

AI 重构高级计算机系统结构课程教学实践

何利 唐述 陈鹏 沈靖程

重庆邮电大学计算机科学与技术学院 重庆 400065

摘要: 高级计算机系统结构课程作为构建数智基础设施的核心知识载体,其教学改革对于培养具备系统思维与创新能力的高层次人才具有重要战略意义。针对传统课程存在的痛点,本文提出了一种基于 AI 的课程重构方案。该方案坚持“以学生为中心、以产出为导向、以创新为核心”的教育理念,依托数智化转型趋势,将 AI 技术贯穿课程全流程。教学内容层面,依据“三层三阶”耦合的知识体系,实现夯实核心知识和与 AI 深度融合。在教学模式层面,构建 AI 驱动的混合教学模式,实现因材施教与精准导学。在评价机制层面,构建三位一体的多元评价体系。同时,通过组建多元的教学团队、搭建 AI 教学平台、建设动态更新的课程资源库,形成完善的保障机制。该重构方案将传统体系结构与 AI 驱动的新型计算范式深度融合,真正实现从“知识普及、能力培养、伦理引导”三方面对未来数字公民的协同培养,为未来芯片与系统领域的人才培养提供了可资借鉴的实践路径。

关键词: 高级计算机系统结构; 课程重构; 人工智能赋能教学; 人才培养

Reconstruction of Teaching Practice for Advanced Computer Architecture Course based on AI

Li He Tang Shu Peng Chen Jingcheng Shen

College of Computer Science and Technology (Model School of Software), Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China

heli@cqupt.edu.cn tangshu@cqupt.edu.cn chenpeng@cqupt.edu.cn shenjc@cqupt.edu.cn

Abstract: As a core knowledge carrier for building digital and intelligent infrastructure, the teaching reform of the Advanced Computer Architecture course holds significant strategic importance for cultivating-level talents with systems thinking and innovative capabilities. Addressing the pain points of traditional courses, this paper proposes an AI-based course reconstruction scheme. Adhering to the educational philosophy of “student-centered, output-oriented, and innovation-core”, and relying on the trend of digital and intelligent transformation, the scheme integrates AI technology throughout the entire course process. In terms of teaching content, it implements the consolidation of core knowledge and deep integration with AI based on a “three-layer, three-stage” coupled knowledge system. Regarding the teaching, it constructs an AI-driven hybrid teaching model to achieve personalized instruction and precise guidance. in the field of the evaluation mechanism, it builds a three-in-one multi-dimensional system. Meanwhile, by assembling a diverse teaching team, building an AI teaching platform, and constructing a dynamically updated course resource library, a comprehensive support mechanism is formed. This reconstruction scheme deeply traditional architecture with the new AI-driven computing paradigm, truly realizing the collaborative cultivation of future digital citizens from the three aspects of “knowledge popularization, ability cultivation, and ethical guidance,” providing a practical path worth referring to for talent cultivation in the future fields of chips and systems.

Keywords: Advanced Computer Architecture; curriculum reconstruction; AI-empowered teaching; talent cultivation

***基金资助:** 本文得到重庆邮电大学研究生《高级计算机系统结构》课程思政示范项目支持

***通讯作者:** 何利, heli@cqupt.edu.cn

1 引言

布的《关于推进教育数字化发展的实施意见》明确^[1]：至 2027 年需达成国家智慧教育平台资源的融通共享，构建泛在可及的终身教育体系。在“2025 年全国高等学校计算机教育高峰论坛”清华大学李兆麟教授从计算机系统结构课程的 AI 化重构切入，前瞻性提出“智能计算体系”教育新范式^[2]。显然以大模型为代表的 AI 技术正前所未有地改变计算机教育生态，如何引导学生深入理解代码背后的系统运行机理，如何提升学生应对日益复杂工程问题的分析、设计与实现能力^[3]，成为计算机系统能力教学必须面对的时代课题。

2 研究现状

高级计算机系统结构是计算机科学与技术专业研究生的必修基础课程，已经按照传统教学模式执行了近 20 年的时间，虽然经历了教材、教学内容、教学模式的一系列改革，但是基本的模式并没有发生质的变化，AI 的出现，不仅仅是计算机系统结构知识的变化，更是对课程的各个方面提出了新的挑战，下面将简单总结课程的现状。

