

案例-项目-实战：师生机协同构建教学闭环^{*}

汪淼 钟娟 孙全玲 梁祥莹

安徽建筑大学电子与信息工程学院，合肥 23060

摘要：大型语言模型（LLMs）的兴起对高校程序设计课程带来学生实践能力弱、综合素养不足与编码安全风险等多重挑战。本文以《程序设计基础》为例，构建“案例导学-分组实践-人机协同”教学模式，通过重构知识体系、融入递进式综合案例与多资源库，实施课内案例驱动与课后分组协作，强化计算思维与工程实践能力。引入LLMs作为分阶段智能助手，在教师主导下建立“师生机协同”教学闭环，有效提升学生批判性思维、问题解决能力及安全编码意识。

关键词：知识重构，案例教学，虚拟项目，人机协同，教学闭环

Case-Project-Practice: A Faculty-Student-Machine Triad for a Pedagogical Cycle

Miao Wang Juan Zhong Quanling Sun Xiangying Liang

School of Electronics and Information Engineering, Anhui Jianzhu University, Hefei, 230601, China

Abstract--The rise of Large Language Models (LLMs) poses multiple challenges to programming courses in higher education, including weakened practical skills, insufficient comprehensive competence, and coding security risks among students. Using the course "Fundamentals of Programming" as an example, this paper constructs a teaching model characterized by "case-guided learning, group practice, and human-machine collaboration." By restructuring the knowledge system and incorporating progressive comprehensive cases and multi-resource libraries, the model implements case-driven in-class teaching and after-class group collaboration to strengthen computational thinking and engineering practice capabilities. LLMs are introduced as phased intelligent assistants, establishing a "faculty-student-machine collaborative" teaching loop under the guidance of instructors, effectively enhancing students' critical thinking, problem-solving skills, and awareness of secure coding.

Keywords--knowledge restructuring, case-based teaching, virtual project, human-AI collaboration, teaching closed-loop

1 引言

近年来，以DeepSeek、ChatGPT等为代表的大型语言模型（LLMs）在代码生成与理解方面展现出卓越能力，深刻重塑了软件开发的实践范式。这一技术浪潮不可避免地席卷至高等教育领域，对高校传统的程序设计类课程如程序设计基础、数据结构等带来了前所未有的冲击与机遇。一方面，LLMs能高效完成基础语法练习、简单算法实现乃至小型项目代码，显著降低了入门门槛，但也引发了关于学生动手实践能力弱化、独立思考缺失及学术诚信保障等严峻挑战，传统基于代码输出的考核评价体系面临失效风险。课程核心亟需从低层次的“语法熟练度”和“代码产出”训练，转向高层次的计算思维培养、复杂问题分解、算法创新设计、系统架构能力、代码审查与调试技艺，

以及人机协同编程策略^[1]。

2 高校程序设计的课程目标

为培养能够解决复杂工程问题的应用型信息人才，以C语言为范例的程序设计课程应确立知识、能力、价值三维目标体系。

① 知识目标重在学习基本知识。包含掌握C语言的基本知识、语法、数据类型、运算、控制结构、模块化设计方法、文件处理流程等。

② 能力目标旨在培养计算思维。能够分析程序、设计算法、编写代码、调试运行、优化改进等。

③ 价值目标重在落实立德树人。培养严谨细致的态度、团队合作的意识、持续学习的能力及实践创新的精神。

3 程序设计课程的现状与挑战

《C语言程序设计》作为计算机及相关专业重要的基础核心课程，是培养学生计算思维、系统能力及解决复杂工程问题能力的基石。然而，传统的教学模

***基金资助：**本文得到中国建设教育协会教育教学科研课题（2023064）、安徽建筑大学校级重点教学研究项目（2023jy17）、安徽建筑大学校级数字教材（2024jcsj085）、安徽建筑大学校级数字教材（2024szjc01）、安徽省“六卓越一拔尖”项目（2024zybj019）以及安徽建筑大学校级线下课程（2023xxkc06）项目资助。

