NASS
NAN YANG ACADEMY OF SCIENCES
Tel:+65 65881289
E-mail:contact@nassg.org
Add:12 Eu Tong Sen Street #07-169 Singapore 059819

生态与环境科学 Ecology and Environmental Science
Volume 6 · Issue 1 · January 2025 ISSN 2737-5072(Print) 2737-5080(Online)

NASS
NAN YANG ACADEMY OF SCIENCES

01
2025

生态与环境科学

Ecology and Environmental Science

Volume 6·Issue 1·January 2025 ISSN2737-5072(Print) 2737-5080(Online)

Google Scholar
Crossref
CNKI中国知网 www.cnki.net

ISSN 2737-5072
01
9 772737 507251

中文刊名：生态与环境科学
ISSN：2737-5072 （纸质）2737-5080 （网络）
出版语言：华文
期刊网址：http://journals.nassg.org/index.php/ees-cn
出版社名称：新加坡南洋科学院

Serial Title: Ecology and Environmental Science
ISSN: 2737-5072 (Print) 2737-5080 (Online)
Language: Chinese
URL: http://journals.nassg.org/index.php/ees-cn
Publisher: Nan Yang Academy of Sciences Pte. Ltd.

Database Inclusion

Google Scholar

Crossref

China National Knowledge Infrastructure

版权声明/Copyright

南洋科学院出版的电子版和纸质版等文章和其他辅助材料，除另作说明外，作者有权依据Creative Commons国际署名－非商业使用4.0版权对于引用、评价及其他方面的要求，对文章进行公开使用、改编和处理。读者在分享及采用本刊文章时，必须注明原文作者及出处，并标注对本刊文章所进行的修改。关于本刊文章版权的最终解释权归南洋科学院所有。

All articles and any accompanying materials published by NASS Publishing on any media (e.g. online, print etc.), unless otherwise indicated, are licensed by the respective author(s) for public use, adaptation and distribution but subjected to appropriate citation, crediting of the original source and other requirements in accordance with the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) license. In terms of sharing and using the article(s) of this journal, user(s) must mark the author(s) information and attribution, as well as modification of the article(s). NASS Publishing reserves the final interpretation of the copyright of the article(s) in this journal.

Nanyang Academy of Sciences Pte. Ltd.
12 Eu Tong Sen Street #07-169 Singapore 059819
Email: info@nassg.org
Tel: +65-65881289
Website: http://www.nassg.org

NASS
NAN YANG ACADEMY OF SCIENCES

《生态与环境科学》征稿函

期刊概况：

中文刊名：生态与环境科学

ISSN：2737-5072 (Print) 2737-5080 (Online)

出版语言：华文刊

期刊网址：http://journals.nassg.org/index.php/ees-cn

出版社名称：新加坡南洋科学院

出版格式要求：

- **稿件格式：**Microsoft Word
- **稿件长度：**字符数（计空格）4500以上；图表核算200字符
- **测量单位：**国际单位
- **论文出版格式：**Adobe PDF
- **参考文献：**温哥华体例

出刊及存档：

- 电子版出刊（公司期刊网页上）
- 纸质版出刊
- 出版社进行期刊存档
- 新加坡图书馆存档
- 中国知网（CNKI）、谷歌学术（Google Scholar）等数据库收录
- 文章能够在数据库进行网上检索

作者权益：

- 期刊为 OA 期刊，但作者拥有文章的版权；
- 所发表文章能够被分享、再次使用并免费归档；
- 以开放获取为指导方针，期刊将成为极具影响力的国际期刊；
- 为作者提供即时审稿服务，即在确保文字质量最优的前提下，在最短时间内完成审稿流程。

评审过程：

编辑部和主编根据期刊的收录范围，组织编委团队中同领域的专家评审员对文章进行评审，并选取专业的高质量稿件进行编辑、校对、排版、刊登，提供高效、快捷、专业的出版平台。

生态与环境科学

Ecology and Environmental Science

主　编

匡廷云

Tingyun Kuang

编　委

李荣华　Ronghua Li

陈浩东　Haodong Chen

唐晓彬　Xiaobin Tang

1 试析污染源自动监控在环境执法中的应用
/ 吕娜 李金
5 等离子体技术在环境污染治理中的应用方法研究
/ 高永红
8 安康市瀛湖水质监测研究与分析
/ 张丽琼 刘医栋 张会兴 李超 屈磊
14 探讨污染影响型土壤的环境影响评价措施
/ 籍伟姣
17 环境应急监测中的污水样品采集与保存策略剖析
/ 罗颖
20 工业废水治理技术——生态环境工程工业废水治理技术创新及实践理论
/ 刘镜波
23 环境影响评价中的生态保护策略分析
/ 汪翠英
26 环境工程下城市污水治理问题及处理对策思考
/ 蔡强真
29 人工智能技术在环境监测中的应用价值与策略研究
/ 胡鑫华
32 探讨工业园区 VOCs 污染综合治理技术
/ 徐丽华 晋远 舒博
35 地下水氨氮污染物治理修复技术的应用思考
/ 张舟
38 试析工业企业有机废气治理方法
/ 李令
41 绿色食品生产基地环境质量检测与评价
/ 王露洁
44 环境监测与环境影响评价的关系探微
/ 高晓静 孙英杰 孙希宁
47 试析建设用地土壤污染状况调查工作策略
/ 杜鑫
50 地下水环境监测技术的应用及质量控制要点思考
/ 吕琴 查利保 曾佳
53 安徽湿地公园建设和发展方向探究
/ 蔡懿苒
56 污染物排放控制与生态环境治理的协同机制研究
/ 陈丽媛
59 双碳政策对工业生态环境影响的实证研究
/ 杨阳
62 膜技术在水处理中的应用与发展
/ 吴超君
65 生态环境治理背景下大气污染防治管理途径探索
/ 晋远 舒博 徐丽华
68 国内外湖泊富营养化治理技术进展与对比分析
/ 孙英杰
71 刍议声环境监测工作的质控措施
/ 师秀玲
74 危险废物处理项目环境影响评价措施思考
/ 刘志祥 苏莉竣
77 环境污水处理中微生物的运用对策思考
/ 张军峰
80 优化海水淡化系统运行方式减弱反渗透膜浓差极化探索
/ 杨平 李静林 虞泽锋 郭铁军 廖靖
83 水资源保护与环评在工业园区规划中的协同作用
/ 杨春祥
86 试析大气治理中挥发性有机物排放控制措施
/ 尹凤超
89 流域突发水污染事件应急能力体系建设措施思考
/ 陈晗 李金 余安满 李佳

1 Analysis on the Application of Pollution Source Automatic Monitoring in Environmental Law Enforcement
/ Na Lv Jin Li

5 Study on the application of plasma technology in the treatment of environmental pollution
/ Yonghong Gao

8 Study and analysis on water quality monitoring of Yinghu Lake in Ankang City
/ Liqiong Zhang Yidong Liu Huixing Zhang Chao Li Lei Qu

14 To explore the environmental impact assessment measures of pollution-affected soil
/ Weijiao Ji

17 Analysis of sewage sample collection and preservation strategy in environmental emergency monitoring
/ Ying Luo

20 Industrial Wastewater Treatment Technology—Ecological Environment Engineering Innovation and Practical Theory of Industrial Wastewater Treatment Technology
/ Jingbo Liu

23 Analysis of ecological protection strategy in environmental impact assessment
/ Cuiying Wang

26 Thoughts on urban sewage treatment problems and treatment countermeasures under environmental engineering
/ Qiangzhen Cai

29 Research on the application value and strategy of artificial intelligence technology in environmental monitoring
/ Xinhua Hu

32 Discuss VOCs comprehensive pollution comprehensive treatment technology in industrial parks
/ Lihua Xu Yuan Jin Bo Shu

35 Thoughts on the application of the treatment and restoration technology of ammonia nitrogen pollutants in groundwater
/ Zhou Zhang

38 Trial analysis of the organic waste gas treatment method in industrial enterprises
/ Ling Li

41 Environmental quality inspection and evaluation of green food production base
/ Lujie Wang

44 The relationship between environmental monitoring and environmental impact assessment
/ Xiaojing Gao Yingjie Sun Xining Sun

47 Investigation strategy of soil pollution in construction land
/ Xin Du

50 Thinking on the application of groundwater environment monitoring technology and the quality control points
/ Qin Lv Libao Cha Jia Zeng

53 Exploration into the Construction and Development Direction of Anhui Wetland Park
/ Yiran Cai

56 Study on the synergistic mechanism of pollutant emission control and ecological environment management
/ Liyuan Chen

59 Empirical study of the impact of two-carbon policy on industrial ecological environment
/ Yang Yang

62 Application and development of Membrane technology in water treatment
/ Chaojun Wu

65 Exploration of the management ways of air pollution prevention and control under the background of ecological environment governance
/ Yuan Jin Bo Shu Lihua Xu

68 Progress and comparative analysis of lake eutrophication management technology at home and abroad
/ Yingjie Sun

71 To discuss the quality control measures of acoustic environmental monitoring work
/ Xiuling Shi

74 Thinking on environmental impact assessment measures of hazardous waste treatment project
/ Zhixiang Liu Lijun Su

77 Thinking on the application of microorganisms in environmental sewage treatment
/ Junfeng Zhang

80 Optimizing the operation mode of seawater desalination system to reduce the concentration polarization of reverse osmosis membrane
/ Ping Yang Jinglin Li Zefeng Yu Tiejun Guo Jing Liao

83 The synergistic effect of water resources protection and environmental impact assessment in industrial park planning
/ Chunxiang Yang

86 The emission control measures of volatile organic compounds in atmospheric control
/ Fengchao Yin

89 Thoughts on the Construction Measures of Emergency Capability System for Sudden Water Pollution Incidents in River Basins
/ Han Chen Jin Li Anman Yu Jia Li

Analysis on the Application of Pollution Source Automatic Monitoring in Environmental Law Enforcement

Na Lv Jin Li

Yunnan Academy of Ecological and Environmental Sciences, Environmental Risk Prevention and Emergency Technology Research Center, Kunming, Yunnan, 650000, China

Abstract

Environmental pollution control has been a hot spot and key work in our country. By introducing the pollution source automatic monitoring system, we can realize real-time and dynamic visual monitoring, and provide important basis for each work. In particular, in environmental law enforcement, comprehensive application of online monitoring data of pollution sources, understanding of the current situation, and strengthening law enforcement can effectively prevent environmental pollution. Ensure that enterprises actively assume responsibility and strengthen environmental protection and pollution control efforts. In view of this, the research work of this paper is carried out, the related basic concepts are briefly summarized, the application problems of pollution source automatic monitoring are analyzed, and the concrete application of pollution source automatic monitoring in environmental law enforcement is explored. And put forward several effective safeguard measures for the reference of relevant personnel.

Keywords

pollution source; automatic monitoring; environmental law enforcement

试析污染源自动监控在环境执法中的应用

吕娜 李金

云南省生态环境科学研究院环境风险防控与应急技术研究中心，中国 · 云南 昆明 650000

摘 要

环境污染治理一直以来是我国的社会热点和重点工作，通过引入污染源自动监测系统，可以实现实时动态的可视化监测，为各项工作提供重要依据。尤其是在环境执法工作中，综合应用污染源在线监测数据，了解现状，加大执法力度，可以有效预防环境污染，确保企业积极承担责任，加大环境保护与污染治理的力度。鉴于此，开展本文的研究工作，简单概述相关的基本概念，分析污染源自动监控应用问题，探究其在环境执法中的具体应用，并提出几点有效的保障措施，以供相关人员参考。

关键词

污染源；自动监控；环境执法

1 引言

开展环境监测工作，检测环境质量，监督污染源，调查环境情况进行科学评价，能够有效控制环境污染，做好环境保护工作。因此，在环境保护管理中，将各种先进技术应用于其中，实现环境执法工作手段的创新，尤其是污染源自动监控技术的应用。采集在线数据，收集整理，做好分析。有效预警一些异常情况，加大执法力度，形成一定的警示和约束。在环境执法工作的支持下，确保相关主体积极承担责任，配合环境执法部门，加强整改，做好环境治理与保护工作。

【作者简介】吕娜（1988–），女，中国云南楚雄人，本科，工程师，从事污染源自动监控和环境风险防控研究。

2 污染源自动监控的概述

2.1 基本概念

自动监测及自动监控系统：该系统指的是由计算机控制的仪器设备取代人工操作开展污染源定点的实时连续采样监测活动[1]。要做好具体采样、预处理、检测、传输等一系列工作。针对自动监控系统，相关章程也明确了其构成：污染源自动监控系统是由监控中心和自动监控设备两部分组成的。

自动监控设施：污染源自动监控系统是安装在固定污染物来源场地上，用于监测污染物排放情况的一系列设备，包括数据传感器、数据采集传输仪表、污染治理设施运行记录仪等各种设备，组成污染源自动监控系统。

2.2 系统结构

污染源自动监测系统包括现场仪表、现场通信网络、

数据采集传输服务器和无线传输终端等各部分组成。可以完成数据的采集、处理、分析、传输、存储等一系列工作。将实时采集到的数据传输至环保局中心站。该站点会通过网络传输层和现场层实现相互通信，下达相关指令，开展集中远程监控工作。客户端软件能够开展企业污染排放的全面监测工作，将现场的实时画面传送到环保局，实现污染源的可视化管理，从屏幕上各个企业的图标样式或者颜色便可以了解设备的运行情况 [2]。将污染物的排放浓度、流量、排放量等信息整合在一起，综合分析开展评价工作，做好企业污染排放审查，及时发现异常情况。该系统包含强大的报警与预警功能，可以通过多种形式进行报警，提高重视。

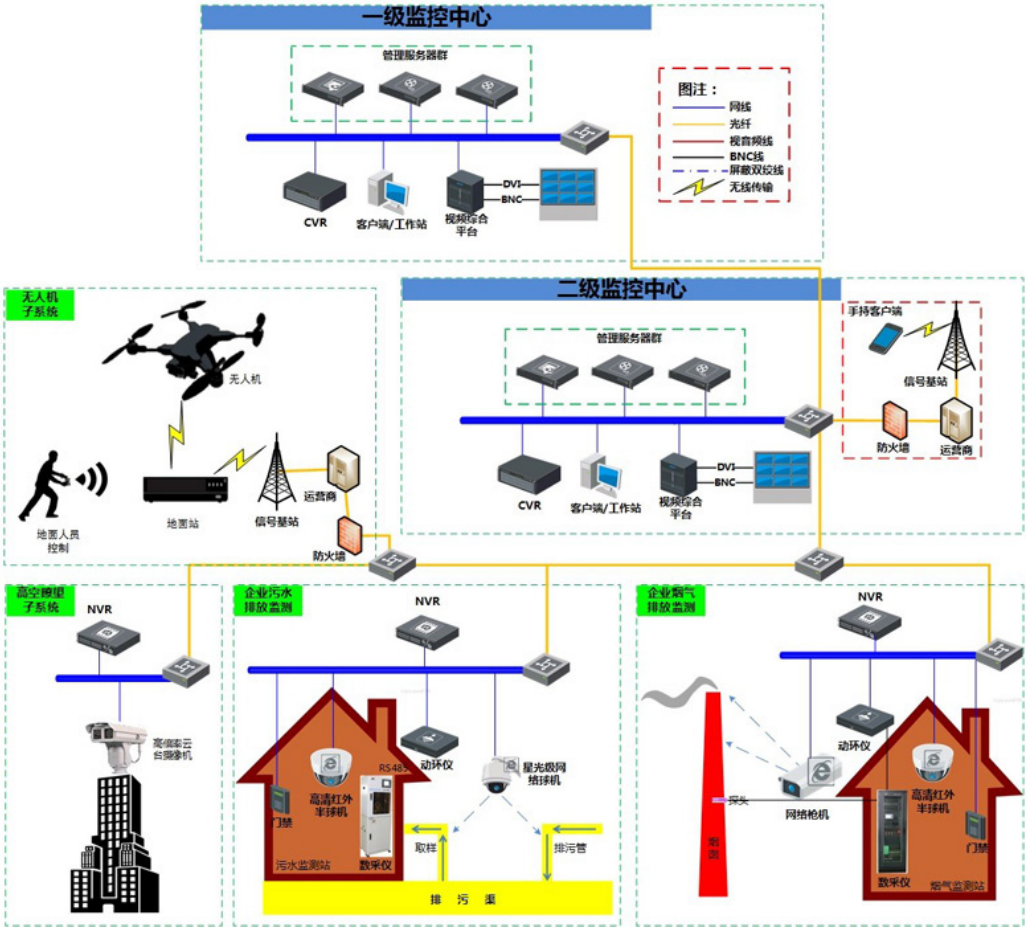

图 1 污染源在线监测系统的构成

3 污染源自动监控应用中的问题

3.1 监管力度不足

企业开展污染源自动监控主要包括两种模式：企业自主管理和第三方运维。这两种模式在应用过程中都存在一些问题。企业自主管理监测设备不需要支付代运维费用，但由于一些企业的管理层重视程度不足，对自动设备的投入不到位，因此后续的管理维护建设力度不足。现场运行维护的台账记录不规范不完善，档案流程也不符合相关要求，这些问题的存在都有可能影响到污染源自动监控系统的有效运行，无法为环境执法提供重要依据 [3]。第三方运行维护模式中，能够提升设备运行的可靠性，但企业容易忽视主体责任，缺乏对第三方运行维护的监督与严格要求，因此也存在监管力度不足，运行不规范的问题。

3.2 缺乏专业人才支持

组织架构设置不合理，缺乏专业人才的引进和现有人员的培养。一些工作人员并未接受过系统化的培训，只按照以往的工作经验和基本认知进行操作，导致污染源自动监控的应用效果不佳，采集的数据缺乏科学性和合理性。一些人员缺乏职业道德的培养和基本认知，为了个人利益违背职业素养，导致污染源自动监控工作埋下一定的隐患，可能会造成无法挽回的后果。

3.3 检测机制不健全

在污染源自动监控工作中，涉及不同的环境和情况，各地方制定的标准依据也有一定的差异，难以实现统一管理。在这一情况下会影响到检测工作的有效落实。参考的标准不一选择的检测方法，编制的检测计划也有一定的差异性。与此同时也缺乏相关工作机制的建设，对检测流程规范

不合理，使用的标准参差不齐，最终影响到检测工作的顺利开展，获取的结果也缺乏针对性和合理性，无法为污染源自动监测提供依据。

3.4 社会化运营不规范

一些企业会通过第三方机构选择监测服务，主要是为了降低整体成本，满足环保部门的各项要求。然而第三方市场环境监管不严，相关建设标准不够完善，因此在市场环境中存在一些不良手段。一些第三方机构的资质不足，缺乏专业设备和人才的支持。但为了谋求经济利益，一些不良企业会采用违规违法行为，协助排污单位造假，严重威胁到环境的安全和第三方市场环境的相关秩序。

4 污染源自动监控在环境执法中的应用

4.1 污染源自动监控的管理模式

将污染源自动监控应用于环境执法工作中，主要监控污染源排放是否超标超总量，获得相关数据作为执法的有效证据。

监控重点排污单位的污染设施运行情况。在自动监控技术的支持下获得在线数据，可以直接判定和间接反映企业污染设施运行的情况，确定违法事实，为执法工作提供证据。直接判定的依据有运行状态的关键参数、设备的开关量、生活垃圾焚烧炉炉膛温度等。间接反映违法事实的情形有减排工艺运行状态的辅助参数、关联数据以及企业自动监控数据所反映的污染防治设施的运行情况 [4]。例如，运用烟气监测系统监控烟气产生排放的情况，分析评估企业的生产情况和排污标准。

监控重点排污单位的生产状态。在污染源在线监控的支持下自动监控企业是否落实相关的应急措施，是否执行责令限制生产整改等的相关决定。获得企业相关的生产数据，为执法部门提供依据。

图 2 烟气污染源自动监测的构成

4.2 现场检查要点

将污染源自动监测技术应用于环境执法现场检查工作中，需要把握各项要点，明确具体应用。检查相关设备是否规范，是否能够正常地采集测量输出数据，确保各项参数设置准确。在具体的工作中，主要包括企业端监控点位的检查采样系统及预处理系统的检查、测量分析仪系统的检查。

监测点位位于排污设施的唯一排放口。检查是否存在可绕过监测点位的旁路，确定监控点位的唯一性。排查是否有私设的排污口暗管等情况。做好采样系统及预处理系统的检查，合理设置采样点位，明确各种注意事项。例如废水的采样点位处是否加入了药剂干扰，废气采样处是否存在直接通入假样品的情况。加强测量分析仪性和检查，分析通入样品是否能够得到误差合理的数据。在检查工作中直接通入标气、全程通标器等的方式，验证仪器的准确性 [5]。检查分析系统是否存在主动造假的情况，相关参数设置是否合理。

做好检查工作，确保各项仪器设备检测方法，相关参数等符合要求，能够正常使用。开展污染源自动在线监测工作，获得具有代表性的数据信息。

4.3 建设完善数据库

环境监测工作中会产生大量的数据信息，通过构建完善的数据库，整合管理这些数据，做好分类处理。可以了解环境现状，为执法工作提供重要依据。因此，污染源自动监控应用中，也需要大数据、云计算等技术的结合应用，构建完善的数据库。污染源自动监控获取信息后上传至处理中心，做好数据的处理分析，实现资源的合理利用。与其他技术结合，构建完善的自动化监测系统，发挥技术优势。当监测到环境发生较大变化后，根据污染源进行自动定位，计算出污染的相关数据，提醒相关人员进行管理和预防 [6]。

4.4 加强各级部门的联动

开展环境管理，加强环境。执法可以采用动静结合的方式，指的是静止的监控设备与流动执法点的结合。在监测区域布设合适点位，发挥污染源自动监控的优势，获取相关数据。与此同时，还要开展流动的人力检测和执法站点，可以避免一些监控盲区无人监测的局面。与此同时，还要加强上下结合，部门联动。各级环境监察部门积极行动，建立起一套省、市、县三级联动监控管理系统。在该系统支持下强化各部门的职能，形成一个立体交叉的、无盲点的监控系统，开展全方位的覆盖。在自动监控技术的支持下，做好污染源的实时监控工作，掌握数据的变化情况，有效应对各种突发状况，加大环境执法力度，也能为环境污染治理和防护提供一定保障。

4.5 数据的采集与分析

在污染源自动监控系统中融入 GIS 技术，传感器设备采集到相关数据后，上传至处理中心。可以借助 GIS 强大的地理信息分析功能，结合相关的环境数学模型开展数据查询、统计、分析、制图等一系列工作。便于执法人员开展污

染源分析区域环境评价等工作，做好评估。在软件平台的支持下，可以使用表格、图标等形式，展现各排污口设备的运行情况、排放物总量等基本数据，便于工作人员了解排污动态。能够形成更加专业的报告，用于审查评估，采取适当的措施，加大执法力度，严厉打击一些违法违规行为，督促企业积极承担自身的主体责任。

5 污染源自动监控在环境执法中应用的保障措施

5.1 规范自动监控系统的安装与运维

加强对其业务人员自动监控系统安装运维的监督管理工作，进一步规范，解决以往存在问题，可以保障系统能够稳定运行，为环境执法工作提供可靠的依据。其中最主要的是做好相关设备的采购安装、资源的投入和后期的运维。规范相关设备的市场，优化准入机制，选择合适设备，完善基础设施的建设。要考虑仪器设备达到使用期限的情况和相关辅助设施的配备，优化监控系统的安装联网与运行，开展全方位的自动监控工作，掌握区域环境质量变化[7]。如果是采用委托第三方运维管理也需要加强对第三方的管控工作，督促他们进一步完善自身的服务，做好对系统后期运维的监督管理。通过进一步规范该环节，可以发挥管理模式的优势，提高数据采集的质量，为环境执法的顺利开展提供一定保障。

5.2 做好人员培训工作

做好人员培训，提高工作人员的专业素养，可以有效应对各种情况确保污染源自动监控系统的稳定运行。首先对员工进行培训时，需要从技术培训和职业道德培训方面入手。要求他们掌握关于相关的技能水平，恪守职业道德，形成严谨的工作作风，可以减少在工作中的失误，确保自动监控设备的稳定运行。其次，组建一支高素质的队伍并开展考核工作，选拔优秀的人才。可以形成恰当的激励，提高员工的重视，持续发展，为企业的污染源自动监控提供人才支持，积极配合政府的相关工作，承担起自身的主体责任。

5.3 合理规划检测管理机制

专业人员深入研究关于环境的相关法律法规，结合地方情况制定完善的环境监测管理机制。做好详细的调查工作，了解区域内的环境情况，细分污染的分布区域，全面分析污染源。制定详细的检测计划，合理布控监管设备，形成完善系统，开展区域内全范围污染源的有效监督管理。要注重责任制的引进，将责任落实到具体的人身上，出现问题可及时追责，形成一定的管控和约束。

5.4 规范社会化运营秩序

社会化运营机构受排污单位委托承担，污染源自动监控的日常运维工作确保能够稳定运行，提高工作质量。在运维前，相关单位需要到所在地级市生态环境部门进行备案。要公开承诺不销售能够修改监测数据功能的相关设施，不协助排污单位造假。加强市场环境监管，规范运营秩序。并出台相关的政策制度，用于约束单位的各项行为。同时配备专业人员提高服务质量，配备专业的仪器设备，定期开展巡检、校验等一系列工作。建立起运行维护台账，做好各项记录，接受相关的审查，可以为污染源自动监控提供保障。

6 结语

综上所述，信息化技术水平的不断提升，推动着污染源自动监控的广泛应用。在环境执法工作中，需要重视发挥技术优势，采集动态数据信息，建立完善数据库，进一步综合分析，了解排污企业的实际情况，用于执法的重要依据。而为了有效解决以往工作中的各类问题，需要制定完善的监管措施，加强系统安装运维的监管工作，培训专业人员，规范社会化的市场秩序，并建立完善的管理机制。从多方面入手，形成一定的督促和保障。确保环境执法工作顺利开展，严厉打击违规违法的行为，保护环境。

参考文献

[1] 文孝兰. 污染源自动监控在环境执法中的应用探讨[J]. 皮革制作与环保科技,2022,3(1):81-83.

[2] 孙强. 污染源自动监控在环境执法中的应用探讨[J]. 电脑爱好者（校园版）,2020(3):375-376.

[3] 刘靖宇. 污染源自动监控在环境执法中的应用探讨[J]. 文渊（小学版）,2021(9):837-838.

[4] 张新锋. 污染源自动监控在环境执法中的应用探讨[J]. 空中美语,2021(10):4249-4250.

[5] 刘洋. 污染源在线监控系统在环保执法中的应用思考[J]. 户外装备,2021(6):324.

[6] 路俊启,刘国俊. 污染源自动监控系统在环境保护工作中的作用[J]. 探索科学,2021(6):317.

[7] 李丽. 污染源自动监控为环境管理工作助力[J]. 环境与发展,2019,31(5):228-229.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4499

Study on the application of plasma technology in the treatment of environmental pollution

Yonghong Gao

Inner Mongolia Hehe Eco-Environmental Technology Consulting Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China

Abstract

Plasma technology, as an advanced physical and chemical treatment means, has been widely used in environmental pollution control in recent years. The technology relies on the reaction of high-energy plasma with pollutants, which can effectively remove harmful substances in the environment such as water, gas and soil, and is an efficient, energy-saving and non-secondary pollution treatment method. Based on the principle of plasma, this paper discusses its application in air pollution control, water pollution control and soil remediation, and analyzes its technical characteristics, treatment efficiency, application challenges and optimization strategies. Through the comprehensive analysis of plasma pollution control technology, the advantages of its practical application and the future development direction are summarized to provide technical reference for environmental pollution control.

Keywords

plasma technology; Environmental pollution; Air treatment; Water treatment; Soil remediation

等离子体技术在环境污染治理中的应用方法研究

高永红

内蒙古和合生态环保技术咨询有限公司，中国 · 内蒙古 呼和浩特 010000

摘　要

等离子体技术作为一种先进的物理化学处理手段，近年来在环境污染治理中得到了广泛的应用。该技术依靠高能等离子体与污染物的反应，能够有效去除水、气、土壤等环境中的有害物质，是一种高效、节能、无二次污染的治理方法。本文主要从等离子体的原理出发，探讨其在空气污染治理、水污染治理以及土壤修复中的应用方法，分析其技术特点、处理效率以及应用中的挑战和优化策略。通过对等离子体污染治理技术的全面分析，总结其在实际应用中的优势和未来发展的方向，为环境污染治理提供技术参考。

关键词

等离子体技术；环境污染；空气治理；水处理；土壤修复

1 引言

等离子体技术作为物理化学手段的一种，凭借其在高效降解有机污染物、去除重金属离子以及分解挥发性有机物（VOCs）等方面的优越性，逐渐成为环境污染治理领域的重要手段之一。等离子体通过激发粒子、产生活性氧、自由基等高能活性成分，能够快速有效地与污染物发生反应，达到治理目的。与传统的物理、化学方法相比，等离子体技术具有快速反应、低能耗和对环境友好等特点。本文将从等离子体的基本原理及其在污染治理中的具体应用入手，系统探讨该技术在空气、水和土壤等方面的应用现状及发展前景[1]。

【作者简介】高永红（1987–），男，中国内蒙古乌兰察布人，本科，工程师，从事环境工程/环境影响评价研究。

2 等离子体在空气污染治理中的应用

2.1 等离子体技术的原理与空气治理机理

等离子体是一种处于气体状态的部分电离物质，包含自由电子、离子、原子和激发态的分子。在空气污染治理中，等离子体的作用主要体现在利用等离子体产生的高能电子和自由基与污染物进行化学反应，分解有害物质如氮氧化物（NOx）、硫氧化物（SOx）、挥发性有机化合物（VOCs）等。在等离子体反应器中，高压电场使空气分子电离，形成大量高能电子，这些电子与空气中的氧分子碰撞生成活性氧，进而氧化分解空气中的污染物。与传统的催化氧化技术相比，等离子体技术不需要高温高压，可以在常温下实现污染物的高效降解。

2.2 等离子体在工业废气治理中的应用

工业废气中含有大量的VOCs、NOx和SOx等有害物质，这些污染物是造成雾霾和酸雨的重要因素。等离子体技术在工业废气治理中表现出高效性和节能性的优点。通过等离子

体反应器处理工业废气，活性氧和自由基能够快速与 VOCs 反应，将其氧化为二氧化碳和水等无害物质。此外，等离子体还能够有效去除 NOx 和 SOx，减少酸雨的形成。在处理含有 1000 ppm VOCs 的废气时，等离子体反应器的去除效率可以达到 90% 以上，且能耗相对较低，这使得等离子体技术在工业废气治理中具有很高的应用价值。

2.3 等离子体空气治理中的技术优化与挑战

虽然等离子体技术在空气污染治理中具有显著的优势，但在实际应用中也面临一些挑战，如能耗问题、二次污染和设备维护等。等离子体反应器在工作过程中需要高压电源，这会带来一定的能耗，如何降低能耗是当前研究的重点之一。此外，等离子体处理 VOCs 时可能会生成少量的副产物，如臭氧（O3），需要进行进一步处理，以避免二次污染。为此，近年来的研究重点集中在反应器结构优化、能量利用率提高以及与其他治理技术结合方面，以进一步提高等离子体技术的应用效率和环境友好性 [2]。

3 等离子体在水污染治理中的应用

3.1 等离子体在工业废水处理中的应用

在工业废水处理中，等离子体技术被广泛应用于去除染料废水、重金属废水以及石油化工废水中的有害物质。染料废水中含有复杂的有机化合物，传统的处理方法难以有效去除，而等离子体技术能够利用高能自由基将染料分解，去除率可达到 95% 以上。对于含重金属的废水，等离子体通过还原作用将重金属离子沉淀，从而实现重金属的去除。研究数据表明，在处理含有 200 ppm 染料的废水时，等离子体技术的去除效率可以在短时间内达到 90% 以上，显示出其在废水处理中的高效性和可靠性。等离子体技术在废水处理中的应用不仅限于去除有机污染物和重金属，还可以用于消毒和灭菌。等离子体中产生的紫外线和活性氧具有较强的杀菌效果，能够有效灭活废水中的细菌和病毒。研究表明，在处理含有细菌的废水时，等离子体技术可以在几分钟内将水中的细菌数量减少 99% 以上 [3]。这一特性使得等离子体技术在医疗废水和生活污水的处理上具有广阔的应用前景。

3.2 等离子体水处理中的技术难点与改进措施

尽管等离子体在水污染治理中具有显著的优势，但在应用过程中也存在一些技术难题，例如能量利用率低和处理设备的复杂性等。等离子体产生需要高能量输入，而水的电离需要耗费大量的能量，如何提高能量的利用率是当前研究的关键问题之一。此外，等离子体水处理设备的维护和运行成本较高，这在一定程度上限制了其大规模应用。为了解决这些问题，近年来的研究集中在开发新型等离子体反应器和提高能量转化效率等方面，例如采用脉冲放电技术以降低能耗，以及结合其他水处理方法，以提高处理效率和经济性。在能量利用率方面，研究者们开发了不同类型的等离子体反应器，例如流动式反应器和多相反应器，以提高等离子体与污染物的接触效率，从而提高污染物的去除效果。此外，将等离子体技术与其他水处理技术结合，如与高级氧化技术（AOPs）结合，可以显著提高污染物的去除率并降低能耗。通过对等离子体反应器的不断优化和对放电方式的改进，等离子体水处理技术的经济性和实用性正在逐步提高。

4 等离子体在土壤修复中的应用与数字分析

4.1 等离子体土壤修复的基本原理与机制

等离子体在土壤修复中的应用主要依赖于其产生的高能电子、活性氧和自由基对土壤中的有害物质进行氧化分解。等离子体技术可以有效降解土壤中的有机污染物，如多环芳烃（PAHs）、多氯联苯（PCBs）等，利用等离子体中的活性成分，将这些复杂的有机污染物分解为简单的小分子，最终转化为无害物质。在修复过程中，等离子体能够迅速与土壤中的污染物发生反应，实验数据显示，等离子体修复技术在处理污染土壤时，其有机污染物去除率可达到 85% 以上，且反应时间较短。等离子体在土壤修复中的应用主要采用原位修复和异位修复两种方式。原位修复是指直接在污染现场进行处理，而异位修复则是将污染土壤挖掘出来后进行处理。原位修复的优势在于无需大量的土方工程，成本较低，适用于大面积污染场地的治理；而异位修复则适用于污染物浓度较高、需要精细处理的场合。

4.2 土壤中重金属污染的等离子体修复

除了有机污染物外，土壤中的重金属污染也是一项亟待解决的环境问题。等离子体技术在重金属污染的土壤修复中，通过还原反应将重金属离子转化为沉淀，降低其生物可利用性。研究表明，使用等离子体处理含有镉（Cd）和铅（Pb）污染的土壤，其重金属去除率分别达到了 70% 和 60% 以上。通过优化等离子体反应器的放电模式和反应条件，可以进一步提高重金属的去除效率，并降低处理过程中的能耗。在重金属修复过程中，等离子体的高能电子和自由基能够将土壤中的重金属离子还原为不溶于水的金属单质或低毒的金属化合物，从而降低重金属的迁移性和生物毒性。例如，研究显示，采用等离子体技术处理含铬（Cr）污染的土壤，铬的去除率可以达到 65% 以上，同时处理后的土壤毒性显著降低。通过合理控制等离子体的能量输入和反应时间，可以有效提高修复效果并减少能源消耗 [4]。

4.3 等离子体土壤修复中的数字化分析与应用实例

在等离子体土壤修复过程中，数字化分析手段的引入为评估和优化修复效果提供了重要支持。通过实时监测土壤中污染物的浓度变化，可以精确控制等离子体的反应条件，确保修复效果的稳定性。在一项修复面积为 500 平方米的污染土壤实验中，等离子体修复技术在 30 天内将土壤中污染物浓度降低了 80% 以上，这一数据表明，等离子体技术在土壤修复中的应用具有较高的效率和可靠性。数字化监测手段不仅可以实时跟踪污染物的去除进程，还可以为等离子体

修复技术的优化提供数据支持。例如，通过监测不同放电参数下的污染物去除速率，可以找出最优的反应条件，从而提高修复效率。此外，数字化分析还可以用于评估修复过程中可能产生的副产物及其环境影响，从而确保修复过程的安全性和环境友好性。

5 等离子体技术在环境治理中的综合应用与展望

5.1 等离子体与其他污染治理技术的协同应用

等离子体技术在实际应用中常与其他污染治理技术结合使用，以提高处理效率和降低能耗。例如，等离子体与催化氧化技术的结合，可以有效提高有机污染物的降解率，同时减少臭氧的生成。等离子体与催化氧化技术结合后，挥发性有机物的去除效率可以从单独使用等离子体的 85% 提高到 95% 以上。这种协同处理方式不仅提高了污染物的去除效率，还降低了处理过程中的能耗和二次污染的风险。等离子体技术还可以与生物修复技术结合使用，以实现污染物的完全降解。在一些难以完全氧化的有机污染物处理中，等离子体可以将污染物初步降解为较易生物降解的小分子化合物，然后通过生物修复技术将这些小分子进一步降解为无害物质。研究表明，等离子体 - 生物修复结合技术在处理含有多环芳烃（PAHs）的污染土壤时，去除效率显著高于单独使用等离子体或生物修复的处理效果。

5.2 等离子体技术在区域环境治理中的应用潜力

等离子体技术在区域环境治理中也具有广阔的应用前景，特别是在工业园区和城市污染较为集中的区域。通过设置等离子体治理装置，可以对区域内的空气和水体进行集中处理，提高整体环境质量。研究数据显示，在某工业园区的空气治理项目中，等离子体装置的应用使得空气中 NOx 浓度降低了 60%，VOCs 浓度降低了 70%。这一结果表明，等离子体技术在区域环境治理中的应用具有显著的效果，能够为城市和工业区域的环境改善提供有力支持。在城市废水处理方面，等离子体技术也展现出了巨大的应用潜力。通过在污水处理厂中设置等离子体处理装置，可以高效去除废水中的有机污染物和病原体，从而提高出水水质。数据显示，等离子体技术在城市污水处理中的应用可以将水中化学需氧量（COD）降低 80% 以上，同时有效去除细菌和病毒，保障城市水体的安全和健康。

5.3 等离子体技术的未来发展方向与挑战

尽管等离子体技术在环境治理中展现出了诸多优势，但在未来的应用中仍面临一些挑战，如设备的耐久性、能耗的进一步降低等。此外，等离子体装置的规模化应用还需要克服一些技术瓶颈，例如如何提高反应器的能量利用率、降低运行成本等 [5]。未来的研究应集中在新型反应器材料的开发、能量转化效率的提升以及与其他环保技术的结合等方面，以进一步扩大等离子体技术在环境治理中的应用范围和效果。在设备耐久性方面，等离子体反应器的电极材料和结构设计对设备的使用寿命有着重要影响。研究者们正在开发新型的耐腐蚀电极材料，以提高设备的稳定性和耐用性。此外，模块化的反应器设计可以使得设备维护更加方便，从而降低运行成本。在能耗方面，通过优化放电方式和开发高效的放电电源，有望进一步降低等离子体技术的能耗，使其更加经济和环保。

6 结语

等离子体技术作为一种高效、节能的环境污染治理手段，已在空气、水和土壤污染治理中展现出重要的应用潜力。通过对等离子体的基本原理及其在不同环境介质中的应用进行分析，可以看出该技术具有显著的污染物去除效果和广泛的应用前景。然而，在实际应用中，等离子体技术仍需克服能耗高、设备复杂等问题，以实现更为经济和可持续的环境治理。未来，随着技术的不断进步，等离子体在环境污染治理中的应用将更加普及，为改善环境质量、实现可持续发展提供有力的技术支持。

参考文献

[1] 郑璇丽,彭子良.等离子体技术在环境保护中的应用研究[J].环境科学研究,2024,37(5):87-92.

[2] 顾文煊,阮嘉诚.工业废气治理中的等离子体应用现状与展望[J].大气环境,2023,58(3):45-50.

[3] 陆怀志,魏雪屏.等离子体水处理技术的机理与应用[J].水处理技术,2024,49(1):112-118.

[4] 俞震南,潘志鸿.等离子体技术在土壤修复中的应用研究[J].土壤污染治理,2023,26(4):73-78.

[5] 孙婉琪,陈峻屹.等离子体与催化氧化技术的协同作用分析[J].环境化学,2024,42(2):99-105.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4500

Study and analysis on water quality monitoring of Yinghu Lake in Ankang City

Liqiong Zhang[1] Yidong Liu[1] Huixing Zhang[2] Chao Li[2] Lei Qu[2]

1. School of Modern Agriculture and Biotechnology, Ankang University, Ankang, Shaanxi, 725000, China
2. Shaanxi Huakang Inspection and Testing Co., Ltd., Ankang, Shaanxi, 725000, China

Abstract

[**Objective**] In order to ensure the healthy development of ecological environment in Yinghu reservoir area, scientific suggestions are put forward to solve the existing problems. [**Methods**] Two sampling sites including 1000 meters upstream of Ankang Hydropower Station dam and Shuizhen Qlibian (Yinghu Reservoir) were totally investigated. The water safety monitoring was conducted in Yinghu Reservoir area of Ankang from 2021 to 2022, and the test data were analyzed. The water quality of the reservoir area was analyzed and judged according to the surface water Environmental Quality Standard Ⅱ (GB3838-2002). According to the national Class II water quality standard, a total of 24 indicators were detected for each sample. [**Results**] The results showed that the water quality of YingLake was healthy and the contents of various harmful elements were low in 2021-2022. The water body showed eutrophication, and the average TP was 0.02 mg/L and the average TN was 1.31 mg/L in two years. [**Conclusion**] The overall water quality in Yinghu Reservoir area meets the national Class II surface water quality standards, and the water quality has been significantly improved compared with 2009. It is necessary to continue to adhere to the relevant policies of water protection and improvement in Yinghu Reservoir area to further improve the water quality in Yinghu Reservoir area.