(1) 课程教学内容

高级计算机系统课程的教学内容包括指令集、流水线、缓存一致性、内存模型、互连网络等多个完全不同系列的子系统知识或技术，性能问题则是制约这些技术知识的基本逻辑，更能直接干扰这些技术知识耦合的结果，显然，随着计算机系统技术的发展，传统教学难以让学生建立起系统性的性能分析视角。另外，学生还需要理解从晶体管延时（纳秒级）到数据中心集群调度（毫秒级）的巨大尺度跨越，难以建立直观的物理感觉。当前经典的教材（如《计算机体系结构：量化研究方法》（第 5 版））虽然奠定了坚实的理论基础，但其案例和数据往往滞后产业界至少 3-5 年。而研究生需要关注的是最新的芯片、最热门的 AI 加速器，这种教材与前沿技术的时间差让学生感觉学的是“博物馆里的计算机结构”。

(2) 课程教学模式

工业界最先进的微架构设计（如英伟达的 Blackwell、苹果的 M 系列芯片）的很多细节属于商业机密，老师难以了解内容，更不能让学生接触真实的设计决策过程，只能学习已公开的、相对成熟的技术，缺乏对前沿探索的感知。而且传统的课程设计也往往只是完成一个独立的模块设计（如设计一个缓存），然

党的二十届四中全会提出一体推进教育科技人才发展，深入实施教育数字化战略。教育部于 2025 年发后仿真验证其功能。学生缺乏从架构设计、实现、FPGA 验证、系统软件适配、性能调优的完整工程体验。

(3) 课程考核方式

传统的考核方式难以评估研究生的核心能力，也与教学过程的互动性形成矛盾。当前的课程考核仍以期末笔试为主要考核方式，侧重于对缓存映射、流水线冲突等静态知识的记忆和计算，无法有效评价学生的系统设计能力、性能调优能力、解决未知问题的能力等高阶思维。

(4) 教师角色

AI 强大的知识生成和整合能力对教师作为传统知识权威来源的地位产生剧烈冲击，倘若教学仍停留在事实性知识的单向灌输层面，其价值将大打折扣^[4-9]。显然，当前高级计算机系统结构课程的标准化教学过程与个性化发展要求之间存在深层矛盾，传统课堂统一的教材、进度和方式难以适应数字时代学生多样化的学习需求，传统以考试、论文为主的评价体系面临双重失灵，因为既难以有效甄别 AI 辅助下的学术诚信问题，也无法契合 AI 时代所需的高阶创新思维和复杂问题解决能力的考查需求。

3 AI 重构课程带来的挑战

当然，随着 AI 在课程教学各个环节的普及，也带来了新的、必须正视的问题。AI（特别是大模型）可以生成海量的信息和代码。学生面临的不再是“找不到资料”，而是“如何从大量 AI 生成的内容中筛选出正确、相关且高质量的信息”。这要求学生具备更强的批判性思维和信息甄别能力，而这本身就是一个教学难点。另一方面学生可能会过度依赖 AI 完成作业和实验，从而绕过对课程知识核心原理的深入思考和理解。同时，AI 会产生“幻觉”，提供错误的架构解释或代码，如果学生缺乏独立判断能力，就会被引入歧途。

因此在有限的教学时间内，让学生跨越抽象理论与复杂系统之间的鸿沟，在无法接触真实前沿硬件的情况下，获得解决真实系统问题的能力和对前沿领域的感知力，同时有效利用 AI 工具而不被其误导是教学改革需要重点突破的方向。

4 AI 重构课程设计

计算机系统结构承担了新质生产力数智基础的角色^[10]，作为生产力执行者的学生各种能力素养的养成

就至关重要。本文基于 AI 坚持“以学生为中心、以产出为导向、以创新为核心”，依托数智化转型趋势，将 AI 技术贯穿课程全流程，既保留高级计算机系统结构的核心知识体系（如指令集架构、存储层次、多核并行、体系结构优化等），又通过 AI 技术破解课程抽象难懂、前沿与现实脱节、学生主动性不足等痛点，设计了“知识传授、能力培养、价值塑造”三位一体的课程体系，重构教学框架，将传统体系结构与 AI 驱动的新型计算范式深度融合，为未来芯片与系统人才培养指明方向^[1]。真正实现对未来数字公民从“知识普及、能力培养、伦理引导”三方面协同推进。

4.1 内容重构

将 AI 融合和前沿引领结合，构建“三层三阶”知识体系，如图 1 所示。

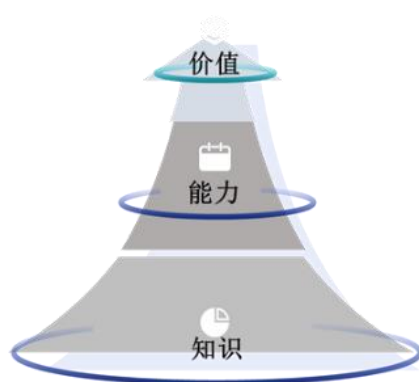


图 1. 三层三阶

打破传统课程“理论+实验”的线性内容结构，以“核心知识+AI 融合+前沿研究”为框架，构建“基础层、融合层、研究层”的三层结构，每一层对应“认知、应用、创新”的三阶能力要求，同时依托课程知识体系实现内容的结构化组织。如表 1 所示。

