

产业需求导向下人工智能赋能生物制药复合型人才培养模式改革研究

吕蓓 吴安迪 伍思翰 姜佳言 杨蒙蒙 王诗雨 周羽希 吕丽薇

江苏第二师范学院, 中国·江苏 南京 211200

摘要: 在国家“十五五”规划生物经济战略与新质生产力发展要求下, 生物制药行业智能化转型加速, AI技术深度渗透产业核心环节, 跨学科复合型人才需求迫切。然而传统生物制药人才培养存在教学模式单一、学科融合不足、实践环节薄弱、校企协同育人机制不健全、企业评价权重不足等问题, 难以适配产业升级需求。本文以江苏二师生物制药专业人才培养方案改革为案例, 探讨产教融合与跨学科融合的育人路径。改革聚焦目标定位调整与能力体系优化, 构建“基础—进阶—创新—素养”四层能力指标体系, 打造“核心—前沿—实践”三位一体课程体系, 融入AI+制药等前沿技术模块, 建设虚拟实验实训平台。通过与企业深度合作, 共建课程、共搭平台、共评质量, 建立能力导向的综合评价机制。此次改革既破解了传统培养模式弊端, 又契合江苏省生物医药产业高地建设需求, 为区域新质生产力发展与国家生物医药战略安全提供人才支撑, 也为同类院校生物制药专业跨学科人才培养提供参考范式。

关键词: 生物制药; 人工智能; 复合型人才

Research on the Reform of the Training Mode for Composite Talents in Biopharmaceuticals Empowered by Artificial Intelligence under the Guidance of Industrial Demand

lv Bei, Wu Andi, Wu Sihan, Jiang Jiayan, Yang Mengmeng, Wang Shiyu, Zhou Yuxi, Lv Liwei

Jiangsu Second Normal University, China Jiangsu Nanjing 211200

Abstract: Under the requirements of the national "15th Five-Year Plan" for the bioeconomy strategy and the development of new quality productivity, the intelligent transformation of the biopharmaceutical industry is accelerating, with AI technology deeply penetrating the core links of the industry. There is an urgent need for interdisciplinary and compound talents. However, traditional biopharmaceutical talent cultivation has problems such as a single teaching model, insufficient integration of disciplines, weak practical links, an incomplete school-enterprise collaborative education mechanism, and insufficient weight of enterprise evaluation, making it difficult to meet the needs of industrial upgrading. This paper takes the reform of the biopharmaceutical major talent cultivation plan of Jiangsu Second Normal University as a case to explore the education path of industry-education integration and interdisciplinary integration. The reform focuses on the adjustment of target positioning and the optimization of the ability system, constructing a four-level ability index system of "foundation - advanced - innovation - quality", building a "core - frontier - practice" three-in-one curriculum system, integrating modules of frontier technologies such as AI + pharmaceuticals, and establishing a virtual experimental and training platform. Through in-depth cooperation with enterprises, jointly building courses, jointly building platforms, and jointly evaluating quality, a comprehensive evaluation mechanism oriented by ability is established. This reform not only solves the drawbacks of the traditional cultivation model but also meets the needs of the construction of the Jiangsu biomedical industry highland, providing talent support for the development of regional new quality productivity and the national biomedical strategy security, and also providing a reference model for the cultivation of interdisciplinary talents in the biopharmaceutical major of similar institutions.

Keywords: Biopharmaceuticals; Artificial intelligence; Compound talents

0 引言

面对国家“十五五”规划关于生物经济发展的战略布局与“新质生产力”发展的时代要求, 高校与企业需要协

同构建跨学科培养体系, 将AI辅助药物研发、智能化生产等前沿技术纳入教学内容, 对接区域产业需求培育复合型人才, 支撑产业智能化转型^[1]。2025年政府工作报告首

