

基于科教融汇的《大气与环境模式》 教学改革思考

苏东生, 林志强, 蒋梦姣, 周 娟

成都信息工程大学大气科学学院, 四川 成都

收稿日期: 2025年9月4日; 录用日期: 2025年10月14日; 发布日期: 2025年10月23日

摘 要

《大气与环境模式》课程是大气科学本科人才培养体系中的重要课程之一。随着数值预报、人工智能和高性能计算的迅猛发展, 课程内容与教学方式亟需更新, 以适应新时代复合型科研与工程人才的培养需求。文章结合多年来教学与科研实践, 提出构建科研引领、能力导向、价值塑造的课程体系。在系统分析国内外课程改革经验的基础上, 明确课程内容与科研前沿、教学过程与科研训练、课程建设与行业需求、知识传授与价值引领的深度融合的教学框架。文章从课程体系重构、教学方法创新、协同育人机制建设以及多维度评价体系优化四个方面提出实践路径, 为新时代理工类课程, 特别是大气科学领域课程改革提供理论支撑与实践参考。

关键词

大气科学, 大气与环境模式, 课程改革, 产教融合, 科教融汇

Reflections on the Teaching Reform of the Course “Atmospheric and Environmental Model” Based on the Integration of Science and Education

Dongsheng Su, Zhiqiang Lin, Mengjiao Jiang, Juan Zhou

School of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan

Received: September 4, 2025; accepted: October 14, 2025; published: October 23, 2025

文章引用: 苏东生, 林志强, 蒋梦姣, 周娟. 基于科教融汇的《大气与环境模式》教学改革思考[J]. 创新教育研究, 2025, 13(10): 405-410. DOI: 10.12677/ces.2025.1310806

Abstract

The course “Atmospheric and Environmental Modeling” is a key component of the undergraduate talent cultivation system in atmospheric sciences. With the rapid development of numerical forecasting, artificial intelligence, and high-performance computing, the course content and teaching methods urgently need to be updated to meet the demands of cultivating interdisciplinary research and engineering talents in the new era. Based on years of teaching and research practice, this paper proposes a curriculum system centered on research guidance, competency orientation, and value shaping. Through a systematic analysis of domestic and international curriculum reform experiences, it clarifies a teaching framework that deeply integrates course content with cutting-edge research, teaching processes with research training, curriculum development with industry needs, and knowledge transmission with value guidance. The paper outlines practical pathways from four aspects: curriculum system reconstruction, teaching method innovation, collaborative talent cultivation mechanisms, and multi-dimensional evaluation system optimization, providing theoretical support and practical reference for science and engineering course reforms in the new era, particularly in the field of atmospheric sciences.

Keywords

Atmospheric Science, Atmospheric and Environmental Model, Curriculum Reform, Industry-Education Integration, Science-Education Integration

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

《大气与环境模式》课程是大气科学本科教学体系中的重要课程之一，主要内容涵盖大气数值模式的动力框架、物理过程参数化、数值积分方法、观测资料同化技术与模拟结果分析方法。作为连接理论与科研应用的关键环节，该课程不仅支撑学生掌握天气气候模拟技能，也是进入科研训练的重要起点。然而，当前教学模式多以课堂讲授和演示性实验为主，学生缺乏对完整科研流程的参与体验，难以在知识应用和创新实践方面获得系统性培养。这一问题在当前全球对复合型气象与环境人才日益增长的需求背景下尤显突出。

国际上，许多高校已在相关课程中积极探索项目驱动、科研嵌入式等多样化教学模式，以提升课程的实践性与前沿性。例如，美国国家科学基金会(NSF)资助的大学在本科阶段即引入开放式科研平台，学生不仅掌握基础理论，还能参与真实的天气气候模拟项目；欧洲部分高校通过与欧洲中期天气预报中心(ECMWF)合作，开展面向业务与科研的数值模式运行训练。这些教学改革不仅强化了学生对复杂系统的理解，也有效提升了其实践能力和创新意识[1] [2]。

