

电路智引：AI引领下的数字电路与逻辑设计教学探索

李 睿¹, 梁 骊^{2*}, 梁雪煜², 崔元甲³, 王鹤天⁴

¹中国农业科学院附属小学, 北京

²中央民族大学信息工程学院, 北京

³北京市怀柔区经济和信息化局, 北京

⁴北京京投亿雅捷交通科技有限公司, 北京

收稿日期: 2025年11月12日; 录用日期: 2026年1月4日; 发布日期: 2026年1月14日

摘要

随着人工智能(Artificial Intelligence, AI)技术的快速发展, 其在教育领域的应用逐渐展现出巨大的潜力。本文旨在探索AI技术在数字电路与逻辑设计教学中的应用, 以提高教学质量和学生学习效果。本文首先分析当前数字电路与逻辑设计教学的现状和挑战, 然后详细阐述AI在理解抽象概念、个性化答疑与辅导、辅助实验以及实践操作指导等方面的应用探索。接着, 本文介绍基于AI技术的数字电路与逻辑设计教学改革实践, 包括教学改革方案设计、教学实践过程和教学效果评估。最后, 本文对教学改革成效进行分析, 指出存在的问题与不足, 并展望AI技术在未来教学改革中的发展趋势。

关键词

人工智能教学, 数字电路与逻辑, 电子信息专业硕士, 人才培养

Circuit Wisdom: Exploring Digital Circuit and Logic Design Teaching under AI Guidance

Rui Li¹, Xiao Liang^{2*}, Xueyu Liang², Yuanjia Cui³, Hetian Wang⁴

¹Affiliated Primary School of Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing

²School of Information Engineering, Minzu University of China, Beijing

³Beijing Huairou District Economic and Information Technology Bureau, Beijing

⁴Beijing Jingtou Yiyajie Transportation Technology Co., Ltd., Beijing

Received: November 12, 2025; accepted: January 4, 2026; published: January 14, 2026

*通讯作者。

文章引用: 李睿, 梁骁, 梁雪煜, 崔元甲, 王鹤天. 电路智引: AI 引领下的数字电路与逻辑设计教学探索[J]. 创新教育研究, 2026, 14(1): 51-58. DOI: 10.12677/ces.2026.141008

Abstract

With the rapid development of Artificial Intelligence (AI) technology, its applications in education are gradually showing tremendous potential. This paper aims to explore the application of AI technology in digital circuit and logic design teaching to improve teaching quality and student learning outcomes. Firstly, this paper analyzes the current status and challenges of digital circuit and logic design teaching. Then it elaborates on the application of AI in understanding abstract concepts, personalized question-answering and tutoring, assisting experiments, and practical operation guidance. Furthermore, this paper introduces the teaching reform practice of digital circuit and logic design based on AI technology, including teaching reform scheme design, teaching practice process, and teaching effect evaluation. Finally, this paper analyzes the effectiveness of teaching reform, points out existing problems and deficiencies, and prospects the development trend of AI technology in future teaching reform.

Keywords

AI Teaching, Digital Circuit and Logic, Electronic Information Master's Program, Talent Training

Copyright © 2026 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

1.1. 研究背景

数字电路与逻辑设计作为电子工程学科的核心课程，对于学生深入理解电子系统的基础原理至关重要。然而，该领域的学习往往因抽象概念的密集和实验操作的复杂性而充满挑战。传统教学模式在适应学生个性化学习需求方面存在局限，这在一定程度上制约了教学效果的提升[1]。因此，寻求创新的教学策略和技术，以优化数字电路与逻辑设计的教学过程，已成为教育界亟需解决的课题。

人工智能(Artificial Intelligence, AI)技术的快速发展为教育领域带来了新的解决方案。AI的数据处理和分析能力使其能够为学生提供个性化的学习资源，满足他们独特的学习需求。此外，AI还能辅助教师更精确地监测学生的学习进展，从而实施更有针对性的教学干预[2]-[4]。将AI技术融入数字电路与逻辑设计教学，不仅能够丰富学生的学习体验，还能激发教师在教学方法上的创新。在探讨将AI技术应用于数字电路与逻辑设计教学的过程中，认识到这一融合对于提升教学质量具有深远的理论意义和实践价值[5]。AI技术的应用有助于教师实时调整教学策略，确保每位学生都能跟上课程的进度，从而实现教学目标。通过这种技术与教育的结合，期待能够为学生提供更加高效和互动的学习环境，同时为教师提供更有效的教学工具。这种探索不仅能够提高学生的学习成效，还能够推动教育技术的发展，为未来的教学改革奠定基础。

