

人工智能赋能药物制剂技术课程“理实一体化”教学改革探索

潘登^{1*}, 张苑鑫¹, 宋云旨¹

(¹ 广州华商职业学院 健康医学院, 广东省 广州市 511300)

摘要: 面对制药工业 4.0 时代智能化转型对高素质技术技能人才提出的新要求, 传统高职药物制剂技术课程在理论教学抽象、实践成本高、理实融合浅层化等方面面临严峻挑战。本文基于国家人工智能赋能职业教育的政策导向, 系统探索了人工智能技术在高职药物制剂技术课程“理实一体化”教学改革中的应用路径。通过构建以“AI 全链条赋能”和“产教深度融合”为核心的教学框架, 融合智能问答助手、生成式内容、虚拟仿真与数据分析等关键技术, 提出“虚实联动、数据驱动”的三阶进阶教学模式, 并配套开发智能化资源与动态评价机制。研究旨在实现理论教学从抽象向直观、实践教学从低成本低反馈向高频次精准化的转型, 有效提升学生的理论认知深度、操作规范性与工艺优化能力, 为高职药学类专业智能化教学改革提供可借鉴的实践范式。

关键词: 人工智能; 药物制剂技术; 理实一体化

DOI: <https://doi.org/10.71411/jyyjx.2025.v1i6.657>

Exploring the Reform of "Theory-Practice Integration" in Pharmaceutical Preparation Technology Curriculum Enabled by Artificial Intelligence

Pan Deng^{1*}, Zhang Wanxin¹, Song Yunzhi¹

(¹ Guangzhou Huashang Vocational College, School of Health & Medicine, Guangzhou, Guangdong, 511300, China)

Abstract: Confronted with the new demands for high-quality technical and skilled talents brought about by the intelligent transformation of the pharmaceutical industry in the era of Industry 4.0, traditional higher vocational courses in Pharmaceutical Preparation Technology face significant challenges, including abstract theoretical instruction, high practical costs, and superficial integration of theory and practice. Guided by national policies promoting the integration of artificial intelligence (AI) in vocational education, this paper systematically explores the application pathways of AI technologies in the "theory-practice integration" teaching reform of the Pharmaceutical Preparation Technology course in higher vocational education. By establishing a teaching framework centered on "AI-enabled full-chain empowerment" and "deep industry-education integration," and incorporating key technologies such as intelligent Q&A assistants, generative content, virtual simulation, and data analytics, a three-stage progressive teaching model characterized by "virtual-real linkage and data-driven instruction" is proposed. This model is supported by the development of intelligent resources and a dynamic evaluation mechanism. The study aims to

作者简介: 潘登 (1996-), 男, 湖南岳阳, 硕士, 研究方向: 药学教育教改

张苑鑫 (1994-), 女, 湖南常德, 硕士, 研究方向: 中药活性与中药产品研究

宋云旨 (1991-), 女, 广东广州, 硕士, 研究方向: 中医养生保健

通讯作者: 潘登, 通讯邮箱: ipandeng2021@163.com

transform theoretical teaching from abstract to intuitive and practical training from high-cost, low-feedback to high-frequency and precision-oriented, thereby effectively enhancing students' depth of theoretical understanding, operational standardization, and process optimization capabilities. This research provides a replicable practical paradigm for the intelligent teaching reform of pharmaceutical programs in higher vocational education.

Keywords: Artificial Intelligence; Pharmaceutical Preparation Technology; Theory-Practice Integration

引言

随着制药工业迈入以智能化、数字化为特征的“工业 4.0”时代，人工智能（AI）与大数据等前沿技术正深度重塑药物研发、生产与质量控制的各个环节^[1]。这一产业变革对承担技术技能人才培养主体责任的高等职业教育提出了新的迫切要求。药物制剂技术作为高职药学类专业的核心课程，其教学成效直接关系到能否为产业智能化升级输送具备“AI+制药”复合素养的新型人才^[2]。

