

OBE理念驱动AI赋能微生物学检验技术实验课程教学范式转型研究

杨安妮¹, 韦良家², 李来稳¹, 徐启江^{1*}

¹右江民族医学院医学技术与人工智能学院, 广西 百色

²右江民族医学院公共卫生学院, 广西 百色

收稿日期: 2026年7月17日; 录用日期: 2026年8月19日; 发布日期: 2026年8月27日

摘要

为探讨基于成果导向教育(OBE)理念联合人工智能(AI)技术的新型教学模式在微生物学检验技术实验课程中的应用效果。选取某医学院22级(对照组, 传统教学)与23级(实验组, 新型教学)医学检验技术本科学生为研究对象。结果显示, 实验组的实验报告、实验技能考核、临床思维测评成绩均显著优于对照组($p < 0.01$), 且操作能力提升与临床思维培养的非常满意率更高($p < 0.01$)。新型教学模式可有效提升学生实验操作技能与临床检验思维, 增强教学满意度。

关键词

OBE理念, 人工智能, 微生物学检验技术, 实验教学, 教学范式转型

Research on the Transformation of Teaching Paradigm for Microbiological Laboratory Technology Course Driven by OBE Empowered by Artificial Intelligence

Anni Yang¹, Liangjia Wei², Laiwen Li¹, Qijiang Xu^{1*}

¹School of Medical Technology and Artificial Intelligence, Youjiang Medical University for Nationalities, Baise Guangxi

²School of Public Health, Youjiang Medical University for Nationalities, Baise Guangxi

Received: July 17, 2026; accepted: August 19, 2026; published: August 27, 2026

*通讯作者。

文章引用: 杨安妮, 韦良家, 李来稳, 徐启江. OBE 理念驱动 AI 赋能微生物学检验技术实验课程教学范式转型研究[J]. 教育进展, 2026, 16(8): 1632-1639. DOI: 10.12677/ae.2026.1681798

Abstract

To explore the application effect of a novel teaching model integrating outcome-based education (OBE) philosophy with artificial intelligence (AI) technology in the experimental course of Microbiological Inspection Technology, undergraduate students majoring in Medical Laboratory Technology from Grade 2022 (control group, adopting traditional teaching mode) and Grade 2023 (experimental group, adopting the new OBE-AI combined teaching mode) of a medical college were selected as the research subjects. The research results showed that the scores of experimental reports, experimental skill as-assessment and clinical thinking evaluation of students in the experimental group were significantly higher than those in the control group ($p < 0.01$). Meanwhile, the experimental group also had a significantly higher satisfaction rate in terms of the improvement of operational ability and the cultivation of clinical thinking ($p < 0.01$). The novel teaching model can effectively improve students' experimental operation skills and clinical laboratory thinking ability, and significantly enhance teaching satisfaction.

Keywords

OBE, Artificial Intelligence, Microbiology Laboratory Technology, Experimental Teaching, Teaching Paradigm Transformation

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

微生物学检验技术实验是医学检验技术专业的重要实践课程，传统的实验教学存在五大教学短板：教学目标以记忆性操作为主、内容注重传统验证性实验、教学模式多为教师示范和学生模仿、实验条件与环境受限、考核评价方式单一。随着微生物检验自动化等技术在临床中的广泛应用，传统实验教学已难以满足新时代检验人才岗位需求[1] [2]。

成果导向教育(Outcome Based Education, OBE)理念是以学生为中心，注重学生的个人进步和学习成果[3]，学生的学习成果受到教学内容的设计和教学过程实施方式的影响[4]。以学习成果产出为导向反向创新教学设计，育人价值显著[5]。人工智能(Artificial intelligence, AI)正在变革医疗保健领域[6]，本研究提出了以 OBE 理念为构架、融入人工智能的改革模式，结合学科前沿与检验行业动态，优化教学实施模式[7]，构建微生物学检验技术实验课程的转型改革体系。

