

科研导向翻转课堂在药剂学处方设计教学中的构建与实践

俞 媛, 孙治国, 程明和

海军军医大学药理学系, 上海

收稿日期: 2026年8月7日; 录用日期: 2026年9月8日; 发布日期: 2026年9月15日

摘 要

针对科研实践与课堂教学衔接不足、课前调研浅表化及课堂汇报重展示轻研讨等问题, 构建科研导向的“科研实践-课堂研讨-拓展优化”翻转课堂。以克拉霉素胃溶包衣片设计为案例, 围绕文献调研、处方论证、实验设计、质量分析与方案优化设置递进式教学任务。教学效果以翻转课堂评分评价知识掌握与科研能力, 并结合对学生阶段性成果的分析、考察方案论证和修订过程。该模式以科研实践驱动课堂, 以课堂研讨深化科研实践, 科研与教学由单向输入转变为双向反馈, 为药剂学教学中的科教融合提供了一种新的模式, 有助于提升学生的自主学习和创新实践能力。

关键词

翻转课堂, 科研导向, 处方设计, 药剂学

Construction and Practice of a Research-Oriented Flipped Classroom for Formulation Design in Pharmaceutics

Yuan Yu, Zhiguo Sun, Minghe Cheng

Faculty of Pharmacy, Naval Medical University, Shanghai

Received: August 7, 2026; accepted: September 8, 2026; published: September 15, 2026

Abstract

To address the disconnect between research practice and classroom teaching, superficial pre-class inquiry, and the predominance of presentation over discussion in class, a research-oriented flipped

classroom integrating “research practice - classroom discussion - extension and optimization” was developed. Using the design of clarithromycin tablets with a gastric-soluble film coating as a case study, literature review, formulation justification, experimental design, quality analysis, and protocol optimization were structured as a series of interconnected learning tasks. Learning outcomes were assessed in terms of knowledge application and research competence, while students’ work at different stages was analyzed to evaluate the development and refinement of their proposed formulations. By linking research practice with classroom discussion through a bidirectional feedback process, this approach provides a new model for integrating research and the teaching of pharmaceuticals and enhances students’ self-directed learning and capacity for innovative practice.

Keywords

Flipped Classroom, Research-Oriented, Formulation Design, Pharmaceuticals

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

科研实践与课堂教学的深度融合，是本科课程由知识传授转向创新能力培养的重要路径。教育部有关本科教育教学改革和一流本科课程建设的文件强调学生中心、产出导向以及高阶性、创新性和挑战度，并提出推动科研成果、研究方法和实践资源进入本科教学。翻转课堂为自主学习和课中互动提供了组织形式，但在实际教学中仍可能出现形式翻转而思维未翻转的问题，学生实践中的真实问题和方案讨论未能进入课堂，教师的作用也容易停留在知识补充和答案纠正，而翻转学习能否发挥作用取决于课前准备、课中主动学习和评价任务之间是否形成实质联系[1]。研究与教学的有效连接，关键在于学生不是被动接收教师的研究结论，而是以参与者身份经历知识形成过程[2] [3]。基于此，本文提出科研导向翻转课堂，以本科生科研实践过程作为课程内容的组织主线，将阶段性研究成果转化为课堂研讨材料，再利用课堂中的研讨和教师引导反向优化科研方案。选择克拉霉素胃溶包衣片设计作为案例，综合原料药性质分析、处方论证、压片制备工艺、薄膜包衣工艺、质量评价和制剂前沿技术等相关内容，围绕科研导向翻转课堂的建设逻辑、案例任务转化、教学实施、学习评价进行阐述，实现科研实践驱动课堂、课堂研讨深化科研，形成能够持续完善的教学方法。

