

科研成果反哺药剂学实验教学的探索与实践

张 翻^{1*}, 王东凯², 杨宏雨²

¹海军军医大学药理学系药剂学教研室, 海军军医大学军事药学国家级实验教学示范中心, 上海
²沈阳药科大学药学院药剂学教研室, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2026年4月23日; 录用日期: 2026年5月21日; 发布日期: 2026年5月28日

摘 要

随着药学教育的不断发展, 将高水平科研成果融入药剂学实验教学已成为提升教学质量和培养创新型人才的重要途径。本文探讨了如何将科研成果转化为教学资源, 融入药剂学实验教学过程, 以激发学生的学习兴趣 and 主动性, 提升其创新思维能力和实践技能。通过引入药剂学领域的科研前沿成果, 提升教学内容的先进性和专业性, 使其紧密贴合学科发展的最新趋势, 同时极大增强教学内容的专业性深度; 在教学过程中, 采用问题驱动和任务驱动相结合的教学方法, 以科研中的实际问题为导向, 激发学生的求知欲, 促使学生将理论知识应用于实验操作, 同时结合多元化考核方式, 评估教学效果, 为后续教学方案的优化提供有力依据。研究结果表明, 将科研成果转化为教学资源对达成教学目标具有显著的推动作用, 能够有效提升学生的综合素质。

关键词

科研成果, 反哺, 药剂学实验教学, 探索实践

Exploration and Practice of the Feedback of Scientific Research Achievements into Pharmaceutical Experimental Teaching

He Zhang^{1*}, Dongkai Wang², Hongyu Yang²

¹Department of Pharmaceutics, School of Pharmacy, Naval Medical University, National Experimental Teaching Demonstration Center for Military Pharmacy, Naval Medical University, Shanghai

²Department of Pharmaceutics, School of Pharmacy, Shenyang Pharmaceutical University, Shenyang Liaoning

Received: April 23, 2026; accepted: May 21, 2026; published: May 28, 2026

*通讯作者。

文章引用: 张翻, 王东凯, 杨宏雨. 科研成果反哺药剂学实验教学的探索与实践[J]. 教育进展, 2026, 16(5): 1754-1760.
DOI: 10.12677/ae.2026.1651049

Abstract

With the continuous development of pharmaceutical education, integrating high-level scientific research achievements into pharmaceutical experimental teaching has become an important approach to improve teaching quality and cultivate innovative talents. This paper explores how to transform scientific research achievements into teaching resources and integrate them into the process of pharmaceutical experimental teaching, so as to stimulate students' interest and initiative in learning, and enhance their innovative thinking ability and practical skills. By introducing cutting-edge scientific research achievements in the field of pharmaceuticals, the advancement and professionalism of teaching content are enhanced, enabling it to closely align with the latest trends in disciplinary development while significantly deepening the professional depth of the teaching content. In the teaching process, a combined teaching method of problem-driven and task-driven learning is adopted, with practical problems in scientific research as the guide to stimulate students' desire for knowledge and promote the application of theoretical knowledge in experimental operations. Meanwhile, a diversified assessment method is integrated to evaluate teaching effects, providing a strong basis for the optimization of subsequent teaching plans. The research results show that transforming scientific research achievements into teaching resources plays a significant role in achieving teaching goals and can effectively improve students' comprehensive quality.

Keywords

Scientific Research Achievements, Feedback, Pharmaceutical Experimental Teaching, Exploration and Practice

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

药剂学是药学专业的核心课程，其核心目标是培养学生将药物活性成分转化为安全、有效、稳定的临床可用制剂的能力，而实验教学是实现这一目标的关键环节[1]。近年来，随着医药科技的迅猛发展，药剂学领域已从传统的片剂、注射剂等常规剂型，向纳米制剂、靶向递药系统、个性化 3D 打印制剂、stimuli-responsive 递药系统等前沿方向突破[2]。例如，mRNA 疫苗的脂质纳米粒递送技术、用于肿瘤治疗的抗体偶联药物制剂工艺、基于微流控技术的微球制备方法等，已成为当前药剂学研究的热点与产业转化的重点[3]。

然而，传统药剂学实验教学仍存在以下不足：首先，教学内容多集中于传统制剂，与科研前沿及产业需求脱节，导致学生对学科发展趋势认知模糊[4]；其次，教学方法以“教师演示 - 学生模仿”为主，学生被动遵循实验步骤，缺乏自主思考与方案设计空间，创新思维难以激发[5]；此外，考核方式以“实验报告 + 操作合规性”为主，忽视对学生文献调研、问题解决、成果创新等能力的评估，难以全面反映教学效果[6]。