2. OBE 驱动 AI 赋能的教学范式转型具体路径

2.1. 反向设计：聚焦岗位胜任力发展的分层式三维教学目标

依据临床检验科真实工作任务，结合《医学检验技术专业本科教学质量国家标准（2024 版）》，以基础夯实层、能力进阶层、素养创新层为梯度划分成果维度，促进目标导向、内容支撑、考核对标落脚于学生发展。

基础夯实层。对标岗位基础操作胜任力要求，熟练掌握无菌操作、染色镜检、分离培养、生化鉴定等关键实操技能；精准辨识常见致病菌微观形态特征；吃透实验核心原理与标准化操作流程，夯实专业基础实操能力。紧扣上述能力与知识目标，模块化设置教学内容，系统讲授微生物实验基础原理与流程

规范,开展无菌技术、染色镜检、分离培养、生化鉴定等标准化实操训练,结合典型菌种实例讲解致病菌形态特点,为能力目标达成提供内容支撑。全面对标课程既定培养目标,实行理论与实操双层考核:实操环节考核各项实验操作的规范性与熟练度;识图测评考核致病菌形态识别能力;理论问答与笔试考核实验原理、操作流程的掌握程度,量化评价学生岗位基础操作能力达标情况。

能力进阶层。对标岗位核心操作胜任力要求,能够独立完成血液、痰液、尿液、粪便、脓液、脑脊液及各类分泌物等临床常见标本的标准化处理、分离培养与病原鉴定;可精准判读菌落特征、生化反应结果与药敏试验报告,逐步构建临床微生物检验思维与临床研判意识,具备岗位核心实操应用能力。围绕核心能力培养目标,系统开展各类临床标本接收、前处理、接种分离、纯化培养等专项实训;讲授常见致病菌菌落辨识要点、生化鉴定体系原理与操作流程、药敏试验标准化操作及结果判读规范;结合临床真实案例开展综合实训,强化标本检验全流程训练,引导学生建立临床检验逻辑思维。对标核心能力目标实施综合考核,考查学生多类临床标本规范化处置、分离培养与病原鉴定的独立操作能力;考核菌落形态辨别、生化结果分析、药敏结果判读的准确性与规范性;结合案例分析、综合实操考核方式,评价学生临床检验思维运用能力,全面衡量岗位核心操作能力达成水平。

素养创新层。立足检验专业微生物检验岗位分层胜任需求,融合智慧检验发展趋势,分层设定知识、实操、思维与创新发展目标,逐级夯实基础操作、核心检验与综合决策能力,契合行业岗位高阶发展要求。依托病原检验真实工作场景,以能力梯度进阶为主线,整合传统实验技术与AI智能检验手段,融入标本检测、菌种鉴定、质控管理、病例分析等特色教学模块,实现理论、实操、智能技术深度融合。以层级化能力达成为评价核心,结合微生物检验岗位真实工作任务,设置常规实操、疑难研判、AI工具应用、方案设计等多元考核任务,构建贴合临床实际的立体化评价体系。

2.2. 内容重构:基于OBE理念融合AI技术的模块化四维课程内容体系

基础验证模块(15学时)的教学内容主要为形态学观察、分离培养及药敏与生化鉴定,借助AI虚拟仿真与课前模拟,采用虚实结合的教学方法,旨在帮助学生规范操作要点、减少实操失误,从而提升整体教学质量;综合赋能模块(15学时)侧重于常见标本检测与鉴定报告审核,学习后学生能够运用AI技术,独立完成标本检测流程,并准确判读检测结果;临床情境模块(15学时)围绕AI智能化感染性疾病案例开展设计性实验教学,通过模拟临床检验场景的沉浸式学习体验,培养学生对高感染性菌的鉴定能力;数智拓展模块(6学时)涉及虚拟质谱鉴定系统操作及生物安全应急演练两项教学内容,采用虚拟仿真与智能赋能相结合教学方法、模拟临床检验科真实场景开展学习演练,学生能够独立完成质谱鉴定的规范操作流程,并能按照应急预案准确执行生物安全处置程序,有效运用前沿技术解决临床检验中的实际问题。

