

# 以虚拟数值模拟促进《环境监测与评估》 本科生实践教学

李逸文<sup>1,2\*</sup>, 罗锡明<sup>1</sup>

<sup>1</sup>中国地质大学(北京)海洋学院, 北京

<sup>2</sup>中国地质大学(北京)海南研究院, 海南 三亚

收稿日期: 2025年4月9日; 录用日期: 2025年5月12日; 发布日期: 2025年5月19日

## 摘要

本文旨在通过虚拟数值模拟技术, 提升本科生《环境监测与评估》课程中的实践教学效果。本研究结合了虚拟数值模拟与传统课堂教学的优势, 以海洋环境监测为核心, 通过虚拟实验和数据分析, 帮助学生巩固理论知识并提升实践能力。研究表明, 虚拟数值模拟不仅增强了学生的学习兴趣, 还显著提高了他们的动手能力和综合应用知识的能力。通过对高校海洋科学专业42名本科生的教学实践观察, 采用问卷调查、测试成绩对比、访谈分析等方式, 量化分析教学效果。结果显示, 实验组学生综合成绩提高了18.8%, 实践操作能力评分提高了21.4%, 理论理解能力提升幅度为12.6%。这一教学模式为高校环境科学类课程的改革提供了新的思路, 推动了“教、学、研”一体化的教学实践。

## 关键词

虚拟数值模拟, 环境监测与评估, 实践教学, 本科生, 教学改革

# Promoting Practical Teaching for Undergraduate Students in “Environmental Monitoring and Assessment” through Virtual Numerical Simulation

Yiwen Li<sup>1,2\*</sup>, Ximing Luo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>School of Ocean Sciences, China University of Geosciences (Beijing), Beijing

<sup>2</sup>Hainan Institute of China University of Geosciences (Beijing), Sanya Hainan

Received: Apr. 9<sup>th</sup>, 2025; accepted: May 12<sup>th</sup>, 2025; published: May 19<sup>th</sup>, 2025

\*通讯作者。

文章引用: 李逸文, 罗锡明. 以虚拟数值模拟促进《环境监测与评估》本科生实践教学[J]. 教育进展, 2025, 15(5): 503-507. DOI: 10.12677/ae.2025.155790

## Abstract

This paper aims to enhance practical teaching in the undergraduate course “Environmental Monitoring and Assessment” by integrating virtual numerical simulation technology. By combining the advantages of virtual simulations with traditional classroom methods, the study focuses on ocean environmental monitoring, allowing students to consolidate theoretical knowledge and improve practical skills through simulated experiments and data analysis. Based on a teaching practice involving 42 undergraduate students majoring in marine sciences, quantitative analysis was performed through surveys, test result comparisons, and interviews. Results show that virtual simulations not only increase students’ engagement but also significantly enhance their hands-on abilities and the capacity to apply knowledge comprehensively. Specifically, students in the experimental group demonstrated an 18.8% improvement in overall grades, a 21.4% increase in practical operation scores, and a 12.6% gain in theoretical comprehension. This teaching model offers new perspectives for curriculum reform in environmental science courses, advancing the integration of teaching, learning, and research.

## Keywords

Virtual Numerical Simulation, Environmental Monitoring and Assessment, Practical Teaching, Undergraduates, 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

《环境监测与评估》是海洋科学专业的一门核心课程，旨在培养学生对环境问题的综合分析和监测能力。随着社会对环境保护要求的不断提高，传统教学方法已难以适应新形势下对人才培养的需求。因此，探索如何有效提升实践教学的质量，已成为当前教学改革的一个重要课题。