与此同时，《教育部关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》明确提出“推动科研与教学深度融合，将科研成果转化为优质教学资源”，为药学类课程改革指明了方向[7]。科研成果作为学科前沿知识与创新方法的载体，其反哺实验教学不仅能弥补教学内容的滞后性，更能通过模拟科研场景，培养学生的科学思维与实践能力，契合“新医科”背景下“厚基础、强实践、重创新”的药学人

人才培养目标[8]。

2. 研究意义

2.1. 提升教学内容的“前沿性”与“实用性”

科研成果反哺能将药剂学领域最新研究成果转化为实验教学内容,使学生在本科阶段即可接触学科前沿,理解“为什么研究”“研究什么”“如何应用”,实现“从理论到实践、从课堂到产业”的衔接[9]。例如,将“难溶性药物纳米晶制备与溶出评价”科研项目转化为实验,可让学生掌握纳米制剂的核心制备工艺与表征技术,同时理解其在提高口服生物利用度中的应用价值,避免实验教学与产业需求“两张皮”。

2.2. 培养学生的“科研思维”与“创新能力”

传统实验教学以“验证性”为主,学生只需按步骤完成操作即可;而科研成果反哺的实验教学以“探究性”为核心,要求学生围绕科研问题开展文献调研、方案设计、实验验证、结果分析,模拟完整科研流程[10]。这一过程中,学生需自主解决实验中的突发问题,逐步形成“发现问题-分析问题-解决问题”的科研思维,为后续研究生学习或进入企业从事研发工作奠定基础。

2.3. 促进教师的“教学-科研”协同发展

科研成果反哺教学要求教师既要具备扎实的科研功底,又要掌握教学规律,将复杂的科研内容转化为学生可理解、可操作的实验项目。这一过程倒逼教师深入思考“科研与教学的结合点”,推动教师从“单一教学型”向“教学科研复合型”转变[11]。同时,教师在指导学生实验的过程中,也可能从学生的创新思路中获得科研启发,形成“教学促进科研、科研反哺教学”的良性循环。

3. 科研成果反哺药剂学实验教学的实施路径

针对传统实验教学的问题,本研究构建了“科研资源转化-教学方法革新-考核体系优化-平台资源共享”四位一体的科研反哺路径,具体实施步骤如下。

3.1. 科研成果筛选与教学资源转化:构建“梯度化”实验项目库

科研成果向教学资源转化的核心是“筛选适配性成果”——需兼顾科研前沿性与学生认知水平,避免因成果过于复杂导致教学目标无法达成。本研究制定了科研成果筛选的3项核心原则:第一,契合教学目标,科研成果需覆盖药剂学核心知识点(如剂型设计、制剂工艺、质量评价),而不能单纯追求“高端”;第二,可操作性强,实验所需设备、试剂易获取,实验周期(1~2个教学单元,4~8学时)符合教学安排;第三,操作安全性高:避免使用剧毒试剂、高压高危设备,符合本科实验教学安全规范。

基于上述原则,我们从近3年科研项目中,筛选出3项适宜转化的成果,初步构建了“基础型-综合型-创新型”梯度化实验项目库(见表1)。

3.1.1. 基础型实验:科研成果“简化化”转化

基础型实验重点目标是“夯实基础技能+接触科研思维”。转化策略为提取科研成果的“核心操作单元”,简化复杂工艺参数,确保学生能在短时间内掌握关键技术。例如,“口服固体制剂溶出度提升技术研究”科研项目中,原科研方案涉及微粉化处理、固体分散体制备、包合技术等多种技术,转化为教学实验时,仅选择固体分散体制备技术作为核心操作,聚焦载体种类(PEG6000、PVP K30)与制备方法(熔融法、溶剂法)两个核心变量来制备不同固体分散体。学生通过对比各组固体分散体的外观、药物溶解度

Table 1. Gradient-based experimental project library**表 1.** 梯度化实验项目库

实验类型	科研项目名称	实验项目名称	核心教学目标	实验周期
基础型	口服固体制剂溶出度提升技术研究	固体分散体技术提升片剂溶出度	固体分散体的制备；掌握溶出度测定方法与数据拟合分析	4 学时
综合型	脂质体靶向递药系统研究	荧光标记脂质体的制备与体外靶向性评价	理解脂质体靶向递药原理；掌握脂质体制备与荧光成像技术	4 学时
创新型	PLGA 注射微球的临床前研究	PLGA 载药微球制备及其体外释放研究	微球的制备、理化表征及体外测定方法	8 学时