1.2. 研究目的与意义

本研究致力于探究人工智能(AI)技术在数字电路与逻辑设计教学中的潜在应用，目的是提升教学品质和学生的学习成效。具体目标包括：

深化理解抽象概念：借助AI技术，辅助学生更有效地理解和掌握课程中的抽象概念；

个性化学习支持: 通过 AI 提供的个性化答疑和辅导, 增强学生的学习动力和效率;

优化实验教学: 利用 AI 辅助实验, 旨在降低实验成本, 同时提升实验教学的成效;

实践技能培养: 通过 AI 指导的实践操作, 帮助学生更熟练地掌握实验技能, 增强其实践能力。

本研究的发现预期将对数字电路与逻辑设计的教学改革产生积极影响, 不仅有助于提升教学效果, 还能显著提高学生的学习成果。这些成果将对电子工程专业的教育和人才培养产生深远的正面效应。

2. 文献综述

2.1. AI 技术在教育领域的应用现状

近年来, 人工智能(AI)在教育领域的应用已经取得了显著成果, 国内外研究者在多个方面进行了深入的探索和实践。智能教学系统能够根据学生的个人学习状况和兴趣偏好, 定制个性化的学习资源和路径, 从而提升学习效率[6]。智能答疑系统通过即时响应学生的问题, 有效解决他们在学习过程中遇到的难题。智能推荐系统则利用学生的历史学习数据, 为其推荐合适的学习资源和课程, 进一步优化学习体验[7]。这些应用实例清晰地展示了 AI 技术在教育领域的广泛应用前景和巨大潜力。在数字电路与逻辑设计的教学中, AI 技术的应用不仅能够提高教学的个性化水平, 还能增强学生的学习动力和效果[8]。通过这些技术的整合和应用, 有望在教学方法和学习体验上实现重大突破, 为电子工程专业的教育带来创新和变革。

2.2. 数字电路与逻辑设计教学现状与挑战

在数字电路与逻辑设计的教学实践中, 遇到了若干挑战。首先, 该课程包含众多抽象概念, 这对学生来说理解起来颇具难度。其次, 实验操作的复杂性使得学生在掌握相关技能上遇到障碍。此外, 传统的教学模式未能充分满足学生个性化学习的需求, 这在一定程度上限制了教学效果的提升。为了应对这些挑战, 正在探索引入新的教学方法和技术。人工智能(AI)技术, 以其在数据处理和个性化学习路径规划方面的能力, 为课程提供了一个强有力的工具。通过 AI 的辅助, 可以设计出更加直观的教学内容, 帮助学生更好地理解抽象概念。同时, AI 技术可以模拟复杂的实验操作, 为学生提供虚拟的实验环境, 从而降低实际操作的难度。此外, AI 技术能够根据学生的学习进度和理解程度, 提供定制化的学习资源和辅导, 满足不同学生的学习需求。这种个性化的学习支持不仅能够提高学生的学习效率, 还能激发他们的学习兴趣, 从而提升整体的教学效果。综上所述, AI 技术的引入有望为数字电路与逻辑设计的教学带来革命性的变化。通过智能化的教学辅助, 能够为学生提供更加丰富和有效的学习体验, 同时也为教师提供更加高效的教学工具[9] [10]。对教学模式的创新的探索如图 1 所示, 该教学模式将对电子工程专业的教育产生深远的影响, 为培养未来的电子工程人才奠定坚实的基础。

