AI 赋能《网络编程技术》双主线贯穿式案例教学改革与实践*

陈静 李磊 胡静 杜春锋**

郑州大学计算机与人工智能学院，郑州 450000

摘 要 针对网络编程技术课程中实验设计缺乏连贯性、个性化指导不足、学习支架单一以及实践脱节等突出问题，本文提出“AI 赋能双主线贯穿式案例驱动教学模式”。本文以“视障友好网页内容协商插件”作为贯穿全学期的实践案例，构建“功能演进”与“质量保障”双向协同闭环主线，依托课程群知识库、提示词模板库与开源项目管理工具，将 AI 作为智能教学支架，从项目生成、项目实施到项目评价，全流程实现人机协同项目式教学，同时融入科技向善育人理念。教学实践数据表明，该模式有效提升了学生学习主动性，大幅优化学生代码质量与工程管控能力。后续将推进 AI 与项目管理工具深度融合，探索可复制的课程改革路径。

关键词 网络编程技术，人工智能，双主线贯穿式案例教学，人机协同项目式教学

AI-Empowered Dual-Mainline Penetrating Case Teaching Reform and Practice in Network Programming Technology*

Chen Jing Li Lei Hu Jing Du Chun-feng**

School of Computer Science and Artificial Intelligence
Zhengzhou University,
Zhengzhou 450000, China

Abstract—Aiming at prominent problems in the course of Network Programming Technology, such as the lack of coherence in experimental design, insufficient personalized guidance, monotonous learning scaffolds and disconnection from practical engineering, this paper proposes an AI-empowered dual-main-line penetrating case-driven teaching model. Taking the “Visually-Impaired-Friendly Web Content Negotiation Plugin” as the semester-long practical case, this work establishes a collaborative closed-loop dual mainline of “functional evolution” and “quality assurance”. Relying on the curriculum group knowledge base, prompt template library and open-source project management tools, this study adopts AI as an intelligent teaching scaffold to realize human-AI collaborative project-based teaching throughout the whole workflow of project generation, implementation and evaluation. Meanwhile, the educational philosophy of technology for good is incorporated into teaching. Teaching practice data demonstrate that the proposed model effectively improves students’ learning initiative, and greatly optimizes students’ code quality and engineering management capabilities. Future work will promote the deep integration of AI and project management tools and explore a replicable curriculum reform path.

Keywords—Network Programming Technology, Artificial Intelligence, Dual-Mainline Penetrating Case Teaching, Human-machine Collaborative Project-based Teaching

1 引 言

2026 年 4 月，教育部等五部门联合印发《“人工智能+教育”行动计划》，明确提出推动人工智能与教育深度广泛融合，加快构建人机协同、虚实结合、泛在可及的智慧教育新形态，推动智能技术与教育全要素融合、全过程贯通、全场景覆盖，并特别强调探索人工智能交叉融合课程、培养复合型交叉人才[1]。这一顶层设计为高校课程改革提供了明确的方向指引与政策支撑。

人工智能技术的快速发展正在重构知识获取方式与学习生态，推动新型教学模式的变革与重塑[2]。人工智能技术与教育教学各环节开始全面深度融合，缔造了智慧教育新形态，智能技术的应用覆盖教、学、研、管、评各环节，推动了泛在学习、个性化学习的发展[3]。大模型技术凭借其在多模态数据处理、自然语言处理、代码生成与交互反馈方面的优势，正逐步成为支持个性化学习、促进知识建构以及提升工程实践素养的关键支撑工具[4-5]。如何在政策框架下，探索一种既符合课程特点又体现人工智能技术赋能的新型教学模

*基金资助：本文得到以下项目支持：郑州大学教育教学改革与实践项目“融合知识图谱和大模型的计算机网络课程数智化教学研究与实践”（2024ZZUJGXM217）

*通讯作者：杜春锋 dcf@zzu.edu.cn

式，成为亟待回应的教学命题。

当前，项目式教学与案例驱动方法在计算机网络课程中取得了一定成效，但针对《网络编程技术》的系统性改革仍显不足——现有实践多停留在知识点罗列与功能演示层面，缺乏对软件工程全生命周期质量保障意识的培养，也未能充分利用 AI 技术为教学提供动态、智能的支撑[6-8]。在课程教学中，如何将 AI 有效融入教学全流程，实现从“辅助工具”向“协同主体”的角色转变，提升学生实践能力和创新意识，已成为当前教育研究的关键议题[9]。为有效发挥 AI 技术在网络编程课程实践中的引导性与支架性作用，亟须从教育实践维度为其赋能路径提供系统支撑[10-11]。

