

“三交互五循环”驱动的学科基础课程 教学模式研究*

陈晋鹏 付文博 谷红枫 金昕 韩万江

北京邮电大学计算机学院（国家示范性软件学院），北京 100876

摘要 本论文以《操作系统原理》课程为载体，探索构建“师-生-机”三元深度交互的课堂教学新范式。通过引入AI智能教学手段，实现教学全过程的数据采集与分析，支撑实时反馈、个性化学习路径推荐。在具体教学实践中，设计并实施基于AI赋能的“情境导入—自主探究—协作研讨—智能反馈—迭代提升”五阶教学模式，有效提升学生的自主学习能力、系统思维与工程实践能力。实践表明，“师-生-机”协同机制显著增强了课堂互动性与教学精准度，为北京邮电大学工科核心课程的智能化教学改革提供了可借鉴的范例。

关键字 师-生-机交互；人工智能赋能；操作系统原理；教学改革；个性化学习；数据驱动教学

Research on the Teaching Model of Basic Disciplinary Courses Driven by "Three Interactions and Five Cycles"

Jinpeng Chen Wenbo Fu Hongfeng Gu Xin Jin Wanjiang Han

School of Computer Science (National Pilot Software Engineering School)
Beijing University of Posts and Telecommunications Beijing 100876, China

Abstract—Taking the course "Principles of Operating Systems" as the carrier, this paper explores and constructs a new paradigm of in-class teaching featuring in-depth "teacher-student-machine" tripartite interaction. By introducing an AI-powered intelligent teaching tool, it realizes data collection and analysis throughout the entire teaching process, supporting real-time feedback and personalized learning path recommendation. In specific teaching practice, a five-stage AI-enabled teaching model—"Situational Introduction—Independent Inquiry—Collaborative Discussion—Intelligent Feedback—Iterative Improvement"—is designed and implemented, which effectively enhances students' autonomous learning ability, systematic thinking, and engineering practice capabilities. Practice has shown that the "teacher-student-machine" collaborative mechanism significantly improves classroom interactivity and teaching accuracy, providing a referable model for the intelligent teaching reform of core engineering courses at Beijing University of Posts and Telecommunications.

Keywords—Teacher-Student-Machine Interaction, AI Empowerment, Operating System Principles, Education Reform, Personalized Learning, Data-Driven Teaching

1 前言

《操作系统原理》是计算机科学与技术、软件工程类专业学生的一门基础核心课程，该门课程理论知识高度抽象化，知识内容高度概念化且逻辑紧密性强，包括：进程状态转换、死锁预防、分页存储管理、虚拟内存调度、文件索引结构、I/O设备中断处理等内容，好似一排相互交错的齿轮。每部分知识都是独立的，同时又是互相关联的，共同组合成为复杂而庞大的操作系统。传统“教师讲授—学生听讲”的单向式教学模式下，学生很难主动去理清各部分内容之间的内在联系，很难去模仿真实的操作系统运行场景，当

遇到“如何用银行家算法避免死锁”、“页面置换算法如何影响系统性能”等实践操作类问题的时候容易产生“能听懂原理但不会实现”的现象。因此，单纯的以教授知识点为主要教学目标的教学思路已经不能满足学生的学习需求。

如何打破教学上这种瓶颈状态，调动起学生主动探究的兴趣，培养起学生的系统性思维和解决复杂工程问题能力，已经成为《操作系统原理》教学改革的重中之重。在这个数字化时代，人工智能技术迅猛发展，帮助教育创新注入了强大动能。教育部在《人工智能+教育》行动的计划里面已经明确说到，要“推动人工智能与教育教学深度融合，构建智能化、网络化、个性化教育体系”，这为《操作系统原理》工科类的学科基础课程教学改革提供了政策指引与方向遵循。

基于此，本文提出一种立足“师-生-机”三元互

* **基金资助**：本文得到北京邮电大学 2025 年本科教育教学改革项目立项资助 (No.2025ZD07)，北京邮电大学研究生教育教学改革研究资助项目(No.2025YZ004)，码上和教学云平台支持。

