

# 基于 AI 赋能知识图谱的《电路》 课程混合式教学改革研究

闫晓玲, 徐星, 王向军, 熊鑫

海军工程大学, 湖北 武汉 430033

DOI: 10.61369/RTED.2025190010

**摘要:** 为解决《电路》课程知识体系复杂、理论抽象性强、学生基础差异大等教学痛点, 论文整合 MOOC 视频、教材、案例等多模态资源, 借助人工智能技术, 构建覆盖《电路》核心知识点及其与高等数学、大学物理等先修课程关联的跨学科知识图谱, 实现知识的结构化、可视化与动态关联; 设计“知识图谱驱动+AI 赋能”的混合式教学模式, 通过学情智能诊断、个性化路径规划、多模态资源精准推送及教学过程动态调控, 实现“课前-课中-课后”全环节的精准教学; 以《电路》课程为例开展教学实践, 依托智慧教学平台实施改革试验班教学。对比研究表明, 混合式教学模式, 对于提高课堂教学效果, 深化教育改革, 提高信息化教学水平都具有积极的参考和借鉴意义。

**关键词:** 知识图谱; 多模态; 人工智能 (AI); 混合式教学

## Research on Blended Teaching Reform of "Circuit" Course Based on AI-empowered Knowledge Graph

Yan Xiaoling, Xu Xing, Wang Xiangjun, Xiong Xin

Naval University of Engineering, Wuhan, Hubei 430033

**Abstract:** To tackle the teaching challenges in the Circuit course, such as its complex knowledge system, strong theoretical abstraction, and significant differences in students' foundational levels, this paper integrates multi-modal resources including MOOC videos, textbooks, and cases. By leveraging artificial intelligence technology, it constructs an interdisciplinary knowledge graph that covers the core knowledge points of Circuit and their connections with prerequisite courses like Advanced Mathematics and College Physics, thereby achieving the structuring, visualization, and dynamic association of knowledge. A blended teaching mode characterized by "knowledge graph-driven + AI-empowered" is designed. Through intelligent diagnosis of students' learning situations, personalized learning path planning, precise delivery of multi-modal resources, and dynamic regulation of the teaching process, it realizes accurate teaching throughout the entire "pre-class - in-class - post-class" cycle. Taking the Circuit course as a case study, teaching practice is conducted, and the reform experimental class teaching is implemented relying on the intelligent teaching platform. Comparative studies indicate that this blended teaching mode holds positive reference value for improving classroom teaching effectiveness, deepening educational reforms, and enhancing the level of information-based teaching.

**Keywords:** knowledge graph; multi-modality; artificial intelligence (AI); blended teaching

### 引言

在教育数字化战略行动深入推进与新工科建设“再深化”的背景下, 高等工程教育课程改革面临智能化转型的迫切需求。《电路》作为电子信息类专业的核心基础课, 其知识体系具有“强关联性、高抽象性、跨学科依赖性”的特点<sup>[1]</sup>。传统的混合式教学旨在挖掘学生提升学习效果方面的潜力, 但也存在实现“精准混合”的挑战, 通过实践发现, 传统的混合式教学存在三大痛点:

1. 线上自主学习知识点碎片化。学生自主学习时往往聚焦碎片化的知识单元, 如单一的公式、孤立的观念或电路分析方法, 缺乏对知识体系整体架构的引导和内在逻辑关系的认识, 这种局限性导致学生难以通过逻辑脉络将分散信息串联成有机整体, 最终形成“只见树木不见森林”的认知困境<sup>[2]</sup>;

2. 线上自主学习个体差异影响线下课堂教学效果。在混合教学过程中,学生的个体差异如知识积累、逻辑推理能力、学习动机、数字工具掌握情况等等,容易导致线上自主学习环节出现高阶学生“优势积累”和低阶学生“劣势固化”的“马太效应”<sup>[3]</sup>。当学生学习进度差异过大时,会造成线下课堂互动质量下降,出现高阶学生“吃不饱”与基础薄弱者“跟不上”的问题,最终影响整体教学效果;

