

AI在化学海洋学教学中的赋能研究

宋贵生*, 张海彦, 杨 伟

天津大学海洋科学与技术学院, 天津

收稿日期: 2025年3月14日; 录用日期: 2025年4月30日; 发布日期: 2025年5月9日

摘 要

化学海洋学是海洋科学专业重要的核心课程之一, 是一门理论基础与现场实践高度融合的学科。当下传统教材内容滞后、教学形式单一、经费和设备限制等问题制约了教学质量。人工智能(AI)技术的发展为化学海洋学教学提供了新的机遇, 有助于打破传统瓶颈, 深化海洋类课程教学改革, 实现教育模式的创新。利用AI技术, 可通过跨学科知识融合、提升数据处理能力和复合型思维培养为化学海洋学教学赋能, 强化学生的实践能力。

关键词

化学海洋学, 人工智能, 教学改革

Study on Empowering the Teaching of Chemical Oceanography by Artificial Intelligence

Guisheng Song*, Haiyan Zhang, Wei Yang

School of Marine Science and Technology, Tianjin University, Tianjin

Received: Mar. 14th, 2025; accepted: Apr. 30th, 2025; published: May 9th, 2025

Abstract

Chemical oceanography is one of the important core courses in Marine Science. It is a discipline that highly integrates theoretical foundations with practice. Currently, issues such as lagging traditional textbook content, monotonous teaching formats, funding and equipment constraints hinder the quality of teaching. The development of Artificial Intelligence (AI) technology provides new opportunities for chemical oceanography teaching, helping to break through traditional bottlenecks,

*通讯作者。

文章引用: 宋贵生, 张海彦, 杨伟. AI 在化学海洋学教学中的赋能研究[J]. 创新教育研究, 2025, 13(5): 91-96.
DOI: 10.12677/ces.2025.135313

deepen the teaching reform of marine courses, and realize innovations in educational models. By utilizing AI technology, we can empower chemical oceanography teaching through interdisciplinary knowledge integration, enhancement of data processing capabilities and the cultivation of composite thinking, thereby strengthening students' practical abilities.

Keywords

Chemical Oceanography, Artificial Intelligence, Teaching Reform

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

化学海洋学是一门研究海洋中化学成分、物质循环及其与物理、生物和地质过程相互作用的综合性学科。它不仅是海洋科学的重要组成部分，也是海洋科学专业本科教学中的核心课程之一，具有重要的学术地位和应用价值。化学海洋学的起源可以追溯到 19 世纪中叶，随着科学技术的进步，尤其是现代分析技术的发展，化学海洋学在上世纪 70 年代迎来了迅猛的发展。进入 21 世纪，随着全球气候变化、海洋资源开发和环境保护等问题的日益突出，化学海洋学的重要性进一步凸显。我国将海洋科学教育与人才培养置于国家战略核心，大力推动海洋科学研究和教育的发展。

然而，本学科是利用化学、生物、地质和物理学理论研究海洋内部的相关生物地球化学过程，涉及海水化学组成、元素循环、生物地球化学等多领域交叉知识，原理复杂且概念抽象。因此，在教学过程中除课堂讲授外，需辅以大量的实验操作和海洋现场实践。此外，随着人类活动和工农业生产，自上世纪 80 年代开始，一系列海洋学问题脱颖而出，如海洋酸化、低氧、海洋微塑料等。总而言之，基于传统教材的《化学海洋学》教学，也随之产生了相关问题和不足，包括：1) 课程内容更新滞后，缺乏新理论、新技术、新发现和海洋资源开发等相关国际前沿内容；2) 实际教学过程中，形式单一，缺乏不同课程、学科间的协同案例分析，制约学生系统性思维培养；3) 部分院校受经费、船舶和采样、分析设备的限制，无法满足实验训练和现场实践，导致学生实践能力培养不足[1]。基于以上现象，在专业教学过程中，学生难以将课堂理论知识点具像化，系统化，更难以将海洋科学各相关课程的内容网络化。

