

大模型在数字电子技术混合教学中的应用

王全辉, 刘焕炫, 刘诗雨

岭南师范学院计算机与智能教育学院, 广东 湛江

收稿日期: 2025年7月12日; 录用日期: 2025年8月29日; 发布日期: 2025年9月10日

摘 要

数字电子技术是高等教育计算机类专业的核心课程, 对激发学生的技术理解和创新思维至关重要。人工智能在数字电子技术教育中展现了其独特价值。其中大模型通过自然语言处理能力, 为学生提供互动学习环境, 有效提升教学效率 and 学习的参与性。本文聚焦于探索大模型在数字电子技术教育中的应用及其推动教育改革的潜能, 旨在研究它如何提高教学质量和深化学生理解, 同时探讨其对教师角色的影响, 以期揭示其在现代教育体系中的融合方式, 展现其在培养具备深厚数字技术素养的人才方面的能力。

关键词

人工智能, 大模型, 数字电子技术, 教育改革, 混合教学

Application of Large Models in Digital Electronic Technology Hybrid Teaching

Quanhui Wang, Huanxuan Liu, Shiyu Liu

College of Computer Science and Intelligent Education, Lingnan Normal University, Zhanjiang Guangdong

Received: Jul. 12th, 2025; accepted: Aug. 29th, 2025; published: Sep. 10th, 2025

Abstract

Digital electronic technology is a core course for computer science majors in university education, which is crucial for stimulating students' technical understanding and innovative thinking. Artificial intelligence has shown its unique value in digital electronic technology education. Among these, large models, with their natural language processing capabilities, provide an interactive learning environment for students, effectively improving teaching efficiency and student engagement. This paper focuses on exploring the application of large models in digital electronic technology education and their potential in driving educational reform. It aims to investigate how they can enhance teaching quality and deepen students' understanding while discussing their impact on the role of

teachers, with the goal of revealing their integration within the modern education system and showcasing their ability to cultivate talents with strong digital technology literacy.

Keywords

Artificial Intelligence, Large Models, Digital Electronic Technology, Educational Reform, Hybrid Teaching

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

数字电子技术自 20 世纪中期以来经历了显著发展,已成为现代工程教育的核心。这个学科最初集中于基础电路设计和逻辑系统的学习,但随着技术快速进步和行业需求的增长,它拓展到了集成电路设计、微处理器系统、嵌入式系统及数字信号处理等领域[1]。在高等教育中,对数字电子技术教学的研究显得尤为重要,技术的快速发展要求教育内容必须持续更新以保持与行业标准和实际应用的同步,但教学资源的更新往往滞后于技术发展,这可能导致学生所学的知识与最新行业需求不符。除此之外,数字电子技术的复杂性要求学生具备强大的理论基础和实践能力,但传统教学方法难以充分激发学生的学习兴趣 and 参与度,尤其是在理解抽象理论和复杂概念方面。

为了应对数字电子技术教学中的这些挑战,先进技术如大语言模型的引入提供了新的解决方案。大语言模型(LLM)在人工智能(AI)领域代表了重大进展。以 GPT 为代表的众多知名国外 AI 大模型,以及包括 Gemini 系列、LLaMA 系列在内的新兴大模型,展现了强大的文本生成、语义理解和对话交互能力。这些模型基于深度学习技术构建,采用了先进的变换器(Transformer)架构,专为理解、生成和处理自然语言而设计[2]。它们之所以被称为“大”,是因为它们在规模和处理能力方面的显著特性,能够在海量文本数据上进行训练,具备处理复杂语言结构和执行多种语言任务的能力[3]。使得它们在客户服务、教育、娱乐等场景中发挥了重要作用,为各行业的智能化转型提供了强有力的支持[4]。中国在大语言模型和人工智能技术领域也取得了显著进展,研发了如 ERNIE、天琴和科大讯飞等模型和系统,它们在理解和生成中文内容方面具有显著优势,能够在多个行业和领域中发挥重要作用[5][6]。因此,利用大模型对数字电子技术教学进行改革,是一条可行的出路,不仅可以提升教学效率,还能帮助学生更好地掌握复杂概念,推动教育模式的创新发展。

