

“师 - 生 - 机” 协同教学模式探索

——以程序设计课程实践为例

许 岩, 南 煜, 徐金铭, 尤惠彬

信息工程大学, 河南 郑州

收稿日期: 2026年5月16日; 录用日期: 2026年6月20日; 发布日期: 2026年6月29日

摘 要

在数智时代, 程序设计课程的价值远不止于代码, 而是以“计算思维”为内核, 以“人机协同”为基本范式, 重在培养学生分析问题、设计解决方案并驾驭AI工具实现自动化求解的能力。因此, 传统“师 - 生”二元交互的教学模式已不适用于当前程序设计课程教学目标。本文针对当前教学过程中存在的大班授课与个性化需求的矛盾、传统教学内容与时代发展的脱节、考核方式与综合能力评价的错位等突出问题, 提出“师 - 生 - 机”三元协同教学模式, 以“教师引领、学生为主、机器协作”为优化逻辑, 重塑三者为基础教学过程中的定位与关系, 并在程序设计课程中进行了系统实践与验证, 也为其他课程的数智化转型提供参考。

关键词

人机协同, 程序设计课程, 教学模式

Exploration of the “Teacher-Student-Machine” Collaborative Teaching Model

—A Case Study of Practical Teaching in Programming Courses

Yan Xu, Yu Nan, Jinming Xu, Huibin You

Information Engineering University, Zhengzhou Henan

Received: May 16, 2026; accepted: June 20, 2026; published: June 29, 2026

Abstract

In the age of digital intelligence, the value of programming courses extends far beyond coding. With computational thinking as the core and human-machine collaboration as the basic paradigm, it focuses on cultivating students' abilities to analyze problems, design solutions, and leverage AI tools

to realize automated problem-solving. Therefore, the traditional “teacher-student” binary interactive teaching model is no longer applicable to the current teaching objectives of programming courses. To address prominent problems in current teaching—the conflict between large-class instruction and personalized learning needs, the disconnect between traditional teaching content and contemporary developments, and the misalignment between assessment methods and comprehensive ability evaluation—this paper proposes a “teacher-student-machine” ternary collaborative teaching model. Under the guiding principle of “teacher-led, student-centered, machine-assisted”, this model reshapes the roles and interactions of the three participants in regular teaching activities. It has been systematically practiced and validated in programming courses, offering references for the digital and intelligent transformation of other courses.

Keywords

Human-Machine Collaboration, Programming Course, Teaching Model

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在程序设计课程中，以 ChatGPT、豆包等为代表的生成式人工智能工具，在代码生成、错误调试、知识问答等方面展现出强大能力，对传统以基础语法讲解和代码编写为核心的程序设计课堂构成了直接冲击，也带来了转型机遇[1]-[3]。在此背景下，程序设计课程的价值已不再局限于代码本身，而是重在培养学生的计算思维、复杂问题的解决能力以及驾驭 AI 实现自动化求解的能力[4]。

教学目标的转变对教学方式也提出了更高的要求，传统的“师-生”二元交互模式，即教师负责知识传授、作业布置与课程辅导，学生作为教学的学习主体通过课堂学习与课下复习完成教学过程，已难以适应数智时代对人才培养的需求[5][6]。近年来，越来越多的学者开始研究数智时代的教育教学转型[7][8]。苏旭东提出人机协同并非表面上人与数字机器之间的协作关系，高质量的课堂教学需要高质量人机协同范式，需要以“人师”（以教师为师）的高质量参与为主要支撑[9]。牟智佳等通过引入大模型构建“人机共教、人机共学、人机共评、人机共管”的个性化学习路径[10]。谢幼如等提出“价值引领-结构重塑-数智赋能”的课堂数字转型逻辑[11]。还有许多学者围绕“提质增效”“人机协同认知”等关键词对 AI 时代的教学模式转型进行研究[12]-[15]。但当前研究往往将人工智能引入作为教学的辅助工具，少有对教师、学生、机器三者之间的交互关系进行明确界定和系统分析。因此，本文主要对程序设计课程的“师-生-机”三元协同教学模型进行研究，即老师从单向传授知识，向学习引导者和促进者转变，机器从存储知识、辅助分析向教学的协作者转变，学生从被动接受知识，向个性化主动获取转变，形成“学生为主、机器协同、教师设计”的人机协同育人模式。

