

# AI 赋能 BOPPPS 模型在病理生理学 教学中的应用与实践探索

朱亚玲<sup>1</sup> 李菲菲<sup>1</sup> 张梦琦<sup>2</sup> 周静<sup>1</sup> 卫晓慧<sup>1</sup> 唐云书<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>安徽医科大学基础医学院;<sup>2</sup>安徽医科大学人文医学学院,合肥 230032)

**摘要 目的** 本研究旨在探讨人工智能(AI)赋能的 BOPPPS 教学模式在病理生理学教学中的应用效果,以期提高学生的学习兴趣和自主学习能力,推动医学教育的创新与改革。**方法** 研究选取我校 170 名 2021 级五年制护理学专业学生为研究对象,随机分为对照组(83 名)和试验组(87 名)。两组学生均由同一位教师授课,教学内容一致。对照组采用传统教学模式,试验组应用 AI 赋能的 BOPPPS 教学模式,通过课前导入、明确学习目标、前测、参与式学习、后测和总结等环节,结合 AI 技术实现个性化学习支持和互动教学。教学效果通过问卷调查、考试成绩和课堂表现等多维度进行评估。**结果** 与对照组相比,试验组的学生期末考试成绩显著更优( $t=5.48, P<0.05$ );学生课堂互动和学习投入等方面具有显著优势( $P<0.05$ );对课程学习过程中的适应性及自主学习能力培养等问题评价上明显更好( $P<0.05$ );在满意度评价表中,试验组学生在多个维度上的表现均明显优于对照组( $P<0.05$ )。**结论** AI 赋能的 BOPPPS 模型在病理生理学教学中能有效提升教学质量和学生综合能力,对推动医学教学改革具有重要意义。

**关键词** 人工智能;BOPPPS;病理生理学;智能化导学;差异化教学;个性化辅导

**中图分类号**:G642 **文献标识码**:A **文章编号**:1000-9760(2025)06-283-06

## Application and exploration of AI-empowered BOPPPS model in pathophysiology education

ZHU Yaling<sup>1</sup>, LI Feifei<sup>1</sup>, ZHANG Mengqi<sup>2</sup>, ZHOU Jing<sup>1</sup>, WEI Xiaohui<sup>1</sup>, TANG Yunshu<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>School of Basic Medicine, <sup>2</sup>School of Humanities and Medical Sciences,  
Anhui Medical University, Hefei 230032, China)

**Abstract: Objective** To explore how the AI-empowered BOPPPS teaching model improves student engagement, independent learning and application skills in Pathophysiology, and to promote innovation in medical education. **Method** The study randomly assigned 170 students from the 2021 five-year nursing program into a control group (83 students) and an experimental group (87 students). Both groups were taught by the same teacher with the same content. The control group used the traditional teaching model, while the experimental group applied the AI-empowered BOPPPS model, which integrates AI into Boppps components (bridge-in, objective, pre-assessment, participatory learning, post-assessment and summary) personalized and interactive learning. The teaching effect was assessed through multiple dimensions, including questionnaires, exam scores, and classroom performance. **Results** Compared with the control group, the experimental group had significantly better final exam results ( $t=5.48, P<0.05$ ), higher classroom interaction, and learning engagement ( $P<0.05$ ). They also showed better adaptation to the course and self-directed learning abilities ( $P<0.05$ ). In the satisfaction survey, the experimental group outperformed the control group in multiple dimensions ( $P<0.05$ ). **Conclusion** The AI-empowered BOPPPS model effectively enhance teaching quality and

students' comprehensive abilities in the teaching of Pathophysiology, and it holds significant importance for promoting the reform of medical teaching.

**Keywords:** AI; BOPPPS; Pathophysiology; Intelligent learning guidance; Differentiated instruction; Personalized tutoring

病理生理学是研究疾病发生发展规律的重要医学基础学科,是基础医学与临床医学的重要桥梁。新医科背景下,医学知识的快速更新与信息技术的迅猛发展,使传统病理生理学教育模式面临挑战,难以满足学生的多元化需求<sup>[1-2]</sup>,AI 技术的引入为医学教育注入新动能,其在医学教育中主要应用于个性化学习路径设计、智能辅导系统、虚拟患者模拟和教学效果评估等方面<sup>[3-4]</sup>。AI 驱动的个性化学习路径不仅能够帮助学生更高效地掌握医学知识,还能通过智能辅导系统,为学生提供实时的学习支持和反馈,进一步提升教学效果<sup>[5]</sup>。然而,目前的研究多集中在技术开发和初步应用层面,缺乏对深度融合及师生接受度和使用意愿的系统实证研究。

