

双元协同与智慧赋能：软件构造课程的AI增强型教学框架设计

陈 岩 王晓峰 许 强 王仁宝 屠 菁 华珊珊
张 琛 张艳明

合肥大学人工智能与大数据学院，合肥

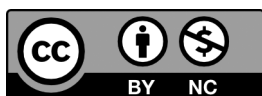
摘 要 | 软件构造作为计算机类专业课程，其教学质量直接影响学生从程序设计向系统性软件开发过渡的能力。针对传统教学理论与实践脱节、教学方法单一、评价体系僵化等问题，本文融合“双元制”教育模式与AI技术优势，提出一种AI增强型教学框架。该框架以校企双元协同为基础，整合“二维三段四环”结构与翻转课堂理念，通过智能备课系统、个性化学习路径、全流程项目驱动、动态评价机制等创新设计，实现教学内容与产业需求的精准对接、教学过程的智能化适配、教学评价的立体化覆盖。该框架能有效提升学生的工程实践能力与创新思维，为计算机类专业课程的教学改革提供可复制的范式。

关键词 | 软件构造；双元制；AI智慧教学；教学框架；工程教育认证

Copyright © 2025 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



1 引言

近年来，国家对AI教育的重视程度不断提升。例如，《安徽省加快推动“人工智能+”行动方案》明确提出“赋能教育、医疗等民生刚需领域，打造领先的软硬件产品并实现产业化”^[1]。同时，《中小生成式人工智能使用指南（2025年版）》^[2]强调生成式AI在教育中的规范化应用，为高校课程改革提供了政策依据。

软件构造课程教学有助于提升学生的软件设计思维与工程实践能力，其教学改革是软件工程教育领域的重要方向。随着《华盛顿协议》^[3]对工程教育认证标准的推进，以及AI技术在教育领域的深度渗透，传统以理论讲授为主的教学模式已难以满足产业对复合型软件人

才的需求。“双元制”教育模式^[4]通过校企协同实现理论与实践的无缝衔接，为课程改革提供了机制保障。而“二维三段四环”框架与翻转课堂、混合式教学模式的结合，则为AI技术赋能教学过程提供了路径支撑。当前，软件构造课程面临三重矛盾：一是课程内容的稳定性与软件技术快速迭代的矛盾；二是班级授课制的统一性与学生个性化需求的矛盾；三是终结性评价与工程能力培养目标的矛盾。

本文基于上述背景，构建面向软件构造课程的AI增强型教学框架，通过双元协同与智慧赋能的双重作用，破解传统教学困境，为培养适配产业需求的高素质软件人才提供解决方案。

基金项目：安徽省省级质量工程项目（2024oijy264）。

通讯作者：陈岩，合肥大学，讲师，博士，研究方向：计算机视觉。

文章引用：陈岩，王晓峰，许强，等. 双元协同与智慧赋能：软件构造课程的AI增强型教学框架设计[J]. 教育研讨, 2025, 7(7): 768-771.

<https://doi.org/10.35534/es.0707146>

2 理论基础与现实困境

2.1 软件构造课程的技术特点与教学需求

软件构造课程的核心目标是培养学生运用设计模式、架构思想、测试方法解决复杂工程问题的能力，其教学内容涵盖从需求分析到软件部署的全流程，具有理论抽象性与实践工程性高度融合的特点。课程的技术原理包括模块化设计、设计模式、软件测试、增量迭代开发等，要求学生具备扎实的理论基础和较强的实践能力。此外，随着DevOps、云原生架构等新兴技术的发展，课程内容需紧跟产业趋势，培养学生的技术前瞻性。

2.2 AI教育应用的理论模型

认知负荷理论（CLT）^[5]指出，人类工作记忆的容量有限，教学过程中需合理分配认知资源以避免负荷超载。AI技术通过智能分析学生的学习行为数据，可动态调整教学策略，优化认知负荷分配。例如，基于红外传感技术的计算机辅助教育认知负荷检测研究^[6]，可实时监测学生的认知负荷状态，为个性化教学提供依据。此外，生成式AI与核心编程基础的融合教学方法，通过分阶段引入专项训练，可有效提升学生的编程技能与AI工具使用能力。