3. 线上学习资源数量庞大,难以形成有效的导向性的学习路径支持。在混合式教学活动中,线上资源呈现数量庞大但无法精准供给的结构性矛盾,学生需在大量线上资源中进行筛选判断,一方面耗费精力和时间,另一方面资源筛选的错配率问题<sup>[4]</sup>。若错配率过大,学生需要频繁切换学习工具、深度思考时长缩短、任务完成率下降等问题,难以形成有效的导向性的学习路径支持,无法满足不同学员个性化的学习需求。

针对上述问题,论文针对基于 AI 赋能的知识图谱的混合式教学模式展开研究。知识图谱可以完成课程知识因子有序化、知识点网络化,形成要点集中、准确完整、关系清晰的知识脉络<sup>[4]</sup>;人工智能技术则可以精准推送相关知识点和资源进行延展学习,为学生线上自主学习制定智能化的学习路径,并通过学习行为数据的不断积累,全方位呈现学生学情,提供精准的教学效果反馈,为线下深度课堂教学研讨提供依据,充分发挥线上和线下混合式教学优势,为动态优化教学设计、精准制作匹配教学资源、持续优化更新教学方法提供依据支撑<sup>[5]</sup>。

## 一、《电路》课程跨学科多模态知识图谱的构建

### (一) 多模态教学资源的模块化处理

《电路》课程知识图谱构建依赖多模态的教学资源,包括 MOOC 视频、教学教材、培养方案、课程大纲、课程思政、教学案例、典型例题等,为了构建完善的知识图谱,首先需要对这些资源进行模块化处理,即将不同形式的教学资源进行分类、整合和优化形成一系列具有明确教学目标和功能的教学模块<sup>[6]</sup>,涵盖电路的基本原理、电路分析方法、电路设计技巧、电路仿真和实验操作等多个方面,以满足不同层次和不同背景学生的学习需求,为学生的学习提供更加便捷、个性化和智能化的学习环境,也为后续知识图谱构建时知识实体的提取和链接奠定基础。

在教学资源模块化处理的过程中,需要注重以下问题:

1. 注重资源的优化和更新。一方面,需要对现有的教学资源进行筛选和评估,去除过时、错误或不适合教学的内容,确保教学资源的质量和准确性<sup>[7]</sup>。另一方面,还需要根据教学需求不断更新和补充新的教学资源,以保持教学内容的时效性和前沿性。

2. 模块化教学资源的有效运用。为将模块化的教学资源有效地应用于实际教学中,需要借助一系列的教学工具和平台,如在线学习平台、虚拟实验室、教学管理系统等,同时,借助翻转课堂、混合式学习、项目式学习等教学方法和手段,可以激发学生的学习兴趣 and 主动性,提高教学效果<sup>[8]</sup>。

### (二) 多模态知识图谱的具体构建

多模态教学资源的模块化处理为知识图谱的构建提供了基础的数据单元,每个模块都代表了课程中的一个知识点或教学资源,知识图谱的构建需要对知识实体进行标注和分类,提取知识实体之间的关联信息,通过内在的逻辑关系和依赖路径相互连接,共同构成了《电路》课程的完整知识网络<sup>[9]</sup>。电路课程跨学科多模态知识图谱的具体构建步骤如下图所示。

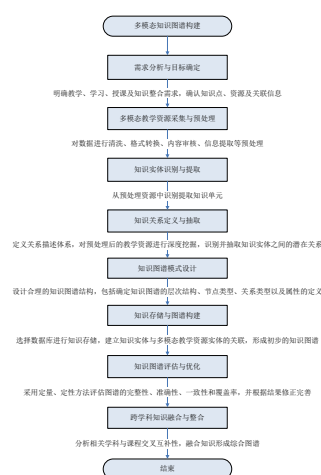


图1 电路课程跨学科多模态知识图谱的具体构建步骤

#### ☆多模态教学资源采集与预处理

多模态教学资源的采集途径较为丰富,却存在格式不统一、内容重叠、质量高低不一等问题,因此需对收集到的教学资源开展统一的前期处理<sup>[10]</sup>,具体包含对收集到的多模态教学资源实施数据清理、格式转换、内容核查、信息提取等操作,借助多模态教学资源的采集与前期处理能够提高教学资源的品质,为教学活动的推进提供坚实的支撑。

