

# 新污染物治理背景下环境监测课程教学的发展探索

张春云\*, 潘磊, 张云, 王晓燕, 康群<sup>#</sup>

湖北大学资源环境学院, 区域开发与环境响应湖北省重点实验室, 湖北 武汉

收稿日期: 2024年12月9日; 录用日期: 2025年2月10日; 发布日期: 2025年2月18日

## 摘要

随着工业经济的不断发展, 环境问题也日益凸显。而新兴污染物的涌现, 使得环境监测工作变得更为紧迫和复杂。在这一背景下的环境监测课程教学要以学生为主体, 以国家对科技人才和技术的需求为导向, 以国务院发布的《新污染物治理行动方案》为具体指导, 注重多学科与信息技术的深度融合, 保持环境监测课程与时代需求和科技进步的同步, 以更好地培养适应新时代新污染物治理需求的综合人才。

## 关键词

新污染物, 环境监测, 多学科融合, 信息技术

# Development of Environmental Monitoring Course Teaching under the Background of Emerging Pollutants Governance

Chunyun Zhang\*, Lei Pan, Yun Zhang, Xiaoyan Wang, Qun Kang<sup>#</sup>

Huber Key Laboratory of Regional Development and Environmental Response, Faculty of Resources and Environmental Science, Huber University, Wuhan Huber

Received: Dec. 9<sup>th</sup>, 2024; accepted: Feb. 10<sup>th</sup>, 2025; published: Feb. 18<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

With the continuous development of the industrial economy, environmental issues have become

\*第一作者。

<sup>#</sup>通讯作者。

increasingly prominent. The emergence of emerging pollutants has made environmental monitoring more urgent and complex. In this context, the teaching of environmental monitoring courses should focus on students, be guided by the country's demand for scientific and technological talents, and follow the specific guidelines outlined in the State Council's "New Pollutant Control Action Plan". The course should emphasize the deep integration of multiple disciplines and information technology, ensuring that the environmental monitoring curriculum keeps pace with the demands of the times and technological progress, in order to better cultivate well-rounded talent capable of meeting the needs of new pollutant governance in the new era.

## Keywords

**Emerging Pollutants, Environmental Monitoring, Interdisciplinary Integration, Information Technology**

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

随着科技和工业的飞速发展，人类活动导致全球范围内的环境问题逐渐成为社会关注的焦点。环境污染的加剧与新兴污染物的涌现使得环境监测工作显得尤为重要。环境监测作为环境科学与工程领域的关键一环，是环境保护中识别污染物、污染源及其变化趋势的“眼睛”，直接关系到社会的可持续发展和公众的生命健康。

国务院办公厅 2022 年 5 月发布了《新污染物治理行动方案》[1]，全国各省及直辖市也发布了新污染物治理相关的工作方案[2]。《新污染物治理行动方案》中提出有毒有害化学物质的生产和使用是新污染物的主要来源。目前国内外广泛关注的新污染物主要包括国际公约管控的持久性有机污染物、内分泌干扰物、抗生素、微塑料等[1]。行动方案中提出了从“筛、评、防”思路对新污染物进行环境管理的总体要求、行动举措、保障措施。因此，在新污染物治理的背景下，通过环境监测及时、准确、全面地反映环境质量现状，是污染物治理各项工作的基础[3]。环境监测课程是环境科学和环境工程专业的主干课程，它不仅涵盖了大量有关环境监测方面的理论知识，而且具有很强的实践性[4]。在国家新污染物治理的背景下，环境监测课程的教学发展面临着新的挑战，不能再是以教授传统技术原理为主的教学模式，而应该应对新污染物治理带来的科技及人才需求，逐渐转变为融入新技术原理的教学理念[5][6]，让学生深度参与到新污染物治理的实践问题中去。鉴于环境监测课程是实现环境监测工作专业化人才培养的重要环节之一[7]，本文旨在探讨新污染物治理背景下环境监测课程的发展与实践，通过对现有问题的分析和对未来趋势的展望，将国家《新污染物治理行动方案》对科技及人才的方案内容融入到环境监测课程的教学中，以期为培养更具实战能力的生态环境类专业人才提供有益的启示。