表 1. 部分课程教学内容

分类	内容
高级 ISA 设计	指令级并行 (ILP)、VLIW 编码等
开源指令集	RISC-V、OpenRISC 等
主存设计	DRAM(SDRAM/DDR)、SRAM 等
存储层次结构	SLC/MLC/TLC/QLC)
多核架构	Mesh、Ring、Crossbar、Tree 等
片上网络	同构多核、异构多核等
系统性能评价	CPI/IPC、吞吐量、延迟、带宽等

1. AI 夯实核心知识

继续夯实高级计算机系统结构的核心知识，同时结合 AI 工具优化知识的呈现方式，降低理解难度，如图 2 所示。



图 2. AI 赋能计算机系统结构基础知识

2. AI 强化实践应用

将 AI 工具、方法融入核心技术模块，实现“学用结合”，同时挖掘学术科研与产业实践的驱动力，如图 3 所示。利用 LLM、机器学习、AI 仿真工具等实现体系结构仿真。把系统结构相关的复杂概念（如缓存一致性、分支预测、流水线冒险等），基于大语言模型的智能系统可以有效解决该问题，提供成本、高效率的解决方案。



图 3. AI 赋能计算机系统结构的实践应用

3. AI 培养科研能力

结合 AI 与体系结构领域的前沿热点，引导研究生开展创新性研究，衔接科研项目和产业需求，如图 4 所示。



图 4. AI 赋能科研能力提升

4.2 教学模式重构

AI 驱动+多元互动能够打破“教师讲授为主、学生被动接受”的传统模式，依托 AI 技术构建“线上+线下”“自主+互动”“科研+教学”等多元教学模式，强化师生联动、生生互动，提升教学效率和学习主动性。如图 5 所示。

4.3 评价机制重构

AI 的参与打破了“一考定终身”的传统评价模式，依托 AI 技术构建“过程性评价+终结性评价+创新性评价”的多元立体评价体系，实现评价的精准化、全面化、客观化，



图 5. AI 赋能教学模式重构

同时兼顾专业能力与思政素养的评价。如图 6 所示。该评价体系刚好契合了“三层三阶”的知识体系，实现了学生专业技能培养和思政培育的完美闭环。

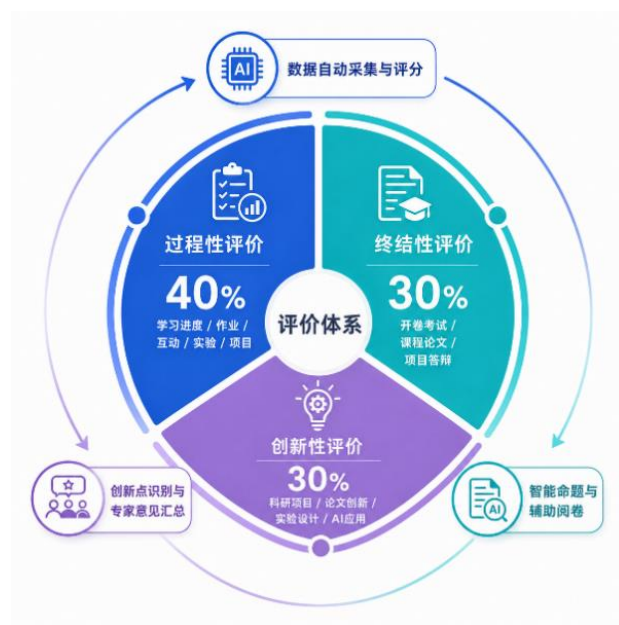


图 6. AI 赋能评价机制重构

4.4 重构保障机制

本课程将组建“专业教师+AI 技术专家+产业导师”的教学团队，加强教师 AI 技术培训，提升教师 AI 与课程融合的教学能力，鼓励教师开展 AI 赋能课程教学的研究，及时将研究成果融入教学实践，同时支持跨学科合作，完善教学团队结构。在此基础上，课程组搭建 AI 教学平台（整合 AI 助教智能体、知识图谱、学习分析等功能），提供稳定的实验环境（如开源 EDA 工具、Google Colab 等），依托学校智能教学平台（如“学在重邮”平台），实现课程资源的结构化上传和全流程在线化运行。同时课程组将持续不断建设 AI 融合的课程资源库（包括 AI 生成的教学视频、实验案例、文献资料、代码库等），联动科研项目、企业资源，引入产业实际案例和前沿研究成果，申请学校教研教改经费支持，用于课程资源数字化改造、AI 教学模块开发和平台应用培训，建立资源动态更新机制，及时补充新技术、新案例。