2.3. 模式创新:基于OBE理念融合AI技术四位一体的模式创新体系

以学生学习成果为导向,结合AI技术解决微生物检验实验教学中实操受限、临床沟通不足等痛点,通过AI预习、现场实操、虚拟拓展、临床沟通的四位一体闭环设计,提升学生微生物检验实验操作能力、AI工具应用能力与临床思维能力,实现岗课赛证深度融合,培养符合临床检验岗位需求的高素质应用型人才。

课前发布由AI辅助制作的微视频及虚拟仿真实验,学生通过自主学习完成个性化学习任务,借助AI批改与监测功能,识别自身学习薄弱环节,提升学习实效;课中借助AI拍摄监测系统及教师现场指导操作细节,有效提升了学生的规范操作技能;通过AI虚拟仿真实验,模拟高致病性菌株鉴定及感染性标本污染场景,训练学生处理感染性标本污染的能力,解决高致病性菌株鉴定的教学难题,同时提升应急处置能力;利用AI技术实时观摩临床检验科细菌室的全流程标本检测,促进理论教学与临床实践深度融合并增强学生临床沟通能力。

3. 研究对象与方法

3.1. 研究对象和研究设计

2024 年 9 月至 2025 年 11 月，选取 2024~2025 秋季学期开设微生物检验技术课程的 2022 级和 2023 级医学检验技术本科专业学生作为研究对象，均为全日制本科学生，已完成《临床基础检验》等前置课程学习，两组学生入学成绩、前置课程成绩、年龄、性别构成等基础信息无统计学差异($p > 0.05$)，具有可比性。

2023 级医学检验技术本科专业学生(共 57 人，其中男生 27 人、女生 30 人，)作为教学改革研究对象，采用本研究构建的 OBE + AI 赋能教学模式，严格按照上述“四模块”内容与“四位一体”教学模式实施，由 4 名指导教师(其中 1 名主讲教师、3 名 AI 技术辅助指导教师)和 1 名实验教辅人员授课。2022 级医学检验技术本科专业学生(共 58 人，其中男生 26 人、女生 32 人，)采用传统教学模式，由教改班同等资质的 4 名指导教师(其中 1 名主讲教师)和 1 名实验教辅人员授课，无 AI 技术辅助教师，教学实施与教改班形成明确对照。

3.2. 教学实施时间与细节



Figure 1. Integration of AI-based mycobacterial morphology identification with virtual-reality fusion experiment
图 1. 结合分枝杆菌形态学鉴定 AI 虚实融合实验

实施时间。共 51 个学时实验课，为了确保教学条件平等，两组学生的实验课学时总数、实验场地、实验设备一致。

教改班的教学实施。按照目标导向设计、内容模块落地、AI 虚实融合(见图 1)、动态优化完善的流程，课前融入 AI 平台布置预习任务，课中结合 AI 实时监测和带教老师分组指导开展实验操作，课后根据 AI 平台完成作业提交及复习总结后进行学习反思，每个教学模式课程结束后根据 AI 学情分析数据结合学生的个性化学习(见图 2)，不断优化教学内容与指导方式。

对照班教学实施。采用理论讲解、实验示范、实操练习、实验报告的传统教学模式，教学内容未进行模块化设计也未引入 AI 技术。课前无预习要求，课中以教师讲解及示范、学生模仿操作为主，课后仅按组提交实验报告，无持续优化改进的相关安排。



Figure 2. Chaoxing Fanya platform AI learning analytics
图 2. 超星泛雅平台 AI 学情分析

3.3. 课程评价指标与标准

为了确保对比结果的可靠性，对照班与教改班使用统一的评价指标、考核内容与评分标准。

实验报告成绩：将班级学生划分为 12 个小组，各小组需在每一次实验课结束后，提交一份实验报告。报告包括实验目的、实验原理、实验材料、实验方法、实验结果及结果分析和讨论等内容，实验报告的最终成绩为该小组全部实验报告的平均分。

实验技能考核成绩：考核内容包括基础操作(生物安全、涂片染色、形态观察、分离培养)、综合操作(临床标本处理与鉴定)、规范性操作等，考核最终成绩为 4 名带教教师评分平均值。