式在面对新工科建设要求和以大型语言模型（LLMs）为代表的人工智能技术冲击下，存在以下问题：

① 概念理解与实践脱节：C 语言基础语法简洁，但指针、数据结构等复杂概念抽象。课程若偏重理论、缺乏案例与项目支撑，学生难以深入理解和综合应用知识^[2]。

② 工程实践与能力短板：学时限制使大一学生难以参与真实项目，导致计算思维、工程思维及综合解决问题能力明显不足。

③ 模型依赖与安全隐忧：LLMs 生成的底层 C 代码易忽视健壮性与安全性，而教学过程中相关指导不足，易使学生形成不安全编码习惯。

基于此，教学过程中面临的主要问题包括：

① 课程内容案例与项目缺位，制约编程能力提升。

② 实战经验匮乏，影响复杂问题解决能力形成。

③ LLMs 使用不当，潜藏编码安全风险与思维惰性。

4 教学创新与实践

4.1 创新理念与整体框架：构建“案例-项目-实战”师生机协同闭环

针对教学过程中出现的问题，课程秉持“以学生为中心，教师为主导”的教学理念，将“知识传授”转变为“知识探究”，强调在教学过程中的引导作用，促使学生从对知识的“被动接受”转变为“主动学习”，构建案例-项目-实战，师生机协同的教学闭环模式。

（1）知识重构，案例贯通

采用知识图谱技术对课程内容进行重构，构建起可视化的知识架构，以促进学生自主规划学习路径；进一步对知识点进行分类，形成系统的课程逻辑框架；将日常生活场景归纳为六大应用领域，并与核心知识点进行精确映射；设计七个递进式的综合案例，全面覆盖所有知识点，实现案例与知识之间的双向互动。

（2）案例导学，项目分组

建设“工程案例库-竞赛项目库-思政资源库”三位一体资源体系。实施“案例拆解（课堂）-项目实战（课后）”双轨教学策略：精选具有代表性的工程案例，通过场景还原→模块拆解→问题复现的步骤，为基于问题的学习（Problem-Based Learning, PBL）教学模式提供支撑；设计与案例教学进度相匹配的阶梯式分组项目任务；在“案例分析-项目实现”的闭环过程中，加强工程思维与计算思维的培养。

（3）人机协同，赋能高阶

LLMs 深度融入教学全流程（基础→思维→项目），作为智能助手支持知识探索、思维训练与项目实践。在教师引导下，利用 LLMs 培养批判性思维、促进知识拓展、淬炼实战技能，最终达成师生机协同闭环^[3]。

4.2 教学创新的实施路径

（1）知识图谱重构与案例化教学实施

知识图谱凭借其网络结构的特性，能够清晰地揭示知识点间的内在联系，进而促进学生自主构建知识体系。在此框架内，课程内容被逻辑性地划分为两个主要模块：其一为数据组织模块，该模块涵盖基础数据类型、结构体以及内存管理等核心概念；其二为程序设计模块，该模块包含控制结构、函数封装以及文件操作等关键技能。

将抽象概念与日常生活场景相结合，归纳出六大实际问题领域，并与核心知识点相对应。通过案例驱动的教学方法，旨在培养计算思维（逻辑分解）、工程思维（模块化设计）以及创新思维（解决方案优化）。如表 1 所示。

表 1 问题、知识点与思维类型的对应关系

问题分类	核心知识点	思维类型
简单工具开发	变量与数据类型、输入输出、控制结构、函数	计算思维+工程思维
逻辑判断问题	控制结构	计算思维+工程思维
数据统计、分析问题	数组、结构体、函数	计算思维+工程思维
高效资源操作问题	指针、动态内存管理	计算思维+工程思维
存储问题	结构体、文件	计算思维+工程思维
小型管理系统	结构体、函数、文件	计算思维+工程思维 +创新思维

削减基础知识点的教学课时，以便释放更多时间对七个综合案例进行深入剖析，进而构建起“基础模块与案例拓展相结合”的课程体系。

在课堂教学过程中，重点阐释关键知识点、普遍存在的难点以及典型易错点，以此来强化核心技能的培养。调整情况如表 2 所示。

（2）三库支撑下的案例导学与分组实践

丰富工程案例库、竞赛项目资源及思想政治教育资源库。工程案例库作为支撑课堂案例教学的重要组成部分，对于培养学生的计算机思维与工程思维具有积极作用；竞赛项目资源的充实则有利于激发学生的创新思维；而思政案例库的完善，对于实现立德树人的教育目标具有重要意义^[4]。