本研究创新性地将 AI 与 BOPPPS 教学模式深度融合。其中 BOPPPS 是以学生为中心的“导学互动”教学模式,包含导言(bridge-in)、学习目标(objective)、前测(pre-assessment)、参与式学习(participatory learning)、后测(post-assessment)和总结(summary)6 大模块,虽具优势但设计复杂,难以充分满足不同学生的学习需求和能力差异<sup>[6-7]</sup>。AI+BOPPPS 模式融合,可借助 AI 的数据分析和个性化支持,发挥 BOPPPS 系统性和引导性,提升教学的全面性和精准性,为医学教育提供新视角和方法,有望在提升学生学习体验和教学质量方面发挥重要作用<sup>[8-9]</sup>。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

选择安徽医科大学 170 名 2021 级五年制护理学专业学生为研究对象,随机分为对照组(83 人)和试验组(87 人)。

### 1.2 方法

**1.2.1 教学设计** 对照组采用传统教学模式。试验组在对照组的基础上,应用 AI 赋能的 BOPPPS 教学模式,通过课前导入、明确学习目标、前测、参与式学习、后测和总结等环节,结合 AI 技术实现个性化学习支持和互动教学。为促进学生知识掌握、

能力提升及价值体现,本设计依托病理生理学知识图谱平台,以 BOPPPS 为框架,结合线上线下混合式教学,从知识、学生、教学环境和方法 4 个层面入手。知识层面,将内容分为基础、重点、难点及前沿拓展;学生层面,借助智能化导学评估系统,依据知识水平、学习能力及兴趣偏好分为初、中、高阶,进而精准地推荐教学资源;教学环境层面,利用数字化教程、虚拟仿真 ESP 诊疗互动系统、医疗场景体验及 AI 互动体验等智慧化方式(如图 1),丰富课堂形式并提高学生的参与度;教学方法层面,利用 AI 智慧化小助手,课前精准推送资源,课中实时互动,课后个性化辅导,打造个人专属错题库,实现智慧化、差异化和精细化教学,以满足学生的个性化需求。

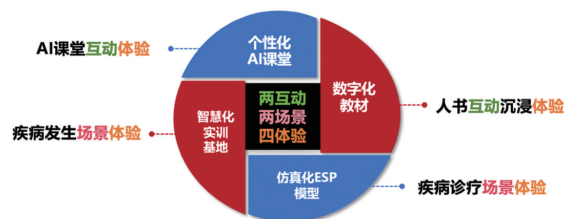


图 1 智慧化教学环境的构建

具体而言,基础的学习内容,如概论、大健康理念等,以学生自学为主,AI 智慧化助手(病生 AI 小助手)为辅,以促进学生的自学理解能力。重点内容通过教师数字化分身(24 h 智能学伴)打造的病生 AI 小助手,实现课前推送、课堂互动和课后辅助,结合数字化课程和 ESP 诊疗互动,帮助学生理解核心内容,培养思维、思辨及问题解决能力。难点和前沿拓展内容则增加场景体验教学,提升学生的临床、科研、合作及创新能力。在与 BOPPPS 教学模式结合方面:在 B+O 导入与目标阶段,通过大数据差异化推送与学生学习能力相适应的教学视频;前测阶段,通过个性化测评将学生分为初、中、高不同层级,为个性化教学奠定基础;参与阶段,根据课堂讲解,开展学生竞答、虚拟互动、PBL 案例讨论、情景演绎等多样化互动;后测环节,教师提供实时互动和个性化指导,智慧化整理专属错题库;小结环节,布置总结性思维导图、指导案例归纳,教师

