

人工智能赋能操作系统挑战性 课程重构与实践创新

陈佳 廖勇 白忠建 许毅** 吴劲 万晓枫

电子科技大学信息与软件工程学院, 成都 610054

摘要 针对传统操作系统课程的“理论与实践脱节、能力培养维度单一、产教融合深度不足”等痛点, 结合人工智能技术与高等教育数字化转型需求, 提出“AI 赋能-三维重构-生态共生”框架, 提出五维动态知识图谱, 实现了课程知识的智能关联与动态迭代; 设计了“内核实践层+综合设计层+产业验证层”多层次挑战性实践体系与 AI 全周期伴学模式, 形成人机协同实践闭环; 构建了“教师-AI-学生-企业”四维协同生态, 打通了产教深度融合路径。经过七年实践, 覆盖 5300 余名学生, 其系统能力与工程素养显著提升, 核心指标达成度提高 12.3%。成果已通过“智能基座”计划推广至 30 余所高校, 为人工智能时代工程教育“课程重构-人才培养-生态构建”提供了可复制的创新实践范式。

关键字 人工智能; 教育新生态; 操作系统; 课程重构; 挑战性学习; 产教融合

AI-Enabled Reconstruction and Innovative Practice in Challenging Operating Systems Course

Chen Jia Liao Yong Bai Zhongjian Xu Yi** WU Jin Wan Xiaofeng

School of Information and Software Engineering, University of Electronic Science and Technology of China,
Chengdu 610054, China

Abstract—To address the core pain points of traditional operating system courses, such as the disconnection between theory and practice, single-dimensional competency cultivation, and insufficient depth of industry-education integration, this study proposes the ‘AI Empowerment-Three-Dimensional Reconstruction-Ecological Symbiosis’ framework in combination with the development of artificial intelligence technology and the needs of digital transformation in higher education. A five-dimensional dynamic knowledge graph is established to realize intelligent connection and dynamic iteration of curriculum knowledge; a three-level challenging practice system consisting of ‘kernel practice layer + comprehensive design layer + industry verification layer’ and an AI full-cycle learning assistance model are designed, forming a human-machine collaborative practice closed loop; a four-dimensional collaborative ecosystem of ‘teacher-AI-student-enterprise’ is constructed to smooth the path for in-depth industry-education integration. After seven years of practice covering more than 5,300 students, their systematic capabilities and engineering literacy have been significantly improved, with the achievement of core indicators increasing by 12.3%. The achievements have been promoted to more than 30 universities through the ‘Intelligent Base’ program, providing a replicable innovative practical paradigm for ‘curriculum reconstruction-talent cultivation-ecosystem construction’ in engineering education in the AI era.

Keywords—Artificial Intelligence; New Educational Ecosystem; Operating System; Curriculum Reconstruction; Challenge-Based Learning; Industry-Academia Integration

1 引言

生成式人工智能技术的突破性发展, 正推动高等教育向“人机协同、生态重构”的新阶段转型^[1-6]。操

作系统作为计算机领域的“基石”课程, 长期面临“理论抽象难懂、实践门槛高、教学内容滞后于技术发展”三大困境。传统“教材+PPT+验证实验”模式已无法满足“AI+X”复合型人才培养需求。

为破解这一难题, 电子科技大学“操作系统原理与实践”教学团队自 2018 年起启动系统性改革, 并于 2023 年率先实现生成式 AI 与课程全链条的深度融合。改革聚焦“课程重构的底层逻辑创新、实践模式的人机协同创新、教学生态的多方联动创新”三个关键维度^[7-11], 旨在突破“知识点碎片化”、“验证性实验局限”

* **基金资助**: 本文得到 2024-2026 年四川省高等教育人才培养质量和教学改革项目“人工智能时代软件工程专业核心课程群数字教材建设”(编号: JG2024-0192); 电子科技大学教改项目: 基于 AI 大模型的《操作系统原理与实践》课程知识图谱构建和应用(编号: 2025AIXM140)资助。

** 通讯作者: 许毅 xuyi0421@uestc.edu.cn。

和“教育-产业割裂”的壁垒，构建 AI 驱动的教育新生态^[12]。

2 知识图谱驱动 AI 赋能课程体系重构

针对传统课程知识体系“静态固化、关联薄弱、迭代滞后”弊端，以智能技术为核心引擎，构建了“AI 赋能-三维重构-生态共生”的课程内容创新体系，如图 1 所示，实现知识体系从“静态文本”到“智能生态”的质变。

