

面向可持续发展的职业教育改革：基于虚拟仿真的药品生产实践教学模式构建与成效评估

陈均捷

苏州工业园区职业技术学院 人工智能学院，江苏 苏州 215000

DOI: 10.61369/SSSD.2025120040

摘 要： 为了探讨药品生产虚拟仿真平台在职业院校学生实践能力培养中的应用效果与可持续发展价值，本文以苏州工业园区职业技术学院药品生物技术专业2021级至2023级学生为研究对象，通过整合氯霉素、青霉素、乙肝疫苗、布洛芬、固体制剂GMP等五款虚拟仿真软件，构建“理论－虚拟－实境”三阶段递进式教学模式。采用问卷调查、企业访谈、就业数据分析等方法，对比研究不同使用年限下学生的实习适应性、企业满意度及就业质量。得出以下结论：1系统使用虚拟仿真平台的学生，其岗位技能熟练度、GMP规范意识及解决问题能力显著提升。2药品生产虚拟仿真平台能有效破解职业教育中实习难、实操难的问题，显著提升学生的实践能力与职业素养，对促进产教融合、实现职业教育可持续发展具有重要价值。

关 键 词： 虚拟仿真；药品生产；实践能力；职业教育；校企合作；可持续发展

Vocational Education Reform for Sustainable Development: Construction and Effect Evaluation of Pharmaceutical Production Practical Teaching Model Based on Virtual Simulation

Chen Yujie

School of Artificial Intelligence, Suzhou Industrial Park Institute of Vocational Technology, Suzhou, Jiangsu 215000

Abstract： To explore the application effect and sustainable development value of the pharmaceutical production virtual simulation platform in cultivating the practical ability of students in vocational colleges, this paper takes students of Grade 2021 to 2023 majoring in Pharmaceutical Biotechnology at Suzhou Industrial Park Institute of Vocational Technology as the research objects. By integrating five virtual simulation software programs, including those for chloramphenicol, penicillin, hepatitis B vaccine, ibuprofen, and solid preparation GMP, a three-stage progressive teaching model of "Theory – Virtual – Reality" is constructed. Methods such as questionnaire surveys, enterprise interviews, and employment data analysis are adopted to conduct a comparative study on students' internship adaptability, enterprise satisfaction, and employment quality under different service life of the platform. The following conclusions are drawn: 1. Students who systematically use the virtual simulation platform show a significant improvement in post skill proficiency, GMP standard awareness, and problem-solving ability. 2. The pharmaceutical production virtual simulation platform can effectively solve the problems of difficult internships and difficult practical operations in vocational education, significantly improve students' practical ability and professional quality, and has important value for promoting the integration of industry and education and realizing the sustainable development of vocational education.

Keywords： virtual simulation; pharmaceutical production; practical ability; vocational education; school-enterprise cooperation; sustainable development

引言

生物医药产业是关系国计民生和国家安全的战略性新兴产业，其高质量发展亟需大量精通工艺、熟悉规范、善于解决生产一线问题的技术技能人才。职业教育作为培养技术技能人才的主阵地，实践教学环节的质量直接决定了人才培养的成效。药品生物技术专业具有极强的实践性和规范性，学生必须深入理解《药品生产质量管理规范》（GMP）等法规要求，并熟练掌握从原料药合成、制剂生产到质量控制的完整流程^[1]。虚拟仿真技术（Virtual Simulation）作为信息技术与教育教学深度融合的产物，通过构建高度仿真的虚拟实验环境和实验对象，使学习者能够在虚拟环境中开展安全、高效、可重复的实验实训，为破解上述难题提供了全新路径。

基金项目：苏州工业园区职业技术学院2023年度教育研究类科研项目“基于药品生产虚拟仿真平台对学生实践能力培养的探究”（项目编号：IVT-REXY-20240101114），基金来源：苏州工业园区人工智能技术创新应用教学科研平台（编号：CXK2024101）。

