

AI 协同教学在程序设计类课程教学中的应用场景研究*

刘凌 吴永芬** 施蕾 唐艳琴 胡超

陆军工程大学指挥控制工程学院, 南京 210000

摘要 针对传统程序设计类课程教学中教师主导灌输、抽象概念难具象、反馈滞后低效、学生被动学习的核心痛点, 本文以建构主义、认知负荷和社会建构主义理论为支撑, 提出“师生-AI-资源”四位一体协同教学模式。通过对比传统教学模式的局限, 结合程序设计类课程的特点, 设计并实践了覆盖课前、课中、课后全流程的AI融合应用场景。教学实践选取四个专业两个期班开展为期一学期的对照实验, 数据显示, 两个试验班在平均分、及格率和优良率三项指标上均优于对照班平均水平, 期末平均分较对照班分别高2.5分和4.82分; 及格率分别高3.69%和1.88%; 优良率分别高8%和29.15%。问卷调查结果表明, 39.13%的学生认为AI协同教学提升了问题解决效率, 23.91%的学生表示有助于理解复杂编程概念。该模式有效实现了“学生主动建构知识”的教育目标, 为程序设计类课程的智能化改革提供了理论与实践参考。

关键字 AI协同教学, 程序设计, 建构主义, 教学模式创新

Research on Application Scenarios of AI Collaborative Teaching in Programming Oriented Courses

Ling Liu Yongfen Wu Lei Shi Yanqin Tang Chao Hu

Command & Control Engineering College, Army Engineering University of PLA, Nanjing 210000, China
690972934@qq.com

Abstract—In the conventional instruction of programming-oriented courses, predominant challenges include teacher-dominated didactic lecturing, difficulties in concretizing abstract concepts, delayed and ineffective feedback, and passive learning. To address these core issues, this study proposes a quadruple integrated collaborative teaching model titled "Teacher-Leader-AI-Resources", which is grounded in Constructivist, cognitive load theory and social constructivism learning theory. By contrasting the shortcomings of traditional instructional paradigms and incorporating the distinct features of programming-oriented curricula, this research designs and implements AI-integrated teaching scenarios. We carried out a one-semester controlled experiment involving two classes from four majors. The two experimental classes earned 2.50 and 4.82 more points than the control class, with pass rates higher by 3.69% and 1.88%, and excellence rates up 8.00% and 29.15%. 39.13% students reported improved problem-solving efficiency under AI-assisted teaching, and 23.91% better grasped complex programming concepts. This method supports students' knowledge construction and guides intelligent transformation of programming teaching.

Keywords—AI collaborative teaching, programming education, constructivism, instructional model innovation

1 引言

程序设计类课程是计算机专业的基础核心课, 其教学本质在于帮助学生构建集逻辑思维、算法设计和代码实现于一体的认知链。然而现有教学模式在长期实践中暴露出若干局限性, 主要体现为以下三点: 首先, 现有教学课堂还是以问题讲解为主, 学生缺乏

主动构建知识的过程; 其次, 程序设计类课程普遍存在内容复杂、知识抽象的问题, 学生在学习的过程中会产生大量的外在负荷; 最后, 现有模式下课后作业与阶段性考核反馈周期较长, 学生难以获得实时、精准的学习反馈。

随着AI教育技术的快速发展, 以雨课堂AI学伴为代表的工具都具备了实时诊断、情景化反馈和个性化支架等能力, 为突破上述局限提供了技术路径, 且在一定程度上解决了程序设计类课程教学中的痛点问题。本研究基于建构主义、认知负荷等教育教学理论, 结合程序设计类课程教学过程中的痛点问题, 使用AI技术赋能构建“师生-AI-资源”协同的教学场景, 突

* **基金资助:** 本文得到以下项目支持: 2025 年度国防军事教育学科规划课题“AI 赋能的敏捷教学模式研究”(JYKY-C2025001)。

* **讯作者:** 吴永芬 38853873@qq.com。

破了现有研究中 AI 仅作为工具辅助的局限,丰富了 AI 教育应用的理论体系。

2 理论基础与相关研究现状

2.1 理论支撑

本文的模式设计与场景实践均以教育理论为底层支撑,确保技术的应用不偏离教育本质:

(1) 建构主义理论

建构主义的核心观点是,知识并非被动接收的产物,而是学习者在特定情境中通过与环境互动主动建构的^[1]。在程序设计类课程教学中,教师可借助 AI 指令为学生搭建认知支架;面对复杂问题时,不直接给出答案,而是通过代码实例、内存变化图等可视化手段,引导学生自主探寻知识生成的内在原理,这与建构主义倡导的“支架式教学”原则高度契合。

(2) 认知负荷理论

认知负荷理论将认知负荷分为三类:内在认知负荷是学习材料本身的复杂性与关联性所固有的、无法避免的负荷;外在认知负荷是由不当教学呈现方式引发的额外负荷,可通过优化设计完全消除;相关认知负荷是能促进深层学习的积极负荷。在教学实践中,应减少外在认知负荷、优化内在认知负荷、提升相关认知负荷。AI 赋能可通过对复杂任务进行任务拆解以降低内在认知负荷,通过“可视化调试过程”降低外在认知负荷,还能生成提供更多相关典型案例提升相关认知负荷^[2]。

(3) 社会建构主义理论

社会建构主义认为,知识是个体在社会文化背景下,通过与他人的互动主动建构而成的。在“师生-AI-资源”协同模式中,AI 提供辅助支持,教师引导深化思考,学生借助小组协作凝聚认知,形成融合个体、群体、工具和资源的四维互动形态,与社会建构主义“互动生成知识”的核心理念高度契合。

2.2 研究现状

AI 赋能教育教学研究已成为当前教育领域的研究热点,在计算机领域,学界与实践界普遍聚焦于 AI 技术在编程教学中的应用探索。企业开发的 AI 编程工具凭借强大的代码生成、错误排查功能,显著降低了编程实践的操作门槛,提升了任务完成效率。但是现有教学场景中对这类工具的应用缺乏科学引导与规范设计,部分学生依赖 AI 工具直接获取程序结果,忽视了问题求解过程中对算法设计、复杂问题拆解、代码调试等核心计算思维能力的培养,违背了建构主义理论中“学习者主动建构知识”的原则^[3]。部分学者尝试通过限制 AI 工具的使用范围或频率,来规避其带来的

负面影响,但这种被动化的应对方式显然难以适配 AI 技术深度融入教育场景的时代趋势^[4]。

AI 赋能程序设计类课程的相关研究中,大多也是关于技术应用层面的实践探索,如智能教学平台搭建^[5]、个性化学习资源推送^[6]、代码自动批改等实践场景的落地^[7],缺乏与教育教学理论的深度融合。这类研究往往忽视建构主义、认知负荷等经典教育理论在人机协同教学场景下的适配性转化与应用,未能以理论为支撑构建系统化的教学实施框架。这使得 AI 技术在程序设计类课程教学中的应用多停留在表层辅助层面,未能充分发挥技术对教学范式革新的深层价值^[8]。

从教学实施过程来看,混合式教学可分为课前、课中、课后三个关键阶段。将 AI 技术融入混合式教学场景,已成为智慧教育领域的重要研究热点。AI 技术在混合式教学三阶段的应用场景存在显著的分不均现象,相关技术落地与功能应用多集中于课前知识铺垫与课后答疑复盘环节^[9-10],而针对课堂中 AI 协同教学的研究场景相对匮乏。

3 AI 协同教学与传统教学模式对比

程序设计类课程已普遍融入慕课、雨课堂等数字化教学资源,形成“师生-资源”的智慧教学形态,但其核心仍未脱离单向信息传递的框架。教师始终是知识的主要输出者与反馈提供者,学生则长期处于被动接收的状态。各类教学资源,也常被学生视为教师要求下必须完成的学习任务,并非主动探索的辅助工具。具体体现在,课前教学设计同质化,预习资源与专业培养目标匹配度低,学生预习疑问难以及时解决;课中专业知识原理抽象难直观展示,学生懂算法却写不出代码,高阶思维训练难以开展;课后习题适配学情不足,错题缺少系统化知识点溯源,学生自主学习缺少精准工具支持。

