

大气科学专业教学与科研实践融合的研讨式教学模式研究

顾西辉, 邓琪敏, 陈 蕾, 孔冬冬

中国地质大学(武汉)环境学院大气科学系, 湖北 武汉

收稿日期: 2023年9月10日; 录用日期: 2023年10月20日; 发布日期: 2023年10月30日

摘 要

大气科学专业教学与科研融合的平台建设尚在完善, 大气科学专业“研学融合”的研讨式教学模式尚不清晰。就目前大气科学学科的实际情况而言, 需要以具体的课程作为案例研究, 以点带面, 探索出一套行之有效的“研学融合”的研讨式教学模式, 建设大气科学专业教学与科研融合的特色品牌课程。气象统计方法是气象气候学三大分析与预报方法之一, 也是开展大气科学研究的主要方式, 是探索大气科学专业“研学融合”的研讨式教学模式的最佳课程案例。以“研学融合”为导向, 按照“文献研读导入→编程技能培养→科学问题聚焦→应用实践演练→案例分析讨论”的路径开发课程文档和设计教学活动, 培养学生高阶思维及应用能力。

关键词

大气科学, 研学融合, 研讨式教学模式, 气象统计方法

Research on the Discussion-Based Teaching Mode of Atmospheric Science Specialty Integrating Teaching and Scientific Practice

Xihui Gu, Qimin Deng, Lei Chen, Dongdong Kong

Department of Atmospheric Science, School of Environmental Studies, China University of Geosciences (Wuhan), Wuhan Hubei

Received: Sep. 10th, 2023; accepted: Oct. 20th, 2023; published: Oct. 30th, 2023

Abstract

The platform construction of the integration of atmospheric science teaching and scientific re-

文章引用: 顾西辉, 邓琪敏, 陈蕾, 孔冬冬. 大气科学专业教学与科研实践融合的研讨式教学模式研究[J]. 创新教育研究, 2023, 11(10): 3297-3303. DOI: 10.12677/ces.2023.1110484

search is being perfected, and the discussion-style teaching mode of “research and study integration” of atmospheric science majors remains unclear. As far as the actual situation of atmospheric science, it is necessary to take specific courses as case studies, to explore a set of effective “research and learning integration” discussion-style teaching modes, and to build a characteristic brand curriculum of atmospheric science teaching and research integration. The meteorological statistical method is one of the three analysis and forecast methods of meteorological climatology and is also the main way to carry out atmospheric science research. It is the best course case to explore the discussion-based teaching mode of “research and study integration” for atmospheric science majors. Guided by “integration of research and learning”, we develop course documents and design teaching activities according to the path of “introduction of literature study → training of programming skills → focusing on scientific problems → application practice exercise → case analysis and discussion” to cultivate students’ advanced thinking and application ability.

Keywords

Atmospheric Science, Research and Learning Integration, Discussion Teaching Mode, Meteorological Statistical Method

Copyright © 2023 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

随着国家对高等教育质量的不断重视，社会对人才的要求也越来越高，同时具备创新素质和创新能力成为高等院校人才培养的重要目标[1]。《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006~2020)》中明确指出，“加快建设一批高水平大学，特别是一批世界知名的高水平研究型大学，是我国加速科技创新、建设国家创新体系的需要”。在此背景下，学习和借鉴国内外高水平研究型大学的建设及其成功实施教学与科研良性互动的有关经验，努力提高高校人才培养的研学融合教育职能，对于促进我校研究型大学的改革和发展、建设世界一流大学，具有重要的理论意义与现实价值[2]。

科研与教学相结合既是培养高素质创新型人才的根本途径[3]，也是高等学校普遍实行的教学原则和办学方针。高校中的科研教学一体化是高校发展的主要内容，有利于提高各学校的教学质量，协调科研和教学之间存在的阶段性矛盾，加强科研和教学之间的互动关系，构建教学科研协调发展的一体化有效机制[4]。20世纪90年代以来，国外高水平研究型大学研讨性教学体系建设逐渐受到世界各大学的关注，成为国外研究型大学教学与科研互动经验的典范。教学与科研融合式教学最早起源于柏林大学的研讨制(研讨式, Seminar)，即在教师指导下，由学生组成专题研究小组，定期集中讨论，了解多种学术观点，共同追踪本学科领域最新进展，探索新的知识领域或研究方向[5] [6]。该种教学方式对近代德国大学的发展有相当大的影响，并且成为欧美国家大学本科生和研究生教学中普遍使用的一种重要的教学模式[6]。20世纪末，美国教育学家 Ernest Boyer 提出“教学即学术”理论，将学术分为探究型、整合型、应用型 and 教学型四类，并强调高校教育和科学研究的内在联系，促进了各国教育体系的深刻改革[7]；同一时期，日本国立综合大学等一批高校在推进高等教育改革时，从微观层面深入思考和探讨了推动人才培养和技术创新发展的新路径和方法[8]。而在我国，研学融合进程相比较晚，早期主要以高校一线的实践探索为主，经历了“科教分立 - 并重 - 融合”的过程，进入21世纪，我国高等教育系统在促进研学融合方面开始持续发力，一些国家规划和战略部署对我国研学融合创新的发展提出了新的历史使命、时代要求和发