基于此，本文提出 AI 赋能双主线贯穿式案例驱动教学模式，以“视障友好网页内容协商插件”这一贯穿式案例说明如何构建“功能演进+质量保障”双主线协同体系，结合课程资源构建课程群 RAG 知识库，依托扣子平台搭建教师备课智能体、学生课程答疑智能体和技术债务统计智能体，并借助开源项目管理工具，实现教学全流程人机协同，旨在破解传统教学痛点，系统化提升学生网络编程实践能力与工程素养。

2 《网络编程技术》教学现状分析

《网络编程技术》是计算机类专业衔接网络理论与工程开发的核心课程，承担着培育学生网络协议解析能力、代码开发能力与工程实践素养的双重使命，课程内容覆盖套接字编程、异步 IO 处理、高并发 Web 服务开发、网络数据包构造与解析、浏览器插件实现等核心内容，是衔接网络协议理论与网络应用工程实践的关键纽带。课程教学要求学生既要掌握网络通信机制、协议交互逻辑等理论知识，也要具备项目设计、编码实现、性能优化、质量管控的全流程工程能力。当前传统教学模式主要存在以下两大核心痛点，严重制约复合型工程人才培养质量。

（1）实验设计缺乏工程化连贯性，重功能实现轻质量管控

传统课程实验多为单点式、碎片化的知识点验证型实验，各实验项目相互独立、未形成完整的项目迭代体系。学生仅能完成单一知识点的代码编写，无法理解软件工程“需求分析-迭代开发-质量检测-重构优化-产品落地”的全生命周期，难以构建系统化的网络工程思维，导致理论知识与工程实践严重脱节。传统教学实验过程缺乏代码审查、单元测试、性能优化、技术债务管控等工程化训练，学生普遍存在代码冗余度高、圈复杂度超标、异常处理缺失、测试覆盖率不足等问题，缺乏“写好代码”的工程素养，与产业对高质量网络编程人才的需求脱节。

（2）教学支撑体系单一，个性化育人缺失

多采用“教师集中授课+统一实验指导”的大班教学模式，教学支架仅依赖课件、教材、实验指导书等，形式单一、动态性不足。学生学情差异较大，基础薄弱学生难以跟上迭代节奏，能力突出学生缺乏拓展提升空间，而教师受学生体量限制，无法实现分层、个性化指导，导致学生学习主动性参差不齐，被动式学习现象普遍。

3 AI 赋能双主线案例驱动教学模式构建

本文构建的教学模式以人机协同闭环育人为核心，确立“一个核心案例、两条并行主线、AI 全过程赋能、三阶段闭环落地”的核心设计理念，依托扣子平台定制化课程 RAG 知识库与 AI 辅助教学智能体，结合开源项目管理工具，搭建标准化、可复现、可量化的教学体系。

教学全过程划分为项目生成、项目实施、项目评价三大阶段，与“功能演进+质量保障”双主线深度绑定、全程耦合。三阶段为教学流程顶层框架，双主线为项目落地核心抓手，贯穿教学全流程，形成“阶段推进、主线落地、AI 赋能、闭环优化”的教学逻辑。模式整体架构清晰体现双主线贯穿、AI 赋能、知识库支撑、全过程评价四大核心要素。双主线贯穿式案例驱动教学模式的总体结构图如图 1 所示。

