

AI 赋能工科专业实践教学管理的探索

李擎 崔家瑞 杨旭 冯涛

【摘 要】在深入实施国家教育数字化战略背景下,基于工程教育专业认证理念,探索了 AI 赋能工科专业实践教学管理的新模式。首先,构建了 AI 赋能实践教学管理的功能框架,具体包括课前、课中、课后 3 阶段 18 个环节。其次,基于 Moodle 开发环境、AI 通用工具和自研专用算法,搭建了 AI 赋能的实践教学管理平台,负责完成经 AI 赋能的 18 个实践教学管理任务。最后,创建了 AI 赋能实践教学管理成效的全方位一体化评价体系,并开展了相应的持续改进。经过近 8 年的探索与应用,AI 赋能后的实践教学管理平台大大提升了学生的学习效率,降低了教师的指导强度,促进了课程教学目标的有效达成,为兄弟院校开展 AI 赋能教育教学和课程数智化建设提供了参考思路。

【关键词】工科专业 AI 赋能 实践教学管理

一、引言

2017 年国务院印发的《新一代人工智能发展规划》明确要求利用智能技术加快推动人才培养模式、教学方法改革,构建包含智能学习、交互式学习的新型教育体系,实现日常教育和终身学习定制化^[1];2018 年教育部印发的《教育信息化 2.0 行动计划》指出要推动人工智能在教学、管理等方面的全流程应用,构建全方位、全过程、全天候的支撑体系,助力教育教学、管理和服务的改革发展^[2];2022 年全国教育大会提出实施教育数字化战略行动,加快教育高质量发展,推进教育现代化、建设教育强国。^[3]教育部全国高教处长会议上,吴岩也指出“新时代的现代化教育必须建立在数字化教育的基座上”。^[4]

为顺应新工科建设和教育信息化的时代需求,加快人工智能赋能高等教育进程,高校教学改革正逐渐从传统课堂教育向高质量数字化教育转型,很多高校对此进行了有益的探索。^[5-8]清华大学系统阐述了工程教育智能化的内涵、特征与挑战,并从学习环境智能化、课堂教学智能化、课外学习智能化、工程实践智能化和教育教学评价智能化等方面给出了工程教育智能化的系统设计与整体实现^[9,10],在此基础上,以不同类型课程建设为例,进行了应用探索。^[11,12]浙江大学探索并构建了基于人工智能技术的智慧教学生态体系。^[13,14]讯飞教育技术研究院等则阐述了生成式人工智能与未来教育形态重塑的技术框架、能力特征及应

用趋势,并从技术层面对智慧课堂建设进行了探索与实践。^[15,16]上述工作虽然促进了 AI (Artificial Intelligence) 赋能高等教育的发展并取得了一系列成效,但是还存在以下问题:

(1) AI 赋能实践教学管理的顶层设计尚未真正形成。目前,在 AI 赋能实践教学管理层面,实践课程指导教师大都在多方尝试着如何应用 AI 技术开发自身讲授课程中所需的个性化教学管理功能,他们往往各自为战,缺少专业层面系统性的顶层设计,即未能明确地规划出实践教学管理过程中到底哪些环节需要且可以应用 AI 技术赋能。

(2) AI 赋能实践教学管理的实现途径尚未达成共识。教师对 AI 通用工具 (Neo4j、KimiChat 等) 的使用不够熟练,同时对一些 AI 专用算法 (精准的学情分析、资源推送、学业指导等) 的开发也存在畏难情绪。

(3) AI 赋能实践教学管理的效果评价尚未实质开展。AI 赋能实践教学管理的效果评价鲜有研究,即如何设计合理的多元化 (指评价主体的全面性)、一体化 (指评价内容的完整性) 体系对 AI 赋能后的成效进行调研,并根据评价结果持续改进仍有待于深入开展。

