高等数学、大学物理）的知识关联，标注62处知识衔接点，以解决大一学生在学科衔接上的认知障碍，促进知识的融会贯通。例如，当学生遇到电路分析中的难点（如动态电路微分方程求解）时，系统可自动关联并推荐相应的数学基础复习内容（如一阶微分方程解法），帮助学生填补知识断层，提升学习效率。

纵向进阶图谱：纵向进阶图谱的建设聚焦于构建完整的知识发展脉络，形成“基础理论→分析方法→工程应用”的递进式学习路径。针对电路分析基础课程，以“时域分析→频域分析→系统综合”为主线，构建“基础理论→分析方法→工程应用”的递进式路径，将89个知识节点按难易程度和逻辑关系划分为3个层次、12个模块，形成层次分明的知识进阶体系。

深度拓展图谱：深度拓展图谱的建设着眼于打破课程边界，建立电路分析基础与后续专业课程的知识桥梁。梳理课程知识与后续专业课程（模拟电子技术、数字电子技术、电力电子技术等）的关联点37处，融入12个典型工程应用场景（如电源电路设计、信号放大电路分析等），强化知识迁移能力培养。通过系统梳理电路理论在工程实践中的延伸应用，构建面向实际工程问题的知识拓展网络，重点强化学生的知识迁移能力和工程思维培养。通过显性化的知识关联标注，帮助学生建立完整的专业知识体系，提升解决复杂工

程问题的综合能力。

可视化呈现与应用：将构建的知识图谱通过交互式可视化平台呈现给学生。学生可以直观地浏览整个课程的知识架构，点击任一节点即可获取相关的微课视频、讲义、典型案例和习题，实现了从“被动接受线性知识”到“主动探索网络化知识”的转变。

（二）智能化教学平台与多维数字资源库建设

为破解师生比不足、个性化辅导难以覆盖的难题，依托超星学习通、雨课堂搭建智能化教学平台，整合多维度数字资源，开发专属AI智能助教系统，具体建设内容如下。

结构化数字资源建设：将课程内容按知识节点进行颗粒化处理，制作多样化数字资源：录制56个精炼讲解视频（每段5~8分钟），覆盖所有核心知识点；开发18个交互式仿真课件，通过动态演示将基尔霍夫定律、戴维南定理等抽象理论直观化；绘制12张知识脉络思维导图，帮助学生梳理知识逻辑；制作24个电路仿真操作演示视频，指导学生掌握Multisim软件使用方法。所有资源按知识图谱节点分类上传至教学平台，支持学生按需检索学习。

动态化题库：构建容量达1200道的动态试题库，遵循“基础—综合—创新”三级层级设计：基础层（600道）侧重概念辨析和基本计算，覆盖所有知识点；综合层（400道）侧重知识点融合应用，包括电路设计、参数优化等题型；创新层（200道）融入行业前沿案例（如新能源汽车电路、智能传感器电路等），激发学生创新思维。试题库支持按知识单元、能力层级、认知维度等多重标签智能筛选与自动组卷，满足随堂测验、单元考试、期末考试等不同场景需求，并建立每学期更新10%试题的动态机制，确保考核内容与行业发展同步。

AI智能助教系统：为破解传统教学中师生比不足、课后辅导难以及时的困境，利用COZE搭建了课程专

属 AI 助教^[4]。系统深度融合自然语言理解、知识图谱和自适应学习技术,具备智能问答、作业自动批改、错题归因分析、学习路径推荐等核心功能。学生可以随时以自然语言方式提问(如“如何理解正弦稳态电路中的相量法?”),AI 助教不仅能提供准确的答案,更能提供步骤化的推演过程和原理性解释,实现“授人以渔”式的引导。同时系统提供 7×24 小时不间断的个性化学习支持,极大地缓解了教师的重复性答疑压力,能将更多精力投入教学设计和富有创造性的师生互动中,从而真正实现规模化教育下的因材施教。

(三)“虚实结合”的实验教学平台构建

为弥补传统实验在时间、空间、耗材上的限制,并增强实验的安全性、可重复性和工程真实性,构建了“基础验证—综合设计—创新研究”三层次的虚拟仿真实验教学体系^[5]。

基础验证层:利用 Multisim、Proteus 等仿真软件,构建虚拟实验平台,设计 12 个基础验证实验(如基尔霍夫定律验证、戴维南定理等效实验等),学生可在线上自由搭建电路、调整参数、观察实验现象,熟悉仪器使用和基本测量方法,实验完成时间灵活,数据可重复验证。

综合设计层:与 2 家电子企业合作,引入 10 个真实工程案例(如简易音响功放电路设计、温度报警电路设计、小型电源管理电路设计等),要求学生完成从需求分析、电路设计、仿真优化到性能分析的全过程,培养工程设计能力。