近年来，随着人工智能(AI)技术在全球得到快速的发展，AI 技术以其强大的数据处理能力、模式识别能力和自动化分析能力，在各个领域得到广泛的应用。目前，AI 技术在世界各国不同专业、不同阶段的教育教学过程中业已得到广泛使用[2]，并取得了一定的成果，得到教育学家、教师和学生的一致认可。诚然，AI 技术为海洋科学的发展也提供了前所未有的机遇和挑战[3] [4]，在教学和科研过程中也受到业内人士的追捧[5] [6]。随着我国 AI 大模型的崛起，如 DeepSeek、腾讯元宝、Kimi 等，AI 技术将为化学海洋学教学注入新的活力，同时也对传统的教育模式提出了新的要求。然而，与科学研究相比[7]，AI 技术在化学海洋学教学过程中的应用还相对较少，本文将初步探讨 AI 如何打破化学海洋学教学中的瓶颈，助力教学质量的提升，并实现传统教育模式与新理论、新技术的有机结合。

2. 应用 AI 于化学海洋学教学的必要性

2.1. AI 可实现学科与课程交叉

如前文所述，在科技高速发展的背景下，化学海洋学领域也出现了众多新技术、新理论。此外，海

洋学科各不同分支之间的关联愈加凸显,传统单一形式的课堂教学已不能满足我国培养新时代海洋学人才的需求。AI技术的崛起可在化学海洋学的跨学科融合中重塑传统教学模式[8],其核心价值体现在多维度数据整合与复合型思维培养两个层面[9]。如AI技术可通过整合大气科学、物理海洋学、海洋生态学、分析化学和环境科学等多学科理论,构建多源数据关联模型,分析污染物(如微塑料)等在“大气-海水-生物-地质”复杂系统中的跨介质迁移规律,使学生直观地理解人类活动对海洋环境的影响,强化环境保护意识,并提升学生的跨学科问题解决能力[4][10]。

2.2. 基于 AI 的虚拟仿真实验能提升学习效率

现代海洋人才需具备理论基础与现场调查的双重能力。化学海洋学教学需要大量的实验训练和海洋综合调查实践,以培养学生的海洋环境监测和科学研究能力。然而,化学海洋学实验和海洋实践具有教学成本高的特点:船舶使用、样品采集、高端分析设备的购置与维护等均需要投入大量时间和经济成本。受教学仪器和时间的限制,学生难以全面参与到所有的实验环节,如样品采集、预处理、仪器操作等。此外,化学海洋学实验中会涉及到使用危化品以及深海特殊环境样品采集等,具有明显的危险性和现实难度。大部分高校无法实现现实场景的教学和实验训练。脱离实际操作,仅通过课堂讲解样品采集、分析过程以及仪器设备的工作原理和操作过程,无法将所学知识图片化、具像化,且严重制约了学生的实际操作能力。此外,海上综合调查存在诸多风险,包括人员安全和仪器安全:海上作业人员需面对复杂情形,海上风浪等造成的船只摇晃不可避免,增加了突发意外的风险;海洋调查仪器设备昂贵,作业过程中面临损坏、丢失等风险;学生参与实习时因不熟悉船上环境和仪器使用规范,进一步增加了风险。

基于AI大模型,可以构建高度仿真的虚拟实验环境,将化学海洋学中的典型实验和重点内容转化为虚拟仿真视频课程。这种教学模式突破了传统实验教学的成本限制,通过虚拟再现海上作业的全过程,包括化学样品的采集、分析流程以及仪器操作,为学生提供沉浸式学习体验。虚拟仿真系统还能直观展示仪器的内部构造和工作原理,帮助学生深入理解复杂仪器的运行机制,提升操作熟练度,为实际海洋调查做好准备。此外,虚拟仿真教学具有显著的安全优势。传统海上调查面临复杂环境和操作风险,而虚拟仿真系统能够降低这些风险,提高学生的安全意识。总之,基于AI的虚拟仿真教学为化学海洋学教育提供了创新且高效的模式,突破了成本、安全和资源的限制,全面提升学生的实践能力和专业知识水平。随着AI技术的进步,虚拟仿真教学的应用将更加广泛,为培养高素质海洋科学人才提供支持。