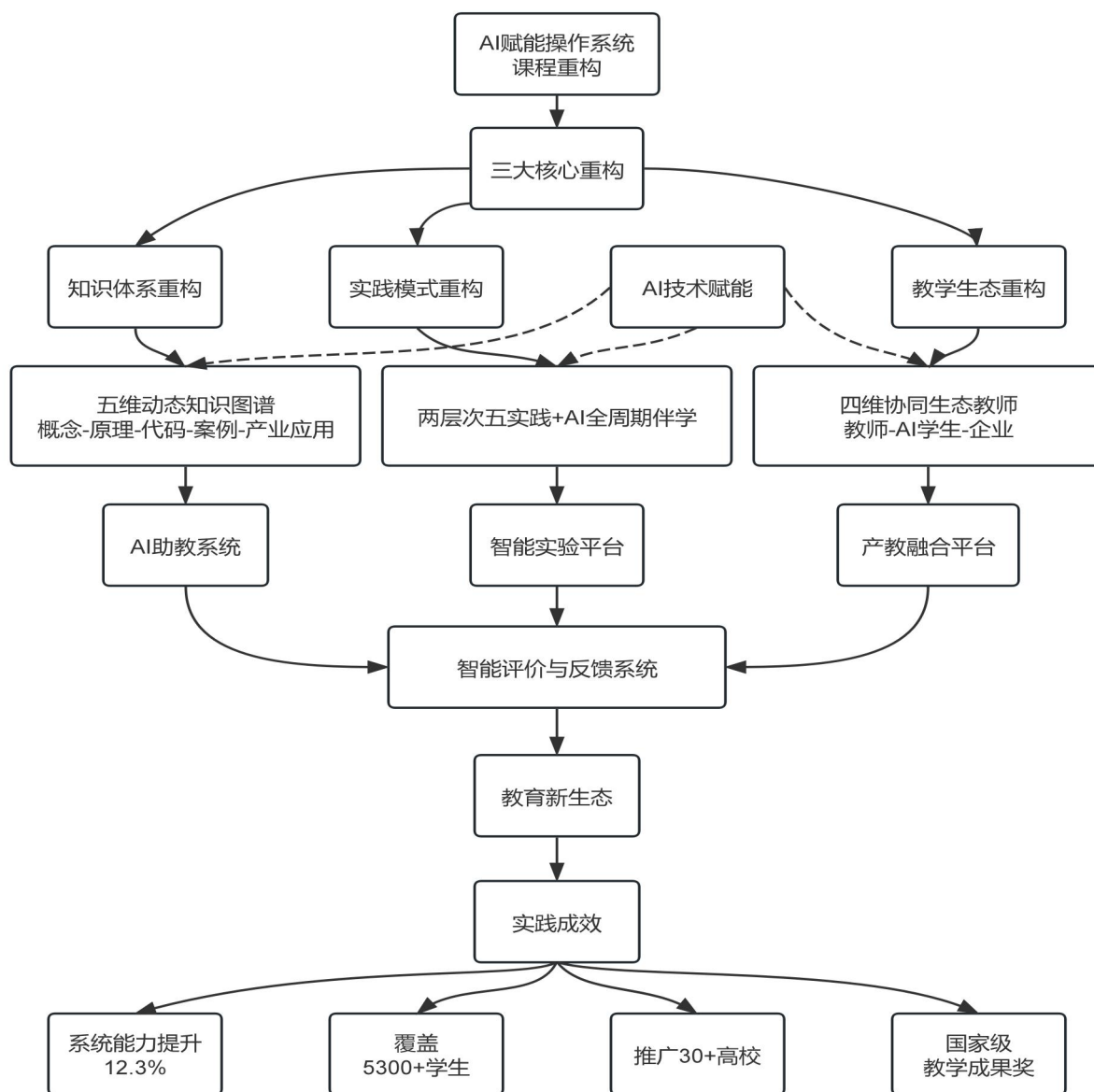


图 1 “AI 赋能-三维重构-生态共生” 创新体系

2.1 知识图谱实现课程内容智能关联与导航

为破解操作系统知识点“分散割裂、关联隐性”的教学痛点，提出“自顶向下框架设计+自底向上数据驱动”的知识图谱构建方法，融合自然语言处理与代码静态分析技术，突破传统知识图谱“重概念轻实践”的局限，构建“概念-原理-代码-案例-产业应用”五维联动的动态知识图谱，如图 2 所示。其核心创