针对上述问题,北京科技大学自动化专业基于工程教育专业认证三大核心理念,构建了 AI 赋能实践教学管理的功能框架,搭建了 AI 赋能实践教学管理的实现平台,创建了 AI 赋能实践教学管理成效的评价体系,解决问题的整体框架如图 1 所示。

收稿日期: 2024-11-15

基金项目: 教育部产学研合作协同育人新工科建设项目 (231000872121512); 北京科技大学首批人工智能赋能课程建设项目 (KC2024RGZN12)

作者简介: 李擎、杨旭,北京科技大学自动化学院教授;崔家瑞,北京科技大学自动化学院研究员;冯涛,北京科技大学自然基础实验中心高级工程师。

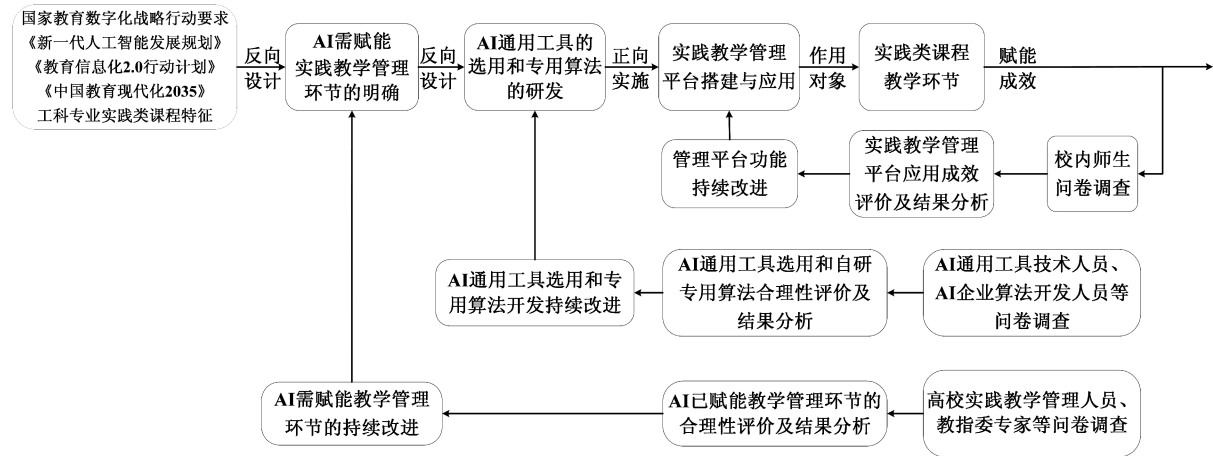


图1 论文解决问题的整体框架

二、AI 赋能实践教学管理的顶层设计

明确了 AI 赋能实践教学课前、课中、课后各阶段的具体环节和目标。其中,课前阶段包括学情分析、四种图谱(知识、能力、素质、问题)生成、教学资源(相关慕课视频、实践指导教材、设备使用手册、实验室安全须知等)整合、预习测试(答题学生身份识别、测试题目自动生成以及测试结果自动打分)、实践时间自动预约、实践角色自动分配(随机组队、项目经理/硬件工程师/算法工

程师等角色分配,仅适用于课设、实训等课程)6个环节;课中阶段包括学生身份全程在线识别、实践步骤分进度讲解、AI 在线答疑、过程数据自动打分、教师指导自动提示、实践角色匹配度测试6个环节;课后阶段包括实践报告自主生成、实践报告自动批改、实践能力综合评价、实践能力提升个性化指导、教师指导质量评价和优秀实践案例汇聚6个环节,具体如图2所示。