① 工程案例导学：培养计算思维与工程思维。以行业应用系统（例如网络设备管理、智能交通调度）

表 2 学时与内容调整情况

序号	主要教学内容(章)	线下学时	弱讲学时(讲授内容)	精讲学时(讲授内容)	累计变化
1	第一章为什么 要学 C 语言	2	0.5 (C 语言背景)		-1.5
2	第二章 C 数据 类型	2	0		-2
3	第三章简单的 算术运算和表 达式	2	0.5 (运算符优先 级和结合性等易 错点)		-1.5
4	第四章键盘输入 和屏幕输出	2	1 (格式化输入 输出陷阱)	2 (案例 1:设 计简易计算 器)	+1
5	第五章选择控 制结构	4	1 (switch 判断 以及嵌套)	2 (案例 2:设 计商场打折季 的折扣率)	-1
7	第六章循环控 制结构	4	1 (转向语句)	4 (案例 3:设 计一个小型数 据统计系统)	+1
8	第七章函数	6	4 (存储、传递、 带参数宏的陷 阱、条件编译、 调试的技巧)	4 (案例 4:用 函数调用实现 案例 3)	+2
9	第八章数组	4	1 (动态存储、 越界问题)	3 (案例 5:利 用数组实现案 例 4)	
10	第九章指针	4	6 (指针与二位 数组的关系、指 针与字符串、动 态内存分配)	8 (案例 6:简 易网络设备管 理系统——综 合运用数组、 指针和字符串)	
11	第十章字符串	4			
12	第十一章指针 和数组	6			
13	第十二章结构 体和共同体	4	4 (结构体与共 用体内存特性、 文件 fread/fwrite 底 层缓冲机制)	6 (案例 7:网 络设备管理系 统——对案 例 5 的扩展)	+2
14	第十三章文件 操作	4			

为研究背景，通过案例驱动的教学方法，引导学生从功能实现目标逆向推导所需的知识点，强化理论与实践的结合，分组合作开发小型系统，借助 AI 工具优化框架，提升工程实践能力。

② 竞赛项目实践：激发创新思维。整合教育部 A/B 类赛事核心算法，包括机器人路径规划、救援仿真决策等，通过课堂 3 分钟思维拓展讨论赛题关键算法，以启发优化思路。课后分组实现算法模块，增强技术挑战性，激发学生的创新潜能^[5]。

③ 思政资源融合：落实立德树人在思政案例库中，汇集了包括新兴技术、时事热点以及资深科学家的轶事等多种内容。通过将时事热点与技术进步相结合，构建案例教学模块，课堂上通过案例分析与团队合作

的方式，旨在培养学生的价值观念和社会责任感。

(3) LLMs 赋能的探究式学习与虚拟实战

大语言模型深度整合至教学的全过程中，涵盖从基础知识学习、编程思维培养，直至虚拟项目实战演练，逐步促进学生思辨能力与高级工程素养的提升。

① 探究式游戏促进思辨能力的提升：问题提出→分析→验证→校正。通过构建具有挑战性的探究式游戏，利用大型模型，课堂上随机挑选学生参与限时答题与代码校正活动。通过问题提出、分析、验证及校正等环节，增强学生对算法和模型的批判性判断能力。

② LLMs 辅助案例深化与架构设计：课程结束后，学生被要求对课堂案例进行深入的扩展研究。在此过程中，大型模型作为辅助工具，提供了系统架构和功能模块，而学生则需自主完善逻辑细节和算法设计。本教学策略鼓励学生进行分工合作，共同开发程序。通过翻转课堂的答辩、互换测试和评分等环节，促进了知识共享和思维的碰撞。该教学模式不仅提升了学生的判断力和问题解决能力，而且通过与 LLMs 的互动，培养了学生的创新思维和团队协作能力，为将来解决复杂工程问题打下了坚实的基础。

③ 虚拟实战项目：从需求分析到优化的全流程：针对高难度专业项目的分组开发，本文提出了一套完整的实战项目训练方案。在需求分析阶段，利用 LLMs 进行提问与反馈，以辅助学生明确项目目标；在任务分解阶段，通过 LLMs 的指导，学生能够将复杂项目拆解为可实现的子任务；在算法优化阶段，LLMs 提供优化建议，旨在提升代码效率和质量。通过这种实战项目训练，学生能够综合运用所学知识，解决实战经验不足和知识整合困难的问题，进而提高解决复杂问题的能力。