#### ☆知识关系定义与抽取

在知识图谱的构建过程中,概念之间的层级关系、定理之间的推导关系、公式之间的变换关系等。根据《电路》课程知识体系的特点和知识点之间的内在联系,定义知识关系类型,如“包含”“因果”“递进”“应用”等。根据《电路》课程的专业特点,还需要制定针对性的关系抽取策略,以确保抽取出的知识关系能够准确反映课程内容的内在逻辑和教学需求<sup>[11]</sup>,如“基尔霍夫定律”与“电路分析”存在“应用”关系,“高等数学中的微积分”与“电路暂态过程分析”存在“基础支撑”关系。

#### ☆跨学科知识融合与整合

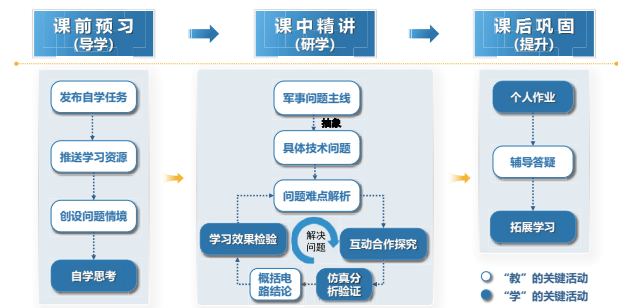
跨学科知识融合与整合过程通过融合不同学科的知识,为学

生提供更全面、多维度的学习体验。跨学科知识融合与整合首先要对与《电路》课程相关的其他学科进行深入分析,明确它们与《电路》课程的交叉点和互补性,再借助 AI 技术,将这些跨学科知识与《电路》课程知识有机结合起来,形成一个综合性的跨学科多模态《电路》课程知识图谱<sup>[12]</sup>。

## 二、基于 AI 赋能知识图谱的混合式教学模式研究

在教育数字化转型背景下,当今混合式教学模式具有以下特征,其一教学资源具有丰富性,线上平台提供了大量的学习资源,如视频、音频、文本、图片等,线下教学则可以利用实物教具、实验设备等资源;其二教学互动更加多样性,线上通过论坛、聊天工具等进行互动,线下通过课堂讨论、小组合作等进行互动<sup>[13]</sup>;其三学习自主性和灵活性较高,学习者可以根据自己的时间和进度安排线上学习,线下学习则可以在教师的指导下进行有针对性的学习;其四教学评价更加多元化,结合线上学习数据和线下教学表现进行综合评价。

根据国内外混合式教学模式的经验总结,结合《电路》课程的特点和知识图谱的优势,论文构建基于 AI 赋能知识图谱的混合式教学模式如图 2 所示,主要包括课前预习(导学)、课中精讲(研学)、课后巩固(提升)三个环节。



(1) 课前预习：教师根据知识图谱,明确教学目标和教学内容,为学生推送相关的线上学习资源,如 MOOC 视频、教材章节、预习资料等。学生通过线上平台进行自主学习,完成预习任务,并在知识图谱上标记自己的学习难点和疑问<sup>[14]</sup>。

(2) 课中精讲：教师根据学生的线上学习情况和知识图谱上的标记,有针对性地开展课堂教学。通过讲解重点难点、组织课堂讨论、进行实验演示等活动,帮助学生解决疑问,深化对知识的理解。同时,利用知识图谱展示知识之间的关联,引导学生构建完整的知识体系。

(3) 课后巩固：教师根据知识图谱为学生布置课后作业和拓展学习任务,推送相关的教学案例、典型例题等资源。学生通过线上平台完成作业,进行自主练习和拓展学习,并在知识图谱上更新自己的学习进度和掌握情况。教师通过线上平台查看学生的学习数据,及时反馈和辅导。

