

LLM 赋能培养工程能力的信息安全专业 数字逻辑教学实践^{*}

艾浩军^{1**} 吕鹏飞¹

武汉大学国家网络安全学院, 武汉 430072

摘 要 针对当前信息安全专业数字逻辑课程教学过程中存在的学习方向、“00 后”大学生学习特点以及大语言模型 (LLM) 技术的广泛应用, 提出了以用为本、培养学生解决复杂工程问题能力的教学改革思路。探讨了系统底层融入应用体验的教学目标以及教学内容组织方式, 创新提出面向“学-会-用”一贯制的数字逻辑课程安排, 给出了知识点和学生日常应用的关联实例教学方式, 学生借助大模型优秀的知识库问答方式, 深入掌握 EDA 课程理论知识; 设计了 NE555 电路装配实验课程, 让学生从实践过程中深入掌握理论。结合信安专业培养方案, 提出了进阶实践教学思路。最后学生课程期末平均成绩的表现中均有所提升。

关键字 数字逻辑, 教学实践, “00 后”大学生

LLM-Enhanced Teaching Practice of Digital Logic for Information Security Majors: Toward Engineering Competence Development

Haojun Ai Pengfei Lv

School of Cyber Science and Engineering·WHU
Wuhan University,
Wuhan 430072, China;

Abstract—In response to the current challenges in teaching the Digital Logic course for Information Security majors—particularly regarding learning orientation, the distinctive characteristics of “post-2000” university students, and the widespread application of large language model (LLM) technologies—this study proposes a practice-oriented teaching reform aimed at cultivating students’ ability to solve complex engineering problems. The paper discusses instructional objectives that integrate system-level foundations with application-oriented experiences and introduces an innovative “learn–master–apply” continuous teaching framework for digital logic education. Representative examples are provided to illustrate the linkage between theoretical knowledge points and students’ everyday applications, enabling students to leverage the knowledge-questioning capabilities of large models to deepen their understanding of EDA course theory. Furthermore, an NE555 circuit assembly laboratory course was designed to reinforce theoretical mastery through hands-on practice. Aligned with the Information Security program curriculum, an advanced practice-based teaching strategy is proposed. Final course assessments indicate an overall improvement in students’ average performance.

Keywords—Digital logic, Teaching Practice, Post-00s College Students

1 引 言

当前培养计算机创新人才需加强应对技术革新、创新创业及跨界整合的能力。随着计算机培养目标从“程序开发能力”转向“系统设计能力”, 强调软硬件协同以优化开发方案, 确保功能实现需要底层技术和工程方法。数字逻辑课程作为信息系统的底层逻辑支撑, 是所有新技术的基础, 对理解和创新当前技术至

关重要^[1-3]。研究表明, 大模型在教学中能有效应对知识更新快、学生水平差异大等挑战^[4-5]。因此, 必须重新思考数字逻辑的教学方法, 从培养学生系统能力的角度来组织教学活动。目前信息安全专业基本上该课程作为平台课程, 数字逻辑课程除与计算机组成原理直接相关外, 可信计算、加密解密协处理器都与数字逻辑直接相关。增设网络空间安全一级学科后, 很多高校都重新修订了信息安全专业的培养方案, 安全类课程的增多导致数字逻辑课程课时的减少, 教学大纲也要做相应的修订^[6]。由于时代的快速发展, 需重视新一代的大学生知识的应用^[7], 数字逻辑课程与信息安全专业培养要求以及教学主体的适应是亟需探讨的

^{*} **基金资助:** 本文得到 2024 年武汉大学教育改革建设引导专项的资助。

^{**} **通讯作者:** 艾浩军 aihj@whu.edu.cn。

话题。

2 信安专业数字逻辑课程教学中的困境

按照培养系统设计人才的思路,系统能力强调从基础性和全局性角度来理解计算机内部结构和应用架构,掌握计算机科学中相对稳定和本质的内容,数字逻辑课程正符合这一要求,是学生学习专业课程的起点,有利于提高培养学生系统能力。在课程教学实践中存在以下困境。