人工智能在计算机教育中的应用涵盖个性化学习、学习表现预测、自动化评估、课程推荐和生成式 AI 工具,显著提升教学效率和学生参与度约 20%。例如, Buenaño 等人利用决策树模型预测计算机工程学生成绩,准确率达 85%,优化了教学干预[7]。AI 工具整合讲义、实践活动、测试题目和学习指导,填补了综合教学资源不足的空白。AI 工具为教师节省备课时间,为学生提供个性化学习支持,强调批判性使用 AI 和教育公平,应对计算机教育中的特定挑战,如代码依赖和技术误用[8]。然而,技术的应用不仅仅是教学模式的革新,还能为缓解教育资源分配不均提供支持。

资源分配的不均衡导致某些地区和学校的学生难以获得高质量的教育,进而影响他们未来的就业和发展机遇。以广东省为例,经济发达的珠三角地区与相对落后的粤西地区之间的差距便突显了这一问题。粤西地区虽然拥有约全省五分之一的人口,但其经济总量仅占全省的 7%,人均 GDP 显著低于全省平均水平。在教育资源方面,珠三角地区拥有众多知名高校和集中的高端人才,而粤西地区在高等教育资源

和人才集聚方面则相对匮乏。

综上所述，数字电子技术教学中的挑战与教育公平问题日益凸显。大语言模型的引入为教学改革提供了全新思路，通过优化教育资源配置，提升教学效率和学生学习效果，促进教育公平和现代化教育的发展。

2. 大模型助力教育公平与教学创新

大模型作为先进人工智能语言模型，已经在教育领域大显身手。通过其高效的信息处理和生成能力，大模型在以下几个方面为教育行业带来革命性的改变。

2.1. 大模型在教育领域的应用

制作教学资源：能迅速制作各种教学材料，包括但不限于精心编写的讲义、实践活动的详细指南、创新的测试题目以及全面的学习指导。这极大地节省了教师的备课时间，同时提供了更加丰富和个性化的学习资源。

实时解答学生疑问：作为一个随时待命的学习助手，大模型能够为学生提供实时、精准的答疑服务。无论是基础概念的阐释还是复杂问题的深入解读，它都能有效帮助学生克服学习难关。AI 助手在回答学生问题时展现出的效率和准确性对学习过程有显著正面影响[9]。

定制化学习体验：大模型能够根据学生的学习进度和个人能力，推荐或定制适合的学习材料和活动。这种个性化的学习方法旨在满足不同学生的独特学习需求，从而优化学习效果。相关研究显示，定制化的学习计划可以有效提高学生的学习动力和成效[10]。

2.2. 大模型在高等教育资源匮乏地区的作用

在面对诸如粤西这样高等教育资源相对匮乏的地区时，大模型的应用不仅能够促进教育公平和资源的合理分配，还能对教师的角色和教学方法产生积极影响。在面对像数字电子技术这样成本相对较高的课程时，例如为一个班级提供 Proteus 软件授权可能需要近 10 万元，大模型的应用和一些创新策略可以帮助降低成本，同时保持教育质量。

1、促进教育公平和资源分配：在粤西等资源匮乏地区，大模型可以作为一个极具价值的教育资源。它能够提供高质量的数字电子技术教育内容，使得这些地区的学生也能接触到与发达地区同等水平的教育资源，从而缩小教育资源差距。

2、个性化教学：大模型可以提供统一且高质量的教学辅导，帮助资源较少的学校和学生跟上教育进度。它能够根据每个学生的学习能力和进度提供个性化的指导，确保每个学生都能得到充分的学习支持。

3、促进教师角色转变：在粤西这样的地区，教师可能需要承担更多角色，而大模型的引入可以有效减轻他们的负担。教师的角色可以从传统的知识传递者转变为学习引导者和问题解决者。他们可以利用大模型来处理更多标准化的教学内容，从而将更多精力投入到为学生提供个性化指导和深入探讨中。

4、推动教学方法创新：利用大模型，教师可以设计更加互动和创新的教学活动，如基于角色扮演的数字电路设计模拟游戏。这种方法不仅增强了学生的参与感和兴趣，而且还培养了他们的实际操作能力和团队合作精神。此外，大模型也可以支持项目式学习，使得学生能够在实际项目中应用所学知识，增强学习的实用性和趣味性。