作者简介：陈均捷（1998-），女，硕士，助教，双师型教师，研究方向为生物技术、虚拟仿真教学、人工智能在教育中的应用。

一、虚拟仿真平台的建设与教学整合

（一）平台架构与功能模块：构建全流程、多剂型的虚拟实训体系

IVT 建设的药品生产虚拟仿真平台并非单一软件，而是一个集成了五种典型药品生产流程的综合性实训系统（见表1）。

表1. IVT 药品生物技术专业主要虚拟仿真软件一览表
Table 1. List of main virtual simulation software for Pharmaceutical Bio-technology major at IVT

软件名称	核心工艺	涵盖模块	技术特点	对应课程
氯霉素原料药生产仿真	硫化、脱色、过滤、精制、干燥	车间漫游、设备仿真、生产操作、在线考试	全三维沉浸式交互，严格遵循 GMP 人流走向	《化学制药工艺与设备》
青霉素生产仿真	发酵、预处理、萃取、结晶	工程设计、车间漫游、设备仿真、生产操作	基于等级驱动的三维工程设计软件，参数化设备模型	《化学制药工艺与设备》
乙肝疫苗生产仿真	细胞库建立、细胞培养、收获、纯化、质检	实验预习、生产操作、质量检测、在线考核	物净、称量、制粒、压片 / 胶囊填充、包衣、包装	《生物制药技术》
固体制剂 GMP 实训仿真	物净、称量、制粒、压片 / 胶囊填充、包衣、包装	岗位操作、环境验证、水验证、中间体检测	完整模拟片剂、胶囊剂生产线，集成三大验证体系	《药物制剂技术》
布洛芬原料药生产仿真	羧基化反应、后处理、结晶、干燥	安全教育、设备认知、生产操作、在线考核	包含完整的安全教育模块，强调化学品安全	《制药单元操作》

以氯霉素生产工艺虚拟仿真软件为例，其功能模块充分体现了平台的先进性与教学实用性：

车间漫游模块：学生可以第一人称或第三人称视角在合成区、干燥间、精制提纯区等车间自由行走，虚拟人物进出房间严格遵循 GMP 人流走向，同时可点击设备查看语音介绍和知识点弹窗，实现了“在漫游中学习规范”。

设备仿真模块：对合成反应釜、过滤洗涤干燥“三合一”设备等核心设备进行高精度三维建模，支持360度旋转、部件透明化展示、甚至虚拟拆装操作，使学生能深入理解设备内部结构和工作原理^[2]。

生产操作仿真模块：以“闯关模式”再现从投料到成品的完整生产流程。学生需扮演不同岗位角色，严格按照 SOP（标准操作规程）完成操作，如前一步骤未达标（如未记录数据、阀门开关错误），系统将禁止进入下一流程，强制培养学生规范操作习惯。操作过程中，设备运行状态、管道物料流向、PLC 控制参数等均实时动态显示，极大增强了情境的真实感。

（二）教学整合模式：“理论－虚拟－实境”三阶递进

IVT 将虚拟仿真平台深度融入人才培养方案，形成了环环相

扣的三阶递进式教学模式。

第一阶段：理论讲授与虚拟任务驱动。在《分子生物学》、《现代生物制药技术》等专业课程中，教师围绕特定教学单元（如“抗生素发酵”），首先进行理论知识讲解，随后发布虚拟仿真平台上的对应生产任务（如“完成一批青霉素的发酵生产”）。学生在课前或课中通过个人账户登录平台进行操作练习，将抽象理论转化为直观体验。

第二阶段：虚拟实训与教师引导深化。学生通过反复模拟操作熟悉流程后，教师在课堂上利用平台的“操作回放”或“错误日志”功能，对共性问题 and 关键步骤进行集中讲解和示范。平台自动生成的实验报告（详细记录操作步骤、用时、错误点）为过程性考核提供了客观依据。