Keywords

Yinghu Lake in Ankang City; water quality safety; water quality monitorin

安康市瀛湖水质监测研究与分析

张丽琼[1] 刘医栋[1] 张会兴[2] 李超[2] 屈磊[2]

1. 安康学院现代农业与生物科技学院，中国 · 陕西 安康 725000
2. 陕西华康检验检测有限责任公司，中国 · 陕西 安康 725000

摘 要

【目的】为保证瀛湖库区水域生态环境健康发展并针对现有问题提出科学性建议。**【方法】**试验选取安康市水电站大坝上游1000米处和流水镇七里碥（瀛湖库区）两个取样点，针对2021—2022年两年来安康市瀛湖风景区库区内水质安全进行监测，并对检测数据进行整理分析。对照国家现行的《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅱ类地表水对库区水质进行分析判断。根据国家Ⅱ类水质量标准，每个样本共检测24个指标。**【结果】**分析结果显示，2021—2022年度瀛湖水体水质健康，水体中各类有害元素含量低；水体自净能力下降；水体呈现富营养化状态，两年间TP平均值为0.02 mg/L、TN平均值为1.31 mg/L平均值。**【结论】**瀛湖库区整体水质符合国家Ⅱ类地表水水质标准，较2009年水质有了明显提升，应继续坚持瀛湖库区水体保护、改善相关政策，进一步提升瀛湖库区水质。

关键词

安康市瀛湖；水质安全；水质监测

1 引言

安康市瀛湖风景区地处安康市市区西南方向，瀛湖是“南水北调”中线工程丹江口水库的重要水源地，承担着“一江清水永续北上”的重要责任，也是秦岭以南水禽的重要栖息地，兼有发电、航运、蓄洪、渔业、旅游等多项功能。伴随着经济的高速发展，城镇化进程的加速和瀛湖风景区旅游业、渔业、航运业等发展，受当地生活习惯、农业生产等影响，瀛湖库区水质急速恶化，水体有向富营养化发展的趋势。瀛湖湿地生态环境质量直接关系着瀛湖旅游开发区的经济产值、瀛湖生态圈的和谐长期发展以及南水北调工程的用水安全。本次实验在安康瀛湖库区附近选取两个取样点——瀛湖水电站大坝上游 1000 m 处和流水镇七里碥(瀛湖库区)，对取样点水样进行为期两年的水质监测，整理分析监测数据，针对取样点水样水质数据进行分析总结 2021-2022 两年

【基金项目】安康市科技局科技计划社会发展科技攻关项目（项目编号：AK2022-SF-01）。

【作者简介】张丽琼（1979-），女，中国云南个旧人，博士，副教授，从事土壤物质循环研究。

间瀛湖水质变化，对可能出现的瀛湖水质安全问题进行针对性分析并提出改善意见，为保证瀛湖库区水域生态环境健康长期发展提供科学性建议。

2 材料和方法

2.1 采样时间及采样点

2021 年 1 月—2022 年 11 月，在瀛湖库区范围内共选择两个采样点——1#（安康水电站大坝上游 1000 m 处）和 2#（流水镇七里碥），共计进行 7 次采样。

2.2 试验地点

采集水样后在陕西华康检验检测有限责任公司进行检测。

2.3 样本处理

采样方法：采用浅水采样法，使用聚乙烯盛水瓶进行采集。具体操作为将提前洗净晾干的聚乙烯盛水平放入水面下 20-30 cm 处。

样本处理：针对水温、pH、溶解氧等便于测量的数据选择实地进行测量，其余数据保存好水样带回实验室进行测量。

水样保存方法：水样采取后应当采用黑色塑料纸包裹进行避光处理。若因故无法立即展开检测，应当将水样在 4 ℃冷藏环境下保存。浑浊水样应当沉淀处理 24 h 后才能开展试验，数据检测时应当施用上层清澈水样。

2.4 试验检测指标、方法及实验仪器

试验共计监测 24 项指标，检测指标及方法、所需仪器如下：

水温：采用温度计测定法 (GB 13195-91)，所需仪器：温度计。

pH 值：水质 pH 值的测定 电极法 HJ1147-2020，所需仪器：PHBJ-260 便携式 pH 计。

溶解氧：水质 溶解氧的测定 电化学探头法 HJ506-2009，所需仪器：PHBJ-608 便携式溶解氧测定仪。

高锰酸盐指数：高锰酸盐指数的测定（GB 11892-1989）。

化学需氧量：重铬酸盐法 (HJ 828-2017)，所需仪器：JR-9012COD 恒温加热器。

五日生化需氧量：稀释与接种法 (HJ 505-2009)，所需仪器：JPSJ-605F 溶解氧测定仪、SHP-150 生化培养箱。

氨氮：纳氏试剂分光光度法（HJ 535-2009），所需仪器：723 可见分光过渡计。

总磷：钼酸分光光度法（GB 11893-89），所需仪器：723 可见分光过度计。

总氮：碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法（HJ 636-2012），SP-756P 紫外可见分光光度计。

铜、锌、铅、镉：原子吸收分光光度法（GB 7475-87），所需仪器：AA-7050 原子吸收分光光度计、AA-900H 原子吸收分光光度计。

氟化物：离子选择电极法（GB 7484-87），所需仪器：PXSJ-226 离子计。

硒、汞、砷：原子荧光法（HJ 694-2014），所需仪器：AFS-933 原子荧光光度计。

六价铬：二苯碳酰二肼分光光度法（GB 7467-87），所需仪器：723 可见分光光度计。

石油类：紫外分光光度法（HJ 970-2018)，所需仪器：SP-756P 紫外可见分光光度计。

氰化物：异烟酸 - 吡唑啉酮分光光度法（HJ 484-2009），所需仪器：723 可见分光光度计。

挥发酚：4- 氨基安替比林分光光度法（HJ 503-2009），所需仪器：723 可见分光光度计。

阴离子表面活性剂：亚甲蓝分光光度法（GB 7494-87），所需仪器：723 可见分光光度计。

硫化物：亚甲基蓝分光光度法（HJ 1226-2021），所需仪器：723 可见分光光度计。

粪大肠菌群：水质 粪大肠菌群的测定 多管发酵法（HJ347.2-2018），所需仪器：SHP-150 生化培养箱、SXP-150 Ⅲ生化培养箱。

2.5 数据处理

本次实验数据采用 WPS Excel 软件进行数据的汇总整理。

3 结果与分析

3.1 水温与水质氧指标体系变化趋势分析

根据国家现行的《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）[1] 中Ⅱ类水标准规定：溶解氧（DO）≥ 6 mg/L，高锰酸盐指数 ≤ 4 mg/L，化学需氧量（COD）≤ 15 mg/L，五日生化需氧量（BOD）≤ 3 mg/L，瀛湖水体 DO、COD、BOD、高锰酸盐指数符合国家Ⅱ类地表水水质标准。检测结果见图 1、2、3、4、5。

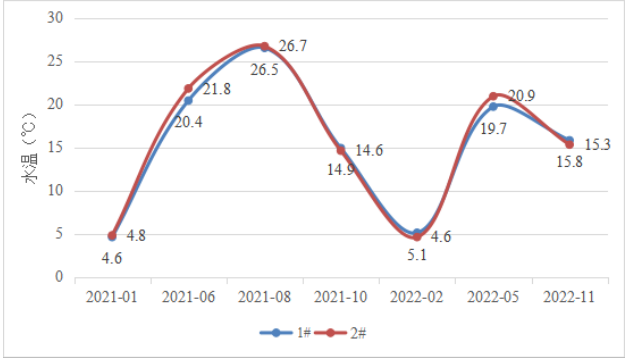

图 1 水温变化曲线

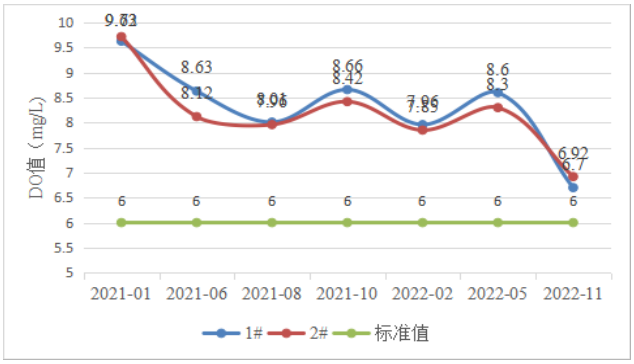

图 2 水中 DO 含量变化曲线

2021—2022 年两年间，DO 最大值 9.72 mg/L 检测自 2021-01 水样 2# 中、最小值 6.7 mg/L 检测自 2022-11 水样 1# 中，水温变化不明显。

2021—2022 两年间，COD 最大值 14 mg/L（检自 2021-10 1# 水样、2022-11 2# 水样），最小值 7 mg/L（检自 2021-01 1# 水样），整体呈上升趋势，高锰酸盐指数最大值 3.7 mg/L（检自 2021-10 2# 水样），最小值 1.3 mg/L（检自 2021-01 2# 水样）。

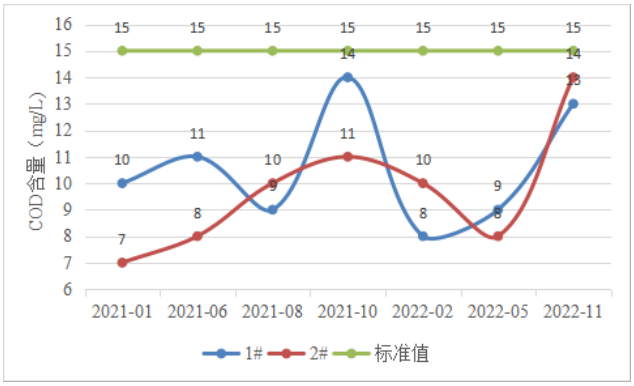

图 3 水中 COD 含量变化曲线

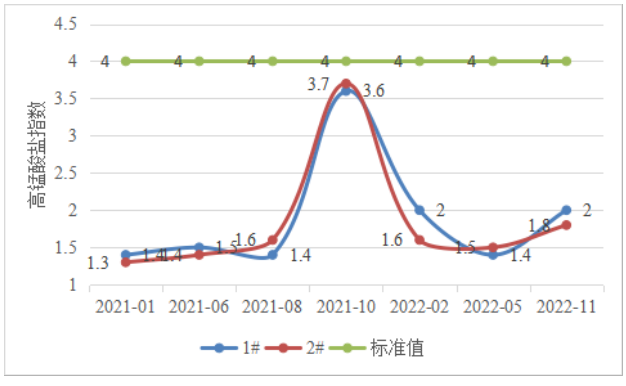

图 4 水中高锰酸盐指数含量变化曲线

2021-2022 两年间，BOD 含量最大值为 2.6 mg/L（检自 2021-10 2# 水样），最小值为 1.2 mg/L（检自 2021-08、2022-05 1# 水样、2021-01、2021-06 2# 水样）。

瀛湖上下游间 DO、BOD、高锰酸盐指数差异不显著，两年间水温变化不明显，但 COD 差异较为显著。两年间瀛湖水体中 DO 含量呈现明显下降趋势，水体自净能力降低，主要原因在于水中还原性污染物含量增多，水体中耗氧量增大。

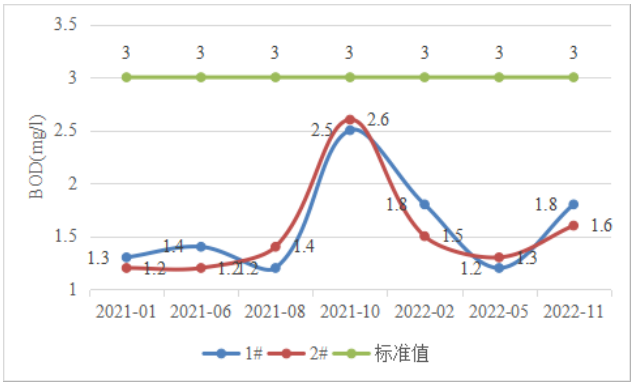

图 5 水中 BOD 含量变化曲线

3.2 水体中 pH 值与营养元素指标变化趋势分析

《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅱ类水标准规定：6 ≤ pH ≤ 9，氨氮含量 ≤ 0.5 mg/L，总磷（TP）（湖泊中要求）≤ 0.025 mg/L，总氮（TN）≤ 0.5 mg/L，瀛湖水体 pH 值、氨氮、TP、TN 符合国家Ⅱ类地表水水质标准。检测结果见图 6、7、8、9。

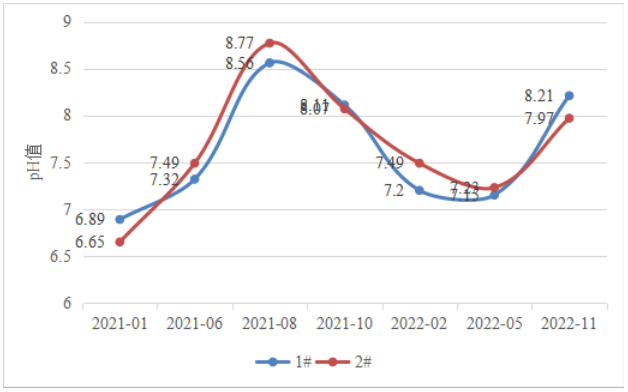

图 6 水体中 pH 值变化曲

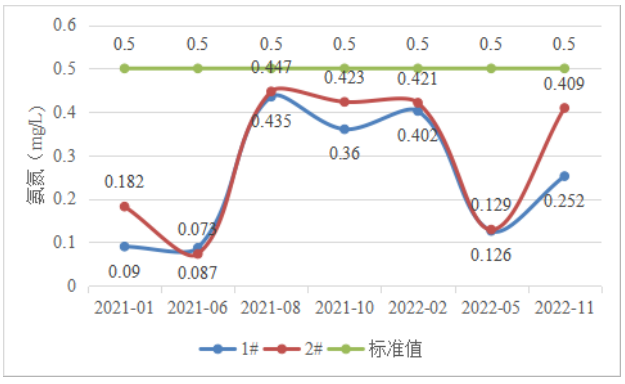

图 7 水体中氨氮变化曲线

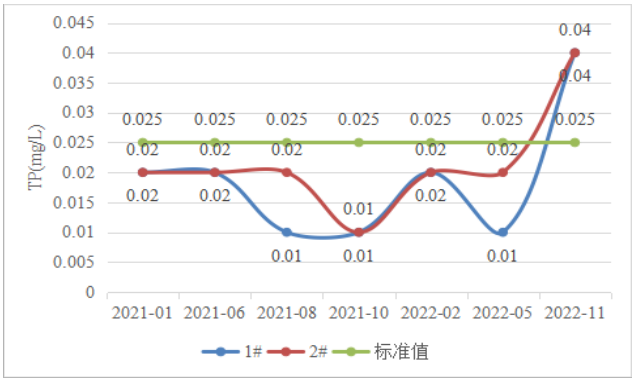

图 8 水体中 TP 变化曲线

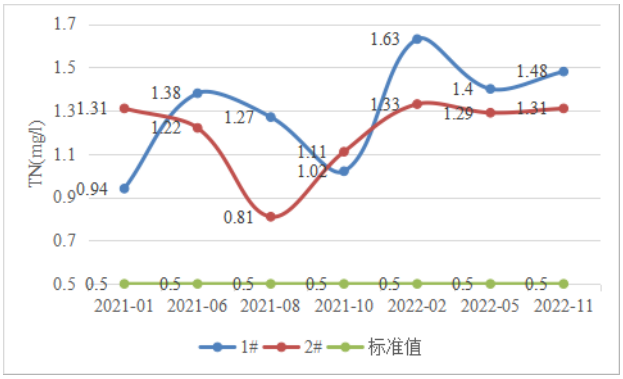

图 9 水体中 TN 变化曲

2021-2022 两年间，pH 最大值为 8.77（检自 2021-08 1# 水样），最小值为 6.65（检自 2021 2# 水样），pH 在冬春季降低、夏秋季升高，呈现季节性变化，氮整体处于上升趋势；氨氮最大值为 0.447 mg/L（检自 2021-08 2# 水样），最小值为 0.09 mg/L（检自 2021-01 1# 水样），数据在春夏季偏低，秋冬季偏高，整体呈上升趋势；TP 最大值为 0.04 mg/L(检自 2022-11 1#、2# 水样),最小值为 0.01 mg/L(检自 2021-08、2021-10、2022-05 1# 水样、2021-10 2# 水样），数据变化较为平缓，但在 2022-11 月骤增具体原因尚不明确；TN 最大值为 1.63 mg/L（检自 2022-02 1# 水样），最小值为 0.94 mg/L（检自 2021-01 1# 水样）。水体营养元素普遍呈上升趋势。

3.3 水体中重金属元素含量分析

根据国家现行的《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅱ类水标准规定：水体中铜含量≤ 1.0mg/L，锌含量≤ 1.0 mg/L，砷含量≤ 0.05 mg/L，汞含量≤ 0.00005 mg/L，镉含量≤ 0.005mg/L，六价铬含量≤ 0.05 mg/L，铅含量≤ 0.01 mg/L。

如表 1 所示，瀛湖库区重金属离子含量大多低于最低检出限度，未能检测出来，检测出来的 7 组数据（铜一组，砷六组）均远远小于国家Ⅱ类水质标准，更是达到国家Ⅰ水质标准（铜含量≤ 0.01 mg/L，锌含量≤ 0.05 mg/L，镉含量≤ 0.001 mg/L，六价铬含量≤ 0.01 mg/L，其余铅、汞、砷要求同Ⅱ类水质标准）。

表 1 水体中金属离子含量　单位：mg/L

		铜	锌	砷	汞	镉	六价铬	铅	硒
1#	2021-01	-	-	0.0004	-	-	-	-	-
	2021-06	-	-	-	-	-	-	-	-
	2021-08	-	-	-	-	-	-	-	-
	2021-10	-	-	0.0004	-	-	-	-	-
	2022-02	-	-	-	-	-	-	-	-
	2022-05	-	-	-	-	-	-	-	-
	2022-11	-	-	0.0006	-	-	-	-	-
2#	2021-01	-	-	0.003	-	-	-	-	-
	2021-06	-	-	-	-	-	-	-	-
	2021-08	-	-	-	-	-	-	-	-
	2021-10	-	-	0.0005	-	-	-	-	-
	2022-02	-	-	-	-	-	-	-	-
	2022-05	-	-	0.0003	-	-	-	-	-
	2022-11	0.006	-	-	-	-	-	-	-

注：1. 铜的最低检出限度为 0.001 mg/L，锌的最低检出限度为 0.05 mg/L，砷的最低检出限度为 0.0003 mg/L，汞的最低检出限度为 0.00004 mg/L，镉的最低检出限度为 0.001 mg/L，六价铬的最低检出限度为 0.004 mg/L，铅的最低检出限度为 0.01 mg/L，硒的最低检出限度为 0.0004 mg/L。2. 表中“-”代表未检出。

3.4 水质中其他有害物质含量分析

根据国家现行的《地表水环境质量标准》GB3838-2002）中Ⅱ类水标准规定：水体中氟化物含量≤ 1.0 mg/L，氰化物含量≤ 0.05 mg/L，挥发酚含量≤ 0.002 mg/L，石油类含量≤ 0.05 mg/L，阴离子表面活性剂≤0.2 mg/L，硫化物≤ 0.1 mg/L。

如表 2 所示，水体中氰化物、挥发酚、阴离子表面活性剂、硫化物含量均低于最低检出限度，符合国家Ⅱ类水质标准，更是达到国家Ⅰ类水质要求标准[2]；如图 10 所示，氟化物最大值为 0.32 mg/L（检自 2022-05 1# 水样），最小值为 0.14 mg/L（检自 2021-01 1# 水样），整体数据均小于国家Ⅱ类水质标准小球，数据春夏季升高、秋冬季降低，整体呈现季节性变化。

表 2 水体中其他有害物质含量　单位：mg/L

		氰化物	挥发酚	石油类	阴离子表面活性剂	硫化物
1#	2021-01	-	-	-	-	-
	2021-06	-	-	-	-	-
	2021-08	-	-	-	-	-
	2021-10	-	-	-	-	-
	2022-02	-	-	-	-	-
	2022-05	-	-	-	-	-
	2022-11	-	-	-	-	-
2#	2021-01	-	-	-	-	-
	2021-06	-	-	-	-	-
	2021-08	-	-	-	-	-
	2021-10	-	-	-	-	-
	2022-02	-	-	-	-	-
	2022-05	-	-	-	-	-
	2022-11	-	-	-	-	-

注：1. 氰化物的最低检出限度为 0.004 mg/L，挥发酚的最低检出限度为 0.0003 mg/L，石油类最低检出限度为 0.01 mg/L，阴离子表面活性剂的最低检出限度为 0.01 mg/L，硫化物的最低检出限度为 0.005 mg/L。2. 表中“-”代表未检出。

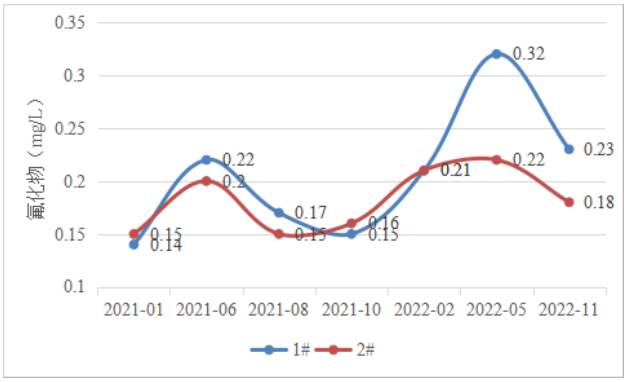

图 10 水中氟化物变化曲线

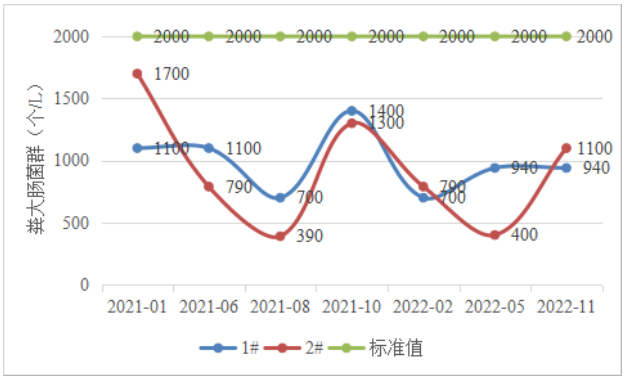

图 11 水体中粪大肠菌群含量变化曲线

3.5 水质中粪大肠菌群变化趋势分析

根据国家现行的《地表水环境质量标准》GB3838-2002）中Ⅱ类水标准规定：水体中粪大肠菌群≤ 2000 个 /L（$2*10^3$ 个 /L）。

如表 7 所示，粪大肠菌群含量最大值为 1700 个 /L（检自 2021-01 2# 水样），最小值为 390 个 /L（检自 2021-08 2# 水样），整体呈现春夏季降低，秋冬季升高的季节性变化趋势。

4 讨论

4.1 瀛湖水体中还原性污染物增多

瀛湖水体中 DO 含量整体呈下降趋势。一般认为水中 DO 含量与水温呈负相关。考虑到水体中 DO 含量的影响是多方面的，本次监测无法控制变量，笔者认为造成水体自净能力下降的主要因素为水体中还原性污染物增多。根据 COD、BOD、高锰酸盐变化趋势分析，造成瀛湖水体还原

性污染物增多的主要原因有两点：（1）瀛湖两岸居民生活习惯与生活垃圾排放问题；（2）瀛湖水体富营养化程度高，依靠藻类生存的浮游生物繁殖旺盛，水体中耗氧生物增多导致水体中 DO 减少。

4.2 瀛湖水体中营养元素过高

瀛湖水体中氨氮、总磷指标整体符合国家Ⅱ类地表水标准，总磷部分时段会超出标准；总氮指标整体不符合国家Ⅱ类地表水标准，少部分符合国家Ⅲ类地表水标准，大部分符合国家Ⅳ类地表水标准。

国际上一般认为水体中总氮浓度达到 0.2 mg/L、总磷浓度达到 0.02 mg/L，是水体富营养化开始的浓度。1# 中 7 次样本中总氮、总磷浓度符合水体富营养化标准的有 3 次，2# 中高达 6 次。1#TN 平均值为 1.3 mg/L、TP 平均值为 0.019 mg/L；2#TN 平均值为 1.2 mg/L、TP 平均值为 0.021 mg/L；瀛湖水库水体 TN 平均值为 1.25 mg/L、TP 平均值为 0.02 mg/L，水体营养程度明显过高，水体整体处于富营养状态，与王彤等人的研究相符合 [3-4]。pH 值及水体中营养元素整体呈现上升趋势，水体营养化倾向严重。

“十一五”期间，网箱养殖的大力发展自 2018 年才完全拆除，多年来瀛湖水域的养殖业对瀛湖水域水质的破坏是长期的，自 2018 年至 2022 年四年来，经过我们不断地改善，瀛湖水域水质氮磷等数据从国家Ⅳ类地表水 [5-6] 提升至国家Ⅱ类地表水。安康地区农业耕地多为坡地且安康地区易水土流失，瀛湖两岸大面积的农业生产导致水体营养元素颇高。安康市当地居民自古沿河而生，居民有着在河边洗衣服、处理垃圾的生活习惯，人工生产的清洁用品随着人们的生活习惯进入水体，也是造成水体富营养化的原因之一 [7]。

4.3 瀛湖水体中有害元素较少

瀛湖水体中锌、汞、镉、六价铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、硒等指标含量均小于检测最低限值，水体内含量极少；铜在 14 个人样本中仅一个样本能够测出，砷在 14 个样本中仅有 6 个人样本能够测出，其余样本中铜、砷含量均超出检测最低限值，均符合国家Ⅱ类地表水标准；氟化物在水体中含量较少，且整体呈现季节性变化，符合国家Ⅱ类地表水标准。

水体中重金属元素、有害元素基本来自生活、工业废水，氟化物自然中少量含有。自 21 世纪初期，安康市政府沿汉江（瀛湖段）关闭各类工厂，十余年间关闭化工类工厂 30 余家，长期以来的工作使得在城镇化发展不断完善的今天，保证了瀛湖水域水体健康。

4.4 瀛湖水体水质健康

瀛湖水体中重金属污染程度低、化工生产排放污染程度低，粪大肠菌群含量同样符合国家Ⅱ类水质标准且无明显上升趋势，作为南水北调中线工程重要水源地，瀛湖水体水质健康，足以承担“一江清水永续北上”的重任。

5 结论

陕西省安康市瀛湖水体普遍符合国际Ⅱ类地表水标准，水体中有害元素含量极少，水体健康，极大地保证了南水北调中线工程水体质量，保证了当地水域饮用水安全问题。

近两年来，瀛湖水体自净能力下降，营养元素过高，TN 均值为 1.25 mg/L、TP 均值为 0.02 mg/L，基本判断水体处于富营养化状态。

瀛湖水域营养元素超标不仅仅是历史中养殖问题所带来的遗留，瀛湖两岸大面积的农耕用地及安康地区水土流失问题同样也是水体营养元素的输入来源之一。对此建议修复完善清水产流机制，在湖岸两侧建立足够的缓冲区域降低农业生产对于水体的污染输入，同时种植树木，在充分利用资源提高收益的同时减弱水土流失问题所造成的影响；水体自净能力下降由于受多方面影响，具体原因有待分析。

参考文献

[1] GB3838-2002《地表水环境质量标准》

[2] Pingping Luo, Chengyi Xu, Shuxin Kang,et al. Heavy metals in water and surface sediments of the Fenghe River Basin, China: assessment and source analysis[J]. Water Science and Technology, 2021, 84: 10-11.

[3] Mingkai Leng, Lian Feng, Xiaodong Wu, et al. Assessment of water eutrophication at Bao’an lake in the middle reaches of the Yangtze river based on multiple methods[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2023, 20(5):1-13.

[4] 王彤, 张玲, 李英杰, 等. 陕西瀛湖富营养化特征与控制对策[J]. 水生态学杂志, 2017, 38(05): 29-34.

[5] 冯鹏. 安康瀛湖水库水质理化因子及浮游植物种类和数量的综合分析[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2019.

[6] 李志安.瀛湖水质变差原因多方 科学养鱼力促鱼水共赢[J]. 渔业致富指南, 2018(06): 19-22.

[7] Tibebe Dessie, Tesfaye Yemane, Kassa Yezbie. The impact of sewage effluents on water quality of Lake Hawassa, Ethiopia[J]. BMC Chemistry, 2023, 17(1): 1-12.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4501

To explore the environmental impact assessment measures of pollution-affected soil

Weijiao Ji

Hebei Chenghe Environmental Technology Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract

With the rapid advancement of industrialization and urbanization, the problem of soil pollution is becoming more and more serious, which poses a greater threat to the ecological environment and human health. As a preventive environmental management tool, environmental impact assessment (EIA) plays a very important role in identifying, predicting and evaluating the effects of soil pollution. This study hopes to explore environmental impact assessment strategies for pollution-affected soil, and strive to provide solid scientific support for soil pollution prevention and control.

Keywords

soil pollution; Environmental impact assessment; Evaluation criteria; Evaluation model

探讨污染影响型土壤的环境影响评价措施

籍伟姣

河北澄禾环境科技有限公司，中国 · 河北 石家庄 050000

摘　要

伴随着工业化与城市化进程的迅猛推进，土壤污染的问题愈发严峻，对生态环境及人体健康构成了较大的威胁。作为一项预防性的环境管理手段，环境影响评价（EIA）在识别、预估和评估土壤污染效应方面扮演着非常重要的角色。本研究希望能够探讨针对污染影响型土壤的环境影响评价策略，力求为土壤污染的防控与治理提供坚实的科学支撑。

关键词

土壤污染；环境影响评价；评价标准；评价模型

1 引言

本研究聚焦于污染影响型土壤的环境影响评估手段，以此来构建一个系统化的评估体系及管理方案。本文详述了针对土壤污染影响的评估方法，涉及土壤质量参数、评估准则、风险评估模型以及土壤修复与管理策略的环境效应评估。通过研究，本文不仅展现了评估的流程与成果，还对评估结论进行了细致的解析与探讨。在此基础上本研究提出了关于污染影响型土壤环境影响评估措施的执行与监管建议。

2 研究背景分析

土壤污染对环境及人类健康的潜在危害不容小觑。土壤污染会引致土壤品质下降，损害土壤结构，削减生物多样性并对植物生长与作物产量产生负面影响。有毒物质经由土壤渗透至地下水中，导致饮用水源污染，进一步威胁人类健康。这些污染物可通过食物链途径进入人体，长期暴露于此类物质之下可能诱发癌症、神经系统疾病等一系列健康问题。同时土壤污染也可能波及空气质量，土壤内的有害气体释放至大气中，加剧空气污染，影响民众的呼吸系统健康[1]。鉴于此，土壤污染问题亟须引起高度重视，必须强化土壤污染防治措施，从源头着手控制污染物的排放与输入，以保障土壤资源的可持续利用，维护生态平衡与人类健康。

3 环境影响评价的理论框架

3.1 EIA 的定义和目的

环境影响评价（Environmental Impact Assessment，简称 EIA）作为一种系统化的决策辅助手段，其主要目标在于预估并分析拟议项目、政策或法规可能带来的环境后果。EIA 的核心宗旨是在决策流程中全面考量环境要素，推动可持续发展的实现，同时预防或减轻对自然环境的负面影响，并借助公众的参与及决策过程的透明化来提升项目的社会认可度。EIA 的要义在于预防性原则，即在项目启动之前辨识潜在的环境问题并制定相应的缓解或规避策略。通过运用 EIA，决策者可更深入地洞悉项目对生态环境、社会结构及经济活动可能产生的作用，进一步作出更为审慎且具有责任

【作者简介】籍伟姣（1989–），女，中国河北邯郸人，本科，从事环境影响评价研究。

感的抉择。

3.2 EIA 的法律和政策背景

EIA 的法律与政策背景主要由所在国家或地区相关的环境保护法律、规章及政策构成，此类法律框架不仅为 EIA 的执行奠定了法律基石，还明确了需要进行 EIA 的项目类别、评价流程、公众参与机制及审批程序等方面的要求。以《国家环境政策法》（NEPA）或《欧盟环境影响评价指令》为例，诸多国家依据这些法律文件的规定，在启动特定类型项目（如基础设施建设、工业开发等）前，强制要求进行环境影响评价。这些法律法规普遍要求项目方提交环境影响声明书（EIS），其中需详尽描述项目的潜在环境影响，并提出相应的缓解策略。

4 土壤污染影响型评价方法

4.1 土壤质量指标和评价标准

土壤质量指标作为评价土壤健康及生产力的关键要素，涵盖物理、化学和生物多个方面。物理性状着重于土壤的质地、构造、孔隙特征及其保水效能。化学性质则聚焦于土壤的酸碱度、有机物质比例、营养成分（例如氮素、磷素、钾素等）浓度、重金属残留量及有机污染物水平。生物学属性涉及土壤微生物的活力表现、生态多样性以及酶的活性状况。评价准则一般依据各国或地区所制定的土壤环境质量规范而定，这些规范基于土地的具体用途（如农耕区、工业区、居住区等）及土壤的基础特性来设定 [2]。在实际评价过程中，需对土壤样品进行取样，经由实验室检测获取各指标的实际测量数据，随后与既定的评价标准相比较，进一步判断土壤污染情况及其严重程度。

4.2 土壤污染风险评价模型

土壤污染风险评价模型是一种用以预测并评价土壤污染物对人类健康及环境潜在威胁的工具，该类模型通常涵盖暴露评价、毒性评价、受体分析与风险表征四大组成部分。其中暴露评价着重于考察污染物经由各种路径（例如吸入、皮肤吸收、食物链传递等）进入人体或生态系统的机会及其水平。毒性评价则聚焦于污染物的毒理学属性，探讨其对人类及自然界的潜在负面影响。受体分析可以辨识并评定可能遭受污染波及的易感人群或生态系统要素。 风险表征则是整合前述各项数据，以评定污染事件的发生概率及其可能带来的危害强度。借助这些模型可实现对土壤污染风险的定性与定量分析，进一步为土壤污染防控策略的制定提供坚实的科学支撑。

4.3 土壤修复和管理策略的环境影响评价

土壤修复与管理策略的环境效应评价是在采取相应修复及管理措施之前，预先对其可能引发的环境影响进行科学预测与评价的过程。该评价涵盖了修复行动对于土壤品质的提升作用、对周边环境要素（如地下水、地表水体、空气质量及生态系统的健康状态）的潜在影响，以及对社会经济层面的影响。评价手段可运用生命周期评价（LCA）、环境影响评价（EIA）等多种工具，借助相关数据的搜集与分析，结合模型模拟及专家意见征询等方式，实现对土壤修复与管理方案的全方位环境影响剖析。评价结论可辅助决策者甄选出最为适宜的土壤修复技术，设计出高效的土壤管理规划，这样可以最大限度地减少环境负担，同时增强土壤修复工作的效能与长期可持续性。

5 污染影响型土壤环境影响评价措施的实施与管理

5.1 土壤污染预防和控制

土壤污染的预防与控制构成了土壤环境影响评价的核心内容，最重要的是通过多种手段抑制污染物的生成与释放，以阻止土壤环境质量的退化。具体策略涵盖：1. 工业生产流程管控，在工业制造过程中应当采纳清洁生产技术，削减有害物质的应用及排放量。针对产生有毒废弃物的行业，需执行严苛的废物处理与排放准则，保证废弃物得以妥善处置，不至于引发土壤污染。2. 农业活动监管：在农事活动中应科学调配化肥与农药的使用，防止因过量使用而引起的土壤污染现象，倡导利用有机肥料及生物农药，减轻化学成分对土壤的不良作用。3. 生活垃圾治理：强化生活垃圾的分类回收与处理，提升资源地再利用率，减少生活垃圾对土壤环境的影响。对于危险废弃物，须设立专门的处理机构，保证其不对土壤生态构成威胁。4. 土壤监控与预警体系：构建土壤环境监测体系，定期开展土壤质量监测，迅速识别土壤污染状况并适时采取应对措施予以调控与修复。

5.2 土壤修复和治理措施

土壤修复与治理可以对已遭受污染的土壤实施恢复及整治，恢复其生态效能与农业生产力。主要手段涵盖：1. 物理修复法，借助如土壤清洗、热脱附等物理手段清除土壤内污染物，特别适合于重金属等无机物质的治理。2. 化学修复法，基于化学反应机制，通过加入化学物质调整污染物的化学状态，减少其在土壤中的活动性和危害性，例如化学固定化与化学氧化还原技术的应用。3. 生物修复法，运用微生物或植物的吸收、转化及分解作用来处理土壤中的污染物，此方法因对环境影响较小而备受青睐，尤其适用于有机污染物的管理。 4. 土壤改良与植被重建，通过添加改良材料（如石灰、有机质）优化土壤质地，提升土壤肥沃度，并通过栽植适应性植物促进土壤生态系统的复原。

5.3 政策、法规和公众参与

政策与法规的构建及实施，加之公众的积极参与，构成了保证土壤环境影响评价工作顺畅推进的关键支撑。构建并优化相关的法律制度，形成一个全面的土壤环境保护法律框架，清晰界定土壤污染防治的责任主体、标准与措施，进一步为土壤环境的管理提供坚实的法律基础。 制定政策导向与激励措施，政府需推出配套政策，以促进企业采纳环保

技术与手段并对参与土壤污染治理的企业提供财政资助或税务减免，以此激发企业投身于土壤环境保护的动力。强化公众教育与动员，提升民众对土壤环境保护的认知水平，借助教育与宣传途径增强社会大众对土壤污染问题的关注度，倡导公众参与到土壤环境的监督与保护实践中，构建起由政府、企业与公众三方协作的土壤环境保护体系。

6 未来趋势和研究方向

6.1 新技术在土壤污染 EIA 中的应用前景

伴随科技的迅猛进步，新兴技术在土壤污染环境影响评估（EIA）领域的应用展现出广阔的前景。遥感技术与地理信息系统（GIS）、大数据分析及人工智能（AI）等多技术的综合运用，有望较大提升土壤污染监控的效能与精确度。例如，利用遥感技术可迅速识别并监测大范围内的土壤污染状况（如图 1 所示），GIS 技术能进行污染分布的空间解析，帮助决策层更深入地掌握污染实情。大数据分析技术可高效处理并解析大量的环境监测数据，揭示污染的趋势与规律。AI 技术特别是机器学习算法的应用，可预测土壤污染的演变方向，为防治措施提供坚实的科学支撑。展望未来，上述技术的深度融合与应用将推动 EIA 流程向更高层次的智能化与精细化发展，进一步增强土壤污染治理的成效与效率。

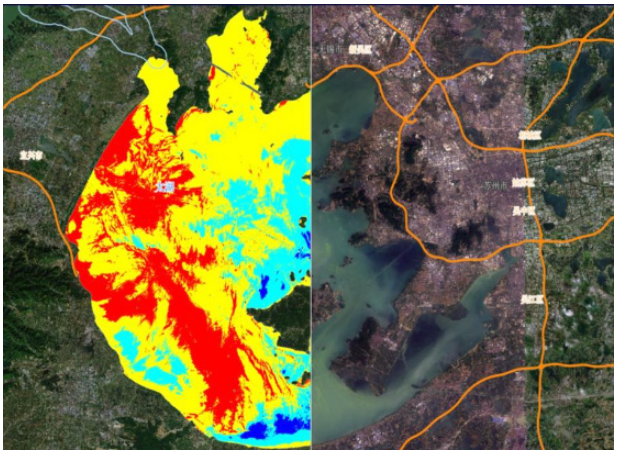

图 1 GIS 在土壤污染检测中的应用

6.2 跨学科合作在 EIA 中的实现

环境影响评估（EIA）构建了一个多层级的决策架构，这一架构不仅根植于环境科学的专业洞见，还广泛融合了社会学、经济学及法学等多个学科的知识体系。在 EIA 框架内跨学科合作的重要性日益凸显，唯有通过不同领域专家的通力合作，才能实现对项目环境与社会影响的全面考察。社会学家可深入探讨项目对地方社区的实际影响，经济学家则负责详尽的成本效益分析，法律专家保证 EIA 过程符合现行法律法规。特别是在土壤环境影响评估中，土壤科学家与生态学家的作用非常突出，他们可评估项目对土壤质量、土壤生物多样性和土壤生态系统服务功能的潜在影响。学科之间的互动与交流可催生创新的解决方案，推动可持续发展目标的实现。随着环境问题的复杂度不断攀升，跨学科合作将成为 EIA 程序中的核心组成部分。

6.3 政策制定和实施的未来方向

面对全球环境问题的日益严峻，政策的制定与实施在环境影响评估（EIA）中的作用将愈加重要，尤其是在土壤环境影响评价领域。政策制定者将更加注重预防原则，在项目初期即采取措施防止潜在的土壤环境损害。例如，针对可能引发土壤污染的工业项目，政策将要求进行详尽的土壤污染风险评估并制定相应的预防策略，政策将更加积极地推动公众参与，保证 EIA 过程的透明度与公正性，使公民可对相关项目提出意见和建议，特别是在土壤保护方面。公众可以就土地使用规划提出看法，以保证土地资源的合理配置和土壤环境的可持续发展。此外，政策制定将体现出更大的灵活性，以适应环境和社会需求的变化，尤其在土壤管理方面，政策需要根据不断变化的土壤状况和最新的科学研究，调整并制定更为有效的土壤保护措施。

7 结语

综上所述，本文通过深入探讨污染影响型土壤的环境影响评估措施构建了一套系统化的评价方法与管理策略。研究显示，环境影响评价（EIA）在土壤污染治理中占据核心地位，可精准识别并预估土壤污染的潜在威胁，为科学合理地制定土壤修复及管理方案提供坚实的基础。通过分析进一步证实了该评价方法的实际应用价值及其有效性，同时突显了在具体实施过程中对土壤质量参数及评价准则的关注的重要性。

参考文献

[1] 王丽. 污染影响型土壤的环境影响评价对策研究 [J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4 (23): 161-163.

[2] 陈忠震,杨丽航. 污染影响型土壤环境影响评价探讨 [J]. 山西化工, 2023, 43 (03): 213-215.

[3] 宋健. 浅析污染影响型土壤的环境影响评价工作要点 [J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4 (03): 163-165.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4502

Analysis of sewage sample collection and preservation strategy in environmental emergency monitoring

Ying Luo

Baise Ecological Environment Monitoring Center of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Baise, Guangxi, 533000, China

Abstract

With the frequent occurrence of environmental pollution accidents, the scientific collection and preservation of sewage samples have also put forward higher requirements. By using literature research method and data analysis method, this paper systematically combed the point layout of sewage sample collection, field detection and sampling, sampling quantity determination and other strategies, and analyzed the sample storage methods, including refrigeration / cryopreservation method and chemical reagent preservation method. In this paper, through research, in the sewage sample collection, scientific layout sampling point, accurate design sampling period and frequency, standard use of equipment, and adopt the appropriate sample preservation method, to ensure the representativeness of the sample and the accuracy of the data is crucial, to improve the efficiency and quality of environmental emergency monitoring is also of great significance.

Keywords

environmental emergency monitoring; sewage sampling; sampling method; preservation strategy

环境应急监测中的污水样品采集与保存策略剖析

罗颖

广西壮族自治区百色生态环境监测中心，中国 · 广西 百色 533000

摘　要

随着环境污染事故频发，对污水样品的科学采集与保存也提出了更高的要求。本文通过采用文献研究法和数据分析法，系统梳理了污水样品采集的点位布设、现场检测采样、采样数量确定等策略，并分析了样品保存方法，包括冷藏/冷冻保存法和化学试剂保存法。本文通过研究得出，在污水样品采集中，科学布设采样点位、精确设计采样周期与频率、规范使用仪器设备，以及采用适宜的样品保存方法，对于确保样品的代表性和数据的准确性至关重要，对于提升环境应急监测的效率和质量也具有重要意义。

关键词

环境应急监测；污水采样；采样方法；保存策略

1 引言

在水生态环境方面，突发的环境污染事件，特别是毒性物质泄漏引起的水质污染，对人民群众的生活和财产的安全构成了严重威胁。所以，对我国当前的紧急情况进行研究，尤其是与河流生态安全有关的重大问题。对被污染的水进行紧急监控是这类环境紧急监控的重要内容，而废水的收集、取样与存储是其关键步骤，是影响其数据代表性与精度的关键。

【作者简介】罗颖（1989–），女，中国湖南郴州人，本科，从事环境监测采样及分析研究。

2 环境应急监测中的污水样品采集策略

2.1 水样采集点位布设

在突发水体污染事件中，取样点布设是应急监控工作的关键。若依选址原理，取样地点通常选在突发水污染事件发生地点或邻近地区，以真实反映事故发生地点周边水域的污染水平及面积[1]。对已被污染的地表水和地下水，要设置控制断面、控制断面和削减断面等断面资料，尽量用尽量少的断面获得有代表性的断面。

取样点布置也应兼顾实用性与便利性。若采用布点方式，则是依据污染事件发生地点的具体状况，再加上在环境紧急监测过程中，对废水进行追踪检测取样，其重点是要进行两个方面的工作：追踪监测和事故现场监测。水体中的污染物会随水流的推移而不断地分散，从而使水体中的污染物含量下降。为确保废水样本的科学、有代表性，必须实行追

踪监测取样。即从污染事件开始至水质恢复到正常状态期间，对污染程度、影响范围及演变规律进行持续监测取样。

2.2 现场检测采样

在突发水污染事件后，应在事发地附近布设取样地点，并依据污染状况及水质特性，决定取样方式及取样频率。在河道排污事件发生之后，应在河道上下游各布设监测点[2]。在湖区排水突发事件后，取样地点应呈扇面状或圆圈状。

2.2.1 混合水样采集

在相同的取样点，在不同的时段内，将几个瞬间取样的样品进行混合，所以又叫混水。利用该方法对废水（水）中的平均含量进行观测，取得了较好的结果。若样品贮存过程中有显著改变，它就不宜用作混合样品。在水量随时间而改变的情况下，应采取一定的等比配水取样。这时，要按一定的比率，在各种情况下，按一定的比率，按一定的比率收集临时样品，然后再进行混合，制成混合样本。在采样时要选择合适的取样器。如采集深井水时，需选用如下图所示的水样采集瓶。

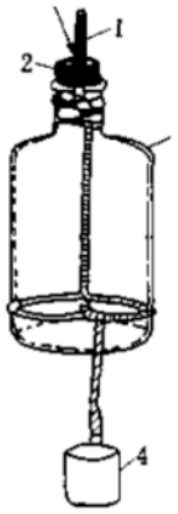

图 1 水样采集瓶示意图

2.2.2 瞬时水样采集

指在一定的时间和空间里，随意抽取的一种离散的样品。一般而言，在某一段时间内，某一特定成分在较大空间内波动较小，则该样品具有较高的代表性[3]。当发现水体成分及其浓度随时空而异时，应对不同时段、不同地点的瞬态样品进行采样，并对其进行单独测定，从而了解其变化特征。

2.3 污水采样数量确定

2.3.1 不同情况下的采样数量确定

（1）对铵态氮进行测量时，采用聚乙烯或硬玻璃制成的取样罐，以硫酸作保护剂，pH 应酸降到 2 以下；对样品进行瞬间取样，取 250 毫升，采用方法Ⅰ清洗容器。

（2）用于总磷的测量，所采用的取样装置是聚乙烯或硬玻璃瓶子，而作为防腐剂的是盐酸和盐酸，则 pH 要酸化到 2 以下；对样品进行瞬间取样，取 250 毫升，采用方法Ⅳ清洗容器。

（3）在镍的测量中，采用聚乙烯或硬玻璃瓶作为样品，以硝酸作为保护剂，则需向 1 升水样中添加 10 毫升浓硝酸；对样品进行瞬间取样，取 250 毫升，采用方法Ⅱ清洗容器[4]。

（4）在测定铁时，采用聚乙烯或硬玻璃瓶作为样品，如果是硝酸作为保护剂，则需将 10 毫升的浓硝酸添加到 1 升的水样中；对样品进行瞬间取样，取 250 毫升，采用方法Ⅲ清洗容器。

（5）在进行钆含量测量时，采用聚乙烯或硬玻璃瓶作为样品，而硝酸作为保护剂，则需向 1 升水样中添加 10 毫升浓硝酸；对样品进行瞬间取样，取 250 毫升，采用方法Ⅱ清洗容器。

2.3.2 几种洗涤方法介绍

（1）容器洗涤方法Ⅰ：先用清洁剂清洗一遍容器，再用自来水清洗三遍，最后再用蒸馏水清洗一遍。

（2）容器洗涤方法Ⅱ：先用清洁剂清洗容器，再用自来水清洗两遍。先用 1+3 硝酸洗一遍，再用自来水清洗一遍。最后再用去离子水清洗。

（3）容器洗涤方法Ⅲ：先用清洁剂清洗容器，再用自来水清洗两遍。先用 1+3 硝酸洗一遍，再用自来水洗三遍。最后再用蒸馏水清洗一遍。

（4）容器洗涤方法Ⅳ为：先用铬酸清洗容器，再用自来水清洗三遍，再用蒸馏水清洗一遍。

在环境紧急监测中，如果是对废水中的微生物进行检测，就不能对取样罐进行清洗，也不必对样品进行混合取样。在这种情况下，应分别取样，然后在 160℃的高温下对样品进行干燥消毒。两个星期后，再次进行消毒，采集的水样本可用于环境紧急情况监测。取样罐在投入使用之前，需采用高压蒸汽消毒，保持 121℃ 15 分钟。如果没有立刻使用取样容器，则需要在 60 度左右对其进行干热处理，将其中的凝结水吹干，置于干燥的环境中，并且要在 2 个星期之内使用。

3 环境应急监测中污水样品保存方法

3.1 最长储放时间

当无法将废水样本送至实验室进行检测时，需要根据具体情况，选用合适的存储方式。一般来说，最大容许的取样时间是 24 小时。水样保存的最大时限是指水质中组分的稳定性，水质的浓度，水质的污染水平等。轻度污染水域 48 小时。水质被严重污染 12 小时[5]。另外，废水样本保存期应尽可能缩短。

3.2 冷藏 / 冷冻保存法

在环境突发事件中，水质样品的保管好坏直接关系到检测的精度。在贮存过程中，废水中的物质会因吸收和挥发而产生变化。水体中的水分会因水分的蒸发而产生相应的变

化，从而对水体中的其他成分产生一定的影响。为确保水质，建议采用适当的低温贮存方法，并在取样过程中加入一些添加剂。当前，对废水样本的保藏主要采用低温 / 冻结的方法。

3.2.1 冷藏法

取样后马上放入专用设备（如图 2）中，放置在黑暗处，保持 2-5℃的低温。这种方法对样品的贮存时间不够长，而且废水的保质期也很短。

图 2 水样保存设备

3.2.2 冷冻法

冻结温度在 -20℃左右，冻结时通常选择塑料容器，在冻结过程中不要把水灌满，否则会造成水样结冰，体积膨胀，造成容器破损。通常情况下，冰冻可以延长材料的贮存时间，但必须掌握熔化与凝固的工艺，以便试样在融化过程中迅速均匀地恢复原状。该方法可以有效地抑制废水取样过程中的微生物活性，减少物理挥发，减缓化学反应速率。

3.3 化学试剂保存法

取样过程中，通过向水中加入某种物质，可以使样品中的特定成分得到有效的固定。建议提前向空瓶中添加保护物质，并在取样后马上添加一些化学防护物质。目前，在废水取样中常用的化学剂有酸碱溶液，生物抑制剂，氧化剂或还原剂等。

测定金属离子的水样常用硝酸酸化（pH=1 ～ 2），既可防止重金属离子水解沉淀，又可避免金属被器壁吸附；测定氰化物或挥发性酚的水样加入氢氧化钠，调节 pH 至 12，使之生成稳定的酚盐等。氯化汞对生物体内的氧化 - 还原反应有一定的影响。当用磷酸调 pH 到 4，并添加一定浓度的硫酸铜后，对苯酚降解活性有一定的抑制作用。为保证汞的稳定，需在样品中添加硝酸（酸化到 1 以下）及 0.05% 的重铬酸钾。在含硫样品中添加维生素 C，可避免其被氧化。在水中添加微量的硫酸锰或碘化钾来进行溶解氧的测量。

4 污水样品采集中样品质量保证要点

4.1 合理布设采样监测点

在进行水质取样监测时，要合理地选择监测点的地点，要综合考虑现场环境特点、气候条件和取样所采用的设备等，把上述各项要素进行指数化，得到定量的分析结论，从而能够根据检测的结果来判定水质环境状况。

在不同的水质条件下，对取样的要求也是不同的。可以利用 GP 对取样点进行定位，利用无人机空中摄影的优势，对各监测点进行拍照，从而确定各监测点的位置。

4.2 准确设计采样周期与频率

为了保证取样的精度，必须确定取样时间和取样次数，并得到有代表性的资料。当对水体进行取样时，因取样地点的不同，取样时间及取样频率也会有所差别。若取样地点为饮用水，则每月取样一次，一般选择每月一次，定时、定时、定时。若要从库水和湖水中取水，则要在枯水期和丰水期各取一次，取样周期为一个月。在收集污水样品时，要综合企业的生产周期、排放的污水量、污水排放标准、污水中包含的污染物的类型等因素，按照企业的生产处理工艺，确定取样的周期和次数。

4.3 规范使用仪器设备

在选取使用仪器时，应选择由计量单位检验合格的仪表。取样时，取样位置要精确，取样时尽量不要有漂浮的垃圾和杂物，若底部有泥沙，则不可搅拌。该方法能有效地改善数据收集的准确性。不能用水清洗收集油类样品的容器。如果采样对象是有机污染，则要把容器填满，确保无气泡，如有需要，也要加水封，以避免挥发。当对微生物学样品进行取样时，最好是分开取样。在收集管线出水之前，首先要排出管中的水，然后再取水，这样可以将检测结果的准确性最大化。

5 结语

环境应急监测中的污水样品采集与保存是确保监测数据准确性和有效性的关键环节。本文通过对污水样品采集点位布设、现场检测采样、采样数量确定以及样品保存方法等方面的深入分析，提出了一系列科学、合理的策略和措施。例如，在紧急环境污染事件中，通过合理布设采样监测点、准确设计采样周期与频率、规范使用仪器设备，以及采用适宜的样品保存方法等，可以有效提高样品质量，进而提高环境应急监测的效率和质量。

参考文献

[1] 苏永慧.环境监测中的污水采集采样与保存[J].皮革制作与环保科技,2021,2(12):42-43.