(1) 课程教学目标如何服务信安专业的培养方案

从培养学生的专业素养和长期竞争力的角度来看,数字逻辑课程的教学目标包括短期目标和长期目标。短期目标是学生对知识点的掌握,长期目标是理解信息系统运行的底层原理,支撑信息系统全产业链的研发创新,这样对专业术语内涵理解意义重大。长期目标有助于培养学生构建专业信息系统的素养,尤其“云-边-端”架构下技术生态链中的信息安全,数字逻辑的教学处于基础性的位置,有必要探索在保持课程边界的前提下,培养信息安全思维与理念的方法。

(2) 教学内容与过程组织如何适应新时代大学生学习特点

在信息时代背景下,“00后”大学生大多从“自我”的角度出发树立学习目的。他们的学习动机具有很强的现实性,一般缺少长远目标的规划,倾向于短期的绩点目标,忽视知识理解的长期目标。数字逻辑课程作为一门经典的信息技术专业基础课程,在教学内容与过程组织上,需要与时俱进,重新梳理知识点的主次详略分配、淘汰与更新,教学次序,符合学生专业课学习早期的特点,缓梯度、流畅的完成培养任务。

3 以用为本的数字逻辑课程教学设计

基于“00后”大学生务实求新的学习需求、信息安全专业的人才培养目标以及国家信息化建设对高素质工程技术人才的迫切需求,本研究提出以“以用为本”为核心导向的教学模式改革思路。该模式强调在教学设计中以应用驱动知识传授,突出知识在真实场景和工程实践中的价值。围绕“以用为本”理念,首先明确了教学目标与基本原则,并在此基础上科学规划教学内容,使课程知识点与典型应用实例紧密关联,从而实现学生在学习过程中“学以致用、以用促学”的良性循环。

3.1 教学内容的安排

为更好地安排本科生数字逻辑课程,落实“以用

为本,学以致用,学懂学透”的教学目标,我们对教学内容进行了优化调整。传统的数字逻辑课程内容相对固定,涵盖逻辑代数、逻辑门与触发器、组合电路设计与分析、时序电路设计与分析、中规模集成电路、HDL设计、数字系统设计原理,以及配套的实验课程,这种课程设置在学时数充足、学习阶段时间长的情况下取得了很好的教学效果^[8-9]。对于新的信安专业培养方案,教学内容与次序的调整能有利于学生对知识的理解与运用。

我们根据课程的知识节点,设计了“学一段、懂一段、用一段”的教学次序,如图1所示。大的节点分为逻辑代数理论、组合逻辑电路和时序逻辑电路三个部分。组合逻辑电路内包含逻辑门电路、组合电路设计与分析,以及组合电路的硬件描述语言HDL。时序逻辑电路内包含触发器、时序电路设计与分析,以及时序电路的硬件描述语言HDL。在讲授完成组合电路的硬件描述语言HDL后,启动实验课第二条线穿插进行。如果理论课课时充分,可以加入HDL设计优化的内容。在期末考试前,完成所有理论课和实践课。

在具体教学实施中,逻辑门电路可以根据学生的前导课程,掌握教学深度,重点在于学生能理解开关、延迟等外部特性。中规模器件的教学,在于让学生理解专有名词、名称的内涵,熟练掌握学生后续课程中频繁出现的逻辑部件的作用。

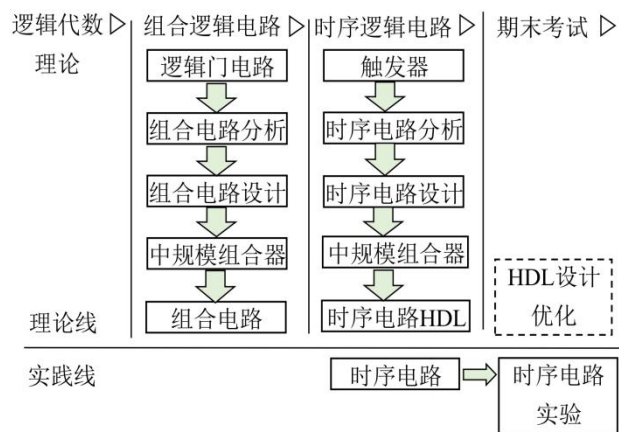


图1 面向“学-会-用”一贯制的数字逻辑课程安排

这一安排方式有利于学生在一个时间段内通过反复接触强化,从而充分理解一组强相关的知识点,使得知识的学习曲线更平缓。通过理论与实践的紧密结合,学生可以及时将所学知识应用于实际操作,加深对概念和核心知识要点的理解与掌握,学生能掌握现代数字系统设计的主流方法,为后续深入学习奠定基础。