### (一) 借助知识图谱优势,科学规划教学过程

依托 AI 赋能知识图谱的混合式教学改革,需在已搭建的《电路》课程知识图谱及基于该图谱的混合式教学范式基础上优化教

学方案设计,依据知识图谱中知识实体的关联关系与难度层级,科学规划教学次序和教学节奏,针对重点难点知识,加大线上学习资源的推送力度与线下教学的讲解时长<sup>[15]</sup>;对于简易易懂的知识,则可让学生以自主学习为主要方式,同时设计多元化的教学活动,例如线上的虚拟实操、在线考核,线下的小组实操、课堂研讨等形式,调动学生的学习热情和参与程度,与此同时结合课程思政板块,将思政要素融入教学活动过程中,培育学生的职业素养和社会担当意识。

### (二) 构建智慧教学平台,实现教学智能化与精准化

依托 AI 技术与智慧教学平台的优势能够达成教学的智能化与精准化目标,具体而言,基于知识图谱搭建的智慧教学平台,涵盖丰富的教学案例及课前测试题、课后测试题等课程资源,教学案例选用具备典型性与实用性的工程实例,结合知识图谱呈现案例与知识点的关联关系,助力学生实现理论知识与实际应用的融合,课前测试题用于掌握学生前期知识的学习情况,为教学方案设计提供依据;课后测试题用于评估学生的学习成效,检验教学革新的效果。

总之,基于 AI 赋能知识图谱的混合式教学模式为《电路》课程教学改革提供了新的途径,有助于提高教学质量和学生的学习效果。在今后的教学实践中,需要不断探索 AI 技术、知识图谱与教育教学更深层次的结合,为教育教学改革提供新的思路和方法。

## 参考文献

- [1] 史春蕾, 焦健. "MOOC+SPOC" 混合式教学模式在数字电路课程中的应用 [J]. 长春师范大学学报, 2025, 44 (06): 147-149.
- [2] 田薇, 徐丹阳, 闫青源, 等. 新工科背景下电路课程和工程教育的融合创新 [J]. 中国现代教育装备, 2025, (11): 59-61+71.
- [3] 赵威威, 席敬燕, 耿素军. 应用型本科高校电路课程教学改革探索与实践 [J]. 中国教育技术装备, 2025, (10): 73-77.
- [4] 谢德强, 陶征勇. AI 赋能汽车电路分析课程混合式教学的应用优势和实施路径 [J]. 汽车画刊, 2025, (05): 140-142.
- [5] 那振宇, 卫海超, 吕玲. 线上线下协同的电路理论与实验课程一体化教学方法初探 [J]. 黑龙江教育(理论与实践), 2025, (04): 66-68.
- [6] 丁西明, 权悦, 周小杰. OBE 理念下新工科电路分析课程混合教学模式的改革研究 [J]. 电脑知识与技术, 2025, 21 (10): 125-127.
- [7] 霍婷婷, 张庆, 邹鑫. 新工科背景下的“电路”课程评价机制改革与探索 [J]. 科技风, 2025, (05): 13-15.
- [8] 慕灯聪, 李峥, 汪徐德, 等. 工程教育认证下基于 OBE 理念重构“电路”课程教学 [J]. 科技风, 2024, (28): 104-106.
- [9] 王莹, 陈爽. 明辨性思维视域下“电路”课程教学改革与探索 [J]. 科技风, 2024, (18): 10-12.
- [10] 梁亨茂, 罗霞, 谢家兴, 等. 基于 VR 虚拟现实技术的“集成电路”课程教学改革路径 [J]. 工业和信息化教育, 2024, (06): 74-76+80.
- [11] 霍虹, 李琰, 杨旭强. “双一流”背景下的“电路”课程建设探索 [J]. 电气电子教学学报, 2024, 46 (01): 49-53.
- [12] 赵彦珍, 沈瑶, 王超, 等. 面向新工科建设的电路课程教学改革 [J]. 中国现代教育装备, 2024, (03): 75-77.
- [13] 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, (06): 1-4.
- [14] 徐星, 鄢睿丞, 柳懿. 基于知识图谱的混合式教学模式研究——以“电路”课程为例 [J]. 教育教学论坛, 2023, (38): 71-74.
- [15] 席晓晶, 邵桂荣, 崔建利. 工程教育认证理念下的高校电路分析课程教学改革探索 [J]. 产业与科技论坛, 2021, 20 (24): 131-132.