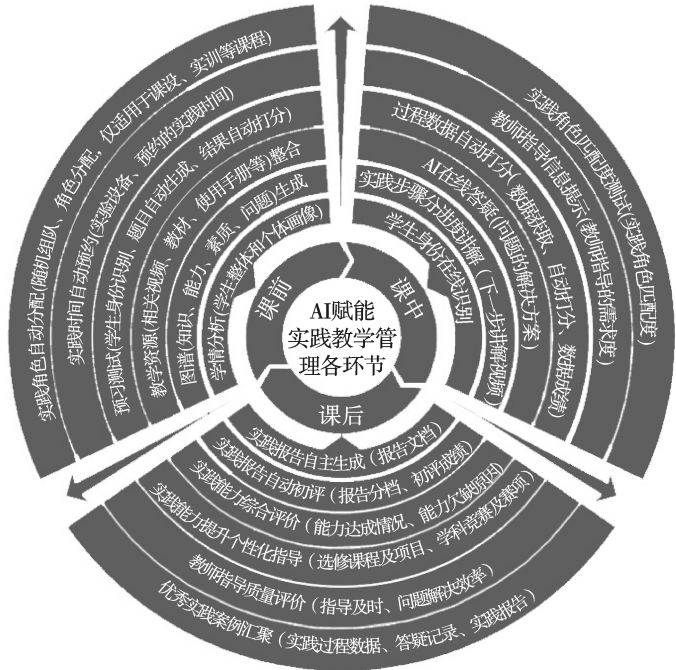


图2 AI 赋能实践教学管理各环节框图

三、AI 赋能实践教学管理的具体实现

综合应用各种通用工具(如 KimiChat、Neo4j 等)和自主研发的专用算法(如改进的粒子群优化、CART 决策树等)赋能实践教学管理课前、课中、课后各阶段,并搭建基于 Moodle 开发环境

(Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment)的实践教学管理平台,负责完成经 AI 赋能的 18 个实践教学管理任务,具体情况如下。

1. 课前阶段

应用 Neo4j 图形数据库等工具和改进 K -

means 聚类分析等算法赋能课前阶段。如“图谱生成”功能根据实践课程教学目标中对知识、能力、素质的要求和往届学生常见问题清单，应用 Neo4j 图形数据库生成四种可视化图谱。AI 赋能课前阶段具体环节的实现方法如表 1 所示。

表 1 实践类课程 AI 赋能教学管理的实现方法(课前阶段)

赋能环节		输入信息	AI 通用工具/ 自研专用算法	选用/开发原因	赋能结果
学情分析		学生已学相关课程成绩 全程导师/班导师/辅导员 对学生(学习习惯等)评价 课程相关知识的前测成绩	改进的 K-means 聚类 分析算法 *	算法简单、易实现、 收敛速度快、聚类效果好	学生整体画像 学生个体画像
图谱生成		知识、能力、素质要求 往届学生常见问题清单	Neo4j 图形数据库	开源,具有嵌入式、高性能、 轻量化等优势	知识图谱 能力图谱 素质图谱 问题图谱
资源整合		实践项目关键词、提示词	ZenRows 爬虫工具	易于使用、支持多种编程语言	慕课视频 实践指导教材 设备使用手册 实验室安全须知 往届学生优秀案例
预习 测试	学生身份 在线识别	学生人脸信息	YoLo 检测框架	实时性高、小目标检测效果好、 对复杂背景具有较好的鲁棒性	学生身份识别结果
	题目生成	预测试试题题库 题目类型 题目数量 题目难度	Fisher-Yates 算法	占用存储空间小、时间复杂度低	预测试题目
	自动打分	标准答案	基于产生式规则的 专家系统 *	简单、易实现	预习成绩
实践时间自动预约		实践项目名称 学生期望的 3 个时间段	改进的贪心算法 *	简单、易实现	预约的实践时间
实践 角色 自动 分工	随机组队	实践项目学生选课名单 角色库	随机匹配算法 *	简单易行、分组公平	学生分组信息
	角色分配	已承担过的角色 学生个人兴趣 能力较差角色 角色分配的优先级	改进的粒子群优化算法 *	易实现、收敛快	学生此次实践项目 应承担的角色

注: * 表示自主研发的专用算法。

2. 课中阶段

使用 KimiChat 等工具和线性插值等算法赋能课中阶段。如“教师指导自动提示”功能依据自动采集的每名学生当前实践步骤预期时长、实际用时以及实践数据的正确性信息,利用 Mamdani 模糊推理算法给出教师指导的需求度。AI 赋能课中阶段具体环节的实现方法如表 2 所示。