及溶出度，直观理解“固体分散体技术通过改善药物溶解度提升溶出度”的原理，不仅能掌握固体分散体的制备方法、溶出度测定流程及数据拟合分析技能，还能建立“制剂技术-溶出性能”的关联认知，有效保留了科研探究性。

3.1.2. 综合型实验：科研成果“模块化”转化

综合型实验重点目标是“培养综合实践能力”。转化策略为将科研项目拆解为“文献调研-方案设计-实验实施-数据验证”4个模块，让学生以小组形式完成完整科研流程。例如，“脂质体靶向递药系统研究”科研项目中，原科研目标是“构建靶向特定细胞的脂质体递药系统并验证其靶向效率”，转化为教学实验“荧光标记脂质体的制备与体外靶向性评价”时，我们保留“靶向性验证”核心需求，引导学生分模块开展：① 文献调研：查阅“薄膜分散法制备脂质体”“荧光探针标记技术”“体外细胞靶向评价方法”相关文献，明确脂质体制备关键参数及靶向性评价指标；② 方案设计：结合调研结果，小组设计实验方案，明确实验步骤与数据记录方式；③ 实验实施：按方案制备荧光标记脂质体，通过动态光散射仪测定粒径与 zeta 电位，采用荧光显微镜观察脂质体对靶向细胞的摄取情况，用流式细胞仪定量检测细胞摄取率；④ 数据验证：对比不同方案下脂质体的理化性质与体外靶向效率，分析参数差异对实验结果的影响，提出改进建议。

3.1.3. 创新型实验：科研成果“延伸化”转化

创新型实验以“培养创新思维与科研素养”为重点目标，转化策略是将科研子课题作为实验项目，让学生参与真实科研。例如，从“PLGA 注射微球临床前研究”中，提取“优化制备工艺以满足注射粒径与长效释放”核心问题，转化为“PLGA 载药微球制备及其体外释放研究”实验，引导学生完成四步流程：① 结合文献，针对 PLGA 分子量、油相/水相体积比、乳化剂浓度等设计制备方案；② 制备微球后，用激光粒度仪、扫描电镜、高效液相色谱仪表征粒径、形态、包封率；③ 参照药典进行体外释放实验，拟合动力学模型分析参数对释放的影响；④ 筛选最优参数，撰写科研报告，有价值发现可纳入教师科研数据，部分学生还能参与微球安全性评价，实现教学与科研衔接。

3.2. 教学方法革新：“问题驱动-任务驱动”双导向教学法

为打破“教师主导、学生被动”的传统模式，我们以科研问题为核心，构建了“问题驱动-任务驱动”双导向教学法，具体实施流程分为3个阶段(以“荧光标记脂质体制备与靶向性评价”实验为例)。

3.2.1. 课前：问题导入，激发探究欲

教师在实验课前1周，向学生提出科研问题“肿瘤靶向治疗中，如何提高脂质体对肿瘤细胞的选择性摄取？”，并提供3~5篇相关综述文献。要求学生以小组(3~4人/组)为单位完成2项任务：① 分析脂质体靶向肿瘤的机制(如EPR效应、主动靶向修饰)；② 设计“荧光标记脂质体”的制备方案(包括脂质材

料选择、荧光探针标记方法)。此阶段的核心目标是“让学生带着问题查文献、设计方案”，避免实验前的盲目性。教师通过线上平台检查各组方案，对明显不合理的设计进行初步指导，但不直接修改方案，保留学生自主优化空间。

3.2.2. 课中：任务拆解，引导自主探究

实验课上，教师将“脂质体制备与靶向评价”拆解为3个递进式任务，引导学生逐步解决问题：① 方案论证与优化：各组汇报设计方案，其他小组提问质疑，教师总结各组方案的优缺点，引导学生修正方案；② 实验实施与问题解决：学生按优化后的方案开展实验，教师不直接指导操作，而是通过提问式引导帮助学生解决问题。例如，当学生发现脂质体粒径过大时，教师提问：“脂质体粒径过大可能与哪些因素有关？”，引导学生自主排查原因；③ 数据初步分析：学生测定脂质体的粒径、Zeta 电位及荧光强度，教师引导学生对比实验数据与预期目标，为课后数据分析奠定基础。