2. 数智时代程序设计课程面临的挑战

2.1. 大班授课与个性化需求的矛盾

程序设计作为编程能力训练的基础课程，面向全校大一学生开设，最小的教学班也达到 80 人。在如此大范围的授课中，教师往往只能按照统一进度安排教学内容，难以针对不同基础、不同学习习惯的学生进行精准的差异化教学，导致“基础扎实学生吃不饱，基础薄弱学生跟不上”的教学困境。此外，程序

设计课程具有鲜明的“强实践，强逻辑”特点，学生在调试代码、理解逻辑时常常遇到即时性问题。然而，受限于较低的师生比，教师无法在课内外对每位学生进行及时、有效的个性化辅导，学习效率大打折扣。因此，大规模、个性化、高质量所形成的不可能三角成为程序设计课程亟需解决的关键问题[16]，这也是当前基础课程普遍面临的关键问题。

2.2. 传统教学内容与时代发展的脱节

在 AI 技术的高速迭代冲击下，传统课程教学内容体系面临三重适配危机。第一，内容价值弱化。在传统程序设计课程中，教师单向讲解基础语法、固定算法模板等记忆性知识占比较多。然而，记忆性知识可借助生成式 AI 工具通过自然语言交互实时获取，其内容价值随生成式 AI 工具的普及而不断弱化。第二，核心竞争力的培养缺位。当 AI 能够高效完成代码生成、代码调试等基础任务时，人才培养的重点已不仅仅是“会写代码”，转而重点关注批判性思维、跨场景迁移等核心竞争力的培养，但传统课程教学内容体系尚难以胜任。第三，课程内容时效性滞后。程序设计相关技术、工具层出不穷，但课程内容更新速度远落后于技术发展节奏，难以满足时代对人才能力的需求，影响人才培养的时代适配性。

2.3. 考核方式与综合能力评价的错位

当前程序设计课程的主流考核方式是限时机试，侧重于考查学生在有限时间内通过编程解决问题的能力，这种考核侧重的是“短时竞技态”，而非“真实工程态”。一方面，限时机试容易忽视对学生工程实践能力的考察，实际的软件开发是一项复杂的工程活动，涉及问题分解、方案设计、调试优化、人机协作、团队协作等多个环节，但限时机试将考核过程压缩在了限定的时空中，无法有效评估学生工程实践的能力；另一方面，限时机试往往以代码能否通过预设测试用例为评分标准，导致学生将主要精力放在“通过测试”而非“写好代码”上，导致学生平时写代码也不注重结构、可读性、注释等编码习惯的养成，高分并不等同于具备良好的代码规范意识、系统设计能力及复杂问题求解素养。

3. “师 - 生 - 机”三元协同教学模式总体设计

3.1. 角色重构

传统的 AI 赋能课程教学多遵循“教师传递知识、学生被动接收、技术仅做辅助”的线性范式，技术价值释放难、学生学习主观能动性不足等问题日益凸显。“师 - 生 - 机”三元协同教学模式的核心特点在于以“教师引领、学生为主、机器协作”为优化逻辑，重塑三者为基础教学过程中的定位与关系，实现从传统的“预先学习”到“按需学习”的转型[17]。

Table 1. Role division and responsibilities under the “teacher-student-machine” ternary collaborative teaching model