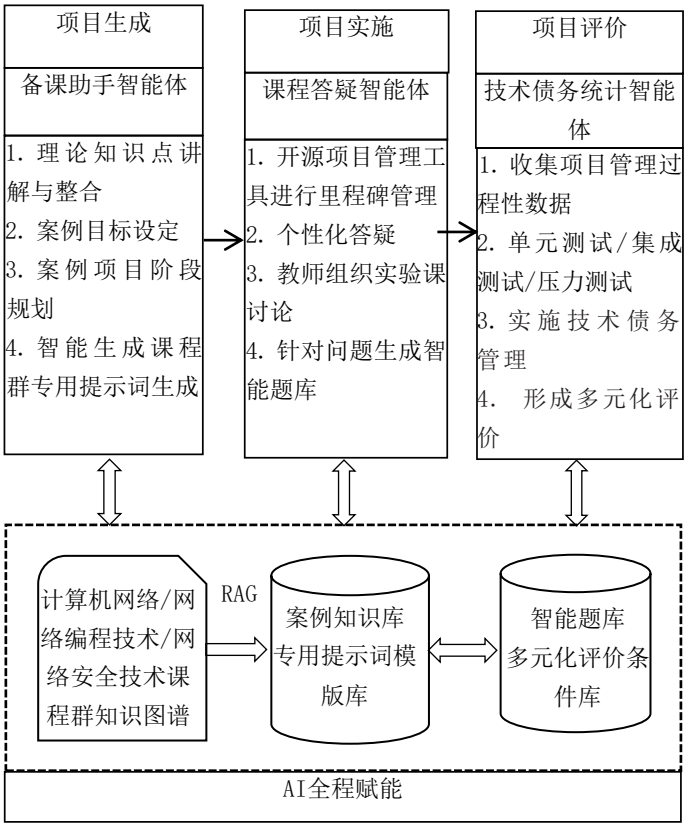


图 1 AI 赋能双主线贯穿式案例教学模式

3．1 辅助教学 AI 智能体实现路径

首先结合课程本地化资源，包括教材、课程 PPT、实验指导手册、网络协议核心知识点题库、课程群知识图谱、工程代码规范等资源。通过扣子平台 RAG 处理功能，构建专属课程群知识库与案例知识库。知识库严格限定知识边界，从源头降低 AI 幻觉风险，保障教学内容的专业性与准确性。

其次，基于扣子平台搭建专属备课智能体，以课程群 RAG 知识库为核心数据支撑，核心工作流包含四大模块：一是知识点整合模块，根据学期教学大纲自动梳理课程核心知识点与重难点；二是案例生成模块，结合“科技向善”育人主题与分层教学目标，迭代优化案例提示词模板，生成递进式贯穿案例与分层任务体系；三是题库构建模块，依托知识库智能生成适配各项目里程碑的课后习题、实操考题与测试用例；四是评价准则生成模块，对应基础、进阶、创新三层学习目标，自动生成精细化项目评价标准。教师可人工审核修正，规避模型幻觉问题。

最后，搭建了技术债务统计 AI 智能体。使用 Lizard 做圈复杂度统计，读取 SonarQube 技术债务基线，导出问题清单，交付大语言模型做分析、评估与反馈[12]。结合开源项目管理工具为基础数据采集载体，基于导出的原始数据，依托 RAG 知识库中的代码规范与工程质量标准，完成数据分类、风险评级、可视化图表生成与问题归因分析，识别高风险技术债务，并统计各小组债务整改率，为过程性评价提供量化依据。

3．2 双主线协同育人机制

本教学模式构建的“功能演进”与“质量保障”双主线并非简单并行，而是形成质量缺陷驱动功能迭代、功能升级倒逼质量优化的双向协同闭环，全程嵌入项目生成、实施、评价三阶段，覆盖项目四大迭代里程碑，实现功能开发与质量管控同步推进提升。

（1）功能演进主线：阶梯式项目迭代

以真实产品开发流程为参照，构建 MVP、Alpha、Beta、Release 四个递进式功能里程碑，实现项目从基础功能到完整产品的阶梯式迭代，匹配学生从基础认知到综合创新的认知规律。各里程碑紧密绑定课程核心知识点，彻底解决实验碎片化问题。