然而，传统的药物制剂技术课程教学正面临严峻挑战。一方面，课程理论性强、抽象概念多（如制剂工艺原理与设备内部结构），传统教学手段难以实现直观呈现，导致学生理解困难、学习动力不足。另一方面，其实践教学受限于设备昂贵、场地不足及高损耗成本，致使无菌制剂等关键实训难以高频开展；同时，实践过程中的数据采集与分析薄弱，精准化、个性化的反馈机制普遍缺失^{[3][4]}。尽管“理实一体化”教学模式已推行多年，但在实现理论与实践的时空无缝衔接、过程性深度评价以及模拟复杂多变的生产情境方面，仍存在明显局限^{[5][6]}。

在此背景下，国家战略与政策导向为职业教育改革提供了强劲驱动力。《教育强国建设规划纲要（2024—2035 年）》首次在国家层面部署了“促进人工智能助力教育变革”的战略任务；教育部 2025 年新修订的职业教育专业教学标准亦明确要求“推动以数字化和人工智能赋能教学”；而《职业院校人工智能应用指引》的发布，则为 AI 与职业教育的深度融合提供了权威的行动框架^{[7][8][9]}。AI 生成式内容、智能问答助手、虚拟仿真与数据智能分析等技术的日益成熟，为解决药物制剂技术课程的教学痛点、构建新一代高度融合、沉浸互动、数据驱动的“理实一体化”教学模式创造了前所未有的机遇。

1 人工智能赋能教学的内涵与关键技术

人工智能作为引领新一轮科技革命与产业变革的战略性技术，其核心在于使机器能够模拟、延伸和拓展人类的智能，执行学习、推理、决策等复杂任务^[10]。在教育领域，尤其是在高度注重实践能力的职业教育中，AI 的赋能价值远不止于工具替代，更在于其能深刻重构“教、学、评、管”的全流程，为实现深度的“理实一体化”教学提供革命性技术路径。

本改革所依托的 AI 技术体系主要涵盖以下关键层面：

其一，智能教学交互工具。以领域大模型为基础的智能问答助手能够充当全天候的学习伴侣，实现课前导学、课中实时答疑与课后个性化辅导，从而释放教师精力，使其更专注于高阶教学设计 with 启发引导。

其二，AI 生成式内容资源。利用 AI 技术可高效生成契合教学目标的多样化资源。例如，通过数字人微课生动讲解制剂工艺原理与 GMP 规范；通过交互式动画动态模拟压片机内部结构与乳剂形成等不可视的工艺过程，从而将抽象知识转化为直观感知，深化学生理解。

其三，虚拟仿真与数据分析的协同。虚拟仿真技术能够模拟无菌制剂、连续化生产等高风险或高成本的实训场景，实现“零损耗”的高频练习。而 AI 数据分析技术则能对学生在虚拟或真实实训中产生的操作过程数据进行深度挖掘，自动生成操作诊断报告与工艺优化建议，提供即时、精准的反馈，构建数据驱动的实践教学闭环。

2 高职药物制剂技术课程“理实一体化”现状分析

尽管“理实一体化”教学模式在高职药物制剂技术课程中推行多年，但在制药工业智能化转型和 AI 技术飞速发展的新背景下，其传统形态正面临严峻挑战，集中体现在以下四个核心维度：

2.1 理论教学抽象性强，与实践认知存在脱节

药物制剂技术课程涵盖大量抽象的工艺原理与复杂的设备内部工作机制,如“泛制法制备中药丸剂”的动力学过程、“压片机参数控制”对片剂质量的影响机制等。传统教学以静态的图文讲授为主,难以将微观、瞬态的工艺过程具象化,导致学生理解困难,难以建立理论知识与实践操作之间的有效连接,形成认知鸿沟。

2.2 实践教学受高成本与低效能双重制约

实践环节是培养技术技能的关键,然而其成效正遭遇现实瓶颈。一方面,无菌制剂、连续化生产等核心实训场景所需设备昂贵、维护成本高、场地要求严苛,导致各院校难以开展高频次、高质量的实体实训。另一方面,即便开展实训,传统模式也缺乏对操作过程数据的有效采集与深度分析,反馈往往滞后且流于表面,无法为学生提供精准、个性化的操作纠偏与工艺优化指导。

2.3 “理实一体化”融合深度不足,迁移能力培养薄弱

现有模式在实现理论与实践的深度融合上存在明显局限。理论与实践教学在时空上往往分离,缺乏有效的衔接纽带。同时,教学评价多侧重于终结性考核,对学生在实践过程中的决策逻辑、问题解决能力等过程性素养关注不足。这导致学生难以将所学理论灵活迁移至复杂多变、突发状况频发的真实生产情境中,限制了其岗位适应能力和创新能力的发展。