本文以建构主义、社会建构主义与认知负荷理论为核心理论支撑,创新性构建“师生-AI-资源”协同的教学模式,对四者在教学体系中的角色定位与功能边界进行系统性重构(如表 1 所示)。

表 1 传统教学模式与 AI 协同教学模式角色及资源定位对比

角色	传统教学模式定位	AI 协同模式定位
教师	知识灌输者 唯一反馈源	理论引导者、互动组织者
学生	被动接收者 孤立学习者	主动建构者、协作探究者
AI 模块	无	认知支架提供者、即时反馈者
智慧教学资源	雨课堂 中国大学生慕课	雨课堂 AI 平台 AI 智能体 头歌实训平台

同步构建覆盖备课设计、预习导学、实时答疑、实操实训、学情诊断与拓展提升的全流程 AI 协同教学工具链。将 AI 协同能力深度嵌入课前准备、课中探究、课后强化三大核心教学环节，形成了课前精准预习与教学设计重构、课中多维协同与深度思维训练、课后个性化巩固与高阶能力进阶的闭环教学模式。

4 AI 协同教学在课堂中的实施策略

4.1 课前准备环节的实施策略

课前依托雨课堂 AI 平台搭建多类功能智能体，从教学设计重构、预习智能答疑两方面赋能程序设计类

课程前置教学环节，分别通过备课助手智能体与“24小时 AI 智能学伴”实现教学方案优化、案例生成及预习实时答疑导学。

(1) 雨课堂备课助手智能体

课前教师依托雨课堂 AI 平台搭建在线教学资源，借助备课助手智能体完成教学设计重构，可实现教学目标优化、教学活动设计、教学方法选定及教学实施方案自动生成，并支持标准化格式导出下载。同时，该智能体能够结合学校特色，定制生成适配课程内容的场景化教学案例与预习学习资料，表 2 为智能体依据教学目标与专业特点所构建的配套教学案例概览。

表 2 课程配套案例生成

课程目标	单元核心目标	场景化案例
数据组织	1. 能分析数组、链表、栈、队列等线性结构在操作复杂度上的差异，并解释其背后的物理与逻辑存储原理。 2. 能针对特定数据管理场景，选择合适的数据结构。 3. 能评判自身在结构选择时的决策依据，并进行反思。	联合指控系统； 开源情报去重处理；
算法设计	1. 在树结构基础上，能分析分治、贪心等算法策略的核心思想与适用条件。 2. 能应用分治思想解决基于树的搜索与统计问题，并能设计简单的贪心策略解决任务调度等优化问题。 3. 能对比不同算法策略在解决同一问题时的优劣，并评估自身策略的合理性。	卫星通信系统运控系统；
专项攻坚	1. 能评价不同图结构对路径规划算法效率的影响。 2. 能应用图遍历、最短路径等算法解决网络拓扑规划问题，并能分析算法在不同约束下的性能边界。 3. 能面对新的路径规划约束，规划并生成可行的算法变体或组合方案。	无人机自组网拓扑控制；
综合运用	1. 能整合多种数据结构与算法，构建一个解决复杂战场问题的整体系统模型。 2. 能评价系统在不同时空、准确性下的表现，并能设计改进方案实现全局权衡。 3. 能设计系统并实现，形成系统化的问题解决思维框架。	流感数据分析系统；

(2) 雨课堂“24HAI 智能学伴”

课前学生基于知识图谱发布预习任务，学生依托雨课堂“24HAI 智能学伴”实现预习阶段的实时答疑支持。雨课堂“24HAI 智能学伴”以《程序设计》和《数据结构与算法》两门课程的在线资源为核心支撑，通过资源精准匹配与知识深度关联，实现贴合课程体系的针对性答疑，确保预习答疑的专业性与适配性。

4.2 课中探究环节的实施策略

课中是课程教学实施的核心环节，以概念理解、代码实践、思维训练为三大培养目标，依托 AI 智能体搭建师生高效协同互动机制，有效破解程序设计类课程中的教学痛点。本环节设置六大核心应用场景（如图 1 所示），全面覆盖课程从基础知识理解到高阶思维能力培养的全维度课中教学需求。