（2）质量保障主线：全流程工程管控

依托小组代码审查、分层测试、技术债务管控、闪电重构四大机制，搭建全流程质量保障体系。以三到四人小组为单位设置专职代码审查员，配合 AI 智能体完成代码抽检、缺陷统计、债务分析；按照“单元测试-集成测试-压力测试”的递进测试体系，匹配各功能里程碑开展质量检测；每周开展技术债务统计与整改，期末实施闪电重构，形成全流程质量闭环，培养学生标准化工程素养。

综上，在项目生成阶段，教师结合 AI 备课智能体完成案例设计、任务拆解、目标分层，敲定双主线迭代方案，为两条主线落地奠定基础；在项目实施阶段，同步推进功能迭代与质量管控双主线，完成四大里程碑开发与全流程质量检测，AI 答疑智能体全程提供个性化支撑；在教学评价阶段，结合双主线全过程数据，开展功能完成度、代码质量、债务整改、综合素养多元化评价，实现教学闭环。

4 教学改革实践

本文选取“视障友好网页内容协商插件”为贯穿式教学案例，融合 HTTP 协议、Socket 编程、异步高并发服务器开发、浏览器插件开发等核心知识点，结合“科技向善”的思政理念，将无障碍民生需求与课程实践深度融合。基于上述 AI 赋能双主线贯穿式案例教学模式，探讨从项目生成、项目实施和项目评价三个阶段开展完整教学实践。

4．1 项目分析阶段

本阶段教师借助 AI 备课智能体完成教学设计与项目规划，实现教学目标分层、案例精准适配。首先，教师结合课程大纲梳理课程核心知识点，划分基础、进阶、创新三级分层学习目标；

其次，AI 备课智能体依托课程 RAG 知识库，围绕“视障友好网页适配”核心主题，构建递进式驱动问题链，迭代优化备课提示词模板，拆解层级化技术任务模块，涵盖 HTTP 协议分析器、Web 服务器实现、请求头动态修改、可视化交互界面、浏览器插件开发模块；最后，教师结合备课智能体生成建议，决定整体推进路径，实现知识点、能力目标、项目任务的精准匹配，具体对应关系如表 1 所示。

4．2 项目实施阶段

在项目导入阶段，教师基于项目分析阶段构建的视障友好网页内容协商知识体系，详细讲解 HTTP 内容协商在项目主题中的应用背景和实施路径，突出“科技向善”的思政导向。在任务推进与协同实施过程中，学生围绕基础、进阶和创新目标依次开展实践任务，课堂上以教师讲解知识点和演示案例为主，实验课以小组开发演示的方式进行，教师穿插讲解知识点，完成项目构造；课程答疑智能体则以高级学习支架角色嵌入到教学环节中。按照增量开发模式逐步落实教学内容，过程中交替执行两条主线：

（1）功能演进主线：从项目需求分析入手，经过软件设计、代码实现过程，首先生成 MVP 核心精简版，满

表 1 视障友好网页内容协商插件项目分析表

项目分层目标	项目主题规划	驱动性问题设计	规划项目活动
基础目标： 理解HTTP协商机制与基本Socket通信原理，掌握基于SOCKET编程实现TCP服务器的核心方法，具备基础网络服务搭建能力	科技向善基础场景：聚焦视障用户网络浏览适配需求，搭建基础网络通信服务，实现HTTP报文解析与基础请求处理	如何基于Socket编程搭建基础HTTP服务器，精准解析HTTP请求头，为网页内容协商提供底层通信支撑？	网络协议原理课堂精讲、Socket编程案例演示、基础TCP服务器开发实验、HTTP报文抓取与解析实操，完成项目MVP版本基础功能搭建
进阶目标： 理解Web服务器工作原理与HTTP内容协商机制，掌握aiohttp、uvloop框架，实现异步高并发网络服务器开发，适配多场景网页协商需求	科技向善优化场景：针对视障用户浏览痛点，优化服务器并发性能，实现HTTP多类型请求头的识别与自适应内容协商	如何通过异步编程技术优化服务器性能，依托HTTP内容协商机制，实现网页展示样式、文本格式的自适应适配，满足视障用户基础浏览需求？	Web服务器原理精讲、异步高并发编程实操、HTTP内容协商机制专项实验、服务器并发调试与性能优化，完成项目Alpha、Beta版本迭代开发
创新目标： 实现浏览器插件落地部署，拓展网页智能优化功能，具备网络应用从代码开发、质量管控到产品落地的全流程工程能力，树立科技向善工程素养。	科技向善落地场景：打造可落地的视障友好网页协商插件，优化用户使用体验，实现智能化、个性化的无障碍网络浏览服务	如何将开发好的功能模块封装成可落地的浏览器插件？如何结合智能优化算法实现网页内容摘要、语音播报等拓展功能，全方位适配视障用户使用场景？如何完成项目质量优化与正式版本交付？	项目需求分析与方案设计、插件开发与跨浏览器适配、功能创新拓展开发、全程代码审查与闪电重构、压力测试与性能优化、项目成果展示与落地部署，完成项目Release正式版本迭代