表 1. “师 - 生 - 机”三元协同教学模式下的角色分工与职责

角色	核心职责
教师	<ol style="list-style-type: none"> 1. 课程“策源者”——设计体系化内容，锚定能力目标； 2. 学习“引导者”——聚焦 AI 无法替代的高阶指导； 3. 质量“把关者”——评估学生创新与批判性思维成果。
学生	<ol style="list-style-type: none"> 1. 主动学习者——不再被动接收知识，而是与 AI 协作自主构建认知； 2. 成果共创者——参与课程内容优化与实践项目。
机器 (人工智能)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基础任务“减负者”——替代教师完成重复工作； 2. 个性化“适配者”——根据学生进度推送资源； 3. 实践“赋能者”——提供完成复杂任务的 AI 工具支持。

从角色重构来看，三者形成互补且不可替代的分工(见表 1)。教师从“知识传授者”转型为课程“策源者、引导者、把关者”，负责设计体系化教学内容、聚焦 AI 无法替代的高阶指导(如思维的培育)、评估学生创新与批判性思维成果。学生从“被动接收者”升级为“主动学习者与成果共创者”，与 AI 协作自主构建认知、利用 AI 完成高难度综合实践任务；机器从“辅助工具”拓展为“数智化学习伙伴”，替代教师完成辅导、答疑等工作，全过程陪伴学生的课前、课中、课后，并可根据学生学情个性化推送学习资源。

3.2. 总体设计

将“师-生-机”协同贯穿课前知识获取、课中能力构建、课后创新激发全过程，设计了图 1 所示“师-生-机”协同总体设计图。课前知识获取即教师通过智能平台推送结构化资源，引导学生自主学习并依靠智能学习伙伴(机器)完成“单人单练”前测，建立知识框架。课中能力构建采用问题导向的协作探究模式，聚焦知识向能力向思维方式的转化，智能平台以“只给思路，不给结果”方式提供精准指导，跟踪思维发展过程，给予实时反馈。课后新激发以成果创新为目标，通过项目化任务促进知行融合，依托智能学习伙伴构建“教师引导-学生协作-AI 赋能”的创新循环机制，激活三元协同内生动力，实现教学效能与创新能力的螺旋上升。

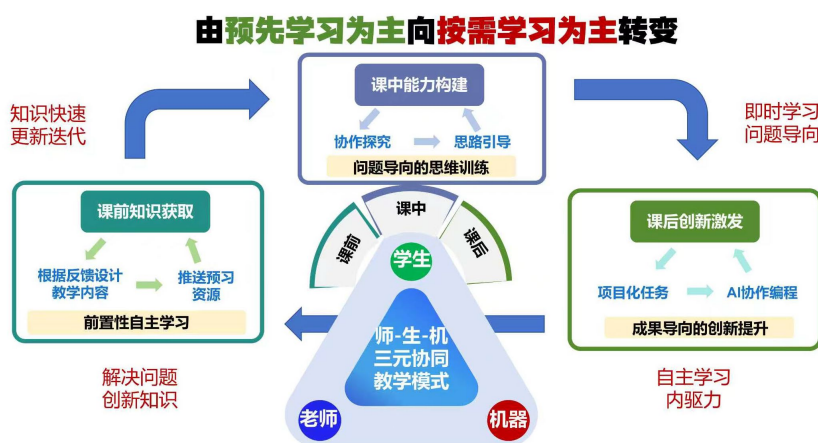


Figure 1. Overall design of “teacher-student-machine” collaboration
图 1. “师-生-机”协同总体设计

4. 实施方法与教学成效

4.1. 打造数智学习伙伴，实现大规模因材施教

基于程序设计课程特点、学生学习认知规律、教师教学管理组织等角度，课程组以当前大模型技术为支撑，通过调试、改造、优化 Open WebUI 构建了以突出学生为中心的“智能学习伙伴”，系统架构图如图 2 所示。“智能学习伙伴”不仅是提供学习资源或答疑的助教，还是深度参与学生学习过程、记录思维发展、实现从“工具辅助”向“智能协作”跃升的学习伙伴。具体包括：

1) 以“问题链”驱动“思维链”发展，实现学生思维提升过程的可视化与可引导。数智伙伴不再停留于传统大模型的被动应答，而是通过逻辑推演与情境感知，将学生零散的问题串联成链，进而依托记忆功能，按照“分析问题-行动建议-完整报告”的标准化路径，将“问题链”升级为“思维链”，引导学生完成思维模式的迭代进阶。