对学生学习表现进行评价和反馈。AI+BOPPPS 设计及课程内容见表 1。

表 1 AI+BOPPPS 设计及课程内容

内容分阶	对应章节	进度	教学手段	教师活动	学生活动	能力体现
基础内容(自主学习为主)	1. 概论	快速	AI 课堂互动+数字化教程	1. B+O 导入与目标;差异化推送教学视频 2. P 前测;个性化测评及学生分级(初中高) 3. P 参与;针对性课堂讲解+初中阶题型分级竞答 4. P 后测;实时性互动+课后辅助指导+个人专属错题库 5. S 小结;总结性思维导图+评价反馈	1. 自主学习 2. 完成测试 3. 评估改进	知识能力 理解能力
	2. 大健康理念					
	3. 水电解质					
	4. 酸碱平衡					
重点内容(模块解析)	5. 缺氧	详细	AI 课堂互动+数字化教程+ESP 诊疗互动	1. B+O 导入与目标;差异化推送教学视频 2. P 前测;个性化测评及学生分级(初中高) 3. P 参与;具体化课堂讲解+虚拟化诊疗互动+PBL 案例讨论+情景演绎+游戏竞答 4. P 后测;实时性互动+个性化辅助指导+个人专属错题库 5. S 小结;总结性思维导图+案例归纳+评价反馈	1. 自主学习 2. 课堂互动 3. 诊疗解析 4. 案例归纳 5. 评估改进	思维能力 思辨能力 解决能力
	6. 发热					
	7. 休克					
	8. DIC					
难点内容+前沿拓展(系统实践)	9. 肝功能不全	剖析	AI 课堂互动+数字化教程+ESP 诊疗互动+场景体验	1. B+O 导入与目标;差异化推送教学视频 2. P 前测;个性化测评及学生分级(初中高) 3. P 参与;具体化课堂讲解+虚拟化诊疗互动+RBL 案例研究+场景模拟+附院实习 4. P 后测;实时性互动+个性化辅助指导+个人专属错题库 5. S 小结;总结性思维导图+案例归纳+实习表现+评价反馈	1. 自主学习 2. 课堂互动 3. 场景解析 4. 实践探究 5. 评估改进	临床能力 科研能力 合作能力 创新能力
	10. 肺功能不全					
	11. 心功能不全					
	12. 肾功能不全					
	13. 细胞信号转导					
	14. 肿瘤发生发展					

**1.2.2 教学方法** 两组学生均由同一教师授课,教材为王建枝主编的第九版《病理生理学》(人民卫生出版社)。对照组按教学大纲要求,采用 PPT 授课,课堂提问与总结,课后自主学习并完成作业。试验组采用 AI 联合 BOPPPS 混合式教学模式,不同章节提供个性化、智能化及差异化教学内容,课前推送临床病例或案例及相关问题,组织课前讨论和课后总结。详细课程内容和教学方法见表 1 及图 2。

**1.2.3 观察指标** 1) 期末成绩。比较两组学生的病理生理学期末成绩,以 80~100 分为优秀、60~79 分为及格,59 分以下为不及格,统计成绩分布、及格率和优秀率。及格率计算公式为:(及格人数+优秀人数)/总人数×100%,优秀率计算公式为:优秀人数/总人数×100%。2) 客观数据。利用 AI 小助手后台记录学生的作业提交次数,课堂参与次数及课前预习和课后复习资源访问时间,计算准确率(正确题数/总题数×100%)和参与度(参与人数/总人数×100%)。3) 适应性、自主学习能力及满意度。通过“问卷星”设计问卷,学生匿名填写,问卷收集后审核筛查并进行统计分析。采用大学生学习适应性量表<sup>[10]</sup>,自主学习能力和满意度评价量表,分别评估学生的适应性,自主学

习能力和满意度。量表采用 4 等级法记分,分为差、一般、好、非常好四个等级,统计学生在每个等级中的数量(频数)。

**1.3 统计学方法**

采用 SPSS 26.0 软件进行数据分析。两组学生量表填写情况以  $n(\%)$  表示,频数资料采用  $\chi^2$  检验,具体为 2×4 或 2×3 列表卡方检验,理论频数小于或等于 1 的行采用 Fisher's 确切概率法检验。成绩数据呈正态分布,以  $\bar{x} \pm s$  表示,采用两独立样本  $t$  检验比较两组学生的期末考试成绩及数字化客观数据, $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 两组学生期末考试成绩**