实验知识考核成绩：试题由教研组统一命题及组卷，通过闭卷笔试，包括实验原理、操作流程、结果判读及鉴定结论等内容。

临床思维测评成绩：选取 6 个真实临床病例，学生根据案例选取正确的标本类型、写出相应的微生物检测流程、判读鉴定结果、分析临床意义，强化临床思维能力。

课程满意度调查：教研室自行编制《微生物学检验技术实验课程满意度调查问卷》进行评价。问卷包括学习兴趣提升、操作能力提升、临床思维、学习体验四个维度，采用 Likert 5 级评分法(1 = 非常不满意，2 = 不满意，3 = 一般，4 = 满意，5 = 非常满意)。

4. 改革效果分析

4.1. 两组学生各项实验考核成绩比较

成绩考核调查($n = 115$)显示，两组学生在实验知识考核成绩无统计学差异($p = 0.118$)。在实验报告成

绩、实验技能考核成绩及临床思维测评成绩，教改组高于对照组($p < 0.01$) (见表 1)。

成绩考核调查($n = 115$)显示，教改组和对照组学生在实验知识考核成绩(76.4 ± 9.4 vs 73.4 ± 11.0)无统计学差异($p = 0.118$)。在实验报告成绩(96.0 ± 1.0 vs 93.5 ± 1.6)、实验技能考核成绩(90.4 ± 3.8 vs 87.6 ± 4.10)及临床思维测评成绩(89.8 ± 4.9 vs 85.6 ± 7.2)，教改组高于对照组($p < 0.01$)。

Table 1. Analysis table of experimental assessment scores for two groups of students
表 1. 两组学生各项实验考核成绩分析表

评价维度	教改组(M ± SD)	对照组(M ± SD)	<i>t</i> 值	<i>p</i> 值
实验报告成绩	96.0 ± 1.0	93.5 ± 1.6	-9.8	<0.001
实验技能考核成绩	90.4 ± 3.8	87.6 ± 4.1	-3.8	<0.001
实验知识考核成绩	76.4 ± 9.4	73.4 ± 11.0	-1.6	0.118
临床思维测评成绩	89.8 ± 4.9	85.6 ± 7.2	-3.7	<0.001

4.2. 教学效果满意度调查

问卷调查($n = 115$)显示，两组学生在学习兴趣提升($p = 0.085$)和学习体验($p = 0.123$)无统计学差异，教改组对操作能力提升(10.0 ± 2.3 vs 8.8 ± 2.6 , $p = 0.016$)和培养临床思维(10.0 ± 2.3 vs 8.7 ± 2.7 , $p = 0.007$)方面的满意度显著盖伊教改组(见表 2)。

Table 2. Survey results on students' learning attitudes and satisfaction in two groups
表 2. 两组学生对课程的学习态度与满意度调查结果

评价维度	教改组(M ± SD)	对照组(M ± SD)	<i>t</i> 值	<i>p</i> 值
学习兴趣提升	9.7 ± 2.3	8.7 ± 2.8	-1.9	0.058
操作能力提升	10.0 ± 2.3	8.8 ± 2.6	-2.5	0.016
临床思维	10.0 ± 2.3	8.7 ± 2.7	-2.7	0.007
学习体验	9.7 ± 2.3	9.0 ± 2.5	-1.6	0.123

5. 讨论

传统以教师为中心的教育模式表明，学生在临床检验方面表现不佳，专业能力也不够强[8]。本研究以 OBE 理念为框架、AI 技术为工具，对微生物学检验技术实验课程进行了系统的教学范式转型[9]。实证结果表明：教改组在实验报告、实验技能、临床思维及课程满意度等关键指标上均显著优于对照组($p < 0.01$)，而理论考核成绩两组无显著差异。该结果并非只表明教改的有效性，更是反映出 OBE 理念与 AI 技术的耦合教学模式，并未弱化学生理论知识体系，而是实现了将知识记忆转化为能力落地，进而弥补了传统教学“重知轻行、重学轻思”的短板。从认知学习理论上分析，该新模式通过目标导向的分层教学设计、沉浸式虚拟仿真实训、个性化学情分析，降低了学生新知学习、技能实操及临床情境应用的认知负荷，帮助学生构建系统化、情境化的知识技能体系，有效提升了学生的做与思的能力，可显著强化学生学习效能，赋能教学提质升级，构建高质量育人体系，形成长效优质教学格局[10]。