动基础下的“教改方案”，目的在于依托北京邮电大学教学云平台和码上平台进行教学流程、评价体系等方面的重构，来推动教学目标从“教”为中心到以“学”为中心的根本转变。其创新点在于：将 AI 技术由原来的单纯辅助角色上升为教学过程的第三方参与者，即：不再是只有教师作为教学知识传授方，而是教师转变为引领师生与 AI 云平台互动交流的教学引导员；不再是只有学生作为学习客体接受知识，而是学生主动成为知识获取和知识链接双方中主动的一方，并能通过与 AI 云平台的交互实时构建起属于自身的个性化的知识图谱；教学云平台和码上平台扮演着“智能助教”的角色，能够根据学生的学习行为数据动态生成定制

化的学习路径，精准推送针对性的案例练习与模拟实验。

2 《操作系统原理》课程 AI 赋能教学改革实践

2.1 平台设计与技术支撑

利用北京邮电大学教学云平台和码上平台建立基于《操作系统原理》的教学系统，通过五个功能模块的深度融合，实现全流程覆盖“学-练-做-评”的智能化学习环境，如图 1 所示。

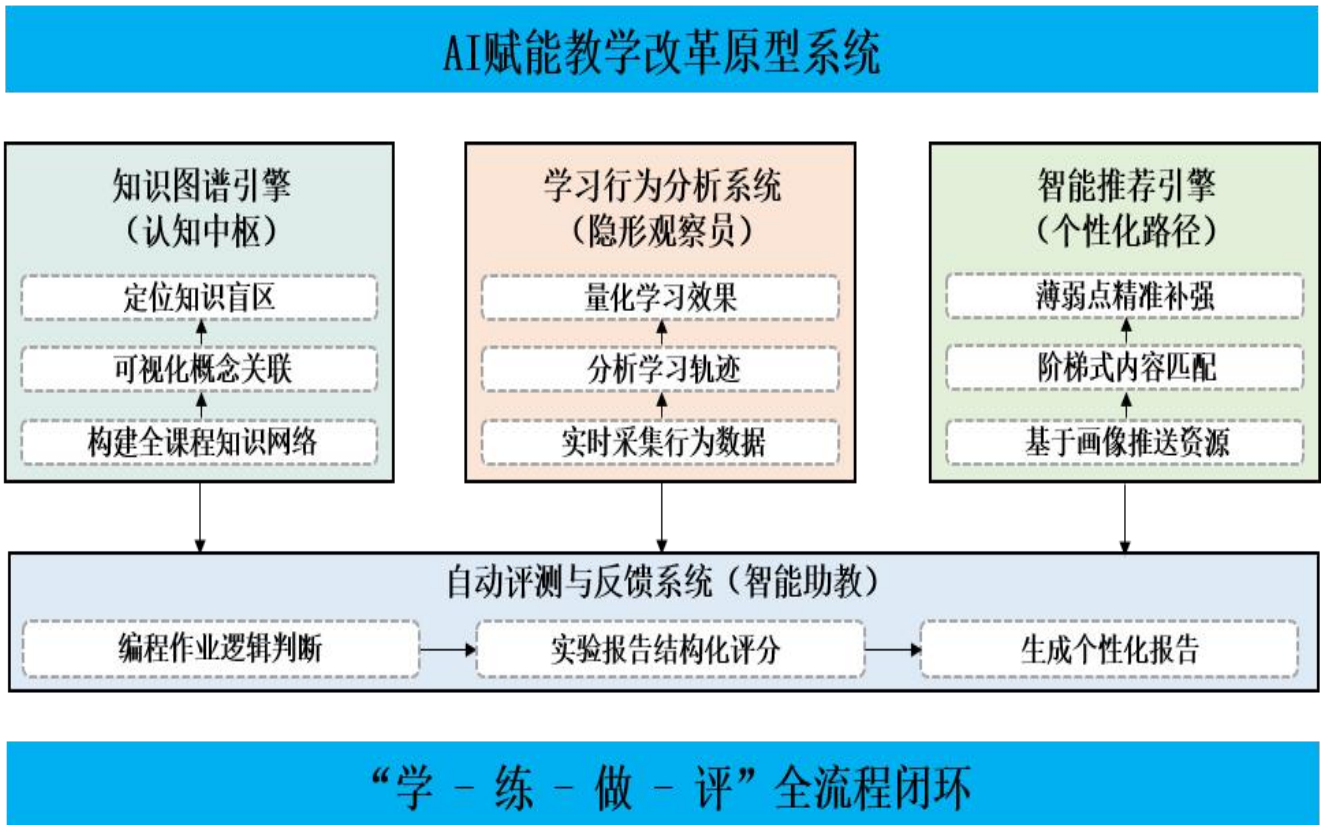


图 1 AI 赋能教学改革思路

知识图谱引擎是系统“认知中枢”，可将课程的核心知识点通过图谱进行呈现：从知识点“进程”、“线程”等基础概念展开延伸到“临界区管理”、“信号量机制”等比较抽象的概念，再关联到比较典型的如“生产者-消费者问题”，将具体的场景关联起来。学生可以图形化的方式看到“虚拟内存”和“页面置换算法”存在怎样的逻辑关系，可以以这样的方式定位自己的知识盲区。如图 2 所示，系统能够通过分析学习数据，精准将“生产者-消费者问题”等薄弱点标记为红色盲区，并即时弹窗推送针对性微课资源，从而帮助学生高效定位并攻克知识盲区。

学习行为分析系统就是“隐形观察员”，它能够

对学生的多元学习数据实时抓取，如学生预习时在“中断系统”微课中的停留时间，习题练习时的“死锁预防”错误类型，在编程练习中调试“进程调度”的次数，甚至在讨论区提问“文件系统设计”的频次，全部都转化为量化指标，为精准画像提供支撑。

智能推荐引擎基于学生的以上数据为学生生成个性化的学习路径：系统发现某名同学连续多次在“银行家算法”这里出错，则自动给该生推荐由浅入深的阶梯式微课(从基础知识到具体的应用)、该知识点相关的习题中对应知识点的部分，即做到“哪里薄弱补哪里”。