3. 应用 AI 于化学海洋学教学的赋能设计

3.1. 赋能目标

化学海洋学AI技术赋能设计的主要设计目标是在传统化学海洋学基础理论的指导下,结合当前国内外本学科的热点问题和最新研究成果,综合考虑地学多学科交叉的特点,构建一个智能化、可视化和交互式的教学平台。该平台通过虚拟交互的形式,将复杂的化学海洋学知识以直观、动态的方式呈现,帮助学生更好地理解和掌握重点、难点和热点问题。具体而言,设计目标包括以下几个方面:1)通过虚拟展示环节,将化学海洋学中的核心概念、关键过程和前沿研究成果以可视化形式呈现;2)通过交互式练习环节,为学生提供反复实践操作的机会,并能迅速反馈每次练习存在的问题;3)通过虚拟设计环节,鼓励学生自主探索和创新。总而言之,通过AI技术赋能的设计,旨在弥补化学海洋学传统教学方式的不足,为学生提供个性化、灵活化的学习体验,满足不同学生的学习需求,为培养高素质的海洋科学人才提供有力支持。

基于不同AI模型/技术的工作原理,本文总结了当前流行的几种AI模型/技术的优缺点,并针对化学海洋学课程特点,给出各自在辅助教学过程中的角色定位(表1)。通过对比,在实际教学过程中,我们可

以利用腾讯元宝制作动态视频，展示复杂采样、分析过程，并提供交互式练习环节，实现在虚拟场景下的多重练习，并结合 DeepSeek 大模型，生成虚拟实验分析报告，基于差异分析，形成学生个性化复习、辅导方案。

Table 1. Comparison of the advantages, limitations and application situations of some typical models in chemical oceanography assist-teaching

表 1. 几种典型模型在化学海洋学辅助教学中的优势、局限性和场景对比

模型/技术	优势	局限性	适合场景
DeepSeek	文献精读、数据处理代码生成	化学反应模拟弱	撰写报告、创新项目设计
腾讯元宝	图像分析、虚拟实验平台开发	专业问题深度不足、需网络支持	复杂实验的可视化、交互式教学
Kimi	专业知识点解答更准确	不能实现动态可视化	辅助自学和复习
深度学习	模型构建、大数据分析	需编程基础、数据需求量大	分组分析再分析数据等
神经网络	适合较小数据集算法和演示	仅适合简单任务	制作简单模型，预测特定场景下某一参数的发展趋势

3.2. 赋能原则

化学海洋学 AI 技术赋能需要坚持两个设计原则。(1) 坚持以传统理论为基础，坚持 AI 与现实结合、传统理论与创新前沿相结合的原则。当前主流的化学海洋学教材内容，大多具有悠久的历史，其理论和规律被广泛认可，这是学科的基础，因此不能在追求新技术、新认识时忽视基础知识。此外，AI 技术是一种辅助技术，将复杂的理论、繁琐的过程转化为可视化视频教材，但需要结合海洋学需要大量现场观测的现实，不能脱离海洋科学现场调查的独特性。(2) 坚持交互式原则。该原则也是鼓励创新的基础，只有做到充分的交互，让学生在大量的虚拟现实不断融入、训练，才能更大地激发学生的自主性，完成更高阶调查能力的培养[9]。

3.3. 赋能内容

3.3.1. AI 赋能与课程思政建设

家国情怀和环境保护意识是海洋科学专业相关课程思政建设的重要组成部分，也是培养高素质海洋科学人才的核心目标之一[11]。在化学海洋学教学过程中，不仅要传授专业知识，还要注重培养学生的社会责任感和使命感。通过结合本学科的国内外发展历程，让学生深刻认识到我国在海洋科学研究中的重要地位和作用，从而增强他们的爱国情怀和专业认同感。同时让学生了解我国海洋学家在化学海洋学领域的重大贡献，可以激发学生的主人公思想和民族自豪感。同时，化学海洋学教学还应注重树立学生的海洋权益意识和海洋环境保护意识[12]。海洋不仅是科学研究的重要领域，也是国家资源开发和权益维护的关键区域。通过结合国际海洋法、海洋资源开发案例以及海洋环境污染事件，帮助学生理解海洋权益的重要性，并认识到保护海洋环境的紧迫性。