表 2 实践类课程 AI 赋能教学管理的实现方法(课中阶段)

赋能环节		输入信息	AI 通用工具/ 自研专用算法	选用/开发原因	赋能结果
学生身份 在线识别		学生人脸信息	YoLo 检测框架	实时性高、小目标检测效果好、 对复杂背景具有较好的鲁棒性	学生身份识别结果
实践步骤 分进度讲解		当前已完成实践步骤	基于产生式规则的 专家系统 *	简单、易实现	下一步实践内容 讲解视频
AI 在线答疑		学生提问	KimiChat	长文本处理能力、能够保持信息的 完整性和连贯性	问题的答案
过程数据 自动打分	数据获取	测量仪器显示数值	LSSVM 算法 *	鲁棒性强,可以适应多种不同类型 数据的识别	过程数据
	自动打分	过程数据 标准答案	线性插值算法 *	最简单易行的插值算法	过程数据成绩
教师指导信息提示		当前实践步骤预期时长 学生实际用时 实践结果的正确性	Mamdani 模糊 推理算法 *	最基础的模糊控制推理算法, 符合人类思维	教师指导的需求度
实践角色 匹配度测试	题目生成	角色测试试题库 实践角色 题目类型 题目数量 题目难度	Fisher-Yates 算法	占用存储空间小、时间复杂度低	角色匹配度测试题目
	自动打分	标准答案	基于产生式规则的 专家系统 *	简单、易实现	实践角色匹配度

注: * 表示自主研发的专用算法。

3. 课后阶段

应用 PaddleSpeech 模型库和改进蚁群优化等算法赋能课后阶段。如“实践能力提升个性化指导”功能依据学生实践能力欠缺情况、各实践课程及项目对实践能力的支撑权重和学科竞赛

对实践能力的支撑权重，采用蚁群优化算法为学生精准推送后续需选修的实践课程及项目、应参加的学科竞赛及赛项，以及配套的教学资源。AI 赋能课后各阶段具体环节的实现方法如表 3 所示。

赋能环节	输入信息	AI 通用工具/自研专用算法	选用/开发原因	赋能结果
实践报告自主生成	报告模板	通义千问 2.5-7B-Instruct LangChain 框架	开源、易于使用	报告文档
实践报告自动初评	报告文档	Jieba 分词 关键词匹配算法 *	数据库简单、 方便安装应用	报告初评成绩
实践能力综合评价	已修实践课程成绩 实践课程支撑权重	改进的 CART 决策树 *	最基础的机器学习 算法	实践能力达成情况 实践能力欠缺原因
实践能力提升 个性化指导	学生实践能力欠缺情况 实践课程及项目支撑权重 学科竞赛支撑权重 实践项目资源库	改进的蚁群优化算法 *	求解精度较高	需选修课程及实验项目 应参加的竞赛及赛项 配套的教学资源
教师指导质量评价	实验室音视频 学生问题解决效率	PaddleSpeech 模型库 AlphaPose 算法	开源且国产	教师指导质量评价结果
优秀实践案例汇聚	过程数据成绩 实践报告成绩	LangChain 框架	开源、易于使用	过程数据 答疑记录 实践报告

注：* 表示自主研发的专用算法。

四、AI 赋能实践教学管理的效果评价

首先,让师生、AI 企业技术人员、高校实践类教学管理人员等分别填写调查问卷,从实践教学管理平台应用成效、AI 工具选用及专用算法开发的合理性、AI 已赋能环节的合理性三个方面进行

调研,以师生用表为例,分别如表 4 和表 5 所示;其次,通过汇总问卷得到三方面的评价结果,明确 AI 赋能效果不佳之处并分析其原因;最后,针对以上不足进行相应的持续改进。