第三阶段：实境操作与校企协同评价。在学生具备扎实的虚拟操作基础后，安排他们进入校内实训室操作简化版的真实设备，或前往如先声药业、华东医药等合作企业进行参观和短期实习。此时，学生不再是“旁观者”，而是带着虚拟环境中积累的“经验”去验证和深化理解^[3]。

这种模式有效实现了“虚实结合、互为补充”，虚拟仿真解决了“看不到、动不了、危险大”的问题，而实地实境则验证了虚拟学习的成果，弥补了“临场感”和“真实触感”的不足。

二、虚拟仿真平台对学生实践能力影响的实证分析

为科学评估虚拟仿真平台的教学效果，本研究对 IVT 药品生物技术专业 2021 级至 2023 级学生进行了跟踪调查^[4]。

（一）实习适应性与企业反馈分析

通过向接收实习生的合作企业发放调查问卷和进行访谈，获得了宝贵的反馈信息。对比发现：

2021 级学生（未系统使用平台）：企业普遍反映，学生初入车间时对复杂的管道、设备和严格的 GMP 规程感到陌生和紧张，需要约 2-3 周的密集培训才能初步适应岗位。

2022 级学生（使用平台一年）：企业对这部分学生的评价明显好转。上手速度比往届快了不少。学生在‘线上’已经见过这套系统了。

2023 级学生（系统使用平台两年）：企业反馈最为积极。学生不仅能快速适应岗位，部分优秀学生甚至能就工艺参数的微调提出初步想法^[5]。

对三届学生实习期满后的企业满意度评分统计结果（见图1）直观地反映了这一变化趋势。

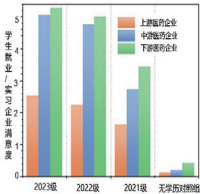


图1. 2021-2023 级学生实习企业满意度评分对比（满分5分）

Fig. 1. Comparison of internship enterprise satisfaction scores for students from class 2021 to 2023 (out of 5)

（二）就业数据与职业发展追踪

毕业生的就业质量是检验人才培养成效的最终标准。IVT 药品生物技术专业近四年的就业数据发生了显著变化。也充分体现出：

1. 就业率与专业对口率持续攀升：2023级学生的整体就业率和专业对口率相较于2021级分别提升了16.1和23.1个百分点。这表明虚拟仿真平台的训练显著增强了学生的职业竞争力，使其更受生物医药企业的青睐，并能更好地匹配专业岗位^[6]。

2. 就业岗位向技术链上游延伸：毕业生的就业岗位从最初以简单的生产操作和 QC 检验为主，逐步扩展到生产工艺优化、质量保证（QA）、设备维护甚至研发辅助、供应链管理等技术含量更高的岗位，体现了学生知识结构和综合能力的优化。

3. 企业认可水平稳步提高：平均起薪的增长反映了市场对经过系统化、高质量实践训练人才的认可度提高^[7-8]。

三、讨论：虚拟仿真平台的可持续发展价值

IVT 的实践表明，药品生产虚拟仿真平台的价值远不止于一门课程或一次实习的改革，它对于推动职业教育的可持续发展具有深远意义^[9]。

（一）教学资源的优化与共享：迈向绿色、集约的实训模式

虚拟仿真平台的建设，是一次性的投入，却可以服务成千上万的学生反复使用，极大地降低了因耗材、设备折旧、能源消耗带来的生均实训成本。这种“绿色实训”模式符合可持续发展理念。同时，平台支持网络化访问，为未来实现校际间、区域间的实训资源共建共享奠定了基础，有助于缩小不同地区职业院校的

办学条件差距^[10-12]。

（二）校企合作的深化与创新：构建数据驱动的产教融合新生态

虚拟仿真平台成为连接学校与企业的“数字桥梁”。一方面，企业可以通过平台提供的“学生能力数字画像”（包括操作熟练度、规范遵守情况、问题处理能力等）更精准地选拔人才，降低了招聘和培训成本。另一方面，学校可以根据企业反馈的生产一线最新技术和规范要求，快速更新虚拟仿真场景和题库，使教学内容始终与产业发展同步，形成了“教学－就业－反馈－改进”的闭环生态^[13]。