3. AI 在数字电路与逻辑设计教学中的应用探索

3.1. 理解抽象概念

在数字电路与逻辑设计的教学中, 学生常常面临理解抽象概念的难题。为了帮助学生更好地掌握这些概念, 可以采用 AI 可视化技术, 将复杂的电路和逻辑关系以三维模型的形式直观展现。例如, 针对“时序竞争与险象”这一难点, 设计了一个交互式 AI 动画演示: 学生可调整输入信号频率与门电路延迟参数, 实时观察因路径延迟差异导致的短暂错误输出波形(险象), 从而直观理解其成因及消除方法。这种方法能够使学生在视觉上直观地理解电路的工作原理, 从而加深记忆和理解。例如, 通过构建交互式的电路模拟环境, 学生可以在虚拟空间中自由地操作和观察电路元件, 实时看到电路状态的变化, 这种互动性学习方式能够极大地提高学习效率和兴趣。此外, 智能问答系统也是 AI 技术在教学中的重要应用。当学生在学习过程中遇到难题时, 可以通过智能问答系统提出问题, 系统会迅速提供详细的解答和示例, 帮助

学生及时解决疑惑。例如，当学生提问“Verilog HDL 中阻塞赋值与非阻塞赋值有何区别？”时，系统不仅能给出文字解释，还可提供并排显示的仿真波形图对比，以及针对特定代码片段的修改建议。这种即时反馈机制不仅能够节省教师的时间，也能够让学生在学习过程中获得更加个性化的指导。

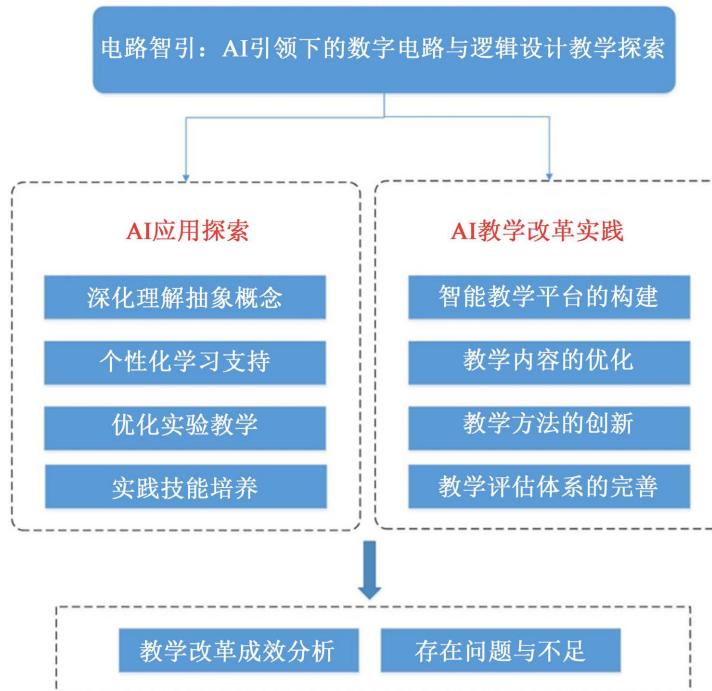


Figure 1. Exploration of digital circuit and logic design teaching led by AI
图 1. AI 引领下的数字电路与逻辑设计教学探索

AI 技术在教育领域的应用前景广阔，它不仅能够提高教学质量，还能够激发学生的学习动力，为教育现代化提供强有力的技术支持。随着 AI 技术的不断发展，可以期待它在未来的教育改革中发挥更大的作用。

3.2. 个性化答疑与辅导

在数字电路与逻辑设计的学习过程中，学生经常会遇到理解上的障碍和疑问。为了迅速响应学生的疑问，提升他们的学习效率和兴趣，开发一个智能答疑系统是至关重要的。该系统能够根据学生提出的问题和他们的学习历史，提供定制化的解答和辅导。智能答疑系统的核心优势在于其即时性和个性化。学生可以通过系统提交他们在学习中遇到的具体问题，而系统则能够利用先进的自然语言处理技术，理解学生的疑问，并提供精确的解答。例如，对于“如何用 D 触发器设计一个三分频电路？”这类问题，系统可依据学生当前知识掌握水平(如是否已学习状态机)，提供从真值表、状态图到 Verilog 代码的不同详细程度的解答方案。这种即时反馈机制极大地节省了学生等待教师解答的时间，同时也能够针对学生的个别问题提供更加精准的帮助。此外，智能答疑系统还能够通过分析学生的学习行为和历史数据，为他们推荐适合的学习资源和课程。这种个性化的学习路径推荐，不仅能够帮助学生巩固已学知识，还能够引导他们探索新的概念和技能，从而实现更全面的学习体验。在构建智能答疑系统时，需要确保系统的用户友好性和互动性。系统界面应当简洁直观，使学生能够轻松地提出问题和接收答案。同时，系统的回应应当详尽且易于理解，以便学生能够快速吸收和应用所学知识。总之，智能答疑系统在数字电路