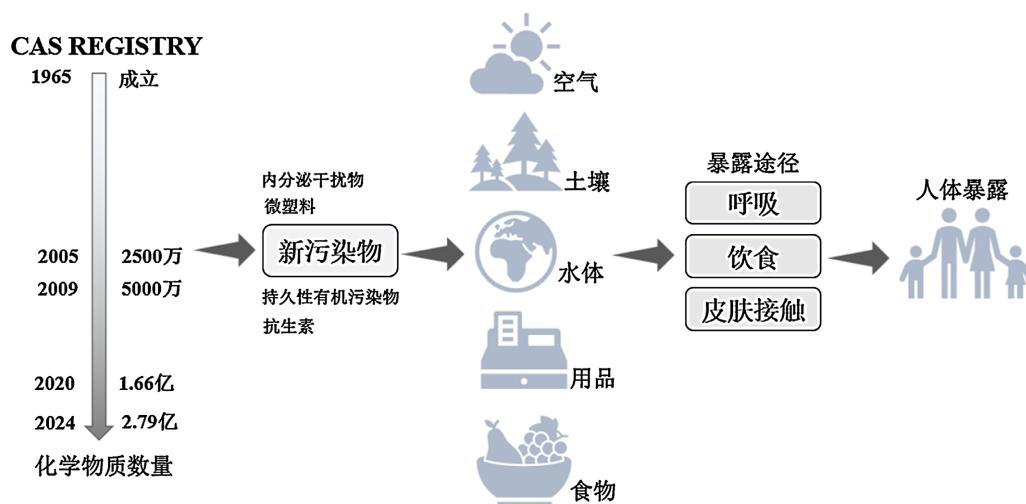
## 2. 新污染物治理中环境监测工作的复杂性

新污染物治理工作中环境监测的复杂性主要体现在污染物的多样性、赋存介质的多样性以及污染源的多样性。

### 2.1. 污染物的多样性

人类活动已产生数目庞大的化学物质，且还在以更快的速度产生更多。据世界上化学物质记载最全

的美国化学文摘服务社登记库记载, 2005 年化学物质登记数量是 2500 万种, 四年后的 2009 年化学物质数量已翻倍至 5000 万。2020 年, 化学物质记载数量已到 1.66 亿, 再经过 4 年到 2024 年这一数据已增至 2.79 亿, 化学物质数量极大且增长越来越快(图 1)。然而, 这些种类繁多的化学物质在环境及生物介质中进一步产生转化产物而变得更为复杂[8]。生态环境部于 2023 年发布了重点管控新污染物清单, 包括: 全氟辛基磺酸及其盐类和全氟辛基磺酰氟、全氟辛酸及其盐类和相关化合物、十溴二苯醚、短链氯化石蜡、六氯丁二烯、五氯苯酚及其盐类和酯类、三氯杀螨醇、全氟己基磺酸及其盐类和其相关化合物、得克隆及其顺式异构体和反式异构体、二氯甲烷、三氯甲烷、壬基酚、抗生素及已淘汰的十类化学物质[9]。管控清单上的污染物均具有生物毒性、环境持久性、生物累积性等特征, 对生态环境或人体健康存在较大风险。这些新污染物涉及的行业众多, 产业链长, 而其替代产品或技术尚未上市。



**Figure 1.** A wide variety of new pollutants cause human exposure through environmental media  
**图 1.** 种类繁多的新污染物通过环境介质产生人体暴露

## 2.2. 污染物赋存介质的多样性

污染物由于其溶解性、挥发性、吸附性等会广泛存在于多种介质中。比如: 污染物会从污染源进入空气、土壤、水体, 而这些环境介质中的污染物又会通过吸收、食物链等作用进入生物体, 并在生物体内富集转化。污染物赋存介质的多样性及其在不同介质中进行迁移和转化, 转化过程可形成新的污染物或改变其毒性和持久性, 增加了环境数据监测的复杂性和不确定性, 这种迁移和转化对监测技术和方法也提出了更高的要求。例如: 大气、水、土壤中的污染物的监测布点不同, 监测设备不尽相同, 需采用不同的采样器, 对采集样品进行不同的前处理进行不同的仪器分析得到相应的数据。

## 2.3. 污染源的多样性

污染物会从人类工业生产、农业生产以及生活排废等方式进入环境中。而每种方式的污染源多, 分布地域广, 每种污染源排放的污染物成分、浓度和形式各异。例如: 工业排放可能包含多种有害化学物质, 交通排放则主要是尾气中的颗粒物和氮氧化物, 而农业活动中存在大量农残。同时, 污染源的多样性也导致监测的地理范围覆盖广泛, 增加了监测工作的复杂性和难度。

## 3. 新污染物治理背景下的环境监测课程教学面临的挑战

新污染物治理背景下环境监测工作的复杂性使得环境监测课程教学面临着新的挑战。《新污染物治

理行动方案》对环境监测技术及人才的需求主要体现在对环境及生物介质中新污染物的筛查上，根据笔者近三年的环境监测课程教学实践，目前环境监测课程教学在培养新污染物治理所需的污染物识别与污染源识别的科技人才方面仍面临较大挑战。