2.4 教学评价方式粗放与教学资源建设低效

传统的课程评价体系过度依赖期末考试等结果性指标,无法全面、动态地刻画学生在理论掌握度、操作规范性及问题解决能力等多维度的能力画像。此外,高质量教学资源的开发严重依赖教师个人投入,存在建设周期长、更新迭代慢、与产业前沿脱节等问题,难以支撑“理实一体化”教学模式的持续优化与动态发展。

3 人工智能技术对课程“理实一体化”教学的赋能路径

人工智能技术的深度融合,正从教学工具、教学模式到评价机制等多个维度,系统性地重塑药物制剂技术课程的“理实一体化”教学形态,其赋能路径主要体现在以下四个方面:

3.1 理论教学:从抽象向直观的认知转化

AI生成式技术(如数字人微课、交互式动画)的引入,彻底改变了传统理论教学的呈现方式。该技术能够将制剂工艺原理、设备内部结构及工作原理等抽象知识点进行动态解析与可视化呈现。例如,通过交互式动画模拟“片剂压合”或“乳剂形成”的微观过程,使学生得以直观观察物料变化与参数影响。同时,引入“企业工程师数字人”讲解GMP规范等要点,使抽象理论与企业真实场景无缝对接,有效激发了学生的学习兴趣,深化了理解,构建了“理论认知—问题解决—反思强化”的闭环学习路径,从根本上弥合了理论与实践的认知鸿沟。

3.2 实践教学:从高成本、低反馈向高频次、精准化转型

针对实训环节的瓶颈,AI技术通过“虚拟仿真”与“数据分析”的协同应用,实现了突破性解决。虚拟仿真技术能够模拟无菌制剂、连续化生产等高成本、高风险的实训场景,使学生能够在“零损耗”的前提下进行高频次、零风险的仿真训练,极大拓展了实践教学的广度与深度。更为关键的是,AI能够对学生的操作过程数据进行实时采集与智能分析,自动生成包含操作偏差分析与工艺优化建议的诊断报告,提供即时、精准的纠偏指导。这不仅解决了传统实训反馈滞后的问题,更构建了一种数据驱动的、个性化的实践教学反馈新机制。

3.3 教学模式:构建“虚实联动、数据驱动”的深度融合框架

AI赋能催生了“三阶进阶式”理实深度融合新框架。该框架遵循“虚拟仿真预演—真实设备操作—AI数据分析”的递进逻辑:一阶通过虚拟预演熟悉流程、降低试错成本;二阶在实体设备上强化操作规范性;三阶通过AI生成工艺报告推动技能优化与决策能力升级。同时,以智能化题库与融合思政元素的生产案例库为核心,支撑“理论讲解—虚拟实训—实操作业”任务链的无缝衔接,形成“AI-资源-任务”一体化的教学设计,从而强化理论向复杂生产情境的迁移能

力, 实现理实协同的深度融通。

3.4 评价与资源: 实现智能化与个性化升级

在评价层面, AI 技术使得过程性、多维度评价成为可能。通过采集学生在交互式动画、虚拟实训等多环节的学习行为数据, AI 能够量化生成涵盖理论掌握度、操作规范性与问题解决能力的多维能力画像, 为实现个性化学习路径推荐提供数据支撑, 推动教学评价从粗放的结果考核向精准的过程诊断转变。在资源建设层面, 通过开发模块化资源生成模板, 可批量、高效地开发与更新数字人微课、交互式动画等资源, 并融入产业真实案例, 构建可动态迭代的“AI+制药”课程资源池, 有效解决了资源开发低效和与产业脱节的问题。

4 课程改革的实施策略

为确保人工智能赋能药物制剂技术课程“理实一体化”改革的有效落地与持续优化, 需构建一个系统化、可操作的实施框架。本文提出以下核心策略:

4.1 深化顶层设计, 构建“四位一体”改革框架

以“AI 深度赋能”与“产教深度融合”为双核心, 系统构建“技术工具支撑—教学流程重构—理实一体化深化—产教协同保障”四位一体的改革框架。首先, 依据《职业院校人工智能应用指引》及新版职教专业教学标准, 明确改革目标与路径。其次, 系统规划并集成智能问答助手、生成式资源、虚拟仿真及 AI 诊断四维技术工具, 形成全链条赋能。最后, 通过德尔菲法, 汇聚职教专家、药学专业带头人及企业技术骨干, 对方案进行多轮评议, 确保其科学性、前沿性与产业适应性。

4.2 系统开发与集成 AI 赋能的智能化教学资源

基于模块化开发理念, 批量构建与课程高度契合的智能化资源库。一是开发数字人微课库, 重点解析抽象工艺原理与 GMP 规范, 并引入“企业工程师数字人”增强教学临场感。二是建设交互式动画集, 动态模拟设备结构与关键工艺过程, 实现抽象知识的可视化转化。三是构建智能化题库与思政案例库, 基于知识图谱实现习题的自动生成、标注与推荐, 并深度融合来自合作企业的真实生产案例, 确保教学内容与产业前沿同步。

4.3 推行“三阶进阶、数据驱动”的教学实践模式

在教学组织实施层面, 全面推行“虚拟仿真预演—真实设备操作—AI 数据分析”的三阶进阶实训流程。一阶利用虚拟仿真进行复杂场景的预演, 熟悉流程、降低试错成本。二阶在实体设备上进行规范化操作训练, 强化动手能力。三阶引入 AI 对操作数据进行分析, 自动生成诊断报告与工艺优化建议, 推动技能从“会操作”向“懂优化”升级。同时, 利用智能问答助手贯穿课前、课中、课后, 提供全天候的学习支持, 构建个性化学习路径。

4.4 建立产教协同、持续迭代的保障机制

一方面, 建立稳固的产教协同资源开发机制。联合制药企业共同开发真实/模拟案例库, 将工业 4.0 的最新技术与实践融入教学, 形成“产业反哺教学→教学赋能产业”的良性闭环。另一方面, 构建数据驱动的评价与迭代机制。利用 AI 工具持续采集多维度学习行为数据, 生成学生能力画像, 不仅为过程性评价提供量化依据, 更用于诊断教学薄弱环节, 并基于分析结果自动化与更新教学资源, 确保教学模式与资源库的动态优化与持续活力。

5 改革效果评估与展望

5.1 改革效果评估

本改革方案的实施预期将在教学质量、学生技能及职业竞争力三个层面产生显著成效。

在教学质量与效果层面, 通过“虚实联动三阶进阶”教学模式的系统应用, 将有效解决理论抽象难转化、实训高成本低反馈等核心痛点。基于 AI 诊断数据的分析, 学生操作规范性达标率

可提升至 90% 以上, 理论教学与实践操作的融通深度将得到实质性增强。同时, 智能化资源库的建成与应用, 将极大丰富教学手段, 提升学生的学习兴趣与课堂参与度。

在学生技能与素养层面, 学生的综合能力将实现结构化提升。一方面, 通过虚拟仿真的高频训练和 AI 的即时精准反馈, 学生的实践操作熟练度与规范性将大幅增强。另一方面, 在“AI 辅助制剂工艺参数优化”等虚拟仿真模块中处理真实生产数据和复杂案例的经历, 将有效培养学生的数据分析能力、工艺优化决策能力及解决复杂工程问题的能力, 从而塑造其智能制药时代所必需的创新素养与“AI+制药”复合能力。

在职业竞争力与范式推广层面, 改革将显著提升人才培养与产业需求的匹配度。依托产教协同开发的、融合工业 4.0 前沿案例的教学资源, 毕业生将能更快适应现代制药企业的智能生产环境, 实现从“在校学习”到“岗位生产”的“零距离”衔接。本改革所形成的“AI 工具链+三阶实训”的可复制范式, 通过校内全面应用及校际资源包推广、论文发表等方式, 将为同类高职院校校药学类专业的智能化转型升级提供经过实践检验的样板与路径。

5.2 未来展望

展望未来, 人工智能技术与职业教育的融合将不断深化。高职药物制剂技术课程的“理实一体化”教学改革将朝着更加智能化、产业化与生态化的方向演进。

首先, 技术应用将更趋深入与自适应。随着 AI 大模型技术的持续演进, 未来的智能教学系统将能够深度理解学科知识与教学策略, 成为真正的“AI 导师”, 提供更具前瞻性的个性化学习路径规划与干预。