2.3 传统教学模式的局限性

传统教学模式在应对软件构造课程的教学需求时，暴露出多方面的局限^[7, 8]。在教学内容上，过度侧重经典设计模式与算法的理论讲解，对AI驱动的自动化测试、分布式系统架构等新兴技术覆盖不足，与企业真实项目需求存在显著差距。教学方法以单向讲授为主，学生被动接受知识，缺乏类似企业项目开发中的团队协作与问题解决训练，即使是实践环节也多局限于小型示例，难以培养复杂工程问题处理能力。评价体系依赖期末笔试与单一实验报告，无法全面反映学生在需求分析、架构设计、代码质量优化等方面的综合素养，与工程教育认证所要求的“产出导向”“持续改进”理念相悖。

3 AI增强型教学框架的构建

3.1 框架设计理念

AI增强型教学框架以“双元协同、智慧赋能”为核心理念，将“双元制”的校企协同机制作为人才培养的制度基础，将AI技术作为提升教学精准度与效率的工具支撑，将项目驱动作为贯穿教学全过程的实践载体。一方面，通过企业深度参与课程体系设计、实践环节指导、评价标准制定，确保教学内容与产业需求同频；另一方面，借助AI大模型与智能教学平台，实现教学资源智能生成、学习过程的精准适配、评价

反馈的实时动态，解决传统教学中“因材施教”难的问题。

3.2 框架结构与实施路径

AI增强型教学框架整合“二维三段四环”结构与翻转课堂流程，形成“双元维度—三段教学—四阶闭环”的立体化实施路径。

3.2.1 双元维度：教师端与学生端的AI协同

（1）教师端AI支持

①智能备课系统：集成AI大模型与课程资源库，自动生成教案、课件与项目案例。例如，输入“汽车制造数字孪生软件系统架构设计”主题，AI可生成需求分析文档模板、架构图示例、测试用例集，并关联设计模式知识点。同时，系统自动抓取企业最新项目案例（如汽车E/E平台的架构升级方案），确保教学内容与产业需求同步。

②教学决策辅助：基于学生预习数据（如测试错题分布），AI推荐课堂重点讲解内容。例如，若80%学生在“工厂模式与抽象工厂模式辨析”中出错，系统自动推送对比案例与互动练习。

（2）学生端AI支持

①个性化学习路径：AI根据学生知识掌握度（如算法基础测试成绩）生成学习计划。例如，对数据结构基础薄弱的学生，优先推送“链表在软件模块设计中的应用”前置资源。同时，结合认知负荷理论，动态调整学习资源的呈现方式，避免工作记忆超载。

②智能开发助手：在编程实践中，AI实时代码审查工具（如Sonar的AI Code Assurance）实时提示代码规范（如命名规则）、检测设计缺陷（如模块耦合度过高），并提供重构建议。此外，AI工具可自动生成测试用例，覆盖单元测试、集成测试等场景，提升代码质量。

3.2.2 三阶段教学流程

（1）课前：精准预备

①教师通过AI工具发布预习任务：包括微视频（如软件架构设计步骤）、在线测试（如设计模式匹配题）、项目需求文档（如汽车订单系统模块开发）。学生通过AI助手完成预习，例如使用AI解析需求文档中的业务流程，生成思维导图；对不懂的概念，触发AI答疑（如“什么是依赖注入？”）。

②AI收集预习数据，生成学情报告：如学生未掌握迭代开发流程，为教师调整教学重点提供依据。同时，系统自动分析学生的认知负荷状态，对高负荷学生推送简化版学习资源。

（2）课中：深度互动

①理论深化：教师结合AI生成的典型错误案例（如学生代码中的单例模式线程安全问题），采用小组讨论方式分析原因，AI实时推送相关技术博客与企业解决方

案。例如，针对测试驱动开发（TDD）难点，系统推送企业级TDD实践视频与案例分析。

②项目实践：以团队为单位开发项目模块（如汽车E/E平台的安全模块），AI辅助进行模块划分合理性检测、接口设计规范性评估，并记录团队协作数据（如代码提交冲突率）。企业导师通过AI平台远程指导，实时点评学生的设计思路。