[2] 陈蕾.环境应急监测中的污水采集采样与保存方案分析[J].工程与建设,2021,35(03):526-527.

[3] 湛江,李林柱,刘金宝.环境应急监测中的污水样品采集与保存方案研究[J].中国资源综合利用,2020,38(05):117-119.

[4] 蓝国剑.探讨环境应急监测中的污水采集采样及保存措施[J].节能与环保,2020,(Z1):58-59.

[5] 周欣.初探环境监测水质样品采集注意事项[J].资源节约与环保,2019,(08):58.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4503

Industrial Wastewater Treatment Technology—Ecological Environment Engineering Innovation and Practical Theory of Industrial Wastewater Treatment Technology

Jingbo Liu

Shenzhen Temporary Environmental Protection Technology Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518105, China

Abstract

With the rapid development of industry, the discharge of industrial wastewater has brought enormous pressure to the ecological environment. The application of ecological environment engineering in industrial wastewater treatment is of great significance, and this article explores related technological innovations and practices. Starting from the limitations of traditional treatment techniques, this article deeply analyzes the innovative applications of biological reinforcement technology, membrane separation technology, and ecological restoration technology in industrial wastewater treatment. The practical effects of these technologies were demonstrated through actual cases, demonstrating their advantages in improving wastewater treatment efficiency, reducing treatment costs, and achieving water resource recycling. This provides new ideas and methods for industrial wastewater treatment, and helps promote the coordinated development of industry and ecological environment.

Keywords

Ecological environment engineering; Industrial wastewater; technological innovation Biological reinforcement; Membrane separation; Ecological restoration

工业废水治理技术——生态环境工程工业废水治理技术创新及实践理论

刘镜波

深圳市治标环保环境技术有限公司，中国 · 广东 深圳 518105

摘　要

随着工业的快速发展，工业废水的排放给生态环境带来了巨大压力。生态环境工程在工业废水治理中的应用具有重要意义，本文探讨了相关技术创新与实践。从传统治理技术的局限性出发，深入分析了生物强化技术、膜分离技术与生态修复技术在工业废水治理中的创新应用。通过实际案例阐述了这些技术的实践效果，展示了其在提高废水处理效率、降低处理成本、实现水资源回收利用等方面的优势，为工业废水治理提供了新的思路与方法，有助于推动工业与生态环境的协调发展。

关键词

生态环境工程；工业废水；技术创新；生物强化；膜分离；生态修复

1 引言

工业废水的大量排放，其中包含的重金属、有机物、酸碱等污染物，对水体、土壤和大气环境造成了严重危害，威胁着生态平衡与人类健康。传统的工业废水治理方法在面对日益复杂的废水成分和严格的环保标准时逐渐显现出局限性。在此背景下，生态环境工程技术的创新与应用成为解决工业废水问题的关键。通过整合生物学、化学、材料学等多学科知识，开发高效、可持续的废水处理技术，不仅能够实现废水的达标排放，还能促进水资源的循环利用，减少工业生产对自然资源的依赖，推动工业绿色转型与可持续发展。

2 工业废水治理现状与传统技术的局限性

工业废水来源广泛，包括化工、制药、纺织、印染、电镀等众多行业，其成分复杂多样，含有大量有毒有害物质。目前，常见的工业废水处理方法包括物理法、化学法和生物法。物理法如沉淀、过滤、吸附等，操作简单但对于溶解性污染物去除效果有限；化学法如混凝、氧化还原等，能有效去除特定污染物，但药剂成本高且可能产生二次污染；生物法利用微生物代谢作用降解污染物，具有成本低、环境友好

【作者简介】刘镜波（1992–），男，中国广东深圳人，助理工程师，从事生态环境工程研究。

等优点，但处理周期长，对难降解有机物和高浓度废水处理效果不佳 [1]。传统技术往往只能单一地针对某些污染物进行处理，难以满足日益复杂的工业废水处理需求，且在处理效率、资源回收利用等方面存在较大提升空间。因此，开发创新的生态环境工程技术对于工业废水治理至关重要。

3 生态环境工程技术在工业废水治理中的创新应用

3.1 生物强化技术

生物强化技术是通过向废水处理系统中添加特定的微生物菌株或菌群，以增强其对污染物的降解能力。这些微生物经过筛选和培养，从筛选过程需要从各种环境中寻找具有特定降解能力的微生物，这些环境包括污染土壤、工业废水排放口附近的水体等。找到微生物后，会在实验室通过一系列实验来确定它们对目标污染物的降解效率和适应范围，是否具有高效降解目标污染物的特性。例如，在处理含酚废水时，可添加酚降解菌，该菌种能够在特定条件下将酚类物质快速分解为无害的二氧化碳和水 [3]。与传统生物处理法相比，生物强化技术能够显著缩短处理时间，提高处理效率，尤其适用于处理含有难降解有机物的工业废水。在实际应用中，某化工园区污水处理厂采用生物强化技术处理含有多种复杂有机物的废水，通过微生物体内含有各种酶，这些酶能够催化污染物的分解反应。以降解酚类物质为例，酚降解菌体内的酶可以将酚类物质的苯环结构打开，逐步将其氧化分解，最终生成二氧化碳和水，这个过程涉及一系列复杂的生化反应。也可以在废水中投加专门降解该类有机物的复合菌群，废水中有机物的去除率从原来的 60% 提高到了 90% 以上，出水水质达到了当地的排放标准，且处理成本降低了约 20%[4] 等处理情况。

3.2 膜分离技术

膜分离技术是利用半透膜的选择性透过作用，在外界能量或化学位差的推动下，对混合物中的不同组分进行分离、提纯和浓缩。在工业废水治理中，常用的膜分离技术包括超滤、微滤、纳滤和反渗透等。超滤和微滤主要用于去除废水中的悬浮颗粒、胶体等大分子物质；纳滤则能够截留分子量在 200 - 1000 之间的有机物和多价离子，如去除废水中的染料、抗生素等；反渗透可以有效去除水中的溶解性盐类和小分子有机物，实现废水的深度处理和水资源的回收利用 [5]。例如，在印染行业废水处理中，采用超滤 - 反渗透双膜工艺，超滤膜先去除废水中的染料大分子和纤维杂质，反渗透膜进一步去除水中的盐分和残留有机物，处理后的水可回用于印染生产过程中的漂洗环节，水资源回用率达到 70% 以上，大大减少了新鲜水的取用，同时降低了印染废水的排放量。

3.3 生态修复技术

生态修复技术是基于生态学原理，利用植物、微生物以及土壤等自然生态系统的自我调节和修复能力来治理工业废水。人工湿地是一种典型的生态修复技术，它通过构建由水生植物、基质和微生物组成的生态系统，利用植物的吸收、转化作用，基质的吸附过滤作用以及微生物的分解代谢作用，对工业废水进行综合处理 [2]。在处理电镀废水时，人工湿地中的水生植物如芦苇、香蒲等能够吸收废水中的重金属离子，并通过根系分泌物为微生物提供营养，促进微生物对重金属的吸附和转化。微生物则将重金属离子还原为低价态或沉淀为不溶性物质，降低其毒性和迁移性。据实际工程案例显示，某电镀企业采用人工湿地处理电镀废水，经过一段时间的稳定运行，废水中重金属铬、镍、铜等的去除率均达到 95% 以上，出水水质满足相关环保要求，且人工湿地系统具有建设成本低、运行维护简单、景观效果好等优点，实现了环境效益与经济效益的统一。

4 生态环境工程技术在工业废水治理中的实践案例分析

4.1 案例一：生物强化技术在制药废水处理中的应用

某制药企业生产过程中产生的废水含有大量难降解有机物如抗生素残留、有机合成中间体等，COD 浓度高达 8000mg/L，BOD_5/COD 比值低，传统生物处理工艺难以有效处理。采用生物强化技术，首先对废水水质进行详细分析，确定主要污染物类型和浓度，另外通过添加的是专门的高效微生物，它们能够更快地对污染物发起“攻击”，从而缩短整个处理流程的时间。然后，从制药废水处理厂的活性污泥中筛选出具有高效降解抗生素和有机合成中间体能力的微生物菌群，经过富集培养后投加到废水处理系统中。同时，优化处理系统的运行参数，如温度、pH 值、溶解氧等，为微生物提供适宜的生长环境。经过生物强化处理后，废水中 COD 去除率从原来的 30% 提高到 85%，BOD /COD 比值显著上升，后续再结合混凝沉淀等深度处理工艺，出水 COD 浓度降至 100mg/L 以下，达到了当地制药行业废水排放标准。对于含有难降解有机物的制药废水，传统方法可能无法将污染物浓度降低到理想水平。生物强化技术的微生物是针对性强，能够集中力量分解特定污染物，使得处理效率显著提高。该案例表明生物强化技术能够有效解决制药废水难降解有机物的处理问题，另外对污水处理技术及节能降耗技术进行了对比分析，提出了技术创新和节能降耗对策，从而提高废水处理效率，为制药企业的废水治理提供了可行方案。

4.2 案例二：膜分离技术在电子工业废水处理中的应用

电子工业生产过程中产生的废水含有大量重金属离子如铜、镍、铅等以及微量的有机物，对环境危害极大。采用超滤 - 纳滤 - 反渗透膜分离技术进行处理。废水首先进入超滤系统，超滤膜孔径为 0.01 - 0.1μm，能够去除废水中的悬

浮颗粒、胶体等大分子物质，防止其对后续膜系统造成堵塞。超滤出水进入纳滤系统，纳滤膜对二价及以上金属离子和分子量在 200 - 1000 之间的有机物具有较高的截留率，可有效去除废水中的大部分重金属离子和微量有机物。纳滤出水再进入反渗透系统，反渗透膜能够进一步去除水中剩余的溶解性盐类和微量重金属离子，出水水质达到电子工业超纯水标准，可用于生产工艺中的清洗、蚀刻等环节，水资源回收率达到 90% 以上。该案例体现了膜分离技术在电子工业废水处理中的高效性和可靠性，提高设备内部机构之间的相互联动，解决水质净化效率低的问题，实现了废水的达标排放，还实现了水资源的高度回收利用，降低了企业的生产成本和环境风险。

4.3 案例三：生态修复技术在矿山废水治理中的应用

某矿山开采过程中产生的废水呈酸性，含有大量重金属离子如铁、锰、锌等，直接排放对周边水体和土壤造成严重污染。采用人工湿地生态修复技术进行治理，人工湿地系统由下行垂直流湿地和水平流湿地串联组成。下行垂直流湿地中填充有石灰石、沸石等基质，具有良好的酸碱缓冲能力和吸附性能，能够调节废水的 pH 值，并吸附部分重金属离子。湿地中种植有耐酸性的水生植物如菖蒲、水葱等，植物根系发达，能够吸收重金属离子并通过自身代谢作用将其转化为低毒或无毒物质。同时，根系表面附着的微生物在有氧和无氧条件下分别进行好氧和厌氧呼吸，进一步促进重金属离子的氧化还原反应和沉淀过程，在好氧和厌氧呼吸中也要考虑到它们所需的营养物质，如碳源、氮源、磷源等。另外还要控制好培养条件，包括温度、pH 值、溶解氧等。例如，一些好氧微生物在降解污染物时，需要足够的溶解氧，所以在培养和实际应用中要保证水体中有合适的曝气条件，其实也是厌氧技术处理废水的方法和技术优势，以及厌氧系统与好氧系统的比较。经过下行垂直流湿地处理后的废水进入水平流湿地，水平流湿地中填充有砾石、砂等基质，主要起到进一步过滤和沉淀的作用，同时也为微生物提供了栖息场所。经过人工湿地系统的处理，矿山废水中重金属离子的去除率达到 90% 以上，pH 值从酸性恢复到接近中性，出水水质达到地表水Ⅲ类标准，可用于周边农田灌溉和景观用水。该案例充分展示了生态修复技术在矿山废水治理中的独特优势，利用自然生态系统的自净能力实现了对酸性矿山废水的有效治理，同时适用于矿山废水的深度处理及其他有毒有害、难降解的有机污染物的处理，还能带来一定的生态效益和社会效益。

5 结论与展望

生态环境工程技术在工业废水治理中的技术创新与实践取得了显著成效。生物强化技术通过优化微生物群落结构，提高了对难降解有机物的处理能力；膜分离技术凭借其高效的分离性能，实现了工业废水的深度处理和水资源的回收利用；生态修复技术则借助自然生态系统的力量，实现了对工业废水的绿色、可持续治理。通过实际案例分析可知，这些技术在不同类型工业废水处理中均表现出良好的应用效果，能够有效提高处理效率、降低处理成本、减少环境污染，为工业与生态环境的协调发展提供了有力支撑。

然而，随着工业的不断发展和环保要求的日益提高，工业废水治理仍面临诸多挑战。未来，生态环境工程技术在工业废水治理方面的研究与应用应朝着以下几个方向发展：一是进一步开发高效、广谱的微生物菌株或菌群，其中复合菌群是由多种微生物组成的，它们之间相互协作，可以对多种复杂有机物进行降解；提高生物强化技术的适应性和处理效果；二是研发新型膜材料，降低膜分离技术的成本，提高膜的抗污染性能和使用寿命；三是深入研究生态修复技术的机理，优化生态系统的构建和运行参数，提高其对复杂工业废水的处理能力；四是加强多种技术的集成与耦合应用，充分发挥各技术的优势，实现工业废水的综合治理与资源化利用。通过持续的技术创新与实践探索，不断完善工业废水治理体系，为保护生态环境、促进经济可持续发展做出更大贡献。

参考文献

[1] 谷静静,李建如,蔡志伟.印染产业园中水回用浓水处理系统改造工程[J].广东化工,2023,50(19):99-102.

[2] 徐绕其,徐程昱.一种环保的多功能工业废水处理净化设备[P].上海市:CN202210661358.3,2023-01-31.

[3] 杨德敏,谭婷.造纸工业废水深度处理新技术[J].纸和造纸,2011,30(02):48-53.

[4] 许志欣.污水处理厂节能分析与优化运行研究[D].河北工程大学,2016.

[5] 祁振生.一种刨花板工业废水处理装置及其处理系统[P].河南省:CN202211485146.0,2023-02-24.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4504

Analysis of ecological protection strategy in environmental impact assessment

Cuiying Wang

Shaanxi Muchenglin Environmental Protection Technology Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract

Environmental Impact Assessment (EIA), as a scientific and practical technical means, aims to provide a scientific basis for decision-making by systematically analyzing the possible environmental impact of project development activities. Under the background of increasingly severe global ecological environment problems, ecological protection has become the core content of environmental impact assessment that cannot be ignored. With the increasing frequency of human activities, the stability of ecosystem and biodiversity are facing serious threats. The contradiction between development and protection can be effectively alleviated through the introduction of advanced technical means and the construction of ecological protection strategies with data-driven and predictive analysis as the core. However, in practical application, the ecological protection strategy still has some problems such as insufficient technical coverage and low implementation efficiency. Therefore, in-depth research on ecological protection strategies based on technology optimization can not only provide new ideas for environmental impact assessment, but also help realize the coordinated development of social economy and ecological environment. This paper will focus on the application of technology, analyze the specific application and optimization path of current technology in ecological protection.

Keywords

environmental impact assessment; Ecological protection; Technology application; Ecological restoration; biodiversity

环境影响评价中的生态保护策略分析

汪翠英

陕西木成林环保科技有限公司，中国 · 陕西 西安 710000

摘　要

环境影响评价（Environmental Impact Assessment,EIA）作为一项科学性与实践性兼备的技术手段，旨在通过对项目开发活动可能产生的环境影响进行系统化分析，从而为决策提供科学依据。在全球生态环境问题日益严峻的背景下，生态保护成为环境影响评价中不可忽视的核心内容。随着人类活动的日益频繁，生态系统的稳定性与生物多样性面临严峻威胁。通过引入先进的技术手段，构建以数据驱动和预测分析为核心的生态保护策略，可以有效缓解开发与保护之间的矛盾。然而，目前在实际应用中，生态保护策略仍存在技术覆盖不足、实施效率低下等问题。因此，深入研究基于技术优化的生态保护策略，不仅可以为环境影响评价提供新的思路，也有助于实现社会经济与生态环境的协调发展。本文将围绕技术应用展开探讨，分析当前技术在生态保护中的具体应用与优化路径。

关键词

环境影响评价；生态保护；技术应用；生态修复；生物多样性

1 引言

近年来，随着经济的快速发展和城市化进程的加速，人类对自然资源的需求不断增加，对生态环境的压力也随之显著上升。许多开发项目在实施过程中对生态系统产生了显著的影响，如栖息地破坏、生物多样性丧失和水土流失等问题，成为威胁生态安全的重要因素。环境影响评价作为一项重要的环境管理工具，被广泛应用于开发活动的环境保护规划中。然而，传统环评方法在面对复杂生态系统时常表现出不足，尤其是在生态保护策略的技术应用方面。随着大数据分析、遥感技术、人工智能等前沿技术的发展，生态保护策略的科学性与可操作性得到极大提升。通过技术手段优化生态保护策略，不仅可以精准识别生态敏感区，还能有效实施生态修复和动态监测，为生态环境保护开辟新途径。因此，探讨技术在生态保护中的应用具有重要意义。

2 环境影响评价与生态保护概述

环境影响评价是针对开发项目或区域发展规划可能产生的环境影响进行预测和评估的一种综合性技术手段，其核心目标是实现社会经济发展与生态环境保护之间的协调。随着生态环境问题日益复杂化，环境影响评价不仅局限于污

【作者简介】汪翠英（1982–），女，中国青海大通人，硕士，从事水土保持及环境影响评价研究。

染物排放的控制，还涵盖了对生态系统健康和生物多样性保护。生态保护强调通过科学规划和技术应用，减少开发活动对生态系统的破坏，提升生态系统的自我修复能力。将生态保护理念融入环境影响评价中，可以有效识别开发活动中的潜在生态风险，从源头上降低对生态系统的威胁。环境影响评价为生态保护提供了系统化和科学化的技术支持，生态保护则为环境影响评价的实践提供了目标导向和实施路径。二者的有机结合不仅是实现可持续发展的必要手段，也是维护生态安全、保障生物多样性的重要途径。

3 环境影响评价中的生态问题识别

3.1 栖息地破坏问题

开发活动导致自然栖息地面积减少、生境破碎化严重，影响了野生动植物的生存条件。一些工程项目占用林地、湿地或其他敏感区域，破坏了关键物种的栖息地，进一步导致区域生物多样性下降。通过环境影响评价可以识别这些敏感区域并提出保护方案，从而减轻开发对栖息地的冲击。

3.2 生态系统服务功能退化问题

开发活动可能破坏生态系统的调节服务、供给服务和文化服务等功能。例如，水土流失削弱了土壤保持功能，植被破坏降低了水源涵养能力。环境影响评价需要通过量化指标评估生态系统服务功能的变化，明确开发活动对生态系统功能的潜在威胁并提出针对性措施。

3.3 水体生态环境问题

工程建设可能导致水体生态系统的物理和化学特性发生改变，从而影响水生生态系统的结构与功能。污染物排放、水文过程改变以及水生生物栖息地受损等问题，是水体生态问题的常见表现。通过环境影响评价可提前分析开发对水体生态的潜在影响并提出保护措施。

3.4 外来物种入侵问题

一些开发活动，特别是交通工程和农业项目，可能无意中引入外来物种，对原有生态系统构成威胁。外来物种的入侵可能改变原有物种的竞争关系，甚至导致本地物种的灭绝。环境影响评价需要关注外来物种入侵的风险并设计防控机制，以减少这一问题的发生。

4 技术在生态保护策略中的应用

4.1 生态系统模型的构建与应用

生态系统模型在环境影响评价中用于模拟生态过程和环境动态，是预测开发活动对生态影响的重要工具。以某湿地保护项目为例，通过构建基于 GIS 和遥感技术的生态系统动态模型，对湿地的水文过程和植被覆盖变化进行评估。数据表明，开发活动导致湿地水域面积减少 120 公顷，而植被覆盖率降低了约 18%。模型进一步预测，如果不采取干预措施，未来五年内水鸟种群数量可能减少 600 只。通过引入气候、土壤和水文等多源数据，模型能够模拟不同开发场景下的生态变化。优化后的模型结合实时数据更新和机器学习算法，提高了对复杂生态系统的预测精度。在实践中，该模型为生态恢复计划的制定提供了明确方向，并帮助量化修复效果。通过动态监测和调整，区域生态系统的稳定性得到了有效提升。

4.2 环评中的生物多样性保护技术

环评中生物多样性保护技术通过监测、评估和干预，有效减少开发项目对生物多样性的负面影响。在某高速公路建设项目中，利用无人机技术对沿线区域进行栖息地监测发现，施工导致 200 公顷的草地栖息地被破坏，直接影响了多达 8 种野生动物的分布范围。结合红外传感器监测数据，分析显示某濒危鸟类种群数量从 400 对下降至 150 对。为应对这一问题，施工团队采取人工巢箱布设和植被恢复策略，安装了 50 个巢箱，并种植原生灌木覆盖 50 公顷区域。数据监测显示，一年内该鸟类种群数量恢复至 300 对，多样化技术手段的结合不仅提升了评估精准性，也为受影响物种的恢复提供了有效保障。

4.3 生态修复技术在环评中的应用

生态修复技术在环境影响评价中通过恢复受损生态系统，缓解开发活动带来的生态问题。在某矿山开发项目中，采用植被恢复和坡面水土保持技术对 1.5 平方公里的采矿区域进行修复。修复后监测数据显示，区域土壤侵蚀量从每年 1200 吨降低至 300 吨，土壤有机质含量在 3 年内由 1.1% 上升至 2.9%。水生态系统修复中，生物浮床技术被广泛应用，例如在某污染河段投放 6 公顷生物浮床后，氨氮浓度从每升 2 毫克下降至 0.6 毫克，水质达到地表水Ⅲ类标准。湿地生态修复通过构建人工湿地缓冲带并种植耐污染植物如芦苇，净化功能显著增强，水体中总磷含量降低了 50 毫克每立方米。为提高修复效果，技术结合动态模型实时监测修复进展，分析显示修复区域的植被覆盖率在两年内从 20% 恢复到 70%。生态修复技术在不同类型的环境影响中展现了高效性与灵活性，为实现开发与生态保护的平衡提供了技术支持。

4.4 数据集成与技术协同的生态评估体系

数据集成与技术协同的生态评估体系是环境影响评价中应对复杂生态问题的关键手段。通过整合多源数据和多技术方法，建立动态化的生态监测和评估体系，可以实现对生态环境变化的全面分析。在某流域开发项目中，利用遥感数据与气象站监测数据集成，对流域内植被覆盖与降水量进行分析发现，开发活动导致植被覆盖面积减少了 120 平方公里，年均径流量增加了 1500 立方米每小时。结合无人机遥感和地面传感器的协同工作，可以对生物多样性热点区域进行高精度监测，分析表明施工区内鸟类活动频率减少至每日 8 次，低于原有频率的三分之一。数据分析系统整合了水文、气候、土壤和生物数据，通过动态模型预测不同开发情景下的生态影响，在某山区工程中，模型预测如果不进行生态修复，5 年内土壤流失量将增加 3000 吨。该评估体系通过实时监测数据更新模型，提高了预测的精准度和反应速度，为区域生

态保护提供了技术支撑。数据的动态集成与技术的协同作用显著增强了生态评估的科学性和效率。

5 优化环境影响评价中技术保护策略的路径

5.1 前沿技术对生态保护策略的推动

前沿技术在优化生态保护策略中发挥了关键作用，为环境影响评价注入了新的动力。遥感技术的高分辨率影像数据可以精确定位生态敏感区，在某湿地项目中，遥感分析揭示了水体面积减少了 180 公顷，并预测了可能影响的生态链。人工智能在生态监测中的应用显著提升了效率和精度，通过深度学习算法对某山区开发区域内的植被动态变化进行分析，得出施工期内植被覆盖减少率达到 15%，并预测恢复期将需要 5 年以上时间。无人机技术的广泛使用，使得生态系统的实时监测成为可能，在某高速公路项目中，无人机对沿线生物多样性进行日常巡检，发现了 11 个新增的外来物种并采取了防控措施。区块链技术的引入为生态保护提供了可靠的数据溯源和透明化管理，确保每项保护措施的实施过程可追溯。前沿技术不仅提高了生态评估的精度，也为开发活动与生态保护的平衡提供了科学依据。

5.2 新材料与低碳技术在修复工程中的应用

新材料与低碳技术在生态修复工程中展现了重要潜力，为环境影响评价中的保护策略提供了创新手段。在某矿山复垦项目中，采用具有高耐久性的植物纤维基质对裸露坡面进行覆盖，修复面积达 200 公顷，监测显示水土流失量降低了 80%。生物可降解材料在湿地修复中的应用表现出显著效果，某湿地项目通过使用生物基材料构建浮床系统，促进了水体净化和生物多样性恢复，浮床面积达到 4 公顷，水中氨氮浓度从每升 2 毫克降低到 0.5 毫克。低碳技术的引入进一步提升了修复过程的可持续性，例如在某生态公园建设中，采用二氧化碳捕获混凝土修建步道，减少了 200 吨的碳排放，同时增加了土壤有机质含量。光伏发电系统在生态修复中的应用也逐渐普及，在某沙漠治理项目中，通过部署 30 千瓦的光伏阵列，为灌溉系统提供能源支持。新材料与低碳技术的协同应用，不仅实现了生态修复目标，还大幅降低了工程的环境成本。

5.3 长期监测与动态调整机制

长期监测与动态调整机制是优化环境影响评价中生态保护策略的重要路径。通过持续的数据监测和动态评估，可以及时发现生态变化并调整保护措施。在某湿地恢复项目中，安装了 50 个水质传感器和 20 个气象站，对湿地水文、气候及污染物动态进行长期监测，发现恢复初期的水体总磷含量仍高达 0.08 毫克每升，比基线值高出一倍。监测数据触发了恢复策略的动态调整，增加了 15% 的植被种植密度，水质逐渐达标。在某山区开发项目中，动态监测显示植被恢复速度低于预期，调整措施后坡面植被覆盖率在 3 年内从 30% 提高到 70%。结合物联网技术的动态监测系统，使得生态保护可以实现实时反馈与精准干预。通过分析多年的监测数据，某流域的水生生物种类在 3 年内从 26 种增加到 35 种，动态调整策略的效果显著。长期监测和动态调整机制为生态保护提供了灵活性和适应性，确保开发活动的生态影响始终处于可控范围内。

6 结论

环境影响评价中的生态保护策略是实现经济发展与生态环境和谐共存的重要工具。在研究中，技术手段的深度融合展现了其在生态评估、保护与修复中的强大优势。生态系统模型、生物多样性保护技术和生态修复手段的应用，不仅提升了环评工作的科学性，也为保护生态系统的健康与稳定提供了可靠保障。通过数据集成与前沿技术协同，生态监测的精确性和动态性得到了显著提升，为预测和调整生态影响提供了依据。新材料与低碳技术的应用则优化了生态修复的可持续性，为降低修复工程的环境代价创造了更多可能。长期监测与动态调整机制的构建，为实现开发活动与生态保护的动态平衡提供了必要支撑。未来，需要不断探索更多技术手段的深度融合，进一步完善环境影响评价中的生态保护策略，为生态文明建设和可持续发展提供强有力的技术支持。

参考文献

[1] 胡荣兵.水利水电工程建设中的环境影响评价与生态保护管理研究[J].水上安全,2023,(15):100-102.

[2] 叶鑫,林乃峰,许小娟,顾羊羊,刘静,邹长新.生态保护红线人为活动生态环境影响评价研究[J].环境保护,2023,51(Z1):21-25.

[3] 张颂嘉.生态涵养区生态环境综合评价及影响因素研究[D].导师：于维洋.燕山大学,2022.

[4] 牛乐,牛天祥,寇晓梅.生态保护优先理念下的黄河上游湖口至尔多河段水电规划及环境影响评价思路[A].2020中国环境科学学会科学技术年会论文集（第三卷）[C].中国环境科学学会:中国环境科学学会,2020:130-136.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4505

Thoughts on urban sewage treatment problems and treatment countermeasures under environmental engineering

Qiangzhen Cai

Leping Supervision and Management Institute of Foshan Municipal Bureau of Ecological Environment, Foshan, Guangdong, 528139, China

Abstract

With the rapid development of urbanization process, the treatment of sewage has gradually become the central issue of urban environmental maintenance. This study deeply explores the key problems encountered by the current urban sewage treatment, and clearly indicates the obvious challenges such as the lag of sewage treatment equipment construction, the lack of technical strength and the high cost of sewage treatment. In view of the latest research trends in the field of environmental engineering, we have explored a variety of sewage treatment technologies and innovative methods, including biological treatment, membrane separation technology and resource reuse. It aims to improve the work efficiency of sewage treatment, reduce the treatment cost, and promote the sustainable use of water resources.

Keywords

urban sewage treatment; environmental engineering; technology innovation; treatment countermeasures

环境工程下城市污水治理问题及处理对策思考

蔡强真

佛山市生态环境局三水分局乐平监督管理所，中国 · 广东 佛山 528139

摘　要

随着城市化进程的快速发展，污水的处理已逐渐成为城市环境维护的中心议题。本项研究深度探索了当前城市污水处理所遭遇的关键问题，并清晰地指明了污水处理设备建设的滞后、技术实力的不足和处理污水所需的高昂费用等明显的挑战。鉴于环境工程领域的最新研究动态，我们对多种污水处理技术和创新方法进行了深入探讨，其中涵盖了生物处理、膜分离技术和资源再利用等多种技术手段。旨在提高污水处理的工作效率、降低治理成本，并推动水资源的持久利用。

关键词

城市污水治理；环境工程；技术创新；处理对策

1 引言

当前，城市污水处理面临的主要挑战包括水资源短缺、水质下降以及二次污染问题的加剧。城市水环境的质量提升仍受到污水处理技术的挑战、运营成本以及污泥处理等多种因素的限制。因此，迅速提升污水处理的效能和质量已经变得迫在眉睫。与此同时，鉴于环保政策日益严格，如何在有限的资源和资金支持下，采取科学且高效的污水处理措施，已经变成了一个急需解决的问题。因此，加大对城市污水处理工作的关注和重视，持续提升城市污水处理的质量和水平，具有不可忽视的重要性。本项研究旨在为城市水环境的优化和提升污水处理效能提供科学的理论支持和实用的建议。

【作者简介】蔡强真（1983–），男，中国广东佛山三水人，本科，工程师，从事生态环境管理与咨询研究。

2 当前城市污水治理面临的问题

2.1 污水处理设施建设滞后

在我国众多的大城市中，尽管污水处理设备的建设和使用已经得到了一定的完善，但这些设备在城市中的分布依然呈现出不均衡的状况。城市间的污水处理厂发展存在不平衡，这主要是受到地理环境和历史背景等多种因素的制约。在经济较为繁荣的地区，特别是在大型城市，污水处理的能力是非常强大的，并且处理设备在数量和技术上都达到了很高的水平。然而，在中小规模的城市和农村地区，污水处理设备的建设明显滞后，导致其处理效能远未达标。

虽然众多城市已经设立了污水处理中心，但很多此类设备的设计并未完全满足城市居民数量的迅速增加和污水处理能力的急速提升。部分污水处理设施由于缺少必要的技术更新，导致其无法正常工作。特别是在经济迅速发展的城市里，污水处理设备的建设和升级常常未能跟上城市的迅速

扩张，这使得处理能力无法满足污水排放的实际需求。受到地理环境等多种因素的限制，许多城市的污水处理厂未能达到规定的排放标准或不达标排放。某些过时的设备在处理污水时并未达到预期效果，它们的污水中仍然含有大量的污染物，这使得它们难以满足环境保护的标准。另外，某些城市的污水处理厂缺乏深度处理技术或其工艺不够完善，这导致了出水质量超出标准，严重地降低了居民的生活品质。此外，由于某些污水处理设备的老化和技术更新的缓慢，这导致了污水处理的效率降低，无法有效地减轻水质污染的负担。

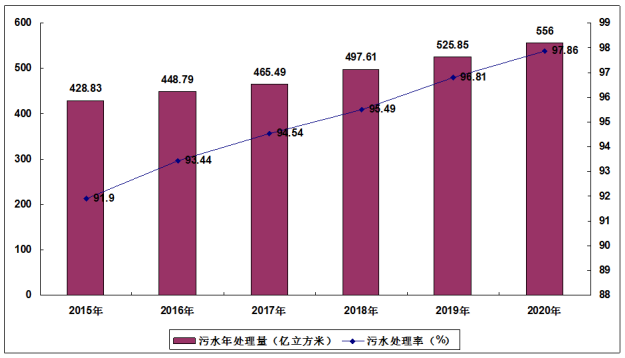

图 1 15~20 年中国城市污水处理趋势图

2.2 污水处理技术的局限性

虽然传统的污水处理技术，如活性污泥法和化学沉淀法，在大多数情况下能够有效地去除水中的有机污染物和悬浮物，但对于一些难以降解的污染物，如药物、农药和重金属等，其去除效果是受限的。因此，在最近的几年中，研究的焦点逐步转向了如何高效地从污水中分离并回收有机物。考虑到城市污水成分日益复杂化，传统的处理方法很难处理工业污水和生活污水混合后产生的污染特性，这导致了一些有害物质未能得到有效的处理。近几年，生物强化技术因其高效率、低成本和低运营成本等多方面的优势，逐渐成为研究焦点。在这一过程中，生物膜作为最主要的载体之一，在提升有机物去除效率方面发挥了不可或缺的角色。此外，传统的技术手段往往依赖于大量的能源和化学资源的使用，这不只提高了操作成本，还可能导致二次污染的风险增加。

在过去的几年里，诸如膜分离、深度处理和高级氧化等前沿的污水处理方法都有了很大的发展，但在实际应用中，这些技术依然面临着诸多的挑战。现阶段，我国绝大多数城市的污水处理厂都面临着各种程度的运营问题，其中一个显著的原因便是缺乏先进而实用的污水处理技术。从某一角度观察，新技术的研发成本极为昂贵，并且尚未完全进入大规模应用的发展阶段；从另一个角度看，某些传统工艺存在效率不高、能量消耗大、占用土地过多以及二次污染问题严重的问题，这些都不能满足现代城市发展对环境优化的迫切需求。

2.3 治理资金和管理体制问题

在当前阶段，我国污水处理的管理体制还需要进一步的完善，这主要表现在政府与企业之间职责的不明确界定，以及不同职能部门间的合作和协调还不够充分等方面。由于体制和机制的障碍，我国的污水处理行业的发展速度落后于经济增长，导致水污染加重和水资源的大量浪费。在某些特定地区，污水处理的管理措施并不完善，这导致了对污染源的监控和治理策略未能形成一个高效的闭环管理机制。这些因素严重妨碍了水污染防治的规划目标达成，并对环境风险的预防和控制体系建设造成了不利影响。此外，许多污水处理的管理策略尚未完全建立，某些城市因为政府的过度集中，缺乏社会资本、市场参与者和广大民众的积极参与，这导致了污水处理的效率降低和资源分配的不合理。

2.4 污水处理后的二次污染问题

在污水处理流程中，尤其是采用如活性污泥法和沉淀法这类传统技术，都会产生大量的污泥。在处理这些污泥的过程中，会产生高浓度的有机废水和氨氮废水，而这些废水中的大多数会被排放到环境里。污泥不仅仅是水分的来源，它还含有如重金属和有毒有机物这类的污染元素。随着我国经济的持续增长和城市化的步伐不断加速，污泥的产量年复一年地增加，这对城市的生态环境带来了巨大的冲击。如果污泥未得到妥善处理，它有可能导致二次污染的产生。因此，如何高效处理污泥已经变成了国内外普遍关心的核心议题[1]。

3 城市污水治理的先进技术与发展趋势

3.1 传统污水处理技术分析

气浮法和沉淀法都是污水处理中的物理和化学方法，它们的主要目的是去除污水中的悬浮粒子、油质和大颗粒的杂质。鉴于这些物理处理手段无法从废水中分离出水中的污染物，因此有必要进行化学处理以去除废水中的有机物和重金属等有害成分。气浮法是一种通过加入微小气泡来实现污水中悬浮物质附着在这些气泡上的方法，从而生成浮渣并浮到水面，最终达到有效去除的目的；沉淀法则采用吸附或凝聚的方式处理沉降速度较快的物质，目的是增强水的透明度。沉淀法则依赖于重力的作用，使得较大的颗粒在沉淀池中自然沉淀，进而从污水中分离出悬浮的成分。

气浮法和沉淀法的主要优点是操作简便、运营成本相对较低，并且能够有效地清除污水中的微粒和悬浮物质。在最近的几年中，这两种水处理技术经历了迅速的进步，并已经成为废水处理领域的主要研究焦点。随着各类污水处理技术的不断进步，仅仅依靠单一的技术途径已经难以满足各类污水复杂处理的多样需求。现阶段，我国处理城市污水的主流方法包括生物接触氧化法和人工湿地技术，但由于这些传统方法都有其固有的不足，它们并不能完全适应当前污水质量的波动。因此，在将来的污水处理行业中，技术的融合和创新将成为发展的主要方向。

3.2 政府政策支持与法规建设

为了推动污水处理行业持续向前发展，政府需要通过

制定科学合理的政策、完善相关法律和法规、提供财政援助和激励措施等多方面的手段，来激励社会各界更积极地参与到污水处理工作中。有必要对现有的《水污染防治法》和《城市排水与污水处理条例》等相关法律进行修订和完善，以便为污水处理工作提供更为稳固的法律依据。此外，为确保国家环境保护政策得到有效执行，还需依据实际需求，专门拟定《水污染控制法》《固体废物污染环境防治法》以及其他相关的配套规定。目前的法律规定在污水处理设施建设方面的相关条款尚未达到全面和详细的标准。尤其在明确污水排放标准、污水处理设备的建设准则和污水资源化应用等方面，法律规定中存在的漏洞和不明确的部分亟需得到解决[2]。

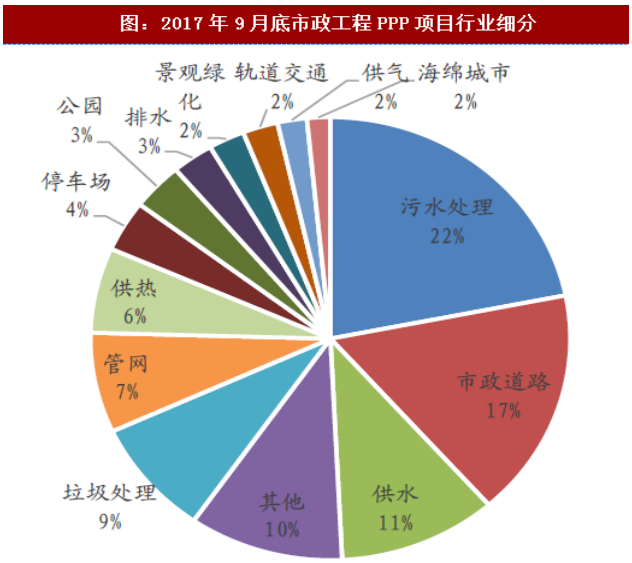

图 2 我国某城市市政工程 PPP 项目行业细分

3.3 污水治理的市场化与企业化运营

随着市场化的深入推进，污水处理领域已经从过去由政府主导的方式，逐渐演变为政府和市场共同参与的创新模式。为了在城市污水治理领域获得利润，企业选择通过吸引民间投资或购买相关服务来实现这一目的。在整个流程中，企业发挥了不可或缺的角色。在城市污水处理行业中，各企业通过技术服务、融资租赁和特许经营等多种途径，积极参与到城市污水治理的相关业务中。污水处理公司不仅需要承担起处理污水的职责，还需要根据市场需求进行技术创新，以提高污水处理的效能和质量。

3.4 城市污水治理的管理体制改革

污水处理不仅是环境保护部门的责任，它还涉及城市建设、规划、财务等多个方面。由于不同的职能部门在处理污水的过程中存在不同程度的利益冲突，这导致了污水处理的效率降低，严重妨碍了环境和社会的发展。因此，搭建一个跨多个部门协同工作的管理架构，变得是提升污水处理效能的关键因素。政府中的各个关联部门应当清晰地界定自己的任务和职责，强化信息交流和资源整合，以实现工作的统一协同效应[3]。

以环境保护部门为例，它肩负着制定和执行污水排放准则的重任；城市管理机构承担着对市政基础设施进行全面规划、审核以及监督的职责。与城市规划有关的各个部门肩负着构建和维护污水管道网络的重任；城市雨水的利用等相关任务由水务管理部门承担。财政部门肩负着确保污水处理项目资金供应的重任；水务部门承担着污水处理的监控、管理以及评估考核的职责。地方政府承担着建设、操作和监控污水处理设备的责任。随着城市的持续发展，无论是政府部门还是市场参与者，都会遭遇各种压力。因此，各个职能部门都需要更加主动地发挥自己的角色，加大对城市污水处理的关注，确保这一问题能够得到切实的解决。为了共同推动污水处理项目的进展，所有部门都应该定时增进相互之间的沟通与合作。

4 结语

综上所述，在当前经济迅猛增长的背景下，我国的城市污水处理行业已经实现了显著的发展。推动城市水环境的持续改善，并促进人与自然的和谐共生，必须在多个方面付出努力并持续创新，从而对可持续发展做出贡献。

参考文献

[1] 何伟迪.环境保护中城市污水治理问题及对策分析[J].生态与资源, 2024(3):0038-0040.