展方向,国内高校也不断改革和创新研学融合的方式和方法[9]。王留栓[10]提出,我国研究型大学应该尽快建立“学习+研究”的本科教育课程体系,以适应21世纪科学技术和高等教育发展的新需求;北京中医药大学鼓励将科研成果融入本科生教学培养,形成了多种“科研反哺教学”的中医药专业特色[11];清华大学推出“学生研究训练”计划,提高了清华大学本科生的科研能力,培养了学生的创新精神[2]。由此可见,在人才培养过程中,使科研与教学相融合,引导学生发现问题、探索问题、创造新知以及培养学生的创新思维,加强学生自主学习的科研创新能力培养,对于提升人才培养质量十分重要。同时,在研学融合理念下,如何改革、提高课程教学水平,如何发挥创新型人才培养的重要作用,已成为加强人才培养、建设高水平大学需要聚焦的内容[12]。大学有两个功能:一是教授学生,二是科学研究,两者相互促进、相互影响。而研学融合的实质,即一种“以学生为中心”的教育理念,是一种人道主义的高等教育精神[13]。如今,教学模式的中心逐渐由教师转为学生,并伴随着教育学研究的不断发展,教学模式逐渐向多元化发展。相较于传统教学模式,当前教学的发展伴随着科研的支撑,研学融合的研讨式教学模式打破了以往单调、沉闷的课堂教学氛围,激发了学生学习专业课程的兴趣,也有助于发展学生综合能力,使其在研究讨论和实践探索过程中同步提升创造性思维、探索意识以及研究技能等。再者,研讨式教学模式有助于合理输入教学内容,通过课题式的学习过程将知识灌输转变成学生的主动获取。最后,研讨式教学模式还能够为教学提供源源不断的知识源泉,使教育事业始终保持活力,弥补大学科学课程课时安排不足的缺陷[14]。

大气运动有其确定性的规律和非确定性规律,特别是月、季以上时间尺度的天气气候特征和变化规律,基于统计学研究方式是其研究方法之一。另外,天气预报中的具体要素预报(温度、降水等)仍然以统计学方法为主。气象统计方法,作为气象气候学中三大统计分析方法之一,是高等学校大气科学类专业的必修课程。而且,《气象统计方法》对于从事气象相关工作的学生来说是最基础的一门课程,是必须要掌握的不可或缺的技能,是进行本科生研究性教学和科研融合探索的最佳课程之一。

虽然兰州大学大气科学专业开设《气象统计分析与预报方法》网络教育课程,为全国大气科学本科生甚至研究生学习气象统计方法提供了一个便捷的平台,但是气象统计学这门课程仍有诸多问题亟待解决,例如:学生思维受限,动手能力不强,缺乏掌握新的统计方法以及实现统计方法的编程语言;气象统计方法偏向于统计学,无法与大气科学专业知识有效结合;学生思想上没有明晰如何将统计学应用于大气科学研究中,行动上没有锻炼如何应用统计学解决大气科学领域的科学问题;教材部分关键内容晦涩难懂,有些案例的分析和计算未必正确,甚至缺少某些统计检验所需的查验表格;上课时间有限、知识量庞大,学生全部消化起来比较困难。因此,如何设计基于研讨式的《气象统计方法》课程内容和教学方式,有效地将统计学和大气科学进行结合,既掌握统计学的方法手段,又能利用统计学开展大气科学研究,实现研究性教学和科研融合,是亟需研究的教学问题。

2. 教学与科研实践融合的设计思路

“基础型”和“应用型”两类人才培养模式是大气科学学科的发展趋势。“基础型”要求学生具有坚实的数理化基础和初步的独立科研能力。“应用型”要求能熟练使用计算机技术分析和研究气象业务问题。如何在大气科学课程体系中建立教学和科研实践融合的教学模式,满足“基础型”和“应用型”培养需求,是第一个关键的教学问题。