综上所述，大模型在高教资源匮乏的地区，如粤西，提供了一种创新和有效的教育解决方案。它不仅有助于缩小教育差距，还能提升教学质量，促进教师角色的转变和教学方法的创新。通过这种方式，大模型能够帮助这些地区的学生更好地融入现代化的教育环境，享受到平等和高质量的高等教育机会。

3. 大模型在数字电子技术教学中的应用

我们利用大模型强大的文本生成、语义理解和对话交互能力，这些模型基于深度学习技术构建，能够高效地对数字电子技术教学内容进行快速准备和定制。同时，它们还能实现教学评估和反馈功能，通过对学生学习情况的实时分析和数据驱动的反馈优化教学过程。这种能力不仅提升了教学效率，还为个性化教学和精准辅导提供了新的可能性，助力数字电子技术教学的改革和创新发展。

3.1. 教学内容的快速准备和定制

大模型可以帮助教师快速生成教学大纲、讲义、演示文稿和演示小程序，节省准备时间。例如关键知识点 JK 触发器，使用大模型来快速生成教学大纲，并利用 VBA (Visual Basic for Applications)脚本在 Microsoft Word 中自动化生成文档，如图 1 所示。

```
vba Copy code
Sub CreateDocument()
    Dim doc As Document
    Set doc = Documents.Add

    ' 添加标题
    doc.Content.Text = "JK触发器教学大纲" & vbCrLf
    doc.Paragraphs(1).Range.Font.Size = 16
    doc.Paragraphs(1).Range.Font.Bold = True
    doc.Paragraphs(1).Alignment = wdAlignParagraphCenter

    ' 添加内容
    doc.Content.InsertAfter "这里插入生成的教学大纲内容"

    ' 保存文档
    doc.SaveAs2 "路径\JK触发器教学大纲.docx"
    doc.Close
End Sub
```

Figure 1. VBA script for teaching syllabus generated by DeepSeek
图 1. DeepSeek 生成的教学大纲 VBA 脚本

通过将大模型生成的教学大纲与 VBA 脚本相结合，你可以有效地创建出结构化的教学文档，这不仅节省时间，还确保了内容的一致性和专业性，如图 2 所示。大模型极大地加速并简化了开发展示 JK 触发器功能的应用程序的过程。JK 触发器是数字电子学的核心元件，它能够基于输入信号的变化来切换和维护其二进制状态，如图 2 所示。构建这类应用通常包括实现触发器的逻辑，开发一个界面以便用户输入 J 和 K 值，以及更新和呈现触发器的当前状态，有时还伴有状态的图形化表示。这一进展大幅降低了之前编程任务的复杂度，凸显了技术在简化软件开发流程和提升效率方面的巨大潜力。生成小程序利用 PyQt5 作为用户界面，用 Python 编程可得界面如图 3 所示。学生看了能快速理解 JK 触发器。

大模型在数字电子技术教学中发挥着显著作用，尤其体现在自动生成教学材料上。利用大模型，教师可以迅速创建教学大纲、讲义、演示文稿，甚至是演示小程序，极大地节省了教学准备的时间和努力。例如，对于教授 JK 触发器这一关键知识点，大模型不仅能快速生成详尽的教学大纲，还可以通过与 VBA 脚本结合，在 Microsoft Word 中自动化生成文档，确保了内容的一致性和专业性。此外，大模型的应用也扩展到开发演示程序，如展示 JK 触发器功能的小程序，使得学生能够通过直观的界面快速理解复杂的

```
vba
Copy code

Sub CreateJKTriggerSlide()
' 创建一个新的演示文稿
Dim ppt As Presentation
Set ppt = Presentations.Add

' 添加幻灯片
Dim slide As slide
Set slide = ppt.Slides.Add(1, ppLayoutText)

' 设置幻灯片标题
slide.Shapes(1).TextFrame.TextRange.Text = "JK触发器"

' 设置幻灯片内容
Dim content As String
content = "JK触发器定义: " & vbCrLf & _
    "• 类型: 时序逻辑电路" & vbCrLf & _
    "• 功能: 存储位信息 (0或1)" & vbCrLf & _
    "• 重要性: 两个输入端 (J和K) 与一个输出端 (Q)" & vbCrLf & _
    "• 应用: 计数器、移位寄存器等" & vbCrLf & _
    vbCrLf & _
    "工作原理: " & vbCrLf & _
    "• J端接高电平, K端接低电平时, 输出置1。" & vbCrLf & _
    "• J端接低电平, K端接高电平时, 输出置0。" & vbCrLf & _
    "• J和K端同时接高电平时, 输出反转。"
```