2) 支持教师打造专属教学“小模型”。数智伙伴将 AI 赋能延伸至教学资源的动态生成与优化环节，

教师可在平台上建立个人知识库、教学思维链与练习题等丰富资源，根据教学班、专业构建自己专属小模型。

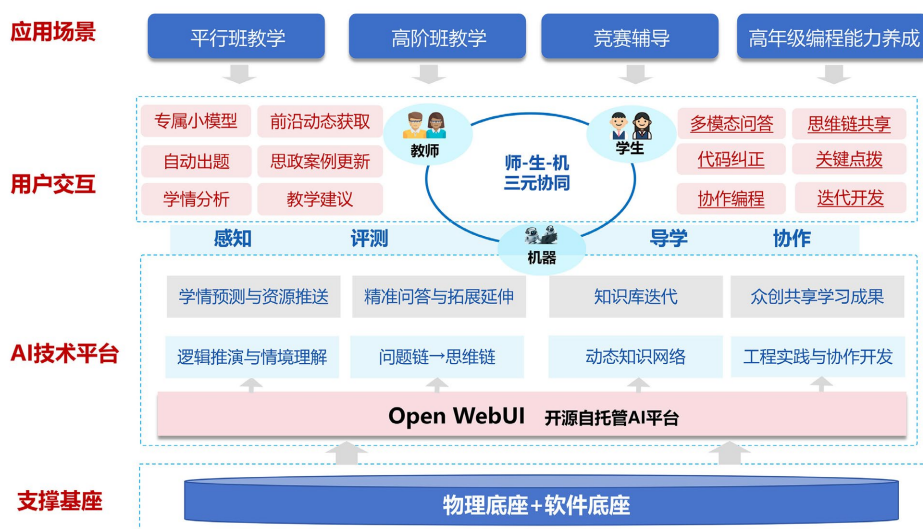


Figure 2. Architecture of the digital-intelligent learning companion
图 2. 数智学习伙伴架构图

4.2. 重塑课程内容，高度适配时代发展

课程教学内容的改革主要从两个关键维度开展。一是响应数智时代人才培养需求的变化，在课堂中减少记忆性、机械性的内容，增加问题研讨、开放型项目实训等注重创造性和推理性的课程内容，将课堂从知识传授向能力的培育转型；二是对 AI 大模型技术本身做出响应，以“AI 辅助编程 + 人工分析”深度融合的人机协同编程范式为指引，在课程中增加 AI 编程工具使用、提示词构建等教学内容，提升学生使用 AI、驾驭 AI 的综合能力。

基于上述改革关键维度，课程组系统梳理了课程中 7 个模块与 11 个章节所涵盖的 150 余个知识点，部分内容见图 3，通过整合课程知识图谱、能力图谱、动态学习路径，对接专业课教师和岗位实际需求，构建了以 AI 时代学生能力培育为中心的教学资源体系。知识体系的重构将课程学习从基于经验的、模糊的过程，升级为一个与专业紧密耦合的、清晰的、个性化系统。

算法↓ 程序设计知识点→	顺序	选择	循环	一维数组	二维数组	函数	结构体	指针
MapReduce	2	2	4	4	2	4	2	1
PageRank	2	3	4	4	4	3	4	1
BackPropagation	1	2	3	4	4	3	2	2
Transformer	3	2	1	3	4	3	2	2
SVM	2	1	2	3	3	3	1	2
随机森林	2	3	3	4	2	4	2	1
强化学习PPO	2	3	4	3	2	4	3	2

Figure 3. Correlation matrix of typical algorithms and basic programming knowledge points
图 3. 典型算法与基础编程知识点关联矩阵