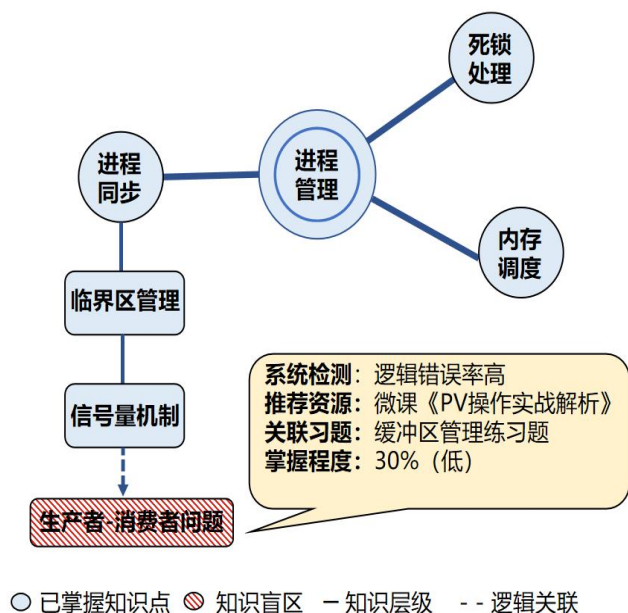


图 2 知识图谱的个性化盲区定位与资源推荐界面

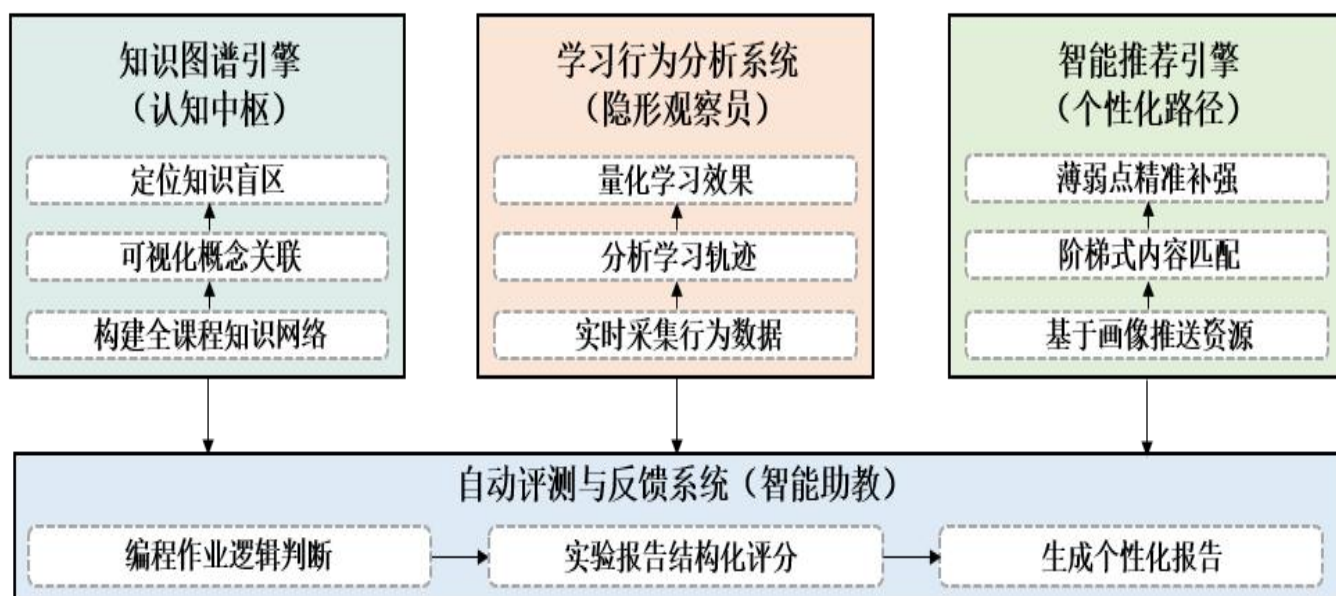
自动评测与反馈系统的角色相当于“智能助教”，既负责评测程序的功能是否正确，又要发现程序中关于“同步机制实现”的逻辑错误，指出“信号量使用不当”等问题；对实验报告给出评分并对评分内容结构化处理，最后形成一份了解自己的知识掌握程度、自己的能力短板和改进措施的个性化的建议报告，为师生提供清晰的改进方向。

这些模块互相协同运作将相对抽象的计算机操作系统原理知识点变成可操作、可实践、可追查的智能化学习内容，从根本上解决计算机操作系统传统教学过程中的“理论难理解、实践门槛高”问题。

2.2 教学模式设计：五阶互动循环

基于“情境导入—自主探究—协作研讨—智能反馈—迭代提升”的教学流程（如图 3 所示），在改变和重组教学环节逻辑的基础上，将“师-生-机”这三方元素融为一体，从而很好地解决诸如《操作系统原理》这样相对复杂的学科基础课程的教学问题。

AI赋能教学改革原型系统



“学 - 练 - 做 - 评” 全流程闭环

