Advances in Education 教育进展, 2025, 15(10), 752-758
Published Online October 2025 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ae
https://doi.org/10.12677/ae.2025.15101896

Hans汉斯

“知行研创”融通式科研反哺教学在环境学科人才培养中的探索与实践

蒋煜峰*#，黄　魁，姚　敏，白　圆，姚一凡

兰州交通大学环境与市政工程学院，甘肃　兰州

收稿日期：2025年9月8日；录用日期：2025年10月9日；发布日期：2025年10月16日

摘　要

在高等教育深化改革的发展背景下，科研与教学的深度融合已成为提升人才培养质量的关键突破口。本文针对当前高校中普遍存在科研与教学之间脱节的现状，提出“知行研创”融通式科研反哺教学新模式。通过构建“知源转化－行中悟知－研创共生－评促融通”四阶路径，结合新时代环境领域人才培养的实际需求，分析该模式在激发教学活力、培养学生创新能力以及促进教师发展等方面的作用，以期为环境学科创新人才培养提供新的路径和借鉴。

关键词

科研反哺教学，环境学科，科教融合，创新人才培养

Exploration and Practice of the “Knowledge-Practice-Research-Innovation” Integrated Research-Driven Teaching in the Cultivation of Talents in Environmental Disciplines

Yufeng Jiang*#, Kui Huang, Min Yao, Yuan Bai, Yifan Yao

School of Environmental & Municipal Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou Gansu

Received: September 8, 2025; accepted: October 9, 2025; published: October 16, 2025

*第一作者。
#通讯作者。

文章引用: 蒋煜峰, 黄魁, 姚敏, 白圆, 姚一凡. “知行研创”融通式科研反哺教学在环境学科人才培养中的探索与实践[J]. 教育进展, 2025, 15(10): 752-758. DOI: 10.12677/ae.2025.15101896

Abstract

Against the backdrop of deepening reforms in higher education, the deep integration of research and teaching has emerged as a pivotal breakthrough for enhancing the quality of talent cultivation. Addressing the prevalent disjunction between research and teaching in universities, this paper proposes a novel integrative model of "knowledge-practice-research-innovation", whereby research reciprocally enriches teaching. A four-stage pathway—"knowledge transformation, practice-based understanding, research-innovation symbiosis, and evaluation-driven integration"—is constructed to align with the practical needs of talent development in the environmental sciences under the new era. The study further analyzes how this model invigorates teaching, cultivates students' innovative capacity, and supports faculty development, thereby offering new pathways and insights for fostering innovative talent in the environmental discipline.

Keywords

Research-Driven Teaching, Environmental Discipline, Research-Teaching Integration, Innovative Talent Cultivation

Copyright © 2025 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

环境作为直接关乎生态系统安全、人类健康福祉与可持续发展的关键领域，在新时代的发展中面临着日益严峻且复杂的挑战[1] [2]。全球气候变化加剧、环境污染呈现复合型与区域性特征、生物多样性锐减、资源能源约束趋紧，以及我国“双碳”目标的提出，都对环境领域从业人员的专业知识深度、跨学科整合能力以及应对复杂系统问题的创新能力提出了更高要求[3]。因此，培养能够深刻理解环境问题的系统性、复杂性，并具备应对实际环境挑战的实践能力与创新思维的创新型人才，已成为支撑生态文明建设和绿色发展的迫切需求。此背景下，深入研究并构建基于科研反哺的人才培养模式，不仅具有深化环境学科教育教学改革的理论意义，更具有服务国家重大战略需求、推动环境治理体系与治理能力现代化的显著实践价值[4]。

在国际上，关于科研与教学关系的理论探讨源远流长。经典的“科研–教学二元论”长期影响着高等教育的发展，其中以“教学与科研相统一”理念最具代表性，强调科研不仅是知识生产的手段，也是高质量教学的基础[5]。随后，一些学者提出了“科研–教学联系模型”，将两者的关系划分为传递性(Teaching-informed research)、互惠性(Research-informed teaching)与整合性(Research-teaching nexus)，为理解不同层次的互动提供了理论框架。国内学者在此基础上提出，应在我国新工科与新文科建设背景下，探索“科研驱动教学”的路径，强化科研成果在课程设计、实验教学和人才培养方案中的融入[6]。此外，Healey 与 Jenkins 提出的“学生为研究者”(Students as researchers)模式，进一步强调通过问题导向学习与项目驱动机制，让学生在学习过程中亲历科研过程，从而培养其独立探究和创新能力[7]。这些理论研究为科研反哺教学提供了重要的经验借鉴。