[2] 张慧.探析环境保护下城市污水治理工程的问题与对策[J].清洗世界, 2022(004):038.

[3] 桑艳霞,孔洋阳.环境工程中城市污水处理存在的问题及优化策论[J].华东科技（综合）, 2021, 000(002):P.1-1.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4506

Research on the application value and strategy of artificial intelligence technology in environmental monitoring

Xinhua Hu

Hebei Huiyou Environmental Protection Technology Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract

With the acceleration of industrialization and urbanization, environmental problems have become increasingly prominent, and environmental monitoring has become an indispensable measure to ensure environmental quality and public health. This study explores the core issues and needs in the field of environmental monitoring, covering key indicators, data collection and processing needs, and stringent requirements for real-time, precision, and reliability. The potential contribution of artificial intelligence technology in data analysis, pattern recognition, predictive modeling, trend analysis, anomaly detection and alarm system, automated monitoring and remote control is deeply analyzed. In addition, specific application strategies are proposed, including data acquisition and early processing, model selection and training, system integration and implementation, and continuous learning and optimization mechanism. The purpose of this paper is to provide a reference frame and practical guide for the application of artificial intelligence technology in the environmental monitoring industry.

Keywords

artificial intelligence technology; Environmental monitoring; Application value; Optimization strategy

人工智能技术在环境监测中的应用价值与策略研究

胡鑫华

河北会有环保科技有限公司，中国 · 河北 石家庄 050000

摘　要

随着工业化与城市化进程的加速推进，环境问题逐渐凸显，环境监测已成为保证环境品质与公众健康不可或缺的措施。本研究探讨了环境监测领域内的核心议题与需求，涵盖了关键指标、数据收集及处理的需求以及对实时性、精确度与可靠性的严格要求。深入剖析了人工智能技术在数据解析、模式识别、预测建模、趋势分析、异常探测与警报系统、自动化监控与远程操控等方面的潜在贡献。此外，还提出了具体的应用策略，涉及数据获取与前期处理、模型选取与训练、系统整合与实施以及持续的学习与优化机制。本文意在为环境监测行业提供人工智能技术应用的参考框架与实践指南。

关键词

人工智能技术；环境监测；应用价值；优化策略

1 引言

环境监测作为环境保护与管理的基石，在评估环境状况、预防及控制污染方面发挥着非常重要的作用。然而，传统的环境监测手段在数据处理速度、实时响应能力以及测量精度等方面存在诸多局限，难以适应当前社会对环境监测提出的高标准要求。伴随人工智能技术的迅猛进步，该技术在环境监测领域的应用前景广阔，展现出较大优势。人工智能技术不仅可以高效处理海量复杂数据，实现精确预测与实时监控，还提升了环境监测工作的效能与精确度。

2 人工智能技术定义

人工智能技术可以借助计算机科学构建具备智能的机器或软件，使其能完成通常需依赖人类智慧的任务，例如，视觉感知、语音识别、决策制定及语言翻译。该领域涵盖了机器学习、深度学习、自然语言处理与机器人学等多个分支[1]。人工智能系统可以通过算法对海量数据进行分析，从中学习并适应，识别出模式并据此作出预测或决策。这些技术的应用场景多样，从医疗诊断、自动驾驶车辆到金融交易分析以及个性化推荐系统等皆有涉猎。随着技术的不断进步，人工智能正逐步成为促进社会经济成长和提升人们生活质量的关键动力。

【作者简介】胡鑫华（1998–），男，中国河北武安人，本科，工程师，从事环境监测、大气监测研究。

3 环境监测中的关键问题与需求分析

3.1 环境监测的主要指标与参数

环境质量的评估依赖于一系列关键指标与参数，这些内容涵盖了多个维度。在大气环境监测中，如颗粒物（$PM_{2.5}$、PM_{10}）、二氧化硫（SO_2）、二氧化氮（NO_2）、一氧化碳（CO）、臭氧（O_3）及挥发性有机化合物（VOCs）等成分的浓度是评价空气清洁度的核心要素。水体环境的监测则聚焦于化学需氧量（COD）、生化需氧量（BOD）、总氮（TN）、总磷（TP）、重金属浓度（例如铅、汞、镉等）、pH 值以及水温等参数。对于土壤环境监测，其考察点涉及重金属含量（如砷、铬、铅等）、有机污染物（如多环芳烃、农药残留等）、土壤 pH 值及其肥力情况，用以综合评定土壤生态状况。此外，噪声与振动的测量也是重要组成部分，主要通过分析噪声等级和振动幅度来探讨其对人类居住条件及野生动物生存环境的影响。辐射水平的监控涵盖天然辐射源与人造辐射源（如伽马射线、X 射线、放射性核素等），对于保障民众健康和维护生态环境具有重要的作用。

3.2 环境监测数据的采集与处理需求

环境监测数据的获取与处理需求涵盖多个方面，在数据采集阶段，必须采用高精度及高稳定性的监测设备与传感器，保障所获数据的真实可靠。监测站点的分布需经过科学规划，保证可以对监测范围实现全面覆盖。关于数据传输，需保证监测信息能及时或按周期传送至中央处理中心，为此，须构建一个稳固且高效的通信网络体系，涵盖无线传输与卫星通讯等多种方式 [2]。在数据存储环节应设立大规模数据库，用于存放并管理庞大的监测数据集，该数据库需具有优异的扩展能力、安全保障措施以及完备的数据备份方案。在数据处理方面，涉及数据清洗、数据整合与数据分析等多项任务，可以提升数据的实际应用价值与效能，为此，需运用前沿的数据处理软件与算法，以保证数据处理过程的精确度与高效性。

3.3 环境监测中的实时性、准确性和可靠性要求

环境监测领域内保证监测成果的有效性，最重要的是满足其实时性、精确度及可靠性的要求。就实时性而言，环境监测体系需具备即时采集并解析数据的能力，迅速对环境变动作出反应并及时实施应对策略，这一特性对于突发性环境事件的预警及紧急处置显得非常关键。对于准确性，是环境监测作业的核心所在，监测装置须定期进行校正，同时监测手段与流程应遵循国际或国内的相关标准，以此保障数据的科学性与公信力。从可靠性的角度考量，监测系统应当拥有高度的稳定性，即使在不同的环境状况下也能保持正常运作，这不仅涉及设备的耐久性和抗干扰性能，还包括其在恶劣气候或突发事件中的稳健表现。总而言之，在环境监测活动中需全面权衡监测参数的完整性、数据获取与处理的效率以及监测结果的即时性、准确性和可靠性，以保证环境监测的实效性和环境管理决策的科学合理性。

4 人工智能技术在环境监测中的应用价值

4.1 数据分析与模式识别

人工智能技术在环境监测的数据解析及模式辨识领域展现出较大的优势。借助机器学习算法，人工智能可处理并分析海量环境数据，涵盖空气质量指数、水质指标、土壤组成等方面。此类算法能揭示数据中的复杂结构与内在联系，例如，通过对历史数据的深入剖析以确定污染源头或追踪特定污染物浓度的变化趋势。人工智能系统具备实时学习与适应新数据模式的能力，进一步提升监测的精确度与效能。以深度学习为例，该技术可用于图像识别任务，通过对卫星影像或无人机拍摄画面的解析，实现对森林覆盖率变动、非法采掘行为或作物病虫害的监控。

4.2 预测模型与趋势分析

人工智能技术可搭建高度精确的预测模型，以预估环境变迁的趋势及潜在风险。借助对历史与实时数据的解析，此类人工智能模型可预测空气质量、水质变动以及极端气候事件并对其对生态系统及人类行为的可能影响进行评估。人工智能能预判未来数日乃至数周某区域的空气质量指数，助力政府与公众预先做好应对准备。除此之外，人工智能模型可用于评价气候变化对农业、水资源及生物多样性所带来的影响，为长期环境保护政策的制定提供科学支撑。

4.3 异常检测与预警系统

借助于人工智能技术，可构建出高效能的环境异常检测与预警体系。此类体系通过持续监控如温度、湿度及污染物质浓度等环境指标，运用机器学习算法以辨识数据中的非正常模式。在发现异常状况时，该体系可即时启动警报程序，向相关人员传达警示以便迅速采取应对措施。举例而言，在工业排放的监控过程中，基于人工智能的系统可实时解析排放物的浓度水平，当数值超过预定的安全界限时，系统会自动激活警报机制并向责任人员通报，此种即时反应机制对于预防环境灾害的发生及其负面影响的缓解具有极其重要的作用。

4.4 自动化监测与远程控制

人工智能技术的应用推进了环境监测流程的自动化与智能化水平，借助传感器网络的布设及人工智能算法的运用，可实现对环境指标的持续自动化监控，大幅削减人工操作的依赖。人工智能系统具备远程操控监测装置的能力，例如，调节传感器的取样速率或变更监测站点，以便应对多样化的监测要求和环境状况 [3]。以森林火灾监控为例，人工智能技术可遥控搭载有传感器的无人机，实现实时火情监控并为救援人员提供精准的灭火指导。自动化监控与远程操控功能不仅较大提升了监测效能，同时也有效减少了人力资源投入及作业安全风险。

图 1 人工智能技术监测森林火灾

5 人工智能技术在环境监测中的应用策略

5.1 数据采集与预处理策略

在环境监测领域数据采集构成了监测流程的基础，而数据预处理则是保障数据品质、提升分析精度的关键环节。借助一系列传感器与监测装置的布设，如空气质量监测站、水质分析仪、噪音检测器等，可实时获取涵盖温度、湿度、$PM_{2.5}$、二氧化碳浓度、水中化学需氧量（COD）等环境参数。此类数据的即时性和精确性对环境监测非常关键。然而原始数据通常存在噪声、缺失值等问题，这些问题可能会干扰后续分析的准确性。因此，数据预处理的重要性不言而喻，预处理过程涉及数据净化、缺失值补充、数据标准化等步骤。数据净化可以剔除噪声和异常值，保证数据的可信度。缺失值补充则采用统计手段或机器学习技术来估算并填补由于设备故障等原因导致的数据空白，数据标准化则是将数据调整至统一的标准范围，以减少不同单位和尺度的影响。

5.2 模型选择与训练策略

在环境监测研究领域，选取恰当的机器学习或深度学习模型显得非常重要。在处理时间序列数据时，由于长短期记忆网络（LSTM）具有捕捉长时间跨度内依赖关系的能力，因此被视为预测未来环境演变趋势的优选方案。针对分类任务如评估水质污染等级的问题，支持向量机（SVM）及随机森林等方法因表现出色的分类效能而备受青睐。构建高效模型的前提之一是拥有充足且精确的标注数据资源。除利用过往监测记录外，借助众包平台或专家指导以丰富数据集是保证数据质量和多样性的重要途径。在模型训练阶段实施交叉验证与参数优化是增强模型泛化能力及精度的核心环节，经过精细的参数校正与多轮验证，可使模型在面对未见过的数据时展现出稳健可靠的性能。模型的透明度及其适应性同样是环境监测应用中必须考虑的关键要素，选用能产生易于解析结果的模型有利于科研人员深入洞察模型的决策逻辑，进一步有效地将其成果应用于实践中的环境监控工作。

5.3 系统集成与部署策略

构建高效的环境监测体系需综合应用多元技术手段，以保证数据的精准收集、快速传输、安全保障、智能化处理及深度解析。在系统整合方案中，应着重探讨如何将人工智能模型平滑嵌入现有环境监测架构，同时保障系统的稳健运作与高效能处理。关于部署策略应依据具体需求与资源配置，选取适宜的执行环境，如云计算平台、边缘计算装置或本地服务器，这样可以优化系统效能与反应速率。此外，系统设计须关注用户体验，提供简洁明了的用户界面与互动设计，便于环境科研人员、政策决策者及普通民众便捷获取并理解监测信息。如此设计不仅可增进信息透明度与公众参与度，还可以提升环境管理的科学化与民主化水平。

5.4 持续学习与优化策略

环境监测是一项持续且动态演变的任务，因此，人工智能系统需要具备持续学习的特性，以便适应环境的持续变迁。这一目标可以通过实施在线学习或增量学习策略达成，即在系统部署之后，依然可持续接收新数据并进行自我更新。借助于实时空气质量监测，人工智能系统可不断学习新的污染源及其变化趋势，进一步提供更为精准的预测与预警服务。对于人工智能系统而言，定期开展性能评估与优化工作同样非常重要，这涵盖了算法改进、模型更新及硬件升级等方面。通过持续的学习与优化过程，人工智能系统不仅可提供更加精确和即时的环境监测信息，还能为环境保护与决策提供坚实的技术支撑。通过对历史数据和实时数据的综合分析，人工智能系统可预判未来的环境变化趋势，为相关政策的制定提供科学依据。

6 结语

综上所述，本研究全面探讨了人工智能技术在环境监测领域的应用价值及策略，指出其在提升环境监测效率、精确度与即时性方面所具有的较大潜能。展望未来，在技术持续革新与应用深化的背景下，人工智能有望在环境监测中扮演更为关键的角色，为生态环境保护及可持续发展目标的实现提供坚实的技术保障。

参考文献

[1] 方永睿. 人工智能技术在环境监测中的应用 [J]. 清洗世界, 2024, 40 (11): 181-183.

[2] 张洋. 人工智能在环境监测中的应用策略探讨 [J]. 中国轮胎资源综合利用, 2024, (11): 75-77.

[3] 罗珺. 人工智能技术在环境监测中的应用分析 [J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4 (16): 45-47.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4507

Discuss VOCs comprehensive pollution comprehensive treatment technology in industrial parks

Lihua Xu[1] Yuan Jin[2] Bo Shu[1]

1. Green Yuan Environment Industry Group Co., Ltd., Rizhao, Shandong, 276800, China
2. Jining BYD Industrial Co., Ltd., Jining, Shandong, 273500, China

Abstract

In the industrial production, the main source of waste gas emission is the industrial enterprises, and the gas emitted by these enterprises contains a large number of toxic and harmful substances. VOCs It not only causes serious pollution to the atmospheric environment, but also has a negative impact on people's health and the overall ecological environment. This paper aims to deeply discuss the comprehensive control strategy of VOCs pollution in industrial parks.

Keywords

industrial park; VOCs pollution; comprehensive treatment technology

探讨工业园区 VOCs 污染综合治理技术

徐丽华[1] 晋远[2] 舒博[1]

1. 绿之缘环境产业集团有限公司，中国 · 山东 日照 276800
2. 济宁比亚迪实业有限公司，中国 · 山东 济宁 273500

摘 要

在工业生产中，废气的主要排放来源是工业企业，这些企业排放的气体中含有大量的有毒和有害物质。VOCs不只是对大气环境造成了严重的污染，它还对人们的健康以及整体的生态环境产生不良影响。本文旨在深度探讨工业园区VOCs污染的综合治理策略。

关键词

工业园区；VOCs污染；综合治理技术

1 引言

在过去的几年中，随着我国环境保护政策的逐步加强，工业园区内 VOCs 的污染问题已经引起了社会各个层面的广泛关注。为了提升环境的品质并推动经济增长，国家推出了“三化”协同发展的策略，强调工业公司应追求绿色的生产方式。VOCs 的治理涉及多种技术途径，包括物理、化学和生物等，但考虑到 VOCs 的种类繁多和排放源的复杂性，仅仅依赖单一的治理方法很难满足全面的治理需求。本项研究以工业园区 VOCs 污染的根源和特性作为研究起点，全方位地回顾了当前流行的治理手段，并深入分析了这些治理技术在实际应用场景中的效能、优缺点以及适用场景。旨在为相关政策的制定和工业园区的污染预防工作提供坚实的理论支撑和技术支持，进而推动绿色和可持续的发展。

【作者简介】徐丽华（1990–），女，中国山东日照人，硕士，工程师，从事环境影响评价研究。

2 VOCs 治理的技术原理与工作机制

吸附法是通过利用吸附材料与 VOCs 之间的物理互动来实现 VOCs 从气流中的高效分离的。鉴于吸附剂是由多孔质构成的，吸附的过程在本质上是一个物质传递过程，关键在于如何确保气体与吸附剂之间的接触达到吸附的平衡状态。在吸附过程中，VOCs 分子通过范德华力、静电力等途径在气体中与吸附剂表面产生相互作用，从而能够稳定地附着在吸附剂的外层或孔洞内。吸附材料会对吸附质产生某种程度的阻碍，导致它不能进入气态，只能以液态存在。吸附材料通常具有高度发达的孔隙结构和比表面积，这使得它们能容纳大量的 VOCs 分子。吸附材料被认为是一种创新的环保材料，它在净化废气中的污染物方面展现出了出色的效果。常见的吸附材料有活性炭、硅胶以及分子筛等多种。

关于使用生物降解法处理废气的技术研究相当丰富，并且已经取得了不少研究成果。生物滤池与生物洗涤塔被视为其标准的操作方法。尽管生物滤池在处理效果上表现得最为出色，但由于其高昂的运营成本，至今还没有被大规模地

应用。在生物滤池中，VOCs 是通过过滤床与生物膜产生接触的，而微生物则是通过其代谢活动来分解 VOCs。在生物洗涤塔的内部，污染物是通过附着在填料上的微生物被清除并沉降的，从而实现了净化处理的目标。这个方法的局限性在于，它对 VOCs 的类型和浓度有一定的适应性限制，并且需要定期进行维护和替换过滤材料。

3 主要 VOCs 污染治理技术的详细探讨

3.1 吸附法

活性炭因其卓越的比表面积和特殊的孔隙结构，在吸附材料中被普遍视为最常见的一种，它能够高效地吸附大量的 VOCs。随着社会对环境议题的关注度逐渐增强，活性炭的吸附特性研究也日益增多。活性炭的吸附性能与其表面特性有着密切的关联，常见的活性炭材料有颗粒活性炭、蜂窝状活性炭以及纤维状活性炭等。在这些中，蜂窝状活性炭是最常见的。该方法的局限性在于，当 VOCs 浓度超出标准时，活性炭有可能进入“饱和”状态，因此有必要定期进行再生或者进行替代。

吸附床代表了一种标准的固定床设计，其内部蕴含了众多复杂且互相关联的物理及化学过程。此外，过高的气流速度可能导致 VOCs 与吸附剂的接触不充分，从而对其去除效果产生负面影响。在具体的操作过程中，吸附用的材料常常被置于吸附床内，并通过床层内气体流动来进行相应的处理。因此，吸附床在整个吸附过程中起到了至关重要的角色。在设计吸附床时，我们需要考虑废气的流速、VOCs 的浓度等多种因素，以确定最合适的床层高度和粒径分布，确保 VOCs 在吸附剂上能够得到充分的接触。

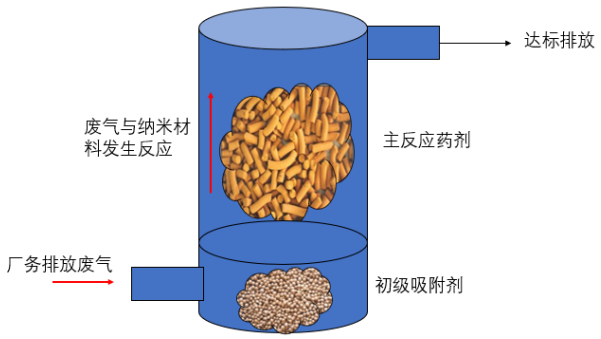

图 1 有机挥发物吸附剂

3.2 冷凝法

冷凝技术的核心理念是通过降低气体温度，使其中的 VOCs 达到沸点以下，从而实现相变，将其转化为液态并进行分离处理。当前，常见的冷凝技术包括蒸发、吸收以及吸附等几个主要类别。在冷凝技术应用中，通常需要借助冷却装置来将废气温度降至一个特定的水平，其中冷凝器和热交换器是比较常见的设备。

冷凝法带来的经济利益主要体现在两个核心领域：首先，它能够显著地降低 VOCs 的排放量，减少对环境的污染，并避免因超出排放标准而产生的罚款和环境整治费用；从另一个角度看，冷凝法在制造过程中采用了环保的能源，这有助于节省大量电力，从而增强了企业的市场竞争力。从一个不同的视角出发，利用冷凝技术能够有效地回收 VOCs，这不仅减少了对新型溶剂的依赖，还进一步降低了原材料的采购和运输成本。

VOCs 的沸点与气体的温度共同制约了冷凝法的使用领域。经过对冷凝技术的基本原理和当前应用状况的深入分析，我们发现在相同的环境条件下，冷凝法能够很好地适应各种废气类型。对于沸点相对较低的 VOCs（例如苯、甲苯等），冷凝法显示出了较高的效率；但是，对于沸点相对较高的 VOCs，其冷凝效果可能并不理想，因此需要额外消耗能量来降低气体温度。利用吸收法能够显著扩大冷凝法的应用领域，同时选择合适的吸收剂也是其中一个非常关键的因素。此外，冷凝技术受到气体流速和温度的限制，当废气流量增加时，冷凝设备的处理能力可能会受到限制，从而导致回收效率降低[1]。

为了提高燃烧技术的执行效率并降低成本，工业园区经常会采纳多种不同的优化方法。在所有的技术手段里，采纳尖端的燃烧方法可以明显地减少能源消耗并增强生产的效益。例如，通过融合余热回收的方法，我们能够使用燃烧时释放的热能来为其他的工艺设备加热，进而减少能源的使用；为了达到节能和减少排放的目的，我们可以通过调整燃料的种类来治理燃烧的产物。此外，通过采用高效的催化剂和自动化控制系统，燃烧反应的效率和稳定性可以得到显著的提升。

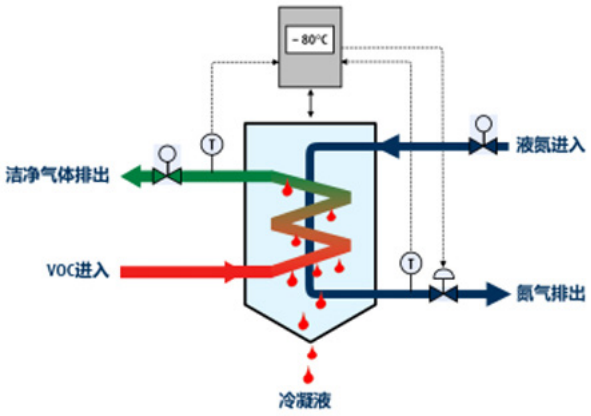

图 2 液氮冷凝

3.3 光催化技术

二氧化钛因其卓越的光催化性质、极高的稳定性和相对较低的生产成本，在光催化技术领域获得了广大的应用。在实际使用场景中，二氧化钛作为光催化剂时，常常会因多种环境条件的干扰而失去其功能。在挑选光催化剂的过程中，VOCs 的种类、光照条件以及催化剂的光活性等多个变

量都需要被全面地考虑。

在处理 VOCs 的过程中，光催化技术展现出了卓越的性能，尤其是在处理低浓度 VOCs 的场景中，其表现尤为突出。光催化技术的核心是通过光生载流子与活性物质的交互作用，将其转化为如二氧化碳、水和其他小分子化合物这样的气体或物质。通过精心规划的光照条件和适当的催化剂选择，光催化技术不仅能在相对较短的时间范围内有效地降解 VOCs，而且还能实现较低的能量消耗。

3.4 生物降解法

在工业园区内，针对 VOCs 的低浓度和连续排放问题，生物降解法得到了主要的应用和治理。在众多处理方法中，厌氧氨氧化法被广泛认为是最常见的一种，它的工作原理是通过氨气与废水中的有机物进行反应，从而产生甲烷气体。这一方法由于规避了复杂设备的需求和高能量消耗，特别适合于处理长时间和稳定的废气排放问题。通过生物方法，挥发性有机物可以被分解为无害的物质或少量的低分子化合物，从而达到对污染物的高效治理[2]。然而，生物法的操作效率在很大程度上受到外部环境因素（如温度和湿度）的限制，因此，对微生物生长的环境进行优化变得尤为重要，以提高其治理的效果。在实际应用中，生物法受到微生物活跃性和处理能力的限制，因此，它往往需要与其他治理方法进行整合和应用。

4 VOCs 污染治理技术的应用与案例分析

由于各个工业园区在生产属性和原材料的应用上有所不同，这也使得 VOCs 的排放特点也存在差异。鉴于这些差异性，选择恰当的治理策略显得尤为关键。更明确地讲，化工园区、制造业园区，以及精细化工和特殊行业园区在 VOCs 治理方面的需求存在差异，这也导致了对于治理技术的选择和应用有各自不同的标准和要求。

化工园区被普遍视为 VOCs 排放最为严重的几个区域之一。在我国的范围内，化工园区不仅数量庞大，而且分布也非常广泛。在化工园区，VOCs 的种类非常丰富，其浓度相对较高，并且其排放既频繁又持续时间较长，这主要归因于化学原材料的种类繁多和生产过程的高度复杂性。因此，基于对化工园区主要污染源的深入分析，实施有效的控制措施变得尤为关键。VOCs 污染的主要来源包括了如有机溶剂、芳烃、醇类以及醚类等众多化学物质。

鉴于其独特性质，吸附法、冷凝法和光催化法已逐渐成为制造业园区中常用的治理技术。在众多方法中，吸附法被认为是目前最为成熟的一种。吸附法在处理低浓度和大流量废气方面表现出众，尤其是在挥发性较高的 VOCs 溶剂中表现得尤为明显。吸附法因其吸附剂对有机污染物具有出色的吸附能力和易于再生的特性，因此在工业生产领域得到了广泛的应用。冷凝技术在溶剂再利用方面表现出色，尤其是在涂装和印刷环节，回收后的溶剂可以再次投入使用，这有助于降低原材料成本。结合吸附法和冷凝法可以进一步增加废气的排放浓度，但这也带来了吸附剂容易被污染和运营成本增加的挑战。光催化技术尤其适合于清除低浓度的 VOCs，尤其是在较为温和的条件下，通过使用光催化剂将 VOCs 转化为无害气体，此方法的优势在于其低能耗和零二次污染[3]。

精细化工和特殊行业园区主要致力于处理特殊化学品和高端材料的生产流程，这些园区排放的 VOCs 污染物种类繁多，而且其排放具有周期性和不稳定性的特点。在我国大量的化工园区里，绝大多数都是石油化工相关的企业，例如炼油和石化等行业。考虑到这些行业的生产流程极为烦琐，VOCs 的浓度忽高忽低，并且伴随着多种污染物的存在，传统的单一处理方式很难全面满足所有需求。

针对高浓度 VOCs 废气处理的挑战，某个化工园区决定采用活性炭吸附方法来进行废气净化。这片园区主要致力于制造溶剂型涂料，其中 VOCs 的释放量非常高，而排放的废气中主要含有苯、甲苯和其他的芳香烃。鉴于苯和甲苯都是高度有毒的物质，一旦它们被泄漏，可能会给人体带来巨大的伤害，因此有必要使用净化设备来对其进行严格的治理。经过对气体成分的深度分析和流量的评估后，园区选择了使用活性炭吸附技术来处理排放的废气。

5 结语

综上所述，对工业园区的 VOCs 污染进行全面治理既是一项复杂的任务，也需要持续的发展，这需要各种技术的共同应用和创新。未来工业园区在 VOCs 污染治理方面预期将走向更加环保、经济和可持续的发展路径。

参考文献

[1] 王玉红,武心怡.工业园区VOCs综合整治模式探讨[J].中国环保产业, 2017(11):27-28.

[2] 苏柏杭,史风华,王文文,等.提升工业园区VOCs综合治理水平的措施[J].化工管理, 2021.656.

[3] 张强.苏州工业园区挥发性有机物排污收费试点下的污染治理措施及建议[D].苏州科技学院;苏州科技大学,2019.478.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4508

Thoughts on the application of the treatment and restoration technology of ammonia nitrogen pollutants in groundwater

Zhou Zhang

Sichuan Zhongrong Shengtai Environmental Technology Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract

The problem of ammonia nitrogen pollution in groundwater is increasingly serious in many areas, which has brought many hidden dangers to the ecological environment and human health. Ammonia nitrogen pollutants mainly come from agricultural fertilization, sewage discharge and industrial wastewater. In order to effectively control the ammonia nitrogen pollution in groundwater, many new technologies have been put forward and applied in practice in recent years, including bioremediation, physical remediation, chemical and biological remediation, etc. These technologies have their own characteristics and can provide effective solutions for different degrees and types of ammonia nitrogen pollution. In some field studies, the application of these techniques has shown good treatment effects, significantly reducing the concentration of ammonia nitrogen in groundwater and improving water quality. This paper will discuss the cause, influence and application of the treatment technology of ammonia nitrogen pollution in groundwater, aiming to provide reference for future research and practice.

Keywords

groundwater; ammonia nitrogen pollutants; treatment and restoration technology; application

地下水氨氮污染物治理修复技术的应用思考

张舟

四川中蓉圣泰环境科技有限公司，中国 · 四川 成都 610000

摘　要

地下水氨氮污染问题在许多地区日益严重，给生态环境和人类健康带来了诸多隐患。氨氮污染物主要来源于农业施肥、污水排放和工业废水等。为了有效治理地下水中的氨氮污染，近年来，许多新技术相继被提出并应用于实际中，包括生物修复、物理修复、化学生物等。这些技术各有特点，能够针对不同程度和类型的氨氮污染提供有效的解决方案。在一些实地研究中，这些技术的应用显示出良好的治理效果，显著降低了地下水中的氨氮浓度，改善了水质。本文将对地下水氨氮污染的成因、影响及治理技术的应用进行深入探讨，旨在为未来的研究和实践提供参考。

关键词

地下水；氨氮污染物；治理修复技术；应用

1 引言

氨氮作为一种常见的水污染物，主要来源于农业施肥、污水处理不当以及工业废水排放等。在一些农田密集的地区，施肥过量导致的氨氮渗透，直接影响到地下水的质量。而在城市，污水处理设施的不足和工业排放的监管缺失，使得氨氮污染问题更加严重。这种污染不仅对生态系统造成损害，还可能对人类健康产生潜在威胁，如引发水体富营养化，导致藻类大量繁殖，进而影响水源的安全性。面对如此严峻的形势，治理地下水中的氨氮污染显得尤为重要。

【作者简介】张舟（1986–），男，中国四川达州人，本科，工程师，从事环境影响评价、土壤地下水治理研究。

2 地下水氨氮污染来源

2.1 农业活动

近年来，随着农业生产水平的不断提高，化肥使用量激增，特别是含氮化肥的广泛使用，导致大量氮素在土壤中残留。部分氮素通过雨水渗透进入地下水中，形成氨氮污染。此外，农作物的残留物、畜禽养殖产生的粪便等也是氨氮污染的重要来源。畜禽粪便中含有大量的氮，尤其是氨氮，当这些粪便未经处理就地排放或堆积时，氨氮通过土壤渗透进入地下水，导致地下水污染。畜禽养殖业的集约化发展，特别是大规模养殖场的兴起，进一步加剧了这一问题。

2.2 工业污染

许多工业生产过程中会产生含氮废水，尤其是化工、纺织、钢铁以及造纸等行业，这些行业在生产过程中排放出大量含氮污染物，特别是氨氮。虽然现代工业污水处理技

术有所提高，但在一些欠发达地区或环保意识较为薄弱的地区，工业废水往往未经处理或处理不达标就直接排放，导致地下水中的氨氮浓度升高。此外，一些工业废料和固体废物的露天堆放，经过雨水淋溶，也会将氮素带入地下水中，进一步加剧氨氮污染的问题。特别是在一些老工业区，长期的工业废水排放和废物堆积已经使当地地下水氨氮污染问题十分严重。

2.3 城市生活污水

随着城市化进程的加快，城市人口密度不断上升，生活污水排放量大幅增加。生活污水中含有大量的氮素，尤其是氨氮，主要来自人体排泄物、生活垃圾以及生活清洁用品的使用等。虽然现代城市污水处理厂能够有效去除部分氨氮，但在部分地区，污水处理设施不完善，导致排放的生活污水中仍含有大量的氨氮，最终通过渗漏或排入河流后渗入地下水，造成污染。此外，部分城市排水管网老化、破损，生活污水直接渗漏进入地下水系统，也是城市地下水氨氮污染的重要原因之一。

3 地下水氨氮污染物治理修复技术

3.1 物理修复技术

3.1.1 抽出处理技术

抽出处理技术是通过抽取受污染的地下水，使其离开污染源区域，随后对抽出的水体进行一系列处理以去除氨氮等污染物质。抽水处理过程通常包括物理、化学或生物处理步骤，常见的处理方式有活性炭吸附、离子交换、膜分离等。这种技术的优点在于操作灵活，适用于不同浓度和规模的污染场地，且可以较为快速地降低地下水中污染物的浓度。然而，抽出处理技术也存在一定的局限性，尤其是在污染范围广泛或污染物浓度较高的情况下，长期大规模抽水处理可能导致地下水资源的浪费，同时还存在二次污染的风险。

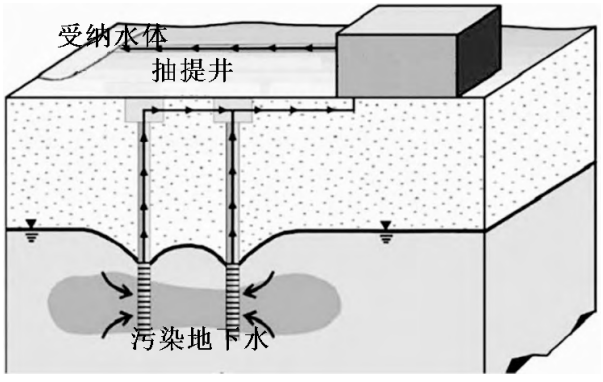

图 1 污染地下水抽出处理技术示意

3.1.2 渗透性反应墙技术

渗透性反应墙技术是通过在污染物迁移路径上设置一堵渗透性墙体，墙体内填充有特定的反应性材料，当污染含氨氮的地下水流经墙体时，墙体内的材料与污染物发生化学或生物反应，使氨氮等有害物质被降解或去除。渗透性反应墙的反应材料多样化，常见的包括铁屑、活性炭、沸石以及某些微生物基质等，这些材料可根据污染物的特性进行选择和组合，以达到最佳的修复效果。相比于抽出处理技术，渗透性反应墙具有较低的维护成本和长期稳定的处理效果，特别适合处理污染源较为固定、污染物迁移速度缓慢的地下水污染问题。

3.1.3 空气曝气 / 溶气气浮技术

空气曝气 / 溶气气浮技术是将空气或其他气体注入地下水中，通过气体的溶解、扩散和挥发作用，将污染物从液相转移至气相，随后通过收集和处理气相中的污染物来实现污染物的去除。对于氨氮污染，空气曝气可以通过促进氨的挥发作用来减少其浓度，同时还可以通过提高水体中的溶解氧水平，促进地下水环境中的自然降解过程。溶气气浮技术则在水处理的基础上增加了气浮装置，通过微小气泡的产生和上浮作用，将水中氨氮及其他悬浮污染物携带至水面，便于后续的物理去除。该技术的优势在于处理效率高，能够快速降低污染物浓度，且适用范围广泛。

3.2 化学修复技术

3.2.1 化学氧化技术

化学氧化技术是通过向污染区域注入氧化剂，使氨氮与氧化剂发生氧化还原反应，将氨氮转化为氮气或其他可接受的形态，从而实现污染物的去除。常用的氧化剂包括过氧化氢、高锰酸钾和臭氧等，这些试剂在地下水中能够通过氧化反应有效降解氨氮污染物。化学氧化技术的核心原理在于，氧化剂在地下水环境中会释放出强氧化性的自由基或活性氧物种，这些活性物种能够快速氧化氨氮，使其转化为无机氮或其他无毒物质。然而，该技术在实际应用中也存在一些问题，例如氧化剂的注入均匀性难以保证，地下水中其他还原性物质可能与氧化剂竞争反应，导致氧化剂的利用效率降低。因此，在实际工程中，化学氧化技术需要结合地下水的水质特性以及污染物分布情况进行优化设计，以确保治理效果的稳定性和安全性。

3.2.2 高级氧化技术

高级氧化技术的核心是通过外部能量激发或催化剂作用，产生具有强氧化能力的羟基自由基等活性物种，从而实现对污染物的快速降解。以光催化氧化为例，该方法利用紫外光或可见光激发光催化剂（如 TiO_2），使其产生羟基自由基，这些自由基能够与地下水中的氨氮发生氧化反应，将其转化为氮气或硝酸盐等稳定的化合物。相比传统化学氧化技术，高级氧化技术在处理复杂的地下水污染问题时表现出更高的效率和更强的适应性。尤其是在污染物浓度较高或氧化剂需求量较大的情况下，高级氧化技术能够有效减少氧化剂的用量，同时提高反应效率。然而，高级氧化技术在实际应用中也面临一些挑战。一方面，该技术通常需要额外的能量输入或催化剂支持，这可能增加工程成本；另一方面，由于地下水环境复杂多变，高级氧化技术对外部条件的依赖性

较高，在实际操作中需要对光源、催化剂种类及注入方式等参数进行精细化设计，以避免因环境条件不匹配而导致修复效果不佳。

3.2.3 零价铁技术

零价铁技术主要利用零价铁的强还原性，通过氧化还原反应将氨氮转化为氮气或其他无害物质，同时铁自身被氧化生成铁离子或铁氧化物。与传统化学氧化和高级氧化技术不同，零价铁技术不需要额外的氧化剂或能源输入，这使其在实际应用中更加经济和环保。然而，零价铁技术在实际应用中也存在一些限制。首先，零价铁的表面容易被生成的铁氧化物覆盖，从而降低其反应活性，这就要求在实际应用中采取措施（如添加螯合剂或增强剂）以维持零价铁的长期活性。其次，零价铁的注入方式和分布均匀性对修复效果有重要影响，如何在地下水中实现零价铁的均匀分布仍是工程设计中的一大难题。因此，在实际应用中，需要结合地下水的具体环境条件，对零价铁的投加量、粒径、形态以及注入方法进行优化设计，以确保其高效性和可持续性。

3.3 生物修复技术

3.3.1 原位生物修复技术

原位生物修复技术是通过调控污染场地的生物代谢环境，促进原位微生物群落的生长和活性，使其能够高效地降解氨氮污染物。在这种修复方式中，微生物通常扮演着核心角色，因为它们能够在自然环境中通过硝化反应和反硝化反应，将氨氮转化为氮气、水和其他无害物质。原位生物修复的优势在于无需大规模挖掘和运输污染土壤或地下水，减少了工程干扰和额外成本[1]。然而，这种技术的实施需要精确控制污染场地的物理化学环境，例如氧气、温度、pH 值和碳源等，以确保微生物能够在最佳条件下发挥作用。为了优化修复效果，科学家通常会通过注入氧化剂、营养物或特定的微生物菌种来增强原位修复的效率。

3.3.2 异位生物修复技术

异位生物修复技术则是一种将受污染地下水抽提至地表后进行处理的方式。这种技术通常适用于污染范围较广、污染物浓度较高或地下水流动性较大的场地。异位修复技术的实施通常包括抽取污染水体、构建生物反应器以及处理后水体的回灌或排放。在生物反应器中，工程师可以更精确地调控微生物的生长环境，从而使氨氮污染物的降解更加高效。与原位修复相比，这种方法受到场地环境条件的限制较少，能够在短期内取得明显的修复效果。此外，异位生物修复的另一个优势是可以结合多种物理化学处理技术，例如活性炭吸附、化学氧化等，从而实现更高的去除效率。然而，其缺点也较为明显，即需要额外的设备、能耗和场地管理成本，这在一定程度上限制了其在大规模污染治理中的应用[2]。此外，异位修复还需要考虑处理过程中可能产生的二次污染问题，例如生物反应器中微生物代谢产生的副产物如何安全处置。

3.3.3 植物修复技术

植物修复是利用植物根系的吸收、富集和分解功能，将地下水中的氨氮污染物去除或转化为无害物质。在植物修复过程中，植物根系不仅能够直接吸收氨氮作为养分，还能通过根际微生物的共生作用，间接促进氨氮的分解和转化。例如，在富营养化的地下水环境中，某些耐氨氮污染的植物（如芦苇、水葫芦等）可以通过其强大的生长能力和根系吸附能力，有效降低水体中的氨氮浓度。此外，植物修复技术还可以通过优化植被结构，促进地下水的自然循环和自净能力，从而实现长期的生态修复目标。尽管植物修复技术具有成本低、生态友好等优点，但其修复速度相对较慢，且修复效果容易受到气候、土壤条件和污染物浓度等因素的影响[3]。因此，在实际应用中，植物修复技术通常被作为其他修复技术的补充手段，或者用于污染治理后的生态恢复阶段。

4 总结

综上所述，地下水氨氮污染物的治理与修复是一项复杂而系统的工程，涉及多学科的知识和多种技术的应用。通过生物修复、物理化学方法的结合，以及监测和管理的配合，可以有效地改善地下水水质，保护宝贵的水资源。未来，随着技术的不断进步和管理理念的更新，我们有理由相信，地下水氨氮污染治理将会取得更大的突破，为人类的可持续发展做出贡献。

参考文献

[1] 吴明洲,张启,郑玉虎.地下水氨氮污染物治理修复技术研究[J].地下水,2023,45(3):4-6.

[2] 周勇.生物修复技术在水环境污染治理中的应用研究[J].中文科技期刊数据库（文摘版）工程技术,2024(7):0065-0068.

[3] 张婧,皮鎏,崔佳鑫,毛旭辉.垃圾填埋场区域氨氮污染地下水的修复方案比选[J].环境保护科学,2017,43(3):125-131.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4509

Trial analysis of the organic waste gas treatment method in industrial enterprises

Ling Li

Sichuan Zhongrong Shengtai Environmental Technology Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract

The effective implementation of organic waste gas treatment in the chemical industry is of great importance to the sustainable development of the chemical industry, ecological environment protection and the health of surrounding residents. In view of the actual situation of the chemical industry, it is particularly necessary to optimize and adjust the organic waste gas treatment method. This paper focuses on the organic waste gas treatment in the operation and production of the chemical industry, and conducts in-depth discussion from the two aspects of treatment technology and treatment strategy, aiming to provide valuable reference for chemical enterprises and related social functional departments, so as to improve the treatment ability and effect of organic waste gas.