图 3 五阶互动循环教学流程

所谓的情境导入主要是教师选取一些贴近学生生活的真实案例，在课堂上向学生提出问题“双十一期间为什么服务器会崩掉？由于大量的人流量突然的激增，造成超负荷的运转就会引起系统的瘫痪吗？或者

操作系统如何安排多个进程同时使用有限的资源？……”通过这些问题的层层递进让学生瞬间产生浓厚的兴趣。AI 平台并不是在上课时才利用起来，而是早在这一节课开始之前，就根据上课课程的要求上

传电商平台架构图、服务器进程监控日志等内容，并提供包含“进程状态转换”“临界区问题”等知识点的预习任务清单。

自主探究环节把主动权完全还给学生，在此过程中平台所提供的虚拟实验环境才是理论知识得以实现的重要途径。在“进程调度”部分，在教师的帮助下，学生可以自行设计先来先服务(FCFS)、短作业优先(SJF)、时间片轮转等算法(RR)，并可在编辑“时间片长度”、“优先级权重”等参数后，实时观察CPU利用率、平均周转时间的变化曲线。平台记录学生的每一次参数设置及结果情况，当学生多次尝试都无法理解“优先级反转”时，平台会自动推送关于“优先级继承协议”的微视频并标注“此处与后续‘实时系统’章节强相关”。