在传统的教学过程中，这些内容往往以讲授为主，形式较为单一，学生的参与感和理解深度有限。而在 AI 时代，可以利用人工智能技术丰富教学形式，提升教学效果。然而，特别需要注意借助 AI 赋能教学过程中，不能忽视对学生的人文关怀。

3.3.2. AI 赋能经典海洋调查

经过上百年的发展历程，化学海洋学领域已经形成了一系列经典的现场调查项目和方法，这些方法

得到了国内外海洋学者的广泛认可，并成为我国海洋环境监测和调查研究的基础。例如，温克勒法作为测定海水溶解氧浓度的经典方法，因其准确性和可靠性，至今仍是海洋学研究中的重要手段之一。在 AI 辅助教学过程中，通过动态视频的形式介绍溶解氧在海洋学中的重要意义，滴定原理、采样步骤、分析流程以及操作中的注意事项等；在交互环节，学生可以在虚拟环境中反复练习采样、滴定和数据分析等操作，并迅速生成练习报告，着重提出优缺点以及不同练习环节的差异，逐步掌握实验技巧，达到熟能生巧的程度。

与此同时，随着科技的不断进步，溶解氧的测定和估算方法也在不断革新。例如，自动电位滴定仪的出现替代了传统的手工滴定，避免了终点判断中的人为误差，提高了测定的精确度和效率。此外，覆膜电极、光学电极等新型传感器的应用，特别是在 BGC-Argo 浮标等自动化观测设备上的使用，为海水溶解氧的监测提供了大量高时空分辨率的数据，极大地推动了海洋观测技术的发展。在 AI 辅助教学中，我们可以将经典方法与现代技术进行对比展示，通过视觉化的方式直观呈现它们的优缺点和差异(图 1)。

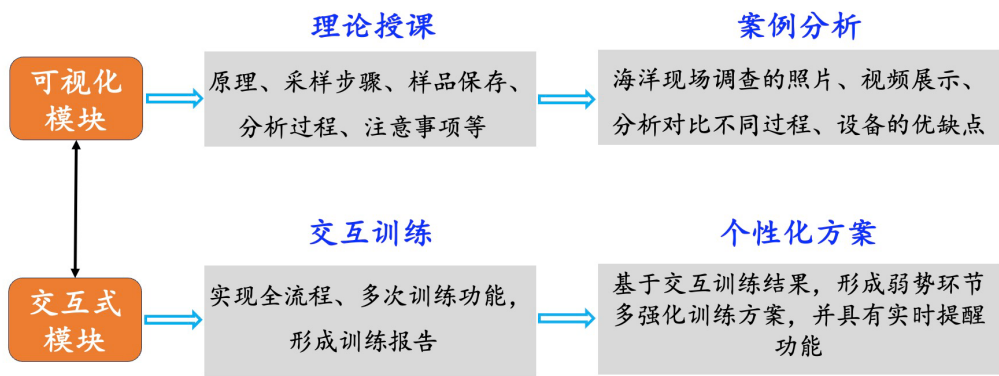


Figure 1. Diagram of the design of an AI-assisted teaching program based on seawater dissolved oxygen measurement

图 1. 基于海水溶解氧测定的 AI 辅助教学方案设计图

3.3.3. AI 赋能化学海洋学新热点

在现代教学中，随着各学科快速发展，知识更新速度日益加快，教学内容也需与时俱进。在化学海洋学教学过程中，除了教授学生基本理论和原理外，我们还需要让他们充分了解本学科的国内外发展动态和热点问题，以培养他们的前沿视野和创新能力。例如，近年来化学海洋学围绕海洋碳循环和“碳汇功能”问题，开展了大量前沿研究。其中，利用高分辨质谱技术解析海水中有机的分子组成，探讨不同生物地球化学过程对分子组成的影响，已成为该领域的研究热点之一。这一研究方向不仅涉及复杂的生物地球化学机制，还涵盖了样品前处理技术、大型分析设备的操作、谱图分析和大数据处理等复杂内容。这些内容对于学生而言，既具有重要的学术价值，又因其复杂性而难以通过传统的教学方式有效传授。