Figure 2. VBA script for a teaching syllabus generated by DeepSeek

图 2. DeepSeek 生成的教学大纲 VBA 脚本

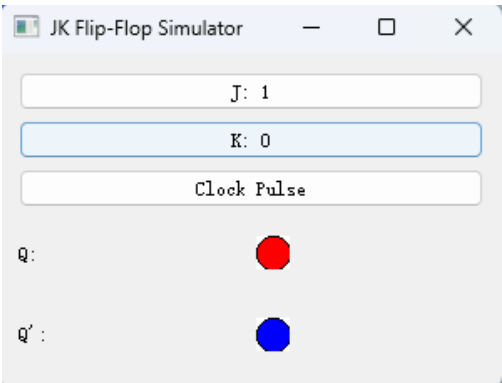


Figure 3. Large Model-generated interface demonstrating JK Flip-Flop function

图 3. 大模型生成的演示 JK 触发器功能界面

Table 1. State transition table for the JK Flip-Flop
表 1. JK 触发器的状态转移表

J 的值	K 的值	当前 Q 状态	下一个 Q 状态	描述
0	0	0	0	保持, Q 不变
0	0	1	1	保持, Q 不变
0	1	0	0	重置, Q 置为 0
0	1	1	0	重置, Q 置为 0
1	0	0	1	置位, Q 置为 1
1	0	1	1	置位, Q 置为 1
1	1	0	1	切换, Q 从 0 变为 1
1	1	1	0	切换, Q 从 1 变为 0

概念。这种创新的教学方法不仅简化了传统的编程过程，而且提高了教学效率和学生的学习体验。大模型在数字电子技术教学中的应用不仅限于当前课程内容的生成和演示，而且还可以为学生未来学习 Python 等编程语言提供宝贵的素材和基础。通过生成与数字电子技术相关的 Python 示例代码和小项目，大模型能帮助学生建立编程的初步理解，为他们以后深入学习 Python 打下坚实的基础。这些示例和项目可以涵盖基础的编程概念、数据结构、算法以及与数字电子技术相关的实际应用，如 JK 触发器的模拟。此外，通过实际编写和测试代码，学生不仅能够学习 Python 语法，还能培养解决问题的思维方式和实际编程技能，这对于他们未来在技术领域的学习和职业发展都是极其重要的(如表 1 所示)。

3.2. 教学评估和反馈

教学中使用问卷、测试和观察来了解每个学生的学习风格、兴趣、能力和知识水平。对于教师来说，独自开发一个互联网应用确实是一个极具挑战性的任务，因为这不仅需要编程知识，还需要相当的时间和技术资源。然而，借助大模型这样的先进工具，这一过程可以大大简化。大模型通过提供编程指导、解决方案建议、代码样例和调试帮助等，使得即使是不具备深厚编程背景的教师也能在相对较短的时间内完成互联网应用的开发。这种方式不仅节省了时间和精力，还为教师提供了一种有效的方式来整合技术进入他们的教学实践，从而提高教学质量和学生参与度。本文利用 Python 和 Flask 框架来快速开发一个关于数字电子技术中逻辑门练习的互联网应用，展示了大模型在辅助教育应用开发方面的潜力。具体见图 4。