打破“小组讨论流于形式”的桎梏，在此处引入AI赋能的“头脑风暴”环节，以“如何为实时监控系统设计调度算法？”“分页存储与分段存储在内存利用率方面有什么区别？”等开放式问题为切入点开展分组讨论。在这个讨论中，AI平台充当重要“调味剂”的角色，例如：发现其中某些组跑题时，跳出来提醒：“请回归讨论话题，可基于实时系统严格确定的时间限制特性展开进一步讨论……”。或相关小组出现僵局时，通过AI平台将Linux内核调度器源码片段及时推送至各组作为参考内容。

智能反馈部分是“数据驱动 + 人为干预”，AI能对学生编程作业和实验报告从多个维度做出判断，在“死锁避免”编程任务上可以判定代码实现的是不是银行家算法的功能，并评判其时间复杂度、异常处理是否完善，并结合实际情况提出“尝试优化安全性检测算法”的个性化评价与反馈。用班级知识热力图中颜色表示学生掌握“页面置换算法”、“设备分配策略”等内容的情况，红色越亮表示这个点越是学生的共性难题。针对“死锁检测”等普适的问题，教师可以通过“错误案例会诊”的方式给学生讲解正确的方法，对于在“I/O中断处理”上存在理解偏差的学生，也可采取一对一的方式进行个别辅导。

迭代上升使整个环节形成一套良性循环，学生可以根据自己情况进行进一步的知识补充。例如：当学生在“文件系统”模块掌握程度较差时，可以去学习AI给定的推荐进阶实验“Ext4文件系统实现”；如果之前的知识点已经学过并掌握了的话，就可以去完成进阶任务模块中的“分布式文件系统一致性”。系统可以随时跟踪学生的学习路径，并动态地为学生更新知识点库中的每一个节点的掌握情况。比如“进程同步”和“内存管理”两章内容之间的相关知识，只要学生具备这两章知识点的掌握度即可自动触发“操作系统综合模拟器开发”的项目任务。这样一种“学

完基础、再受系统评估、最后完成挑战”的递升式训练方式，既能实现整体系统性的学习过程，又能适合每位同学自身的个性化需求，从“学会了知识”转为“会了学知识”的能力跨越。

3 实践成效与反思

经过两个学期的教学实践，采用“师-生-机”三元交互的实验班学生的综合成绩在一定程度上超过了传统教学班。如图4所示，通过对学生在基础概念、编程实践及复杂问题分析等七个维度的能力评估发现，采用“师-生-机”交互模式的学生在各维度上均优于传统教学班，验证了教学改革的可行性及有效性。

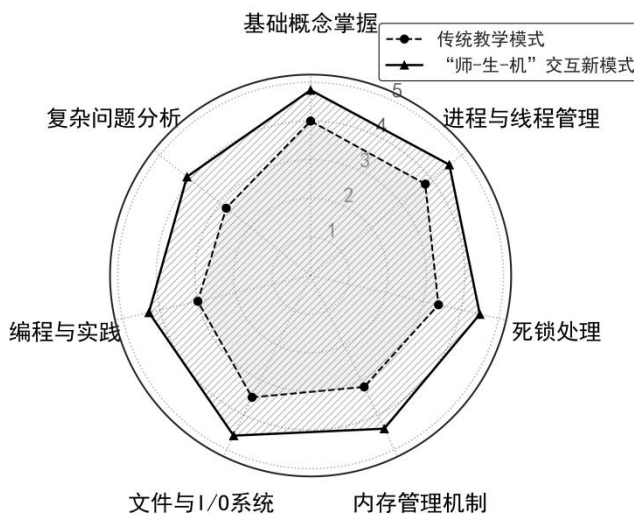


图4 传统模式与“师-生-机”交互新模式多维能力评价对比图

实验班学生知识掌握度在重点难点章节都有提高。“死锁”、“虚拟内存”等历来是学生们的“拦路虎”，

但是实验班的单元测试的平均分比传统班高出13.5%，优秀生人数更多。同时，学生对AI反馈的认可度较高，超过九成的学生觉得AI能够准确定位“内存分页机制”的薄弱之处，让学生的学习更有的放矢；另有八成以上的学生认为能够通过自己选择学习路径、实验内容，实现操作系统由原来的“机械记忆”变成“主动建构”，因此感觉对学习的动力更强。