新在于：首次将企业真实项目案例，如华为 OpenHarmony 内核调度模块与课程基础知识点深度关联，通过实体抽取技术挖掘“内核源码接口”与“产业应用场景”的隐性关系，形成包含 1200 余个实体、3500 余条关系的领域知识网络，其中产业应用关联关系占比达 38%，远超传统知识图谱 15% 平均水平。实体不仅涵盖核心概念、数据结构等基础要素，更纳入“内核补丁开发规范”、“企业性能测试指标”等产业级

要素，实现课程知识与产业需求的无缝衔接。

在教学应用中，该图谱实现三大核心功能：一是智能导航，学生通过可视化界面直观探索知识点依赖关系，如点击“进程调度”可关联“调度队列”、“上下文切换”及Linux内核 schedule()函数源码，构建系统认知框架；二是个性化路径推荐，基于前置知识

评估结果，为基础薄弱学生推送“进程状态-同步机制”基础模块，为学有余力学生导向“内核源码分析-性能优化”高阶模块；三是精准知识补救，当学生遭遇“死锁”等实践问题时，自动关联“信号量”、“资源分配图”等知识点及调试案例，实现“问题-知识”的精准衔接，提升学习效率。

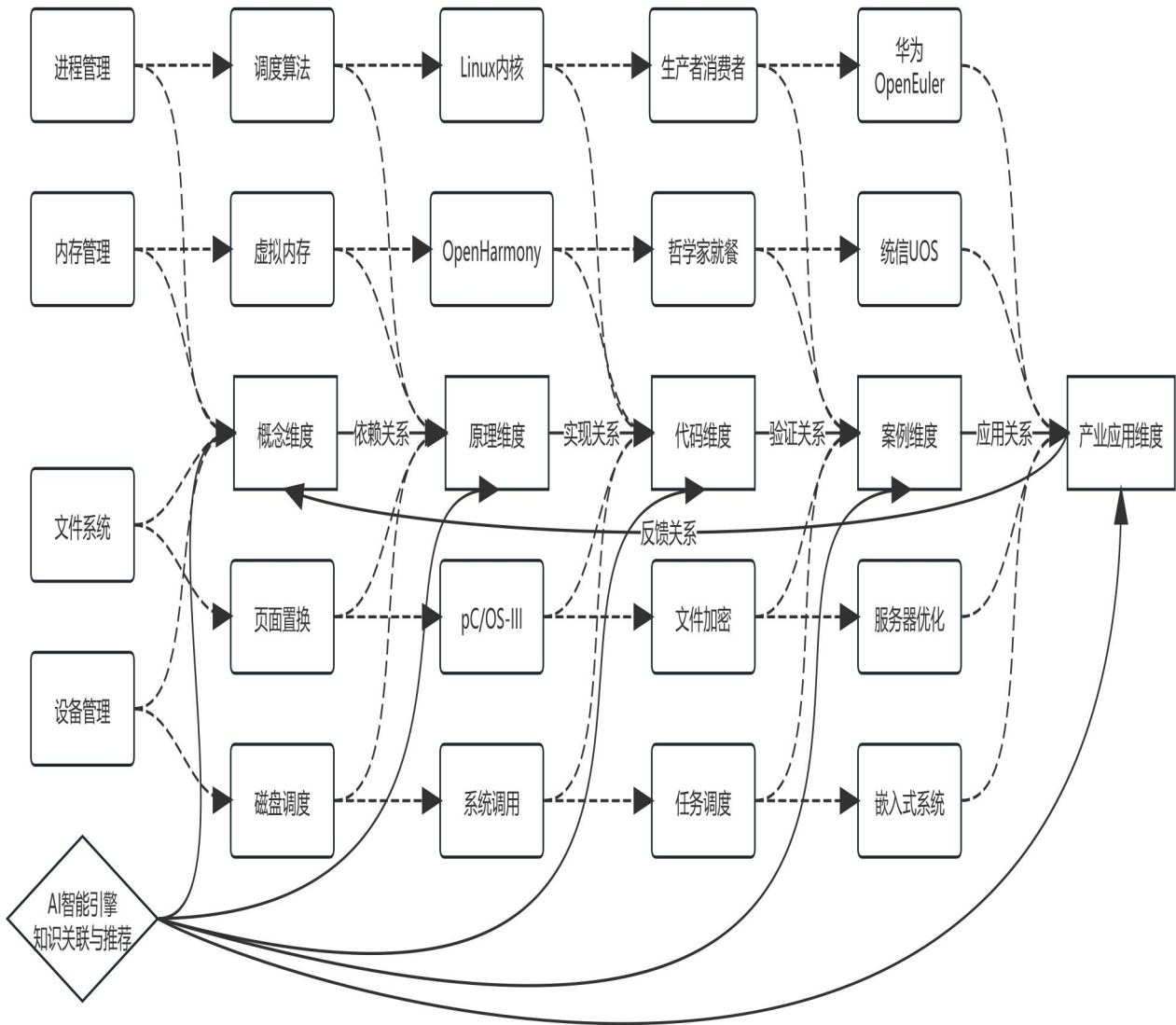


图 2 五维联动知识图谱

2.2 资源动态化生成支撑教学内容实时迭代与创新

依托生成式大模型，构建了“需求驱动-动态生成-多维适配”的资源创新生成机制。其创新了案例生成的“场景化适配”，可根据参数生成不同场景下的优化代码及性能对比报告；算法可视化的“交互性创新”，支持通过自然语言指令生成可编辑的可视化脚本；思

政融入的“技术化创新”，通过“自主可控技术图谱”等技术手段，实现价值塑造与知识传授的有机融合。

2.3 路径个性化推送实现因材施教与精准赋能

构建了“多源数据融合+动态画像更新+需求精准匹配”的个性化推送创新机制。整合 8 类数据，从“概

念理解、代码实践、系统设计、AI 应用、产业适配”五个维度构建学生动态画像。采用时序预测模型分析学生学习轨迹，提前识别“潜在知识盲区”，并推送“理论讲解+代码模板+调试工具+案例对比”的模块化资源包，实现“因材施教”的精准落地。

3 人机协同实践激活挑战性学习动能

聚焦实践教学“验证性为主、反馈滞后、与产业脱节”的深层痛点，构建了“挑战性目标引领+智能全流程赋能+产业需求闭环”的实践教学创新生态。