4.3. 实施分级教学，教学内容与学生能力精准匹配

课程针对不同学情按“基础”“进阶”两个层级开展分级教学，兼顾不同起点的学生需求，解决“基础扎实学生吃不饱，基础薄弱学生跟不上”的现实问题，实现教学过程与学生能力需求的精准适配，有效缓解大规模教学中的个性化和高质量培养矛盾。具体如下：

1) 基础层级面向程序设计基础薄弱学生，夯实编程根基。该层级以 C 语言为教学载体，重点通过“师 - 生 - 机”的协同帮助学生掌握程序设计的基础语法与基本逻辑结构，培养基本的代码阅读与编写能力，使学生能够独立完成简单程序的开发，并初步具备复杂任务的工程分解与实现意识。

2) 进阶层级面向能力提升型学生，培育思维能力。该层级以 C++ 语言为教学载体，在巩固编程基础的同时，引导学生深入理解算法设计、工程架构与系统认知等核心能力。通过更具挑战性的项目实践，培养学生敏锐的算法思维、扎实的工程素养以及完备的系统认知，为其成长为优秀程序员奠定能力基础。

4.4. 课程变革考核评价，突出全维、全程综合评价

课程秉持“分数有极限，能力无极限”的拔尖人才创新培养理念，构建了以形成性考核、终结性考核、大作业、竞赛加分相结合的多元评价体系。体系充分关注学生的学习过程、AI 工具的使用、团队协作等多个方面，引导学生从“应试竞技”向“能力养成”转型。具体特色做法如下：

1) 打造校内竞赛品牌。课程团队打造全维赋能的“编程先锋榜”系列编程能力比武活动，开设新生赛、算法个人赛、算法团体赛、工程实战赛等多个赛道，采用全时对抗的竞赛模式，全面衡量编程能力、创新能力与协作精神。竞赛贯穿学生大学四年，确保编程能力的培养不断线，为拔尖创新人才提供展示与进阶的平台。

2) 举办“编程之夜”全校性公开课。在结课之际，课程组还主办编程之夜大研讨、大实践、大思政的全校性公开课，由优秀创作团队现场分享创新成果，资深专家莅临勉励师生，致力于汇聚多元主体、催生创新成果，打造具有战略视野、系统思维与家国情怀的创新拔尖人才培养高地。

5. 讨论与展望

5.1. 研究局限与问题探讨

本研究在实践中取得了一定成效，但仍存在以下客观局限：

1) 研究情境的局限性。本研究主要在程序设计课程验证“师 - 生 - 机”协同教学模式的有效性，且主要应用于大一学生，而对于其他年级、专业课程还缺少进一步的验证，以证明所提模式的可推广性。

2) 技术依赖的风险。数智学习伙伴的问答效果高度依赖底层大模型的能力与稳定性，模型幻觉、知识陈旧、推理偏差等问题可能在特定教学场景中产生误导性回答。此外，若学生过度依赖 AI 完成学习任务，可能削弱其自主思考与深度学习的能力。

3) 教师角色转型的困难。部分习惯了“讲授 - 练习 - 考试”传统范式的教师，在向“引导者”转变时，面临着 AI 理解不深、教学设计能力不足、引导能力欠缺等挑战。如何高效引导学生思考以促进学生认知的跃升，仍是一项需要持续提升的能力。

5.2. 未来展望

基于上述局限与挑战，“师 - 生 - 机”协同模式可在以下方向持续优化：

1) 构建分层分类的模型适配框架。针对不同学科、不同学段设计差异化协同方案，明确各角色的主导权重与协同深度，使模型具备更广泛的适用性。

2) 挖掘学生与 AI 交互的行为模式。基于学生与智能机器的对话数据，挖掘学生的典型学习行为，

预警具有 AI 依赖行为的学生, 分析学生在与 AI 对话中提升认知水平的交互路径。

3) 建立教师 AI 教学能力的培训机制。围绕“师-生-机”协同模式, 开发面向一线教师的专项培训课程与教学智能体, 帮助教师跨越技术门槛与理念落差, 实现教学角色的顺畅转型。