统计方法在天气预报、气候预测,以及大气科学的研究中应用广泛。在数值模式出现前,各种统计方法更是天气预报业务和研究的基本科学方法。如今,在各种大气模式广泛应用的今天,由于观测资料、同化技术的限制、大气物理、化学过程认识的局限,气象统计方法在气象业务和科研中,其地位仍然非常重要[15]。计算机技术的迅速发展为统计学提供了有力支撑,使得统计学在大气科学业务领域有了广泛

的应用。如何将大气科学的理论知识与统计学方法进行有效的融合，用统计学方法探究大气科学的现象和规律，用大气科学的理论知识解释统计结果的物理机制？这是第二个关键教学问题。

通过解决以上两个关键教学问题，从而实现三个教学目标：① 优化现有课程内容，创新课程考核方式；② 发展大气科学专业教学理论与科研实践相结合的教学方法；③ 建立大气科学专业“研学融合”的研讨式教学模式。

以基于大气科学问题的研讨式教学案例为基础，以培养学生的文献阅读能力、统计分析能力和程序设计能力为支撑，在教师层面上，积累教学案例，优化课程内容、实施研讨式课堂、加强过程性评价和选拔学生参加学术竞赛；与此同时，在学生层面上，进行个人学习积累，小组任务研讨、上机实操练习、课程阶段汇报和参加学术竞赛。教师和学生在教学过程中，以研讨的方式耦合驱动，完成统计学在大气科学研究中的学习和训练。

3. 教学与科研实践融合的实施案例

研讨式教学案例以科学问题为抓手，形成大气现象 - 理论基础 - 研讨教学和实践论证的闭环。例如，全球变暖，极端暴雨事件增多，是我们直观感受的大气现象。这个现象背后的理论基础是 C-C 公式，即温度每增加 1 度，大气中饱和水汽含量增加 6%~7%。C-C 公式描述的降水温度关系是否有区域差异性？是否依赖于降水历时？是否有拐点？需要教师和学生共同收集资料、进行文献研读、课堂展示和研讨，再进行回答。教师指导学生基于实测的降水和温度数据进行统计分析，一方面对直观感受的大气现象进行定量描述，另一方面验证课堂教学研讨得出的结论。通过实施研讨式教学案例，对学生完成以下六个能力的锻炼。

3.1. 信息检索能力锻炼

信息检索能力是获取知识、自主学习和科研活动的必备技能之一，是开展研究性教学和科研的前提，是学生必须具备的基本素质。当前，高校信息检索课程作为新时代信息素养教育的主干课程，承担着培养学生创新思维和创新能力的任务[16]。首先搜集和整理常用的信息检索方法、工具，进行课堂演示、示范；其次，推荐几款科研常用的文献检索、下载工具和方式，介绍中英文文献的检索系统，建立学生对于期刊收录、分级、检索等基本认知框架，介绍大气科学领域内知名的国内外学术期刊。

3.2. 公式推导能力锻炼

统计学是一门在社会科学和自然科学中都不可或缺的方法论科学，更是科研人员所必备的技能，其基础是数学方法，核心是数学公式[17]。了解和掌握统计学方法的重要方式是具备该统计学方法的数学推导能力。一方面，除在课堂上向学生演示数学公式的推导过程外，将学生分成小组，通过小组成员合作和接力推导的方式，加强学生的数据公式推导能力。另一方面，搜集该统计学方法的科研应用案例和实际应用方式，提高学生对所学统计学方法的价值认识，增强学生的学习兴趣。

3.3. 文献阅读能力锻炼

文献阅读能力，是大学生开展科学研究、发表科技论文的关键基础能力[18]。《气象统计方法》的研究性教学和科研融合方式，其核心之一是通过学术论文学习统计学在科研中的应用方式和方法。信息检索能力的锻炼为精准检索到应用该统计方法的高水平科研论文提供了基础；通过阅读高水平研究论文，为深化统计学方法的学习和应用提供了关键途径。其次，每学习一种新的统计方法时，布置相应的研究小组，在高水平学术期刊上检索应用该统计方法的学术论文，进行阅读和学习。

3.4. 程序设计能力锻炼

气象数据具有高维、海量、多源等大数据特性，大气科学领域的研究尺度往往从区域跨向全球，应用统计方法解决大气科学领域的问题必须借助计算机语言。目前，数据处理、可视化和具有广泛统计能力的语言是 Python 和 R 语言。将统计公式的推导和利用 Python 或 R 语言对统计公式的推导过程进行程序化，提供典型案例，锻炼学生的编程能力，深化学生的对统计公式的理解。