③动态反馈：通过AI互动平台（如弹幕提问、实时投票）收集学生疑问，教师现场解答。对复杂问题，AI生成分步解析思路。例如，在架构设计环节，AI工具自动分析学生提交的架构图，检测潜在性能瓶颈并提供优化建议。

（3）课后：巩固提升

①学生完成AI推送的分层任务：基础层为代码优化（如重构课堂项目中的冗余代码），进阶层为技术拓展（如集成AI自动化测试工具）。AI工具根据学生完成情况生成个性化评语，如“你的架构设计符合高内聚原则，但测试覆盖率需提升至80%”。

②组织线上复盘会：AI汇总项目开发中的共性问题（如需求理解偏差），引导学生反思改进。同时，系统自动生成项目开发全流程报告，记录学生的代码提交频率、测试通过率等数据，为过程性评价提供依据。

3.2.3 四阶闭环机制

（1）智能备课环节

融合工程教育认证理念，AI基于课程目标与毕业要求，自动匹配教学内容与思政元素。例如，在讲解软件测试时，嵌入“工匠精神”案例（如汽车软件的零缺陷测试标准），培养学生的责任意识。

（2）精准教学环节

通过AI实现“千人千面”的教学实施，对理论薄弱的学生，推送基础概念动画；对实践能力强的学生，开放企业级API接口供技术探索。例如，在微服务架构章节，AI工具为进阶学生提供Spring Cloud实战案例与代码示例。

（3）动态评价环节

构建多维度评价体系，包括过程性评价（如AI记录的预习完成度、课堂互动参与度、项目迭代质量、团队贡献度）和终结性评价（如基于企业真实项目案例的综合开发、AI辅助评估架构合理性、代码效率、测试完整性）。此外，引入企业导师评分，重点考察学生的职业素养与问题解决能力。

（4）持续改进环节

AI分析教学数据，形成改进报告，例如“设计模式章节的学生通过率低于60%，建议增加案例实操课时”。教师结合企业导师反馈（如“学生对微服务架构理解不足”），更新教学内容与项目案例。同时，定期开展数据安全审计，确保学生代码数据的隐私保护。

4 实践路径与创新举措

4.1 项目驱动教学

项目驱动教学作为框架的实践核心，以企业真实项目为载体，贯穿教学全过程。例如，在智能网联汽车软件系统模块开发中，学生团队从需求分析阶段就运用AI工具生成用例图与业务流程图，在设计阶段通过校企导师指导确定架构方案，开发过程中严格遵循企业代码规范，AI工具实时检测代码缺陷并提供重构建议，测试阶段采用企业级测试工具与AI生成的测试用例，确保软件质量。通过项目全生命周期实践，学生不仅掌握了软件构造的核心技术，还培养了团队协作、项目管理等职业素养。

4.2 智能评价体系与持续改进机制

框架突破传统评价模式，构建融合AI技术与企业标准的动态评价体系。在过程性评价中，长江雨课堂记录学生的在线学习时长、资源访问轨迹、互动讨论贡献度，AI工具分析项目代码的规范性、测试覆盖率、架构合理性，生成个性化能力画像；企业导师则从职业素养角度评价学生的沟通能力和问题解决效率与责任意识。终结性评价采用项目答辩形式，学生展示完整项目开发成果，校企评委依据企业岗位能力要求进行提问与评分，重点考察知识综合运用与创新能力。

持续改进机制依托“评价—反馈—优化”闭环，AI工具定期分析教学数据，如设计模式章节的学生通过率、项目开发中的常见架构问题等，生成改进报告；课程组结合企业最新技术动态与人才需求变化，更新课程模块与实践项目，如引入区块链在软件安全中的应用案例，确保教学内容始终紧跟产业发展。此外，建立数据安全治理体系，采用区块链技术加密学生代码数据，明确数据使用范围，防范隐私泄露风险。

4.3 生成式 AI 在代码修复与架构设计中的应用

蚂蚁集团的CGM模型^[9]通过融合代码图模态与大语言模型，实现了对代码仓库结构的深度理解，可直接定位并修复复杂架构中的设计缺陷。在软件构造课程中，学生可借助该模型分析项目代码的依赖关系，自动生成优化建议。此外，Sonar的AI CodeFix工具可针对代码中的安全漏洞生成修复方案，帮助学生提升代码质量。