此外，本文对班级总体成绩分布进行量化分析(如图5所示)，教学改革带来的结构性优化尤为显著。实验班的成绩结构呈现出明显的“高分段聚集”特征，其“优秀率”(90-100分)高达32.1%，相较于传统班的18.8%实现了显著的增长。与此同时，传统班中占比最大的“中等”与“及格”层级在实验班中明显收缩，这意味着原本处于中游的学生在智能反馈与个性化路径的引导下，实现了学习效果的整体提升。

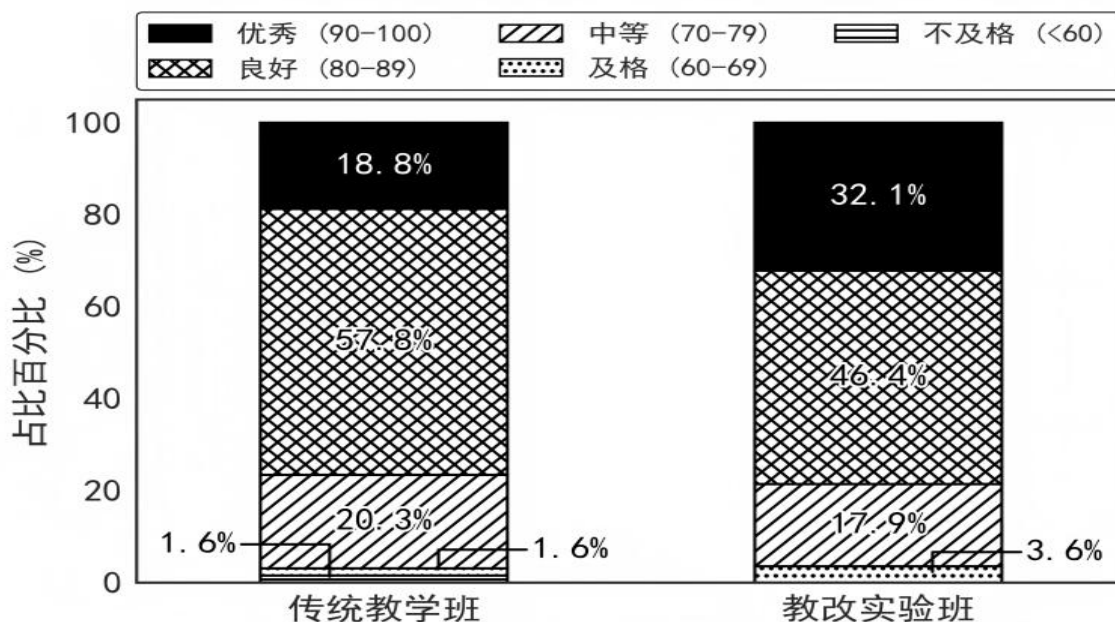


图 5 传统教学班与实验班各分数段学生占比对比

图 6 的曲线进一步揭示了成绩分布形态的演变规律。与传统班较为扁平的分布曲线相比，教改实验班的曲线波峰呈现出显著的“右移”与“收敛”特征。图中虚线所示的均值差异直观反映了整体学业水平的提升，而实验班曲线更为“瘦高”的形态，则表明成绩离散度大幅降低。这说明“师-生-机”模式不仅拔高了优秀生的上限，更通过智能预警机制有效兜住了后进生的底线，达到了班级整体学习成效均衡发展的目的。