评价内容		课前				课中				课后			
		非常符合	比较符合	基本符合	不太符合	非常符合	比较符合	基本符合	不太符合	非常符合	比较符合	基本符合	不太符合
减轻了实践教学工作量													
提高了实践教学质量													
AI 赋能实践类课程教学管理各环节中存在的问题													
课前	学情分析	☐ 学生整体画像给出的信息不足											
		☐ 学生整体画像给出的结论不够精准											
		☐ 学生个体画像给出的信息不足											
		☐ 学生个体画像给出的结论不够精准											
		☐ 其他_____。											
	图谱生成	☐ 图谱内容不够全面											
		☐ 图谱关系不正确											
		☐ 图谱可视化效果差											
		☐ 图谱工具不易上手											
		☐ 其他_____。											
	...	...											
课中	过程数据自动打分	☐ 部分仪器显示数值识别准确率不高											
		☐ 过程数据成绩的均值、方差分布不够合理											
		☐ 其他_____。											
	教师指导自动提示	☐ 教师指导提示存在漏报现象											
		☐ 教师指导提示存在误报											
		☐ 教师指导提示不够及时											
		☐ 其他_____。											
	...	...											

续表 4 AI 赋能实践类课程教学管理的效果评价(教师用表)

评价内容		课前				课中				课后			
		非常符合	比较符合	基本符合	不太符合	非常符合	比较符合	基本符合	不太符合	非常符合	比较符合	基本符合	不太符合
课后	实践报告自动批改	☐ 报告批改不够精准											
		☐ 报告成绩的均值、方差分布不够合理											
		☐ 其他_____。											
	实践能力综合评价	☐ 能力评价结果针对性不强											
		☐ 能力评价结果不够准确											
		☐ 能力欠缺原因不够准确											
		☐ 其他_____。											
	...	...											

表 5 AI 赋能实践类课程教学管理的效果评价(学生用表)

评价内容		课前				课中				课后			
		非常符合	比较符合	基本符合	不太符合	非常符合	比较符合	基本符合	不太符合	非常符合	比较符合	基本符合	不太符合
方便了个性化学习													
提高了学习效率													
AI 赋能实践类课程教学管理各环节中存在的问题													
课前	资源整合	☐ 整合的资源针对性不强											
		☐ 教材资源不是最新版本											
		☐ 设备使用手册内容不够精简											
		☐ 实验室安全须知针对性不强											
		☐ 往届学生优秀案例不够完整											
		☐ 其他_____。											
	预习测试	☐ 身份信息识别精度不高											
		☐ 预习内容与测试题目匹配度不高											
		☐ 其他_____。											
	...	...											
课中	AI 在线答疑	☐ 问题的答案针对性不强											
		☐ 问题的答案不够详细											
		☐ 问题的答案不够准确											
		☐ 交互界面不友好											
		☐ 其他_____。											
	实践角色匹配度测试	☐ 测试题目与测试角色匹配度不高											
		☐ 测试题目数量过多											
		☐ 测试题目难度较大											
	...	☐ 其他_____。											
课后	实践报告自主生成	☐ 报告生成过程的自动化程度有待进一步提升											
		☐ 报告内容填充后的修改不够灵活											
		☐ 其他_____。											
	实践能力提升个性化指导	☐ 推荐的实践课程及项目针对性不强											
		☐ 推荐的学科竞赛及赛项针对性不强											
		☐ 推荐的实践资源相关性不强											
		☐ 推荐的实践资源数量偏多											
		☐ 其他_____。											
	...	...											