### 3.1. 污染物识别的挑战

新污染物治理中对污染物识别的显著特点是污染物的种类多、赋存介质多。环境监测课程中对水体、空气、固体废物、土壤等环境介质的取样与样品处理方法当前仍能服务新污染物治理中的筛查任务，而基于分光光度法、容量法等传统定量检测方法远远不能应对新污染物种类多、介质多所带来的污染物识别挑战。传统光度法、容量法主要针对《地表水环境质量标准》以及《环境空气质量标准》中的传统环境指标进行检测。而针对新污染物识别任务，环境监测课程教学所涉及的人才及技术培育仍面临融入新技术原理的挑战，以实现对种类繁多的污染物进行高效分离分析。

### 3.2. 污染源识别的挑战

污染物种类、赋存介质以及污染源的多样性导致复合污染的污染源识别尤为困难。单一污染物可能来自于多种污染源，单一污染源可能产生多种污染物。新污染物治理中对于污染源的识别急需根据污染物特征快速识别污染源，以辅助相关的环境管理措施。笔者近三年的环境监测课程教学实践中，对多种环境监测教材的查阅表明，现有教材内容仍缺乏对污染源快速识别技术(如：污染物指纹图谱、大数据分析等)的覆盖。环境监测课程对传统污染物指标的监测方法已面临新污染物的污染源快速识别的挑战。

## 4. 新污染物治理背景下的环境监测课程教学的发展探索

环境监测是环境类专业的必修课程，当前的环境监测课程课件内容多以教材内容为主，涉及到其它学科的内容较少，且采用的教材均是多年前的版本，内容缺乏更新。因此，当前环境监测课程教学导致环境监测专业人才的培养质量仍需提高，需适应当下新污染物治理背景下复杂的环境监测工作需求。《新污染物治理行动方案》明确提出加强相关专业人才队伍建设及专业培训，完善新污染物环境监测技术体系(图2)。考虑到这些需求，环境监测课程需在新污染物治理背景下更新教学内容，培养学生的创新思维能力、实践能力和综合利用各学科知识解决环境监测过程中复杂问题的能力。笔者根据自身教学实践以及在污染物监测领域的研究经验总结出在新污染物治理背景下环境监测课程的如下发展建议。

### 4.1. 多学科融合

含新污染物的工厂、产品等繁多，新污染物除自身造成的污染外，其在生产、使用、存储和运输等过程中往往会在介质中发生迁移，同时伴随着复杂的化学组分变化和一系列生态效应，形成新的环境污染。因此，仅仅依赖单一学科的知识难以全面理解和解决新污染物的污染问题。环境监测课程需在课本内容的基础上，更新同步环境监测领域的新内容，在教学过程中教师引入化学、生物、仪器分析等多学科的相关环境监测的内容。例如：生物学中的生物监测方法使用生物体来监测环境中特定污染物的含量和分布，可通过采集水体中的鱼类或植物类样本，分析其体内代谢物种类及含量，根据得到的代谢物中的有害物质种类及含量评估相应水体的污染程度，且根据污染程度设置监测布点及初步治理方案。同时结合在环境分析监测领域应用快速发展的传感器技术、大数据分析、遥感技术等先进技术方法。因此，环境监测课程需以新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的二十大精神，深入贯彻国家生态文明思想；在课程中展示各学科知识在环境监测中的综合应用，培养高素质环境监测领域人才，促进以更高标准打好蓝天、碧水、净土保卫战。



**Figure 2.** Development of environmental monitoring course teaching under the background of new pollutant control  
**图 2.** 新污染物治理背景下的环境监测课程教学发展

#### 4.2. 实践导向

在新污染物治理的背景下，环境监测工作的难度和复杂性要求学生具备独立分析和解决问题的能力。在课程教学中，教师应指导学生自主学习，实地考察与调研等，让学生具备独立思考和动手的能力。例如：指导学生深入自主学习有毒有害化学物质环境风险管理条例，根据现行的化学物质环境风险评估与管控技术标准体系等分析新污染物对生态环境、社会经济等的影响。教学过程中，可引导学生在校内的各实验室开展化学物质基本信息调查，与《新污染物治理行动方案》中完成的首轮化学物质基本信息调查结果相比较，结合首批环境风险评估化学物质调查信息建立校内化学物质环境信息调查制度，并提出学校区域内所存在的新污染物的污染的治理方案。让学生参观真实环境监测站点，如：参观区生态环境监测站或环境监测企业，让学生充分了解环境监测所需采用的仪器、设备、户外监测装置分布规律、监测元素等。学生参观监测站之后，了解了监测位点的选择、监测仪器的使用和维护等实际操作，在有条件的情况下指导学生在实验室搭建简易监测站。学生在自主学习和实践的过程中锻炼其独立思考和动手能力，有助于其在环境监测领域综合能力的培养。