在实践层面，国内外已有大量研究验证了科研与教学融合对人才培养质量的积极作用。在我国，高校也逐渐形成了“科研促进教学、教学服务科研”的双向联动模式，在一定程度上实现了科研与教学的

深度耦合。近年来，随着“新工科”、“新农科”、“新文科”的建设推进，我国学者提出要通过科研项目驱动、产学研协同和国际合作，构建具有中国特色的“科研反哺教学”模式，以回应环境治理与可持续发展领域的复杂挑战[4]。

当前，传统的环境学科人才培养模式往往侧重于基础理论传授和相对标准化的实验技能训练，其教学内容更新滞后于环境科学与工程领域的飞速发展，实践环节的综合性、前沿性和挑战性不足，难以有效激发学生的批判性思维与解决复杂环境问题的创新能力。而相较之下，科研反哺作为一种将教师前沿科研成果、国家重大环境需求项目以及产业真实技术难题动态深度融入教学过程的机制，能够显著克服传统模式的局限[8]。它不仅能将最新的科学发现、技术突破和政策导向及时转化为教学内容，确保知识的前沿性，更能通过引导学生参与真实的科研项目，融合环境科学与工程、生态学、微生物学及化学等多学科知识，在解决实际问题的创新实践过程中，有效锤炼其系统思维、研究设计、团队协作和成果转化等核心能力[9] [10]。

因此，为系统地将科研反哺理念与方法深度融入环境学科教育体系，一种以“问题导向、项目驱动、研教融合、知行合一”为特征的新型创新人才培养模式——“知行研创”融通式科研反哺教学应运而生，其能够为有效应对新时代环境挑战、输送高素质环境创新人才提供切实可行的教学路径与实践借鉴。同时，该模式的应用也将有力促进环境学科教师队伍的教研协同发展，提升学科整体竞争力，更好地服务于国家绿色发展与生态文明建设目标。

2. 环境领域的科研发展

近年来，环境领域的发展呈现出跨学科深度交融与技术驱动创新的显著特征。譬如，在物联网、大数据和人工智能的共同推动下，环境风险评估与调控模型的精度与运行效率得以大幅提升。通过机器学习融合卫星遥感、传感器网络等多源环境数据，能够更高效地模拟污染物的扩散轨迹与沉降规律，为区域污染治理和生态修复方案提供了更加可靠的理论支撑。与此同时，分子生态毒理学等新兴手段的应用，使污染源的精准识别和复杂污染机制的解析能力得到拓展，从而推动生态修复策略走向定制化与系统化。这些研究进展表明，环境领域正逐渐迈向全链条、动态化和深度化的治理模式，以应对全球气候变化和区域复合污染等新兴挑战。

而环境领域前沿成果的不断涌现在提供了更多发展机遇的同时，也对相关学科人才培养提出了更高要求。将前沿科研成果引入教学，不仅推动了课程内容的更新，更强化了学生在数据分析、模型构建及应用转化方面的能力。这一过程中个人整体素养的提升，使他们能够更有效地了解并参与复杂环境问题的解决。

3. “知行研创”融通式科研反哺教学在环境学科人才培养中的作用

在高等教育深化改革的浪潮中，如何打破科研与教学之间长期存在的壁垒，实现二者的良性互动与深度融合，已成为提升人才培养质量的关键命题。科研反哺教学作为贯通科研与教育的枢纽机制，其本质在于将前沿环境科研成果及方法论深度融入课程体系，使学生同步掌握基础理论与学科创新范式，从而提升教学质效。而在“知行研创”框架(即知识学习－实践应用－研究探索－创新产出的循环体系)下，这种反哺超越简单的知识移植，凸显科研与教学的深度耦合：通过将科研核心方法转化为教学工具，引导学生构建“问题识别－数据采集－模型构建－决策优化”的科学思维链；同时建立“科研项目－教学案例－学生实践－成果转化”的创新循环生态。

该模式在环境学科人才培养中的作用主要体现于三个方面：

1) 动态更新知识体系：紧跟环境领域的高速发展趋势，该模式将教师最新的科研成果直接转化为课

堂内容，及时更新教学内容及课件，让学生掌握最前沿的知识与技术，弥补了传统教材更新停滞的不足。同时，它强调多学科交叉内容的引入，帮助学生理解复杂环境问题中的系统性关联。