Keywords

industrial enterprises; organic waste gas; treatment method; implementation path

试析工业企业有机废气治理方法

李令

四川中蓉圣泰环境科技有限公司，中国 · 四川 成都 610000

摘　要

化工行业有机废气治理工作的有效实施，对化工行业的可持续发展、生态环境保护及周边居民健康至关重要。鉴于化工行业实际情况，对有机废气治理方法进行优化调整显得尤为必要。本文聚焦于化工行业运营生产中的有机废气治理，从治理技术和治理策略两大方面进行深入探讨，旨在为化工企业及相关社会职能部门提供有价值的参考，以提升有机废气的治理能力和效果。

关键词

工业企业；有机废气；治理方法；落实路径

1 引言

经济社会的迅速发展以及人们素养的不断提升让现阶段人们对于环境保护问题给予的关注和重视变得越来越高，化工行业作为我国重要的经济产业，对于我国经济发展起到了至关重要的影响，但是在化工行业生产运营的过程中其有机废气排放体量是相对较大的，这会严重破坏生态环境，不利于化工行业的可持续发展，也并不符合我国既要金山银山又要绿水青山的发展理念，必须加强对化工行业有机废气的治理，而在有机废气治理方法分析的过程中可以从治理技术和治理策略两个维度来做出优化，提高治理效果。

2 化工行业有机废气治理技术分析

随着技术研究的不断深化和发展，现阶段可供借鉴和选择的化工行业有机废气治理技术变得越来越多，例如热燃烧法、吸收法、生物法等等都是较为有效的技术方法，但是在化工行业有机废气治理的过程中很有可能会因为技术方法选择不符合实际、适配性不强进而导致了有机废气的治理效果与预期目标存在一定的差距，甚至可能会增加化工企业的运营成本，让化工企业面临着更大的运营压力和运营风险，在这样的背景下化工企业可以选择用如下几项技术来提高有机废气的治理效果，如图 1 所示。

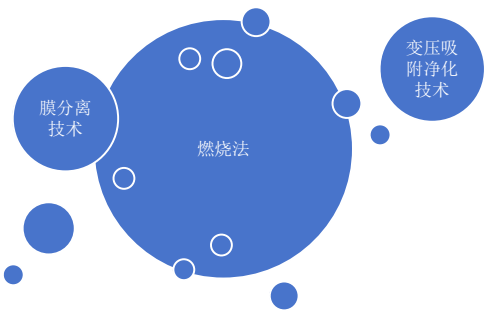

图 1：化工行业有机废气治理技术

【作者简介】李令（1989–），女，中国四川绵阳人，本科，工程师，从事废气处理、环境影响评价研究。

2.1 燃烧法

燃烧法是一种高温热处理技术，即以一定的过剩空气量与被处理的有机废物在焚烧炉内进行氧化燃烧反应，废物中的有害有毒物质在高温下氧化、热解而被破坏，是一种可同时实现废物无害化、减量化、资源化的处理技术。

燃烧法宜用于处理可燃、在高温下可分解和在目前技术条件下能回收的挥发性有机化合物废气，燃烧法应回收燃烧反应热量，提高经济效益。

焚烧能尽可能焚毁废物，使被焚烧的物质变为无害和最大限度地减容，并尽量减少新的污染物质产生。对于大、中型的废物焚烧厂，能同时实现使废物减量、彻底焚毁废物中的毒性物质，以及回收利用焚烧产生的废热。

在处理含少量可燃有机物的废物时，需额外添加大量燃料，这会增加运行成本。燃烧过程中，含硫和氯化合物的废物会产生具有腐蚀性的废气，这些废气不仅可能导致设备损坏，还会造成二次环境污染。此外，焚烧过程中可能产生二噁英等有害物质。

2.2 变压吸附净化技术

在化工行业有机废气治理的过程中变压吸附净化技术属于一种新型技术，其治理效果也是相对较好的，相较于其他有机废气治理技术，变压吸附净化技术的最大优势体现在其具备较强的循环性和可重复性，因此其应用的发展前景是相对较好的 [1]。

变压吸附净化技术在应用的过程中可以借助固体材料配合压气压力处理让有机废气中的污染物质吸附在固体材料中，变压吸附净化技术在特定废气体量和污染物的含量基础之上可以更好地分离和净化有机废气，保障所排放的气体安全，当吸附材料随着时间的推移积累的污染物质越来越多并逐渐达到饱和状态以后，可以通过加工处理使其恢复活力并回收利用，进而达到节约资源、降低能耗、降低成本的目标。目前，等离子体分解技术已逐步应用于 HCFCs 及其他废气治理领域，成效显著。该技术能在短时间内完成废气治理，且对仪器设备的依赖性较低，能在控制设备规模的同时达到预期治理目标。相应化工行业可以借助小型设备来完成氯氟烃等相应废气的治理，可以在废气治理的过程中建立两套子系统更好地提高废气治理效果和治理质量，将一个子系统的温度加热到 1000℃，通过超高温加水分解让废气中的污染物质可以快速与水蒸气接触并完成分解消耗，而另外一个子系统则可以通过快速冷却排气的方式有效避免二英类气体再次合成，将高温分解后的二英类气体快速冷却到 80℃以下达到较好的分解效果，该系统是以反应炉为基础，程序相对而言较为复杂，但相较于其他技术，其废气治理效果却尤为显著，同时在采用该套系统的过程中化工企业可以较好地避免污染问题，并有效提高有机废气的处理纯度，甚至可以通过系统的优化来提高有机废气治理的自动化程度和机械化程度，进一步降低有机废气治理的难度和精确性，达到较好的治理效果 [2]。

2.3 膜分离技术

随着经济社会的迅速发展膜分离技术也在不断地优化和完善，该项技术在化工行业有机废气中治理所能达成的效果也变得越来越好，受到了更多企业的喜爱，该技术利用多种膜材料治理有机废气，分离污染物，实现良好治理效果。随着市场经济的发展以及人们消费能力的提升，现阶段人们对于化工产品的需求变得越来越多元，受市场定位、发展需求、生产原料等因素影响，化工企业排放的有机废气构成日趋复杂，如果采用单一的废气治理技术则很难达到预期的废气治理效果，这时则可以通过膜分离技术利用不同膜材料的性能优势和性质特点来处理混合物，达到较好的处理效果，尤其是在有机废气中污染物质浓度相对较高的条件下膜分离技术的应用可以达到更好的处理效果 [3]。

就现阶段来看生物膜技术是发展前景相对较好且在化工行业有机废气治理中应用效果相对较好的一项技术，该项技术可以通过多孔介质表面培养微生物，配合填料床来对有机废气进行治理，去除有机废气中大部分的有机物。微生物在降解污染物质的过程中生产二氧化碳、水和中性盐可以较好地避免二次污染问题的出现，在化工行业有机废气治理中膜分离技术的应用可以较好地降低有机废气治理所需要消耗的成本和资源，且其操作难度和操作技术性也是相对较低的，可以较好地保障治理效果，提高治理质量 [4]。

3 化工行业有机废气治理策略分析

3.1 做好技术开发和技术优化

在有机废气治理过程中，加强技术开发和技术优化至关重要，这是确保治理效果与预期目标相符的关键。为此，在技术开发及技术优化的实践中，应重点关注以下几个方面，以确保技术开发及优化的针对性和有效性，从而提升其质量和效果，如图 2 所示。

图 2：技术开发及优化要点分析

首先，在技术开发的过程中可以紧抓监测技术这一关键要素做好技术开发和技术优化，监测技术的应用可以更好地明确化工行业有机废气的构成及不同构成物质的理化性质，这可以为废气治理提供更多的信息参考与数据支持，在

此基础之上根据化工行业的实际情况对治理技术作出适当调整与优化提高治理效果，降低治理成本，监测技术应用和分析需基于基础数据调查，明确化工企业的市场定位、原料、过程和技术，从而分析监测方向，在此基础之上通过技术研究创新与优化获得更加精准的数据信息，提高监测能力和监测效果。

其次，在技术开发及优化的过程中需要紧抓治理技术这一关键要点，根据监测结果来分析在化工行业生产过程中会出现哪些污染物质以及这些污染物质的理化性质和对于环境及周边居民的身体健康所带来的影响，在此基础之上结合相应的法律规范和政策要求来明确废气治理的主要目标，并通过技术研究和课题研究分析治理方法，提高废气治理效果和废气治理质量。

最终，技术开发与研究应聚焦于化工行业生产过程的优化，旨在从源头减少有机废气排放。这要求我们先进行详尽的基础数据调查，全面了解化工企业的市场定位、发展目标及产品特性，并深入分析生产过程中可能导致有机废气产生的环节及其原因。通过持续的技术研发，提升资源利用效率，从而有效减少有机废气排放，增强化工行业有机废气治理的成效 [5]。

3.2 加强企业监管

为提升化工企业有机废气治理效果，加强企业监管至关重要。作为市场运营主体，企业往往更重视经济效益而忽视生态效益，导致对化工有机废气治理的关注度不足。因此，加强企业监管成为解决这一问题的有效途径。化工企业所在城市的地方社会职能部门应充分发挥其监督检查作用，重点抓好以下几方面工作，以提升监管效果。

首先，社会职能部门需加强数据调查分析，明确本地区化工企业分布情况及其在生产运营中排放的有机废气体量和环境污染程度，在此基础之上出台相应的政策文件，加强对企业行为的规范和约束，配合适当的惩戒措施，让企业在运行的过程中更加关注有机废气的治理问题，有意识地减少有机废气的排放体量，维护生态环境。

其次，为更好地突出惩戒文件政策的规范约束和引导功能，让企业形成正确地认识并规范自身行为，社会职能部门还需通过定期检查、抽查及专项稽查等手段，收集整合数据，分析企业是否遵循政策要求规范运营。如果在抽查检查过程中发现企业存在违规操作，有机废气排放并未达到标准，则需根据相应的政策文件来对其进行处罚，以此来保证政策文件的执行效力。

最后，为了可以更好地提高监督监管效果可以收集更多群众意见，设置群众检举渠道和群众反馈渠道，通过群众检举反馈的方式来提高外部监督的力度和强度，进一步提高相应企业的关注和重视，鼓励企业在运营中主动采用先进技术方法，以提升废气治理能力和效果，更好地协调在化工企业运营发展过程中的经济效益和生态效益 [6]。

4 结语

化工行业有机废气治理工作的有效落实对于化工行业的可持续发展以及生态平衡和周边居民的身体健康都会起到至关重要的影响，必须引起关注和重视，可以在化工行业有机废气处理的过程中结合化工行业的实际情况引入光催氧化技术、变压吸附净化技术以及膜分离技术等相应现代化技术，在此基础之上可以通过加强技术开发、加强企业监管等多种方式来更好地减少化工企业有机废气的排放体量，维护生态平衡，达到预期的治理效果。

参考文献

[1] 林壮立. 浅谈医药化工行业有机废气治理技术及技术选择——以广东某制药厂废气处理设施为例 [J]. 广东化工, 2022, 49 (21): 139-141+163.

[2] 陈申盘,刘亚红. 化工行业有机废气治理新技术研究 [J]. 皮革制作与环保科技, 2022, 3 (10): 131-133

[3] 李国平,黄桂凤,许杭俊. 化工企业有机废气治理技术研究 [J]. 化纤与纺织技术, 2022, 51 (03): 77-79.

[4] 徐子义,冯勇. 医药化工行业有机废气处理的探究 [J]. 皮革制作与环保科技, 2021, 2 (23): 106-107+110.

[5] 段立文. 试分析挥发性有机废气治理技术的现状与进展 [J]. 皮革制作与环保科技, 2021, 2 (12): 123-124.

[6] 梁佳璇. 化工行业VOCs治理技术及对策研究 [J]. 硫磷设计与粉体工程, 2020, (05): 24-27+48+6.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4510

Environmental quality inspection and evaluation of green food production base

Lujie Wang

Zhejiang Fangyuan Testing Group Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310018, China

Abstract

Through the systematic monitoring and analysis of environmental factors such as air, water quality and soil of green food production base, combined with relevant national standards and regulations, the environmental quality of the base is comprehensively and scientifically evaluated. At present, there are still some problems in the environmental quality detection and evaluation of China's green food production base, such as the monitoring means is not advanced enough, the evaluation standards are not unified enough, and the professional level of monitoring personnel needs to be improved. These problems restrict the accuracy and effectiveness of environmental quality detection and evaluation of green food production base. Therefore, this paper aims to provide scientific basis and technical support for environmental management of green food production base and promote the healthy development of green food industry through the study of environmental quality detection and evaluation of green food production base.

Keywords

green food; Production base; Environmental detection

绿色食品生产基地环境质量检测与评价

王露洁

浙江方圆检测集团股份有限公司，中国 · 浙江 杭州 310018

摘　要

通过对绿色食品生产基地的大气、水质和土壤等环境要素进行系统的监测与分析，结合国家相关标准和规定，对基地的环境质量进行全面、科学的评价。当前，我国绿色食品生产基地的环境质量检测与评价工作还存在一些问题，如监测手段不够先进、评价标准不够统一、监测人员专业水平有待提高等。这些问题制约了绿色食品生产基地环境质量检测与评价工作的准确性和有效性。因此，本文旨在通过对绿色食品生产基地环境质量检测与评价的研究，为绿色食品生产基地的环境管理提供科学依据和技术支持，推动绿色食品产业的健康发展。

关键词

绿色食品；生产基地；环境检测

1 引言

随着人们生活水平的提高和健康意识的增强，绿色食品日益受到广大消费者的青睐。绿色食品作为无污染、安全、优质食品的代表，其生产过程中的环境质量至关重要。绿色食品生产基地作为绿色食品的重要来源，其环境质量的好坏直接影响到绿色食品的品质和安全。因此，对绿色食品生产基地的环境质量进行检测与评价，是保障绿色食品质量和安全的重要手段。

2 绿色食品环境质量检测标准和评价准则

2.1 绿色食品环境质量检测的标准

以大气质量、农田灌溉水质量、畜禽养殖用水、渔业水质及土壤质量作为核心研究对象，本文在此基础上创新性地提出了一种针对绿色食品生态系统的评估方法。在大气污染监控层面，首要监测目标是总悬浮颗粒物、二氧化硫及氮氧化物，同时确保其他污染物的浓度严格遵循国家空气质量标准，不得超标。针对农田灌溉水质，关键在于确保水源地的灌溉用水所含污染物浓度低于国家农业灌溉水质标准规定的阈值。畜禽养殖用水的质量则需满足生产基地内所有污染物浓度均不超过国家地表水水质标准的要求。在渔业养殖方面，要求养殖基地的水产养殖用水所含污染物浓度均需符合国家渔业卫生标准的规定。此外，对于环境土壤质量，同样要求生产基地内的各类土壤污染物浓度不超过国家土壤环境质量标准，并倡导生产者采取合理施肥措施以优化土壤质量。

3.2 绿色食品环境质量评价内容及手段

绿色食品环境质量调查工作由省绿办协会牵头负责，

【作者简介】王露洁（1990–），女，中国浙江萧山人，本科，工程师，从事食品环境研究。

执行此任务的调查人员需具备绿色食品执行检查员或高级检查员资格，且通常由两名或更多调查人员协同进行。为确保绿色食品环境质量评价的真实性和科学性，必须依据真实、可靠、有效的数据和资料，秉持科学严谨、求真务实的态度。

在进行绿色食品环境质量评价时，应重点关注以下方面：首先，根据国家发布的环境质量标准，对土壤、水源、大气等关键要素进行严格检测，并与标准逐一对照；其次，深入了解虫疫防治措施，调查用药种类及数量；再次，调查生产者所使用的肥料品种、质量及数量；最后，也是至关重要的一环，是对生产基地的整体环境质量进行全面综合分析，针对检测结果中发现的问题，提出相应的解决策略和建议。此外，绿色食品根据国家标准被划分为不同等级，具体包括绿色食品、A 级绿色食品和 AA 级绿色食品三个不同的概念。

针对不同级别的绿色食品，应灵活采取各异的评价方式，做到具体问题具体分析，避免一概而论。尽管如此，检测的核心内容依然包括大气、水源、土壤等方面，只是针对各个因素的评估标准会存在差异。对于绿色食品的生产环境质量，设定大气、水、土壤的综合污染指数不得超过 1 的严格标准。一旦其中任一指数超标，即表明该产地不适宜作为 A 级绿色食品的生产基地。而对于 AA 级绿色食品的生产环境质量，采用单因子指数法进行评估，具体公式为 Pi=Ci/Si。当 Pi≤1 时，表明土壤未受污染，适合发展 A 级绿色食品；反之，若 Pi>1，则意味着土壤已受污染，且 Pi 值越大，污染程度越严重，此时此地便不适宜发展 AA 级绿色食品。

为了进一步提升检测与评价结果的价值，还可以引入综合污染指数法，即内梅罗指数。作为一种广泛使用的环境质量指数，内梅罗指数具有多因子评估的优势。与单因子指数法相比，内梅罗指数在运算过程中能更有效地排除主观因素的干扰，从而使评估结果更加科学准确 [1]。

3 绿色食品生产基地环境质量评价的方法与流程

绿色食品生产基地环境质量评价是确保绿色食品安全和优质的重要环节，评价方法与流程主要包括污染指数评价、土壤肥力等级划分以及生态环境质量分析。

3.1 污染指数评价

在绿色食品的生产过程中，产地环境的监测与评价是确保食品质量与安全的重要环节。这主要包括对空气、水质和土壤的监测。

空气监测方面，主要关注二氧化硫、氮氧化物、颗粒物等污染物的浓度，这些污染物对空气质量有着直接的影响，也是评价绿色食品产地环境的重要指标之一。水质监测则更加细致，包括 pH 值、溶解氧、重金属含量、有机污染物浓度等多个方面，以全面反映水体的质量状况。土壤监测同样重要，它涉及重金属含量、农药残留、有机污染物等多个项目，这些污染物在土壤中的积累可能对绿色食品的生产造成潜在威胁。

为了确保绿色食品产地环境的质量，需要制定严格的评价标准，基于国家相关环保标准和绿色食品产地环境质量标准，旨在确保绿色食品的生产环境符合既定的质量要求。通过这些标准，可以对绿色食品产地的环境质量进行客观、准确的评价。

在评价方法上，根据监测项目的不同采用不同的方法。对于空气和水质，常采用单项污染指数法进行评价，即某一污染物的实测浓度与其评价标准的比值。这种方法能够直观地反映出污染物的超标情况，为后续的治理措施提供有力依据。而对于土壤，则根据绿色食品级别的不同采用不同的评价方法。对于 A 级绿色食品产地，采用单项指数法进行评价，而对于 AA 级绿色食品产地，则采用单项污染指数与综合污染指数相结合的方法，以更加全面地反映土壤的质量状况。

3.2 土壤肥力等级划分

土壤肥力等级划分是评价绿色食品生产基地土壤质量的重要指标，有助于指导合理施肥和土壤管理，评价指标主要包括有机质、全氮、速效氮、速效磷、速效钾等土壤养分含量，以及土壤的酸碱度、质地等物理性质。根据土壤养分含量的测定结果，对照土壤肥力分级标准，将土壤肥力划分为不同的等级。通常，土壤肥力等级越高，说明土壤供应植物生长所需养分的能力越强。

3.3 生态环境质量分析

生态环境质量分析是对绿色食品生产基地整体生态环境状况的综合评价，包括自然地理、气候气象、水文状况、土地资源、植被及生物资源、自然灾害、社会经济概况、农业生产方式、工农业污染以及生态环境保护措施等方面的调查与分析。全面收集和分析生产基地及其周边地区的生态环境资料，包括自然地理条件、气候特征、水文状况、土壤类型与利用情况、植被覆盖与生物资源分布等，采用现场调查、资料收集与核查、人员访谈或问卷调查等方法，对生态环境质量进行综合评价。同时，结合环境监测数据，分析生态环境质量的变化趋势和潜在问题 [2]。

3.4 评价流程

3.4.1 资料收集与核查

这一步骤是整个评价流程的起点。需要广泛收集生产基地及其周边地区的生态环境资料，这些资料可能包括地质调查报告、水文气象资料、土地利用规划、环境污染历史记录等。收集到的资料需要进行细致的核查与整理，以确保其真实性、完整性和可用性。通过这一步骤，可以对生产基地及其周边地区的生态环境有一个初步的了解，为后续的调查与监测工作奠定基础。

3.4.2 现场调查与监测

在完成资料收集与核查后，需要对生产基地进行现场

调查。现场调查的内容包括地形地貌、植被覆盖、土地利用状况等，这些因素都可能对绿色食品的生产环境产生影响。同时，还需要对空气、水质和土壤进行监测，以获取污染物浓度和土壤养分含量等关键数据。这些监测数据将作为后续数据分析与评价的重要依据。

3.4.3 数据分析与评价

在收集到足够的监测数据和调查结果后，需要进行数据分析与评价。这一步骤的目的是根据监测数据和调查结果，运用科学的方法和模型，对绿色食品产地的环境质量进行客观、准确的评价。通过数据分析，可以得出环境质量评价结论，包括各项污染物的超标情况、土壤养分含量的充足程度等。

3.4.4 报告编制与审核

最后，编制环境质量评价报告。这份报告应详细记录评价的目的、方法、过程、结果与建议等内容，以便读者全面了解评价工作的全貌。编制完成后，报告需要经过专家的审核与修改，以确保其客观性与准确性。专家的审核过程可以帮助发现报告中可能存在的问题和不足，从而进一步完善和提升评价报告的质量。

4 绿色食品生产基地环境质量保障措施与建议

4.1 建立健全监测体系

为了确保绿色食品生产基地及周边区域的环境质量，首要的任务是建立健全的监测体系，包括在绿色食品生产基地及其周边关键位置设立专业的环境监测站点，这些站点将定期对空气、水源、土壤等至关重要的环境要素进行科学严谨的采样与分析工作，从而确保获取到的环境质量数据既准确又可靠。与此同时，积极引入并应用当前最先进的环境监测技术和设备，这样做的目的是显著提升监测工作的效率和精度，使能够迅速且准确地识别出潜在的环境问题，以便及时采取相应措施加以处理，从而全方位保障绿色食品生产基地的环境质量，为消费者提供真正绿色、健康的食品 [3]。

4.2 完善环境管理制度

为了全面提升绿色食品生产基地的环境管理水平，必须致力于完善环境管理制度。具体而言，这包括制定一套详尽且严格的环境管理制度，并将其坚决落实到位。在这套制度中，明确界定环境质量标准、监测频率以及数据处理方法，为环境管理提供清晰且具体的指导。同时，设立一个专门的环境管理机构，该机构将承担起环境质量日常监测、数据分析以及问题处理的重任，确保环境管理工作的每一个环节都能有序、高效地进行，从而为绿色食品生产基地的可持续发展奠定坚实的基础。

4.3 加强人员培训和意识提升

在推动绿色食品生产基地的环保工作中，加强人员培训和意识提升是至关重要的一环。为此，需要定期组织基地管理人员和工作人员参与环境质量监测与管理方面的专业培训，不断提升他们的专业素养，确保他们具备足够的知识和技能来有效执行各项环保措施。同时，还将积极开展宣传和教育活动，通过多种形式向基地及周边居民普及环保知识，提高他们的环保意识，努力营造一个人人关心环境、共同参与环保的良好氛围，为绿色食品生产基地的可持续发展注入强大的动力。

4.4 推广先进的环境保护技术

为了促进绿色食品生产基地的环保工作，应采取多项有力措施。首先，积极引入国内外先进的环保技术和设备，如生物降解技术、生态修复技术等，用于高效处理基地产生的各类废弃物和污染物，降低对环境的负面影响。同时，鼓励并支持基地与科研机构、高校等建立合作关系，共同研发适用于绿色食品生产基地的环保新技术，推动技术创新与产业升级。其次，致力于优化绿色食品的生产方式和工艺流程，大力推广清洁生产技术和循环经济理念，通过改进生产工艺、提高资源利用效率等手段，有效减少资源消耗和污染物排放。此外，还鼓励基地采用绿色包装材料，替代传统的非环保包装，从而进一步减少包装废弃物对环境的污染，推动绿色食品生产基地的可持续发展 [4]。

5 结语

综上所述，环境质量检测与评价的有效实施，不仅是提升绿色食品质量的必要手段，也是实现农业可持续发展的重要保障。未来，需要不断完善相关制度与技术，以适应日益增长的市场需求，为创造更加美好的生态环境贡献力量。

参考文献

[1] 祖恒,郝建强,习佳林,等.绿色食品产地环境监测与评价——以北京市平谷区挂甲峪村为例[J].中国农业综合开发,2024,(10):57-59.

[2] 祝巍.伊春市绿色食品产业发展政策有效性评价研究[D].哈尔滨工程大学,2023.

[3] 陈文静,蔡奎,栾文楼,等.河北省任丘市表层土壤元素地球化学评价[J].地质论评,2023,69(02):809-815.

[4] 胡庆海,王学求,韩志轩,等.京津冀地区永清县土壤重金属地球化学特征及绿色食品产地的土壤质量评价[J].现代地质,2023,37(03):778-789.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4511

The relationship between environmental monitoring and environmental impact assessment

Xiaojing Gao[1] Yingjie Sun[2] Xining Sun[3]

1. Shandong Beciel eco-protection & energy-saving Co., Ltd., Jinan, Shandong, 251000, China
2.Jinan BYD Automobile Co., Ltd., Jinan, Shandong, 251400, China
3.Shandong Province Construction Project Environmental Review Service Center, Jinan, Shandong, 251000, China

Abstract

As an important means of environmental protection, environmental monitoring can provide reliable data support for environmental impact assessment through the continuous monitoring of environmental factors. Environmental impact assessment is an important tool for the scientific analysis and prediction of the environmental impact before, during and after the implementation of a certain project or activity. Environmental monitoring and environmental impact assessment complement each other, and together constitute an important link in the environmental protection system. In this regard, this paper first summarizes the basic concepts and contents of environmental monitoring and environmental impact assessment, and further analyzes the close relationship between environmental monitoring and environmental impact assessment. Finally, it is put forward to play the synergistic role of the two in order to better serve environmental protection and sustainable development.

Keywords

environmental monitoring; environmental impact assessment; relationship; synergy

环境监测与环境影响评价的关系探微

高晓静[1] 孙英杰[2] 孙希宁[3]

1. 山东碧霄环保节能科技有限公司，中国 · 山东 济南 251000
2. 济南比亚迪汽车有限公司，中国 · 山东 济南 251400
3. 山东省建设项目环境评审服务中心，中国 · 山东 济南 251000

摘　要

环境监测作为环境保护的重要手段，通过对环境因素的持续监测，能够为环境影响评价提供可靠的数据支持。环境影响评价则是对某一项目或活动实施前、实施中及实施后的环境影响进行科学分析和预测的重要工具。环境监测与环境影响评价两者相辅相成，共同构成了环境保护体系中的重要环节。对此，本文首先概述了环境监测与环境影响评价的基本概念和内容，进一步分析了环境监测与环境影响评价之间的紧密关系。最后提出了发挥二者协同作用的建议，以期更好地服务于环境保护和可持续发展。

关键词

环境监测；环境影响评价；关系；协同作用

1 环境监测与环境影响评价的概述

1.1 环境监测的概念与内容

环境监测是指定期或不定期地对各类污染物在环境中的种类、浓度、分布等通过科学的技术手段进行监测和评价。它的主要目的是掌握环境污染的现状，对污染变化趋势进行评估，为相关决策制定提供依据。环境监测涉及大气、水质、土壤以及噪声等多个领域。环境监测内容包括设计监测方案、选取监测点位，监测设备布置与使用、数据采集处理和分析等。环境监测除监测已知污染物外，对于新兴污染物产生及其环境影响也十分关注，以实现绿水青山的环保目标[1]。

1.2 环境影响评价的概念与内容

环境影响评价是指系统性评估与预测拟建项目或活动实施期间与后期对环境可能带来的影响。环境影响评价借助于科学分析和模型识别出项目或活动潜在的环境风险，并基于此提出针对性预防和缓解措施，从而保证其环境可行性。环境影响评价内容包括现状调查、影响预测与评价、公众参与、环境管理计划等。其基本流程包括筛选、范围限定、评估、报告、审查等环节，从而给决策人员提供详细的环境影响信息及预防和缓解措施，以最大程度地降低项目实施中环境负面影响。

【作者简介】高晓静（1987–），女，中国山东潍坊人，本科，工程师，从事环境监测、环境影响评价、环境治理研究。

2 环境监测与环境影响评价的关系

2.1 环境监测工作是环境影响评价工作开展的基础

环境影响评价工作顺利开展的基础离不开环境监测为其提供关键的数据支撑及科学依据。环境影响评价要求以数据的准确性、可靠性为核心，在项目实施前后对环境状态进行综合分析。而环境监测借助于科学的方法、设备以及技术措施为环境影响评价提供了科学准确的包括空气、水体、土壤、噪声等环境要素的监测数据。尤其是这些数据在环境影响预测阶段对于潜在环境风险及其影响评估提供了重要支撑。比如，评估建设工程的后续环境影响预测、风险等方面，必须依靠环境监测数据对项目所在地区的环境基线状况进行评估。另外，环境监测既为环境影响评价的持续开展提供初步的环境背景数据，同时又为决策者提供了项目潜在的环境影响是否超出正常范围的实时数据，这给后续相关工作开展奠定基础。

2.2 环境监测贯穿于整个环境影响评价当中

在整个环境影响评价过程中，环境监测扮演着至关重要的角色，并一直贯穿其中。首先，项目规划与立项阶段中环境影响评价首要环节便是掌握如空气质量、水质、噪声污染等环境现状的基础数据，而它们是由环境监测工作所提供的。比如，监测某一地区的空气污染浓度，可以为项目后续预测空气污染提供一个科学的依据 [2]。其次，环境监测在环境影响预测与评估阶段中也发挥着巨大作用。借助对现阶段环境状况监测数据分析，特别是污染物扩散、沉降等影响范围地评估，环境影响评价可以预测项目实施后可能对环境产生哪些方面具体影响。最后，环境监测在完成环境影响评价报告后，仍然扮演着举足轻重的角色。在项目实施过程中，环境监测能够对项目实际环境影响情况进行跟踪，并将实时监测结果与评估预测进行比较，根据监测结果对项目环境管理措施进行调整，以避免其污染环境。

2.3 环境监测对环境影响评价起到监督的作用

作为环境影响评价重要组成部分，环境监测还发挥着监督作用，以保证项目实施阶段环境管理措施得到充分贯彻执行。环境影响评价报告中评估结果通常是根据现有数据及预测模型得出的假定值，但实际情况下却由于多种因素所影响导致该结果与现实存在差异。因此，环境监测在项目实施过程中，为评估过程提供必要的验证是十分必要的。简单而言，即通过对项目周边环境实施持续性监测，以确认项目实施后是否存在未预测到的环境影响，同时也可以在发现问题后第一时间采取相应处理措施，从而降低项目周边环境影响。比如，利用监测数据判断废气、废水等污染物是否超标排放，以评价工业项目环境影响。若监测数据显示污染超标，就需要重新评估环境影响评价报告的预测结果，并对管理措施进行相应的调整。

3 发挥环境监测与环境影响评价协同作用的建议

3.1 加强环境监测数据的实时性与精准性

加强环境监控数据的实时性与准确性可从以下几方面着手：首先在环境监测设备的选型和布局上，要考虑采用诸如自动化传感器、遥感技术、物联网技术等设备或技术。譬如自动化传感器可以对各种环境因子进行实时数据采集，一方面确保环境监测数据实时性，另一方面则减少人工操作错误继而确保数据准确性；又比如遥感技术应用，基于遥感的空气质量监测系统，能够提供大范围、实时环境监测信息，并通过卫星实时传送到中央数据库，从而保证环境监测数据的实时性。其次，为确保监控数据准确无误，需要定期校准监测设备，特别是环境变化时，要采用标准物质进行监测设备校验，从而保证它们始终能提供准确数据。同时在监测数据处理环节，我们可以采用如数据同化技术等先进技术，该技术可以将实时监控数据与历史数据结合起来并借助优化算法减少误差，以增强数据准确性。另外，对不同地理区域、不同环境类型的监测数据采集范围要做到广泛覆盖，以杜绝出现局部数据偏差而影响整体环境评估情况。比如，监测空气污染，既要覆盖城区中心区域，又要包括城乡接合部、郊区，把空间分布的污染物准确反映出来。水质监测采样环节须在不同季节、不同深度开展，这样才能保证数据的代表性、全面性。最后，通过时序分析、空间分析等多维度分析手段处理监测结果，以对环境问题潜在趋势进行预测 [3]。

3.2 建立整合环境监测与环境影响评价的信息平台

建立一个高效的信息整合平台，对于促进环境监测和环境影响评价二者协同效应发挥至关重要。首先，该平台要设计成能够从不同的监测设备和环境评估系统无缝整合数据的综合数据管理系统。该集成化信息平台要支持除空气、水质、噪声等全部环境监测要素数据外，预测数据、模型参数等环境影响评价方面的信息也应包含在内，以实现多源数据统一管理。在数据整合过程中，信息平台要有很强的数据清洗和整合能力，可以解决多源数据格式不统一、时间尺度不一致等问题，这样才能保证数据的精确性和可用性。其次，信息平台建设还需满足不同用户的需求。即信息平台内的数据，环境监测部门、环评机构、政府监管部门，甚至是社会公众都应该可以按照权限进行调阅。同时信息平台还可以对环境监测数据自动收集、实时更新以及预警，并结合环评结果及时提供环境监测报告的功能。这不仅能提升环境管理决策的实时性，并且项目实施过程中可让有关部门根据实时环境监测能够及时作出反应。比如，信息平台监测到某项污染物浓度数据超过预定标准后第一时间向相关部门发出预警，后者启动相应的环境管理程序进行处理 [4]。最后，信息平台建设还要有数据分析和决策支持的功能。平台既要采集环境监测数据，又要整合空间分析、趋势预测、风险评估等模块

的高级数据分析工具，这样才能高效地支持环境影响评价工作。通过搭建全方位、多层次的数据共享、分析以及管理信息平台，促进环境监测与环评协同效能得到有效提升。

3.3 推动动态环境影响评价方法的创新

在环境问题日益复杂的情况下，传统的静态环评方式已经不能适应现在的需要，所以推动动态环评方式创新意义重大。首先，传统的环境影响评价通常依赖于固定的假设条件和历史数据进行预测，但这种方法不能准确反映项目实施过程中环境状态变化，这是因为后者存在着较大的复杂性和不确定性。为攻克这一难题，动态环境影响评价方法采用实时监测数据和预测模型相结合的方法，通过对环境变化的持续跟踪，实现评价结果修正和调整。简单而言，具体实施中利用动态仿真模型实时评估项目环境影响。动态仿真模型结合空气、土壤、噪声等实时环境监测数据，可以模拟项目实施过程中所在区域环境变化，并对预测结果进行实时更新。如：利用污染物扩散仿真模型结合气象实时监测数据对污染物的扩散方向、浓度变化进行预测，以便于有关部门调整环境管理策略。其次，在动态评估时，需特别注意评估时间跨度和空间尺度建立适应不同环境条件的动态评估模型。最后，针对不同管理措施下的环境影响，还应引入情景分析方法，采用多种假定情景模拟。如：以气候变化的不同情景模型为基础，对污染物的扩散趋势进行预测，从而为项目实施提供灵活的环境管理方案。通过推动动态环境影响评价方法创新，不仅能够保证环境影响预测的及时性和准确性，更关键在于使环境影响评价可以在环境条件变化情况下开展预测，从而提高决策的科学性和有效性。

3.4 完善环境影响评价与监测的反馈机制

建立完善的反馈机制，有助于发挥环境监测与环境影响评价协同作用。首先，反馈机制要包括确保环境监测数据与评价结果的一致性和有效性的定期数据审核和修正流程。在项目实施过程中，环境影响评价提供的是基于环境数据和预测模型在某一时刻的结果，但预测与实际情况不符的现象可能会随着项目的进展和环境状况的变化而发生。因此，要建立一个系统的审查机制，定期审查项目的环境监测数据，及时发现监测数据与预期目标之间存在的差异 [5]。随后通过该审查机制开展环评报告与监测数据持续性对比分析，以识别偏差及时进行调整。比如，项目实施后期，水体污染物实时监测数据超过环境影响评价报告预测值时，相关部门要及时采取增加治污设施或改变治污排放源等环境保护调整措施。其次，反馈机制还要注意实现环境监测部门、评估机构、项目实施方跨部门协作，这样在避免信息滞后情况下确保反馈信息快速转化为管理措施。通过完善环境影响评价与监测的反馈机制使得环境监测数据得到持续反馈与修正，使项目实施过程中的环境管理措施始终保持着科学高效，从而使环境风险降到最低程度以及达到有效控制的目的。

4 结语

综上所述，在日益严峻的全球环境问题背景之下，推动环境监测与环境影响评价二者密切配合对于促进环境保护和可持续发展实现的工作有着积极作用。未来，为增强两者的协同效应，更好地应对日益复杂的环境挑战以及实现可持续发展目标提供强有力的保障，应进一步加强数据的实时性、精确性和动态性，同时加强技术创新，以更好地发挥出它们的重要价值。

参考文献

[1] 许瀚丹.论建设项目环境影响评价中的环境监测[J].区域治理, 2023(8):0200-0203.

[2] 刘强.生态环境监测技术对环境保护管理的意义探讨[J].生态与资源, 2023(11):0019-0021.

[3] 刘磊,李晓举,郭二民,等.环境影响评价支持美丽中国建设的体系和路径研究[J].环境影响评价, 2024, 46(4):7-13.

[4] 张文涛,郑秋英.浅谈环境影响评价中环境监测工作的相关问题[J].皮革制作与环保科技, 2024, 5(14):28-30.

[5] 吴张兵.环境影响评价中环境监测存在问题与对策探讨[J].电脑爱好者（普及版）（电子刊）, 2023:1633-1634.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4512

Investigation strategy of soil pollution in construction land

Xin Du

Jiangsu Xinyuan Testing Technology Co., Ltd., Xuzhou, Jiangsu, 221000, China

Abstract

In recent years, with the acceleration of China's urbanization process, the number and area of construction land are expanding rapidly, and the resulting problem of soil pollution has become increasingly prominent. The investigation and treatment of soil pollution in construction land is not only related to the sustainable development of ecological environment, but also directly affects the health and safety of urban residents. Therefore, it is of great practical significance to carry out the investigation of soil pollution in construction land scientifically and systematically. Based on the current situation of soil pollution, this paper analyzes the advantages and disadvantages of the existing survey methods, and puts forward some practical strategies and suggestions to provide reference for related work.

Keywords

construction land; soil pollution status; investigation work and effective strategy

试析建设用地土壤污染状况调查工作策略

杜鑫

江苏薪源检测科技有限公司，中国 · 江苏 徐州 221000

摘　要

近年来，随着我国城市化进程的不断加快，建设用地的数量和面积迅速扩大，随之而来的土壤污染问题也日益凸显。建设用地土壤污染状况的调查及治理不仅关乎生态环境的可持续发展，还直接影响到城市居民的健康和安全。因此，科学、系统地开展建设用地土壤污染状况调查工作，具有重要的现实意义。本文从土壤污染现状出发，分析了现有调查方法的优缺点，并结合实际情况，提出了一些切实可行的策略和建议，以期为相关工作提供参考。

关键词

建设用地；土壤污染状况；调查工作；有效策略

1 引言

土壤作为人类赖以生存的重要自然资源，不仅承载着农业生产，还为工业、居住和基础设施等建设用地提供了基础。然而，随着工业化和城市化的快速推进，土壤污染问题日益受到关注。对于建设用地而言，土壤污染不仅影响土地的利用价值，还可能通过食物链、地下水等途径对人体健康产生直接或间接的危害。因此，深入开展建设用地土壤污染状况的调查工作，已经成为当前环境保护工作中的一个重要环节。

2 调查准备阶段

2.1 成立调查工作组

调查工作组的组建决定了后续调查工作的组织和执行能力。通常，工作组成员应包括具有相关专业背景的技术人员、土壤学专家以及环境工程等领域的人员。工作组成员不仅要具备扎实的专业知识，还必须了解相关法规和政策，特别是在进行污染评估时，必须严格依据国家和地方的法律法规。此外，工作组成员之间的分工也要明确，各司其职。例如，技术人员主要负责现场采样和数据分析，专家负责对数据的解读和判断，行政人员则负责协调各方资源和沟通工作。这样的分工不仅可以提高工作效率，确保每个环节都有人负责，还能够保证调查的全面性和科学性。

2.2 收集资料信息

资料的收集主要包括两方面内容：一是历史资料，二是现状信息。历史资料的收集有助于了解调查区域的土地使用情况、工业活动记录、污染源分布等信息，尤其是针对曾经存在的化工厂、垃圾填埋场等高污染风险区域，历史资料的参考价值极高。通过这些资料的整合，可以初步判断出哪些区域存在较高的污染风险，以及潜在的污染物类型。此外，现状信息的收集主要依靠现有的监测数据和周边环境状况的评估。通过对现有数据的分析，结合历史资料，可以大致划定出此次调查的重点区域，从而为后续的现场调查提供依据。这一过程中，信息的准确性和全面性至关重要，因此，

【作者简介】杜鑫（1983–），女，中国山东青岛人，硕士，工程师，从事生态环境工程研究。

可能需要通过政府部门、企业档案、相关研究文献等渠道进行多方查证。

2.3 制定调查方案

调查方案不仅是对调查工作的规划，也是对调查目标的具体化。在制定方案时，首先要明确调查的范围、目标和方法。调查范围应根据前期收集的资料信息，结合污染风险等级进行划定，确保重点区域和疑似污染区域得到充分关注。此外，调查目标应清晰明确，例如，是否要确认污染物的种类、是否需要进行污染源头的排查、是否需要评估污染物对健康的威胁等。不同的调查目标决定了调查方法的选择。常见的调查方法包括现场采样、实验室分析、地球物理探测等，每种方法的适用情境不同，调查者应根据具体情况进行选择。

2.4 准备调查设备

调查设备的选择和准备直接影响到后续调查工作的顺利进行。常见的调查设备包括土壤采样器、XRF 便携式重金属分析仪、PID 光离子化检测器、便携式 PH 计、便携式电导率速测仪、地下水位测量仪等专业设备 [1]。此外，现场调查还可能需要无人机、GPS 设备等辅助工具，以便进行大面积的土壤样本采集和区域划定。设备的准备不仅仅是采购或租赁问题，还涉及设备的安装、调试和人员培训。特别是一些较为复杂的仪器设备，需要操作人员具备一定的使用经验和技术水平。因此，在正式调查开始之前，工作组应对所有设备进行一次全面的检查和调试，确保所有设备能够正常工作。

3 现场调查阶段

3.1 现场踏勘

通过踏勘，可以对调查地块的总体状况、地貌特征、土地利用情况等有一个直观的认识。这一步的主要目的是了解现场的实际情况，判断可能存在的污染源及其分布范围，为后续采样提供依据。在现场踏勘过程中，调查人员不仅需要详细记录地块的地形、植被、地表水体等自然特征，还应注意观察周边环境中的人类活动，尤其是工业企业、废弃物堆放场等可能对土壤造成污染的设施。此外，还应根据历史资料和现有信息，确定是否有曾经存在的污染源，比如历史上该地块是否有过工业生产污染、垃圾填埋或化学品泄漏等记录。这些信息对于布点采样的设计具有重要的参考价值。踏勘过程中，调查人员应灵活运用经验，结合理论知识，及时对可能存在的污染区域做出初步判断，以便在后续工作中更加有针对性地进行取样和检测。

3.2 布点采样

布点采样的科学性直接影响到调查的精确度和全面性，因此必须结合踏勘结果和相关技术规范进行合理布点。一般来说，布点的密度和分布应根据地块的面积、历史污染情况以及土壤类型等因素进行综合考虑。在污染程度较高的区域，布点密度应适当增加，以确保能够捕捉到污染物浓度的变化趋势；而在污染较轻或未受污染的区域，布点密度可以适当降低，以节约调查成本。在实际操作中，布点的形式主要有网格布点、分区布点和随机布点等，根据不同的地块状况选择合适的布点模式。

3.3 样品保存运输

由于土壤样品中的污染物可能会随着时间、温度、湿度等条件的变化而发生化学反应或物理变化，导致检测结果出现偏差，因此样品的保存和运输必须严格按照规范进行。首先，采样后的土壤样品应立即进行妥善保存，并尽量避免外界因素对样品的影响。通常情况下，采集到的土壤样品需要分装到清洁、干燥的容器中，容器材料应根据不同污染物的性质选择，常见的有玻璃瓶、聚乙烯瓶等。为了防止样品在运输过程中受污染或发生物理变化，容器需密封良好，并贴上详细的标签，注明采样地点、采样时间、采样深度等信息。这不仅有助于后续实验室的分析，也可以确保样品的溯源性。对于一些易挥发或易降解的污染物，如挥发性有机物，样品的保存条件尤为重要，通常需要在低温条件下进行保存，以防止污染物的挥发或降解。

4 实验室分析阶段

4.1 样品前处理

土壤样品在采集后，必须经过一系列的预处理步骤，才能进入正式的分析流程。样品的前处理过程通常包括风干、研磨、过筛等操作。风干的目的是使样品中的水分蒸发，从而避免后续分析过程中因水分含量变化而导致的误差。研磨和过筛则是为了将土壤颗粒处理成均匀的物质，确保分析时样品的代表性和一致性。此外，对于一些特殊的污染物，比如重金属、有机污染物，可能还需要进行提取、富集等特殊处理步骤。前处理的质量会直接影响后续分析结果的准确性，因此在实际操作中，需要根据污染物的性质和分析方法的要求，选择合适的前处理方法，并严格控制每一步的操作条件。

4.2 仪器分析测试

常用的分析仪器包括气相色谱仪（GC）、液相色谱仪（HPLC）、原子吸收光谱仪（AAS）、电感耦合等离子体质谱仪（ICP-MS）等。这些仪器可以对土壤样品中的有机污染物、重金属及其他有害物质进行定性和定量分析。仪器分析的过程通常比较复杂，需要操作人员具备较高的专业技能和丰富的经验。在分析测试之前，需要对仪器进行校准，以确保测试结果的准确性和稳定性 [2]。同时，在测试过程中，还需要对不同污染物的标准品进行对照，以验证仪器的灵敏度和分析效果。

4.3 结果分析评估

实验室分析这一阶段的主要任务是对经过审核的数据进行归纳整理，并结合土壤污染的背景、污染源的特点以及

污染物的性质，进行全面的分析和评估。首先，需要根据实验结果对土壤中的污染物类型和含量进行分类统计，并与相关的土壤环境质量标准进行对比，判断污染物是否超标。其次，还需要结合采样点的地理位置、土地利用类型等信息，分析污染物的空间分布特征，找出污染扩散的规律性和可能的污染源。在此基础上，进一步评估土壤污染的环境风险，预测污染物对土壤生态系统和人体健康的潜在危害。通过科学合理的分析评估，可以为下一步的污染修复工作提供依据和参考。

5 后续管理阶段

5.1 调查结果公示

通过调查结果的公开，可以让相关利益方、公众以及政府部门充分了解土地的污染状况、潜在风险以及后续处理措施。公示的内容应包括污染物种类、浓度、污染范围、超标情况等详细信息，同时还需要对可能产生的环境和健康风险作出评估。为了增强透明度和可信度，公示内容应尽量通俗易懂，并辅之以图表、数据分析等形式，便于公众理解。此外，相关政府部门应当搭建互动平台，接受公众的咨询与反馈，确保信息传递的双向性与有效性。在公示过程中，既要符合相关法律法规的要求，也要注重实际操作中的可行性，确保公示过程简便易行，但信息传达全面准确。

5.2 风险管控措施

当污染物超标且无法通过简单的工程手段消除时，必须根据污染的特性、土地的未来用途及环境敏感性等因素，制定合理的风险管控措施。风险管控的目标是将污染物对环境和人体健康的危害控制在可接受范围内，具体措施可能包括限制土地用途、建立物理隔离设施、实施地下水和空气污染防控等。在风险管控的过程中，必须充分考虑土地未来的开发强度和使用方式，确保所有措施与土地功能定位相匹配。例如，如果一块土地未来将用于住宅开发，那么针对人体健康的保护标准应更为严格，管控措施也应更加细致和全面。

5.3 修复方案制定

在修复方案的设计过程中，需要综合考虑污染物的种类、分布特征、污染程度以及土地的未来用途等因素，选择最合适的修复技术与方法。例如，对于重金属污染较为严重的土壤，可以采用固化 / 稳定化技术，而对于有机污染物，可选择生物修复等绿色环保技术。修复方案的制定不仅要考虑技术的可行性，还要兼顾经济成本和时间周期，确保修复工作的高效性和可持续性 [3]。此外，修复方案应当与风险管控措施有机结合，形成系统的治理方案。修复过程中要严格遵循“分阶段、逐步实施、动态调整”的原则，确保修复效果在每一阶段都能够得到有效检验与评估。

6 总结

综上所述，建设用地土壤污染状况调查工作策略应从明确调查目标、选择恰当调查方法、精心设计实施方案以及制定治理措施等方面入手。通过系统化的调查策略，我们可以更好地了解土壤污染现状，提出有效的治理方案，为实现可持续发展目标贡献我们的力量。

参考文献

[1] 严良政.建设用地土壤污染状况调查工作重点探讨[J].西部探矿工程,2024,36(6):181-184.