图 1 课中应用场景

(1) 抽象概念探究与猜想验证场景

抽象概念探究与猜想验证，是课中教学环节落实概念理解的核心场景，也是 AI 赋能程序设计类课程抽象知识讲授的重要工具。该场景承担着衔接课前预习与课中深度学习的作用，适用于课程抽象知识的课堂辨析环节，旨在依托 AI 辅助纠偏学生认知误区，深化对课程核心原理的精准把握。教学实施过程以“雨课堂 AI 讲伴”与可视化智能体为工具支撑开展。

以《程序设计》课程为例，针对“结构体赋值的底层逻辑”、“文件缓冲区写入时机”等教学重难点，本教学模式首先组织学生通过小组研讨自主提出认知猜想；继而依托雨课堂 AI 讲伴完成原理推演与逻辑求证；随后在教师引导下，学生对照 AI 推演结果修正认知偏差，自主梳理并复述核心知识逻辑；最后由雨课堂 AI 讲伴与教师协同校验结论的严谨性，帮助学生构建从猜想、求证到验证的完整思维闭环，摒弃对抽象概念的机械记忆模式。具体实施过程如图 2 所示。

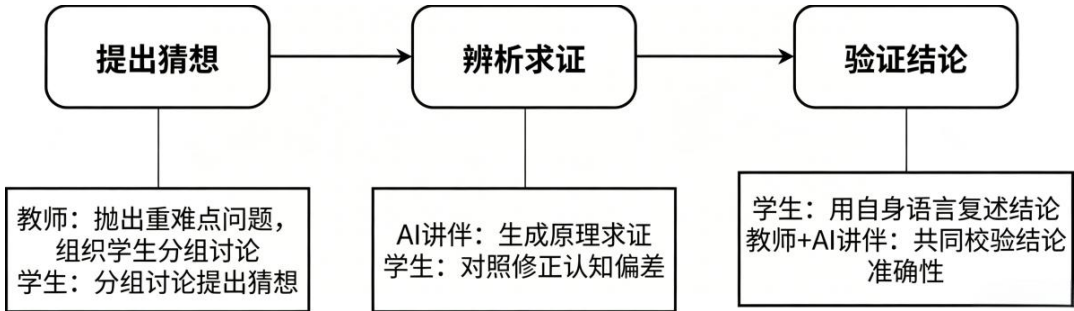


图 2 “抽象概念探究与猜想验证”场景实施过程

(2) 代码实践与优化诊断场景

代码实践与优化诊断场景，是课中教学落实学生代码实践能力培养的核心载体，也是 AI 赋能程序设计课程实操教学的重要应用形式。该场景聚焦编程实践过程中的代码质量管控与实操能力提升，主要适用于编程实践课堂的代码纠错与优化训练环节，借助 AI 智能体（如图 3 所示）帮助学生排查程序漏洞、规范编

码习惯，全面提升代码调试与程序优化的综合实践能力。具体实施过程中，学生提交包含语法错误、逻辑缺陷的课堂初始代码后，智能体可自动完成代码问题识别、优化诊断并生成分析报告；教师组织学生研讨 AI 优化建议的合理性，学生依据建议迭代完善代码并再次提交智能体验证优化效果。最后由教师归纳提炼代码编写的通用规范与优化规律，切实提升学生编程实践的严谨性与规范性。