2) 强化实践与创新能力：该模式不只是教授知识，更注重教授“如何做科研”和“如何解决实际问题”。它把环境领域科研的完整流程(比如从发现一个污染问题，到设计调查方案、分析数据、提出治理对策、应用与效果评估)融入到教学中。学生通过参与真实的项目，在实践中学习和运用最新的研究方法、分析工具，锻炼解决真实环境问题的能力。同时，在解决实际问题的过程中，也培养了学生的工程伦理意识和责任感。

3) 激发创新思维与跨界整合：该模式鼓励学生挑战现有认知。通过探讨环境领域争议性话题，培养学生的批判性思考能力。积极引入跨学科研究(如利用人工智能优化环境监测网络、结合材料科学开发新型吸附剂)，引导学生将不同领域的知识和技术结合起来，寻找创新的解决方案。最终指向培养能系统性破解复杂环境挑战、驱动绿色发展的未来领军人才。

总而言之，“知行研创”模式通过将科研的源头活水引入教学，让学生在“做中学、研中创”，有效连接了环境学科的理论学习与实际应用、科学研究与人才培养之间的断层，为培养能解决现实复杂环境问题的创新人才提供了有力支撑。

4. “知行研创”融通式科研反哺教学的实践路径

“知行研创”融通式科研反哺教学路径的核心在于构建一套系统化、可操作的运行机制，即“四阶融通”反哺机制(图 1 所示)，将科研势能有效转化为教学动能。

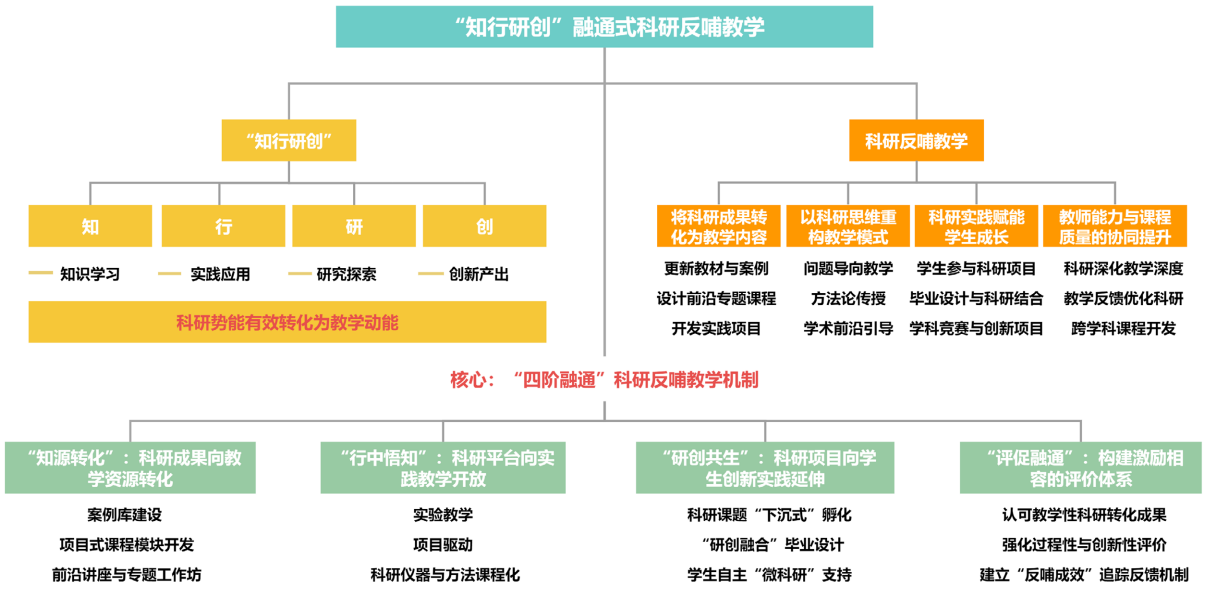

Figure 1. Main approaches and practical strategies of the “knowledge-practice-research-innovation” integrated research-driven teaching model
图 1. “知行研创”融通式科研反哺教学的主要方式和实践策略

1) “知源转化”：科研成果向教学资源转化

案例库建设：系统梳理教师承担的国家级、省部级科研项目及企业重大攻关课题，提炼其中蕴含的核心科学问题、关键技术突破、典型失败教训、创新思维方法，转化为生动、前沿的教学案例；