3.2 知识点与应用的关联实例

知识点与应用的关联,注重从学生的日常生活出

发,也不宜过多。将课程相关的社会热点新闻、求职、创业、科技动态融入到教学中。并在教育教学中结合丰富的多媒体技术,直观形象的展现技术原理和系统设计流程。让他们理解数字逻辑知识点的内容与他们的生活、职业发展息息相关,以此提升学生学习的兴趣和帮助学生理解学习数字逻辑课程的价值和意义。例如帮助学生理解英伟达如何通过基础的集成电路知识出发制造出昂贵且具有强大计算能力的 GPU。表 1 给出了在部分知识点的关联实例。

表 1 学习内容与热点新闻、新技术相互联系

学习内容	联系实际
集成电路的基础性	GPU, 美国的芯片战
二进制数	奇偶校验、纠错码
组合电路——多选一、优先编码器	同步时钟, CPU 的主频
时序电路	5 道非量表题
EDA, 加法器、乘法器的开销	矩阵向量运算作为例子

进一步的,通过讲授学生生活中的信息系统,从比较宽泛的层面描述其技术原理,帮助学生掌握计算资源、延迟、时钟方面的知识,培养学生的专业素养。

3.3 大模型辅助学习

随着大模型在知识存储与应用方面取得突破,其海量储备成为新时代智能问答系统的重要支撑,并在数智教育教学领域内展现出巨大潜力。借助大模型,学生不仅能够快速解决学习过程中遇到的问题,还能辅助更精准地掌握知识点,提升学习效率。国外大模型如 OpenAI 的 GPT-4o、Gemini 等产品;而国内也涌现出一批优秀模型,例如 DeepSeek、豆包等。这些先进技术支持大模型可以根据学生的学习进度、知识掌握情况及兴趣偏好,生成量身定制的个性化学习方案。

与传统搜索引擎相比,大模型在教学支持上更加灵活高效,如图 2 所示。传统搜索引擎如百度、Bing 虽然能够提供海量信息,但学生往往需要在众多博客及资料中反复查找答案,其效率和针对性均难以保障。而现代大语言模型则可实现多轮自然语言交互,学生无需重复搜索,即可获得详细解答,并且可以反复交流,获得更优质的答案。例如学生提出集成电路、时序电路设计等专业问题时,模型不仅能即时解析问题,还能结合多模态资源(如逻辑电路图、仿真动画)辅助理解,真正实现“以学生为中心”的教学理念。