4.3 多元化过程性评价体系

针对前述课程教学中存在的概念理解脱节、工程实践短板等问题，单一终结性评价已无法适应课程教学目标。为此，本课程设计并实施了一套强调过程考核与能力评价的多元化评价体系，其核心在于加大过程性评价权重，并将项目实践与协作学习纳入核心评价范畴，以评促学，以评促教。具体实施方案如下：

① 成绩构成：构建完善的评价体系，使学生的学习成果得以量化。本课程的评价体系中，平时成绩与期末成绩的比例为 6:4，强调过程性评价的重要性。期末考核侧重案例分析、程序分析与编程实践，旨在深入考察学生的问题分析能力。

② 过程评价：为激发学生的学习积极性，本课程将讨论环节设定为总成绩的 5%，课堂表现占 10%，另加 5 次分组项目成绩。

③ 项目评价: 在全学期中, 学生需完成至少 5 次分组项目。在项目实践中, 教师扮演指导者和顾问的角色, 项目评分由教师评分、组间互评及组内互评三部分组成, 其权重比例为 3:4:3, 强调学生自我评价的重要性, 并在协作任务中设定明确的评价标准。学生和教师评分量化标准如表 3、4 所示。

④ 智能监测: 借助智能平台, 人工智能技术能够实时进行学业数据分析, 并跟踪学生的学习进度。通过精确监控学生日常学习活动, 包括作业和测验表现, 系统能够及时发现异常情况, 并向学生发出提醒, 以促进其端正学习态度。

表 3 学生分组任务评分量化标准

学生评价	个人贡献 (50%)	团队协作 (30%)	项目目标 (20%)
	代码质量、技术能力	沟通、协作、共享	达成度
优秀 ≥90	超额完成任务; 质量极高。	主动协调资源; 推动团队进步。	显著提升项目成功率。
良好 ≥80	按时完成; 质量达标。	积极参与协作; 沟通顺畅。	支持项目目标, 无明显短板。
一般 ≥70	基本完成任务; 但部分需返工。	完成协作义务; 主动性不足。	对项目贡献有限。
差 ≤70	任务延迟; 质量不达标。	协作能力弱; 影响团队效率。	拖后腿, 基本未达成。

5 课程创新成效

在教学改革实施“案例导学-分组实践-人机协同”的师生机协同闭环模式后, 成效显著, 主要体现在四个方面。

① 编程思维与习惯改善: 根据平台所提供的数据, 五次分组任务的平均得分率均超过 80%, 其中学习通统计显示学生对函数调用的掌握尤为出色, 这一点恰恰反映了学生在模块化设计方面的能力, 项目实践中测试意识增强, 代码风险降低。

② 综合解决问题能力增强: 通过设置跨学科且具有挑战性的问题, 验证学生分析解决复杂问题能力及计算思维的实质性提高。

③ 创新潜能有效激发: 思维拓展有效激发了学生的创新能力, 并在学科竞赛中取得丰硕成果。本校每年以 C 语言程序设计作为机器人创新实验室选拔的核

心考核内容, 择优吸纳学生开展创新研究。大一和大二为参赛关键阶段, 学生在蓝桥杯、机器人世界杯救援仿真等多项编程相关竞赛中表现突出。近四年, 共获国家级奖项 60 余项、省级奖项 110 余项, 申请软件著作权和专利 10 余项, 主持创新创业项目 10 余项。参赛类别从 4 项扩展至 15 项, 体现出思维广度与创新水平的显著提升。如图 1 所示。

表 4 教师评分量化标准

教师评价	需求分析 (10%)	交互过程 (30%)	成果展示 (40%)	心得体会(20%)
	完整性、清晰性、一致性、可行性	设计、开发、测试	分工、互评、答辩	真实性
优秀 ≥90	能覆盖用户需求; 描述明确、无歧义; 需求之间无矛盾; 技术、时间等可实现。	架构清晰, 设计合理; 代码规范, 性能优化; 测试用例覆盖率高。	组内分工合理; 互评合理; 对项目流程非常熟悉。	能够表达真实感受, 优缺点都涉及。
良好 ≥80	覆盖 80% 用户需求; 描述较明确、无歧义; 需求之间无矛盾; 技术、时间等可实现。	基本合理, 部分模块耦合度高; 代码可读性较好; 测试用例覆盖率高。	分工较合理; 互评较合理; 对项目整个流程可以说的较完整。	基本真实, 有自己的观点。
一般 ≥70	能覆盖 50% 以上用户需求; 描述基本明确、但不规范; 需求之间基本无矛盾; 技术可实现、时间有延迟。	设计非模块化; 能覆盖主要功能; 测试用例不足。	分工不均匀; 互评有刻意抬分; 基本描述项目流程。	套话较多, 体会不真实。
差 ≤70	覆盖 50% 以下用户需求; 描述明确、无歧义; 需求之间逻辑不清; 技术、时间不能实现。	设计无法实现需求; 代码无法运行存在严重缺陷; 测试未完成。	无分工或分工不明确; 互评不能体现公正; 对项目流程不熟悉。	虚假, 只提优点不提缺点。