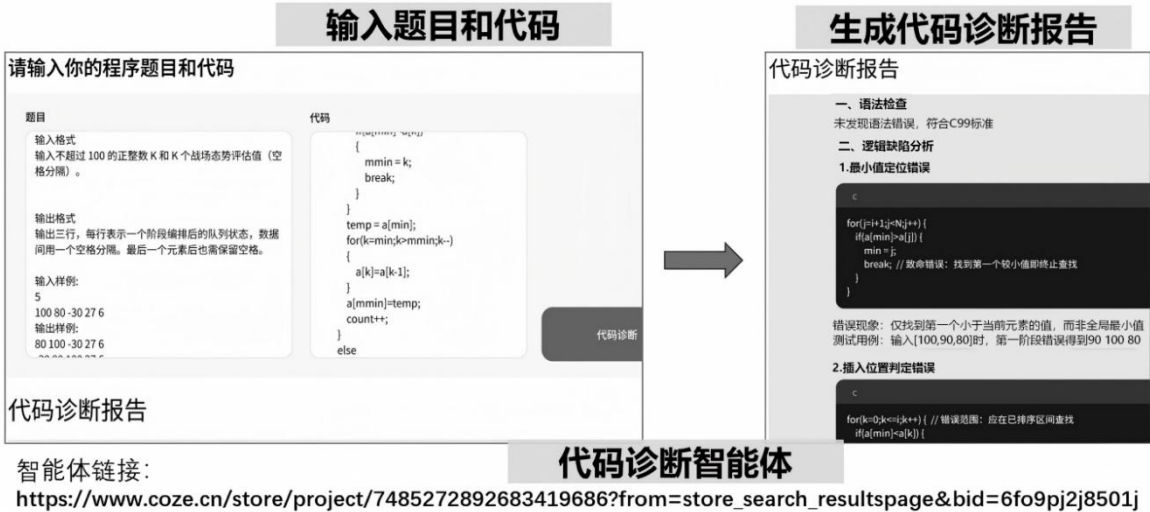


图 3 代码诊断智能体

(3) 算法步骤转代码衔接场景

算法到代码的衔接转化场景，以构建二者的逻辑映射为核心，能够依托 AI 技术弱化语法束缚，助力学生聚焦编程思维的培养，是重要的教学支撑手段。教学实施中，学生用自然语言梳理含初始条件、重复操作的完整算法步骤后，AI 智能体生成对应代码并标注

关联注释；教师引导学生对照分析，暴露步骤中遗漏的逻辑，学生修正步骤后重新生成代码验证，强化代码实践的逻辑性。

(4) 代码可视化调试场景

代码可视化调试场景是课中服务于代码实践能力培养的重要补充场景，其核心价值在于通过可视化具象呈现，有效降低学生的理解门槛，是AI赋能编程调试教学的重要手段。该场景依托“代码调试专家”AI指令实现，具体如图4所示。该AI指令可模拟代码调

试时的单步执行过程，直观呈现程序运行过程中变量动态变化、内存地址跳转等运行轨迹。教师引导学生对照自身认知与AI可视化推演结果进行差异比对，学生结合中间运行过程理清代码内在逻辑，进而精准排查并分析程序中存在的逻辑错误与运行问题

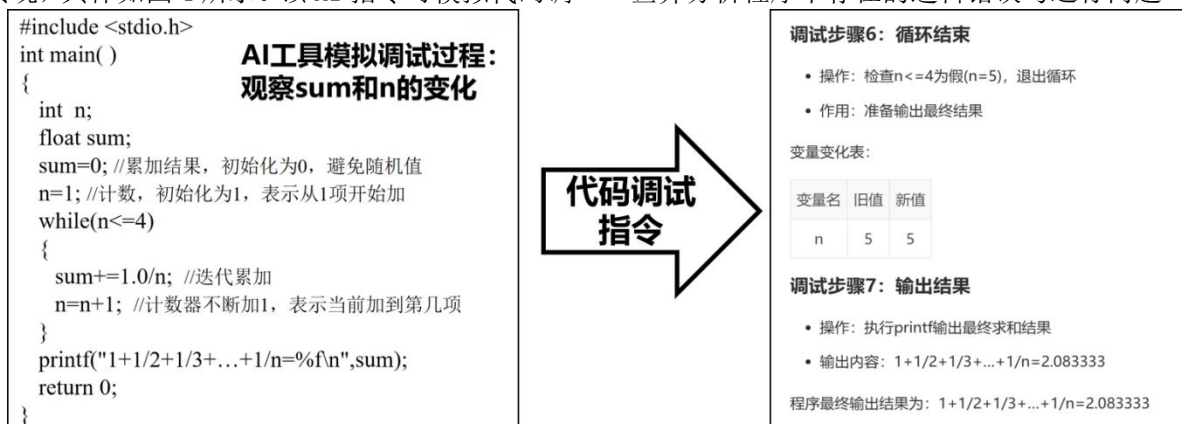


图4 代码调试专家指令

(5) 复杂任务拆解与分组协同场景

复杂任务拆解与分组协同场景，是课中教学环节聚焦学生思维训练的核心场景，借助AI工具，有效培养学生拆解复杂编程问题的思维能力与团队协作实践能力。该场景以“算法思路解析”智能体为支撑，教