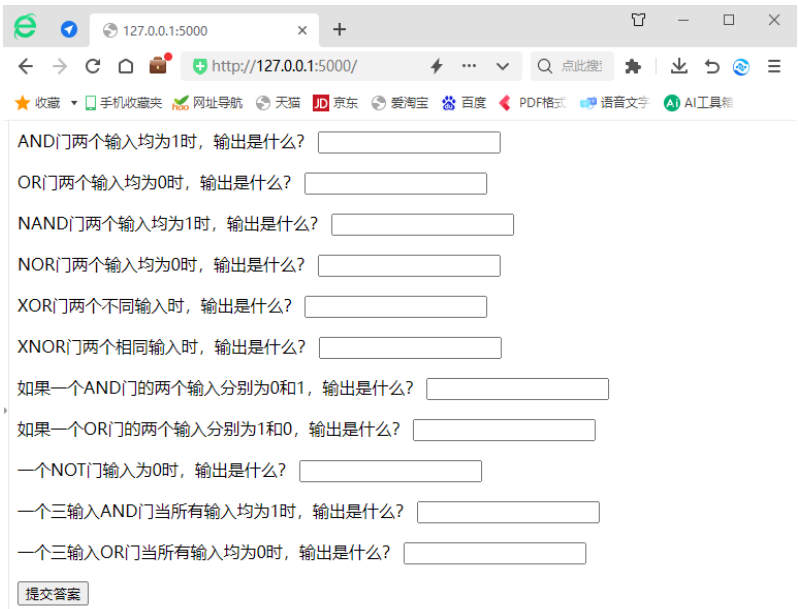


Figure 4. Large Model platform-generated test questions for assessing learning outcomes

图 4. 利用大模型平台生成测试题测试学习成效

开发和部署一个 Python Flask 应用，尤其是用于数字电子技术教学的逻辑门练习，涉及几个主要步骤。首先是在本地机器上设置开发环境，包括安装 Python 和 Flask。紧接着，创建 Flask 应用并编写应用逻辑，这可能包括基础路由设置到更复杂的功能实现。在本地环境中对应用进行彻底测试以确保其正常运行是下一步。准备部署的过程包括生成依赖文件和选择合适的 WSGI (Python 应用程序和 Web 服务器

之间进行通信的规范)服务器,以确保应用在生产环境中的性能。最后,选择一个如阿里云 ECS 或华为云的部署平台,进行应用的上传、启动以及必要的配置,如设置域名和 SSL(客户端和服务器之间建立加密连接)。在整个过程中,教师可以利用大模型这样的先进工具来快速生成 Python 语言的 Flask 应用,大大简化开发流程。这不仅节省了时间和精力,还使得技术能够有效地融入教学实践中,提高教学质量和学生的参与度。通过这种方式,即使是没有深厚编程背景的教师,也能在较短时间内成功开发并部署适用于教学的互联网应用。并快速部署到阿里云上,具体见图 5 所示。

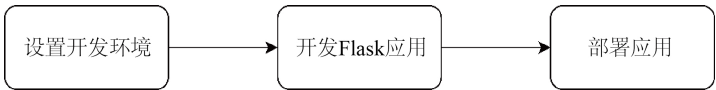


Figure 5. Workflow for generating test questions using a Large Model
图 5. 利用大模型生成测试题的流程

在高等教育中,特别是计算机等专业领域,个性化学习变得愈发重要。大模型作为一种先进的人工智能语言模型,在此过程中扮演着关键角色。它能够基于学生的需求和能力设定具体的学习目标,并协助教师为每位学生设计个性化的学习计划,包括选择适合他们水平和兴趣的材料和活动。作为智能教学工具的一部分,大模型结合在线课程和自适应学习软件,为学生提供了一个支持自我引导的灵活学习环境。在此环境中,大模型能够帮助解释复杂的概念,辅助实验设计,并提供即时反馈,从而大大提高学习过程的参与性和互动性。此外,大模型通过其互动性和个性化的挑战及鼓励,有助于提高学生的学习动机。这种技术的应用不仅提升了教学效率,还为学生提供了一个更加丰富、互动和个性化的学习体验,使其更好地准备应对未来的技术挑战。

3.3. 与线上平台结合使用

为推动教学信息化的全面实现,岭南师范学院积极引入超星学习通这一先进的数字化学习平台。借助超星学习通,师生可以无缝融合在线课程管理、教学资源共享、互动交流以及学习行为数据分析等多种功能。这不仅优化了教学管理流程,为教师提供了更多元化的教学工具,也有效提升了学生的自主学习能力与学习效率。此项信息化改革为学校构建现代化、智能化的教育生态体系奠定了坚实基础,并为提升整体教育质量提供了强有力的支持。