[2] 张哲铭,龚密.建设用地土壤污染状况调查与评价[J].中文科技期刊数据库（全文版）自然科学,2024(4):0199-0202.

[3] 贾兴晨.建设用地土壤污染状况调查的应用与实践[J].环境保护与循环经济,2024,44(3):60-62.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4513

Thinking on the application of groundwater environment monitoring technology and the quality control points

Qin Lv[1] Libao Cha[1] Jia Zeng[2]

1. Wuhan Puni Technology Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430000, China
2. Hunan Spectrum Real Testing Technology Co., Ltd., Changsha, Hunan, 410200, China

Abstract

As an important ecological resource and water supply source, the quality and safety of groundwater are directly related to the social and economic development and the sustainability of the ecosystem. However, with the enhancement of human activities, the problem of groundwater pollution becomes increasingly prominent, and scientific and effective monitoring and quality control have become the key link to ensure the safety of groundwater. The application of groundwater environmental monitoring technology has shown remarkable results in data collection, pollution traceability, dynamic change assessment and other aspects, but it also faces a series of challenges in the implementation process, such as ensuring monitoring accuracy, maintenance of data consistency and interference of complex environmental factors to the monitoring results. Therefore, it is of great significance to improve the reliability and accuracy of monitoring data to conduct research on the application status of groundwater monitoring technology and analyze the key links in actual operation.

Keywords

groundwater environment monitoring technology; application; quality control; importance

地下水环境监测技术的应用及质量控制要点思考

吕琴[1] 查利保[1] 曾佳[2]

1. 湖北省武汉市武汉谱尼科技有限公司，中国 · 湖北 武汉 430000
2. 湖南谱实检测技术有限公司，中国 · 湖南 长沙 410200

摘　要

地下水作为重要的生态资源与供水来源，其质量与安全直接关系到社会经济发展与生态系统的可持续性。然而，随着人类活动的增强，地下水污染问题日益突出，科学有效的监测与质量控制成为保障地下水安全的关键环节。地下水环境监测技术的应用在数据采集、污染溯源、动态变化评估等方面展现了显著成效，但其实施过程中也面临一系列挑战，如监测精度的保证、数据一致性的维护以及复杂环境因素对监测结果的干扰。因此，围绕地下水监测技术的应用现状及其质量控制要点展开研究，分析实际操作中的关键环节，对于提升监测数据的可靠性与准确性具有重要意义。

关键词

地下水环境监测技术；应用；质量控制；重要性

1 引言

地下水作为地球水循环系统的重要组成部分，不仅是农业灌溉、工业生产和居民生活用水的主要来源之一，还在维持生态平衡、调节气候变化和支撑社会经济发展中发挥着不可替代的作用。然而，随着工业化和城市化进程的不断加快，地下水资源正面临着前所未有的压力。过度抽取、农业面源污染、工业废水渗漏以及城市垃圾填埋场的渗滤液等问题，使地下水的污染状况日益严峻。因此，如何科学有效地监测地下水环境变化、准确评估地下水质量状况，成为当前学术界与实践领域关注的焦点。

2 地下水环境监测技术的应用及质量控制的重要性

2.1 准确获取地下水环境数据

地下水的动态性质以及其与地表水、土壤和生态系统的复杂关系，意味着我们必须依赖先进的监测技术，才能全面掌握地下水的质量、数量及其变化趋势。通过合理布设监测点和采用先进的仪器设备，我们能够精准获取地下水环境的基础数据，为后续的分析和决策奠定坚实基础[1]。然而，数据的准确性不仅依赖于技术本身，还需要通过严格的质量控制措施来确保。例如，仪器设备的定期校准、样品采集过程中的规范操作、实验室分析中的数据处理等环节，均是保

【作者简介】吕琴（1989–），女，中国山西河曲人，硕士，高级工程师，从事环境监测研究。

障数据质量的关键步骤。只有在严密的质量控制下，监测数据才能真正反映地下水的实际状况，避免误导性的结论和决策。

2.2 及时发现地下水环境问题

地下水环境监测技术不仅仅是为了收集数据，更重要的是通过这些数据及时发现地下水环境中的潜在问题。地下水污染通常具有隐蔽性和滞后性，一旦污染物进入地下水系统，往往难以快速扩散，导致问题难以被察觉。而一旦污染显现，治理起来则需要耗费大量的人力、物力和时间。因此，地下水环境监测的及时性至关重要。通过持续、定期的监测，技术人员可以及早发现地下水质量的变化趋势，预警潜在的环境风险。例如，在监测中发现某些污染物浓度逐渐升高，便可以及时采取措施，防止污染扩散或加重。

2.3 促进地下水资源的可持续利用

随着全球水资源短缺问题的加剧，地下水作为重要的淡水资源，其合理开发和利用显得尤为重要。可持续利用地下水不仅要求我们合理规划开采量，还要求我们对地下水的补给量、污染状况等有清晰的认识。通过科学的监测技术和严格的质量控制，管理者能够准确评估地下水资源的可用性，合理制定开采和保护计划，确保地下水资源在满足当代需求的同时，不会损害未来世代的利用能力[2]。例如，在某些干旱地区，通过地下水监测技术，管理者能够准确了解地下水补给与消耗的平衡状态，从而避免因过度开采导致的地下水枯竭和生态环境恶化。

3 地下水环境监测的常用技术

3.1 抽出监测技术

抽出监测是一种针对地下水污染的监测技术，主要是通过抽取地下水样本进行分析，从而了解污染物的成分、浓度及其分布情况。这种技术通常采用抽水井作为介质，通过泵抽地下水，将水样送至地表进行处理和检测。在实际应用中，抽出地下水开展监测工作，可以有效识别污染物的种类和迁移规律，为后续的治理提供数据支持。这种方法的优势在于操作简便，能够快速获取地下水的真实数据，同时也可以结合其他技术进行污染物的去除。然而，其局限性在于对大范围污染监测能力有限，尤其是对于深层地下水或低渗透性地层，抽水效率可能受到限制。此外，抽出监测技术还可能导致地下水的扰动，甚至引发污染物的二次迁移，因此在实际监测中需要根据具体情况进行合理设计。

3.2 原位监测技术

原位监测技术不依赖于大规模的水体转移，而是在污染区域直接开展监测和处理。这种方法以其对地下水自然环境影响较小的优势受到广泛关注。原位监测技术通常依托高精度监测仪器，通过在地下设置监测井或探测点，直接获取地下水的物理、化学、生物等参数。与此同时，它还可以结合化学注入或物理屏障等技术，实时对污染物进行降解或隔离。原位监测技术的一大特点在于其动态性，即能够实时追踪污染物扩散的过程和速度。例如，通过传感器网络的布设，可以快速捕捉污染物迁移路径和变化趋势，为污染风险评估提供重要数据支持。然而，原位技术对设备精度和布设密度的要求较高，且在复杂地质条件下可能面临监测盲区的问题。因此，这项技术的应用需要在详细的地质勘查基础上进行优化设计。

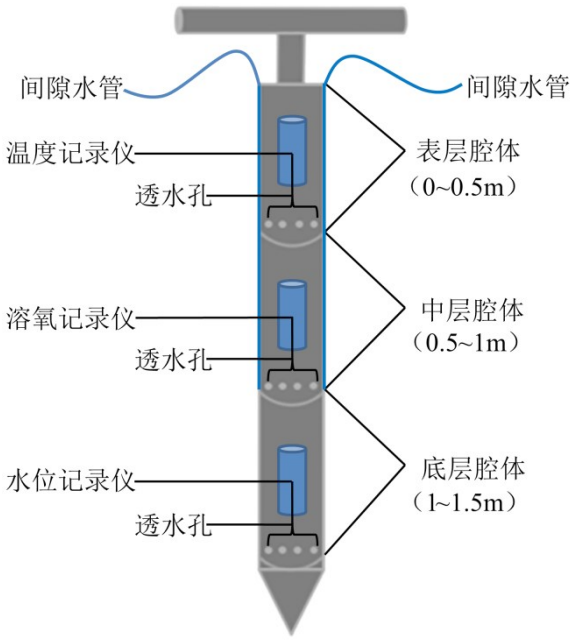

图 1 原位监测装置

3.3 水动力控制技术

水动力控制主要通过控制地下水的流动方向和速度，来实现对污染物迁移路径的监控和预测。这种方法在地下水污染源监测中尤为重要，因为地下水的流动性决定了污染物的扩散方式和范围。水动力控制技术的核心在于建立地下水流动模型，监测水流的速度、方向以及水质的变化情况。为了实现这一目标，监测人员通常会布设多个监测井，在不同深度和距离处设置监测点，并通过水位计、流速计等设备获取地下水的动态数据。水动力控制技术不仅可以帮助监测地下水的流动情况，还可以预测污染物的扩散趋势，从而为污染控制和防治提供科学依据。

3.4 生物行为反应监测技术

生物行为反应监测技术是一种基于地下水生态系统中生物活动的监测技术。通过观察微生物、植物或动物在地下水环境中的行为变化，可以间接反映地下水的污染状况。这项技术的核心原理是利用一些生物对特定污染物表现出的敏感性。比如，某些微生物在受到有机污染物刺激后会快速繁殖，其代谢活动会产生特定的标志物；或者某些植物根系的生长状态能够反映地下水中重金属或其他污染物的浓度[3]。相比传统的化学分析方法，生物行为反应监测技术具

有实时性强、成本较低的优点，同时能够对污染的生态风险进行评估。

3.5 萃取监测技术

萃取处理技术是通过化学试剂或膜分离技术，将地下水中的目标污染物分离或富集，从而实现污染物的定性与定量分析。这种技术在监测重金属、有机污染物等难降解物质时尤为有效。例如，通过液液萃取法可以从地下水样中提取挥发性有机物，而通过固相萃取法则可以富集水样中的痕量污染物。这些萃取技术既可以提高污染物检测的灵敏度，又可以通过对不同萃取相的选择，提供污染物化学性质的更多信息。需要注意的是，萃取处理技术对试剂的选择和操作条件的控制要求较高，且其应用范围在一定程度上受到目标污染物种类的限制。

4 地下水环境监测质量控制要点

4.1 完善质量控制体系

质量控制体系的建立是监测工作顺利开展的基础，更是保证数据质量的核心环节。完善的质量控制体系不仅需要涵盖监测工作的各个流程，还应对每一步骤的技术规范、操作细节和管理要求作出明确规定。例如，从采样到数据分析再到结果汇总，每一环节都需要有明确的质量标准、验收方法和责任机制。特别是在地下水环境监测中，不同监测项目对水质指标的要求各有侧重，监测体系必须对这些指标有针对性的规定，确保技术规范的覆盖面和适用性。此外，质量控制体系还需要具有一定的灵活性，以适应不同地区、不同环境条件下的监测需求。通过制定详细的操作规程和质量管理手册，并定期更新和完善相关标准，可以有效减少人为操作误差，提升监测工作的科学性和规范性。

4.2 优化监测方案设计

一个科学合理的监测方案是确保监测工作高效运行的前提条件。方案设计需要结合监测区域的地质、水文条件以及潜在污染源分布情况，合理布设监测点位，并确定监测项目和监测频次。在实际操作中，应充分考虑地下水的流动性和空间分布特征，避免因点位布设不当而导致监测结果失真。例如，对于地下水污染源监测，点位布设应重点覆盖污染源周边和可能的污染扩散路径，同时兼顾区域性背景值的监测，以便全面掌握地下水质量状况及其变化趋势。此外，监测方案的制定还需要综合考虑经济性与可操作性，在保障数据质量的前提下尽量降低监测成本。通过引入现代监测技术，如遥感技术、地理信息系统（GIS）与地下水数值模拟等，可以实现监测方案的智能化和精准化，提高工作效率，确保监测数据的代表性和可靠性。

4.3 现场采样质量控制

采样工作的质量直接关系到整个监测数据的准确性，因此必须严格按照规范操作。采样过程涉及采样点的选择、采样设备的使用、样品保存和运输等多个方面，每一步都需要严格把控。例如，采样点的选择不仅要符合监测方案的要求，还需要综合考虑现场实际情况，如地形条件、环境干扰等，以确保采样点具有代表性。在采样设备的使用方面，应确保设备的清洁和适用性，避免因设备污染或操作不当导致样品受到二次污染。此外，样品保存和运输也是采样工作中不可忽视的环节。地下水样品对保存条件的要求较高，特别是对于一些易挥发或易受氧化的指标，需要在采样后迅速进行适当的处理，并在规定时间内送达实验室进行分析。通过严格执行采样规范，并对采样过程进行实时监督和记录，可以有效提高监测数据的质量稳定性。

4.4 提升监测工作人员的专业能力

监测工作不仅需要高精度的仪器设备作为技术支持，更需要专业技能过硬的工作人员来完成操作和数据分析。地下水环境监测涉及多学科交叉的知识体系，包括地质学、水文学、化学和环境科学等，工作人员需要具备扎实的理论基础和丰富的实践经验，才能精准识别监测中的问题，并及时作出判断和应对。此外，随着监测技术的不断发展，新设备、新方法层出不穷，监测人员需要不断学习和掌握新技术，才能跟上行业发展的步伐。通过组织定期的技术培训、学术交流和技能考核，可以有效提升监测人员的专业水平。

5 总结

综上所述，地下水环境监测技术在水资源管理和生态保护中发挥着重要作用。随着技术的不断进步，监测手段日益丰富，监测效率也在不断提高。然而，确保监测数据的质量、提升公众参与度以及建立科学的管理体系，仍是今后工作中的重点。只有通过综合的管理和科学的方法，才能实现地下水资源的可持续利用，保护这份珍贵的水资源，为子孙后代留下更美好的生态环境。

参考文献

[1] 李瑞杰.地下水环境监测技术的应用及质量控制措施探究[J].皮革制作与环保科技,2024,5(16):38-40.

[2] 经闯.水文地质钻探技术在地下水环境监测井成井中的应用[J].地下水,2024,46(1):139-140+154.

[3] 徐敏苗.环境监测技术的应用与其质量控制方法[J].皮革制作与环保科技,2024,5(2):142-143+149.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4514

Exploration into the Construction and Development Direction of Anhui Wetland Park

Yiran Cai

Anhui Provincial Academy of Forestry Sciences, Hefei, Anhui, 230000, China

Abstract

This article comprehensively analyzes the current situation of the construction of Anhui Wetland Park, and explores its effectiveness and problems in ecological protection, popular science education, ecological tourism, and other aspects. Through the study of relevant cases and field research, development strategies for Anhui Wetland Park in ecological restoration technology innovation, industrial integration development, intelligent management, and community participation in the future have been proposed. The aim is to provide theoretical support and practical guidance for the sustainable development of Anhui Wetland Park, and promote the coordinated improvement of its ecological, social, and economic benefits

Keywords

Anhui; Wetland Park; Construction; development direction

安徽湿地公园建设和发展方向探究

蔡懿苒

安徽省林业科学研究院，中国 · 安徽 合肥 230000

摘　要

文章对安徽湿地公园的建设现状进行了全面分析，探讨了其在生态保护、科普教育、生态旅游等方面的成效与问题。通过对相关案例的研究和实地调研，提出了未来安徽湿地公园在生态修复技术创新、产业融合发展、智慧化管理以及社区参与等方向的发展策略，旨在为安徽湿地公园的可持续发展提供理论支持和实践指导，促进其生态、社会和经济效益的协同提升。

关键词

安徽；湿地公园；建设；发展方向

1 引言

湿地作为地球上重要的生态系统之一，具有涵养水源、调节气候、维护生物多样性等多种生态功能。安徽地处长江、淮河中下游，拥有丰富的湿地资源，湿地公园的建设对于保护这些珍贵的湿地生态系统、推动区域生态环境改善以及促进经济社会可持续发展具有重要意义。近年来，安徽湿地公园建设取得显著性成绩，但也面临着较多挑战和问题，因此，深入研究其建设和发展方向具有现实紧迫性和必要性。

2 安徽湿地公园建设现状

2.1 生态保护方面

在生态保护实践中，安徽省的湿地公园建设通过多种工程措施有效促进了生态环境的改善和生物多样性的提升。例如，通过湿地植被恢复、水系连通和栖息地保护等手段，不仅提高了湿地生态系统的稳定性，还为动植物提供了理想的栖息环境 [1]。以焦岗湖国家湿地公园为例，该公园通过引种和恢复本地水生植物，重建了湿地自然植被群落。该举措吸引了大量珍稀鸟类前来栖息和繁衍，鸟类的种类与数量显著增加，展现了湿地生态修复的显著成效。

2.2 科普教育功能发挥

湿地公园的科普教育功能在传播生态知识和提高公众环保意识方面发挥了重要作用。安徽省的湿地公园通过建设科普馆、宣教中心等设施，为公众提供接近自然、了解湿地生态的窗口。相关场所通过展示湿地生物多样性、生态系统功能以及湿地保护的重要性，直观地向人们传递湿地的科学知识 [2]。同时，湿地公园结合实际情况组织了多样化的科普活动，如生态知识讲座、自然观察体验等，激发公众对自然保护的兴趣，使人们在互动中增进了对湿地的认识和理解。此外，湿地公园还积极面向不同年龄层次和社会群体开展定制化的教育活动，涵盖了学校师生、家庭团体、生态保护爱好者等多个群体。通过寓教于乐的形式，湿地公园不仅培养了公众的生态保护意识，还让更多人参与到湿地保护的行动中来，形成社会共同关注和支持湿地保护的良好氛围。湿地

【作者简介】蔡懿苒（1989–），女，中国安徽合肥人，硕士，助理研究员，从事生态学研究。

公园逐渐成为公众接受环境教育的重要场所，其科普教育功能有效促进了人与自然和谐共生理念的传播，为推动区域生态文明建设作出积极贡献。

2.3 生态旅游发展

在生态旅游发展中，很多条件优越的湿地公园在确保湿地生态系统保护的基础上，适度开发了多样化的生态旅游项目，如湿地观光、休闲垂钓、游船游览等。这些项目不仅为游客提供了亲近自然、感受湿地魅力的机会，还有效推动了当地旅游业的繁荣。通过合理的规划与运营，安徽省湿地公园实现了生态保护与旅游发展的有机结合，同时也为周边社区创造了更多就业机会，提升了居民的收入水平。例如，湿地公园的游客服务中心、生态餐厅、手工艺品销售等配套设施，为当地居民提供了工作岗位；生态旅游活动的开展也带动了周边住宿和餐饮业的发展。这种以生态为核心、旅游为动力的发展模式，不仅提升了湿地资源的综合利用价值，还为周边社区注入了可持续发展的活力。

3 安徽湿地公园建设存在的问题

3.1 生态系统完整性有待提升

安徽省部分湿地公园在建设过程中，由于受到周边人类活动的干扰，如围垦、污染排放等，湿地生态系统的完整性遭到一定程度的破坏，湿地面积碎片化、生态功能退化等问题依然存在。例如，一些河流湿地因上游不合理的水利工程建设，导致下游湿地来水减少，湿地生态系统面临干旱胁迫 [3]。

3.2 产业融合程度低

尽管安徽省部分湿地公园开展了生态旅游项目，但与其他相关产业的融合发展程度不高，尚未形成完整的产业链条。旅游产品单一、文化内涵挖掘不够深入，缺乏特色和吸引力，难以实现生态、经济和社会效益的最大化。

3.3 管理体制不完善

安徽省湿地公园的管理涉及多个部门，存在职责不清、协调不畅等问题，导致管理效率低下。在湿地资源保护与开发利用过程中，缺乏有效的监督机制和科学的规划指导，容易出现过度开发或保护不力的现象。

4 安徽湿地公园发展方向

4.1 加强生态修复技术创新

运用先进的湿地生态修复技术，如生物修复、生态补水、底泥疏浚等，恢复湿地生态系统的结构和功能完整性。例如，推广应用微生物菌剂修复湿地水体污染技术，提高湿地水质净化能力；开展湿地生态补水工程，保障湿地生态用水需求，恢复湿地生态系统的自然水文条件。加强对湿地生态修复技术的研究和应用示范，建立湿地生态修复技术研发中心，与科研院校合作，开展关键技术攻关，为湿地公园的生态修复提供技术支撑。同时，注重引进和推广国内外先进的湿地修复经验和技术成果，结合安徽省湿地实际情况进行本土化应用和创新。

4.2 推动产业融合发展

安徽省湿地资源丰富，自然景观优美，文化底蕴深厚，是发展生态旅游的理想场所。在推动产业融合发展的过程中，深化“湿地 + 旅游”模式成为重要方向。以安徽肥东管湾国家湿地公园为例，如下图 1 所示，该湿地公园依托其独特的自然风貌和丰富的湿地资源，结合地方民俗文化和历史遗迹，打造了多样化、特色化的生态旅游产品。公园深入挖掘湿地文化价值，将生态保护与文化传承相结合，推出了湿地文化体验游和科普研学游等精品旅游线路。游客可以通过湿地游船观光、徒步栈道游览等形式，领略湿地美景；也可以参与当地特色活动，如学习传统渔猎技艺、体验湿地生态农耕生活，感受湿地文化的独特魅力。此外，公园还开发了夜间观鸟和生态摄影等主题活动，为游客提供了更加丰富的体验，延长了游客的停留时间 [4]。

图 1 安徽肥东管湾国家湿地公园生态保育区

在“湿地 + 旅游”模式的引领下，安徽省肥东管湾国家湿地公园致力于推动文旅深度融合，促进绿色发展与生态保护相辅相成。该公园以湿地生态为核心，围绕“文化赋能、产业升级”的思路，不断优化旅游服务设施，创新生态旅游内容。例如，结合湿地的地理特征和历史遗迹，开发了“湿地古迹探秘”主题线路，将湿地中的古桥、古村落等人文景观串联起来，构成了一条具有浓厚安徽省地方特色的文旅线路。这种探索不仅丰富了湿地旅游的文化内涵，也让游客在领略湿地生态魅力的同时，更加深入地了解湿地周边的历史文化。此外，公园还注重利用数字化手段提升旅游体验，通过引入智能导览系统和在线预约平台，为游客提供便捷、高效的服务。在湿地科普教育方面，安徽省肥东管湾国家湿地公园与多所高校和科研机构合作，开设了湿地生态研学课程，为学生群体提供沉浸式的学习机会，受到广泛好评 [5]。同时，该湿地公园还积极扶持地方特色产品的开发，将湿地资源与文创产业结合，推出了一系列特色纪念品，如湿地主题画册、手工艺品等，不仅拓宽了游客消费渠道，也为当地居民创造了更多就业机会。

通过产业的融合发展，安徽省肥东管湾国家湿地公园实现了生态价值与经济价值的同步提升。未来，公园将继续

深化“湿地 +”发展模式，加强区域合作，打造湿地生态旅游的典范，进一步探索生态保护与绿色发展的可持续路径，为安徽湿地公园发展树立标杆。

4.3 强化智慧化管理

利用现代信息技术，如物联网、大数据、人工智能等，建设湿地公园智慧管理平台。实现对湿地生态环境实时监测、游客流量动态监控、设施设备远程管理等功能，提高湿地公园的管理效率和决策科学性。例如，通过在湿地设置水质、气象、生物多样性等监测传感器，实时采集数据并传输到管理平台，为湿地生态保护提供精准的数据支持；利用大数据分析游客行为和偏好，优化旅游服务设施布局和旅游产品设计。

开展智慧旅游服务，为游客提供便捷的线上预订、导览、讲解等服务。开发湿地公园手机 APP，游客可以通过 APP 获取公园地图、景点介绍、活动信息等，实现自助游览；利用虚拟现实（VR）、增强现实（AR）等技术，打造沉浸式的湿地科普教育体验项目，增强游客的参与感和趣味性 [6]。

4.4 推广林长责任制

安徽省焦岗湖国家湿地公园作为安徽湿地保护与发展的典范，积极推广林长责任制，在湿地生态修复和可持续发展中发挥了重要作用。公园通过明确各级林长的职责，将湿地植被恢复、水系联通和栖息地保护等具体任务分解到责任主体，实现了精细化管理。例如，在湿地植被恢复方面，林长责任制推动了本地水生植物的科学种植和维护，有效恢复了湿地自然植被群落，显著提升了湿地生态系统的稳定性。安徽省淮南市焦岗湖国家湿地公园市级林长公示牌如下图 2 所示。

图 2 焦岗湖国家湿地公园市级林长公示牌

此外，林长还负责巡查水质状况和监督生态修复工程，确保湿地生态功能的持续发挥，吸引了大量珍稀鸟类栖息繁衍，进一步丰富了湿地的生物多样性。未来，安徽省焦岗湖国家湿地公园将继续依托林长责任制，推动湿地生态保护与绿色发展相结合。通过强化林长在湿地保护中的监管和协调作用，进一步实施湿地扩容、生态补水等重点工程，提升湿地的生态承载力。同时，该湿地公园还计划发展生态旅游和湿地科普教育，增强公众参与湿地保护的意识 [7]。以林长责任制为抓手，安徽省焦岗湖国家湿地公园正探索一条“保护与发展共赢”的创新之路，为安徽湿地公园的可持续发展树立标杆。

5 结论

安徽湿地公园的建设和发展对于保护湿地生态系统、推动区域可持续发展具有重要意义。尽管目前在建设过程中取得了一定的成绩，但也面临着诸多问题和挑战。通过加强生态修复技术创新、推动产业融合发展、强化智慧化管理、促进社区参与等发展方向的探索和实践，有望实现安徽湿地公园生态、社会和经济效益的协同提升，使其在生态文明建设中发挥更加重要的作用，为子孙后代留下宝贵的湿地生态财富。在未来的发展中，应持续关注湿地生态系统的动态变化，不断优化建设和发展策略，确保安徽湿地公园的可持续发展。

参考文献

[1] 汪为春, 詹惕, 项可霞, 范泽涵, 朱应富, 段永梅, 操治国. 马鞍山市长江东岸湿地公园建设对血吸虫病传播风险的影响[J]. 安徽预防医学杂志, 2022, 28 (02): 92-95.

[2] 刘汉, 曲泽静. 铜陵西湖湿地公园服务质量提升路径研究[J]. 品牌与标准化, 2022, (02): 60-62.

[3] 王子鹏, 周小春, 周立志. 安徽省湿地公园建设成效评估研究[J]. 湿地科学, 2019, 17 (05): 527-535.

[4] 王华升. 湿地公园建设保护中存在的问题及肥东县湿地公园建设保护对策[J]. 现代农业科技, 2019, (16): 137-138.

[5] 卢萍. 安徽湿地公园建设和发展研究[J]. 安徽林业科技, 2019, 45 (04): 39-43.

[6] 卢萍. 湿地公园总体规划修编研究——以安徽石龙湖国家湿地公园为例[J]. 宿州学院学报, 2019, 34 (07): 64-68.

[7] 耿国彪. 林长制 下活安徽生态“一盘棋”[J]. 绿色中国, 2019, (04): 34-41.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4515

Study on the synergistic mechanism of pollutant emission control and ecological environment management

Liyuan Chen

Zhongkan Metallurgical Investigantion Desigh &Research Institute Co. Ltd., Baoding, Hebei, 071051, China

Abstract

The research on the synergistic mechanism of pollutant emission control and ecological environment governance is an important topic in the field of environmental management. With the acceleration of industrialization and urbanization, the emission of pollutants increases significantly, which has caused a serious impact on the ecological environment, leading to the increasingly prominent problem of air, water and soil pollution. This paper aims to explore the coordination mechanism between pollutant emission control and ecological environment governance, and put forward effective collaborative governance strategies by analyzing the current situation of pollutant discharge, the development of treatment technology and the implementation of policies and regulations. This paper reviews the basic concepts and interrelationships between pollutant emission control and ecological environment governance, emphasizes the importance of coordination mechanism in environmental management, analyzes the main methods of current pollutant emission control and the key technologies of ecological environment governance, and discusses the complementarity and synergy of the two in practical application.

Keywords

pollutant emission control; ecological environment management; coordination mechanism; policies and regulations; technological innovation

污染物排放控制与生态环境治理的协同机制研究

陈丽媛

中勘冶金勘察设计研究院有限责任公司，中国 · 河北 保定 071051

摘　要

污染物排放控制与生态环境治理的协同机制研究是当前环境管理领域的重要课题。随着工业化和城市化进程的加快，污染物排放量显著增加，对生态环境造成了严重影响，导致空气、水体和土壤污染问题日益突出。本文旨在探讨污染物排放控制与生态环境治理之间的协同机制，通过分析污染物排放的现状、治理技术的发展以及政策法规的实施，提出有效的协同治理策略。本文回顾了污染物排放控制与生态环境治理的基本概念及其相互关系，强调了协同机制在环境管理中的重要性，分析了当前污染物排放控制的主要方法和生态环境治理的关键技术，探讨了两者在实际应用中的互补性和协同性。

关键词

污染物排放控制；生态环境治理；协同机制；政策法规；技术创新

1 引言

在全球环境问题日益严峻的背景下，污染物排放控制与生态环境治理成为各国政府和社会各界关注的焦点。随着经济的快速发展和工业活动的增加，污染物排放量显著上升，导致空气污染、水体污染和土壤污染问题日益严重，严重威胁着生态系统的健康和人类的生活质量。本文将系统分析污染物排放控制与生态环境治理的协同机制，探讨其在实际应用中的优势与挑战，并提出优化协同治理的具体策略。通过理论研究和数据分析，本文旨在为环境管理部门和相关企业提供科学的决策支持，推动污染物排放控制与生态环境治理的协同发展，实现生态环境的可持续保护 [1]。

【作者简介】陈丽媛（1993–），女，中国江苏如皋人，本科，工程师，从事生态环境保护研究、环境影响评价。

2 污染物排放控制与生态环境治理的基本概念及其相互关系

2.1 污染物排放控制的定义与重要性

污染物排放控制是指通过制定和实施各种技术、管理和法律措施，减少有害物质向大气、水体和土壤中的排放，以保护和改善环境质量。污染物排放控制的主要目标是降低有害物质的浓度，减少对生态系统和人类健康的负面影响。根据环境保护部的数据，2023 年我国工业废气排放量同比下降了 8%，水体污染物排放量减少了 5%。这些数据表明，污染物排放控制在改善环境质量方面发挥了重要作用。污染物排放控制不仅有助于减少环境污染，还能提升企业的环保意识和社会责任感，促进绿色发展。通过采用先进的污染治

理技术和优化生产流程，企业能够降低生产过程中的污染物排放，实现经济效益与环境效益的双赢。

2.2 生态环境治理的概念与意义

生态环境治理是指通过系统性的措施和方法，对受损的生态系统进行修复和恢复，以恢复其功能和服务能力。生态环境治理的核心目标是恢复生态平衡，提升生态系统的健康状况和稳定性。根据生态学理论，健康的生态系统能够提供诸如空气净化、水源涵养、土壤肥力维持和生物多样性保护等重要的生态服务功能。生态环境治理不仅包括自然生态系统的恢复，还涉及社会经济活动对生态系统的影响管理 [2]。例如，通过植树造林、湿地恢复和河流治理等措施，改善生态系统的结构和功能，提升其抵御自然灾害和环境变化的能力。生态环境治理对于维护生态平衡、促进生物多样性保护和提升人类生活质量具有重要意义。

3 污染物排放控制的主要方法与生态环境治理的关键技术

3.1 污染物排放控制的技术手段

污染物排放控制的技术手段主要包括源头控制和末端治理。源头控制通过优化生产工艺、提高能源利用效率和采用清洁生产技术，减少污染物的生成和排放。例如，采用高效燃烧技术和清洁能源替代传统能源，可以显著降低二氧化碳和其他有害气体的排放。末端治理则通过安装和使用各种污染治理设备，如烟气脱硫、脱硝装置和除尘器，对污染物进行处理和净化，减少其排放到环境中。根据环境保护部的数据，2023 年我国已安装的烟气脱硫装置覆盖了 80% 的燃煤电厂，脱硫效率达到了 95% 以上。此外，污水处理厂的建设和升级也有效减少了水体污染物的排放，提高了废水的处理效果。先进的污染治理技术不仅能够显著降低污染物的排放量，还能提高资源的回收利用率，实现经济效益与环境效益的双赢。因此，掌握和应用先进的污染物排放控制技术，是实现有效环境管理和污染治理的关键。

3.2 生态环境治理的关键技术

生态环境治理的关键技术主要包括生态修复技术和生态建设技术。生态修复技术旨在恢复受损生态系统的结构和功能，通过植被恢复、湿地重建和土壤修复等手段，提升生态系统的自我修复能力和服务功能。例如，植树造林和草地恢复可以增加生态系统的生物多样性，改善土壤质量和水源涵养能力。湿地重建则能够增强水体净化功能，提供栖息地和生物多样性支持。土壤修复技术通过有机肥施用和微生物修复，改善土壤结构，提升土壤肥力和生态功能。生态建设技术则包括生态廊道建设和生态景观设计，促进生态系统的连通性和整体健康。根据生态环境部的数据，2023 年我国已完成生态廊道建设 1500 公里，连接了多个重要生态保护区，显著提升了生态系统的连通性和生物多样性。此外，生态景观设计通过合理布局和美化生态环境，提升了生态系统的观赏价值和生态服务功能。通过应用这些关键技术，生态环境治理能够有效修复受损生态系统，恢复生态平衡和生态服务功能，推动生态环境的可持续发展 [3]。

4 政策法规对污染物排放控制与生态环境治理协同机制的推动作用

4.1 环保政策法规的制定与实施现状

环保政策法规是推动污染物排放控制与生态环境治理协同机制的重要法律基础和制度保障。近年来，随着环境问题的日益突出，我国政府加大了环境保护的政策支持力度，制定了一系列环保法律法规和政策文件。例如，《中华人民共和国环境保护法》修订版于 2023 年实施，进一步明确了污染物排放标准和环境治理责任，强化了对环境违法行为的处罚力度。根据生态环境部的数据，2023 年我国新出台的环保法规数量同比增长了 15%，涵盖了大气、水体、土壤等各类污染物的排放控制和生态环境治理。环保政策法规的制定和实施，不仅为污染物排放控制和生态环境治理提供了法律依据，还通过政策引导和经济激励，促进了两者的协同发展。例如，政府通过碳交易市场和污染物排放权交易制度，激励企业减少污染物排放，并将节约下来的排放权进行交易，推动污染物排放控制与生态环境治理的经济化和市场化。此外，政府还通过财政补贴和税收优惠政策，支持企业和地方政府开展生态环境治理项目，提升生态环境治理的资金保障和技术支持。环保政策法规的有效制定与实施，为污染物排放控制与生态环境治理的协同机制提供了坚实的制度基础和政策支持，促进了环境管理的规范化和系统化。

4.2 政策推动下的污染物排放控制与生态环境治理协同案例分析

在政策的推动下，污染物排放控制与生态环境治理的协同机制在多个领域得到了有效应用。例如，在工业园区环境管理中，通过制定严格的污染物排放标准和实施生态环境治理项目，实现了污染物排放的有效控制和生态环境的全面修复。根据国家统计局的数据，2023 年我国重点工业园区的废气和废水排放量分别下降了 12% 和 10%，同时通过生态修复技术，生态环境质量指标显著改善。此外，城市污水处理项目也是政策推动下污染物排放控制与生态环境治理协同的典型案例。城市污水处理厂不仅通过先进的污染治理技术降低废水中的污染物浓度，还通过湿地生态修复技术，将处理后的废水排放到人工湿地，进一步净化水质，恢复湿地生态系统的功能。根据环境保护部的数据，2023 年我国城市污水处理厂的污染物去除效率提高了 15%，湿地生态系统的生物多样性和水质指标也得到了显著提升。这些协同案例表明，政策法规的有效推动能够促进污染物排放控制与生态环境治理的协同发展，实现环境保护与生态恢复的双赢效果 [4]。

5 协同治理机制的优化策略与实施路径

5.1 跨部门合作与信息共享机制的建立

优化协同治理机制的首要策略是加强跨部门合作与信息共享。污染物排放控制与生态环境治理涉及多个政府部门和行业领域，如环保部门、工业部门、交通部门和农业部门等。建立跨部门合作机制，明确各部门的职责和协同工作流程，是提升协同治理效率的关键。根据政府报告，2023 年我国已建立了 15 个跨部门环境治理协调机制，有效促进了政策的统一执行和资源的优化配置。信息共享机制的建立则有助于提升环境治理的透明度和效率。通过建设统一的环境监测和数据共享平台，各部门可以实时获取污染物排放和生态环境治理的相关数据，及时调整和优化治理措施。例如，污染物排放监测数据可以与生态环境治理项目的数据进行整合分析，帮助政府部门制定更科学的治理策略。此外，信息共享还可以促进公众参与和社会监督，提升环境治理的公信力和社会认同度。通过跨部门合作与信息共享机制的建立，协同治理机制的整体效能得到了显著提升，实现了污染物排放控制与生态环境治理的高效协同。

5.2 技术创新与绿色科技的应用

技术创新是优化协同治理机制的重要驱动力。污染物排放控制与生态环境治理的协同发展，依赖于先进的绿色科技和创新技术的支持。政府应加大对环保技术研发和应用的支持力度，鼓励企业和科研机构开展绿色科技创新。例如，通过设立环保科技专项基金，支持低碳技术、清洁生产技术和生态修复技术的研发和推广。根据科技部的数据，2023 年我国在绿色科技领域的研发投入同比增长了 18%，达到 800 亿元人民币。绿色科技的应用不仅提升了污染物排放控制的效率，还增强了生态环境治理的效果 [5]。此外，绿色科技还包括信息技术在环境治理中的应用，如大数据分析、物联网监测和智能管理系统，这些技术能够提升环境治理的精准性和实时性，增强污染物排放控制与生态环境治理的协同效能。通过技术创新与绿色科技的应用，协同治理机制的技术基础得到了加强，实现了环境治理的智能化和高效化，下图为污染排放绿色协同治理循环演示图。

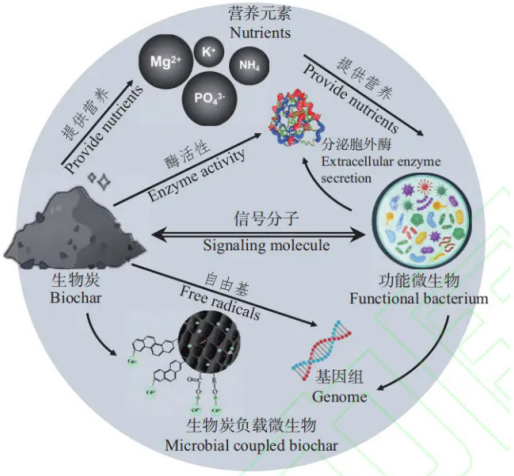

图 1 污染排放绿色协同治理循环演示图

6 结语

污染物排放控制与生态环境治理的协同机制研究，是实现环境保护和生态修复双重目标的重要路径。本文通过系统分析污染物排放控制与生态环境治理的基本概念、主要方法与关键技术，探讨了政策法规在协同治理中的推动作用，并提出了优化协同治理机制的具体策略。研究表明，跨部门合作与信息共享、技术创新与绿色科技的应用、公众参与与环境教育的强化，都是提升协同治理效能的重要措施。未来，应进一步完善环保政策法规，强化政策执行和协调，增加环保技术研发和应用投入，提升公众环保意识和参与度，构建多层次、多维度的协同治理体系。通过综合运用科学的治理策略和技术手段，污染物排放控制与生态环境治理的协同机制能够实现环境质量的显著改善和生态系统的健康恢复，为实现可持续发展目标提供坚实的保障。

参考文献

[1] 魏俊豪, 李清雅. 污染物排放控制技术的发展与应用[J]. 环境工程学报, 2024, 38(3): 112-118.

[2] 孙宏伟, 陈思源. 生态环境治理的关键技术与实践研究[J]. 生态修复, 2023, 27(4): 89-95.

[3] 赵明哲, 刘嘉丽. 环保政策法规对污染物排放控制的影响分析[J]. 法律与环境, 2024, 19(2): 67-73.

[4] 高晓彤, 王天宇. 跨部门合作在生态环境治理中的作用研究[J]. 环境管理, 2023, 45(5): 150-156.

[5] 林宇轩, 何俊杰. 公众参与与环境教育在污染治理中的实践与效果[J]. 社会与生态, 2024, 31(1): 60-66.

Empirical study of the impact of two-carbon policy on industrial ecological environment

Yang Yang

Inner Mongolia Low-Carbon Development Research Institute, Hohehot, Inner Mongolia, 010000, China

Abstract

The dual-carbon policy involves the coordinated regulation of multiple fields. It restricts the transformation of the industrial structure and the improvement of the efficiency of the industrial structure and the energy utilization, and provides strategic direction for the emission reduction of the industrial system. This policy has a deep influence in the industrial ecological environment, which is mainly reflected in the pollutant emission management, resource recycling efficiency and the evolution of industrial upgrading path. Relevant departments emphasize the concept of green and low-carbon development in the system design, and encourage enterprises to achieve a substantial reduction in energy consumption through technology optimization and process transformation. In key industries, supply chain coordination and restructuring of production models, forming new drivers of sustainable development. The balance between economic benefits and ecological protection still needs to be deeply discussed, in order to provide systematic guarantee for green transformation through practical implementation and theoretical construction.