3.5. 科研思维能力锻炼

信息检索能力、统计公式推导能力、文献阅读能力和程序设计能力，这些能力均是手段和过程，其根本目的是为锻炼学生的科研思维能力做铺垫。以研究小组的形式，通过精读高水平研究论文中统计方法解决科研问题的典型案例，根据自己的理解，按照学术汇报的方式，以自己为作者，以小组合作的方式对该论文进行讲解，实现翻转课堂教学。在此过程中，结合学生的汇报论文，讲解何为科学问题，如何设计研究方案，寻找合适的统计方法和工具，如何进行图件信息挖掘和结果分析，如何提炼主要结论等，进行学生的科研思维能力锻炼。

3.6. 统计应用能力锻炼

看千遍，不如做一遍。以研究小组作为形式，团队中每个老师负责几个研究小组，指导研究小组寻找科学问题，设计研究方案，推荐合适的统计学工具和方法，开展基础研究。要求学生利用掌握的信息检索能力、文献阅读能力、程序设计能力和掌握的统计方法，进行完整的科研训练和学术论文写作，每一个研究小组提交一篇规范的学术小论文，作为课程最终考核方式。

4. 教学与科研实践融合的预期效果

参考以往研学融合的案例[12] [19] [20] [21]，结合大气科学的专业特点，本研究希望通过大气科学专业教学与科研实践融合的研讨式教学模式，以信息检索、公式推导、文献阅读、程序设计、科学思维和统计应用锻炼为基础，培养学生以下 8 种能力。

4.1. 具备学术检索能力

使得每一位参加课程学习的本科生掌握中文和英文文献的检索能力，养成通过数据库、搜索工具等检索解决科研问题的习惯，能够高效搜集相关材料。

4.2. 掌握解决大气科学领域主要的统计方法

能够熟练推导大气科学领域主要统计方法的数据过程，明晰其原理，掌握其在大气科学领域的主要应用方式，了解这些方法解决的科学问题类型。

4.3. 掌握一门统计分析编程语言

大气科学数据具有多维、海量、复杂等大数据特点，通过课程学习，使得学生掌握一门大数据处理、分析和可视化的编程语言，如 R、Python 等，能够将统计方法程序化，对大气科学数据进行处理和分析。

4.4. 启发和开拓科研思维

通过文献阅读，领略科研的魅力、学术的规范性和严谨性，认识何为科学问题，准确选择合适的研究方法，提高对结果的分析能力，能够将所学统计方法和科学问题进行融合，并能利用编程语言、统计方法设计合理的研究方案，解决科学问题。

4.5. 参加国家级科研课题，训练基础科研能力

通过国家级课题提供的平台、数据、经费等条件，选择对科研有浓厚兴趣，表现优异的学生，参加科研项目，开展基础科学研究。在此过程中，定期与研究生开展组会，分享研究过程和成果，并与研究生一起参加领域内重要的学术会议，开阔视野，分享自己的成果，培养科研兴趣和乐趣。

4.6. 参加学术竞赛

教育部大气科学指导委员会、地理科学指导委员会等每年会举办国家级学科领域内的大学生学术竞赛。通过本课程的教学和科研融合式培养，选取表现优异的学生，组成小组，由项目组老师联合指导，确定科学问题，开展联合攻关，撰写学术论文，参加国家级竞赛，培养学生的荣誉感和成就感。

4.7. 具备初步实现本科毕业论文的技术能力

学术检索能力、数据处理和分析的编程能力、常用的统计方法和工具、初步的科研思维，这些均是完成大气科学本科毕业论文的基础技术能力。

4.8. 为创新创业打下一定的数据分析基础

大数据是目前商业领域非常重要的投资方向，并逐渐成为企业的核心竞争力[22]。掌握数据处理和分析的编程能力，对于大学生创新创业也具有重要的作用，这尤其体现在市场调研、数据分析和挖掘等方面。