以知识驱动的大语言模型教育教学应用,不仅显著提高了教育资源的利用效率,还为培养学生的创新能力和综合思维提供了坚实支撑,推动发展了个性化、精准化新时代教学模式。

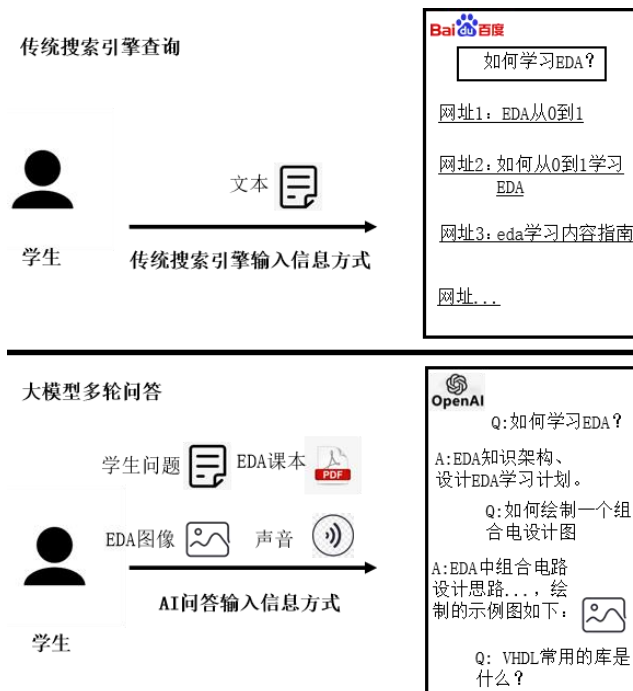


图 2 传统搜索引擎常采用文本查询方式(上),大模型输入信息多样且采用多轮问答(下)

3.4 实验课程的完备与进阶

信息安全专业是一门强调动手的学科,同时是一门覆盖信息系统“软硬件”“云边端”的学科,EDA 技术是数字集成电路研制的主要手段。同时,为帮助学生克服对于硬件的恐惧感,课程组设计了 NE555 电路装配实验课程,在 2 到 4 个课时内,让学生完成电路装配、调试,学生能够初步掌握装配工具和仪表的使用技巧,深刻理解书本知识到电路实物的过程,对实验安全制度、措施也有了切身体会,为后续嵌入式系统及其安全的学习形成了很好的铺垫。图 3 是定制的 NE555 实验板,可以实现单稳、双稳、多谐三种工作状态,图 4 是同学们装配电路的场景。

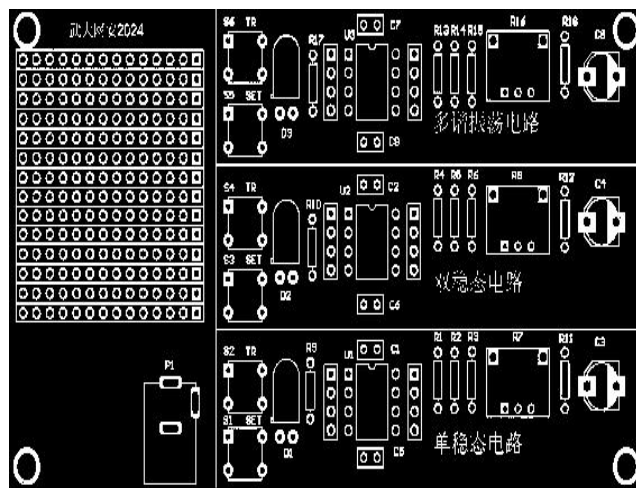


图 3 预先设计的 NE555 实验 PCB 板



图 4 同学们在装配电路板

对于信息安全专业，集成电路往往作为信息安全的底座，也就是“根”的作用，在课时允许的条件下，可以开设数字逻辑课程的进阶实验，将数字逻辑、EDA 同信息安全专业的后续课程适度整合，可以在 Verilog HDL 语言的教学实践中，按照课时的要求，弹性增加实验内容，让学生更好的理解复杂算法的专用芯片对比基于 CPU 的系统的优势。课时可以安排在本课程的课程设计中，也可以安排在后续课程的课程设计中。数字逻辑电路设计的技术指标是一个均衡的多指标评价体系，复杂的实验内容有助于学生理解功能、性能与开销等技术要求。表 2 中给出几个具有代表性的应用，这些实验算法本身成熟，学习理解难度可控，适合在实验课程中安排。

表 2 与安全方面的算法和学时安排

任务类型	内容	建议学时数
1 算术运算	向量运算或者矩阵乘法	4-8
2 信号处理	线性滤波，卷积，可以给定伪码或者数学公式	4-8
3 纠错码	汉明码，里德-所罗门码	4-12
4 HASH	MD-2, MD-3	8-16
5 加密算法	DES	8-16

4 教学实践结果分析

武汉大学于 2001 年创办全国第一个信息安全专业，武汉大学作为主要贡献者于 2012 年牵头完成《高等学校信息安全专业指导性专业规范》，直到 2017 年包括武汉大学的 7 所高校入选首批全国一流网络安全学院建设示范项目高校。新的培养方案和教学大纲制定过程中，开始探索在计算机专业基础课程中融入信息安全理念的路径。