5 改革成效

本文所提改革方案在重庆邮电大学 2025 级研究生的教学过程中进行了实施，学生对课程满意度显著提升。

(1) 通过连续跟踪学生对课程满意度的调查，学生满意度从 91.13% 提高到了 96.34%，如表 2 所示，证明课程组实施的改革是符合学生期望的。

表 2. 课程学评教效果

学期	课程编号	课程名	评教得分	评教等级	教学满意度
20241	02201306	高级计算机系统结构	91.13 %	优	89.65 %
20251	02201306	高级计算机系统结构	96.34 %	优	92.37 %

(2) 学生课程成绩有明显提高, 表 3 展示了 2024 级和 2025 级学生的平时大作业成绩和卷面成绩情况, 显然学生对课程知识的接受度和认真程度不断提升, 育人成效明显。

表 3. 成绩对比

	平时成绩	卷面成绩
2024 级	86.56	75.76
2025 级	89.58	87.38

(3) 课程组教师的教学水平进行提高。课程组老师成功立项教学教改项目 2 项, 如表 4 所示。

表 4. 课程组老师教改项目

项目名称	立项单位	时间
破解 AI 时代“系统思维赤字”计算机专业系统人才培养的路径探索与实践	重庆邮电大学	2025 年
高级计算机系统结构课程思政建设项目	重庆邮电大学	2024 年

6 总结

本文通过对高级计算机系统结构课程现状的研究, 设计了 AI 赋能课程教学全流程、核心知识与前沿创新深度融合、理论学习与科研无缝衔接的重构思路。通过重构课程内容、教学模式、评价机制, 破解传统课程的痛点, 既保留体系结构的核心本质, 又充分发挥 AI 技术的优势, 实现“因材施教、精准教学、创新育人”的目标。最终培养具备系统思维、AI 应用能力和科研创新素养的研究生, 为计算机领域的科研创新和产业发展提供人才支撑, 助力国家高水平科技自立自强战略的实施。

参考文献

- [1] 教育部等九部门. 关于加快推进教育数字化的意见 [EB/OL]. 北京: 中国政府网, 2025.4.11. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202504/content_7019045.htm
- [2] 杭州师范大学信息科学与技术学院. 2025 年全国高等学校计算机教育高峰论坛在杭州成功举办——聚焦人工智能通识教育, 共探数智人才培养新路径[EB/OL]. 杭州: 杭州师范大学信息科学与技术学院官网, 2025.8.6. <https://hise.hznu.edu.cn/c/2025-08-06/3100488.shtml>
- [3] Ma Y, Su Y, Li M, et al. Preparing Students for an AI-Driven World: Generative AI and Curriculum Reform in Higher Education[J]. Frontiers of Digital Education, 2025, 2(4): 30.
- [4] 罗丹, 崔晓晖, 陈志泊. AI 赋能“数据库原理与应用”课程思政教学改革与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2026,14(1):73-77.
- [5] Wu L, Cai G, Xi L. Research and Practice on AI-driven Courses Reform under the Perspective of Education 4.0[C]//Proceedings of the 5th International Conference on Internet, Education and Information Technology (IEIT 2025). Atlantis Press, 2025: 638-644.
- [6] 郑洵, 王志军, 苏丽梅, 等. AIGC 支持下的项目式学习研究[J]. 数字教育, 2025, 11(1): 54-59.
- [7] 夏禹超, 周平. AI 驱动下《数据结构》教学模式创新研究[J]. 计算机技术与教育学报, 2026,14(1):107-112.
- [8] 牟舒, 陈晓冉, 周德青. 生成式人工智能赋能教学设计分析: 需求、方法与展望[J]. 开放教育研究, 2025, 31(1): 61-72.
- [9] 雷擎, 杨向峰, 李海峰. 面向 AI 创新人才培养的 NLP 课程教学改革与探索[J]. 计算机技术与教育学报, 2025,13(6):103-108.
- [10] 邓倩妮, 林新华, 孔令和. 智能时代下计算机系统结构课程的重构与教学设计[J]. 高教学刊, 2024, 10(35): 42-45.
- [11] Lee J, Wang Y, Zhang X, et al. LitterBox: A Teaching Assistant ChatBot for Computer Organization and Architecture[C]//Proceedings of the 2025 IEEE International Conference on Computer Architecture Education (ICAE). IEEE, 2025.