5.1. OBE 理念驱动下的反向设计有效破解了学用脱节困境

传统微生物实验教学长期存在一个核心矛盾：教学内容按学科逻辑组织，而临床岗位要求按任务逻辑行动。教师习惯于先讲原理、再演示操作、最后学生模仿，学生虽能掌握单项实验技能，却在面对真

实临床标本时缺乏独立的检验路径设计与结果综合分析能力。而长期同质化、碎片化的实训模式,使得学生难以建立完整的临床检验思维能力,在遇到多样化、复杂化的临床标本时,普遍存在检验思路混乱、实验结果分析片面、问题处置能力不足等实践脱节问题。本研究中,OBE理念的引入打破了这一惯性。我们以临床微生物检验岗位胜任力为终点,反向设计了基础夯实、能力进阶、素养创新三层递进目标,并将每一层目标具体化为可观测、可考核的学习成果。例如,“能力进阶层”要求学生独立完成血液、痰液等常见标本的全流程检验,这直接对应未来实习与就业中的高频任务。研究结果显示,教改组临床思维测评成绩(89.8 ± 4.9 vs 85.6 ± 7.2 , $p < 0.001$)显著优于对照组,验证了OBE反向设计在培养学生综合分析与决策能力方面的优势。

5.2. AI技术精准破解了微生物实验教学的现实瓶颈,助力教学质量提升

存在高致病性菌株、稀有菌株的实验教学难以开展、教师批改实验报告任务繁重、学生个性化难以兼顾等瓶颈,同时,在大班化教学模式下,教师批改实验报告、点评实操问题的工作量繁重,难以兼顾每位学生的学习差异与短板,同质化教学不能满足分层育人的需求,AI平台在教学环节中的应用,使得教师能够更精准地了解学生的知识薄弱点与学习需求[11],学生通过AI虚拟仿真平台学习,可获取实操课无法开展的教学内容,该平台还可对实验设备进行智能化运维,自动完成实验数据的采集、整理与分析,可突破高危、高消耗类实验的实施限制,在整体层面改善实验教学效率,保障实验教学结果的精准度。依托AI图像智能判读与数字化评价平台,既能缓解教师常态化、重复性工作压力,又可达成学习行为全程溯源与即时反馈,推动学生自主检视不足、精准纠错,提升实训学习质效。智能化个性化学习推送机制,能够妥善化解学生个体基础差异造成的同质化教学局限,推行分层定制化培养,真正实现因材施教、精准施教的育人模式。

5.3. 新模式的潜在挑战、批判性反思与优化改进方向

本研究构建的OBE理念与AI技术融合的新型教学模式虽取得了显著的育人成效,但结合检验教学实践与行业教学研究现状来看,该模式仍存在一些现实的局限性与使用的挑战性,没有完全适配所有检验实验教学场景,需客观审视其育人短板与落地难题,结合现有文献研究成果持续优化完善。第一,虚实操作不平衡导致的技能“空心化”风险。AI虚拟仿真操作具有操作便捷、准确率高、风险低、可反复练习的优势,但部分学生过度依赖虚拟操作,导致线下实操熟练度不足,后续将优化虚实结合比例,明确虚拟操作作为辅助,线下实操作为核心,强化实操训练强度;第二,教学实践对教师数字素养与课程设计能力的严格要求,新型教学模式的有效实践,已不是简单的技术工具模板,而是需要教师同时具备OBE课程设计能力、AI教学平台使用能力、数字化学情分析能力,但部分教师AI教学工具应用能力不足,难以充分发挥AI技术的教学价值,后续将开展系统性培训,提升教师数字素养与AI课程设计能力;第三,教学实施成本与推广适配性局限,AI虚拟仿真教学平台的构建、运行、优化等需要持续的资金、技术、设备支撑,对学校的教学条件要求较高,如存在实施成本高、推广难度大的难题,使得一定程度上对该教改模式的推广受到了限制,同时,鉴于本研究选取的研究对象来自同一院校专业不同年级,数量相对较少,因此研究结果的普适性还有待进一步验证,未来可扩大研究对象范围,增加样本数量,以提高研究结果的可靠性。