超星学习通作为广泛应用的在线学习平台,其产生的大量数据蕴含着丰富的信息价值,能够帮助教师与学生深入了解学习效果及行为模式。如图 6 所示。通过对这些数据的导出和分析,可以挖掘出学习时长、章节进度、考试成绩及签到规律等关键指标,为制定个性化学习方案和提升教学质量提供科学依据。接下来,我们将从具体步骤与方法入手,探索如何高效利用利用大模型生成快速算法对这些数据进行深度分析,具体过程如图 7 所示。

在大模型的帮助下,我们通过使用 Pandas (Python 数据处理与分析库)对数据进行了整理与清理,有效地消除了空白、无效和重复的数据。清理后的数据质量显著提高,为后续的分析 and 建模提供了坚实的基础,确保结果更加可靠和精确。例如可以生成学习时长对考试成绩有显著影响,教师可以通过布置在线学习任务鼓励学生更多参与学习;同时,讨论次数较多的学生成绩更高,建议增加讨论任务或激励学生积极互动。对于学习时长较低或未参与互动的学生,可加强指导并设置学时要求,确保他们有足够的学习时间。通过此分析,学习通数据为优化教学设计和提升学生学习效果提供了重要的参考依据。例如分析部分同学在线讨论时长与学习成绩的关系(如图 8 所示)。该图能够帮助我们迅速发现教学中存在的问题,从而更高效地利用学习通提供的数据进行分析与优化,助力教学效果的提升。



Figure 6. Data that can be exported from the Chaoxing learning platform
图 6. 超星学习通可以导出的数据

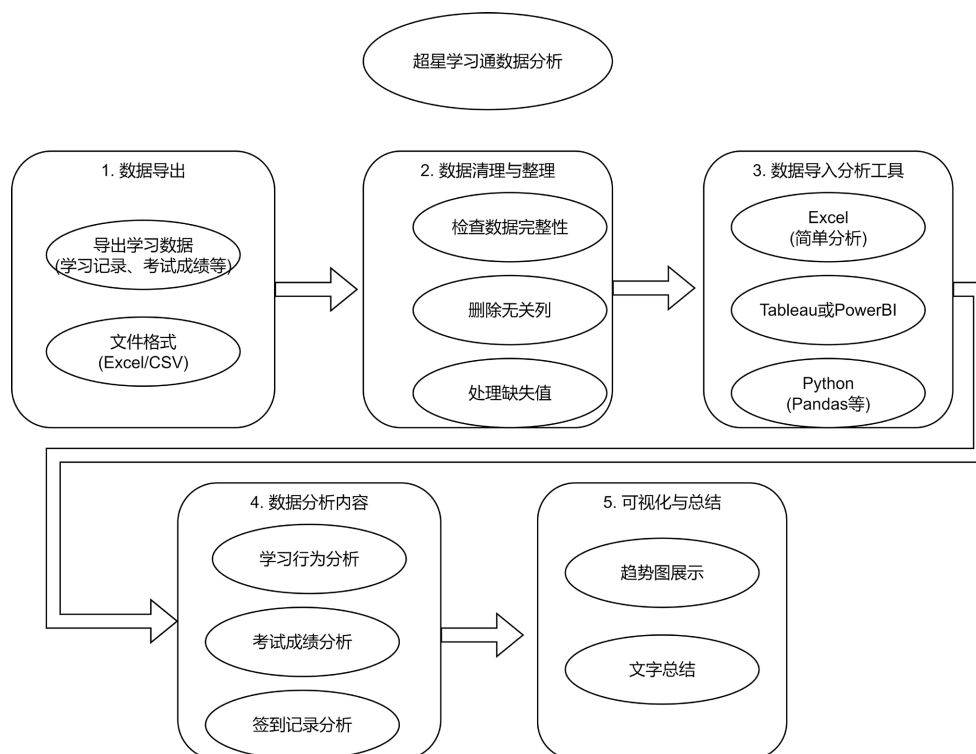


Figure 7. Detailed steps and methods for analyzing data from the Chaoxing Learning platform
图 7. 超星学习通数据分析具体步骤与方法