师布置综合性编程任务后，学生以小组形式研讨并形成初步任务拆解思路；再由智能体给出合理的模块拆分方案与算法求解流程，并结合可视化流程图直观呈现各步骤逻辑，有效促进学生结构化思维与问题求解能力的进阶提升。应用模式如图5所示：

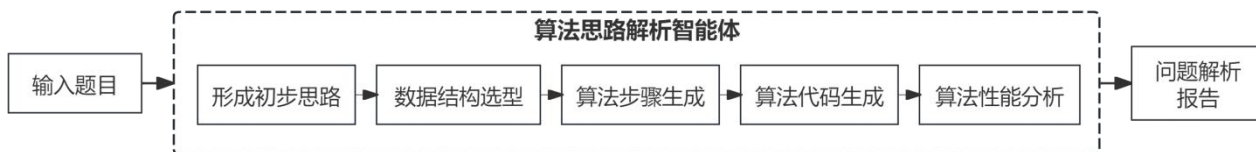


图5 算法思路解析智能体

(6) 进阶问题深度探究场景

进阶问题深度探究场景是课中培育学生高阶思维的核心拓展场景，主要应用于课堂延伸性深度学习环节，核心旨在培养学生的深度思辨与自主探究能力。本场景以“雨课堂AI学伴”与“雨课堂AI讲伴”为智能技术支撑，开展课堂教学实践。教师抛出综合性进阶问题后，由“雨课堂AI学伴”为学生提供明确的研究切入点与探究方向；学生围绕既定方向查阅学习资料、编写验证代码，并借助AI完成代码调试与有效性检验。学生进行成果分享，“雨课堂AI讲伴”和教师形成双师点评模式，引导学生深化思考、拓宽认知边界，推动编程思维向自主探究与创新应用层面进阶。

4.3 课后强化环节的应用策略

课后聚焦个性化强化和高阶思维的进一步提升，学生充分利用课程组提供的自主学习智能体、错题诊断智能体、AI陪练和学习指令库进行课后拓展训练和强化学习。进一步促进学生思维创新能力和高阶问题求解能力。

5 应用成效与教学反思

5.1 应用成效

本研究构建的AI协同教学应用体系，选取信息安全、网络工程等四个专业的两个本科班级，在《程序设计》课程中开展了为期一学期的教学实践，取得了显著的教学成效。

教师教学设计质量与备课效率得到显著提升。备课助手智能体缩短了教师单章节教学设计的耗时，其生成的场景化教学案例实现了课程内容与专业培养目标的精准深度融合，使课程教学设计的专业性、针对性与系统性得到全面提升。

学生在学习体验和知识掌握两方面均有积极变化。“24小时AI学伴”有效解决了学生学习疑问响应不及时痛点，可视化智能体降低了抽象概念的理解门槛。实践数据表明，参与新型教学模式的试验班，在课程单元知识点考核中的平均得分率均高于对照班。以期末考试为例，试验1班平均分为80.87分，较对照班平均分高出2.50分，及格率高出对照班平均水平

3.69个百分点,优良率高出对照班平均水平8.00个百分点;试验2班平均分为83.19分,较对照班平均分高出4.82分,及格率高出对照班平均水平1.88个百分点,优良率高出对照班平均水平29.15个百分点(如图6)。两个试验班在平均分、及格率和优良率三项指标上均优于对照班平均水平,其中试验2班在优良率方面表现尤为突出。