足基本需求，之后逐步增加新的功能，完善软件的设计，实现 4 个里程碑如表 2 所示。每个里程碑既是功能增量节点，也是质量优化起点，确保学生完整经历“开发-测试-重构-验证”的工程化迭代周期。

（2）质量保障主线：学生分组合作，以 3 到 4 人小组为单位执行代码开发与审查。根据生成项目的难易程度设置技术债务管理周期，借助于开源软件项目管理工具进行分组项目管理和质量保障工作，主要内容如下：

① 小组任务拆分：教师创建课程项目后，为每个小组建立独立项目。学生利用开源软件项目管理工具的看板视图，将项目开发任务拆解为“HTTP 协议分析→Web 服务器实现→请求头修改→界面开发→插件开发”等卡片，分配给组员，设置优先级与截止日期。

② 里程碑管控：在开源软件项目管理工具中设置“MVP 里程碑”、“Alpha 里程碑”、“Beta 里程碑”和“Release 里程碑”，每个里程碑关联对应的任务卡。小组完成所有关联任务后，方可申请进入下一阶段。教师可通过甘特图视图直观跟踪各小组进度。

表 2 功能演进里程碑表

序号	阶段	任务目标	功能演进举例说明
1	原生HTTP服务器MVP版	实现单机版原生HTTP服务器，能够进行HTTP请求头解析、修改与转发核心逻辑。关联知识点：Socket编程、HTTP报文格式、多线程基础；采用最小场景，单一职责编程模块	MVP→Alpha：MVP完成后，单元测试发现请求解析函数对畸形HTTP头处理异常，该缺陷转化为Alpha版“增加异常捕获与日志记录”任务。同时，Alpha版的并发性能需求倒逼对MVP版的多线程高并发问题进行重构。
2	原生HTTP服务器Alpha版	实现针对Accept、User-Agent和Vary首部的自动内容协商与页面重定向/改写。关联知识点：Web服务器原理、HTML解析。实现并发、线程安全、异常流、接口隔离等功能	Alpha→Beta：Alpha版集成测试发现代理服务器与某些网站交互时返回502错误，该缺陷驱动Beta版开发中增加“User-Agent白名单重试机制”。Beta版的浏览器扩展开发，又要求对Alpha版的异步框架进行适配改造（如支持WebSocket通信）。
3	Web服务器Beta版	开发交互界面，使其成为一个可配置的浏览器插件或微信小程序插件。关联知识点：浏览器插件架构、JS与本地服务的通信、异步Web编程。	Beta→Release：Beta版性能测试发现TTS播报延迟>500ms，该缺陷驱动Release版引入缓存机制与语音模型预加载。Release版的多浏览器适配又倒逼对插件的API调用层进行抽象重构。
4	性能与体验优化Release版	完成性能优化、多浏览器适配、最终交付与演示。关联知识点：性能分析与优化、跨平台开发策略、软件部署，实验记录云端保存分析、重构等	

③ 技术债务统计：每周针对已完成模块编写测试用例，AI 辅助生成测试代码，执行单元测试与代码审查。进入软件 Beta 版后进行集成测试，主要测试插件与浏览器、目标 Web 网站的完整交互流程。最后完成性能与体验优化的 Release 版后对异步 Web 服务器进行性能/压力测试，模拟高并发场景评估插件对网页加载延迟的影响。教师或组长使用开源软件项目管理工具为代码审查中发现的债务问题（如“高圈复杂度”“重复代码”“缺少测试”）打上标签。利用开源软件项目管理工具的 API 导出债务标签统计数据，生成小组技术债务趋势图（如柱状图展示各类债务数量变化），在课堂上公布并督促学生优先修复高优先级债务。周期末小组“闪电重构”本周期内的开发成果，并将重构与已构造代码进行对比，找出差异，循环迭代，确保软件的开发质量。