Keywords

double-carbon policy; industrial ecology; emission reduction effect; resource cycle; green transformation

双碳政策对工业生态环境影响的实证研究

杨阳

内蒙古低碳发展研究院，中国 · 内蒙古 呼和浩特 010000

摘　要

双碳政策涉及多领域协同调控，围绕碳排放双控制度与碳中和目标展开对产业结构转型和能源利用效率提升的约束，为工业体系减排提供战略指向。此政策在工业生态环境中发挥深层次影响，主要体现在污染物排放治理、资源循环利用效率和产业升级路径演化等层面。相关部门在制度设计中强调绿色低碳发展理念，鼓励企业通过技术优化和流程改造实现能耗大幅削减。重点工业行业在供应链协同与生产模式重构中逐步打通节能环节，形成可持续发展新动能。双碳政策在经济收益与生态保护之间的平衡仍需深入探讨，以期通过实践落实与理论构建为绿色转型提供系统保障。

关键词

双碳政策；工业生态；减排效应；资源循环；绿色转型

1 引言

工业领域在经济发展中具有支柱地位，然而传统高能耗、高排放模式对生态环境形成巨大压力。双碳政策提出后，工业部门面临转型挑战，需要在低碳发展与经济效益之间寻求平衡。相关研究关注产业结构优化、生产技术迭代、能源多元化供给以及环保标准升级等关键因素，以应对碳达峰与碳中和的双重目标。当前很多行业逐步探索绿色化生产路径，从能耗管理到废弃物处理都引入精细化运作模式，为日后深层次转型奠定基础。双碳目标不仅强调温室气体减排，更对水资源、土壤质量和生物多样性保护形成间接效应。以此为背景，探讨双碳政策对工业生态环境的影响具有重要现实意义 [1]。

2 绿色制造理念对产业结构再塑的探索

工业系统在资源消耗与排放环节长期占据较大比重，绿色制造理念强调在产品全生命周期内控制能耗与废弃物生成。各国在宏观层面出台减排指标与资源利用效率考核制度，旨在推动产业升级。某些行业率先调整产品线，针对高能耗工序引入先进设备，将传统粗放式产能逐步替换为自动化和智能化技术体系。部分地区根据双碳目标进行产业布局调整，通过培育绿色化企业集群来缩短供应链路径，进而减少物流环节的碳足迹。在此过程中，能源结构改造也在同步推进，天然气、风能与光伏等清洁能源占比逐年升高，带动生产方式的革新。

【作者简介】杨阳（1986–），女，中国内蒙古呼和浩特人，硕士，工程师，从事双碳环保、生态环境保护研究。

3 资源循环利用模式下的生态效益重构

3.1 二次资源开发与废弃物减量策略

工业生态环境优化需要进一步完善资源循环利用体系，二次资源开发是实现减排和效益提升的关键手段之一。诸多工业过程在传统模式下产生大量废渣、废液与废气，这些排放物若缺乏有效处理，将对水体、大气与土壤造成不可逆的破坏。在双碳政策指引下，工业企业开始注重对这些排放物的再生利用。2023 年，我国典型大宗工业固废综合利用量达 22.58 亿吨，综合利用率为 53.32%，较 2012 年提高了 10.52 个百分点。一些高污染行业还建立了内部循环线，将废渣进行高温熔融后重新制成建筑材料。2022 年，我国通过推动废弃物循环利用、大力发展循环经济，共计减少二氧化碳排放约 33 亿吨。随着废弃物循环利用在传统领域不断深化、在新兴领域不断拓宽，预计到 2025 年，发展循环经济对我国碳减排的综合贡献率将超过 30%，到 2030 年将超过 35%。多数企业在这些项目中还能获取额外经济收益，降低原材料采购成本，并为后续的技术升级积累经验储备 [2]。

3.2 近零碳排放园区的实践成效

若要大规模减轻工业对生态环境的压力，需要在空间布局上推进集中化与规范化管理，近零碳排放园区应运而生。许多地区依托政府与企业的共同投入，建成生态工业示范基地，通过统一配套的废水处理、集中供热和联合物流体系，实现污染排放的显著缩减。示范园区一般配套循环水系统和智能监控平台，对于废水与废气实施高标准处理，在部分案例中甚至接近零排放水平。许多企业在此环境下相互配合，共享工艺流程与技术成果，共同分担研发成本，合力打造完善的产业生态圈。

4 碳减排绩效的数量化评估及对生态系统的影响

4.1 重点企业污染物排放降幅和资源循环利用测度

双碳政策推动下，各级环境保护主管部门将污染源监督性监测工作纳入规划，制定年度计划和专项计划。环境监测机构依据相关标准、规范及管理需求开展监测工作。越来越多的企业安装了污染物排放自动监测系统，如废气中的二氧化硫、氮氧化物、颗粒物等污染物的在线监测设备，以及废水中的化学需氧量、氨氮等指标的自动监测仪器。工业过程中的排放监测技术不断进步，在线监测系统与大数据分析工具被广泛应用，从而能够更精准地计算实际排放量。

4.2 碳足迹计算与对生态环境的联动效应

工业碳足迹计算涉及生产过程的能源用量、物流运输距离和终端废弃物处理等环节，其结果往往对水、大气、土壤环境产生多维度影响。某些生产过程消耗大量水资源，若能在碳足迹核算中加入水耗强度指标，就能更全面地评估生态环境所受的综合压力。过去五年里，主要工业企业的碳足迹测算精度明显提高，数据采集方式更加多样化。例如在化工领域，监测设备能够将排放源细分到每个反应釜和储罐，从而让企业对自身生产单元的排放贡献有更清晰的认识。从行业来看，钢铁、化工、能源等高耗能、高排放的大型制造业行业，由于面临更大的减排压力，推行碳足迹管理工具的比例也相对较高。

4.3 污染物排放总量削减的宏观统计与趋势研判

宏观层面上，污染物排放总量的削减是衡量双碳政策对工业生态影响的重要指标。相关部门每年发布年度减排报告，涵盖二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物、烟尘等主要污染物的减排情况。统计数据表明，在近十年间，工业部门对温室气体排放的贡献率从总排放量的约 65% 下降到 58% 左右，幅度达到 7 个百分点。若将时间区间缩小到近三年，由于政策加码和技术进步，工业部门每年对全国碳排放削减总量的贡献平均保持在 50% 以上。对于常规污染物而言，最新数据显示，2023 年上半年，全国二氧化硫排放总量较上年同期下降 4.5%，氮氧化物下降 3.8%，粉尘和烟尘排放分别下降 3.2% 和 2.9%。各项指标的持续改善说明双碳政策在推动工业环保的深度进展。相对于常规污染物，新污染物如持久性有机污染物、微塑料等的监测与管控仍待完善，一些新兴产业在快速扩张中也会产生新的生态风险。

5 技术创新与政策协同下的低碳转型路径

5.1 关键技术研发投入与推广速率评估

推进工业低碳化的重要动力来源于技术研发投入与应用的速度。公开数据显示，近年来各类工业企业在节能环保和低碳技术领域的研发投入比重稳步上升，2021 年至 2023 年期间，全国工业技术研发总投入中用于清洁生产和绿色工艺改造的费用由 11.5% 提升到 15.4%。某些龙头企业逐渐掌握了一系列突破性技术，例如新型碳捕集与封存装置、高效电机系统和余热回收设备，为减排工作提供更先进的支持。资金投入与科研成果之间的时滞是不可忽视的，一些重大技术需要 5 年至 10 年才能从实验室阶段进入规模化应用。现有数据显示，先进节能技术的推广速率在不同行业呈现明显差异，精细化工和高端装备制造领域的技术渗透率在三年内提升超过 25%，而传统水泥、玻璃等行业的技术升级速度相对缓慢，年均提升不足 10%。导致此差异的主要原因在于行业利润率、市场竞争格局以及环保监管力度差异等方面 [3]。此外，研发人才与知识储备不足也是部分行业推进缓慢的重要因素。

5.2 政策工具组合与监管机制完善

双碳政策对工业生态环境的深远影响需要借助多元化政策工具的组合发挥作用。当前各地在制定减排方案时常用的工具包括碳交易市场、环保税费、绿色金融扶持以及行政监管等。碳交易市场的数据表明，截至 2024 年 12 月底，全国碳市场碳排放配额累计成交量已突破 62.78 亿吨，累计成交额更是高达 4279.28 亿元，反映出市场对减排的认可度在

不断提升，全国碳排放权交易市场体系架构详见图 1。环保税在控制污染物排放方面同样发挥震慑作用，截至 2023 年底，全国共有近 23 万家企业进行了环保税申报，税额合计约 205 亿元。绿色金融逐渐成为支持工业转型的重要手段，各类商业银行积极推出绿色信贷产品，2022 年至 2023 年期间，全国绿色信贷余额增加 40%，其中相当比例投向重点高耗能领域的节能项目。监管层面，大部分地区开展定期与不定期的执法检查，对不达标企业采取限批、停产整顿等强制措施。数据显示，在过去两年内因排放超标而受到行政处罚的工业企业数量减少了 18%，这在某种程度上说明企业整体守法意识增强 [4]。

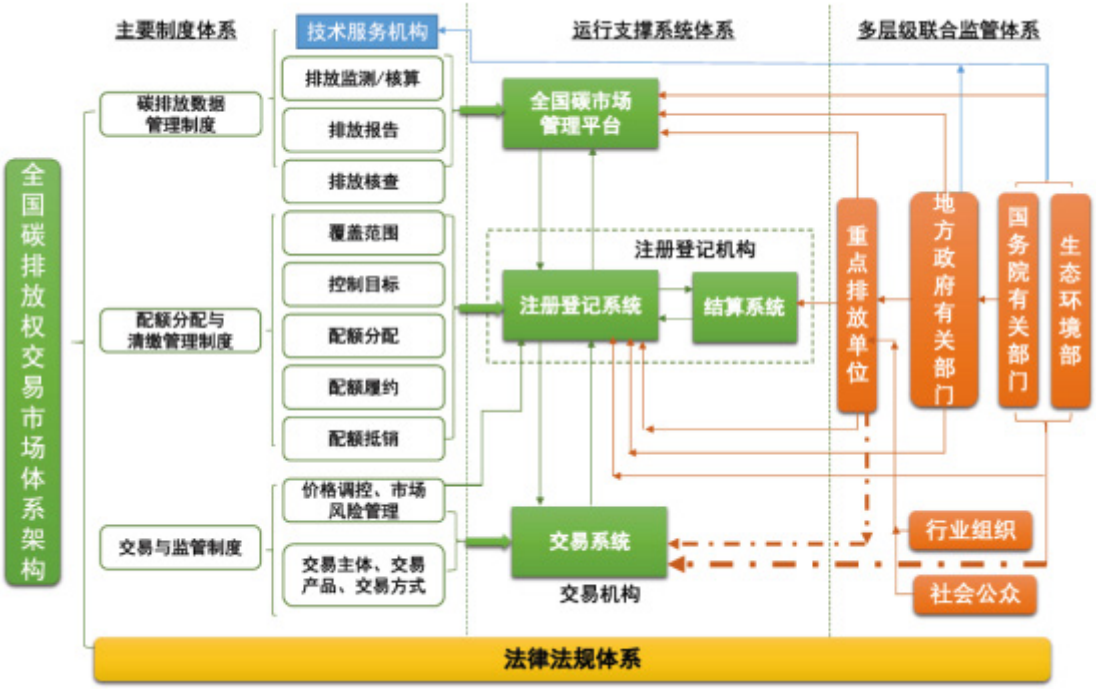

图 1 全国碳排放权交易市场体系架构

5.3 区域协同与国际合作的潜在机遇

工业低碳转型在不同区域的发展水平不尽相同，区域协同与国际合作将创造更多机遇。在国内层面，沿海经济发达地区的企业普遍具备较好的资金与技术储备，减排步伐较快，而中西部地区在产业基础、基础设施和投资能力方面相对不足，需要通过跨区域资源调配与技术分享来共同推进双碳目标的达成。过去两年，已有 11 个省份建立区域减排协作平台，对排放量大且发展潜力高的重点产业实施联合治理，推动清洁能源跨省调配。此类协同实践的数字显示，参加协作平台的企业排放强度比未参加者平均降低约 10%，说明互补性资源配置能够有效促进减排成果。在国际层面，不少发达国家在工业低碳化上拥有较为成熟的经验，发展我国家在逐步推进工业化的过程中也在面临同样的减排挑战。全球碳排放量在 2023 年估算约为 374 亿吨，其中工业部门占比超过 30%，通过多维度协同努力，可在全球层面逐步实现工业生态环境的大幅改观，为可持续发展注入新的活力 [5]。

6 结语

双碳政策为工业生态环境的优化带来了明确方向，在产业结构、生产过程和资源循环等方面推动深刻变革。一系列数字化监测手段和政策工具的组合运用，使得工业部门的碳排放和各类污染物总量出现显著下降。尽管资金、技术和区域发展不平衡等难题依然存在，整体趋势向好的态势愈发清晰。要全面达成双碳目标并实现工业生态环境的可持续提升，需要在技术研发、制度建设、市场激励和国际合作层面持续发力，形成多方参与与协调的长效机制，从而为绿色转型提供更牢固的支撑。

参考文献

[1] 邱泽珩,孙茗菡.新型电解技术在化工减排中的应用与性能评估[J].化学工程学报,2023,41(7):105-112.

[2] 李蘅溪,彭子骏.区域工业协同减排路径与可再生能源利用效率研究[J].我国环境科学,2022,42(5):54-61.

[3] 戚云珊,任泽溟.碳排放权交易与绿色金融政策协同效应分析[J].环境与发展,2024,35(4):66-72.

[4] 文峻霖,郁莹芝.工业固体废弃物循环再利用的生态经济影响研究[J].资源与环境学报,2023,38(6):77-85.

[5] 仲文程,方稚怡.制造业低碳技术推广障碍及政策优化探析[J].产业经济研究,2024,56(3):91-100.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4517

Application and development of Membrane technology in water treatment

Chaojun Wu

Kunming Kejingyuan Environmental Protection Technology Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650000, China

Abstract

Membrane technology, as an efficient separation technology, has been widely used and rapidly developed in the field of water treatment in recent years. This paper systematically discusses the application status of membrane technology in water treatment, the latest progress of membrane materials, the optimization of membrane technology and the future development trend of membrane technology. By analyzing the basic principle of membrane separation, the performance characteristics of different types of membrane materials, and the application effect of membrane process in actual water treatment, this paper aims to provide theoretical support and practical guidance for the further application of membrane technology in water treatment. Through comprehensive analysis, this paper provides a comprehensive theoretical basis and practical reference for the application and development of membrane technology in water treatment.

Keywords

membrane technology; water treatment; membrane material; membrane process; application development

膜技术在水处理中的应用与发展

吴超君

昆明科净源环保科技有限公司，中国 · 云南 昆明 650000

摘　要

膜技术作为一种高效的分离技术，近年来在水处理领域得到了广泛应用和快速发展。本文系统地探讨了膜技术在水处理中的应用现状、膜材料的最新进展、膜工艺的优化以及膜技术未来的发展趋势。通过分析膜分离的基本原理、不同类型膜材料的性能特点，以及膜工艺在实际水处理中的应用效果，本文旨在为膜技术在水处理中的进一步应用提供理论支持和实践指导。通过综合分析，本文为膜技术在水处理中的应用与发展提供了全面的理论依据和实践参考。

关键词

膜技术；水处理；膜材料；膜工艺；应用发展

1 引言

水资源的短缺和水污染问题日益严峻，促使各类水处理技术不断发展和创新。膜技术作为一种高效、节能、环保的分离技术，因其在水处理中的显著优势而备受关注。膜分离过程具有高选择性、高效率、操作简便等特点，能够有效去除水中的悬浮物、溶解性污染物及微生物，广泛应用于饮用水处理、废水处理、海水淡化等领域。随着膜材料科学和工程技术的进步，膜技术在水处理中的应用范围和效果不断拓展和提升。然而，膜技术在实际应用中仍面临膜污染、膜寿命短、成本较高等挑战。为此，研究和开发新型膜材料、优化膜工艺、提高膜系统的整体性能成为当前膜技术发展的重要方向。本文将从膜技术的应用现状、膜材料的最新进展、膜工艺的优化以及膜技术的未来发展趋势四个方面进行详细探讨，旨在为膜技术在水处理中的进一步应用提供理论支持和实践指导。

【作者简介】吴超君（1988–），女，中国湖北石首人，本科，工程师，从事市政及工业园区污水处理、河湖生态治理，超极限脱氮除磷研究。

2 膜技术在饮用水处理中的应用

2.1 反渗透技术在饮用水净化中的应用

反渗透（Reverse Osmosis,RO）作为膜技术的重要分支，广泛应用于饮用水的净化和海水淡化。反渗透膜通过高压将含盐水推过半透膜，实现水中溶解性盐类和有机污染物的有效去除。近年来，随着膜材料的不断改进，反渗透技术的水通量和盐拒率得到了显著提升。例如，纳米复合材料膜的应用使得膜的抗污染性能和机械强度大幅提高。此外，反渗透系统的能耗逐渐降低，经济性不断增强，进一步推动了其在饮用水处理中的广泛应用。

2.2 纳滤技术在水质改善中的应用

纳滤（Nanofiltration,NF）作为介于反渗透和超滤之间的膜分离技术，具有较高的截留率和较低的能耗，适用于水质的进一步改善。纳滤膜能够有效去除水中的有机物、重金属离子和某些微生物，广泛应用于饮用水的预处理和后处理。相比反渗透，纳滤技术具有更低的操作压力和更高的通量，适用于对水质要求较高但盐度不高的水源。随着纳滤膜材料的不断优化和生产工艺的提升，纳滤技术在水质改善中的应用效果更加显著，尤其是在中低盐度水源的处理和高质量饮用水的供应方面具有重要意义。

2.3 超滤技术在悬浮物去除中的应用

超滤（Ultrafiltration,UF）技术以其优异的悬浮物和大分子有机物去除能力，在饮用水处理过程中扮演着重要角色。超滤膜的孔径通常在 1-100 纳米之间，能够有效截留细菌、病毒、胶体颗粒和有机污染物，确保出水的高质量和安全性。近年来，超滤技术在市政供水系统中的应用日益普及，尤其是在预处理环节，作为反渗透和纳滤等深度处理工艺的前置步骤，大大减轻了后续工艺的负荷。此外，超滤技术还广泛应用于水厂的在线监测和控制系统，通过实时监测膜的运行状态，实现膜系统的智能化管理。

3 膜材料的创新与发展

3.1 聚合物膜材料的改性技术

聚合物膜材料是膜技术应用的核心，其性能直接影响膜分离过程的效率和稳定性。近年来，聚合物膜材料的改性技术取得了显著进展，通过引入纳米填料、表面改性和交联等方法，有效提升了膜的亲水性、机械强度和抗污染能力。例如，纳米二氧化钛和氧化锌等无机纳米颗粒的掺杂，不仅增强了聚合物膜的抗紫外线性能，还提高了膜的整体稳定性和耐化学性。此外，表面改性技术如等离子体处理和化学改性，能够显著改善膜的表面性质，减少污染物的吸附和积累，延长膜的使用寿命。交联技术通过化学键的形成，提高了聚合物膜的结构紧密度和耐压性能，适用于高压反渗透和纳滤工艺。聚合物膜材料的改性技术为膜分离过程提供了更为优质和多样化的材料选择，推动了膜技术在水处理中的广泛应用和持续发展。

3.2 无机膜材料的应用与优势

无机膜材料因其优异的耐化学性和热稳定性，在高要求的水处理应用中展现出独特优势。常见的无机膜材料包括陶瓷膜、金属膜和碳基膜等。陶瓷膜以其高机械强度和抗腐蚀能力，适用于高温、高压和强酸强碱环境下的水处理工艺。金属膜则因其高导电性和耐久性，在电渗析和电催化水处理技术中得到广泛应用。碳基膜材料，如活性炭膜和石墨烯膜，凭借其高比表面积和优异的吸附性能，能够高效去除水中的有机污染物和重金属离子。无机膜材料的应用不仅提升了膜系统的整体性能，还延长了膜的使用寿命，降低了维护成本。随着材料科学和纳米技术的不断进步，无机膜材料的制备工艺和性能将进一步优化，为膜技术在高端水处理领域的应用提供更加坚实的基础【1】。

3.3 复合膜材料的多功能化设计

复合膜材料通过将不同功能的材料结合在一起，实现了膜的多功能化设计，显著提升了膜的分离性能和应用广度。复合膜通常由支撑层和活性层组成，支撑层提供机械强度和稳定性，活性层则负责分离功能。近年来，纳米材料的引入使得复合膜具有更高的选择性和通量。例如，纳米银和纳米铜的掺杂不仅增强了膜的抗菌性能，还提高了膜的抗污染能力。此外，功能性聚合物的应用，如含有羧基或氨基的聚合物，能够增强膜的亲水性和反应性，适应不同水处理需求。复合膜材料的多功能化设计不仅扩展了膜技术的应用范围，还提高了膜系统的整体效能，推动了膜技术在复杂水质处理中的应用进程。未来，随着复合膜材料设计理念的不断创新，复合膜将在高效、智能化水处理系统中发挥更加重要的作用。

4 膜工艺的优化与应用

4.1 膜系统的能效优化

膜系统的能效是衡量其经济性和可持续性的关键指标。通过优化膜工艺参数，如操作压力、流速和温度，可以显著提高膜系统的能效。例如，降低操作压力不仅减少了能耗，还延长了膜的使用寿命。此外，采用低能耗的脉冲反洗和气浮技术，可以有效减少膜污染，提高膜的通量和清洁效率。膜系统的能效优化还涉及到整个系统的集成设计，如结合能源回收装置和智能控制系统，实现能源的高效利用和系统的智能化管理。近年来，膜系统的能效优化取得了显著进展，通过先进的工艺设计和节能技术的应用，膜系统的能耗得到了有效控制，进一步提升了其在水处理中的经济性和竞争力【2】。

4.2 膜污染控制与清洗技术

膜污染是膜分离过程中常见的问题，直接影响膜的通量和使用寿命。有效的膜污染控制和清洗技术是确保膜系统长期稳定运行的关键。膜污染主要包括有机污染、无机污染和生物污染等，不同类型的污染需要采用不同的控制策略。例如，有机污染可通过优化进水水质和采用化学清洗剂进行去除；无机污染则需要通过调节进水 pH 值和使用螯合剂来防止结垢；生物污染则需采用抗菌膜材料和定期的生物清洗工艺。近年来，物理清洗技术如超声波清洗和气泡清洗逐渐应用于膜污染控制，进一步提高了清洗效率和减少了化学清洗剂的使用量。此外，膜系统的在线监测和智能控制技术的发展，使得膜污染的早期检测和自动化清洗成为可能，显著提升了膜系统的整体性能和运行效率。

4.3 膜过程的集成与协同应用

膜过程的集成与协同应用是提升水处理效率和拓展膜技术应用范围的重要途径。通过将膜技术与其他水处理工艺

如生物处理、吸附、氧化还原等相结合，可以实现多级水质净化和资源的高效利用。例如，将超滤与生物膜反应器结合，能够有效去除水中的悬浮物和有机污染物，同时实现生物降解；将反渗透与电渗析结合，能够提高盐类去除效率和降低能耗。膜过程的集成不仅优化了水处理的整体流程，还实现了不同工艺的优势互补，提高了水处理系统的灵活性和适应性。近年来，模块化和智能化的膜系统设计逐渐成为趋势，通过先进的控制算法和模块化组件的应用，实现了膜过程的高效集成和智能化管理。未来，膜过程的集成与协同应用将在复杂水质处理和多功能水处理系统中发挥更加重要的作用【3】。

5 膜技术的发展趋势与前景

5.1 新型膜材料的研发与应用前景

随着材料科学和纳米技术的不断进步，新型膜材料的研发成为膜技术发展的重要方向。二维材料如石墨烯、MXenes 的引入，为膜材料提供了更高的通量和更优的选择性。石墨烯膜凭借其超薄结构和优异的机械性能，实现了高效的分离性能；MXenes 膜则展示了在高温和高压条件下的稳定性和优异的电导性能。此外，智能响应型膜材料的开发，如温敏型和 pH 敏感型膜，能够根据环境变化自动调节膜的分离性能，提高膜系统的适应性和智能化水平。功能化纳米复合膜材料的应用，如含有催化剂和吸附剂的复合膜，不仅提升了膜的分离能力，还赋予了膜材料更多的功能，如自清洁和污染物降解。新型膜材料的不断涌现，为膜技术在水处理中的广泛应用和深度发展提供了强有力的支持，预示着膜技术将在未来水处理领域中发挥更加关键的作用。

5.2 膜工艺的智能化与自动化发展

智能化与自动化是膜工艺未来发展的重要方向，通过引入先进的传感器、数据分析和控制技术，实现膜系统的智能化管理和高效运行。智能膜系统能够实时监测膜的运行状态，如通量、压差和污染程度，并根据监测数据自动调节工艺参数，如进水压力、流速和清洗频率，优化膜系统的整体性能和能源利用效率。自动化控制系统的应用，使得膜系统的运行更加稳定和可靠，减少了人为操作的干预和误差。此外，基于大数据和机器学习的智能算法，可以预测膜污染趋势和系统故障，实现预防性维护和智能决策。智能化与自动化的发展，不仅提升了膜工艺的操作效率和经济性，还提高了膜系统的可靠性和可持续性，推动了膜技术在水处理中的广泛应用和持续创新【4】。

5.3 膜技术在新兴领域的拓展应用

膜技术的应用范围正在不断拓展，逐渐渗透到诸多新兴领域，为水处理和资源利用提供创新解决方案。除了传统的饮用水处理、废水处理和海水淡化，膜技术在能源回收、气体分离和资源回收等领域展现出广阔的应用前景。例如，膜蒸馏技术在高效能源回收和浓缩盐水中的应用，有助于实现能源的高效利用和水资源的循环利用；膜分离技术在二氧化碳捕集和气体分离中的应用，能够有效减少温室气体排放，促进环境保护和可持续发展。此外，膜技术在食品加工、生物制药和微电子制造等领域也发挥着重要作用，通过高效的分离和纯化过程，提升产品质量和生产效率。随着膜技术的不断创新和应用领域的不断拓展，膜技术将在更多新兴领域中发挥关键作用，推动各行业的绿色发展和技术进步【5】。

6 结语

膜技术在水处理中的应用与发展已取得显著成就，展现出广阔的应用前景和巨大的发展潜力。通过不断创新膜材料、优化膜工艺以及实现膜系统的智能化与自动化，膜技术的分离效率和经济性得到了大幅提升，进一步满足了日益增长的水处理需求。然而，膜技术在实际应用中仍面临膜污染、膜寿命和成本等挑战，需要持续开展基础研究和工程实践。未来，随着新型膜材料的不断涌现和膜工艺的持续优化，膜技术将在饮用水处理、废水治理、海水淡化等领域发挥更加关键的作用。此外，膜技术在能源回收、气体分离和资源回收等新兴领域的拓展应用，将为实现水资源的高效利用和可持续发展提供重要支持。综上所述，膜技术作为一种高效、环保的水处理技术，必将在未来的水资源管理和环境保护中发挥不可替代的重要作用。

参考文献

[1] 张琪，李霖.膜分离技术在水处理中的应用研究[J].环境科学与技术，2024，47(3)：112-118.

[2] 刘璇，王珂.纳米复合膜材料的制备与性能分析[J].材料工程，2023，41(5)：204-210。

[3] 孙晓明，陈紫薇.反渗透系统能效优化方法探讨[J].水处理技术，2024，35(4)：89-95.

[4] 赵睿，韩雪.智能化膜系统在污水处理中的应用与发展[J].现代环保，2024，29(1)：56-62.

[5] 魏天宇，周思源.新型二维材料膜在海水淡化中的应用前景[J].海洋工程，2024，40(2)：150-156.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4518

Exploration of the management ways of air pollution prevention and control under the background of ecological environment governance

Yuan Jin[1] Bo Shu[2] Lihua Xu[2]

1. Jining BYD Industrial Co., Ltd., Jining, Shandong, 273500, China
2. Lnzhiyuan Environment Industry Group Co., Ltd., Rizhao, Shandong, 276800, China

Abstract

With the deepening of the concept of sustainable development, ecological environment protection has gradually become the requirement of the development of various industries, and the relevant personnel need to deepen the attention of ecological environment governance, to achieve the realization of pollution control. As a common type of pollution, air pollution generally has the characteristics of a wide range of pollution, many types of pollution and great harm, so it is difficult to control. In this context, this paper starts with the prevention and control of air pollution, combines with the needs of ecological environment governance, analyzes the causes, types and characteristics of air environment pollution, and then integrates the relevant information, and develops targeted solutions to realize the prevention and control of air pollution.

Keywords

ecological environment; air pollution; data collection; environmental protection

生态环境治理背景下大气污染防治管理途径探索

晋远[1] 舒博[2] 徐丽华[2]

1. 济宁比亚迪实业有限公司，中国 · 山东 济宁 273500
2. 绿之缘环境产业集团有限公司，中国 · 山东 日照 276800

摘　要

随着可持续发展理念的深入，生态环境保护逐渐成为各个行业发展的要求，需要相关人员深化对生态环境治理的重视，实现对污染的治理。大气污染作为常见的污染类型，一般具有污染范围广、污染类型多以及危害性较大等特点，治理难度较大。此背景下，本文就从大气污染防治管理入手，结合生态环境治理需要，分析大气环境污染的成因、类型以及特点等，然后综合相关信息，制定针对性的解决策略，实现对大气污染的防治。

关键词

生态环境；大气污染；数据收集；环境保护

1 引言

大气污染防治管理作为对大气环境进行管理的作业，是生态环境治理关键的一环，需要对大气中的各种有害物质进行处理。但是现阶段的大气污染一般来源较多而且规模较大，很大程度上增加治理的难度。此背景下，就要求相关人员加强对大气污染防治管理的重视，结合生态环境治理的要求，对大气污染现状以及防治难点进行分析，并综合这些数据，制定合适的解决策略。实际作业环节，就要求相关人员积极引进先进的监测设备与技术，对区域内的大气污染状况进行分析，然后通过物理、化学以及生物等技术，对污染状况进行治理，实现对环境的保护。

2 生态环境治理概述

生态环境治理是指通过一系列政策、法规、技术手段和社会行动，旨在改善和保护自然环境，推动生态系统的恢复和可持续发展的过程。它包括污染防治、生态恢复、资源节约、气候变化应对等方面的工作，旨在提高生态环境质量，保障人类健康和社会经济的可持续发展。一般而言，生态环境治理主要包括污染防治、生态恢复与保护、气候变化应对以及资源节约与循环经济等。所以生态环境治理是一个长期的、复杂的过程，需要政府、企业和社会各界的共同努力[1]。当前面临的主要挑战包括经济发展与生态保护的平衡、环境保护与资源利用之间的矛盾、全球气候变化带来的压力等。

【作者简介】晋远（1989–），女，中国山东济宁人，本科，工程师，从事环境管理研究。

3 大气污染防治管理概述

3.1 概念

大气污染是指由人类活动或自然过程产生的有害物质进入大气环境，导致空气质量恶化，影响人类健康、生态环境以及气候变化的现象。大气污染通常是由固体、液体或气体形式的污染物在大气中积累所引起的。这些污染物可以来源于工业生产、交通运输、农业活动、生活垃圾焚烧等多个方面。大气污染防治管理是指通过法律、政策、技术手段等手段，减少大气污染物排放，改善空气质量，保障公众健康和生态环境的可持续性。大气污染不仅影响人类健康，还会导致气候变化、酸雨、臭氧层破坏等环境问题，因此，科学有效的大气污染防治管理至关重要[2]。实际作业环节，大气污染防治管理是一个系统工程，涉及政府政策、产业管理、科技创新、社会参与等多个方面。只有通过严格的监管、科学的技术支持、全社会的共同参与，才能有效改善空气质量，减少大气污染的危害，实现经济发展与环境保护的双赢。

3.2 污染的来源

大气污染治理中，污染源较多，是制约治理的关键，常见的大气污染源主要有以下几种。一是工业排放，如钢铁、水泥、电力、化肥等行业会排放大量污染物，包括 SO_2、NOx、PM、VOCs 等；二是交通运输，机动车排放是大气污染的重要来源，特别是在城市交通繁忙地区。尾气中的CO、NOx、VOCs等污染物会直接进入大气中；三是自然因素，沙尘暴、森林火灾等自然现象也会造成大气污染，尤其是颗粒物的增加。所以说，大气污染是一个复杂的环境问题，对人类健康、生态系统及气候产生深远影响。

4 生态环境治理中大气污染防治管理的难点

4.1 大气污染具有多源性与复杂性

大气污染来源复杂，既包括工业排放（如火电厂、钢铁厂、化工厂等）、交通尾气（如汽车、航空、船舶等）、建筑施工尘土、农业活动（如秸秆焚烧、化肥使用等）等，也包括自然源（如沙尘暴、森林火灾等）。不同污染源的排放特性差异大，治理难度也各异。而且大气污染物种类繁多，包括颗粒物（PM2.5、PM10）、气体污染物（如 SO_2、NOx、CO、VOCs、臭氧等）、有毒有害物质等。每种污染物的治理手段、控制标准、监测方法等都不同，增加了管理的复杂性。

4.2 大气污染具有跨区域污染与传输的特点

许多大气污染物，特别是 PM2.5、臭氧、硫酸盐等，会受到气象条件（如风向、温度、湿度等）的影响，发生跨区域、跨国界的传输。例如，某地区的污染源排放可能通过气流传播到远离源头的地方，造成其他地区的空气质量恶化。这种“异地污染”问题使得单一地区的管理措施效果有限，需要协调各地乃至国际的治理合作。

4.3 数据要求较高

尽管近年来大气污染监测技术和设施有所进步，但在一些偏远或污染源密集的地区，监测站点仍不够密集，导致污染数据不够全面，难以准确评估污染状况。而且大气污染是一个动态变化的过程，污染浓度随时间和天气条件变化较大，如何准确、实时地获取并处理大量数据，从而快速做出有效的响应，是一个巨大的技术挑战。再加上有些地区的环境数据可能存在发布不及时或数据共享不足的问题，这不利于公众和企业及时了解大气污染情况，也影响了管理部门的决策效率。

4.4 存在经济发展与环境保护的矛盾

在许多发展中国家和地区，经济增长仍是最优先的目标，快速的工业化、城市化进程往往伴随着大气污染的加剧。如何在保持经济增长的同时，实施严格的污染防治措施，成为管理中的一大挑战。一些传统产业面临转型升级的压力，尤其是污染严重的行业，在实施环保改造和升级时面临较大的经济压力。即使是高污染行业，可能在短期内无法完全转型为绿色、低碳行业。

综上，大气污染防治是一个复杂的系统工程，涉及多个领域、多个层级的协调与配合。除了技术和政策的支持外，还需要公众意识的提高、经济结构的调整和国际合作的加强。

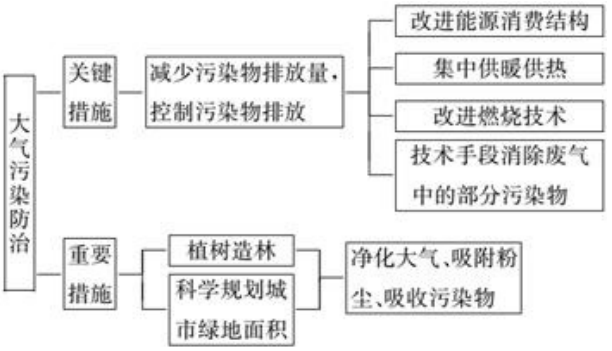

图 1 大气污染防治的手段

5 生态环境治理背景下大气污染防治管理途径

在生态环境治理中，大气污染防治管理是保护空气质量、改善生态环境的重要内容。有效的管理途径可以从政策法规、技术创新、市场机制、公众参与等多个方面入手。

5.1 完善政策法规体系

法律法规是环境保护强制执行的关键，政府应加强大气污染防治的立法工作，确保有明确的法律框架。例如，实施《中华人民共和国大气污染防治法》《空气质量标准》以及各类地方性环保法规，规定具体的污染物排放标准、监管方式和惩罚措施。根据不同地区、行业的特点，制定科学合理的排放标准，并严格执行。确保所有污染源都能达到国家或地方的排放要求，定期修订标准以应对新的污染挑战。实

际来看，通过建立健全的环境监管体制，可以有效确保大气污染防治政策和法规得到落实。例如，通过环境监测、现场检查、违法排放处罚等手段，对违法企业进行处罚，形成威慑力。

5.2 需要加强污染源控制

首先，应从污染源头开始，减少污染物的排放。例如，鼓励企业采用清洁能源，限制高污染、高能耗行业的发展，淘汰落后产能。对机动车排放、工业排放、建筑施工等方面进行严格管理，推行低排放技术；其次，政府可通过技术政策、财政支持等手段推动清洁生产技术的应用。如实施节能减排改造，推进电力、钢铁、水泥等行业的绿色技术升级，采用低污染、低排放的生产工艺；然后，还需要加大对可再生能源（如风能、太阳能）的开发利用，减少传统能源（如煤炭、石油）对环境的污染，同时推动能源结构优化，降低燃煤等高污染能源的依赖[3]。通过上述手段，就能够降低源头的污染排放，实现对大气污染的治理。

5.3 加强大气污染监测与数据管理

监督可以及时获取污染信息，方便决策制定，就需要相关人员加强对污染监测与数据管理的重视。首先，需要加强大气污染监测站点的建设，增加覆盖范围，确保重点区域、重点污染源的监测数据实时采集。可以通过卫星遥感、无人机监测等新兴技术，提升监测精度和效率；其次，要建立大气污染数据的公开平台，使公众、媒体、科研机构能够及时获取空气质量信息，增强社会监督和公众参与。同时，各级政府应加强跨部门的数据共享和协作，提高污染治理的针对性和准确性。然后，还需要建立科学合理的空气质量预警机制，及时发布空气污染预警信息，帮助公众和相关部门提前采取防范措施，减少污染对人体健康的影响。通过上述手段，就能够实时对污染状况进行监测，并且实现监测信息的协调，方便了后续的控制。

5.4 推动产业结构和能源结构优化

化石能源的使用是导致大气污染的关键，就要求企业积极进行企业转型，通过新能源取代传统的化石能源，降低污染的排放。首先，政府需要加大对绿色、低碳产业的扶持力度，逐步淘汰高污染、高排放的传统产业，提升产业整体环保水平。例如，促进环保产业、新能源产业、循环经济等产业的发展，减少对环境的负担；其次，还需要推动能源消费从煤炭、石油等传统能源向天然气、可再生能源（如风能、太阳能）转型，降低大气污染物排放[4]。通过政策引导、资金支持和技术研发等手段，加速绿色低碳技术的应用。

5.5 加强污染治理技术创新

技术创新是解决污染的关键，也需要治理人员加强对其的重视。首先，需要推动大气污染治理技术的研发和应用。例如，推广使用低氮燃烧技术、脱硫脱硝技术、除尘技术等；在工业、交通、建筑等领域普及高效的污染治理设备，降低污染物排放；其次，要加快工业领域的大气污染治理设备升级，推广使用高效的空气净化设备、废气处理装置等。比如，实施汽车尾气净化、工业废气深度处理等技术，减少污染物排放。

5.6 推动区域协调与跨境合作

区域影响是导致大气污染难以治理的关键，所以区域协调也就成为大气污染防治的关键。在大气污染防治中，很多污染问题涉及跨区域污染，单一地区难以有效治理。政府应加强跨地区的协调与合作，联合制定区域性的污染防治方案，减少区域间的污染物传输。例如，针对长三角、京津冀等污染传输带的治理，实行统一标准和协同管控。而且由于大气污染具有全球性，尤其是气候变化和跨境污染问题，国际的合作变得尤为重要。可以加强与其他国家在大气污染治理方面的技术交流、政策对接和联合研究，分享经验、共同应对大气污染挑战。

6 结语

大气污染防治管理的途径需要从源头、过程和末端三个方面入手，采取综合治理的策略。在政府的引导和监管下，通过科技创新、政策支持、市场机制和公众参与等多种手段，形成全社会共同参与的大气污染防治工作体系。同时，跨区域和国际合作也尤为重要，通过协同努力，才能实现空气质量的长期改善和生态环境的可持续发展。

参考文献

[1] 孙新丽. 典型城市大气污染防治决策综合评估及优化[D]. 华南理工大学, 2021.

[2] 时若松. 环境工程中大气污染防治管理措施探究 [J]. 中小企业管理与科技(上旬刊), 2021, (06): 25-26.

[3] 曲训帅,冯静,李大伟. 探讨环境工程中的大气污染防治管理措施 [J]. 资源再生, 2021, (04): 26-28.

[4] 李晓娟. 生态环境治理下的大气污染防治管理措施的探析 [J]. 皮革制作与环保科技, 2021, 2 (05): 94-95.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4519

Progress and comparative analysis of lake eutrophication management technology at home and abroad

Yingjie Sun

Suzhou Institute of Environmental Science, Suzhou, Jiangsu, 215007, China

Abstract

The problem of water enrichment is one of the processes of the gradual aging of the lake water. It refers to the flow of excessive nitrogen, phosphorus and other nourishing components into the lake, which promotes the rapid growth of phytoplankton such as algae, resulting in the reduction of oxygen content in the water and the deterioration of water quality. This paper analyzes and compares the development of lake eutrophication treatment technology at home and abroad. After the integration of many related literature research, this paper introduces the main technical measures on lake eutrophication at home and abroad, and the advantages and defects of these technology, the purpose is to give our lake eutrophication treatment work provide valuable reference, promote the continuous progress of related processing technology and optimization.

Keywords

lake eutrophication at home and abroad; treatment technology; progress; comparison

国内外湖泊富营养化治理技术进展与对比分析

孙英杰

苏州市环境科学研究所，中国 · 江苏 苏州 215007

摘　要

水体富集营养问题是湖水逐渐陈化的过程之一，指的是过多氮、磷等滋养成分流入湖中，促使浮游植物如藻类快速生长，进而造成水体中氧气含量减少，水质量变差。本文分析并比较国内外在湖泊富营养化处理技术上的发展状况。经过对众多相关文献的整合研究，本文详细介绍了国内外在应对湖泊富营养化问题上采取的主要技术措施及其具体运用，并对这些技术的优点与缺陷进行了深入探讨，目的是为了给我国湖泊富营养化处理工作提供有价值的借鉴，促进相关处理技术的持续进步与优化。

关键词

国内外湖泊富营养化；治理技术；进展；对比

1 引言

全球范围内，湖泊遭受富营养化问题已成为一项严峻的环境挑战，这一现象对湖泊生态系统的平衡及服务效能产生了深刻影响，同时也限制了社会经济的持续进步。伴随着环境保护意识的增强，世界各国及我国在应对湖泊富营养化问题上，进行了众多科研探索和实际操作，积累了丰富的经验与成效。尽管如此，鉴于各国和地区的自然条件、经济结构以及环境管理策略不尽相同，他们在治理技术的应用与创新上也表现出了各自的特征。因此，对国际和国内的湖泊富营养化治理技术进行综合比较研究，对于我们探索符合我国实际情况的治理策略和技术路径具有至关重要的价值。

【作者简介】孙英杰（1988–），女，中国山东淄博人，硕士，工程师，从事环境工程研究。

2 湖泊富营养化的原因

湖泊富营养化主要是由于湖泊中氮、磷等营养物质过量输入导致的（如图 1）。这些营养物质的来源广泛，包括点源污染和面源污染。

图 1 湖泊富营养化

2.1 点源污染

2.1.1 生活污水排放

伴随都市化速度的提升，城市居民数量持续攀升，导致生活废水排放量逐步上升。此类废水中富含众多有机质以及氮、磷等滋养成分。以含磷清洁剂为例，其使用直接导致废水中磷元素浓度增加。一旦这些未经过妥善处理的生活废水流入湖泊之中，便为藻类及其他漂浮生物的繁衍提供了充足的营养来源 [1]。

2.1.2 工业废水排放

个别制造业领域，例如化工生产、印染作业以及食品生产加工等，它们产生的废水含有大量的氮、磷成分以及有机杂质。若这些工业废水未经过严格净化处理，未符合排放标准即排放至湖泊中，将严重威胁湖泊水质，导致湖泊富营养化现象的发生 [2]。

2.2 面源污染

2.2.1 农业面源污染

在农业生产中，过度使用肥料是造成湖泊富营养化的重要原因。农民经常过量施用氮、磷来提高粮食产量。在雨水和田间浇灌的时候，化肥常常被地面上的水冲掉，然后流入湖中。例如在雨季，由于雨水的影响，田地里残留的肥料会被雨水带到附近的湖泊中，从而导致湖泊中的养分含量大幅增加。

畜禽养殖所排放的废弃物和污水中含有丰富的营养成分。如果不加以适当的处置和高效利用，就会以各种途径流入湖中。例如，农场没有经过任何处理的污水会被排放到附近的江河湖里，或是在像大雨这样的气候情况下，在户外堆积的牲畜排泄物，也会随雨流进水中 [3]。

2.2.2 城市面源污染

在都市地区，地面积水会携带来自街道、停车区域、楼顶等地方的各种污染成分，包括油类污染物、有害金属、废弃物等。伴随着城市绿化作业，所用的化肥也可能会随雨水流入湖泊。另外，空气中的污染物质，如氮氧化物和悬浮颗粒物，也会通过大气降水的方式进入湖泊，从而提高湖泊内的营养物浓度 [4]。

3 国内湖泊富营养化治理技术进展

3.1 外源污染控制

在点源治理方面，国家正在大力推进城镇污水治理体系的改造，持续提高其治理效能和标准，保证大量的工业和家庭生活污水得到有效的治理。同时，加强对生产企业的环保监管，迫使其采用先进的生产工艺及污水治理方法，减少氮、磷等富营养物的排放 [5]。

加强非点源污染治理，推广“绿色农业”，采用土壤监测和精确施肥技术，降低化肥施用量。加强农村生活垃圾处理体系建设，提高生活垃圾的处置水平。利用植被的拦截、过滤和吸收作用，在湖区周边建立一个“绿色缓冲带”，以减少由地面径流带来的污染物质进入湖区。

3.2 内源污染治理

针对富营养化严重的湖域，通过去除底质中的丰富营养物质，减少氮磷等元素的排放，改善水质和底质的生态环境。

采用生物技术对水环境进行恢复，其中主要有植物恢复、微生物资源开发等。通过在湖泊内种植各种水草，创造出一个充满活力的水草群落，充分利用湖泊中的养分。在水中加入微生物，对水中有机物进行降解，提高其自身的清洁能力 [6]。

3.3 生态修复与重建

通过在湖区内种植乡土植物，重构湖区的植物群落框架，为鱼类、鸟类等水生动物提供适宜的栖息环境，提高湖区的稳定性和净化能力。建设人工和天然湿地，在湖区内建立或恢复原来的湿地，充分利用湿地的物理、化学和生物等多种功能，对进入湖区的河道和表层水体进行高效的清除，降低湖泊中养分的摄取，维持湿地的生物多样性和完整性 [7]。

3.4 物理化学方法

通过水利工程建设，引入外来清洁水源，对湖区的水生态环境和质量进行优化；提高水的流通能力和自身的清洁能力，可以有效地缓解湖泊的富营养化水平。针对特殊情况，将聚合氯化铝、聚合硫酸铁等特殊药剂投放到湖泊中，通过混凝沉降作用去除水中的悬浮颗粒物及其他污染物，但在运行时需谨慎评价其可能带来的生态效应。

4 国外湖泊富营养化治理技术进展

4.1 立法与监管

众多先进国家采纳了苛刻的环保法则与规章，确立了湖泊水质与排放的具体准则，同时成立了专责的管理部门，强化了对湖泊污染源头的监控与法律执行强度。依靠这些法规的强制约束和监管手段，从根本上遏制了污染物的释放，为应对湖泊富营养化问题提供了坚实的支撑。

4.2 生态修复技术

人们高度重视湖泊湿地的恢复和维持，并将其作为一个整体来看待。通过维持和恢复湿地的天然生态功能，减少营养元素和污染物的进入，保障湿地的生物多样性。运用生态调节方法，运用生态学原理，调节湖泊中的生物种群组成，达到抑制湖泊中藻类过量繁殖的目的。例如，引进食用浮游生物的鱼类，控制浮游动物的数量，以此来恢复湖泊的生态平衡，提高湖泊水质。

4.3 水源保护

确立湖泊水源防护区域，对周边的农耕、制造业及居民行为进行管控，以降低污染物的外源输入，保障湖泊水源的纯净度。另外，强化对水源防护区域生态的维护及环境治理力度，以保持水源地生态系统的完整性与活力。为湖泊底层或水面注入氧气，以此来提升湖泊中的溶解氧浓度。在营

养过剩的湖泊里，藻类因繁殖过多而死亡，其分解过程会消耗掉大量的氧气，进而造成湖泊中氧气含量降低。采用曝气手段能够提升水中的溶解氧浓度，助力好氧微生物的繁衍，加快有机质的降解速度，并有效遏制厌氧过程中产生的有害气体（如硫化氢）的生成，这对于提升水质有着积极的作用。

4.4 公众参与与教育

注重公众参与，加强环境保护意识的培养，利用各种宣传活动、知识普及、社会互动等多种方式，提高公众对保护湖泊的重视，并参与到保护湖泊的行动中来，形成“人人参与，共同保护水资源”的良好氛围。人民群众的热情投入和坚决拥护，为治理湖泊富营养化提供了强有力的社会保障[9]。

5 国内外湖泊富营养化治理技术对比分析

5.1 治理理念

在我国，国家对湖泊的富营养化治理起着主导作用。通过制定相应的政策法规和规划，对政府的管理过程进行引导和推动。近年来，随着公众参与、各方力量的整合逐渐被关注，管理策略逐渐转变为全面防治，注重多种科技手段的整合。

国外对湖泊富营养化问题采取了多元化的管理方式，包括政府机关、企业组织、社会组织和社会大众等多种形式。以市场为导向，以经济刺激为主，以促进企业及私人资金投入到环境保护和管理工作中来。它的管理理念偏向于全面的恢复和维持，注重从根源上控制湖泊的富营养化扩散。

5.2 技术应用侧重

各种技术手段在我国的治理实践中得到了充分的运用，尤其是人工湿地建设、水生植物重建等方面的应用。另外，对于常规的治理措施，如沉积物清理等，也引起了人们的关注。近年来，随着科学技术的不断发展，纳米材料、生物质碳等先进的环保技术正逐步被应用于环境污染控制领域。通过向湖泊投入特定化学制剂，促使水中的可溶性营养成分（主要指磷元素）转化为沉淀物，进而减少其在水中的含量。通常使用的制剂包括铝盐（例如硫酸铝）和铁盐（如三氯化铁）等。这些化学制剂能够与水中的磷酸根离子发生反应，形成不溶于水的磷酸铝或磷酸铁沉淀。

在国外，除采用多种方法外，更注重对湿地生态修复和生物调控等方面的应用，以重建湿地的生态功能和生物多样性为重点。在人工湿地的恢复与控制方面，国外已形成了比较完备的技术系统，并积累了大量的实际经验。在管理湖区时，往往遵循自然法则，维护生态平衡。

5.3 技术创新与推广

近年来，国家在湖泊富营养化治理方面取得了突破性进展，不断涌现出一批具有创新性的研究成果。但是，该方法的推广和利用还存在一些缺陷，需要进一步深入开展示范推广工作，扩大其适用范围，提高其有效性。国内一直走在湖泊富营养化治理领域的研究前列，持续探索和应用最新的治理思路和方法，如利用遗传改造研发出具有良好脱氮除磷功能的新型菌株等。另外，在国际上，科技传播和运用机制比较健全，有利于新技术的创新与推广。

5.4 治理效果评估

国内，在湖泊富营养化治理成效的衡量上，一般通过水质参数和富营养化程度指标进行评估，重点在于短期内水质提升和富营养化水平的下降。然而，对于湖泊生态功能恢复和生物多样性增加的考量则显得不足，缺少一个全方位、综合性的评价标准体系。国外，在水质和富营养化指数的基础上，国外研究更倾向于对湖泊生态系统综合效能的评价，涵盖了生物多样性变化、生态系统服务价值等多维度的考量。通过持续的监测和全面的评价手段，以确定治理措施对湖泊生态系统产生的长期效应，进而优化治理方案。

6 结语

世界各地都有自己独特的治理方法和对策。虽然在技术应用和技术创新方面已有明显进展，但是在管理理念更新、技术推广普及和绩效评估等方面还需要深入和完善。相反，在生态修复、社会参与和科技创新方面，世界各国都有着显著的领先和经验，值得我国借鉴。从长远看，我们应该将中国的国情与世界的先进经验相结合，不断完善管理思路和方法，促进技术创新和推广应用。健全管理效果评估系统，进而提高管理工作的科学性、有效性，推动湖泊生态环境的可持续、良性发展。

参考文献

[1] 李贝宁,白国梁,唐亚东,等. 矿物基活性覆盖材料对富营养化湖泊沉积物磷的控制研究进展[J]. 工业安全与环保,2024,50(10):80-87.