五、平台应用成果

1. 学生学习效率明显增强

AI 赋能实践教学管理后,学生的学习效率明显提升,主要体现在以下几个方面:

(1)学习目标更加明确。通过四种图谱的构建,学生对实践环节中需掌握的知识点、各知识点之间的逻辑关系以及能力培养要求有了更深层次的了解,进而使得学习过程更加有的放矢。

(2)学习时长显著下降。通过调查问卷统计发现,通过预习内容的精准推送,学生课前预习时间由赋能前的平均 2.5 小时/人缩减为 1.1 小时/

人;通过分进度讲解实践、过程数据自动打分等环节,学生实践进程不再步调一致,体现出了较高的自由度,实践时长由赋能前的平均 1.8 小时/项目缩减为 1.2 小时/项目;通过报告自主生成功能,学生撰写报告的时间由赋能前 5.2 小时/周缩减为 1.4 小时/周,且学生反映他们可以更加认真地分析实验数据,撰写实验体会。

(3)学习指导更富成效。通过为学生推荐个性化实验课程及项目、学科竞赛及赛项,以及配套的学习资源,使得学生实践能力的提升路径更加清晰,学生对此项功能的满意度超过 85%。

2. 教师工作强度大幅下降

AI 赋能实践教学管理的模式也让教师的工作量下降了很多,从而拥有更多时间进行教学设计和教学改革,不断提高实践类课程教学质量,主要体现在以下几个方面:

(1)教学设计的针对性进一步增强。通过学情分析,教师可以更全面地了解每届学生的知识储备、能力结构和性格特点,方便教师更好地因材施教。

(2)实践过程的指导效率大幅提升。通过过程数据自动批改和学生指导需求度信息提示功能的应用,教师检查学生实验数据正确性和指导学生修正错误的时间占比由赋能前的 80%左右缩短为赋能后的 30%左右。

(3)实践报告的批改时间显著下降。通过实践报告自动初评功能,教学管理系统将与教师已录入关键词相匹配的语句高亮显示,引导教师聚焦批阅数据分析和实践体会 2 个部分中的标记内容。调查问卷显示,教师批改实践报告的时间由赋能前 15.8 小时/周骤减为 5.5 小时/周。

六、结论

根据“国家教育数字化战略行动”《新一代人工智能发展规划》《教育信息化 2.0 行动计划》的要求对 AI 赋能工科专业实践教学管理进行了探索与应用;构建了 AI 赋能自动化专业实践教学管理的功能框架;搭建了 AI 赋能实践教学管理的实现平台;创建了 AI 赋能实践教学管理成效的评价体系。AI 赋能模式一方面大大提高了学生的学习效率,激发了他们的学习兴趣;同时,也大幅降低了指导教师的工作强度,提供给他们更多综合发展的时间。

参 考 文 献

[1] 国务院. 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知[EB/OL]. [2024-10-11]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm. 2017-07-20.

[2] 教育部. 教育部关于印发《教育信息化 2.0 行动计划》的通知[EB/OL]. [2024-10-11]. http://www.moe.gov.cn/sr-site/A16/s3342/201804/t20180425_334188.html. 2018-04-18.

[3] 教育部. 2022 年全国教育工作会议[EB/OL]. [2024-10-11]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/moe_1485/202201/t20220117_594937.html, 2022-01-17.

[4] 教育部. 2022 年全国高教处长会[EB/OL]. [2024-10-11]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5147/202202/t20220228_602962.html, 2022-02-25.

[5] 苏小红, 苗启广, 陈文字. 基于 AI 赋能和产教融合提升程序设计能力的个性教学模式[J]. 中国大学教学, 2023(6): 4-9.

[6] 吴立宝, 曹雅楠, 曹一鸣. 人工智能赋能课堂教学评价改革与技术实现的框架构建[J]. 中国电化教育, 2021(5): 94-101.

[7] 崔正贤, 马万利. 人工智能赋能课程思政改革研究[J]. 教育理论与实践, 2023, 43(12): 33-36.

[8] 杨波, 葛荣雨, 王艳芳. 数智技术赋能课程改革的价值意蕴、基本取向与实施路径[J]. 中国大学教学, 2024(6): 55-61.

[9] 林健, 杨冬. 工程教育智能化:内涵、特征与挑战[J]. 清华大学教育研究, 2023, 44(6): 1-11.

[10] 林健, 杨冬. 工程教育智能化:系统设计与整体实现[J]. 高等工程教育研究, 2024(2): 1-11+96.