创新研究层:搭建开放性虚拟仿真平台,提供传感器、单片机等扩展模块,鼓励学有余力的学生结合学科前沿(如物联网电路、新能源电路等)开展探索性实验。

二、创新教学应用:数字化赋能下的教学模式变革

依托构建的数智课程支撑体系,笔者团队突破传统教学模式,探索并实践“双模态”混合式教学模式,通过个性化学习干预和工程化项目训练,实现从“教知识”到“长能力”的转变。

(一)“双模态”混合式学习路径设计

构建“结构化导学+自主探究”双模态学习路径(见图 2)。通过“课前—课中—课后”三阶段闭环设计,实现系统训练与个性发展的有机平衡,具体实施流程如下。

1. 课前:驱动探究阶段

结构化导学路径:教师通过教学平台发布导学任务,包括观看指定微课视频(15~20 分钟)、完成前置知识测验(10 道题,限时 15 分钟)、预习讲义

中的核心概念。平台自动记录学生任务完成情况,教师根据测验正确率(低于 70% 的知识点)确定课堂重点讲解内容。

自主探究路径:学生基于知识图谱,根据个人兴趣和薄弱环节,自主检索拓展资源(如工程案例、仿真课件),并可在讨论区提出疑问,AI 智能助教实时回应,教师定期查看并梳理共性问题。

2. 课中:内化提升

重点精讲(20 分钟):教师针对课前学情数据,聚焦共性难点和薄弱知识点进行精准讲解,结合交互式课件动态演示,化解抽象概念理解障碍。

高阶互动(40 分钟):组织小组讨论(针对复杂电路分析问题)、案例分析(结合工程实际案例)、项目汇报(综合设计实验进展)等活动,鼓励学生主动表达观点,教师进行追问点拨和思路引导。

随堂测验(10 分钟):通过雨课堂发布 10 道即时测验题,涵盖当堂课核心知识点,学生即时作答,系统自动统计成绩,教师快速掌握学生课堂学习效果。

3. 课后:拓展迁移

基础巩固:学生完成个性化作业(AI 助教根据学习画像推送)和基础验证类虚拟实验,强化知识内化。

能力提升:以小组为单位完成综合设计类实验或项目任务,通过线上平台提交实验报告、设计方案和仿真结果,教师和 AI 助教联合进行批改反馈。

持续支持:学生可通过 AI 智能助教随时答疑,教师针对学习预警学生进行一对一辅导,形成学习闭环。

(二)AI 技术支持的个性化学习干预

为实现“一生一策”的精准教学,笔者团队依托 AI 智能助教系统,建立全流程个性化学习干预机制。

(1)学习数据采集:系统自动采集学生全学习过程数据,包括视频观看时长、知识点停留时间、测验答题正确率、作业完成质量、提问内容、实验操作步骤等 12 类数据,构建多维度学习行为数据集。

(2)知识状态画像构建:通过算法对学习数据进行分析,识别学生的知识掌握情况(优势知识点、薄弱知识点)、学习风格(视觉型、听觉型、动手型)和学习进度,生成个性化“知识状态画像”,并实时更新。

(3)个性化资源推送:针对知识薄弱点,系统自动推送对应的讲解视频、补充讲义和练习题;针对学习进度,调整作业难度和学习任务量(学有余力者推送创新类题目,基础薄弱者推送基础巩固资源)。