表 3 视障友好网页内容协商项目评价准则表

目标	标准1	标准2	标准3	标准4	标准5
基础目标	理解 HTTP 内容协商基本概念(5分)	掌握 HTTPServer 类中方法的调用逻辑（10分）	能够准确实现原生 HTTP服务器(5分)		
进阶目标	使用 httpaio/uvloop 实现高性能Web服务器（10分）	配置动态聚合(5分)	配置过程中无错误（5分）	能够处理问题并调试（10分）	完成场景部署并测试成功(10分)
创新目标	设计性能优化方案（5分）	解决多浏览器适配(10分)	设计适应性强的方案（5分）	提供创新性的解决方案，例如网页内容智能摘要/个性化语音播报等（15分）	实现优化效果，插件运行稳定（5分）

4.3 项目评价阶段

在项目评价阶段，教师基于开源软件项目管理工具的数据，借助技术债务统计 AI 智能体和小组成果展示，最终确定学生的过程性成绩。在此过程中，AI 备课助手智能体根据分层目标预生成的评价准则如表 3 所示。技术债务统计智能体对学生提交的课后测答题情况、里程碑完成度、单元测试覆盖率、技术债务消除情况、落地部署情况、日志输出等数据进行自动评分，以确保评分过程的客观性与一致性，供教师参考。教师在此基础上，根据学生在项目中的小组协作、问题解决、自主反思等表现，结合智能体提供的评分结果，进行人工复核，形成学生项目成绩，保障评估过程的层次性与完整性。

5 教学成效分析与讨论

为验证本教学模式的实践价值，设置对照组与实验组开展对比研究。选取本校 2022 级计算机科学与技术专业 129 名学生为对照组（采用传统教学模式），2023 级同专业 135 名学生为实验组（采用本文 AI 赋能双主线教学模式），两组学生学情基础、师资力量、教学大纲完全一致，具备可比性。从学生学习行为、核心工程能力和教学效果满意度方面开展对比分析，数据结果客观支撑教学改革成效。

5.1 学生学习行为对比分析

对比两组学生课堂互动、课前预习、项目考核等行为数据，结果显示新模式可显著提升学生学习主动性与参与度，具体对比数据如表 4 所示。实验组课堂互动率、预习参与率、项目优秀率较对照组均实现大幅提升，彻底改善了传统教学中学生被动学习、参与度低的问题。

表 4 学生学习行为对比分析表

评价指标	对照组（传统教学）	实验组（AI赋能双主线教学）	提升幅度
课堂互动率	41.5%	62.3%	20.8%
课前预习参与率	62.37%	84.14%	21.77%
项目实验优秀率	28.7%	53.2%	24.5%

5.2 学生核心工程能力量化对比

对比两组学生最终项目代码质量和技术债务等与工程素养相关的核心量化指标，结果如表 5 所示。实

验组学生代码平均圈复杂度、缺陷密度显著降低，单元测试覆盖率、技术债务整改率大幅提升，充分验证了质量保障主线的育人价值，体现了学生系统化工程思维与代码质量管控能力的实质性提升。

表 5　学生核心工程能力量化对比表

核心能力指标	对照组（传统教学）	实验组（AI 赋能双主线教学）	优化效果
代码平均圈复杂度	18.6	9.2	降低 50.5%
代码缺陷密度（个/千行）	6.8	2.1	降低 69.1%
单元测试覆盖率	42.3%	87.6%	提升 45.3%
技术债务整改完成率	35.8%	92.4%	提升 56.6%