教学过程将知识点与当前的产业发展态势和身边的信息系统应用结合起来，学生普遍认识到课程在信息安全专业的基础性和重要性，调动和激发了同学的

学习热情。调整后的教学日历，降低了学生学习的跳跃性。

自从网络安全学院开始独立讲授数字逻辑课程以来，已经完成 6 届毕业生的教学，为直接后续课程计算机组成原理的学习打下了良好的基础。由表 3 所示的 2018—2023 年数字逻辑课程平均成绩可以看出，教学改革与实践实施后，学生成绩呈现出持续稳步提升的趋势。改革前（2018 年）课程平均成绩为 85.27 分；在引入以用为本的教学理念、在 2023 年融入大语言模型（LLM）辅助学习、加强应用体验与实验实践等措施后，平均成绩逐年提高：2019 年 93.33 分、2020 年 94.81 分、2021 年 95.55 分、2022 年 96.46 分，到 2023 年已达到 97.76 分。六年间平均成绩整体提升了 12 分以上，充分表明该教学改革不仅显著提高了学生对课程知识的掌握程度，也有效增强了其将数字逻辑知识应用于实际工程问题的能力，为持续优化课程教学模式提供了有力的数据支撑。

表 3 数字逻辑课程平均成绩

时间	平均成绩
2018	85.27
2019	93.33
2020	94.81
2021	95.55
2022	96.46
2023	97.76

电路装配实验由于课时的限制，灵活设计了弹性操作时间，在不增加课时的情况下，学生利用课余时间完成主体调试过程，最后按照约定时间完成验收检查。学生通过亲手焊接和装配电路板，加深了对电子组件工作过程的理解，培养了学生的兴趣，降低了对电路的畏惧情绪。

总之，通过着力培养学生竞争力的数字逻辑教学实践，学生对课程的重要性、对知识点的理解、对专业课程的学习方法，综合能力都有明显提高。

5 结束语

为培养有解决复杂工程问题从而拥有持续竞争力的信息安全专业毕业生，探讨了数字逻辑课程作为数字系统专业基础课的教学方法，分析了当代大学生在课程教学中存在的问题和解决思路，对教学过程的组织，知识点与应用关联，实验课程的设置提出了改革思路，探讨了大语言模型提升学生掌握知识的能力，最后给出了教学实践结果。为网络空间安全专业的数字逻辑课程，也为信息技术相关专业的数字逻辑课程提供参考。

参考文献

- [1] 徐晓飞. 数字化时代面向可持续竞争力的计算机教育创新与发展趋势[J]. 计算机教育, 2024(06): 2-7
- [2] 世界高等教育数字化发展报告课题组. 无限的可能——世界高等教育数字化发展报告（2023）[EB/OL]
- [3] CC2020 Task Force. Computing Curricula 2020: Paradigms for Global Computing Education. Association for Computing Machinery[J]. Association for Computing Machinery, 2020
- [4] 董帅, 庄宇, 李悦乔. 大模型赋能的人工智能导论实践教学改革[C]. 计算机技术与教育学报, 2024(12): 109-114
- [5] 李亚坤, 颜荣恩, 杨波. 生成式人工智能背景下高校软件工程课程的教学改革与探索[C]. 计算机技术与教育学报, 2024(12):8-12
- [6] 涂国庆, 刘芹, 丁玉龙. 信息安全专业计算机组成原理课程改革[J]. 计算机教育, 2023(05): 140-143
- [7] 罗杰, 张林, 秦臻, 等. 国外电子技术基础教材发展趋势[J]. 电气电子教学学报, 2023(45): 213-217
- [8] 卜静武, 周济人, 徐波. “00后”大学生学习建筑材料课程教学改革[J]. 教育教学论坛, 2020(32): 177-178
- [9] 张静, 张蓓, 王建华, 等. 卓越工程师培养背景下的少学时“数字电路”教学改革[J]. 工业和信息化教育, 2023(06): 61-64