相比之下，尽管我国近年来在课程内容与教学方式方面进行了一系列探索，如混合式教学、案例教学与开放式实验等取得初步成效，但整体上仍面临诸多挑战。一方面，课程内容更新滞后，未能充分反映人工智能、大数据、气候系统模式等新兴领域的快速发展；另一方面，实验内容偏重演示，学生缺乏从数据处理、参数优化到模拟分析的系统训练，难以形成解决实际问题的科研能力。此外，协同育人机制仍显薄弱，课程多由教师独立承担，缺乏与科研院所、气象业务部门和行业企业的有机衔接，学生较

少接触真实科研任务与国家重大需求场景[3]-[6]。

为应对上述问题，亟需构建一套与时俱进的课程改革体系。近年来，产学研融合与科教融汇理念的广泛推广，为高校课程改革提供了新的方向。特别是在大气科学这类高度交叉、工程关联度强的学科中，将科研问题引入教学体系，不仅有助于打通知识链、创新链与产业链，也有利于学生科研素养与综合能力的协同提升[7][8]。在此背景下，本文基于“产教融合、科教融汇课程建设项目”，系统提出以科研引领、能力导向、价值塑造为核心的《大气与环境模式》课程改革理念，构建课程内容与科研前沿、教学过程与科研训练、课程体系与行业需求、知识传授与价值引领的四融合教学框架，并从课程内容更新、教学方法创新、协同育人机制建设与多维度评价优化等方面提出具体实践路径，为相关课程改革提供理论支撑与实践参考。

通过对 2024~2025 学年改革班级与传统班级的比较，以及对学生和教师的交流，旨在验证提出的课程改革框架在激发科研兴趣、提升实践能力及解决复杂问题能力方面的有效性。研究的主要贡献在于提供一个经过初步验证的、特定情境下的课程改革框架，为大气科学及相关理工科课程改革提供实践参考，而非全面的全国范围实证研究。

2. 科教融汇视域下课程改革的总体思路

2.1. 课程内容更新与科研前沿衔接

《大气与环境模式》课程作为大气科学专业的重要课程，其内容更新应紧跟学科发展趋势，主动对接国内外科研前沿。在当前快速发展的科研背景下，教学过程中应及时引入大气科学与人工智能、大数据、气候系统模式、区域高分辨率模拟、碳循环模拟等交叉领域的最新研究成果，推动教材体系与科研进展同步演进，构建基础理论、核心技术、前沿应用三位一体的知识结构框架。通过系统化引导，帮助学生理解数值模式在天气气候预测、生态环境评估、空气污染模拟、极端事件预警和防灾减灾中的多维应用价值。

具体教学内容上，建议强化对气候系统模式(如 CESM、FGOALS)、区域模式(如 WRF、RegCM)、全球集合预报系统(如 ECMWF)及 AI 辅助预测模型的讲解，补充对高分辨率模拟、模式评估与偏差订正、多源观测资料同化、地气耦合机制等关键技术介绍。同时，引入如气候变暖背景下西风急流变化对中国降水的影响，青藏高原湖泊扩张对区域气候的调节机制，深度学习在模式预报偏差订正中的应用等代表性科研案例，提升学生对复杂气候系统运行机制的认识，增强课程的学术深度与现实关联。

此外，可在课程实践环节中设置基于真实科研数据的分析任务，如 CMIP6 历史模拟与未来情景数据分析、高分辨率再分析资料(如 ERA5)的气候态特征诊断等，鼓励学生在课堂中完成初步的科研训练。通过理论学习与科研实践的融合，不仅夯实学生对模式构建原理的理解，也为其后续开展科研项目或毕业论文奠定良好基础，实现从知识接受者向科研探索者的角色转变。

2.2. 教学方法改革与实践能力提升

在新时代教育理念的引导下，《大气与环境模式》课程的教学方法亟需从以教师为中心的灌输式教学，向以学生为中心的能力培养转变。传统教学强调理论推导与概念讲解，虽有助于知识掌握，但往往忽视了对学生实践能力、综合素养与创新意识的培养。为适应新工科与科教融汇背景下的人才培养需求，应探索以项目驱动、案例分析、课堂讨论、模拟实验等多元化教学手段为支撑的实践型教学模式。