其次, 产教融合将迈向数字孪生与全程协同。超越当前的案例与资源合作, 未来有望基于数字孪生技术, 在院校与合作企业间构建“教学-生产”一体化的虚拟仿真实训平台, 实现教学场景与真实生产线的数据同步与双向互动, 使学生能在高度仿真的环境中参与企业的实时生产优化与故障诊断。

最后, 将构建开放共享的智慧教育新生态。本次改革所构建的智能化资源库与数据驱动评价模型, 是构建动态更新、开放共享的职教智慧学习资源体系的重要组成部分。通过持续推进校际、校企合作, 这一改革成果将持续迭代, 并辐射至药学专业群的其他核心课程, 最终为推动我国职业教育高质量发展、赋能制药产业智能化升级提供坚实的人才支撑。

6 结语

面对制药工业 4.0 时代智能化升级对高素质技术技能人才提出的迫切需求, 传统药物制剂技术课程的“理实一体化”教学改革已进入必须以新技术深度赋能的新阶段。本文系统阐述了人工智能技术赋能下, 该课程教学改革的必要性与可行性, 构建了以“AI 全链条赋能”和“产教深度融合”为双核心的改革框架。

通过系统运用智能问答助手、生成式资源、虚拟仿真与 AI 诊断等技术工具, 我们旨在破解理论教学抽象、实践教学高成本低效、理实融合深度不足以及评价资源粗放等长期存在的核心痛点。所提出的“虚实联动、数据驱动”三阶进阶教学模式, 不仅是教学流程的再造, 更是向高度融合、沉浸互动、个性化新一代“理实一体化”教学范式的深刻转型。

本改革的探索表明, AI 的赋能价值远不止于工具层面的替代与辅助, 其更深层次的意义在于重塑教学生态、再造教学流程, 为高职药学类专业乃至更广范围的职业技术教育智能化转型提供了可借鉴、可复制的“制药技术课程范式”。展望未来, 持续推进 AI 与职业教育的深度融合, 深化产教协同, 构建开放共享的智慧学习生态, 将是培养适应新质生产力发展要求的高素质技术技能人才, 最终助力我国职业教育高质量发展与现代化产业体系建设的必然路径。

参考文献:

- [1] 杜妍辰, 周琦. 工业 4.0 背景下基于 ADDIE 模型对于制药工程专业教学改革的探讨[J]. 广东化工, 2020, 47(12): 242+258.
- [2] 马婧, 王琼琚, 刘舜慧. 《药物制剂技术》线上线下混合式教学模式的探索与实践[J]. 中医药管理杂志, 2022, 30(09): 44-45.
- [3] 王莉楠, 孟佳, 张宇. 虚拟仿真在药物制剂综合实训中的应用研究[J]. 卫生职业教育, 2022, 40(06): 66-67.

- [4] 毛秀华, 宋海燕. 基于大数据分析的高职药物制剂课程精准教学模式探究[J]. 卫生职业教育, 2021, 39(09): 45-46.
- [5] 陈艳玲, 靳荣利. 基于互联网+理实一体化的课程教学模式改革与实践[J]. 物流科技, 2021, 44(09): 165-167.
- [6] 张跃. 基于“混合式理实一体化教学模式”多元化过程性评价系统的设计[J]. 智库时代, 2019, (24): 203-204.
- [7] 中共中央 国务院印发《教育强国建设规划纲要（2024—2035 年）》[EB/OL]. (2025-01-19)[2025-10-12]. https://www.gov.cn/gongbao/2025/issue_11846/202502/content_7002799.html.
- [8] 教育部印发 758 项新修（制）订的职业教育专业教学标准[EB/OL]. (2025-02-11)[2025-10-12]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202502/t20250211_1178746.html.
- [9] 教育部职业院校信息化教学指导委员会关于发布《职业院校人工智能应用指引》的通知[EB/OL]. (2025-05-12)[2025-10-12]. <https://xxhjzw.ccit.js.cn/info/1059/1204.htm>.
- [10] 刘竺云, 郭玮璐, 薛翔, 等.AI 和数字孪生赋能高职药物制剂技术课程改革与探索[J]. 化工管理, 2025, (18): 35-39.