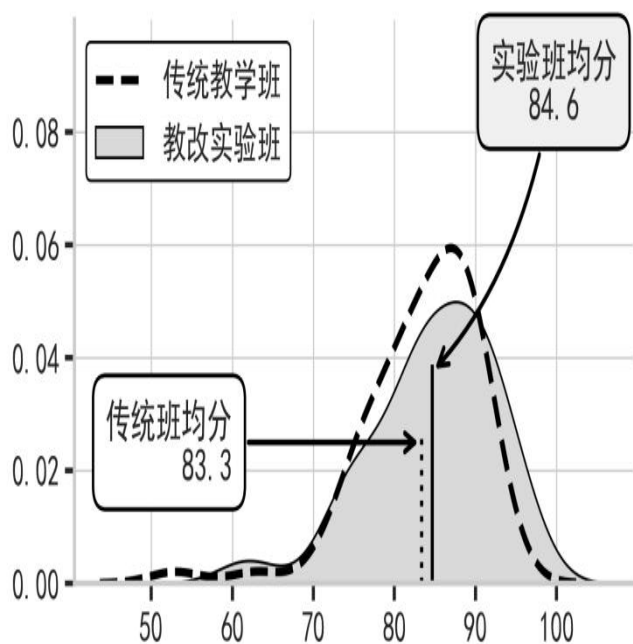


图 6 教学改革前后学生成绩分布形态演变与均值差异

反思整个实践过程还存在以下三个方面不足：第一，AI 推荐的资料还存在一些冗余的情况，比如推送讲解“信号量机制”的资料就略嫌过载，需要对算法进行优化，做到“精准供给”；第二，学生觉得线上交流增多后，与老师面对面深度交流机会少了，建议老师可以定期组织小组开展小组研讨或者线下答疑；第三，随着学生学习过程中产生的数据越来越多，要对学生的学习信息进行加密以及访问权限的管控，将隐私安全放在首位，真正体现技术服务于教学的本质。

4 结束语

“师-生-机”交互教学范式是基于 AI 赋能将《操作系统原理》等抽象性及实践性极强的学科基础课程在教学上实现智慧化转变的一种创新性方法。通过 AI 赋能，实现了教学由经验驱动变为数据驱动、由统一讲授变为个性化学习、由单一评价变为多元评价的转变。未来将持续深化 AI 与教学的深度融合，探索跨课程知识迁移、情感计算辅助等前沿方向，构建更加智能、高效、有温度的“师-生-机”高等教育新生态。

参考文献

- [1] 教育部. 教育信息化2.0行动计划[Z]. 2018.
- [2] 潘建红,姚瑶. 互动仪式链理论视域下高校思政课智慧课堂教学的审视与优化[J]. 思想政治教育研究, 2025, 41(03):125-129.
- [3] 石亮,妍允,俞丁翠. S-MTER: 面向自主开发能力培养的操作系统教学改革创新[J]. 计算机教育, 2025, (08):77-83.
- [4] 王佳,张谦,邱爽等. 大模型背景下个性化的操作系统实践教学[J]. 计算机教育, 2025, (08):109-115.
- [5] 赖兆林,胡小春. 基于人工智能技术的操作系统课程个性

- 化学习与评估研究[J].中国现代教育装备,2025,(13):23-25.
- [6] Yifan Zhang, Xinkui Zhao, Zuxin Wang, Zhengyi Zhou, Guanjie Cheng, Shuiguang Deng, Jianwei Yin. SortingHat: Redefining Operating Systems Education with a Tailored Digital Teaching Assistant. WWW (Companion Volume) 2025: 2951-2954.
- [7] Cezar Sava, Razvan Deaconescu, Martin Kröning, Antonello Monti, Dinu Turcanu.Improving the Educational Value of Operating Systems. RoEduNet 2024: 1-9.
- [8] 杨娟,贺禹鑫,韩光川.数智化时代“大模型+”赋能的高校计算机类专业教学模式研究[J]. 计算机技术与教育学报. 2025, 13(6):78-82.
- [9] 孙新越,郝萌,张伟哲. 国产平台支撑下的并行计算与人工智能融合式教学改革与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2025, 13(5): 138-142.
- [10] 白秀秀,王平辉. 国产软件进课堂背景下数据库实践教学模式探索[J]. 计算机技术与教育学报, 2025, 13(5): 149-152.