2. 科研导向翻转课堂的内涵与改革目标

2.1. 从教学时序翻转转向科研过程翻转

常规翻转课堂主要调整知识学习与课堂活动的时序，其优势在于把课堂时间用于应用、讨论和反馈。科研导向翻转课堂则进一步改变课程内容的生成方式，课前学习不再以教材内容的提前传递为主，而是从真实科研任务中提炼待讨论的问题并形成阶段性方案，课堂不再是课前知识的检测场所，而是科研思路的评价和优化节点，课后也不只是完成作业，而是将研讨形成的意见转化为下一轮文献补充、方案优化、实验验证。这种翻转具有双向性，一方面，科研实践为课堂提供真实问题、过程材料 and 不确定性，使课程讨论具有明确对象。另一方面，课堂中的多视角讨论可以发现原方案中的设计不足或创新性判断片面等问题，从而深化后续科研。科研成果不再只是单向输入课堂，而是相互促进的连续循环。

2.2. 以科研思维重构学生、教师和教学资源的关系

研究型教学强调学生参与知识形成，而非仅接收研究成果，科研导向翻转课堂中，学生由教学内容的接受者转变为问题研究者和方案论证者，需要说明研究问题从何而来、现有证据支持什么、处方选择解决什么问题、实验指标能否回答研究问题，以及获得新论据后如何修订原有方案。教学资源也由教师预先制作的课件和案例，扩展为师生共同生成的课程资源体系，学生在科研实践中形成的文献图谱、处方方案、实验现象、质量数据、失败原因和修改记录可以进入后续课堂，科研与教学由单向输入转变为双向反馈。

2.3. 改革所针对的教学问题

本研究针对科研实践与课堂相互分离、课前调研停留于资料汇总、课堂汇报重结果轻论证等问题，设置三个相互关联的目标：一是促进学生理解药物性质、辅料功能、制备工艺和质量属性之间的联系。二是培养文献选择、科学问题凝练、处方论证、实验设计、数据解释和学术表达能力。三是改善学生的课堂参与和学习体验。据此，教学评价采用翻转课堂评价量规，并结合学生阶段性成果分析。所针对的问题与策略见表 1。

Table 1. Problems addressed and strategies employed in the research-oriented flipped classroom
表 1. 科研导向翻转课堂所针对的问题与策略

教学问题	科研导向翻转策略	预期课堂实效
科研实践与课程内容相互分离	将学生科研过程拆解为献调研、处方设计、实验实施、质量分析和方案优化任务	科研实践成为课堂内容来源
课前学习停留于资料浏览和知识记忆	要求小组形成证据图谱、初始方案和待解决问题	课前学习由知识预习转向问题研究
课堂汇报重结果展示、轻思路讨论	把汇报设置为研究中期答辩，组织同伴质询和跨组比较	课堂由成果展示转向方案评审
教师讲解和纠错占据课堂中心	教师围绕问题凝练、证据强度、研究逻辑和创新性追问	教师由答案提供者转向科研引导者
评价只关注最终处方或实验结果	评价文献依据、设计逻辑、讨论贡献和方案修订	学习评价由结果评价转向过程评价
学生研究成果未能持续服务课程	建立案例、问题、数据和迭代记录资源库	一次性成果转化为可更新教学资源

3. 以克拉霉素胃溶包衣片设计为载体的教学任务转化

3.1. 以处方设计体现药剂学缓控释片剂核心知识

课程以克拉霉素胃溶包衣片设计作为处方分析案例。教学中首先要求学生区分临床治疗背景与制剂设计问题，治疗背景用于说明剂量准确、质量可控和药物控释的要求，不能直接证明某一处方具有临床优势。克拉霉素难溶、原料粉末较细并可能具有一定吸湿倾向，学生需要分析这些性质对制粒、压片、崩解、溶出和包衣的影响。崩解剂的种类与加入方式、润滑抗黏方案、胃溶型包衣材料及工艺条件又会共同影响片剂质量。从药物性质出发识别制剂问题，据此开展处方设计和工艺选择，并通过质量评价验证方案的合理性，避免将辅料知识割裂于不同章节。