(4)学情预警与干预:设定预警阈值(如连续两次测验正确率低于 60%、视频观看完成率低于

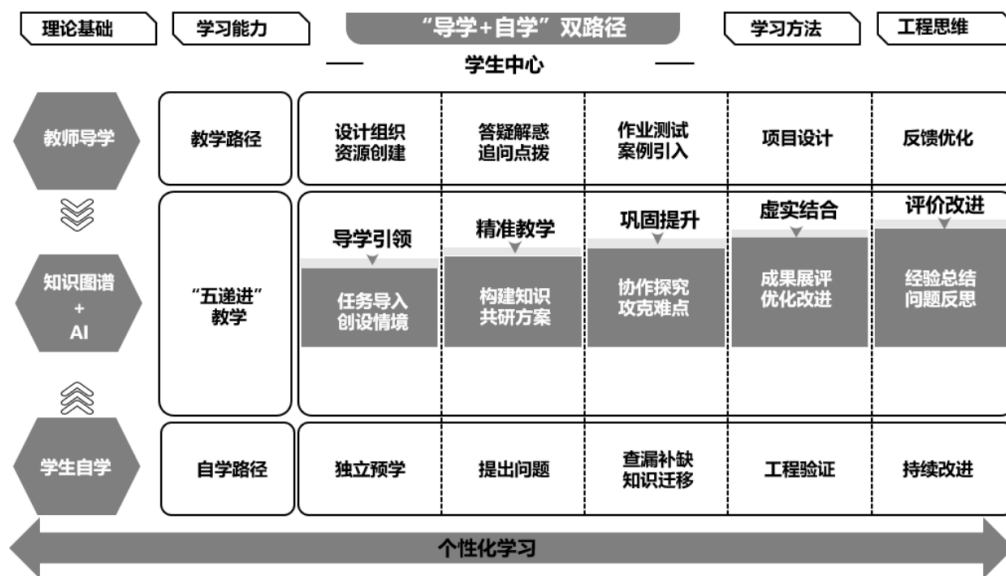


图2 双模态学习路径

80%)，当学生触发阈值时，系统自动向教师发送预警信息，教师在24小时内通过线上沟通或线下辅导的方式介入，了解学生学习困难的原因，提供针对性指导和人文关怀。

三、教学成效：数据与实例印证改革实效

为检验数智课程建设与教学实践的效果，以湖南信息学院2023级、2024级电子信息工程专业共6个班级（2023级3个班级为对照组，采用传统教学模式；2024级3个班级为实验组，采用本文所述数字化教学模式）为研究对象，通过数据对比、学生反馈、专家评价等多维度进行成效分析。

（一）学生学习成效显著提升

（1）学业成绩稳步提高：实验组学生课程总成绩平均分较对照组提高12.3分，及格率从78.5%提升至92.8%，优秀率（85分以上）从15.2%提升至31.6%。其中，综合设计类题目得分平均提高18.7分，表明学生的知识应用能力和工程实践能力显著增强。

（2）学习主动性明显增强：实验组学生课前任务完成率达96.3%（对照组为72.1%），线上讨论区人均发帖数达8.6条（对照组为2.3条），虚拟实验平台人均使用时长达32.8小时（对照组为15.4小时），AI智能助教日均咨询量达42人次，学生主动探究的学习氛围日益浓厚。

（3）综合能力全面发展：在课程结束后的项目成果展示中，实验组学生的项目完成质量明显优于对照组，85%的小组能够完成超出基础要求的创新设计（如在温度报警电路中增加无线传输功能）。在后续专业课程（如模拟电子技术）学习中，实验组学生的适应能力更强，课程平均分较对照组提高9.5分，体

现出良好的知识迁移能力和工程思维。

（二）教学评价更加科学全面

通过构建多维度过程性评价体系，打破了“一考定乾坤”的局限，实现了对学生学习过程和综合能力的全面评价。实验组学生的课程总成绩由过程参与度（20%）、知识掌握度（30%）、实践能力（30%）、创新能力与协作精神（20%）四部分构成，评价数据全部来自教学平台和AI系统自动采集与分析，客观公正且可追溯。学生反馈：“过程性评价让我们更加注重平时的学习积累，不再只依赖期末突击复习，学习更有节奏感和成就感。”

（三）获得多方认可

（1）学生满意度高：课程结束后的问卷调查显示，实验组学生对教学模式的满意度达94.2%，89.6%的学生认为“数智化教学方式更能激发学习兴趣”，87.3%的学生认为“个性化学习支持有效解决了自身学习困难”，85.7%的学生认为“项目式学习提升了工程实践能力”。

（2）专家评价积极：在校级一流课程验收中，评审专家认为该教学改革“聚焦数智课程建设核心，路径清晰、实操性强，有效破解了传统电路课程教学难题，为新工科背景下专业基础课教学改革提供了典型范例”。

四、结语与展望

以数智课程建设为核心抓手，系统回答了“如何建设”“如何实践”“取得成效”三大核心问题，形成了“知识图谱重构知识体系、AI技术实现精准教学、虚拟仿真强化工程实践、数据驱动优化教学评价”的电路分析基础课程数智化教学新模式。实践证明，该

模式有效激发了学生的学习主动性，提升了学生的电路分析能力、工程实践能力和自主学习能力，显著提高了课程教学目标达成度。

未来，将从三个方面进一步深化改革：一是升级AI智能助教系统，拓展复杂电路问题智能诊断、创新性题目自动生成等功能，提升个性化辅导的精准度；二是深化校企合作，引入更多工业级真实电路案例和前沿技术（如物联网、人工智能芯片相关电路），丰富虚拟仿真平台和项目库资源；三是牵头组建跨校、跨区域的数字化教学共同体，促进优质教学资源的共建共享，推动数智化教学改革成果惠及更多师生。数字化赋能教学改革是一项持续迭代、不断优化的系统工程，笔者团队将始终以新工科人才培养为目标，持

续探索创新，为培养更多具备创新精神和实践能力的卓越工程人才贡献力量。

参考文献：

- [1] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动 [J]. 高等工程教育研究, 2017(3):1-6.
- [2] 国务院. “十四五”数字经济发展规划 [Z]. 2022.
- [3] 徐星, 鄢睿丞, 闫晓玲, 等. “电路”课程知识图谱构建及其教学模式应用 [J]. 教育教学论坛, 2024(6):1-4.
- [4] 秦善强, 黄江波, 申梦思. 基于人工智能的电路分析教学的新实践 [J]. 教育进展, 2022, 12(11):4887-4891.
- [5] 宁改娣. “新工科”背景下大数电课程的教学改革实践研究 [J]. 工业和信息化教育, 2020(8):1-4.