[11] 李秀, 陆军, 牛颂杰, 等. 人工智能时代计算机基础课程建设与教育教学思考[J]. 清华大学教育研究, 2024, 45(2): 42-49+70.

[12] 闵嘉剑, 于博柔, 张昕. 生成式人工智能时代的设计教学探索——以清华大学“AI 生成式影像”课程为例[J]. 建筑学报, 2023(10): 42-49.

[13] 沈丽燕, 李萌, 张紫薇, 等. 基于 AI 技术的高校智慧教学生态体系的构建与应用[J]. 现代教育技术, 2022, 32(12): 85-92.

[14] 柴惠芳, 杨玉辉, 董榕, 等. 智慧教室建设与混合教学应用探索[J]. 现代教育技术, 2022, 32(5): 110-118.

[15] 刘邦奇. 人工智能赋能课堂变革的核心价值:智慧生成与模式创新[J]. 开放教育研究, 2022, 28(4): 42-49.

[16] 刘邦奇, 聂小林, 王士进, 等. 生成式人工智能与未来教育形态重塑:技术框架、能力特征及应用趋势[J]. 电化教育研究, 2024, 45(1): 13-20.

Exploration of AI-Empowering Practical Teaching Management
for Engineering Speciality

Li Qing, Cui Jiarui, Yang Xu, Feng Tao

Abstract: Within the background of the national strategy for educational digitalization and in line with the principles of engineering education accreditation, a novel mode of AI empowering practical teaching management for engineering speciality has been explored. Firstly, a functional framework for AI empowering practical teaching management has been established, which includes 18 sectors across three stages: pre-class, in-class, and post-class. Secondly, based on the Moodle development environment, general AI tools, and proprietary algorithms, an AI-empowered practical teaching management platform has been constructed, which is responsi-

ble for completing the 18 AI-empowered tasks of practical teaching management. Finally, a comprehensive and integrated evaluation system for the effectiveness of AI-empowered practical teaching management has been created, and corresponding continuous quality improvements have been carried out. After nearly eight years of exploration and application, by using the AI-empowered practical teaching management platform, students' learning efficiency has been enhanced significantly, the intensity of teachers' instructional guidance has been reduced and the effective achievement of teaching objectives has been facilitated. It provides a reference approach for implement the AI-empowering education and teaching, as well as the digital and intelligent construction of curriculum in the peer institutions.

Key words: engineering speciality; AI empowerment; practical teaching management (责任编辑 黄小青)

(上接第 53 页)

The “Presence” Transition and Paradigm Reconstruction of Engineering Education Driven by Extended Reality Technology

Liu Tao, Zheng Haihao

Abstract: With the rapid development of digital technology, extended reality (XR) technology has emerged as a significant force in empowering and optimizing educational environments. This article focuses on the application of XR technology in the field of engineering education, exploring its impact on “presence” in education, from the three dimensions of environment construction, interaction mode, and cognitive experience, the article analyzes the deep integration of XR technology with engineering education, pointing out that it enhances the quality of engineering education by constructing immersive environments, expanding collaborative cooperation, and deepening multidimensional perception. This article constructs a “four-vertical, four-horizontal” paradigmatic framework, elaborating on how XR technology catalyzes the transition of “presence” in engineering education from the perspectives of situated learning, constructivism, cultural ecology, and cognitive development theory. Through scenario expansion, interaction construction, media rituals, and learning mode transformation, it promotes changes in engineering education paradigms and enhances learners' cognitive capabilities, innovation capabilities, and problem-solving skills. Finally, the article looks forward to the application prospects of XR technology in engineering education, proposing that it should integrate excellent traditional Chinese culture, strengthen engineering ethics and moral education, deepen industry-education integration, promote internationalization, and ensure the standardization and safety of technology application.

Key words: extended reality technology; engineering education field; “presence” transition; paradigm reconstruction (责任编辑 任令涛)