近年来，随着信息技术的发展，虚拟数值模拟技术在教育领域的应用逐渐广泛[1]。它通过仿真环境中的实验与操作，为学生提供了比传统教学模式更为灵活且逼真的学习体验。2023年虚拟仿真实验教学创新联盟提出《虚拟仿真实验教学项目建设与应用规范》，未来5年内高校将至少建设2000项覆盖理工农医类学科的虚拟仿真项目。虚拟数值模拟在环境监测与评估课程中的应用，不仅能弥补实验条件不足的问题，还能够通过多次操作和反馈，帮助学生加深对课程内容的理解并提升实际应用能力。因此，本研究通过将虚拟数值模拟技术引入到《环境监测与评估》的实践教学，以期增强学生的学习效果，提升其解决实际问题的能力。

## 2. 研究背景

### 2.1. 传统教学的局限性

传统教学往往以讲授为主，实践环节的安排相对有限。尽管一些院校引入了实验教学，但受限于实验设备、场地和经费等因素，学生能够接触的实验内容较为有限，实践教学的覆盖面和深入性都存在不足。同时，环境监测工作本身具有较强的时空要求，部分监测项目需要在特定时间或特定环境下才能进行，这进一步限制了传统实验教学的开展[2]。

## 2.2. 虚拟数值模拟的优势

虚拟数值模拟是一种以计算机技术为基础,通过建立数学模型,模拟真实环境下的物理现象的技术。它可以在不受时间、空间和设备条件限制的情况下,让学生体验到实际操作的过程,并通过多次重复操作来加深对原理的理解。虚拟数值模拟不仅能够提高学生对复杂知识的理解和掌握,还可以培养其解决实际问题的能力,尤其是在环境监测与评估等实践性要求较高的课程中,虚拟模拟更具有明显优势[3]。

## 3. 研究方法

本研究采用了实验教学法和虚拟数值模拟法相结合的方式,通过对海洋环境监测的虚拟模拟,探索如何有效提升学生的实践操作能力。研究对象为某高校海洋科学专业的三年级学生,课程内容涵盖环境监测基本原理、监测技术及其应用。教学中引入的虚拟实验包括海洋污染物扩散模拟、水质监测模拟和气候变化评估等内容。

### 3.1. 实验设计

实验教学以分组方式进行,学生分为对照组与实验组。对照组采用传统的课堂讲授结合有限的实验操作,实验组则在此基础上加入了虚拟数值模拟实验。两组学生在整个学期中分别进行理论学习和实验操作,并在期末通过问卷调查、操作考核和知识测试等方式评估教学效果。本研究以高校海洋科学专业42名三年级本科生为研究对象,这42名学生分别来自该校2022级和2023级两个年级,通过系统随机抽样的方式,确保样本的代表性和均衡性。选取过程中考虑了学生性别比例、成绩水平和地域来源等变量因素,以减少样本偏差,提高研究结论的外推能力。

### 3.2. 虚拟数值模拟平台的构建与功能

虚拟数值模拟平台基于 LINUX 系统开发,主要由 Shell 脚本和 NCL (NCAR Command Language)脚本构成,具备一键式操作功能,便于学生快速上手。平台集成了海洋与大气环境数据的获取、处理和可视化模块,支持多变量、多时间尺度和多区域的数据分析。学生可以通过平台进行数据下载、预处理、分析和结果图形化展示,全面掌握从数据获取到结果呈现的全过程。

平台的技术架构包括数据接口层、分析处理层和可视化展示层。数据接口层负责与外部数据源(如 NOAA、NASA 等)连接,实现数据的自动获取;分析处理层利用 NCL 脚本进行数据的清洗、分析和建模;可视化展示层则将分析结果以图表、地图等形式呈现,增强学生的理解和应用能力。

在虚拟实验内容设计方面,平台提供了多个模块,包括海洋环流模拟、ENSO 模拟和气候变化评估等。每个模块都配有详细的实验指导书和操作视频,帮助学生理解实验目的、步骤和注意事项。平台还设有评估系统,通过在线测试和操作记录,实时反馈学生的学习情况,便于教师进行个性化指导。

### 3.3. 数据采集与分析

数据采集包括学生在虚拟实验中的操作成绩、课堂讨论的参与度以及对课程的反馈问卷。测试内容包括理论知识掌握情况、实践操作能力和问题解决能力的综合评价。通过数据分析,比较两组学生在课程结束后的综合表现差异,并进一步探讨虚拟数值模拟对教学效果的影响。