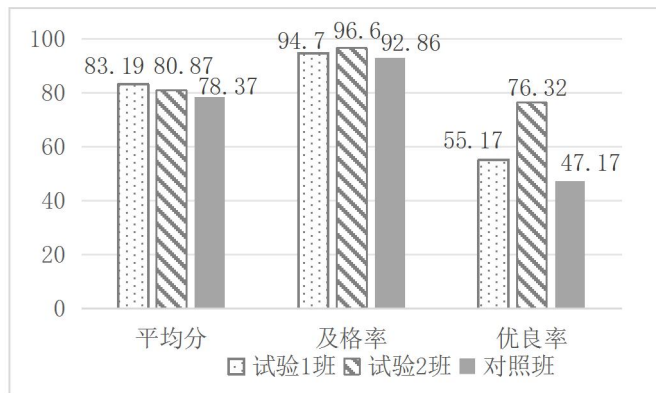


图6 试验班与对照班期末考核情况对照表

同时在研究周期内,针对试验班共63名学生开展了学习反馈问卷调查,回收有效问卷61份。从学生反馈数据来看(如图7),AI协同教学在学习过程中的多方面价值得到了认可:39.13%的学生认为其提高了解决问题的效率,23.91%的学生表示它帮助自己更好地理解复杂的编程概念,13.04%的学生认为它降低了初学编程的挫败感,另有10.87%、9.78%、3.26%的学生分别提及AI帮助自己写出更规范高质量的代码、提供了丰富的学习资源和示例、激发了对编程的兴趣。整体而言,AI在提升问题解决效率、深化复杂概念理解、降低编程入门挫败感等方面均发挥了积极作用。

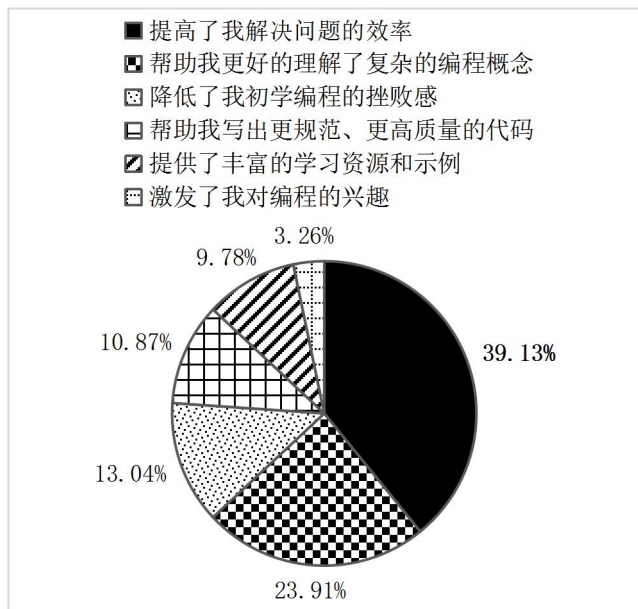


图7 AI在自主学习方面发挥的作用

5.2 教学反思与优化方向

在教学实践过程中,本研究也发现了当前AI协同教学应用中存在的问题,相关不足需在后续研究中持续优化完善。

第一,AI大模型生成内容的准确性与专业性仍需持续校验。受自身使用习惯的影响,部分学生在学习过程中更偏好使用通用AI大模型完成学习任务。然而,此类大模型生成的代码、案例解析及原理讲解等内容,往往存在细节性错误与逻辑偏差,需教师在教学过程中提前进行全面校验与修正。

第二,部分学生存在对AI教学工具过度依赖的问题。少数学生在代码编写与课程作业完成过程中,直接照搬AI生成的内容,缺乏独立思考。调研数据显示(如图8),47.83%的学生表示几乎每道习题都需要依靠AI辅助完成;同时结合雨课堂平台与智能体提问日志进一步分析发现,学生的提问大多为“直接答案式问答”,这将弱化学生的自主思考意识,导致学生难以主动开展深层次的问题探究。