本研究以期末病理生理学考核成绩为评价指标,分析两组学生分数分布比例。试验组在降低不及格人数,提高优秀人数方面显著优于对照组( $P < 0.05$ ),且平均成绩、及格率和优秀率均显著提升。具体而言,对照组平均成绩(71.34±12.52)分,及格率 87.95%,优秀率 28.91%;试验组平均成绩、及格率和优秀率分别为(80.98±9.23)分、97.70%和 52.87%。即试验组的各项指标优于对照组,其中平均成绩显著高于对照组( $P < 0.05$ ),详见表 2。

### 2.2 两组学生数字化客观数据分析

根据知识图谱和病生 AI 小助手数据显示(见表 3),AI 赋能的 BOPPPS 教学模式在课堂互动和

学习投入等方面显著优于对照组( $P < 0.05$ ),为教学优化提供了有力数据支持。



注:试验组在 B+O 导入与目标阶段,通过大数据推送与学生学习能力匹配教学视频。课前测试 P,通过个性化测评将学生分为初、中、高层级,为个性化教学奠定基础。参与学习环节 P,结合课堂讲解,开展学生竞答、虚拟互动、PBL 案例讨论、情景演绎等多样化的互动。后测环节 P,教师实时互动,并提供个性化指导,智慧化整理专属错题库。小结环节 S,布置总结性思维导图、指导案例归纳,教师对学生学习表现进行评价和反馈。教师数字化分身打造的病生 AI 小助手,在课前、课中及课后为学生提供全方位、实时化的专业资源支持。

图 2 两组教学方法的具体组织和实施过程

表 2 两组学生学习成绩比较

组别	实际考	不及格人	及格人数	优秀人数			平均分
	试人数	数(<60分)	(60~80分)	(>80分)	及格率	优秀率	
对照组	83	10	49	24	87.95%	28.91%	71.34±12.52
试验组	87	2	39	46	97.70%	52.87%	80.98±9.23
$\chi^2_{/1}$	-	-	13.30	-	-	-	5.48
P	-	-	0.0013	-	-	-	<0.001

### 2.3 两组学生适应能力

采用 AI+BOPPPS 教学模式的学生适应能力更强,在“这门课程所使用的教学模式、这种教学模式下的学习效率和这种教学模式对适应大学学习的帮助”等 6 个问题上的评价显著优于对照组( $P < 0.05$ ),详见表 4。

表 3 两组学生数字化客观数据分析

组别	n	作业提交 次数	课堂互动 次数	课前预习 时间	课后复习 时间
对照组	83	2.8±1.9	3.8±3.5	2.5±1.1	1.8±0.9
试验组	87	3.9±2.5	7.4±4.8	3.2±1.7	2.6±1.5
t		3.219	3.621	3.171	4.192
P		0.0015	0.0004	0.0018	<0.001

## 2.4 两组学生自主学习能力

总体评估显示, AI+BOPPPS 教学模式有助于培养学生自主学习能力。试验组学生在“这种教学模式有利于提高你的自主学习能力和这种教学模式能激发你的自主学习积极性”等 4 个问题上的评价优于对照组 ( $P < 0.05$ ), 详见表 5。

表 4 两组学生适应性量表分析

题目	对照组				试验组				P
	差	一般	好	非常好	差	一般	好	非常好	
这门课程所使用的教学模式	0	14	47	22	0	3	52	32	0.009*
对这种教学模式的适应性	2	30	35	16	1	24	41	21	0.571*
这种教学模式下的学习效率	1	28	39	15	1	13	51	22	0.024*
这种教学模式促进对知识的掌握	6	58	11	8	3	54	17	13	0.113*
这种教学模式对适应大学学习的帮助	3	46	24	10	1	24	41	21	0.001*
这种教学模式促进主动参与课堂活动	2	40	29	12	1	18	51	17	0.003*
这种教学模式有助于更好地应对学习中的困难	1	31	35	15	0	15	48	24	<0.001*
这种教学模式有助于更好地理解课程内容	2	31	36	14	1	15	46	25	0.011*
这种教学模式促进与同学合作完成任务	1	26	38	18	1	16	43	27	0.168*
这种教学模式能跟上教师的教学节奏	4	44	25	10	2	39	30	16	0.051*