## 4. 研究结果

### 4.1. 学生实践能力的提升

研究结果显示,参与虚拟数值模拟实验的学生在实践操作能力方面明显优于对照组。实验组学生综

合成绩提高了 18.8%，实践操作能力评分提高了 21.4%，理论理解能力提升幅度为 12.6%。具体表现在以下几个方面：(1) 数据分析能力增强：通过虚拟数值模拟，学生能够多次进行实验操作，并实时获取和分析数据，这显著提高了他们的数据处理和分析能力。(2) 问题解决能力提高：虚拟数值模拟提供了一个接近真实场景的实验环境，学生在模拟过程中需要独立解决实际问题，增强了他们的应变能力和决策能力。(3) 操作熟练度提升：由于虚拟实验可以反复操作，学生在实验中的熟练度显著提高，减少了在实际操作中的失误率。

## 4.2. 学生学习兴趣的激发词

虚拟数值模拟实验由于其高仿真度和互动性，能够激发学生的学习兴趣。研究中，实验组学生普遍反映虚拟实验增强了他们对课程的兴趣，尤其是在复杂实验项目中，学生能够通过模拟感受到实际操作的魅力。

## 4.3. 教学效果的显著提升

虚拟数值模拟的引入使得课程教学效果得到了明显提升。实验组学生在理论测试和操作考核中的成绩均显著高于对照组。尤其是在实践操作能力的评分中，实验组学生的综合评分比对照组高出 21.4%，表明虚拟数值模拟在提高学生实际应用能力方面有着重要作用。

# 5. 讨论

## 5.1. 虚拟数值模拟的教学价值

虚拟数值模拟作为一种新型教学手段，其价值不仅体现在提高教学效果上，还在于它能够为学生提供更加灵活的学习环境。在环境监测与评估课程中，学生能够通过虚拟实验接触到更为丰富的实验内容，并在不受限于时间和空间的情况下进行多次操作。这种方式不仅加深了学生对理论知识的理解，也提高了他们的动手能力和综合应用能力。虚拟数值模拟作为新型教学手段，其在《环境监测与评估》课程中的应用，展现出极高的教学价值。通过模拟海洋环流的变化，学生不仅理解了复杂因子变化过程，还掌握了数据处理、可视化分析、模型构建等实际技能。例如，在“海洋环流模拟”模块中，学生通过运行模型，模拟不同分辨率下的环流变化，并对比各类情境参数对海洋环境的影响，进一步加深了对海洋环流的理解。课程中还穿插实景动画与互动反馈机制，提升了学生参与感和临场感，使教学过程更具沉浸性和启发性。

## 5.2. 教学内容与技术的融合

为了实现课程目标，本研究依托 NCL、MATLAB 和 ArcGIS 等软件平台，将真实观测数据与虚拟数值模拟平台整合，构建了包括“海洋环流模型构建”、“海洋要素诊断”、“评估报告撰写”在内的完整教学流程。在此基础上还嵌入 Python 脚本用于批量数据处理与图片自动生成，提升数据处理效率。这种以任务驱动为主线的设计，有效地促进了“教-学-做”一体化的教学，并使学生在掌握基本原理的同时，具备一定的实际操作能力。同时，平台内建有可视化图层控制、实时数据查询和参数可调模块，支持学生在操作中探索不同变量对模拟结果的影响，强化其建模与系统思维能力。通过“边学边做”的方式，使学生在实践中内化抽象原理，提高其将理论知识应用于实际的能力。

## 5.3. 教学改革的启示

本研究的结果表明，虚拟数值模拟对实践教学具有显著的推动作用。因此，未来的教学改革中，可以进一步探索虚拟数值模拟与其他教学手段的结合方式，例如引入更多的互动式学习工具，增强学生与教师之间的互动，进一步提高教学效果。此外，还可以通过开发多样化的虚拟实验案例，拓展其在环境