项目式课程模块开发：将大型科研项目拆解、重构，设计成适合不同年级、专业学生的“微项目”、

“课题包”，融入相关课程，形成科研项目驱动式的教学模块；

前沿讲座与专题工作坊：邀请项目团队骨干(包括优秀博士生、硕士生)开设系列前沿讲座或短期工作坊，将最新研究动态、实验技术与方法、学科交叉点直接带入课堂。

2) “行中悟知”：科研平台向实践教学开放

实验教学：依托国家重点实验室、工程中心等高水平科研平台，设计面向本科生的“开放日”、“科研见习周”及面向研究生的“沉浸式科研训练项目”，让学生在真实科研环境中操作先进设备、接触更广泛的课题研究；

项目驱动：建立“科研导师–研究生助教–本科生”梯队，吸纳优秀本科生进入科研团队，参与文献调研、数据采集、基础实验、模拟计算等环节，为本科生科研素养和创新能力的系统性培养奠定坚实基础；

科研仪器与方法课程化：将大型科研仪器操作、特色实验方法、专业软件应用等编写成标准化、模块化的实践教学讲义，纳入相关实验课程或独立设课。

3) “研创共生”：科研项目向学生创新实践延伸

科研课题“下沉式”孵化：设立“科研反哺专项基金”，支持教师将个人科研项目中适合学生探索的子课题、衍生问题或初步想法，转化为大学生创新训练计划、挑战杯、“互联网+”等创新创业竞赛的选题；

“研创融合”毕业设计：推动毕业设计(论文)选题直接来源于教师科研项目或其中的关键技术难题，提升课题的科学性与前沿性，有助于本科毕业论文整体质量的有效提高；

学生自主“微科研”支持：鼓励学生基于课程学习、科研见习中的兴趣点，自主提出小型研究设想，由科研平台提供必要的资源支持和导师点拨。

4) “评促融通”：构建激励相容的评价体系

认可教学性科研转化成果：在教师工作量核算、职称评聘、评优评奖中，将高水平教学案例、特色实验讲义、指导学生发表论文/专利/竞赛获奖等明确纳入评价指标，赋予合理权重；

强化过程性与创新性评价：在相关课程考核与学生评优中，增加对参与科研实践、解决实际问题、提出创新想法的过程表现与成果的评价比重；

建立“反哺成效”追踪反馈机制：定期评估科研反哺教学的实施效果(如学生满意度、能力提升度、成果产出率)，据此动态调整政策与资源配置。

当前，上述“四阶融通”机制已在作者所教授的《地下水污染与治理》本科课程及《污染控制化学工程》硕士课程中进行了系统化实践，并取得了显著成效。其核心是以教师团队承担的国家自然科学基金项目为依托，将土壤及地下水中典型有机污染物迁移转化机理研究及环境友好型吸附材料开发等前沿科研主题全面融入教学全过程。

在“知源转化”层面，项目团队将研究中遇到的真实科学难题、技术瓶颈以及取得的关键突破，系统提炼并转化为多个生动的前沿教学案例，用于课堂讲授，例如“污染物在复杂土壤介质中的吸附/解吸行为”、“原位化学氧化修复中的传质效率挑战”等。这些案例将抽象的理论具象化，显著提升了课程内容的前沿性与吸引力。

在“行中悟知”层面，向本科生及研究生全面开放实验平台。通过设立“科研见习周”，使学生得以在真实科研环境中，于授课教师的指导下亲手操作使用液相色谱、紫外分光光度计、可见光分光光度计等仪器，并应用于新污染物环境行为探究及污染修复模拟实验，从而更加深刻地理解从实验室小试到场地应用间的复杂性和解决实际工程问题所需的核心技能。

在“研创共生”层面，成效尤为显著。教师将大型科研项目中的部分衍生问题或探索性方向，成功

下沉孵化为多项国家级和省级大学生创新创业训练计划项目及“挑战杯”、“互联网+”竞赛选题。同时，超过三分之一的本科生毕业设计选题直接来源于这些科研项目的子课题，确保了学位论文的创新性和前沿性。

在“评促融通”层面，学院已建立有效的激励和反馈机制。将教师编制的特色实验讲义、指导的竞赛获奖成果纳入绩效评价体系，有效激发了教师投入教学改革的积极性。对学生学习效果的评估也更加注重过程创新，课程考核中科研实践报告的比重得到提升。