3.1 多层次实践智能增强体系构建挑战性实践框架

提出“内核实践层+综合设计层+产业验证层”多层次实践体系，实现“基础能力-创新能力-产业适配能力”的梯度培养。AI 赋能的核心创新体现在全流程闭环：内核实践层实现“问题精准诊断”创新；综合设计层实现“创新引导”创新，AI 扮演“创新顾问”角色；产业验证层实现“闭环反馈”创新，形成“教学实践-产业验证-迭代优化”的创新闭环。

3.2 智能调试与协同实验打造人机协同实践新模式

以“ μ C/OS-III 智能调试与任务协同”实验为典型案例，提出“需求解析-模型构建-智能诊断-迭代优化-成果固化”五阶段人机协同实践流程，突破传统“AI 仅生成代码”的单一模式，实现人机从“工具配合”到“协同创新”的升级。一是需求解析的“精准化”，AI 通过自然语言处理技术提取学生需求中的“任务数量、通信方式、同步机制”等核心要素，自动生成“需求规格说明书”并与学生确认，避免因需求理解偏差导致的无效实践；二是智能诊断的“Linux 完全公平调度器(CFS)与 AI 任务调度适配性定位”，突破传统“仅提示错误位置”的局限，通过代码静态分析与运行日志关联分析，定位“递归死锁”、“优先级反转”等问题的根因，如针对“Consumer_Task 无法就绪”问题，不仅提示“信号量初始值错误”，更生成“信号量操作时序图”展示问题发生过程；三是迭代优化的“引导式”，AI 不直接提供解决方案，而是通过“问题反问-思路启发-案例类比”引导学生自主找到解决方法，如提出“若将二值信号量改为计数信号量，是否能解决该问题？”等启发性问题，培养学生的创新思维；四是成果固化的“标准化”，实验完成后，AI 自动生成符合企业规范的“设计文档”、“测试报告”、“代码注释”，帮助学生建立工程化思维。

3.3 全流程智能伴学系统构建个性化实践支持生态

开发了操作系统课程专属 AI 助教系统，实现“实验前-实验中-实验后”全周期、精准化支持。核心功能包括：实验前的“精准预热”和“微型仿真实验”；实验中的“智能赋能”和“性能瓶颈预测”；实验后的“深度复盘”和“代码质量雷达图”。该系统使实验完成率从 75% 提升至 96%，平均实验时长缩短 32%，显著提升了实践效率。