次将“人工智能+”列为国家战略行动,强调推动人工智能技术与制造业深度融合,培育新质生产力。而生物制药产业作为生物经济的核心支柱,正加速向智能化、数字化转型。AI技术被深度应用在药物靶点的发现、分子设计、临床试验优化、生产工艺控制等环节,所以^[1]人工智能技术正在加速渗透生物制药的核心环节,重塑行业生态,从AlphaFold2精确预测蛋白质结构,到生成式AI设计全面分子,再到智能制造实现连续生产,AI正在重塑药物研究与生产的底层逻辑和行业生产生态。这一变革对人才能力结构提出了全新要求:既需要扎实的生命科学基础,又需要掌握数据科学、机器学习等智能技术,只有具备跨界融合能力的复合型人才成为产业争夺的焦点。然而,传统人才培养模式普遍存在学科分隔明显、知识与技能结构单一等问题,导致“懂药不懂智、懂智不懂药”的结构性矛盾突出难以满足产业对跨学科复合型人才的需求^[2]。因此,推进生物制药与人工智能的深度融合,成为应对产业升级与科技变革的必经之路。

江苏省作为我国生物医药产业第一大省,集聚了恒瑞医药、信达生物、药明康德等龙头企业。随着苏州生物医药产业园、南京生物医药谷等创新企业的崛起,生物制药产业对复合型人才的需求日益迫切。以江苏二师为例,生物制药专业新本科学人才培养方案重点聚焦目标定位调整、能力体系细化与评价机制创新。一方面,强化工程化与应用型导向,将“AI+生物医药”、基因编辑、智能制造、工程制图等前沿技术纳入课程内容,突出职业能力培养,推动人才定位从“技术执行者”向“研发与技术创新骨干”转变;另一方面,构建“基础—进阶—创新—素养”四层能力指标体系,配套“核心—前沿—实践”三位一体的课程体系,升级“基础—综合—创新”三级实验平台,完善校企协同实训平台,推动评价方式从知识考核向能力与素养综合评价转型,形成适应产业前沿与工程实践需求的人才培养动态调整机制^[4]。

本次改革亦契合江苏省打造生物医药产业高地的战略需求。本地企业在AI辅助药物研发、智能化生产等领域面临巨大的人才缺口。通过与区域领先企业如江苏威凯尔医药科技有限公司、扬子江药业集团南京海陵药业有限公司、南京溯远基因科技有限公司、钛和中谱检测江苏有限公司、南京优宁维生物科技有限公司、南京合谷生命生物科技有限公司等开展深度合作,共同设计课程体系、共建实践平台、共评培养质量,旨在打破学科界限,强化产业对接,为区域新质生产力发展与国家生物医药战略安全提供坚实

保障。

1 生物制药人才培养体系中存在的问题

1.1 教学模式单一,学科融合不足

生物制药作为高度交叉性学科,对学生融合生物学、化学、工程学、信息科学等多领域知识的能力要求较高。当前传统教学多采用学科独立设课模式,各课程内容缺乏系统性整合与衔接,难以帮助学生构建跨学科知识体系,无法形成连贯的知识应用逻辑。学生普遍存在知识割裂问题,如能理解药物作用机制,却不具备合成路径智能化设计能力;熟练掌握算法模型,却对生物技术和制药工程体系复杂性认知不足,最终导致其跨学科实践能力薄弱,难以运用多学科知识解决生物制药产业实际问题,无法满足行业对复合型人才的需求。

1.2 实践教学环节薄弱,与产业需求脱节

目前传统实验教学仍以验证性实验为主,缺少综合性、设计性实验以及与产业真实场景接轨的实践训练。受设备条件、教学成本及实验安全等因素制约,学生难以开展复杂制药工艺的实操练习。同时,传统实验教学内容更新滞后,未融入智能化生产、大数据分析等前沿技术,教学目标仅聚焦于规范与熟练程度的基础操作训练,无法满足新工科人才的培养要求。这一模式难以锻炼学生的工程实践能力与创新思维,使得学生所学与产业实际需求脱节,不利于培养具备综合工程素养和创新应用能力的复合型制药专业人才。