首先，应以真实科研项目或行业需求为引导，设置具有挑战性与开放性的任务，让学生在“做中学，研中学”。例如，可以构建区域空气污染数值模拟系统，基于高分辨率再分析数据优化降水模拟精度，评估不同边界层参数化方案对气温模拟的影响等项目为主题，组织学生完成从资料收集、方案设计、代码

编译、参数配置到结果可视化的全过程，增强其对数值模拟完整工作流程的理解和掌握。

其次，在教学组织上，应强调课堂互动与思维碰撞。通过引入前沿研究成果或极端天气过程作为案例，引导学生围绕模拟偏差、模式选择、计算效率等问题展开小组讨论，鼓励其提出假设、设计方案并进行结果对比，强化批判性思维与协作意识。在实验环节中，应加强计算平台与可视化工具的使用，如 Python 编程、NCL/GrADS 绘图、Jupyter 交互式笔记本等，使学生具备独立开展模式模拟与分析的基本技能。

最后，课程考核方式也应从单一的笔试转向过程性评价与成果型评价相结合。通过项目报告、模型展示、数据分析报告等多种形式评估学生综合能力表现，激励学生主动学习与深度参与。教学方法的改革不仅提升了课程的实践性和趣味性，也更好地契合了当前“大气 + 信息 + 工程”复合型人才培养的需求。

本研究的改革路径与教育理论紧密联系。一方面，情境学习理论强调知识建构依赖于真实环境，本课程通过引入再分析资料和业务需求场景，使学生在近似科研与工程的语境中实现“学以致用”；另一方面，行动研究倡导教师在实践中反思并优化教学设计，本课程团队在教学过程中不断调整任务难度和案例类型，以形成动态改进的循环机制。该案例通过将真实再分析资料与业务情境引入课堂，体现了情境学习理论中“知识建构依赖真实环境”的核心思想。例如，在“区域空气污染数值模拟”这一典型项目式学习案例中，教师首先基于 ERA5 再分析资料设计边界层参数化方案敏感性实验的任务，并组织学生分组合作完成数据下载、预处理、模式配置及结果计算全过程。在完成计算后，各小组提交包含模拟诊断、观测对比以及结果解释的完整报告。随后，教师结合点评、同伴互评和课堂展示对学生进行多维度考核。该案例完整呈现了从问题提出到成果产出的全过程，不仅显著提升了学生的数据处理与模式运行能力，也帮助他们理解科研实践的逻辑链条。

3. 课程改革的实践路径

3.1. 产教融合与协同育人机制建设

《大气与环境模式》课程作为培养大气科学专业学生科研能力与工程素养的重要载体，应充分发挥高校、科研院所、行业部门及企业等多方主体的协同育人作用，构建“多元参与、资源共享、协同发展”的产教融合育人机制，实现课程内容与科研任务、行业需求的有效对接。

首先，应加强与科研机构的深度合作。通过引入中国气象局、国家气候中心、国家气象信息中心等单位的最新研究成果与实际案例，更新教学内容，使学生及时了解模式发展与气象业务应用的前沿动态。同时，可依托国家重点实验室、联合研究中心等平台，为学生提供科研实习与开放实验机会，推动教学与科研一体化。部分高年级学生还可参与教师主持的科研项目或横向课题，在真实科研任务中提升综合能力。

其次，应推动与行业部门、企业单位的联合培养。例如，与从事气象服务、环境监测、生态评估等业务的企业开展项目式合作，将其真实业务需求转化为课程任务，引导学生完成模式选型、参数设定、模拟评估与结果应用等完整流程，使教学内容更贴近工程实际。企业专家也可定期参与课程讲授或担任课题指导老师，增强教学的实用性与专业性。

最后，还应完善协同育人运行机制，建立跨部门、跨单位的教学共建制度。可以通过课程共建、师资共享、资源互通的方式，组建由高校教师、科研人员和工程技术人员组成的教学团队，共同设计课程内容、编写教材、开发实验平台，并在学生培养过程中分工协作、形成合力。