4 流程智能伴学系统构建个性化实践支持生态

突破传统“教师主导、学生被动”的二元教学格局，更打破“教师-AI-学生”三元模式的主体局限，提出“教师-AI-学生-企业”四维协同教学生态，以 AI 为核心枢纽实现“知识传递-能力培养-需求对接-成果转化”的全链路贯通，明确各主体的创新角色定位与协同机制，实现教学生态从“封闭课堂”到“开放协同”的质变。

4.1 智能增强研讨式教学深化高阶思维培养

针对传统小班研讨“议题发散、思辨浅层、成果难固化”的问题，提出“AI 赋能的深度研讨闭环”模式的升级。研讨前的“议题精准设计”，AI 基于课程重难点、学生知识薄弱点及产业前沿趋势，自动生成“Linux 完全公平调度器(CFS)与 AI 任务调度适配性”等兼具理论深度与实践价值的研讨议题，并推送“核心文献摘要+产业案例数据+争议点梳理”的预热包，使学生研讨准备充分度提升 60%；研讨中的“思辨深度引导”，AI 扮演“虚拟辩手+数据分析师”双重角色，不仅提出反诘观点（如“若考虑自动驾驶场景的实时性需求，CFS 算法的时间片设计是否合理？”），更能实时检索最新研究成果、产业数据支撑辩论，避免“空泛讨论”；研讨后的“成果体系化固化”，AI 自动整理研讨纪要，提取核心观点生成“研讨知识图谱”，并将创新思路转化为“微型研究课题”（如“基于 CFS 的 AI 任务调度优化方案设计”），为后续实践创新提供方向，实现“研讨-创新-实践”的闭环。

4.2 产教融合实战项目驱动衔接教育与产业生态

突破传统“企业进校园讲座、捐设备”的浅层合作模式，提出“AI 驱动的产教融合精准对接机制”，构建“需求数字化-任务课程化-成果产业化”的创新链路。创新在于需求传递的“无损耗”，企业通过平台发布真实需求（如“OpenHarmony 低功耗背景任务调度策略设计”），AI 自动将产业需求拆解为“核心技术点、性能指标、验收标准”等课程化要素，转化为可

落地的实践任务，避免需求传递中的“信息衰减”；过程指导的“精准化”，企业工程师通过 AI 助教系统实时查看学生项目进展，AI 自动标记“偏离需求指标”“性能不达标”等问题，推送工程师预设的“改进建议模板”，实现大规模学生的个性化产业指导；成果转化“的高效化”，建立“学生创新成果孵化池”，AI 对优秀项目进行“专利申请潜力评估”、“商业化价值分析”，协助学生完成“技术交底书”撰写，已推动 3 项学生创新成果获得软件著作权，1 项成果接入华为 OpenHarmony 开发者生态，实现产教融合从“人才输送”到“成果共创”的升级。

4.3 协同师资发展模式强化生态支撑能力

突破“AI 替代教师”的认知误区，构建“AI 赋能教师能力升级”的创新发展模式，推动教师角色从“知识传授者”向“生态设计者、创新引导者”转型。一是教学效率的“倍增式”提升，AI 不仅承担作业批改等重复性工作，还负责“学情智能分析仪表盘”，自动识别“并发编程”等共性难点、“死锁调试”等个性问题，为教师提供“精准备课建议”，使教师备课时间缩短 40%，个性化指导覆盖率提升至 100%；二是教研创新的“赋能式”支持，AI 辅助教师开展教改研究，自动分析 5300 余名学生的学习数据，挖掘“AI 工具使用频率与实践成绩的相关性”等创新结论，协助撰写

教改论文、申报教学成果奖，团队近三年教改论文数量较之前提升 3 倍；三是师资能力的“生态化”培养，参与组建教育部-华为“智能基座”移动软件工程课程群虚拟教研室，通过 AI 驱动的“虚拟教研共同体”开展跨校研讨，AI 自动分享各校优秀教学案例、解析创新点，已培训 500 余名教师，形成“个体创新-群体扩散”的师资发展生态，为教育新生态提供核心支撑。