3.2.3. 课后：成果拓展，衔接科研实践

实验课后，教师布置2项拓展任务：① 撰写“科研式实验报告”，要求包含摘要、引言、实验方法、结果与讨论、结论等5个部分，模仿科研论文格式；② 小组汇报PPT，内容包括实验思路、遇到的问题及解决方法、创新点。

3.3. 考核体系优化：构建“过程-终结”一体化多元考核模型

为全面评估学生的“基础技能+科研能力+创新素养”，我们摒弃传统“操作+报告”的单一考核模式，构建了“过程性考核(50%)+终结性考核(50%)”的一体化考核体系，其中，过程性考核通过“线上平台+课堂记录+实验日志”实现全程追踪：① 线上平台记录学生文献查阅进度、方案提交时间与质量；② 教师课堂记录学生操作规范性、问题解决过程；③ 学生提交“实验日志”，记录每日实验数据、遇到的问题及解决思路，教师定期批阅并反馈；终结性考核则聚焦创新，模拟科研项目进行评价：① 每组汇报时间15分钟(含PPT展示10分钟+问答5分钟)；② 指导教师从方案创新性、数据可靠性和应用价值3个维度给出评分；③ 答辩成绩纳入终结性考核，同时优秀方案可获得企业研发岗位实习推荐机会。具体指标与评分标准见表2：

Table 2. Assessment indicators and scoring criteria
表 2. 考核指标与评分标准

考核类型	考核模块	核心指标	评分标准(总分 100 分)	占比
过程性考核 (50%)	文献调研与方案设计	文献相关性、方案科学性、创新性	文献覆盖前沿研究(30分)； 方案逻辑清晰(30分)； 提出合理创新点(40分)	20%
	实验操作与团队协作	操作规范性、问题解决能力、协作效率	设备使用规范(40分)； 自主解决问题(30分)； 团队分工明确(30分)	15%
	科研诚信与安全意识	数据真实性、实验记录完整性、安全操作	数据真实无修改(40分)； 实验记录详细(30分)； 无安全违规(30分)	15%
终结性考核 (50%)	科研式实验报告	结构完整性、数据分析深度、结论合理性	结构符合科研论文规范(20分)； 数据统计分析正确(30分)； 结论与数据匹配(30分)； 参考文献规范(20分)	30%

续表

成果答辩与创新评估	表达能力、创新点阐述、问题应答	表达清晰流畅(20分); 创新点有价值(40分); 准确应答质疑(40分)	20%
-----------	-----------------	---	-----

4. 科研成果反哺药剂学实验教学的教学效果评价

课程通过“定量数据 + 定性反馈”相结合的方式,从学生的课堂参与度、学生满意度、作业完成度以及考核成绩等方面对教学效果进行评价,具体内容为:① 课堂参与度,除考量学生的出勤率、课堂发言次数、问题回答的正确率以及小组讨论深度外,对学生在科研案例分析环节的思维发散度以及实验操作模拟中的动手积极性等方面同样进行评价,全面评估学生在课堂上的参与热情和互动主动性;② 学生满意度,借助学生填写问卷的形式,了解学生对教学模式的接受度和认可度,反馈表内容涉及教学内容的实用性、教学手段的多样性、教学成果的达成度、课堂氛围的活跃度等方面;③ 作业完成度,不仅依据学生完成练习的数量、质量以及正确率,还着重查看学生作业中对科研成果相关知识的运用情况,如能够借鉴科研思路优化实验方案设计,以此更准确评价学生对教学内容的理解、掌握程度以及科研思维的初步形成情况;④ 考核成绩,通过过程性考核和终结性考核的综合得分,全面评价学生对知识综合运用水平以及科研实践能力。此外,学生参与学科竞赛的作品和成绩也作为教学成效的评价标准之一,以此衡量学生的科研设计能力和综合竞争力。