3.2. 将本科生科研实践拆解为连续教学任务

依据课程目标对科研过程进行教学化拆解。每个任务既要保留科研问题的真实性，又应限定在本科

生能够理解、查证并形成阶段成果的范围。克拉霉素胃溶包衣片案例被转化为文献调研、研究现状分析、处方论证、实验设计、质量分析和拓展优化六类任务。现状分析用于界定研究问题，寻找可改进环节，处方和实验方案用于提出解决路径，质量分析用于检验原有推理，课堂讨论则贯穿其中并推动下一轮方案修改[4]。

3.3. 以问题组织处方与包衣知识，而非讲授固定答案

如何结合原料药性质进行处方设计：学生结合文献资料，分析克拉霉素难溶、粉末细、载药量高及易吸湿等特性对制粒、压片和包衣的影响，比较不同制备工艺的适用性。如何依据证据选择辅料：学生围绕崩解剂的加入方式、润滑抗黏方案及胃溶包衣材料开展比较，分析不同辅料的功能及其对制备过程和药物释放的影响。针对“金属离子可能影响大环内酯类抗生素效价”的判断，要求区分文献结论与待验证假设。教师提供辅料手册、相容性及包衣资料，引导学生形成依据充分但不必统一的处方方案。如何通过实验和质量分析验证处方判断：学生围绕关键处方问题选择硬度、崩解、溶出、含量及包衣质量等指标，并说明各指标与处方之间的关系，使质量分析成为处方论证和方案优化的依据，而非检测项目的简单罗列[5]。

3.4. 以前沿技术形成开放性拓展任务

新技术用于拓展学生解决同类问题的思路。包衣缺陷图像、包衣参数和质量属性可作为人工智能辅助分析任务的输入，学生在阅读机器视觉和深度学习相关研究的基础上，讨论图像标注、训练与测试数据划分、模型评价和错误解释[6]。3D 打印包衣结构用于比较传统喷雾包衣与数字化结构构建的不同思路，人工智能辅助处方设计则用于讨论处方变量与质量属性之间的关联，重点分析片芯材料与结构、工艺可行性和释放验证，而不将其表述为已经能够替代常规生产的成熟方案[7]。前沿拓展的评价重点不是技术名称是否新颖，而是学生能否提出明确问题、说明技术输入与输出、设计验证方法并认识应用边界。由此，AI 和 3D 打印的拓展讨论仍应聚焦药剂学中的材料、工艺与质量问题，同时为后续大学生创新项目或科研训练提供新的问题入口。

4. “科研实践 - 课堂研讨 - 拓展优化”教学模式的实施

4.1. 形成阶段性研究方案

教师围绕克拉霉素胃溶包衣片设计发布研究任务，提供文献检索范围、原料与制剂资料及评价要求。学生以小组为单位完成背景调研、研究现状分析、初步处方和实验方案，说明设计依据、存在问题及拟采用的验证指标。具有科研实践基础的小组可引入实际实验现象和数据，其他小组可使用教师提供的案例材料。教师根据各组方案提炼共性问题和主要分歧，作为课堂研讨内容。

4.2. 围绕处方方案开展研讨

小组汇报主要说明研究问题、设计依据、处方思路及验证方法，不以展示完整结果为目的。其他小组围绕辅料选择、工艺条件、变量控制和质量指标进行质询，并比较不同方案的合理性。教师重点引导学生明确科学问题、判断证据是否充分、分析处方与实验之间的逻辑关系，并评价方案的可行性和创新性。研讨结束后，各组明确方案中需要保留、修改或进一步验证的内容。

4.3. 修订方案并开展拓展研究

学生根据课堂意见补充文献、调整处方或实验方案，并通过实验验证、数据分析或案例推演解决关

键问题。人工智能分析、3D 打印等前沿技术可作为拓展方向，但应围绕原有处方问题提出具体应用和验证思路。各组提交方案修改前后的对照材料，说明修改依据及研究结论。教师将具有代表性的处方方案、实验现象、讨论问题和修改记录整理为案例、问题及数据资源，用于后续教学，实现科研实践与课堂教学的持续衔接。