5 数据闭环赋能保障生态可持续发展

构建“评价-诊断-改进-推广”的闭环机制，以 OBE 理念为指导，依托智能技术实现精准评价，推动成果规模化推广，保障教育新生态的可持续发展。

5.1 智能化多元评价体系实现精准诊断与改进

提出“知识掌握-能力达成-素养提升”三维智能评价模型。包括：评价维度立体化，涵盖知识、能力、素养三个维度；评价过程动态化，基于时序数据构建学生成长曲线；反馈可执行化，AI 生成的评价报告提供“具体改进路径”，实现“评价-诊断-改进”的闭环。课程目标达成度数据显示，近四年核心毕业要求指标点持续提升，创新实践相关指标提升最为显著，如表 1 所示。

表 1 课程目标达成度趋势 (AI 融合成效)

学年	GR1.3 (系统能力)	GR1.4 (工程实践)	核心改进措施 (AI 融合)
2022年	0.881	0.931	引入基础AI代码提示与作业批改功能
2023年	0.887	0.937	增加AI辅助内核实践与可视化工具
2024年	0.895	0.941	全面部署AI虚拟助教与智能诊断系统
2025年	0.903	0.956	深化产教融合AI项目与素养评价

5.2 实践成效与生态推广

七年改革实践取得显著成效。学生期末项目完成率从 75% 提升至 96%，创新性项目占比达 22%，代码复杂度提升 30%，获 HarmonyOS 认证 68 项，在国家级竞赛中屡获佳绩；课程满意度连续四年超 96%，获国家级教学成果二等奖 1 项；推广方面，构建“理念-方法-工具-资源-培训”五位一体的推广体系，通过“智能基座”计划推广至 30 余所高校，其中 5 所高校采用该模式后，课程目标达成度平均提升 6.5%，形成了“单点创新-体系化推广-群体提升”的教育创新扩散效应。

6 结语与展望

构建了 AI 赋能操作系统课程的“知识体系-实践模式-教学生态-评价机制”全链条创新框架。实践表明，人工智能赋能教育的核心价值在于通过技术重构“知识传递的效率、实践创新的路径、教产协同的机制”，实现从“知识传授”到“能力生成”再到“创新孵化”的三级跃升。

未来将从四大方向深化探索：构建“云-边-端”协同的智能实验平台；研发课程专属垂直大模型；探索“AI+区块链”的能力认证与成果转化机制；建立 AI 教育应用的伦理治理规范体系。本课程的实践探索，为高校智能教育融合提供了具象化、可复制的方案，推动了人工智能时代教育新生态的创新发展与范式升级。

参 考 文 献

- [1] 王振友, 李丽, 张炜. 人工智能类课程产教融合教学模式探索与实践——以广东工业大学-华为智能基座课程"模式识别"为例[J]. 高等工程教育研究, 2025(2): 112-118
- [2] 吴爱华, 杨秋波, 郝杰. 以“新工科”建设引领高等教育创新变革[J]. 高等工程教育研究, 2019(1):1-5
- [3] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3):1-6
- [4] 孙宏斌, 冯婉玲, 马璟. 挑战性学习课程的提出与实践[J]. 中国大学教学, 2016(7):26-31
- [5] 刘金库, 葛云晓, 黄婕, 等. 虚拟仿真实验教学课程: 数字赋能工程能力培养的新模式[J]. 高等工程教育研究, 2023(3):26-30
- [6] 陈佳, 刘瑶, 廖勇, 等. “操作系统原理与实践”挑战性课程实践建设[J]. 计算机教育, 2023(5):45-49
- [7] 张广泉. 新时代软件卓越工程师人才培养研究与探索[J]. 计算机技术与教育学报, 2025,5(13), P108-112
- [8] 王金凤, 孙微微, 张丽霞, 张猜. 双一流背景下的操作系统实践课程改革研究与探索[J]. 计算机技术与教育学报, 2022,11(10), P116-120
- [9] 王红滨, 何鸣, 刘刚, 初妍, 曹雪, 印桂生. 基于国产化操作系统的教学改革探索——以“操作系统”课程为例[J]. 计算机技术与教育学报, 2023,8(11), P81-85
- [10] 张宏森, 郭平. OBE 理念下基于问题解决能力培养的教学改革实践——以“Linux 操作系统”课程为例[J]. 计算机技术与教育学报, 2024,10(12), P149-153
- [11] 闫丽丽, 丁哲, 吕智颖. 基于产教融合的“国产化操作系统”实验教学改革探索[J]. 计算机技术与教育学报, 2025,8(13), P53-57
- [12] 李航, 刘高翔, 陈星, 黄伯虎. 面向信创人才培养的信创操作系统实验平台的建设与探索[J]. 计算机技术与教育学报, 2025,8(13), P199-203.