5. 结语

以《气象统计方法》课程为案例，以点带面，围绕“两性一度”的金课标准，探索出一套行之有效的“研学融合”的研讨式教学模式。以大气科学问题的研讨式教学案例为基础，以培养学生的文献阅读能力、统计分析能力和程序设计能力为支撑，从以往灌输式、数学工具式的教学方式转变为基于科学训练和学生编程能力提升的高阶教学方式。针对前述教学痛点，课程不仅仅介绍统计方法，还着重培养学生解决实际科学问题的思维和高阶实践的能力，通过研讨的方式耦合驱动，形成大气现象 - 理论基础 - 研讨教学和实践论证的闭环。面向教育部在《关于全面提高高等教育质量的若干意见》中对大学生科研训练能力提升的要求，通过鼓励和指导学生参与大气科学等学科竞赛(例如国内国际主流数学建模大赛)和国内国际顶级学术会议的方式，将课程内容学习和科学研究训练进行实战，为所学知识提供真实应用场景，以练促学，以学促练，从而真正提升学生的科研能力、培养国家所需要的研究型创新型人才。

基金项目

湖北高校省级教学研究项目(项目号: 2020207); 本科教学改革研究项目: “《气象统计方法》线上线下混合式一流课程建设”、“探索中构建《大气动力学》课程‘教学 - 反馈 - 调整’创新机制”、“基于《气象统计方法》‘研学融合’的研讨式教学模式研究”。

参考文献

- [1] 王甫, 章军锋, 张晓红, 等. “双一流”背景下学院层面科教融合的思考与实践——以中国地质大学(武汉)培养地质学拔尖创新人才为例[J]. 中国地质教育, 2018, 27(4): 5-8.
- [2] 徐颖. 国外研究性大学教学与科研互动经验及借鉴[J]. 技术经济与管理研究, 2011(6): 54-59.
- [3] 魏凤荣. 科研与教学相结合是培养人才的根本途径[J]. 中央民族大学学报(自然科学版), 2002(2): 84-86.
- [4] 王小金. 高校科研教学一体化机制的有效构建[J]. 智库时代, 2019(21): 216-217.

- [5] 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.
- [6] Cohen, L., Manion, L. and Morrison, K.A. (2004) Guide to Teaching Practice. 5th Edition, Routledge, New York.
- [7] Boyer, E. (1990) Scholarship Reconsidered: Priorities of the Professionate. Princeton University Press, Princeton, 23.
- [8] 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.
- [9] 蒋文娟. 我国科教结合协同育人机制研究[D]: [博士学位论文]. 合肥: 中国科学技术大学, 2018.
- [10] 王留栓. 建立我国研究型大学本科教育课程新框架——学习 + 研究模式[J]. 复旦教育论坛, 2001, 4(3): 89-92.
- [11] 李英帅, 王济, 李玲孺, 等. “科研反哺教学”在中医体质学课堂教学中的应用[J]. 中国中医药现代远程教育, 2018, 16(15): 30-32.
- [12] 周惠敏, 鲁玺丽, 薛丽莉, 等. 科教融合理念下研究生课程研讨式教学模式改革与实践[J]. 创新创业理论研究与实践, 2022, 5(17): 157-159.
- [13] 武宇华. 科教融合的大学本科人才培养模式研究[D]: [硕士学位论文]. 曲阜: 曲阜师范大学, 2014.
- [14] 刘旖. 研讨式教学模式在大学数学课程中的实践路径研究[J]. 科教导刊(上旬刊), 2020(34): 119-120.
- [15] 王志福, 郭栋. 《气象统计方法》课程直观形象教学的尝试——“经验正交函数分解”教学法的改进[J]. 教育教学论坛, 2018(31): 199-200.
- [16] 魏力更. 基于科研创新能力培养的信息检索课程教学优化[J]. 高师理科学刊, 2022, 42(5): 95-97 +103.
- [17] 李今心, 陈波. 理工类专业学生统计学应用能力的培养策略[J]. 产业与科技论坛, 2023, 22(6): 196-197.
- [18] 张曼霞, 赵欣怡, 郭平等. 新时代下研究生文献阅读现状与培养模式研究[J]. 大学教育, 2021(9): 179-181.
- [19] 谢倩, 陈清西. 基于产科教融合的高校创新创业人才培养模式探索与实践——以福建农林大学园艺类专业为例[J]. 黑龙江教育(理论与实践), 2020(3): 19-22.
- [20] 陈磊, 余宇, 焦聪, 等. 研讨式教学模式的实践探究——以本科生通识课为例[J]. 环境教育, 2022(8): 32-35.
- [21] 王甫, 章军锋, 张晓红, 等. “双一流”背景下学院层面科教融合的思考与实践——以中国地质大学(武汉)培养地质学拔尖创新人才为例[J]. 中国地质教育, 2018, 27(4): 5-8.
- [22] 谢晓默, 林敏. 基于大数据分析的大学生创新创业主要影响因素探究[J]. 创新与创业教育, 2018, 9(6): 49-53.