在制度保障方面，可通过设置联合培养基地、课程实践平台等教学支撑体系，推动实践教学常态化；同时，探索产学研协同评价模式，将合作单位的评估意见纳入学生成绩体系，确保协同育人机制的长期

稳定运行。

通过构建系统化、长效化的产教融合机制,《大气与环境模式》课程将更具科研深度与应用广度,助力学生成长为具备理论基础扎实、实践能力突出、服务国家需求能力强的高层次复合型人才。为了评估课程改革成效,本文对2024~2025学年对两届学生进行了初步调研,采用对比分析与访谈相结合的方法。结果表明,改革班级学生在课程兴趣度、科研选题意愿和数据分析技能等方面均较对照班级有明显提升。

3.2. 多维度评价体系与能力导向考核

当前,许多高校在课程评价方式上仍以期末笔试成绩为主,评价维度单一,难以全面反映学生在知识掌握、能力提升和综合素养方面的真实水平。为了适应《大气与环境模式》课程实践性与科研性的特点,亟需建立起以能力培养为导向、覆盖全过程的多维度评价体系,实现从以教为中心向以学为中心的转变。

首先,课程评价应打破唯考试论的传统观念,突出对学生科研思维与实践能力的考察。在评价内容上,可引入课程论文撰写、模式搭建方案设计、科研数据分析报告、可视化图件制作等综合性成果,作为过程性评价的重要依据。通过要求学生提交基于真实问题的模拟实验成果与研究小结,不仅促进其理论联系实际,还能锻炼其逻辑表达、科学写作和数据处理能力。

其次,应注重学生在团队协作中的表现评价。可将课程设计任务以小组形式展开,明确分工、协同完成,并通过组内互评与教师评分相结合的方式,评估学生的合作意识、组织管理与沟通协调等关键能力。这种机制能有效激发学生的集体责任感与参与积极性,提升团队解决复杂问题的综合能力。

再次,在评价方式上,应实行形成性评价与总结性评价相结合的模式。形成性评价包括出勤表现、课堂互动、平时作业、阶段性汇报等内容,以反映学生在学习过程中的持续投入与思维发展;总结性评价则以课程项目成果展示、结课答辩等方式,综合考察其课程学习的深度与广度。

最后,建议探索学生自评与教师评价相结合的机制,引导学生反思自身学习过程,增强其自主学习能力和目标意识。整体而言,多维度、全过程的评价体系,不仅有助于实现教学教、学、评一体化,也更好地服务于高阶能力培养与价值引领的育人目标。

4. 改革面临的现实挑战与应对策略

尽管《大气与环境模式》课程改革在理念与实践取得了一定进展,但在实际推进过程中仍面临诸多现实挑战。首先,在师资方面,课程改革强调科研前沿与教学内容的深度融合,这对教师既要求具备扎实的科研背景,又需要具备将科研成果转化为教学案例的能力。然而,目前部分教师科研与教学的融合度不足,课程案例开发和项目式教学的设计存在经验欠缺。此外,教师在科研与教学双重压力下,往往缺乏足够的时间和精力投入到课程持续更新与教学方法创新之中。其次,在外部合作方面,产教融合与协同育人虽然方向明确,但在操作层面存在较高的沟通与协调成本。科研院所与企业的业务目标与高校教学目标存在差异,合作往往需要在课题设置、资源共享和成果评价等环节反复协商,导致协同效率不高。学生参与外部科研任务或企业项目也受到时间安排、实践平台和导师指导等条件的限制,难以形成规模化和常态化的机制。最后,在评价体系方面,多维度、全过程的能力导向考核虽然能够更全面地反映学生学习成效,但在实际实施过程中存在执行难度。例如,如何平衡不同评价环节、保证客观性并在有限资源下实施考核,仍是亟需解决的问题。此外,学生与教师对新型评价方式的接受度不一,也影响了改革效果的发挥。

针对上述问题,本文在实践中进行了初步的探索。首先,在师资培训方面,课程团队通过教学研讨会、案例共建和跨学科交流,逐步提升教师科研转化为教学资源的能力,并建立了青年教师与资深教师