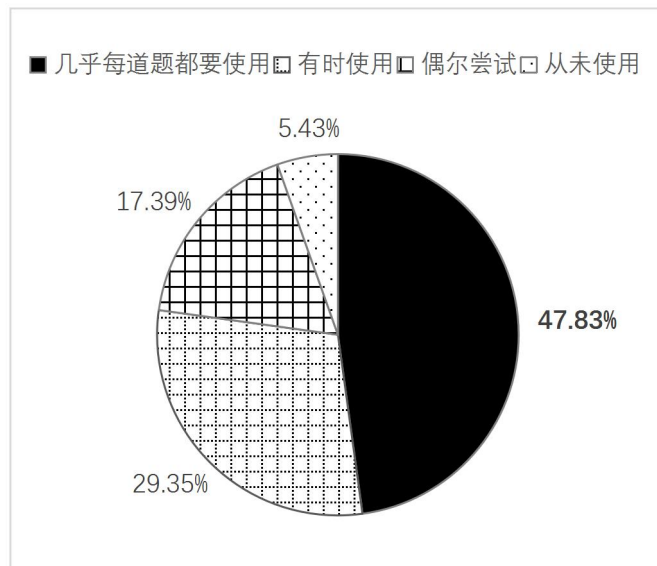


图8 大语言模型的使用频率情况

第三,重度依赖AI工具也容易导致学习数据失真。部分重度依赖AI工具的学生,出现了平时作业表现与期末考试成绩严重脱节的现象。这种由AI辅助形成的“能力假象”,掩盖了学生真实的知识掌握短板与能力薄弱点,导致教师无法精准追踪学生的实际学习状况,难以制定针对性的教学改进策略。

6 结论

本文以建构主义、认知负荷及社会建构主义理论为支撑,针对传统程序设计类课程教学中存在的教师主导灌输、抽象概念难具象、反馈滞后等痛点,构建了“师生-AI-资源”四位一体协同教学模式,设计并

实践了覆盖课前、课中、课后全流程的 AI 协同教学场景,形成了 AI 驱动的程序设计类课程教学范式。教学实践表明,该模式有效提升了教师备课效率与教学设计质量,有效改善学生的学习体验,提升知识掌握水平、代码实操能力与高阶思维素养,为程序设计类课程的智能化改革提供了切实可行的理论支撑与实践参考。同时,本研究也发现,AI 协同教学仍存在生成内容精准性不够、学生过度依赖 AI 工具、学习数据失真等现实问题。后续研究将聚焦这些不足,持续优化 AI 协同教学与应用策略,进一步发挥 AI 技术对程序设计类课程教学范式革新的深层价值,推动 AI 与程序设计类课程教学的深度融合。

参考文献

- [1] 何振莲. 从构建主义学习理论视角论中学英语学习策略的培养[D]. 重庆师范大学, 2011.
- [2] 王钰. 基于认知负荷理论的数字教材内容组织研究[D]. 武汉大学, 2019. DOI:10.27379/d.cnki.gwhdu.2019.001961.
- [3] Jin, S.; Tu, H.; Li, J.; Fang, Y.; Qu, Z.; Xu, F.; Liu, K.; Lin, Y. Enhancing Architectural Education through Artificial Intelligence: A Case Study of an AI-Assisted Architectural Programming and Design Course. *Buildings* 2024, 14, 1613. <https://doi.org/10.3390/buildings14061613>
- [4] 洪留荣, 岳成刚. 大语言模型背景下计算机语言课程教学策略[J]. 淮北师范大学学报(自然科学版), 2024, 45(03):92-96.
- [5] 王书芹, 郭小荃. 基于百度 AI Studio 平台+腾讯课堂的“Python 程序设计”课程线上教学[J]. 江苏师范大学学报(自然科学版), 2023, 41(01):73-75.
- [6] 李知菲, 彭浩, 王晖. 基于知识图谱的 Python 程序设计课程个性化 AI 助学模式探索[J]. 计算机教育, 2025, (08):200-205. DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2025.08.044.
- [7] 翟洁, 李艳豪, 李彬彬, 等. 基于大语言模型的个性化实验报告评语自动生成与应用[J]. 计算机工程, 2024, 50(07):42-52. DOI:10.19678/j.issn.1000-3428.0069593.
- [8] 李莹莹. 人工智能背景下教学设计的范式迁移[D]. 北京邮电大学, 2019.
- [9] 周冰, 董佳琦. 基于 AI 教学平台的 Web 应用开发课程混合式教学模式研究[J]. 信息与电脑, 2025, 37(21):245-247.
- [10] 高洪皓, 陈章进. 人工智能赋能程序设计课程教学改革[J]. 计算机教育, 2024, (07):41-43+48. DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2024.07.029.
- [11] 刘凌, 吴永芬, 唐艳琴, 等. 基于 AI 大模型的“数据结构与算法”课程教学实践探索[J]. 计算机技术与教育学报, 2025, 13(3): 128-133.
- [12] 唐艳琴, 刘凌, 陈卫卫, 等. AI 赋能的数据结构课程学习路径生成研究[J]. 计算机技术与教育学报, 2025, 13(4): 14-21.