与逻辑设计教学中的应用，不仅能够提高学生的学习效率，还能够帮助他们培养解决问题的能力，这对于他们未来的学术和职业发展都是极为有益的。随着 AI 技术的不断进步，期待智能答疑系统在未来的教育实践中发挥更大的作用，为学生提供更加丰富和有效的学习支持。

3.3. 辅助实验

实验操作对于数字电路与逻辑设计课程至关重要，它使学生能够将理论知识应用于实践，加深对课程内容的理解。然而，实体实验资源的有限性往往限制了学生进行充分实验的机会。为了克服这一挑战，可以借助人工智能技术，开发虚拟实验平台，为学生提供一个沉浸式的实验操作环境。

通过构建这样的虚拟实验环境，学生可以在没有物理设备限制的情况下，进行各种电路的搭建和测试。例如，在虚拟平台中，学生可以搭建一个完整的简易 CPU 数据通路，AI 系统不仅能模拟其执行机器指令的时序和结果，还能在学生设计存在如逻辑冒险、时序不匹配等问题时，高亮显示问题节点并给出修改提示。人工智能模拟技术能够精确地模拟电路的行为，使得学生能够实时观察电路的响应和数据变化，就如同在真实的实验室中操作一样。这种模拟实验不仅提高了实验的可及性，还允许学生自由地探索不同的电路设计，而不必担心设备损坏或资源浪费。此外，AI 技术还能够预测实验结果，为学生提供数据分析和实验设计的建议。这种智能化的反馈机制，有助于学生理解实验背后的原理，提高他们的实验技能和数据分析能力。通过这种方式，学生可以在实验过程中得到即时的指导和反馈，从而更有效地学习和掌握数字电路与逻辑设计的实验技巧。

综上所述，AI 辅助的虚拟实验不仅降低了实验教学的成本，还提高了实验教学的质量和效果。这种创新的教学方法为数字电路与逻辑设计的教学提供了新的可能性，使更多的学生能够在有限的资源下获得丰富的实验经验，为他们的专业学习和未来的工程实践打下坚实的基础。随着 AI 技术的不断发展，期待它在未来的教育领域中发挥更大的作用，为学生提供更加高效和互动的学习体验。

3.4. 实践操作指导

实践操作在数字电路与逻辑设计的教学中扮演着至关重要的角色，它直接关系到学生能否将理论知识转化为实际操作技能。鉴于学生在实验技能上存在差异，加之实验设备的复杂性，学生在实验过程中可能会遇到操作困难。为了提升学生的实践操作能力并确保实验设备的安全性，可以采用 AI 技术进行实践操作的辅助指导。

通过在实验环境中部署传感器和摄像头，可以实时监控学生的实验操作。这些设备能够捕捉到学生的每一个动作细节，并将数据实时传输至 AI 系统。例如，当学生使用示波器测量信号时，AI 系统可通过摄像头识别其探头连接位置、接地是否良好、以及触发电平设置是否合理，若发现典型错误(如探头接地线过长导致观测波形振铃)，则立即在操作屏幕侧边给出图文提示与正确操作示范。AI 系统通过分析学生的操作流程，能够即时提供反馈和指导，帮助学生识别并纠正错误，从而掌握正确的操作方法。这种基于 AI 的实践操作指导系统，不仅能够显著提高学生的操作技能，还能有效减少因操作不当导致的设备损坏风险。通过智能化的辅助，学生可以在一个更加安全和高效的环境中进行实验，这不仅增强了他们的实践能力，也提高了实验教学的整体效果。