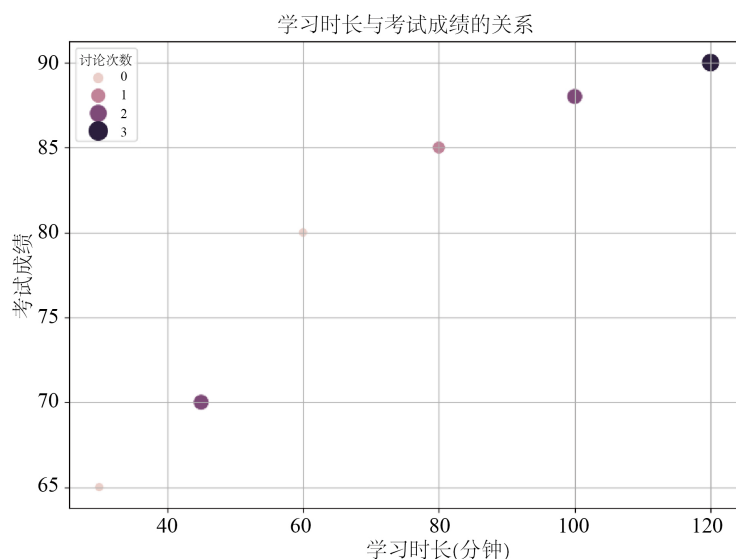


Figure 8. Analysis of the relationship between study duration and academic performance

图 8. 分析学习时长和成绩之间的关系图

3.4. 大模型教学对比实验

为验证大语言模型工具在“数字电子技术”课程中的教学效果，设计了一项包含实验组和对照组的教学实验。实验对象为两组各 30~40 名背景相当的大学生，实验组使用工具(如 DeepSeek-R1)辅助学习，提供问题解答、代码调试和个性化练习；对照组采用传统教学方法。实验周期为 16 周，涵盖逻辑门、时序逻辑等核心内容。数据收集包括考试成绩(期中、期末)、学习投入度问卷(兴趣、效能感、动力)、工具使用日志(频率、时长、查询类型)及作业完成时间与质量。评估大模型工具对学习效果和投入度的影响。预期实验组在成绩、作业质量和投入度上优于对照组，且工具使用频率与效果正相关如图 9 所示。

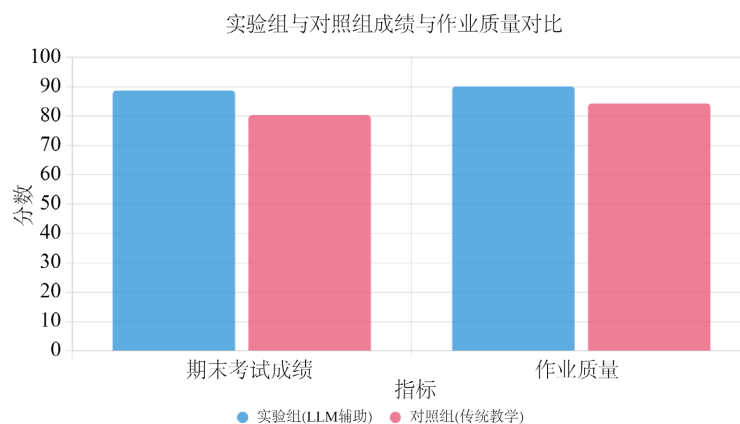


Figure 9. Comparison of final exam scores and homework quality between the experimental group and the control group

图 9. 实验组与对照组在期末考试成绩和作业质量上的对比

4. 大模型在教学应用中的局限性与挑战

大模型在教学应用中存在一定的局限性。其生成内容虽然广泛，但缺乏针对性，难以完全贴合不同

学校、教师和学生具体需求。同时,学生的实践操作能力(如电路设计和焊接)无法单纯依靠大模型的指导来培养。过度依赖大模型还可能削弱教师与学生之间的直接互动,导致师生关系疏远,从而影响学生的学习体验。此外,大模型的介入可能削弱教师的主动性和创造性。对于学习效果的评估,大模型提供的反馈可能过于形式化,难以精准捕捉学生在实践中的真实问题,忽视个性化发展。更重要的是,大模型的应用可能涉及学生数据的收集和分析,存在隐私泄露的风险,若缺乏数据使用规范和安全保障机制,还可能引发伦理问题。