经过一学期的教学实践,我们对收集的数据进行分析,发现科研成果反哺药剂学实验教学的效果提升显著。① 课堂参与度:学生出勤率稳定在95%以上,课堂发言次数较以往平均提升40%,问题回答正确率提高30%,小组讨论中能结合科研案例提出创新性观点的学生占比从35%升至65%,实验操作模拟环节,主动尝试不同操作方法并探究原理的学生比例达70%,课堂参与热情与互动主动性大幅增强;② 学生满意度:回收的120份有效问卷显示,学生对教学模式的整体满意度为92%。其中,对教学内容实用性的认可率达90%,对教学手段多样性的好评率为88%,对教学成果达成度和课堂氛围活跃度的满意人数占比均超过90%,学生对教学模式的接受度与认可度较高;③ 作业完成度:作业完成率达100%,超80%的学生能在作业中合理运用科研思路,如借鉴科研中的制剂优化方法来改进实验方案设计,学生对教学内容的理解、掌握程度以及科研思维的初步形成情况得到有效体现;④ 考核成绩:过程性考核优秀率从60%提升至72%,终结性考核平均成绩提高10分,综合优秀率达75%,学生对知识的综合运用水平以及科研实践能力得到全面提升。此外,在学科竞赛表现方面,有15组学生参与相关学科竞赛,其中2组获得国家级奖项,3组获得省级奖项,3组获得校级奖项,学生的科研设计能力和综合竞争力通过竞赛成果得到充分展现。

5. 科研成果反哺药剂学实验教学的问题与反思

尽管科研成果反哺药剂学实验教学已初显成效,但在实践推进中仍面临多重挑战,制约其深度与广度拓展:其一,科研成果转化适配性待提升,部分科研成果虽具前沿性,却因技术复杂度高、操作要求严苛,与本科实验教学的基础性、普适性需求存在冲突,学生难以有效参与相关实验;其二,教学资源整合不充分,高校内部科研团队与教学团队的协作机制尚不完善,科研成果分散在不同课题组,缺乏系统梳理与教学化改造,导致可用于教学的科研资源碎片化,难以形成完整的实验教学体系;其三,学生科研素养培育不足,学生长期受传统实验教学模式影响,习惯“照方抓药”,在面对科研型实验时,科研思维、文献调研与自主创新能力还较薄弱,难以充分挖掘科研成果反哺教学的价值。

未来科研成果反哺药剂学实验教学仍需从多维度深化发展。在教学资源建设上,应建立“科研成果

教学化改造中心”，组织专业团队对科研成果进行教学化拆解、重构，开发成系列化、层级化的实验项目库，覆盖从基础到前沿的不同层次教学需求；在教学模式创新上，可引入“科研导师 + 教学导师”双导师制，让科研导师深度参与实验教学，为学生提供科研思路指导，教学导师则聚焦知识传授与实验技能培养，实现科研与教学的深度融合；在协同育人机制上，进一步深化“校 - 企 - 研”合作，吸引企业深度参与实验教学资源开发与成果转化，将企业的产业需求融入实验项目，同时为学生提供更多成果产业化实践机会，真正构建起“教学 - 科研 - 产业”相互促进的良性循环，助力培养更多适应医药产业发展的创新型药学人才。

基金项目

2025 年度海军军医大学军事药学国家级实验教学示范中心开放课题(JSYXKF-2510)。

参考文献

- [1] 方亮. 药剂学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2024.
- [2] Li, J., Zhang, Y., Wang, H., *et al.* (2021) Recent Advances in Nanocarrier-Based Drug Delivery Systems for Poorly Soluble Drugs. *Journal of Controlled Release*, **334**, 567-585.
- [3] Anderson, D.G., Chilkoti, A. and Langer, R. (2020) Materials Science Challenges in Drug Delivery. *Nature Materials*, **19**, 10-19.
- [4] 吴玉梅, 高杰. 前沿科研成果融入药剂学实验教学——多功能脂质体的制备及初步表征[J]. 广东化工, 2025, 52(11): 190-192.
- [5] 周玉波. “变被动为主动”的药剂学实验课程教学模式探讨[J]. 山东化工, 2018, 47(7): 151-152.
- [6] 罗芮, 李沙, 孙平华, 等. 基于“虚 + 实”结合模式的药剂学实验教学方法改革[J]. 高等药学教育研究, 2024(3): 58-65.
- [7] http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201810/t20181017_351887.html, 2018-09-17.
- [8] 钟紫旋. “新医科”背景下药学专业产学研复合型人才培养模式探索与教育改革思考[J]. 中国科技经济新闻数据库, 2024(12): 20-23.
- [9] 卜跃刚, 任佳艺, 孙勇, 等. 科研成果向实验教学资源转化模式研究与实践[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)教育科学, 2025(4): 58-61.
- [10] 周建平. 将科研内容引入药剂学教学[J]. 药学教育, 2020, 16(2): 18-20.
- [11] 王珊珊, 任寰, 于帅, 等. 基于科教融合理念的药学专业建设探索与思考[J]. 高教学刊, 2024, 10(4): 88-92.