综上所述，AI 技术在数字电路与逻辑设计实践教学中的应用，为提高学生的实践操作能力提供了一种创新的解决方案。通过智能化的实时操作指导，学生能够在实验过程中得到个性化的帮助，这不仅优化了学习体验，也为实验教学的现代化改革提供了新的思路。随着技术的不断进步，期待 AI 在教育领域的应用能够为学生带来更多的益处，推动教学方法的不断创新。

4. AI 引领下的数字电路与逻辑设计教学改革实践

4.1. 教学改革方案设计

为了将 AI 技术有效融入数字电路与逻辑设计教学中，设计了一套全新的教学改革方案。该方案主要包括以下几个方面：

- 1) 构建智能教学平台：开发一个集成了 AI 可视化工具、智能答疑系统和虚拟实验环境的综合平台。该平台将为学生提供定制化的学习资源和个性化学习路径，以适应不同学生的学习需求和风格。
- 2) 优化教学内容：通过分析学生的学习数据和反馈，运用 AI 技术对课程内容进行动态调整和优化。这确保了教学内容不仅保持最新，而且能够精准地满足学生的学习需求，从而提高学习效率。
- 3) 创新教学方法：在实验教学和实践操作中运用 AI 辅助技术，以增强学生的实验技能和操作能力。AI 技术能够提供实时的实验指导和操作反馈，使学生在实验过程中能够更加自信和准确地进行操作。
- 4) 完善教学评估体系：建立一个基于 AI 的教学评估系统，对学生的学习进展和教学效果进行持续的监测和评价。这一系统将为教师提供及时、准确的反馈，帮助他们调整教学策略，以实现最佳的教学效果。

通过这些措施，目标是打造一个高效、互动和个性化的教学环境，使 AI 技术成为提升数字电路与逻辑设计教学效果的重要推动力。随着 AI 技术的不断进步，相信这些改革措施将为学生提供一个更加丰富和有效的学习体验，同时也为教师提供更强大的教学支持工具。

4.2. 教学实践过程

在教学实践过程中，按照教学改革方案进行了以下具体实践：

- 1) 在智能教学平台上发布教学资源和任务，引导学生自主学习和探究。
- 2) 利用 AI 可视化技术将抽象概念具象化，帮助学生理解和掌握核心概念。
- 3) 通过智能答疑系统为学生提供个性化的答疑和辅导服务，解答学生在学习过程中遇到的问题。
- 4) 利用虚拟实验环境进行实验操作，通过 AI 模拟电路行为并预测实验结果，为学生提供实验数据分析建议。
- 5) 利用 AI 技术进行实践操作指导，实时监测学生的实验操作过程并提供实时操作指导。

4.3. 教学效果评估

为了评估教学改革的效果，设计了一套合理的评估指标，并实施了为期一学期的教学实验。选取同一年级两个平行班，分别作为实验班(采用 AI 辅助教学方案， $N = 45$)和对照班(采用传统教学方法， $N = 48$)，在课程前后进行测评与数据收集。

评估方法与数据：

学习行为分析：平台日志数据显示，实验班学生人均访问虚拟实验平台次数(25.3 次)远高于对照班使用实体实验室的预约次数(限 8 次/人)，且人均在智能答疑系统提问 5.7 次，问题解决满意率达 92%。

问卷调查反馈：对实验班的问卷调查(回收率 100%)表明，90%以上的学生认为 AI 可视化工具对理解抽象概念“有帮助”或“非常有帮助”；88%的学生对个性化答疑服务的响应速度和准确性表示“满意”或“非常满意”；85%的学生认为虚拟实验平台提升了其电路设计与调试能力。

评估结论：

评估结果表明，教学改革显著提高了学生的学习效果和兴趣，降低了学习难度和实验操作成本，提

高了实验教学的效果和实践操作的能力。

5. 讨论与反思

5.1. 教学改革成效分析

通过教学实践和教学效果评估，发现教学改革取得了显著的成效。首先，学生对抽象概念的理解和掌握能力得到了提高；其次，学生的学习效率和兴趣得到了提高；再次，实验教学的效果和实践操作的能力得到了提高；最后，教师的教学质量和教学效率也得到了提升。这些成效表明，将 AI 技术引入数字电路与逻辑设计教学中是一种有效的教学改革方式。