“传帮带”的制度，以缩短经验积累周期。其次，在外部合作方面，采取“分步推进、试点先行”的策略，先选择部分科研院所和行业企业开展小规模的合作教学试验，逐步积累经验并优化机制，再向更大范围推广。最后，在评价体系方面，引入第三方专家评审与跨课程交叉评价，作为对教师与学生双向评价的补充，以提升考核的公正性与专业性。同时，改革团队也在不断收集师生反馈，调整评价指标和权重，以增强体系的可操作性与认可度。

总体而言，课程改革是一项系统工程，其推进不可避免地会遇到多方面的挑战。但通过加强师资培训、优化合作模式和完善评价体系，可以逐步缓解这些问题，并为后续更大范围地推广积累经验。这一过程表明，改革推进不仅需要课程团队的持续投入，还依赖学校层面的制度支持与资源保障。未来需在政策层面推动校企合作的规范化与激励机制，以增强改革的可持续性。

5. 总结和讨论

在新一轮课程改革和高等教育转型发展的背景下，《大气与环境模式》作为大气科学专业的重要课程，承担着衔接基础理论与科研实践、培养复合型人才的重要使命。本文从科教融汇的视角出发，系统梳理了课程在内容体系、教学方式、协同育人机制以及评价体系等方面的改革路径，提出构建科研引领、能力导向、价值塑造三位一体课程体系，并强调课程内容与科研前沿的融合、教学过程与科研训练的融合、课程建设与行业需求的融合、知识传授与价值引领的改革核心。虽然本研究结论仍受样本和条件的限制，但主要贡献在于提出一个基于科教融汇理念、经过初步实践验证的改革框架，其探索性成果为类似课程改革提供可借鉴的路径，对后续更大范围的实证研究与推广具有启发意义。

在实践路径层面，通过加强产教融合、完善协同育人机制、推动项目式教学与多维度评价体系的建设，初步形成了有利于提升学生科研能力、工程素养与创新意识的教学生态。改革成效在学生课程参与度、科研实践能力及毕业论文质量等方面已有初步体现。然而，也必须认识到当前改革仍处于探索阶段，仍存在如教师科研与教学融合能力参差不齐、实践平台资源分布不均、课程协同评价机制不健全等问题。

未来改革中，应进一步加强多学科交叉协同，推动大气科学与人工智能、数据科学、地理信息等方向的课程整合；同时提升教师团队在科研转化为教学内容方面的能力，增强课程体系的动态更新能力。此外，可将本课程作为教学改革的试点课程，形成标准化教学模块和经验总结，在更大范围内推广，以推动大气科学本科课程体系的整体升级与高质量发展。

基金项目

成都信息工程大学 2025 年本科教育教学研究与改革项目暨本科教学工程项目(JYJG2025006)。

参考文献

- [1] 杨建华, 井天军, 温渤婴. 德国高等院校研讨式教学模式及其启示[J]. 中国电力教育, 2013(25): 20-21.
- [2] 施雨丹. 使命再定义: 日本高等教育发展进程中的国立大学改革[J]. 高等教育研究, 2016, 37(3): 104-109.
- [3] 陈明杰, 兰海. 坚持产学研结合, 培养创新型人才[J]. 中国科教创新导刊, 2008(10): 113-114.
- [4] 吴昊芳, 咎青峰. 高校科研基地运营管理与产学研合作中的地位与作用探究[J]. 产业创新研究, 2024(2): 175-177.
- [5] 张英杰, 同小娟. 基于科教融合的“气象学”课程教学改革探索[J]. 中国林业教育, 2024, 42(3): 68-72.
- [6] 刘光旭, 相爱存. PBL 理论下高校研究型教学实践探析——以《气象与气候学》为例[J]. 国际教育研究, 2024(3): 52-54.
- [7] 丁一汇. 深化产学研用融合推动气象高质量发展[J]. 中国科技产业, 2023(1): 9-11.
- [8] 林志强, 苏东生, 郑佳锋. 面向产学研结合的《天气学分析》课程教学改革思考[J]. 创新教育研究, 2024, 12(11): 563-567.