5.3 教学满意度对比分析

课后开展匿名教学满意度调研，实验组数据显示：92.6%的学生认为 AI 智能体的实时代码审查、风险预警、问题答疑功能可有效解决实验疑难问题，降低调试焦虑；82.29%的学生认为双主线贯穿式案例模式有效激发了学习探究意愿；90.48%的学生认可阶梯式里程碑迭代的教学逻辑，适配自身认知规律；85.7%的学生愿意向低年级学生推荐该教学模式。相较于传统教学单一、被动的学习体验，新模式的个性化赋能、工程化训练、过程性评价方法获得了学生广泛认可。

综上，本文构建的AI赋能教学模式，既有效提升了学生的学习积极性与课堂参与度，也从根源上提升了学生的网络编程核心能力与工程质量素养，实现了“知识学习、能力培养、素养提升”的三维育人目标。

6　结语

本文以人工智能技术为支撑，针对《网络编程技术》课程实验碎片化、实践脱节、个性化指导不足、工程素养培养缺失等核心痛点，构建了 AI 赋能双主线贯穿式案例驱动教学模式。结合课程群资源构建 RAG 知识库，基于扣子平台搭建专属 AI 教师备课智能体、课程答疑智能体、技术债务统计智能体，明确了 AI 赋能的技术实现路径、使用边界与管控机制。通过“功能演进+质量保障”双主线双向闭环驱动，搭配三阶段全流程教学管控与多元化过程评价体系，实现了理论教学与工程实践的深度融合。

教学实践表明，AI 赋能双主线贯穿式案例驱动教学模式有效提升了教师备课效率与教学设计质量，有效提升了学生学习主动性，大幅优化学生代码质量与工程管控能力，帮助学生实现从“会写代码”到“写好代码”的能力跨越。未来将进一步优化 AI 智能体工作流，实现技术债务动态预警、个性化学习路径智能推送功能，持续完善人机协同育人体系，为高校网络编程类课程教学改革提供可复制、可推广的实践范式，助力新时代复合型网络工程创新人才培养。

参 考 文 献

[1] 中华人民共和国教育部，国家发展和改革委员会，工业和信息化部等.教育部等五部门关于印发《“人工智能+教育”行动计划》的通知[EB/OL]. (2026-04-10)[2026-05-22]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/202604/t20260410_1433240.html.

[2] 魏非，杨可欣，祝智庭。协同探究智创：生成式人工智能时代的学习新模式[J]. 开放教育研究，2025,31(02):11-20.

[3] 吴砥，李环，陈旭. 人工智能通用大模型教育应用影响探析[J]. 开放教育研究，2023,29(2): 19-25+45

[4] 秦国振，张聪品，赵宗禧，等。生成式人工智能赋能计算机网络课程教学实践 [J]. 计算机教育，2026(04):99-104.

[5] 褚乐阳, 王浩, 陈向东. 面向大语言模型的青少年人工智能教育[J]. 中国电化教育, 2024(4): 32-44.

[6] 刘春红, 张正玲, 洪双喜, 等. 基于大模型的提升数字素养的计算机网络课程实践教学模式[J]. 计算机教育, 2024(3): 85-90.

[7] 刘进, 高悦, 杨力等. 人工智能赋能的计算机网络实践教学模式探索[J]. 计算机技术与教育学报，2025,13(05):105-110.

[8] 陈迪, 吴所谓, 祝凯捷等. 数智赋能“两观、三融、五学”计算机网络教学模式探索与实践[J]. 计算机技术与教育学报，2025,13(04): 54-61.

[9] 张伟伟，张静，吴怀广等。生成式 AI 驱动的 Python 教学案例探索[J]. 计算机技术与教育学报，2025,13(04):39-44.

[10] 刘琰, 常斌, 罗军勇, 等. 面向能力培养的网络编程技术课程教学方法探讨[J]. 计算机教育, 2010(18): 52-55.

[11] 张彦芳，高璐，李艳. AI 技术项目驱动下的程序设计类课程教学模式创新 [J]. 计算机教育，2025(02):159-163.

[12] WANDEL N, STOTKO D, SCHIER A, et al. PyEvalAI: AI-assisted evaluation of Jupyter Notebooks for immediate personalized feedback [EB/OL]. (2025-02-25)[2026-09-17]. https://arxiv.org/abs/2502.18425]