1.3 校企合作层次较浅,协同育人机制不健全

当前校企合作多停留在见习、讲座等浅层形式,缺乏课程开发、平台共建、项目共研等深度协同合作。合作企业虽接收实习生,但较少参与人才培养方案制定与课程体系设计,致使教学内容与岗位实际能力的要求存在偏差。以同江苏威凯尔医药科技有限公司、扬子江药业集团南京海陵药业的合作为例,双方虽已搭建实习基地、开展师资交流,但在人工智能与制药工艺融合的课程开发、联合实验室建设等关键领域,协同力度仍显不足,难以形成人才培养与产业需求精准对接的长效机制,制约了复合型创新人才的培养实效。

1.4 校企利益联结松散,合作可持续性弱

企业在参与人才培养过程中投入了设备、师资、项目等优质资源,但往往难以获得匹配的直接人才回馈与技术转化收益,导致参与积极性受限。而高校人才培养则侧重学术成果与教学考核指标,对行业前沿技术演进和企业实际需求的响应滞后,育人导向与产业岗位要求存在脱节。

二者目标定位与评价体系的错位,使得校企合作多局限于短期、零散的项目式合作,难以构建稳定长效的协同育人机制。这不仅降低了合作效率与资源利用效益,也无法为生物制药行业提供持续稳定的复合型人才支撑,制约了创新人才培养的连贯性和高质量发展。

1.5 企业评价权重不足,人才输出与需求错位

现有的人才评价体系过度侧重学业成绩、论文等学术指标,忽视了企业高度重视的工程实践能力、智能化工具应用、行业合规意识等关键职业素养,考核维度单一且与产业需求脱节。同时由于企业未能深度参与评价标准的制定,人才评价导向与实际岗位能力要求存在明显偏差,导致高校培养目标难以精准对接行业用人需求。这一问题直接造成毕业生综合应用能力不足,与岗位适配度较低,入职后企业仍需投入大量的时间与成本开展岗前培训,既加重了企业负担,也降低了人才培养的实效性,难以满足生物制药行业对复合型、应用型人才的迫切需求。

2 课程体系改革与校企协同育人路径

2.1 重构跨学科课程体系,融入 AI 与产业前沿模块

新版培养方案严格遵循工程教育专业认证要求,立足生物制药交叉学科特性,围绕复合型人才培养目标,对课程体系与教学模式进行针对性优化,实现教学内容与产业需求精准对接。

方案注重基础夯实与前沿融合,在巩固数学、物理、化学等核心基础课程的同时,专设“人工智能+生物医药”立项课程,聚焦学科前沿发展。选取《药物分析》《微生物学》《生物信息学》三门核心专业课程开展教学改革,将智能技术与专业知识深度融合,打破传统课程壁垒,构建“基础+专业+前沿”的立体化课程体系,提升学生跨学科应用能力。

深化校企协同育人,建立双向互聘机制:本专业教师依托企业申报科技副总,深入产业一线汲取实践经验;企业技术骨干依托高校申报产业教授,全程参与人才培养。双方联合共建《生物制药工艺学》《生物制药综合性实验》等核心课程,协同出版教材,实现教学资源共建共享,确保课程内容贴合产业实际。

强化实践导向,引入企业真实案例推动教学内容更新。在《药物化学》课程中,融入威凯尔医药心血管药物分子优化的 AI 筛选流程,指导学生运用开源工具完成分子描述符计算、活性预测模型训练与验证,培养学生“数据驱动+专业判断”的复合思维。同时,引入扬子江药业生

产工艺、溯源基因测序数据分析、合谷生命绿色生物制造技术等案例,让学生接触行业前沿,缩短人才培养与企业用人的差距,助力培养具备扎实理论与实践能力的复合型人才。

2.2 建设虚拟智能实验教学平台

依托虚拟仿真教学实验平台,学生可实现工厂全景漫游,系统熟悉生物制药各生产工艺流程、关键工艺设备的构成与组装细节,并进行沉浸式模拟操作,打破传统实践教学时空限制。在仿真场景中,学生可模拟生产人员角色,亲身体验从接收生产指令、规范执行生产计划,到与现场 QA 等工作人员协同配合完成工作任务的全过程,同时规范做好实时操作记录,培养严谨的工作态度与高效的团队协作能力。