5. 学习评价与教学运行保障

5.1. 评价设计与方法

课程不以学生是否获得统一处方作为评价标准，重点考察问题界定、证据使用、方案论证、课堂研讨和方案修订能力。课前评价文献调研和初步方案，课中评价汇报、问题提出及解答，课后评价方案修改和反思。小组内实行任务分工，对于科研基础较弱的学生，可提供文献检索模板、问题分析示例和数据处理指导，保证每名学生都能参与方案设计和课堂研讨。教师根据课程进度、实验条件和学生基础确定任务范围，避免问题过于简单或超出本科生的完成能力，并要求学生形成可评价的阶段成果，依据统一量规进行专业评价，评价维度与权重见表 2。

研究采用单组前后测设计，于 2022~2026 学年在《药剂学》课程中实施，共 52 名学生，前测设置于课堂集中研讨前，评价材料包括各组首次提交的处方分析和初始方案，后测设置于课堂汇报和拓展优化完成后，以修订后的处方方案、实验与质量分析、方案修改说明及答辩为评价依据，教师依据表 2 所列五个维度和统一评分标准进行评价。

Table 2. Evaluation components of the research-oriented flipped classroom
表 2. 科研导向翻转课堂的评价构成

评价指标	权重(%)	评价要点
知识理解与迁移运用	30	能够解释药物性质、辅料、工艺和质量属性之间的联系，并用于处方判断
科学问题与文献证据	20	问题明确，资料可靠，能够区分已有结论与待验证假设
处方与实验方案论证	20	处方、工艺和验证指标之间的逻辑一致，能够比较备选方案
质量分析与方案修订	20	能够解释现象和数据，并依据研讨或实验结果完成实质性修改
课堂研讨与科研规范	10	汇报和质询有效，分工、引用、记录及工具使用符合规范

5.2. 教学评价结果

本研究共纳入 5 个学期的 52 名学生，结果见表 3，总分均值由 68.18 分提高至 83.17 分，增幅为 22.0%。五个维度均呈提高，其中科学问题与文献证据增幅最高(43.1%)，其次为课堂研讨与科研规范(40.3%)，质量分析与方案修订、知识理解与迁移运用、处方与实验方案论证分别提高 17.7%、14.8%和 13.7%。从得分结构看，处方与实验方案论证的后测得分比例最高，但相对增幅最小，提示该维度前测基础相对较高。科学问题与文献证据、课堂研讨与科研规范的相对变化更为明显。

Table 3. Scores for knowledge application and research competence in the flipped classroom
表 3. 翻转课堂知识运用与科研能力评分结果

评价指标	权重/%	前测($\bar{x} \pm s$)	后测($\bar{x} \pm s$)	增幅(%)	效应量(d_{av})
知识理解与迁移运用	30	21.13 $\pm$ 2.91	24.26 $\pm$ 3.64	14.8	0.96
科学问题与文献证据	20	11.03 $\pm$ 2.04	15.78 $\pm$ 2.68	43.1	2.01

续表

处方与实验方案论证	20	15.56 ± 2.90	17.69 ± 2.19	13.7	0.84
质量分析与方案修订	20	14.48 ± 3.34	17.05 ± 3.25	17.7	0.78
课堂研讨与科研规范	10	5.98 ± 0.63	8.39 ± 0.92	40.3	3.11
总分	100	68.18	83.17	22.0	—

6. 教学价值与实施反思

6.1. 促进药剂学知识的综合运用

科研导向翻转课堂以具体制剂问题组织学习内容。围绕克拉霉素胃溶包衣片设计，学生需要综合运用原料性质、辅料功能、制备工艺和质量评价等知识，对方剂选择和实验结果进行解释。文献调研、处方设计与质量分析由此形成连续的研究过程，有助于学生由记忆知识转向运用知识解决问题。本轮实践中，知识理解与迁移运用得分由 21.13 ± 2.91 提高至 24.26 ± 3.64 ，增幅为 14.8%，该指标来自学生在处方任务中的解释和判断而非对固定处方的记忆，表明该维度评分呈上升趋势。这一变化与翻转课堂强调主动应用和及时反馈的教学特点相一致，但仍需结合个人失分点和学生的作业、报告等判断具体知识环节的改进程度。