借助 AI 技术，我们可以通过动态化、交互式的教学模块，直观呈现高分辨质谱等大型设备的内部结构、工作原理以及复杂的操作流程，显著提升教学效果。在交互训练中，还可以通过模拟不同前处理技术和操作方法、数据处理模式等对比结果差异，让学生切身感受到科研追求真理的魅力。

4. 结语

随着科技的飞速发展，各学科领域均呈现出信息大爆发的趋势，知识更新速度空前加快，教学内容也日益复杂和多样化。在这一背景下，利用 AI 技术辅助教学已成为教育发展的必然趋势。AI 技术以其

强大的数据处理能力、智能化的分析工具和高度仿真的虚拟环境，为教学提供了全新的可能性。然而，在推进 AI 技术应用的同时，我们仍要坚持传统教学方法与现代技术的有机结合，充分发挥两者的优势，形成互补效应，以更好地满足化学海洋学教学的需求。

参考文献

- [1] 杨伟, 陈儒, 宋贵生, 张海彦. 基于虚拟仿真技术开展海洋综合调查教育的教学设计研究[J]. 创新教育研究, 2023, 11(6): 1288-1294. <https://doi.org/10.12677/CES.2023.116197>
- [2] Almasri, F. (2024) Exploring the Impact of Artificial Intelligence in Teaching and Learning of Science: A Systematic Review of Empirical Research. *Research in Science Education*, **54**, 977-997. <https://doi.org/10.1007/s11165-024-10176-3>
- [3] 乔静, 晏茂军, 赵云, 陈文强, 鲍红艳. 虚拟仿真技术在海洋科学实验教学中的应用[J]. 创新教育研究, 2023, 11(7): 2037-2044. <https://doi.org/10.12677/CES.2023.117303>
- [4] Xu, W. and Ouyang, F. (2022) The Application of AI Technologies in STEM Education: A Systematic Review from 2011 to 2021. *International Journal of STEM Education*, **9**, Article No. 59. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00377-5>
- [5] Li, X. and Wang, F. (2022) Artificial Intelligence Oceanography. Springer.
- [6] Dong, C., Xu, G., Han, G., Bethel, B.J., Xie, W. and Zhou, S. (2022) Recent Developments in Artificial Intelligence in Oceanography. *Ocean-Land-Atmosphere Research*, **2022**, Article ID: 9870950. <https://doi.org/10.34133/2022/9870950>
- [7] Zhao, C., Wang, K., Jiao, Q., Xu, X., Yi, Y., Li, P., et al. (2024) Machine Learning Models for Evaluating Biological Reactivity within Molecular Fingerprints of Dissolved Organic Matter over Time. *Geophysical Research Letters*, **51**, 1-11. <https://doi.org/10.1029/2024gl108794>
- [8] 胡耀强. 海洋化学仪器分析授课模式与内容探讨[J]. 广州化工, 2020, 48(17): 153-154, 183.
- [9] 褚如心. 生成式人工智能赋能高等教育发展的应用、风险及破解之道[J]. 青年学报, 2024(4): 60-66.
- [10] 牛茜如, 陈思, 李琰, 牟林. 学科交叉背景下应用海洋学课程教学改革与实践[J]. 高教学刊, 2024, 10(27): 11-16.
- [11] 王蕾, 刘荣, 安鑫龙. 海洋科学专业课程思政体系构建探究[J]. 黑龙江水产, 2025, 44(1): 90-92.
- [12] 汤博, 贾欣鑫, 邵秋丽, 宗芳伊. 课程思政融入《海洋化学》教学等探索与实践[J]. 广东化工, 2022, 49(4): 229-230.