注: \* 组间比较采用 Fisher's 确切概率法。

表 5 两组学生自主学习力量表分析

题目	对照组				试验组				$\chi^2 /$ Fisher's	P
	差	一般	好	非常好	差	一般	好	非常好		
这种教学模式有利于提高你的自主学习能力	15	55	8	5	5	45	22	15	24.049	0.003
这种教学模式是否激发了你的自主学习动机	4	50	19	10	5	40	28	14	-	0.683
这种教学模式能够帮助你更好地管理学习时间	0	19	43	21	0	9	47	31	-	0.064
这种教学模式促进你更主动地进行课前预习	1	13	39	30	1	5	41	40	-	0.130
这种教学模式促进你更主动地进行课后复习	0	19	45	19	0	10	52	25	-	0.137
这种教学模式能激发你的自主学习积极性	1	32	36	14	0	8	54	25	-	<0.001
是否能够自我检查和评估学习效果	3	33	27	20	1	12	31	43	-	<0.001
这种教学模式下你是否能够坚持按照计划完成 自主学习任务	1	38	30	14	0	16	37	34	-	<0.001
能够提供足够的互动机会来支持你的自主学习	5	17	33	28	2	17	30	38	-	0.210
这种教学模式下你能够识别并解决自主学习中 遇到的问题	2	26	35	20	1	20	38	28	-	0.516

## 2.5 两组学生满意度

试验组学生在“对这种教学方法的整体满意度、这种教学模式能够帮助你更好地应用所学知识和这种教学模式能够更好地帮助您理解和掌握知识”等 9 个问题上的认同率和评价显著优于对照组 ( $P < 0.05$ ), 详见表 6。

## 3 讨论

本研究将 AI 赋能的 BOPPPS 教学模式应用于病理生理学教学, 构建了“双空间融合”的教学模

式, 实现物理课堂与虚拟教学空间的有机结合。该模式系统性升级教学技术(智能备课工具节约教师 57% 的重复工作量)和教学质量(学生满意度达 95.4%), 为学生提供开放式学习、闭环式评价的优良学习生态系统。AI+BOPPPS 模式显著提升了学生的理论考核成绩, 激发了学习兴趣, 培养独立思考、分析和解决问题的能力, 显著提高了教学效果和学生满意度。主要原因及机制体现在 3 个方面: 一是个性化学习支持, BOPPPS 以学生为中心, AI 技术的深度融合实现个性化学习路径设计; 二是增

表 6 两组学生满意度量表分析

题目	对照组				试验组				P
	差	一般	好	非常好	差	一般	好	非常好	
对这种教学方法的整体满意度	1	43	30	9	1	11	51	24	<0.001*
这种教学方法与你的学习风格契合	1	29	39	14	0	8	45	34	<0.001*
这种教学方法能够更好地满足你的学习需求	0	17	38	28	0	5	46	36	0.015*
本课程教学内容的丰富性和实用性	1	16	45	21	0	5	52	30	0.020*
这种教学模式下有助于提高学习成绩	1	14	35	33	0	4	40	43	0.020*
这种教学方法对学习兴趣的激发性	0	10	40	33	0	3	37	47	0.028*
这种教学方法有助于提高课堂互动性	1	25	33	24	1	20	30	36	0.049*
这种教学方法能够帮助您更好地达成学习目标	0	19	39	25	0	7	38	42	0.345*
这种教学模式能够帮助你更好地应用所学知识	2	25	36	20	1	13	26	47	0.008*
这种教学模式能够更好地帮助您理解和掌握知识	2	43	20	18	1	21	29	36	0.004*

注：\* 组间比较采用 Fisher's 确切概率法。

强课堂互动性, AI 技术丰富课堂互动的形式和内容, 例如通过知识图谱、AI 助教等工具实现课堂提问、竞答和讨论, 增强学生的参与感和学习积极性; 三是强调学生自主学习能力的培养, 明确学习目标、提供多样化学习资源和反馈机制, 促进学生培养自主学习习惯, 提升学生的自主学习能力。

尽管 AI+BOPPPS 教学模式优势显著, 但在实际应用过程中仍面临挑战。一是 AI 技术的实施依赖于稳定的网络和高效软件, 在实际教学中可能会出现网络延迟、软件崩溃等故障, 需加强网络基础设施建设和软件维护升级<sup>[11-12]</sup>。二是 AI 技术的应用需要教师具备一定的技术素养和操作能力, 部分教师可能无法充分利用 AI 提供的数据分析功能, 需定期组织 AI 技术培训, 并建立教师交流平台, 帮助教师更好掌握 AI 工具的操作和应用技巧<sup>[13-14]</sup>。三是部分学生可能过度依赖 AI 资源, 忽视主动思考和学习, 削弱自主学习能力和批判性思维能力, 教师应引导学生正确使用 AI 工具, 通过案例分析、问题解决等活动培养学生的批判性思维能力<sup>[15]</sup>。综上, AI+BOPPPS 教学模式通过优化技术环境、提升教师 AI 素养、引导自主学习等措施, 可进一步提升教学效果和学生学习体验, 也为未来医学教育的发展提供了重要的参考和借鉴。