5 结论与展望

AI增强型教学框架通过双元协同与智慧赋能的深度融合，能够有效破解软件构造课程的传统教学困境，实现教学内容与产业需求的精准对接、教学过程的个性化适配、评价体系的立体化转型。未来，将进一步深化生成式AI在架构设计自动生成、复杂工程问题解决中的应用，拓展框架在软件工程课程群中的协同效应，构建校企共建、动态更新的AI教学资源生态，为工程教育认证

导向下的专业核心课程改革提供更具操作性的范式。随着AI技术的不断发展，软件构造课程的教学改革将面临更多机遇与挑战。未来研究将聚焦于以下方向：一是探索生成式AI在软件架构自动设计中的应用，结合企业级项目案例优化模型性能；二是构建跨学科的AI教学资源库，整合计算机科学、教育学、心理学等多领域知识；三是加强AI伦理教育，培养学生的责任意识与数据安全意识，确保技术应用的合规性与可持续性。通过持续创新与实践，软件构造课程的AI智慧教学将为培养适应智能时代需求的高素质软件工程人才提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 张玉莲. 合肥将率先实施“人工智能+”赋能工程[N]. 合肥日报, 2025-03-29(002).
- [2] 兰国帅, 肖琪, 宋帆, 等. 中小学人工智能教育双指南协同育人体系建构: 核心内容、差异定位与实践路径[J]. 中国教育信息化, 2025, 31(6): 69-78.
- [3] 李明. 后《华盛顿协议》时代我国高等工程教育质量治理探究: 内涵诠释、环境剖析与战略构想[J]. 高等建筑教育, 2023, 32(5): 31-38.
- [4] 王仁宝, 王晓峰, 张慧. 面向新工科的现代产业学院建设探索——以合肥学院大众学院为例[J]. 应用型高等教育研究, 2023, 8(1): 1-4.
- [5] Sweller J. Cognitive load theory [M] // Psychology of learning and motivation. Academic Press, 2011(55): 37-76.
- [6] Karmakar S, Pal T, Koley C. Detection of cognitive load during computer-aided education using infrared sensors [J]. Cognitive Neurodynamics, 2025, 19(1): 58.
- [7] 陈岩, 许强, 徐立祥, 等. 认证导向下基于翻转课堂和混合教学模式的软件构造课程教学实践[J]. 教育研讨, 2022, 4(3): 308-312.
- [8] 陈岩, 王晓峰, 许强, 等. “双元制”视角下“软件构造”课程教学改革路径与方法[J]. 教育研讨, 2025, 7(1): 74-78.
- [9] Tao H, Zhang Y, Tang Z, et al. Code Graph Model (CGM): A Graph-Integrated Large Language Model for Repository-Level Software Engineering Tasks [J]. arXiv preprint arXiv: 2505.16901, 2025.

Dual-Element Collaboration and Intelligent Empowerment: Design of an AI-Enhanced Teaching Framework for the Software Construction Course

Chen Yan Wang Xiaofeng Xu Qiang Wang Renbao Tu Jing Hua Shanshan
Zhang Chen Zhang Yanming

School of Artificial Intelligence and Big Data, Hefei University, Hefei

Abstract: As a core course for computer-related majors, Software Construction directly influences students' ability to transition from programming to systematic software development. To address issues such as the disconnection between traditional teaching theory and practice, the monotony of teaching methods, and the rigidity of evaluation systems, we integrate the strengths of the “dual-system” education model with AI technology, and propose an AI-enhanced teaching framework. Based on uni-enterprise dual-element collaboration, this framework integrates the “two-dimensional, three-stage, and four-loop” structure with the concept of flipped classroom. Through innovative designs including intelligent course preparation systems, personalized learning paths, full-process project-driven approaches, and dynamic evaluation mechanisms, it achieves accurate alignment between teaching content and industrial needs, intelligent adaptation of teaching processes, and multi-dimensional coverage of teaching evaluation. This framework can effectively enhance students' engineering practice capabilities and innovative thinking, providing a replicable paradigm for the teaching reform of computer-related professional courses.

Key words: Software construction; Dual-system; AI-Enabled intelligent teaching; Teaching framework; Engineering education accreditation