④ 学习主动性与思辨力提升: 通过丰富的案例项目和教学方法的应用, 学生的学术参与度和主动性得到了显著提升。连续三届学生在话题讨论的数量上呈

现出逐年递增的趋势，案例教学与 LLMs 应用显著提升讨论参与度（近一年讨论量激增 6 倍），反映学生思考深度与主动性增强，如图 2 所示。

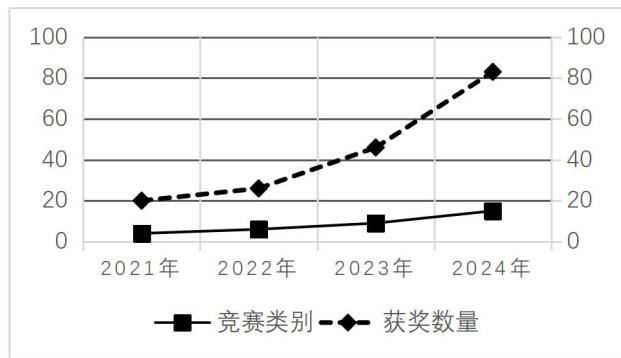


图 1 学生近 4 年竞赛获奖情况

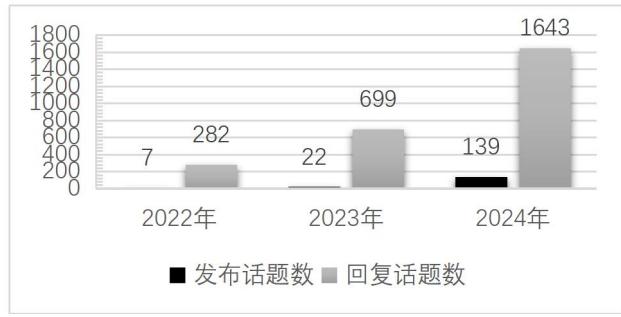


图 2 学习主动性提升情况

6 结束语

本研究聚焦大型语言模型（LLMs）兴起背景下高校程序设计课程所面临的实践能力弱化、综合素养不足及编码安全风险等现实挑战，以《C 语言程序设计》课程为例，构建并实施了“案例导学-分组实践-人机协同”教学模式。教学实践表明，该模式能够有效应对 LLMs 带来的冲击，促进学生从被动接受到主动探究、从代码实现到系统思维的转变，并在项目实践、学科竞赛与创新活动中取得显著成效。本课程已于学银在线开放多期，获评第三批国家级一流课程，相关模式已在《数据库系统》、《数据结构》等课程中推广。未来将进一步拓展人机协同深度，优化智能评价机制，持续推动程序设计类课程的高质量发展与数字化转型。

参 考 文 献

- [1] 王伟, 黄靓, 陈润源, 刘焕华. “人工智能 + 财经”复合型人才程序设计能力培养体系建设[J]. 计算机教育, 2023(1): 190-194.
- [2] 张先伟, 曲志坚, 张立红, 等. 程序设计能力培养体系建设与实践[J]. 计算机教育, 2019(9): 75-79.
- [3] 吴文涛, 刘和海, 白倩. 建设学习型大国: 以教育数字化践行中国式现代化[J]. 中国电化教育, 2023(03): 17-24+45.
- [4] 教育部高等学校教学指导委员会. 高等学校课程思政建设指导纲要[M]. 北京: 高等教育出版社, 2020.
- [5] 李永庆, 孙丽敏, 孙敏敏, 高颖, 张淑军. 国产化背景下 C 语言课程建设与创新实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2024, 12(05): 19-23.