利益冲突: 所有作者均申明不存在利益冲突。

参考文献:

[1] 李圆圆, 顾亚琴. 高职院校临床专业病理与病理生理学教学改革初探[J]. 继续医学教育, 2024; 2363-2365.  
 [2] 陈玲, 蒋雨枫. 5G+AI 技术赋能医学本科教学改革的相关探索[J]. 临床医学研究与实践, 2024, 9(11): 168-171, 189. DOI: 10.19347/j.cnki.2096-1413.202411042.  
 [3] 卫荣, 马锋, 侯梦薇, 等. 人工智能在医学教育领域的应用研

究[J]. 医学教育研究与实践, 2017, 25: 835-838. DOI: 10.13555/j.cnki.c.m.e.2017.06.005.  
 [4] 王茹, 李毅恒, 孙世仁, 等. 人工智能在医学教育中的应用前景与挑战[J/OL]. 中国医学教育技术. https://link.cnki.net/61.1317.a4.20250410.1143.002.  
 [5] 李姗姗, 刘登攀. 人工智能技术在医学教育中的应用与挑战[J]. 互联网周刊, 2024(7): 78-80.  
 [6] 张薇薇, 刘炯炯, 朱晨, 等. BOPPPS 联合场景教学模式在老年医学临床教学中的应用——以糖尿病为例[J]. 安徽医学, 2024, 45: 1039-1043.  
 [7] 殷刚, 李翔, 金中元, 等. BOPPPS 教学模式在病理学实验教学中的实践研究[J]. 高教学刊, 2025, 11(11): 44-48. DOI: 10.19980/j.CN23-1593/G4.2025.11.011.  
 [8] 胡莹莹, 李明勇, 李蓉. 基于 OBE 理念的病理生理学教学改革探索[J]. 基础医学教育, 2024, 26(8): 629-632. DOI: 10.13754/j.issn.2095-1450.2024.08.01.  
 [9] 刘双. 人工智能(AI)+知识图谱在混合式教学中的应用[J]. 办公自动化, 2024, 29(7): 42-44. DOI: 10.3969/j.issn.1007-001X.2024.07.013.  
 [10] 孙雪梅, 葛华, 纪文, 等. 医学本科生学习适应性及其影响因素的研究[J]. 西北医学教育, 2016, 24: 425-428, 459. DOI: 10.13555/j.cnki.c.m.e.2016.03.032.  
 [11] 陈中秋, 黄娟, 王浩, 等. 人工智能课程在医学通识教育中的实践探索[J]. 中国继续医学教育, 2025, 17(5): 175-178. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2025.05.036.  
 [12] 刘成程, 寻萌, 韩蕾, 等. 人工智能推动医学教育改革的现状与展望[J]. 基础医学教育, 2024, 26(10): 890-894. DOI: 10.13754/j.issn2095-1450.2024.10.15.  
 [13] 武宗渊, 刘振, 张宗明. 人工智能在医学教育领域的现状、未来治理研究[J]. 中国医学伦理学, 2024, 37(9): 1093-1100. DOI: 10.12026/j.issn.1001-8565.2024.09.12.  
 [14] 何茂章, 王姝姝, 丁瑞培, 等. 基于新医科与 AI 技术融合的医学教学模式探讨[J]. 湘南学院学报(医学版), 2024, 26(3): 63-66. DOI: 10.16500/j.cnki.1673-498x.2024.03.015.  
 [15] 林煥翔, 项莎特, 江哲涵. 人工智能赋能中医教育内涵式发展: 逻辑、风险与进路[J]. 中国教育信息化, 2025, 31(3): 41-50. DOI: 10.3969/j.issn.1673-8454.2025.03.004.

(收稿日期 2025-02-20)

(本文编辑: 石俊强)