#### 4.3. 信息技术的应用

新污染物的治理需要处理更加庞大和复杂的数据集，而基于色谱质谱的指纹图谱技术、大数据分析、远程监测与遥感、人工智能等技术的应用成为环境监测不可或缺的一部分。在课程教学中，可以介绍远程监测与遥感中涉及的传感器、卫星遥感、空中无人机等先进技术，使学生了解如何利用这些技术获取环境监测数据，引导学生根据这些先进技术可能获得的环境监测数据建立生态环境监测网络。例如：遥感监测水环境是利用地表水或海水中存在的污染物影响和改变水面的反向散射特性。传感器接收经水面反射的波长能量光谱信号，特定波长的能量可以表示水中污染物的存在和浓度。因此，水环境遥感监测的基础是通过遥感系统测量并分析由水体吸收和散射太阳辐射而形成的光谱(包括可见光与近红外光)，而监测不同水质参数的最佳波段，取决于被测物质和传感器的特性。色谱质谱技术在新污染物的分离分析与快速识别方面具有卓越的功能，环境监测课程中融入针对污染物与污染源快速识别的指纹图谱数据

处理技术对新污染物的筛查尤为重要。因此，不论何种监测手段均可能采集到大量的数据，而大数据分析是处理大规模数据的有效工具，其分析数据方式多种，让学生了解如何选择分析工具处理和分析庞大的监测数据并从处理的数据中了解环境监测结果。

## 5. 结论

环境监测课程在新污染物治理背景下的发展与实践需要不断创新和调整，以适应环境保护领域的发展趋势和需求。本文从多学科融合、实践导向、信息技术应用等方面，比较深入地探讨了环境监测课程的发展趋势和实践经验。

环境监测课程需要更加强调不同学科领域的融合，培养学生的跨学科思维和实际应用能力。通过实践导向，让学生能够在真实环境中理解和应用监测知识，提高问题解决和决策能力。

未来的发展中，环境监测课程还需要关注新技术的整合与创新，将环境问题置身于全球化的背景下，引入国际合作案例和最新的国际环境监测标准，引导学生在环境监测领域不断学习，持续跟进行业的发展，并培养学生的综合素质，为应对新污染物治理的挑战提供有力的技术及人才支持。

## 基金项目

湖北大学研究生教育教学改革研究项目“翻转课堂在拔尖生态学创新人才培养模式中的应用及案例库建设”(2019-yjs009400-014536)。

## 参考文献

- [1] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于印发新污染物治理行动方案的通知. 国办发[2022]15号[Z/OL]. [https://www.gov.cn/zhengce/content/2022-05/24/content\\_5692059.htm](https://www.gov.cn/zhengce/content/2022-05/24/content_5692059.htm), 2022-05-04.
- [2] 阚西平, 隋倩, 俞霞, 王斌, 孙淑英, 余刚. 我国省级行政区新污染物治理工作方案分析及需求展望[J]. 环境科学研究, 2023, 36(10): 1845-1856.
- [3] 武会会, 只艳, 肖庆聪, 徐伟攀, 张衍燊, 於方. 我国新污染物治理科技需求分析[J]. 中国环境科学, 2024, 44(9): 5202-5208.
- [4] 教育部高等学校教学指导委员会. 普通高等学校本科专业类教学质量国家标准[M]. 北京: 高等教育出版社, 2018.
- [5] 罗婷, 马玉荣. 环境监测与仪器分析课程思政教学模式探究[J]. 教育信息化论坛, 2011(12): 108-110.
- [6] 孙静, 印红玲, 肖斐芮, 等. 环境监测课程体系的混合式教学模式探索[J]. 大学教育, 2022(11): 31-34.
- [7] 丁怡. 环境监测课程的教学改革探讨[J]. 环境卫生工程, 2019, 5(1): 77-78.
- [8] 谈晓梅, 张雨薇, 焦昭钰, 于南洋, 韦斯. 基于分子网络技术识别新污染物及其转化产物的研究进展[J]. 色谱, 2025, 43(1): 33-42.
- [9] 生态环境部, 等. 重点管控新污染物清单(2023年版) [Z/OL]. [https://www.gov.cn/zhengce/2022-12/30/content\\_5734728.htm](https://www.gov.cn/zhengce/2022-12/30/content_5734728.htm), 2022-12-29.