5. 结论

大模型在数字电子技术教学中扮演着重要角色,主要表现在提高教师备课的效率、促进个性化学习、增强学生参与度和提供即时反馈方面。它通过互动对话和定制化学习内容,帮助学生深化对复杂概念的理解。对于教育改革而言,大模型的应用标志着向更灵活、互动的教学模式的转变。未来研究可探索如何克服技术限制、解决伦理问题,以及优化大模型的教育应用。在将大模型融入数字电子技术教学中,可能面临的挑战包括确保教学内容的准确性、处理学生数据的隐私和安全问题等。展望未来,大模型在数字电子技术及其他学科的教育中的应用,不仅预示着教学方法的革命性变革,也将显著提升教育的质量与效率。此外,这种创新的应用还有望大幅提高教育的公平性,确保更广泛的学生群体能够享受到高质量的教育资源和个性化学习体验。

基金项目

广东省教育科学规划课题(2023GXJK381);湛江市科技计划项目(2021B01392);岭南师范学院教育教学改革项目“新工科背景下教学模式改革探索与实践——以《计算机组成原理》课程为例”;粤港澳大湾区高校在线开放课程联盟2024年教育教学研究和改革项目(WGKM2024059);岭南师范学院校级项目:智能辅助无人搬运车的目标跟踪与路径规划技术研究(TL2409)和多源监视数据下低空通用航空飞行安全保障技术研究(LY2212)。

参考文献

- [1] Baneres, D., Clariso, R., Jorba, J. and Serra, M. (2014) Experiences in Digital Circuit Design Courses: A Self-Study Platform for Learning Support. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, **7**, 360-374. <https://doi.org/10.1109/tlt.2014.2320919>
- [2] Mikolov, T., Deoras, A., Povey, D., Burget, L. and Cernocky, J. (2011) Strategies for Training Large Scale Neural Network Language Models. 2011 *IEEE Workshop on Automatic Speech Recognition & Understanding*, Waikoloa, 11-15 December 2011, 196-201. <https://doi.org/10.1109/asru.2011.6163930>
- [3] Floridi, L. and Chiriatti, M. (2020) GPT-3: Its Nature, Scope, Limits, and Consequences. *Minds and Machines*, **30**, 681-694. <https://doi.org/10.1007/s11023-020-09548-1>
- [4] Abdullah, M., Madain, A. and Jararweh, Y. (2022) ChatGPT: Fundamentals, Applications and Social Impacts. 2022 *Ninth International Conference on Social Networks Analysis, Management and Security (SNAMS)*, Milan, 29 November 2022-1 December 2022, 1-8. <https://doi.org/10.1109/snams58071.2022.10062688>
- [5] Zhang, A.H. (2024) The Promise and Perils of China's Regulation of Artificial Intelligence. *Columbia Journal of Transnational Law*, **63**, 102-157. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4708676>
- [6] Li, L., Zhang, H., Li, C., You, H. and Cui, W. (2023) Evaluation on ChatGPT for Chinese Language Understanding. *Data Intelligence*, **5**, 885-903. https://doi.org/10.1162/dint_a_00232
- [7] Buenaño-Fernández, D., Gil, D. and Luján-Mora, S. (2019) Application of Machine Learning in Predicting Performance for Computer Engineering Students: A Case Study. *Sustainability*, **11**, Article 2833. <https://doi.org/10.3390/su11102833>
- [8] Akhmetova, A.I., Sovetkanova, D.M., Komekbayeva, L.K., Abdrakhmanov, A.E., Yessenuy, D. and Serikova, O.S. (2025) A Systematic Review of Artificial Intelligence in High School STEM Education Research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, **21**, em2623. <https://doi.org/10.29333/ejmste/16222>

- [9] 杨宗凯, 王俊, 吴砥, 等. ChatGPT/生成式人工智能对教育的影响探析及应对策略[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2023, 41(7): 26-35.
- [10] 李艳红, 赵波, 甘健侯, 等. 基于 MOOC 的学习定制服务模型构建研究[J]. 中国电化教育, 2014(11): 39-43+49.