实践效果表明，该路径有效破解了科研与教学“两张皮”的困境。对学生而言，其创新实践能力、解决复杂环境问题的能力和科研素养得到系统性锤炼，学习兴趣和课程满意度大幅提升。对教师与课程建设而言，科研成果为教学注入了源源不断的“活水”，推动了课程内容、教学方法和实践模式的深度改革，进一步提高了教师个人授课水平。对学科而言，形成了“科研支撑教学–教学反哺科研–研教学相长”的良性循环，全面提升了人才培养质量与学科竞争力。

5. 总结与展望

“知行研创”融通式科研反哺教学模式的探索与实践，显著激活了科研的育人价值：通过前沿科研成果持续注入课堂，实现课程内容与时代发展的同步更新，大幅提升教学活力；学生在真实科研项目中锤炼复杂工程问题解决能力、批判性思维及团队协作素养，实现创新能力的实质性跃升；教师通过科研知识的教学化重构深化育人使命，同步提升教学学术水平；最终推动科研与教学形成相互滋养的协同生态，为环境学科构建更具活力和可持续性的发展体系。

然而，该模式的未来发展需要关注几个关键方向：一是建立更科学的评价体系，真实反映科研反哺教学的效果；二是加强环境学科与其他学科领域的实质性合作，共同开发跨学科教学资源；三是利用智能技术提升科研成果转化为教学资源的效率；四是深化与企业合作，探索产学研结合的人才培养新路径。通过这些努力，让最新的科研成果真正服务于教学，才能培养出既掌握扎实技术、又具备责任担当的环境领域创新人才。

科研与教学本应是高等教育的两翼，而非平行线间的遥望。当“知行研创”与科研反哺教学真正融通一体，知识的河流便能在实践的土壤中自然流淌，创新的种子得以在科研的沃土中破土而出。这一探索不仅关乎教学方式的变革，更是对高等教育本质的回归——让每一个求知者在真实问题的挑战中，完成从知识接收者到创新开拓者的蜕变。

基金项目

兰州交通大学研究生教育教学质量提升工程项目(JG202554)；兰州交通大学本科教学改革项目-2024年科研反哺教学教改专项。

致　谢

感谢兰州交通大学研究生教育教学质量提升工程项目(“知行研创”四位一体教学模式在研究生教学中的实践探索——以污染控制化学工程课程教学为例)、兰州交通大学本科教学改革项目-2024 年科研反哺教学教改专项(科研反哺教学在创新人才培养中的实践探索——以《地下水污染与治理》课程教学为例)的资金支持。

参考文献

[1] 李娟. 论生态环境领域党政联合发文: 发展脉络、运行势能与治理效能[J]. 党内法规研究, 2025, 4(3): 82-93.

[2] 黄润秋. 深化生态环境领域改革提升生态环境治理体系和治理能力现代化水平[J]. 民主与科学, 2024(4): 20-23.

[3] 杜晨秋, 李百战, 姚润明, 等. 新工科背景下建筑与环境领域“二三二”国际化创新人才培养模式构建与实践[J]. 高等建筑教育, 2025, 34(3): 61-70.

[4] 王家宏, 裴立影, 于生慧. 行业特色环境类专业教师科研反哺教学的路径探索[J]. 大学教育, 2025(2): 114-118.

[5] Bongaerts, J.C. (2022) The Humboldtian Model of Higher Education and its Significance for the European University on Responsible Consumption and Production. *BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte*, **167**, 500-507. https://doi.org/10.1007/s00501-022-01280-w

[6] 李春磊, 王肖烨. 高校科研赋能教学的新时代内涵及其驱动下的科教深度融通模式研究[J]. 内江科技, 2023, 44(7): 107-108.

[7] Jenkins, A. and Healey, M. (2011) Navigating between Teaching, Learning and Inquiry: Developing Students as Researchers. *The International HETL Review*, **1**, 35-45.

[8] 房德琳, 陈彬, 张勇. 本科生导师制下科研反哺教学创新模式与实践研究——以《生态环境系统工程》课程为例[J]. 地理教学, 2023(8): 53-56.

[9] 孔令军, 宋刚, 苏敏华, 等. 科研反哺教学在创新型人才培养中的实践探索——以环境工程专业教学为例[J]. 高等理科教育, 2021(6): 35-39.

[10] 王芳, 林妍敏, 何俊. 基于科研反哺教学的环境类创新人才培养模式探索——以“环境土壤学”课程为例[J]. 教育教学论坛, 2021(20): 93-96.