5.2. 存在问题与不足

尽管教学改革取得了显著的成效，但在实践过程中也存在一些问题和不足。首先，智能教学平台的开发和维护需要一定的技术支持和人力投入；其次，AI 技术的应用需要充分考虑学生的个体差异和学习需求；再次，实验操作过程中的实时操作指导需要进一步完善和优化。此外，本研究也观察到 AI 技术应用的某些局限性：其一，AI 系统在应对极其开放或创新的学生提问时，其回答的深度和灵活性有时不及经验丰富的教师；其二，过度依赖 AI 辅助可能削弱部分学生自主探究和深度思考的意愿；其三，AI 系统目前难以复制传统课堂中师生间丰富的情感互动和非语言交流，这些对于激发学习动力和高阶思维培养至关重要。针对这些问题，未来需明确 AI 的辅助定位，强调人机协同，确保教师在关键环节(如思维引导、情感支持、创新激励)的主导作用，并设定使用边界以避免技术依赖。针对这些问题和不足，将继续深入研究和探索，不断改进和完善教学改革方案。

5.3. 未来展望

展望未来，随着 AI 技术的不断发展和完善，其在数字电路与逻辑设计教学中的应用将更加广泛和深入。将继续关注 AI 技术在教育领域的最新研究成果和应用案例，不断探索和创新教学方法和技术手段，以进一步提高数字电路与逻辑设计教学质量和服务质量。同时，也将加强与其他学科领域的交流与合作，共同推动 AI 技术在教育领域的应用和发展。

6. 结论

本文探索了 AI 技术在数字电路与逻辑设计教学中的应用，并详细介绍了教学改革方案设计、教学实践过程和教学效果评估等方面的内容。通过教学实践和教学效果评估，发现将 AI 技术引入数字电路与逻辑设计教学中是一种有效的教学改革方式，能够显著提高学生的学习效果和兴趣，降低学习难度和实验操作成本，提高实验教学的效果和实践操作的能力。虽然在教学实践过程中存在一些问题和不足，但相信随着技术的不断发展和完善，这些问题和不足将得到有效的解决和改进。因此，本文的研究成果对数字电路与逻辑设计教学改革具有积极的推动作用和重要的实践意义。

参考文献

- [1] 林姗. 数字课程逻辑实践教学的改革与探索[J]. 软件导刊(教育技术), 2018, 17(11): 89-90.
- [2] 杨霞, 牛旭峰. 人工智能时代教师智慧伦理的概念解读与实践向度[J]. 教师教育学报, 2024, 11(5): 59-69.
- [3] 陈昱蓉. 人工智能辅助技术在融合教育中的应用探索[J]. 现代特殊教育, 2025(19): 23-24.
- [4] 郑永和, 张登博, 管彤彤, 等. 智能技术在科学教育中的应用: 研究现状、关键方法与发展趋势[J]. 中国教育信息化, 2023, 29(9): 3-11.
- [5] 郭文俊, 杨泽民.“新工科”背景下“数字逻辑”课程教学改革与探索[J]. 工业和信息化教育, 2024(1): 58-62.

- [6] 孙志伟. 基于学习者特征分析的个性化学习支持系统的研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津师范大学, 2009.
- [7] 薛良波. 智能答疑系统的研究与实现[D]: [硕士学位论文]. 南昌: 江西师范大学, 2018.
- [8] 王兴月. 人工智能在教育领域中的应用案例分析及发展前景[J]. 中小学电教, 2019(Z1): 30-34.
- [9] 罗生全, 谭爱丽, 钟奕军. 人工智能教育应用中的伦理风险及其规避[J]. 中国教育科学(中英文), 2023, 6(2): 79-88.
- [10] 巴瑞, 俞彤晖. 生成式人工智能赋能高职教育高质量发展的逻辑与路径[J]. 科教导刊, 2025(25): 4-6.