6. 结语

本文针对数智时代程序设计课程面临的教学规模与个性化高质量的矛盾、教学内容滞后、考核方式单一等现实挑战, 提出“师-生-机”协同教学模式并进行了实践探索, 具体地从智能学习伙伴搭建、课程内容重塑、分级教学实施、考核评价方式变革四个方面阐述了具体实施路径。教学实践表明, 应用“师-生-机”协同教学模式后, 我校学生编程能力实现跃升, 代码编写量较往年增长 400%, 程序设计竞赛获奖人数至往年的 3 倍, 涌现出大量涉及创新交互、校园管理等方面的优秀作品, 部分已应用于现实的教学、文化宣传或学生管理工作中。本研究丰富了 AI 时代教学模式的探索, 为高校基础课程改革提供了有价值的参考范式, 也为其他课程的数智化转型提供了可迁移的经验借鉴。

基金项目

全国教育科学国防军事教育学科规划课题“军队院校‘师-生-机’协同教学模式创新研究”(JYKY-D2025012)。

参考文献

- [1] 田仁睿, 汪奕晨, 李义申, 等. 计算机程序设计基础课程的 AI 技术渗透式教学设计[J]. 计算机教育, 2026(2): 82-87.
- [2] 王帅, 杨大智, 盛浩, 等. AI 辅助编程教学中思维链式启发策略探索[J]. 计算机教育, 2026(2): 143-147.
- [3] 李清丽, 邵一萌. 生成式人工智能在 C 语言程序设计教学中的应用探索[J]. 计算机教育, 2025(12): 103-108.
- [4] 傅骞, 赵亚宁, 甘甜甜, 等. 对话式教学智能体促进中学生编程学习表现的实证研究[J]. 电化教育研究, 2026, 47(3): 37-46.
- [5] 谢幼如, 陈薇, 邱艺. 人工智能赋能高校课堂教学重构研究[J]. 电化教育研究, 2025, 46(10): 5-13.
- [6] 杨华利, 阮晓莉, 王晨, 等. 新工科背景下数据驱动的师生机协同的计算思维培养[J]. 计算机教育, 2026(1): 42-48.
- [7] 杨欣. 生成式人工智能何以构成教育奇点——从深度学习到深度理解[J]. 中国电化教育, 2024(10): 33-42.
- [8] 钟柏昌, 刘晓凡. 生成式人工智能何以、以何生成教育[J]. 电化教育研究, 2024, 45(10): 12-18+27.
- [9] 苏旭东. 数智时代的“人师”与“机师”协同教学[J]. 开放教育研究, 2024, 30(4): 46-52.
- [10] 牟智佳, 岳婷, 朱陶. 人机协同视域下基于认知智能大模型的个性化学习设计研究[J]. 电化教育研究, 2025, 46(2): 80-87.
- [11] 谢幼如, 李草茵, 李成军等. 智能时代高校数字课程: 内涵、形态与构建[J]. 电化教育研究, 2024, 45(11): 5-12.
- [12] 张俊锋, 邢伟, 杨浩月. “教、赛、研、用、合”五位一体人工智能教学模式[J]. 高教学刊, 2025, 11(17): 5-8+12.
- [13] 周洪宇, 余江涛. 迈向通用人工智能时代的教师工作: 挑战与出路[J]. 电化教育研究, 2025, 46(7): 5-12.
- [14] 郝祥军, 顾小清. 从交互到交往: 人机协同认知的形态演进与未来审思[J]. 电化教育研究, 2025, 46(7): 33-40.
- [15] 施大宁. 学为中心, 智能向善——AI 时代背景教学模式变革的思考[J]. 中国大学教学, 2025(5): 4-8.
- [16] 杨现民, 张瑶. 教育规模化与个性化矛盾何以破解?——数据驱动规模化因材施教的逻辑框架与实践路径[J]. 中国远程教育, 2022(8): 42-52+79.
- [17] 王竹立, 石晓芬. 推动学习范式革新, 加快新质人才培养——从预先学习向按需学习转变[J]. 电化教育研究, 2024, 45(8): 5-12.