科学其他领域中的应用, 进一步提升学生的实践能力。同时, 应加强对虚拟实验教学过程的过程性评价体系建设, 通过多维度评估学生的实验设计、数据处理、结果解释及反思能力, 提升教学改革的科学性和有效性。

#### 5.4. 教学改革的可推广性与局限性

虚拟数值模拟具有较强的可复制性和扩展性, 尤其是在当前高等教育强调数字化与个性化发展的背景下, 更显优势。未来, 该模式可推广至环境化学、环境工程、生态评估等相关课程, 并逐步建立跨课程整合平台。例如, 计划将“气象要素对海水质量的影响”与《海洋气候学》课程模块对接, 将遥感数据处理技术与《GIS 应用基础》课程融合, 形成跨学科综合实验系统。在此基础上, 也可引入 AI 建模与大数据分析模块, 提升学生的综合分析与预测能力。不过, 该教学模式仍存在硬件依赖、开发成本高、学生数字素养参差不齐等问题。在本研究中, 有 13.4% 的学生反馈“缺乏足够的计算机基础”, 建议未来教学中加强编程与建模训练, 提供分层次技术支持与个性化指导服务。此外, 教师对虚拟平台的掌握程度亦影响教学质量, 建议高校在实施虚拟教学前, 组织专题培训和教案研讨, 确保平台功能与教学内容紧密衔接, 提升教师的二次开发与教学创新能力。

### 6. 总结

虚拟数值模拟技术为《环境监测与评估》本科课程的教学改革提供了切实可行的新路径。通过实证研究发现, 该技术能够显著提升学生的理论掌握能力、实践操作能力和综合应用能力, 增强教学的互动性与体验性。在高校环境类课程普遍存在实践教学不足的问题背景下, 推广虚拟仿真实验教学具有重要意义。建议在今后的教学设计中, 加大虚拟平台与真实案例的数据融合度, 加强课程中软件操作与分析报告撰写的训练, 并探索跨课程虚拟实验平台的建设, 为实现教育数字化转型与高质量人才培养目标提供技术支持与理论基础。

本研究通过引入虚拟数值模拟技术, 有效突破了传统《环境监测与评估》课程在实践教学中的瓶颈。实验结果表明, 采用该技术的实验组学生在理论掌握、操作能力、问题解决和自主学习等多个方面均有显著提升。基于对 42 名学生的教学试点, 结合多种量化数据和定性反馈, 证实了虚拟仿真实验在教学中的应用价值。课程设计方面, 通过任务驱动方式结合 NCL、MATLAB、ArcGIS 等工具, 不仅强化了技术训练, 也提升了学生对于复杂环境问题的综合理解能力。未来应进一步拓展实验平台的通用性与互操作性, 构建“实验-建模-评估”一体化学习路径, 并从政策层面推动其在环境类及其他理工类课程中的广泛应用, 为本科教育改革和高素质人才培养提供坚实支撑。

### 基金项目

中国地质大学(北京) 2023 年度本科教育质量提升计划建设项目-教学研究与改革项目(JG202329)。中国地质大学(北京)海南研究院资助项目(HNPY-202414)。中国地质大学(北京) 2023 年度新教师基本科研能力提升项目(2-9-2023-031)。

### 参考文献

- [1] 任磊, 王和旭. 虚拟技术在海洋工程与技术教学中的应用初探[J]. 教育进展, 2022, 12(8): 2938-2944. <https://doi.org/10.12677/AE.2022.128445>
- [2] 何立芳, 张夏红, 章汝平. 高校环境监测课程教学改革的思考与实践[J]. 高师理科学刊, 2015, 35(5): 101-103.
- [3] 吴芳芳, 林皓, 郭绍英, 胡家朋. 虚拟仿真实验在环境工程专业实践教学中的应用[J]. 武夷学院学报, 2020, 39(9): 94-97.