（三）面向未来的教学创新：赋能职业教育数字化转型

IVT 正计划将虚拟仿真模块进行“微课化”改造，并集成到校园移动 APP 中。学生可以利用碎片化时间在手机上进行模拟操作和知识点学习，真正实现“随时随地练技能”。这不仅是教学手段的创新，更是教育理念的变革，为构建灵活开放的终身职业技能培训体系提供了可能^[14-15]。

四、结论与展望

本研究通过总结苏州工业园区职业技术学院药品生物技术专业的教学实践，证实了基于药品生产虚拟仿真平台的“理论－虚拟－实境”三阶递进教学模式，能有效解决职业教育中长期存在的实践教学难题，显著提升学生的岗位实践能力、职业素养和就业竞争力。该模式通过优化教学资源、深化校企合作、推动教学创新，展现了其在促进职业教育高质量、可持续发展方面的巨大潜力。

参考文献

- [1] 赵津. 虚拟仿真技术在中药药理学教学中的应用探索 [J]. 知识库, 2025, 41 (09): 147-150.
- [2] 朱舒宁, 张英远. 职业精神融合培养背景下药学虚拟仿真实训基地建设路径探索 [J]. 现代职业教育, 2024, (29): 65-68.
- [3] 李向东, 张飞, 卢永仲, 等. 虚拟仿真技术在生物制药专业实验教学中的应用探究 [J]. 西部素质教育, 2024, 10 (13): 114-117.
- [4] 薛鹏辉. 虚拟课堂在教学中的应用研究——以高职药品生产技术专业为例 [J]. 辽宁高职学报, 2024, 26 (04): 41-45.
- [5] 刘竺云, 沙赞颖, 王立中, 等. 虚拟仿真实训教学创新模式研究——以药品生产类专业群为例 [J]. 中国医学教育技术, 2023, 37 (05): 549-553.
- [6] 张然, 王毅, 刘芳. 高职院校中药专业虚拟实训体系的构建与探索 [J]. 继续医学教育, 2023, 37 (09): 109-112.
- [7] 马小燕, 陈国华, 赵海, 等. 制药工程专业虚拟仿真实验教学中心的建设与实践 [J]. 广东化工, 2023, 50 (14): 228-231.
- [8] 刘竺云, 沙赞颖, 刘明源, 等. 基于虚拟仿真技术的药品生产类专业群实训体系简介 [J]. 中国医药工业杂志, 2023, 54 (02): 293.
- [9] 张硕旭. 开放教育药学虚拟仿真实验平台的建设研究 [J]. 河北开放大学学报, 2022, 27 (03): 18-21.
- [10] 周颖, 姜珊, 石蕴辉. 虚拟仿真技术在药品质量管理与实训课程中的应用 [J]. 中国现代教育装备, 2022, (01): 29-31.
- [11] 陈剑波, 李建颖, 杨永安. 制药工程虚拟仿真实验教学平台的建设与实践 [J]. 中国现代教育装备, 2022, (01): 39-41.
- [12] 黄德军, 何文胜. 虚拟仿真实训基地支撑体系研究——以食品药类专业为例 [J]. 无线互联科技, 2021, 18 (17): 125-127.
- [13] 杨媛媛. 虚拟仿真在药剂学药品安全生实验教学中的探索 [J]. 科技风, 2021, (22): 91-92.
- [14] 申秀丽, 闻永举. 多种教学法在药品生产质量管理课程的应用探析 [J]. 广州化工, 2020, 48 (24): 158-160.
- [15] 喻明军, 张晴晴, 马伟. 虚拟仿真在药品生产质量管理课程教学中的应用 [J]. 广州化工, 2020, 48 (21): 162-163+166.