6.2. 提高课堂研讨质量并丰富教学资源

课堂讨论重点由结果展示转向设计依据、证据充分性和验证方法。同伴质询和教师引导能够帮助学生发现方案中的问题，并据此完成修改。学生形成的文献资料、处方版本、实验现象和修改记录，经审核整理后可转化为教学案例和分析材料，供后续教学使用，从而促进科研经验共享和课程内容更新。学生科研能力相关指标均呈提高，其中科学问题与文献证据、课堂研讨与科研规范的增幅较为明显，分别为 43.1%和 40.3%，处方与实验方案论证、质量分析与方案修订的增幅分别为 13.7%和 17.7%。这一结果提示，科研导向翻转课堂对证据使用和课堂参与的促进可能较早显现，而持续修订处方方案的能力仍需通过更长周期和更多案例加以训练。已有研究强调学生参与问题提出、证据分析和方案验证，并重视科研资源向课堂教学的转化。

6.3. 教学成效仍需进一步验证

本研究仍存在局限：可采取学习体验调查，学生开放回答及课堂记录还可用于解释量化结果。实施效果受任务难度、科研材料、教师指导和学生参与程度等因素影响。教学周期较短，尚不能判断能力迁移和长期保持，后续可在平行教学班中开展准实验研究，统一教师、学时和任务难度，并结合延迟测评、访谈和跨届学生成果验证模式的稳定性。

7. 结语

科研导向翻转课堂的核心，不是把科研成果作为新知识输入课堂，也不是简单增加小组汇报，而是把本科生科研实践过程转化为课前研究任务、课堂研讨材料和课后优化行动。以克拉霉素胃溶包衣片设计为载体，学生围绕文献调研、研究现状、处方论证、实验方案和质量分析形成阶段成果，在课堂中通过汇报、同学质询和教师引导检验研究逻辑，再将研讨意见返回科研实践完成修订与拓展。通过统一评价量规，可以从知识运用与科研能力两个方面呈现学生变化。该模式建立了科研实践驱动课堂、课堂研讨深化科研的双向反馈途径，为药剂学处方设计教学中的科教融合提供了可检验、可改进的实施路径，推动翻转课堂由教学时序调整转向科研思维训练与实践，并为学生开展自主学习和创新实践提供支持。

参考文献

- [1] Bredow, C.A., Roehling, P.V., Knorp, A.J. and Sweet, A.M. (2021) To Flip or Not to Flip? A Meta-Analysis of the Efficacy of Flipped Learning in Higher Education. *Review of Educational Research*, **91**, 878-918.
<https://doi.org/10.3102/00346543211019122>
- [2] Healey, M. (2005) Linking Research and Teaching to Benefit Student Learning. *Journal of Geography in Higher Education*, **29**, 183-201. <https://doi.org/10.1080/03098260500130387>
- [3] 胡雅婷, 张夏楠, 赵欢, 等. 科研反哺教学在本科生分子生药学课程中的探索与应用[J]. 医学教育管理, 2024, 10(S1): 1-4.
- [4] 郭东艳, 史亚军, 程江雪, 等. 基于创新实践能力培养的中药药剂学实验教学改革探索与实践[J]. 现代医药卫生, 2019, 35(15): 2388-2390.
- [5] 白燕, 甘宗捷, 阳章友. 翻转课堂模式在药用辅药科学教学中的应用研究[J]. 创新教育研究, 2020, 8(4): 521-525.
- [6] Hirschberg, C., Edinger, M., Holmfred, E., Rantanen, J. and Boetker, J. (2020) Image-Based Artificial Intelligence Methods for Product Control of Tablet Coating Quality. *Pharmaceutics*, **12**, Article 877.
<https://doi.org/10.3390/pharmaceutics12090877>
- [7] Algahtani, M.S., Mohammed, A.A., Ahmad, J. and Saleh, E. (2020) Development of a 3D Printed Coating Shell to Control the Drug Release of Encapsulated Immediate-Release Tablets. *Polymers*, **12**, Article 1395.
<https://doi.org/10.3390/polym12061395>