6. 结论

基于OBE成果导向教育理念,融合AI赋能手段,是推动微生物学检验技术实验课程教学模式深度变革的关键路径。课程以反向教学设计为抓手,整合重构模块化教学内容,搭建虚实结合的混合教学场景,在夯实学生实验操作技能的同时,培育临床检验逻辑思维与综合协作能力,相较传统教学模式呈现

出更优质的育人成效。本研究标准化设置教改组与对照组,细化教学实施管控细节,进一步提升研究成果的可信度与严谨度。该研究构建的智能化教学改革体系架构完整、实操性突出、适用范围广泛,可为其他高校医学检验专业实验课程数字化转型与智慧教学建设提供参考。

基金项目

全国医药学研究生在线教育教学研究课题“新医科背景下研究生实验室原型知识创生学术课堂构建与全人教育”(A_YXC2022-02-02_07);2025年度广西高等教育本科教学改革工程项目普通教改项目“AI赋能背景下高校教师新质教学力模型构建及提升路径研究”(2025JGA316);2024年校级教育教学改革常规项目“教育数字化转型背景下高校教师新质教育力模型构建及提升路径研究”(J2024-01);2023年度校级教育教学改革常规项目“基于OBE理念的医学检验综合实验课程教学模式的探索及研究”(J2023-10)。

参考文献

- [1] 焦红梅,阴银燕,孔桂美,等.教育数字化转型背景下临床微生物检验学实验教学模式探索[J].科教导刊,2024(16):211-213.
- [2] 郭杨柳,张红,白雨霆,等.OBE理念指导的临床微生物学检验技术实验教学改革探索[J].科技风,2025(35):59-61.
- [3] Liang, J. (2022) "OBE" Concept for New Training Mode of Electronic Information Science and Technology Professionals under Big Data Analysis. *Computational Intelligence and Neuroscience*, **2022**, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2022/8075708>
- [4] 邹沁,马晓焉,孙丽超,等.融合人工智能与成果导向教育理念的“基因工程”智慧课程构建与教学实践[J].生物工程学报,2026,42(3):1413-1423.
- [5] 刘昌亚,任晓东.基于OBE理念的混合式教学模式在临床基本检验中的应用研究[J].科学咨询,2026(5):190-194.
- [6] El Arab, R.A., Al Moosa, O.A., Sagbakken, M., Ghannam, A., Abuadas, F.H., Somerville, J., *et al.* (2025) Integrative Review of Artificial Intelligence Applications in Nursing: Education, Clinical Practice, Workload Management, and Professional Perceptions. *Frontiers in Public Health*, **13**, Article ID: 1619378. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1619378>
- [7] 李坤潮,王金策,梁旭阳,等.AI赋能OBE理念的课程改革探讨——以石油与天然气工程概论课为例[J].内蒙古石油化工,2026,52(3):68-71.
- [8] Huang, Y., Guo, H. and Li, Y. (2023) Study on the Construction and Practice of Blended Teaching Mode of Emergency First Aid Specialty Based on OBE Concept. *Medicine*, **102**, e34252. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000034252>
- [9] 惠林虎,李永彬,常永虎.基于OBE理念的“传感器与检测技术”课程AI辅助教学改革研究[J].西部素质教育,2026,12(4):142-146.
- [10] 谢佳辰,张世铃.AI赋能+OBE在“数据库原理与应用”教学中的探索与实践[J].科技风,2025(19):125-128.
- [11] 刘雪莹,夏亚钊,刘艳艳,等.AI赋能OBE理念下基础化学思政混合教学实践[J].化工设计通讯,2025,51(10):72-77.