平台重点开发生物制药设备、GMP 实训、发酵工艺等特色仿真实训模块,针对性解决传统实验中高危、高成本操作难以开展的痛点。学生可在零风险环境下,反复演练各类高危操作与高成本实验流程,在不断实践中强化工程规范意识、提升应急处置能力,同时熟练掌握各类核心设备的操作规程,夯实实践操作基础。虚拟仿真教学有效弥补了传统实践教学的不足,实现了理论与实践的深度融合,助力提升学生的工程实践能力与岗位适配度。

2.3 构建能力导向的动态评价与录用衔接机制

推行“高校教师进企业、企业骨干进课堂”双向交流机制,高校教师到威凯尔医药、扬子江药业等企业挂职锻炼,参与实际项目研发,提升产业认知;企业技术骨干依托高校申报产业教授,参与评价标准制定与考核实施,接受教学方法培训,确保评价体系既符合产业实际,又契合教学规律。同时,邀请行业专家开展评价能力培训,提升评价团队的专业性与规范性。

建立由课程考核、企业项目评价、实操认证三部分构成的综合评价体系,搭建涵盖“工艺操作、智能工具应用、合规意识、数据分析、创新思维”等维度的能力图。企业人力资源部门可基于此设置岗位能力阈值,直接筛选出符合条件的毕业生进入面试或岗前考核环节,实现“毕业即上岗”。例如,钛和中谱检测江苏有限公司、南京优宁维生物科技有限公司等在实习生选拔中已使用该评价体系,有效缩短人岗匹配周期。

双向交流机制与综合评价体系相辅相成,既通过教师挂职、骨干授课,打通高校与企业的人才培养壁垒,让教学更贴合产业需求;又通过多维度评价,精准衡量毕业生能力,为企业引才提供科学依据。两者结合,有效推动产

教融合落地，助力实现高校人才培养与企业岗位需求的精准匹配，切实提升人才培养的质量和就业适配度。

3 结语

本研究针对生物制药智能化转型中复合型人才短缺的核心问题，提出了以人工智能赋能、产教深度融合为特色的培养模式改革路径。通过重构课程体系、建设虚拟教学实验平台、引入企业真实数据与项目、建立校企共同评价机制等措施，有效应对了学科分离、实践薄弱、校企脱节等传统弊端。

该培养模式聚焦产业需求，推动教学内容与产业技术同步更新，打破传统教学与行业实践的壁垒。同时，通过校企协同考核与录用机制，打通人才培养与岗位需求的衔接通道，实现二者无缝对接，切实解决复合型人才供给与产业需求不匹配的问题。

与多家企业的合作实践表明，深化产教融合、强化工程能力、突出 AI 赋能，是支撑生物制药产业高质量发展的关键举措，也是服务国家新质生产力战略的重要保障。该改革路径既破解了人才短缺困境，也为生物制药智能化转型提供了坚实的人才支撑，助力产业实现高质量升级。

参考文献：

- [1] 国务院. “十五五”生物经济发展规划[Z]. 2025.
- [2] 林然, 廖金英, 杨玮娟. 新质生产力视域下生物制药专业人才培养模式的探索与实践[J]. 生物化工, 2024,10(05):188-191.
- [3] 徐江城, 唐静, 段宏亮. 可“AI”的药物研发: 人工智能赋能药物研发的各环节[J]. 科学, 2022,74(05):22-25.
- [4] 林宏辉, 邹方东, 王甜等. 厚基础、强综合、促创新的生物学一流本科实践育人体系的构建与实践[J]. 四川大学学报(自然科学版), 2023,60(06):12-18.

基金项目：项目来源：2024年江苏高校“青蓝工程”；2024年江苏第二师范学院“人工智能+教学”立项课题；2025年大学生创新创业项目校级课题：（1）校企一体、产教融合：生物制药专业应用人才培养模式探索与实践（X2025144360344）；（2）产业需求引领的生物制药人才培养探索与实践（X2025144360356）。

作者简介：吕蓓（1983.08-），女，汉族，甘肃兰州人，副教授，博士，研究方向：主要从事化学生物学研究。