[2] 田炜,沈晓强,林瑞峰,等. 水生植物在湖泊富营养化生态修复中的应用[J]. 地下水,2021,43(3):91,107.

[3] 谷娇,崔小惠,刘敏,等. 生物操纵在富营养化湖泊生态恢复中的应用及问题综述[J]. 生态科学,2022,41(2):237-248.

[4] 吴中奎,潘俊,雷康,等. 城市浅水富营养化湖泊生态修复中生态浮岛的研究进展[J]. 环境生态学,2021,3(11):67-72.

[5] 王莹,田卫红,孔德安. 湖泊营养物基准国内外研究进展及展望[J]. 广东化工,2022,49(6):123-125.

[6] 郭雅倩,薛建辉,吴永波,等. 沉水植物对富营养化水体的净化作用及修复技术研究进展[J]. 植物资源与环境学报,2020,29(3):58-68.

[7] 王慧芳,吕东蓬,李辕成,等. 生态修复水体富营养化技术研究进展[J]. 价值工程,2021,40(14):256-257.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4520

To discuss the quality control measures of acoustic environmental monitoring work

Xiuling Shi

Yan'an Ecological Environment Bureau Financial Management Center, Yan'an, Shaanxi, 716000, China

Abstract

In the situation of the continuous improvement of social and economic development level, the environmental problems facing China are becoming more and more serious, and noise pollution is the most prominent environmental problem. Sound environment monitoring is a process of analyzing and studying the noise problems in various environments by using professional technology. Only by strengthening the monitoring of acoustic environment, and controlling and improving the quality of acoustic environment monitoring, can we provide support for the treatment and solution of noise pollution problems, and then provide a relatively comfortable living environment for people, and promote the healthy and sustainable development of social economy. Based on this, this paper focuses on the quality control measures of monitoring acoustic environment for reference.

Keywords

acoustic environment, monitoring, quality control

刍议声环境监测工作的质控措施

师秀玲

延安市生态环境局财务管理中心，中国 · 陕西 延安 716000

摘　要

在社会经济发展水平不断提高的形势下，我国面临的环境问题也越来越严重，噪声污染就是最突出的一个环境问题。而声环境监测，则是利用专业技术，对各种环境中的噪声问题进行分析和研究的过程。只有加强声环境监测，并对声环境监测质量进行控制和提高，才能够为噪声污染问题的处理与解决提供支持，进而为人们提供一个相对舒适的生活环境，促进社会经济的健康可持续发展。基于此，本文重点针对声环境监测工作的质控措施进行了详细的分析，以供参考。

关键词

声环境，监测，质量控制

1 引言

《环境噪声污染防治法》《声环境质量标准》（GB 3096-2008）《“十四五”噪声污染防治行动计划》等政策法规的出台，为我国声环境监测领域的发展提供了强大的推动力。但是，受到多方面因素的影响，声环境监测工作的开展过程中还存在着一系列问题。只有对这些问题进行深入的分析，并提出针对性的应对措施，才能够显著提高声环境监测工作质量，为环境噪声问题的解决奠定基础。

2 声环境监测工作的重要意义

2.1 城市环境中声环境监测的重要意义

在城市的日常运转过程中，存在着很多噪声源，例如交通噪声、商业活动噪声和居民生活噪声等。对这些噪声源进行监测，明确交通噪声对周围居民日常生产生活的影响，可以为相关部门优化道路布局、增加隔音设施，提高城市规划质量提供依据。其次，对城市当中的生活噪音进行监测，并对监测数据进行采集、整理和分析，可以对商家的经营活动进行规范和引导，确保商家日常经营活动中音响的音量控制在合理范围内。图 1 为社会生活噪声排放源便捷噪声放限值。再次，对城市当中的休闲区域，例如公园、广场等的噪音问题进行监测，可以采取针对性的应对措施提高休闲区与的环境舒适度，确保市民能够拥有一个相对安静的休闲空间。最后，加强城市声环境监测，还可以为当地声环境管理法规的制定提供支持，改善城市声环境质量。

表 1：社会生活噪声排放源便捷噪声放限值（单位 dB（A））

边界外声环境功能区类别	昼　间	夜　间
0	50	40
1	55	45
2	60	50
3	65	55
4	70	55

【作者简介】师秀玲（1970–），女，副高级工程师，从事环境工程研究。

2.2 工业环境中声环境监测的重要意义

在工业环境中，加强声环境监测的作用不容忽视。首先，绝大多数的工业生产活动都会发出高强度的噪声。如果不对这些噪声进行有效的处理，不仅会对工厂工人的身体健康产生影响，还会引起周边环境的噪声污染问题。而加强工业环境的噪声污染监测，则能够及时发现噪声的排放源与排放强度，为降噪措施的合理选择奠定基础。其次，针对新设立的工业项目，声环境监测也是项目环境影响评价工作中的一个环节。保证声环境监测数据的准确性与有效性，有利于工厂布局的优化与完善。最后，在工业企业的生产管理活动中，加强声环境的定期监测，可以更好的了解生产设备的运行性能，通过异常噪声来源来找到故障设备，提升工业生产的安全性与高效性。

2.3 自然环境中声环境监测的重要意义

风声、雨声、动物叫声以及人类活动产生的噪声等都属于自然环境中的噪声。加强自然环境中的声环境监测，可以更好的了解人们日常生产生活活动对自然生态系统的影响。例如，对旅游开发、项目建设等活动产生的噪音进行监测，并评估这些噪声对野生动物栖息地的影响，就可以判断当地的鸟类是否拥有一个相对健康的生存环境，鸟类能否正常繁殖、觅食 [1]。在此基础上制定出针对性的动物保护策略，就可以维持自然环境的生态平衡性。

3 声环境监测工作中的常见问题

3.1 监测方法和监测标准不统一

近几年来，虽然我国研发出了多种声环境监测手段，但是在实际的声环境监测工作中依然存在的一些问题。其中，尤以声环境监测方法与监测标准不够统一的问题最为突出。明确监测方法和监测标准是监测人员正常开展声环境监测工作的第一步。只有对声环境监测标准和方法进行统一，才能够为声环境监测工作的开展提供充足的参考依据，保证声环境监测质量。但是，我国各城市当中的声环境监测方法与监测标准存在些许差异。监测人员不能参照统一的监测标准，使用统一的监测方法，对环境中的噪音问题进行监测，也就无法保证其监测方法与监测标准的合适性与有效性。最终给出的监测结果参考性也就得不到有力保证。

3.2 监测条件不理想

在我国声环境监测工作的开展过程中，还存在着监测条件不理想的问题。监测时段、监测点位以及监测设备选择等都属于声环境监测条件。这些声环境监测条件不理想，就会对最终的声环境监测质量产生直接影响。要想加强声环境监测质量控制，提高声环境监测结果的准确性与有效性，就必须要对监测时段与监测点位进行合理的选择，结合声环境监测需求选择合适的监测设备，提升声环境监测的精确度和代表性。但是，在实际的声环境监测工作中，很多监测人员并没有根据当地的实际情况，对监测条件进行控制，监测时段不合理、监测点位过于随意、监测设备不够先进和精确，最终的监测结果也就不具有较强的参考性。

3.3 监测监督力度不够大

在声环境监测工作中，没有做好相关监督管理，也会对最终声环境监测结果的准确性与有效性产生影响。在声环境监测工作中，噪声通常被视为一种实时性的污染物质。只有声源发声，才能够使用相关监测设备将噪声信号捕捉到。如果声源不发声，那么监测人员将很难监测到噪声问题 [2]。另外，噪声问题不会将任何实质性的毒害物质残留到环境当中，所以不能使用常规的污染物监测手段。噪声问题的这些特点，直接增大了声环境监测工作的开展难度。只有加强声环境监测工作开展过程的监督与管理，才能够进一步提高声环境监测工作质量。如果相关监管部门的监督工作不到位，那么就无法为声环境监测工作质量提供有力保障，不能保证声环境监测结果的精确性。

4 声环境监测工作的质控要点

4.1 对声环境监测工作进行统筹安排

首先，对往年声环境质量监测趋势变化进行分析，然后以此为基础对现有的功能区声环境自动监测点位进行核查与复验，评估监测点位布设的代表性与合理性。其次，对声环境监测点位的核验信息进行及时的汇总，并将监测点位的名称、坐标以及参照物等信息如实记录下来，整理成核验记录。最后，定期修改声环境监测点位，为声环境监测工作质量的提高奠定基础。

4.2 加强声环境监测数据审核

首先，结合现有的声环境监测点位数量，明确声环境监测工作量。根据声环境监测人员数量，通过倒排工期的方式，对监测时间进行合理安排，确保监测人员能够及时完成声环境监测工作，并完成相关数据的整理和相关报表的填写，确保监督人员能够对声环境监测工作质量进行严格的监督与管理，并在“真、准、全、快、实、新”原则的基础上，对声环境监测数据进行严格的审核与把关 [3]。其次，对工作记录报表和现场信息收集工作流程进行持续的优化，对数据审核表格进行持续的修订，通过数据审核的质量与效率。

4.3 加强声环境监测数据的研判与分析

利用专门的数据分析软件对声环境监测数据进行科学合理的整理与分析，并对声环境质量变化趋势进行分析，通过声环境质量变化数据的定量分析和定性评价，对目标区域的声环境质量状况进行客观描述，并形成声环境噪声专项分析报告。这样，可以从技术和数据层面保障噪声污染防治方案的制定质量，为当地居民提供一个相对自然、安静、舒适的生活环境。

5 声环境监测工作的质控措施

5.1 加强监测标准与技术规范的统一

要想加强声环境监测工作的质量控制，需要对监测标准与技术规范进行统一。首先，制定严格的声环境监测标准和相关技术规范，为监测人员开展声环境监测工作提供参考依据，确保监测人员能够参考相对统一的标准，使用相对统一的技术规范，对声环境污染问题进行监测，获得具有较强参考性的声环境监测结果，保证目标区域的声环境情况能够得到正确、客观的体现。其次，不同的城市有着不同的声环境条件。在制定声环境监测标准与技术规范方法方面，需要对这一因素予以充分考虑，确保制定出的声环境监测技术规范和标准与当地的发展特点相契合，能够为当地噪声污染问题的处理与解决提供支持。

5.2 加强声环境监测条件的选择

要想加强声环境监测工作的质量控制，需要对声环境监测条件进行合理的选择。首先，各大城市的声环境监测部门，需要根据当地的实际情况，给出合理、科学的声环境监测工作流程，并明确每一个声环境监测环节对监测条件的要求。图 1 为某市城市区域环境噪声监测工作程序。然后，要求所有的监测人员严格按照这一流程和要求，对声环境监测条件进行选择，确保监测时段适合、监测点位合理、监测设备适用 [4]。只要对监测时段、监测点位以及监测设备等要素进行科学合理的选择与控制，才能够保障声环境监测结果的准确性、有效性与代表性。其次，不同的监测区域，有着不同的监测条件，在选择监测条件的时候，必须要对当地的实际情况进行分析。

5.3 加强声环境监测工作的监督与管理

要想加强声环境监测工作的质量控制，还需要加强声环境监测工作的监督与管理。首先，设置专门的声环境监测监督机构，加强声环境监测工作开展过程的监督与管理。其次，监督机构中的每一位工作人员需要全面且深入的了解声环境监测工作的每一个环节和细节，确保能够在监督管理工作中有效发现监测人员的不合理监测行为，并予以及时的提醒和纠正，保证监测结果的有效性与准确性。

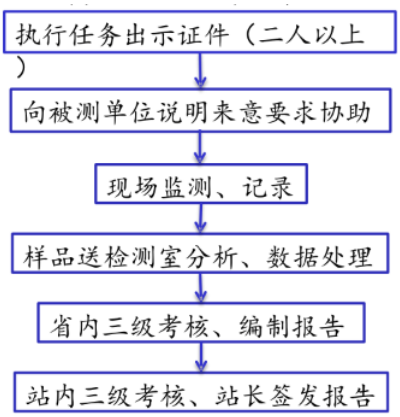

图 1：某市城市区域环境噪声监测工作程序

6 结语

综上所述，加强声环境监测及其质量控制，在促进城市发展，提高工业生产环保性，维持自然生态平衡等方面发挥着极为重要的作用。要想加强声环境监测质量控制，不仅要对声环境监测工作进行统筹安排，加强声环境监测数据审核、研判与分析，还要有效统一监测标准与技术规范、合理选择声环境监测条件，并对声环境监测过程进行有力的监督与管理。

参考文献

[1] 应春磊. 探究环境噪声监测中的质控策略[J]. 电脑爱好者（普及版）（电子刊）,2022(6):3839-3840.

[2] 于兴波. 城市噪声环境监测与源头治理的关键技术研究[J]. 电脑爱好者（普及版）（电子刊）,2022(9):3125-3126.

[3] 王绿芽,周剑锋. 声环境监测技术及控制措施[J]. 生态与资源,2023(11):22-24.

[4] 白彬,段雨薇,吴子仁. GIS噪声环境监测与管理探讨[J]. 皮革制作与环保科技,2023,4(11):80-82.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4521

Thinking on environmental impact assessment measures of hazardous waste treatment project

Zhixiang Liu Lijun Su

Shandong Tongji Environmental Engineering Design Institute Co., Ltd., Zibo, Shandong, 255030, China

Abstract

Under the background of the rapid development of modern economy, the development level of industrialization is increasing day by day. While promoting the economic development, a large number of hazardous waste is produced, coupled with the lack of waste disposal capacity, which has caused serious harm to the ecological environment, and is a threat to human health to a large extent. Based on this, it is necessary to do a good job in the environmental impact assessment of hazardous waste treatment projects, find the problems in the environmental assessment work in time, analyze the deficiencies in the process of hazardous waste treatment, and take targeted measures to realize the efficient treatment of hazardous waste, which can not only promote industrial development, but also protect the ecological environment.

Keywords

environmental impact assessment measures of hazardous waste treatment project

危险废物处理项目环境影响评价措施思考

刘志祥 苏莉竣

山东同济环境工程设计院有限公司，中国 · 山东 淄博 255030

摘 要

在现代化经济高速发展背景下，工业化发展水平日益提高，在推动经济发展的同时，还产生了大量的危险废物，再加上废物处置能力不足，对生态环境造成了严重危害，且在很大程度上威胁人体健康。基于此，要做好危险废物处理项目环境影响评价工作，及时发现环评工作中的问题，分析危险废物治理过程中的不足之处，并采取针对性的应对措施，实现危险废物的高效化处理，既可以促进工业发展，同时还能保护生态环境。

关键词

危险废物 处理项目 环境影响评价 措施

1 引言

随着社会经济的发展，工业生产值逐渐加大，且危险废物排放量呈现增长趋势，对生态环境安全造成极大的威胁。基于此，要加大对危险危废管理工作的重视策划高难度，结合实际情况，积极组织开展危险废物处理项目，并同步开展环境影响评价工作，保障危险废物处理工作的减量化、生态化进行。危险废物处理项目环境影响评价工作工程中还存在一定的问题，严重影响环评结果真实性和客观性，不利于危险废物的安全处置。基于此，要采取科学合理的环评措施，提高危险废物处置效果，控制处置风险，促进工业可持续发展。

【作者简介】刘志祥（1989–），男，中国山东潍坊人，本科，工程师，从事环境工程、环境影响评价研究。

2 危险废物处理项目环境影响评价的重要性

危险废物不仅危害生态环境，且对人们身体健康造成严重威胁。在危险废物处理项目实施中往往会产生一定的二次污染，因此要做好危险废物处理项目环境影响评价工作，以便做好环境保护、污染控制指导工作，减少污染处理过程中危害性，避免出现危险废物增量问题。开展环境影响评价工作的主要目的，就是在工业生产过程中对危险废物进行收集、储存，提高危险废物处置效果，达到资源化、无害化处理，促进综合利用。在环评工作中，需要对危险废物处置项目中的潜在风险进行科学预测和综合评价，制定相对应的应对措施，保障环境治理效果，减少对环境、人体健康的危害。环境影响评价工作的开展还可以为危险废物处置项目的选址、环境管理、项目规模等提供决策依据，优化环保管理，促进危险废物处理项目质量的提高，最大程度上减少危险废物的危害性[1]。在环评环节中需要明确具体的工作思路，确定危险废物处理项目中的危险材料类型、数量，并结合当地经

济发展水平、环境处理能力等情况，制定精准的实施步骤。此外，还需要对危险废物来源企业、生产工艺进行调查，掌握工艺流程，进而优化处理工艺选择。要综合评估当地的水文、地质等因素，详细分析和预测危险废物处理中的潜在风险，并制定可行性的处理工艺，保障危险废物的高效处理。

3 危险废物处理项目环境影响评价要点

3.1 确定危险废物来源

结合相关规定要求，当企业每小时产生的危险废物超过十千克时，就需要向相关部门进行申报，且产污企业需要根据自身生存、处理的具体情况，规范性调谐调查表格，相关部门结合申报数据对危险废物的具体来源进行标准性申报。此外还需要对已批复的产污单位预测的危险废物类别、产量等资料进行详细检查，结合企业具体生产情况，针对性改进生产工艺。但该方法投入较大，时间长，需要与其他部门相配合。因此，要预先调查危险废物的类型、形态等，才能保障处理项目规模、工艺的优化评估，进而科学进行申报数据，保障现场检查工作的有序进行。

3.2 处理项目选址、处理规模

相关部门结合实际需求，设置了规范性的环评技术原则，明确提出了危险废物处理项目的环评要求。结合行业规范性环评技术原则、要求等，企业需要全面性考虑不同的影响因素，保障环评工作要点、步骤符合相关法律法规要求[2]。在具体项目选址工作中，设置在环境功能区划的合理位置，并远离饮用水源地，不能距离文化古迹、住宅区太近。通常情况下，处理项目选址需要与地表水、工厂保持安全距离，避开人口稠密地区。此外，还需要详细分析危险废物种类、数量、分布等情况，进而明确区域环境容量，确定详细的处理项目范围，制定针对性的污染防控措施。工作人员还需要根据当地的经济发展情况，科学预测危险废物数量的发展趋势，进而针对性制定未来发展规划，有效避开市政规划发展区域。其中，危险废物处理项目选址要求如表 1 所示。

表 1 危险废物处理项目选址要求

影响因素	相隔距离
学校、医院、居民区	800 米
地表水域	150 米
企业、工厂	300 米

3.3 保证工艺选择

不同的工艺对危险废物的处理效果存在一定的差异性。常见的处理工艺有生物技术、物理技术、化学技术等，需要结合危险废物种类、特征等具体情况，优化选择处理工艺，有效提升处理效果。在对半固态、液态废弃物进行处理时，往往使用物化方式进行操作，如处理液体中的酸碱元素，主要是利用中和反应把液体中的有害金属元素转化为无害物质，并进行沉淀，将其与液体分离。但是由于特体具有易挥发性、易渗透性等特征，在处理过程中需要做好环境影响评价工作，进而防止对生态环境产生二次污染；此外，还可以利用焚烧方式对危险废物进行燃烧吹处理，但是燃烧过程中往往会产生大量的污染气体，需要采取合理措施进行处理，避免对空气环境中造成二次污染。在该方法应用中，需要结合不同危险废物的热值、成分的差异性进行针对性环境影响评价，并精准设置焚烧参数，既可以对危险废物进行高效燃烧，而且把烟气排放量控制在最小化；在填埋处理方式应用中，可以对不易燃烧、物化处理的固态危害物进行填埋处理，在具体处理前，需要对其固化稳定性进行全面评估，达到填埋标准后才能进行相应处理。由此可见，不同的危险废物类型，需要采用的处理方法存在很大差异性，通过蒸馏回收、沉淀分离等途径处理废矿物油；通过高温蒸汽消毒、焚烧等途径处理医疗危险废物；通过固化、规范性填埋等方式处理石棉危险废物；通过湿法回收、熔炼等途径处理重金属污泥危险废物；针对高价值金属元素可以通过回收再利用方式进行操作；针对不可回收且利用价值不高的危险废物，需要对其先固化后高温处理等一系列操作后，降低作为建筑材料进行回收利用。

4 危险废物处理项目环境影响评价措施

4.1 明确危险废物来源

在处理项目中如果遇到危险废物类型界定不明确的情况，需要做好类型细化、内容细化等方式，对危险废物类型进行精准判断。在具体调查过程中，需要通过现场调查全面探查危险废物来源，并做好实地走访工作，精准性核查企业申报数据，从而明确危险废物数量。利用实地走访、调研等工作的开展，能够保障调查数据的准确性，但是这种方式工作周期较长，难以推进，所以需要与当地相关部门保持良好的沟通关系，获得更多支持和配合，保障危险废物来源分析结果的准确性。

4.2 明确危险废物界定标准

针对部分不能按照环评标准进行分类的危险废物，要根据相关操作要求，提取危险废物样品，并对其进行实验室检测，以便对企业生产环节中的产出物进行合理分类。在此基础上，要在撰写环境评估报告环节中结合具体类型，编制相对应的污染防治措施，以便精准指导危险废物处置、回收工作。在环评工作中，为了对危险废物、副产品等进行精准分析，需要严格按照相关文件、规范要求，对工业生产中的产出物特性进行科学论证，并制定标准化的分类制度，保障危险废物界定标准的明确制定，在此基础上撰写报告内容。在对危险废物副产品进行处置时，要精准明确环评细则，并结合原料、生产工艺、辅料等精准识别危险废物类别，以此为依据精准判断危险废物中的有害物质类型和危害性。结合环评报告提出针对性、有效性的环境管理建议，协助工作人员详细了解危险废物类型，实现危险废物来源的多角度、全方位分析了解[3]。工作人员还需要对产污单位走访调查，

精准评估其类型、特性等，全面掌握处理项目选址、规模等因素，促进调查数据的准确性和全面性。

4.3 精准计算危险废物产量

为了对危险废物进行高效处理，需要定期估算危险废物产量，做好减量化估算。同时还需要通过理论计算方式进行类比分析，以便实现物料平衡，保障废物产量的精准估算和评价。此外，要对工业生产中的影响因素进行全面分析，并评估因此而产生的动态变化，才能结合实际情况，不断完善废物产量测量模式。为了保障危险废物产量估算值的准确性，减少人员、设备的干扰，要结合动态发展情况，不断优化估算人员的知识结构，保障工作人员综合素养的全面提升。

4.4 明确危险废物防治措施

危险废物处理企业不同，选择的处置方式也有所不同，常见的方式有委托外包、自行处置等方式。在委外处置模式下，需要在企业废物接收、处理能力进行综合性评估，并体现在环境污染评估报告中；产污单位自行处置危险废物模式下，需要着重评估企业关键性工艺流程。此外，要结合危险废物贮存现状，对危险废物贮存环节中潜在的环境污染风险进行详细记录和精准分析，提出可行性、有效性、可靠性的污染防治措施。为了保障污染防治措施的贯彻执行和落实，需要扩大监管范围，对危险企业进行全面监管，并结合实际情况，制定可行性、合理性的监督举报制度，拓展群众举报途径；此外还需要制定更加完善的联防制度，形成系统的监管体系，引进先进的现代化技术，如大数据技术、人工智能技术等，以便对危险企业进行动态、实时监控，保障危险废物处理行为的规范性和标准性，最大程度上提高危险废物处理效果。

4.5 优化报告内容

在撰写环评报告时，要在报告中明确提出危险废物处置建议，并优化环境治理措施，保障危险废物处置工作的有序进行。相关工作人员需要结合自身经验，对危险废物来源进行全方位调查，并根据申报数据，对产污单位走访调查，以便精准识别危险废物类型等，进而详细掌握处理项目选址，保障调查数据的准确性和全面性。

5 结语

综上所述，在现代化工业生产中，往往会产生很多易燃易爆、强腐蚀性危险废物，不仅污染生态环境，还会威胁人们生命健康安全。因此，相关部门要加大对危险废物处理项目的重视程度，且为了减少处理过程中的二次污染问题，需要做好危险废物处理项目的环境影响评价工作，明确危险废物来源，精准危险废物界定标准，制定可行性的危险废物防控措施，全面设置报告内容，进而保障危险废物处理效果的提升，最大程度上降低对生态环境、人体健康的危害性。

参考文献

[1] 程秀娟. 关于危险废物处理项目环境影响评价存在的问题分析及对策探讨 [J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4 (21): 53-55.

[2] 《国家危险废物名录》《建设项目环境影响评价分类管理名录(2021年版)》修订通过 [J]. 资源节约与环保, 2020, (11): 1.

[3] 周金金. 危险废物安全填埋场项目环境影响评价的要点[C]// 江苏省环境科学学会,上海市环境科学学会,浙江省环境科学学会,安徽省环境科学学会. 江苏省环境科学学会成立40周年--暨第十六届长三角环境高层论坛论文集. 江苏环保产业技术研究院股份公司;, 2019: 3.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4522

Thinking on the application of microorganisms in environmental sewage treatment

Junfeng Zhang

Shandong Guoke Environmental Technology Co., Ltd., Weifang, Shandong, 250100, China

Abstract

The problem of water environment pollution is becoming more and more serious threat to the sustainable development of the society. How to effectively solve the problem of water environment pollution has become the current key content. Microbial technology relies on the metabolic mechanism to realize the effective treatment of pollutants, will not produce secondary pollution, has been widely concerned by people, so it is widely used in environmental sewage treatment. In the environmental sewage treatment, it is necessary to choose the appropriate technology according to the sewage situation, play the role of microorganisms, purify the water quality, and improve the efficiency of sewage treatment. In view of this, the research work of this paper, a brief overview of microbial technology and its specific role in environmental sewage treatment, explore the application, analyze the shortcomings and development trend of microbial application, for the reference of relevant personnel.

Keywords

environmental sewage treatment; microbiology; application countermeasures

环境污水处理中微生物的运用对策思考

张军峰

山东国科环境技术有限公司，中国 · 山东 潍坊 250100

摘　要

水环境污染问题愈发严重威胁到社会的可持续发展，如何有效解决水环境污染问题，成为当前的重点内容。微生物技术依托新陈代谢机制，实现对污染物的有效处理，不会产生二次污染，受到人们的广泛关注，因此在环境污水处理中的应用十分广泛。环境污水处理中，需要根据污水情况选择合适技术，发挥微生物作用，净化水质，提高污水处理的效率。鉴于此，开展本文的研究工作，简单概述微生物技术以及其在环境污水处理中的具体作用，探究应用情况，分析微生物应用的不足和发展趋势，以供相关人员参考。

关键词

环境污水处理；微生物；运用对策

1 引言

环境污染问题中，水污染问题十分突出。随着生活污水、工业废水等活动产生的污水排放量不断增加，对环境产生了更为严重的威胁，并不利于社会的可持续发展。目前主要应用化学、物理、生物三种方法来处理污水，其中生物方法污染小，能耗低，处理效率高，因此得到广泛的应用。微生物处理技术是生物处理方式的一种。在具体应用中，具有代谢作用、祛毒作用和降解作用。可以应用微生物发酵技术、降解技术、絮凝技术、固定化微生物技术等，应对不同的情况。因此相关部门需要结合污水处理的实际情况，选择合适的微生物技术，达到良好的治理效果。

【作者简介】张军峰（1987–），男，中国山东潍坊人，本科，工程师，从事环保工程研究。

2 环境污水处理中微生物的运用作用

2.1 降解作用

微生物处理污水时通过发挥降解作用，可以有效去除其中的污染物。微生物的繁殖和活动需要从有机物中获取能量。微生物会与水体中的有机物持续反应，吸收其中的能量将有机物降解转化为无机物，构成独特的循环状态 [1]。可以有效控制并降低环境污水中有机污染物的含量，达到良好的污水处理效果。

2.2 代谢作用

代谢作用主要是借助微生物自身的代谢活动，它可以从污染物获取能量，通过代谢转化为无害的物质。因此在污水处理中常常借助微生物的作用有效治理。通过充分发挥微生物的这一作用，可以提高城市污水的利用率，减少污水处理过程中的二次污染情况。

2.3 祛毒作用

环境污水中含有大量的污染物，具有一定的毒性。在城市污水中，无机磷的含量占比较大，难以进行降解，积累到一定量时，导致大量藻类植物滋生，引起水体富营养化。而通过应用微生物技术，发挥该技术的祛毒作用，降低污染毒性，有效控制有毒污染物对环境的影响。

3 环境污水处理中微生物的运用对策

3.1 微生物发酵技术

微生物发酵技术在污水处理工作中应用时，相关人员需要充分调查污水的性质成分和规模。其中常用的类型有间隙式活性污泥法和生物除磷脱氨技术。

间隙式活性污泥法主要是利用活性污泥对污水进行处理。主要反应器是一个曝气池，包含曝气沉淀功能。在具体应用中，需要大量的氧气促使水中的有机物与污泥结合发生生化反应，进入沉淀，沉淀结束后，将上清液从曝气池内排出，实现净化目的。该方法适应能力强，简单方便。曝气与沉降在同一池内周期性间歇运行，加强生化反应推动力，提高处理效率。

生物脱氨技术利用微生物有效去除污水中的氮和磷。脱氮原理是通过厌氧和后氧两个阶段来实现。厌氧阶段，厌氧微生物分解污水中的有机物，形成氨氮；耗氧阶段，氨氮被氧化为亚硝酸盐，进一步氧化为硝酸盐 [2]。厌氧和好氧微生物同时作用，有效去除氮。在除磷中，主要在好氧条件下进行，磷酸盐的生物吸附和沉淀作用结合应用。好氧微生物将磷酸盐吸附在细菌的表面，形成颗粒状的生物胞体，随着污水沉淀，有效去除磷。

3.2 微生物吸附技术

微生物吸附技术能够充分发挥微生物的吸附作用，通过和相关装置结合，通入污水，微生物能够自动吸附其中的污染物，达到预期的处理效果。吸附剂可以与污水中的悬浮物结合，降低颗粒污染物的含量，达到良好的净化作用。微生物吸附技术是新型的处理环境污水的技术，有着显著的优点，前期投入成本低，对污水处理效果比较理想，因此在重金属元素的污水处理中得到广泛的应用。不过在具体应用中，微生物活性很容易受到环境污水温度、酸碱度等指标的影响，发生变化。微生物推动下的氧化还原反应和沉淀反应的效率会有所降低，难以达到预期效果，增加了整体的成本。在应用该技术时，还需要考虑时长情况，分析不同微生物的作用效果和时长，根据要求进行合理选择，不仅可以提高吸附效率，还能有效控制成本。

3.3 微生物絮凝技术

微生物絮凝技术是利用微生物本身具备的絮凝功能，以及在生产代谢过程中产生具有絮凝功能的高分子有机物，对污水进行净化处理的一种技术方法。微生物絮凝技术在污水处理中得到了广泛的应用，其中农业污水处理应用频率高。通过检测农业污水，可以发现其中含有大量的 COD（化学需氧量），在一定程度上增加了污水处理的难度。如果使用常规技术治理，难以达到预期的效果，因此可以应用微生物絮凝技术，去除 TOC 和 TN 等物质。絮凝技术也可以用于脱色处理，在一些工业生产中的污水中颜色各异，增加了处理难度。因此可以借助该技术进行脱色处理。不过该技术的经济成本高，还需要开展深入研究工作，控制成本，实现技术的有效推广。

3.4 固定化微生物技术

固定化微生物技术指的是在保证微生物活性前提下，将游离态微生物固定在某类载体上，通过提升单位区域内微生物含量，可以使其长时间重复吸收污水中的有机污染物的一项技术 [3]。广泛的应用技术有两种固定化细菌技术和固定化酶技术。固定方式有交联式和自固定式。

固定化微生物技术在具体应用中使用的装置简单，效果良好，在污水处理中的应用广泛，而且有着良好的经济性。该技术可以根据污水的性质和成分确定好固定化微生物的处理范围，提供个性化定制。可以分析污水的实际情况，获得相关参数后优化设计，投入固定化微生物技术，可以保障处理效率，达到良好的治理效果。因此，固定化微生物技术广泛应用于水污染、土壤污染和空气污染各项处理的工作中。

3.5 生物膜技术

生物膜技术中微生物也发挥着重要的作用，选择合适的惰性材料作为微生物的载体，形成生物污泥，通过污水后，微生物会与其中的污染物发生作用，有效去除。在具体应用中涉及不同层次和不同类型的微生物。例如，先使用好氧后厌氧，可以充分分解污染物，提高处理效率。生物膜一般呈蓬松的絮状结构，微孔较多，表面积很大，有很强的吸附作用。表层为耗氧层，中间为微耗氧层，内层为兼性厌氧或厌氧层。不同层面生长不同类型的微生物，常见的细菌种类有芽孢杆菌属、脱硫弧菌属、无色杆菌属等。该方法应用简单，生物膜技术可以循环再生使用，价格低廉，很少受到水质及水量的影响，有着良好的适应性，在低浓度的污水中处理效果优良。生物膜包括生物滤池、生物接触氧化、生物流化床等多种结构，可以根据污水情况，合理选择，优化设计，顺利进行净化。

3.6 无机物转化技术

环境污水中的磷、硫、铁等无机物含量比较高，可以采用无机物转化技术进行处理。加入硫磺细菌或硫化细菌，可以实现硫元素的转化；蜡质芽孢杆菌可以有效转化磷元素；微生物对铁元素具有氧化还原作用，可以有效去除污水中的铁元素。利用微生物吸附、还原方法，可以有效处理污水中的重金属离子，实现净化污水的目的。

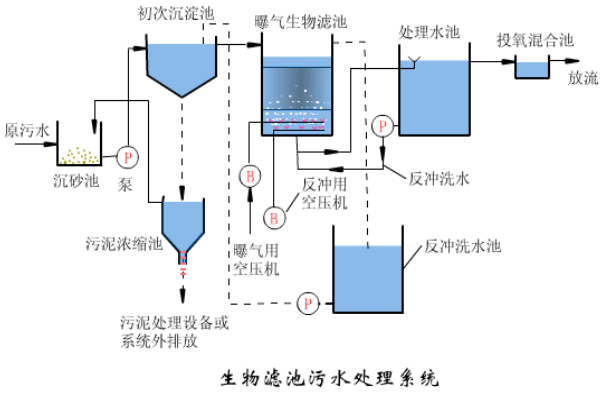

图 1 生物滤池处理技术

3.7 氧化塘与人工湿地

氧化糖与人工湿地也是十分有效地处理污水的技术。主要是利用填料对污水进行物理和生物降解的一项技术。通过打造良好的水生生态系统，发挥水生植物和微生物的共同作用，达到良好的处理效果。微生物吸收污水中的有机污染物，从中获取能力，发挥新陈代谢等作用，藻类通过光合作用固定二氧化碳，从有机污染物中获取能量，和有机物合成新的细胞，释放出氧，供好氧细菌代谢利用，适用于中低浓度污水处理的场合。

4 微生物在污水处理应用中存在的问题

微生物在污水处理应用中存在诸多的优势，但也有一些不足之处。分析目前市场可以发现，现有的污水处理菌剂多种多样，但大多数只包含一种或者两种不同种类的微生物，也是比较常见的微生物种群。因此，在处理污染物成分十分复杂的污水时，效果并不理想。这也是当前微生物技术发展所存在的难题。

①低温下微生物处理效率低。在污水处理的过程中，需要考虑到温度条件。微生物的种类不同，适应的环境温度也有很大的差异。在具体的污水处理中，一些人员忽略了温度这一环境条件带来的影响，监测工作中缺乏对环境的监测。外部环境中温度发生变化，尤其是处于低温环境中，会影响到微生物的活性，进一步影响到污水处理的效果。②微生物制剂的筛选周期长，在培育工作中面临着诸多不确定的因素，导致应用效果并不稳定，无法确定具体的应用条件。很多微生物制剂直接取材于大自然或者人工培育，活性强弱不同，在常规污水处理方面效果比较明显。③相关制度不健全。环境污水处理工作中，涉及相关国家和地方政府出台的技术标准章程等文件，相关单位需要结合自身情况，完善制度内容，加强约束管理。然而在一些项目中，相关单位的制度并不健全，并未更新技术标准，导致微生物技术应用的流程不规范，过程不严谨，影响到最终的处理成果。

5 微生物在环境污水处理中的发展

通过分析微生物在环境污水处理中的作用和具体应用，可以认识到其有足够的应用优势。近些年，随着技术水平不断提升，微生物也有着更为广阔的发展前景。微生物在应用中存在一些不足之处，因此相关部门和企业需要加强技术研发，推动微生物技术朝着多元化方向发展，例如，固态微生物、基因工程菌、特定性菌群等技术。可以充分发挥微生物的应用优势，弥补以往的不足。确保微生物有着良好的适应性，控制投入成本，达到良好的应用效果，满足环境污水处理的需求。与此同时，还需要丰富微生物制剂的种类，应对污染物成分复杂的污水情况，适应性能强，加强环境管理与保护建设。此外，相关单位要提高重视，加强日常管理。结合国家出台的技术章程，进一步细化管理制度，规范技术的应用流程，安排专业的技术人员，严格遵守相关的技术标准，设置合理的温度湿度，加强过程监测工作，有效控制处理过程中存在的影响因素，提高微生物技术的应用效率。

5 结语

综上所述，在环境污水处理工作中微生物技术的应用越来越广泛，也是当下市场中的热点内容。微生物能够充分发挥降解、祛毒和代谢作用，控制污水中污染物的含量，达到净化的目的。相关单位需要考虑到污水的特点，根据处理要求选择合适技术，优化整体设计， 编制完善方案，顺利推进取得显著效果。同时也要认识到该技术存在的不足之处。相关部门和企业加大对微生物技术的研发工作，提高微生物技术的环境适应性，丰富微生物制剂种类，提高净化效率，从而满足我国环境污水处理的多元化需求，达到良好的净化效果，实现经济效益和生态效益的并重，促进社会的可持续发展。

参考文献

[1] 颜宏亮. 环境污水处理中微生物的应用研究[J]. 农村科学实验,2021(4):32-33.

[2] 陈苏文,李志,蒋国龙. 环境污水处理中微生物的应用[J]. 化工管理,2021(5):25-26.

[3] 季晓艳. 环境污水处理中微生物的应用研究[J]. 中国资源综合利用,2021,39(11):189-191,201.

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4523

Optimizing the operation mode of seawater desalination system to reduce the concentration polarization of reverse osmosis membrane

Ping Yang Jinglin Li Zefeng Yu Tiejun Guo Jing Liao

Fujian Ningde Nuclear Power Co., Ltd., Fuding, Fujian, 355200, China

Abstract

This paper analyzes the causes of the concentration polarization of reverse osmosis membrane in seawater desalination system and the measures to reduce the concentration polarization. Combined with the actual operation of the current seawater desalination system in the power station, without changing the system operation process, The operation mode adjustment measures are adopted to periodically adjust the water production of seawater desalination system and recycle the seawater reverse osmosis water produced. Through the actual operation of 2 years, it is verified that the above measures can effectively slow down the scale on the surface of the reverse osmosis membrane, reduce the influence of concentration polarization on the reverse osmosis membrane, and extend the chemical cleaning cycle of the seawater reverse osmosis membrane to more than 2 years. The operation performance of reverse osmosis is effectively improved.

Keywords

seawater desalination; Reverse osmosis membrane; Weaken; Concentration polarization

优化海水淡化系统运行方式减弱反渗透膜浓差极化探索

杨平 李静林 虞泽锋 郭铁军 廖靖

福建宁德核电有限公司，中国 · 福建 福鼎 355200

摘 要

本文通过分析海水淡化系统反渗透膜浓差极化产生的原因和减弱浓差极化的措施，并且结合电站目前海水淡化系统的实际运行情况，在不对系统运行工艺流程进行改动情况下，采取对海水淡化系统产水量进行周期性调整同时对海水反渗透产水进行回收利用的运行方式调整措施，通过2年的实际运行，验证采取以上措施能有效减缓反渗透膜表面结垢，减弱了浓差极化对反渗透膜的影响，海水反渗透膜的化学清洗周期延长至2年以上，有效提高了反渗透运行性能。

关键词

海水淡化；反渗透膜；减弱；浓差极化

1 引言

海水淡化系统采用的是膜法脱盐，浓差极化和膜污染是影响反渗透膜脱盐率的两个重要因素，其中浓差极化伴随着反渗透的整个运行周期，浓差极化不仅导致反渗透膜表面迅速结垢，而且造成反渗透膜脱盐率降低，减轻浓差极化对反渗透运行有重要意义。

海水淡化系统运行一段时间之后运行压力、压差、脱盐率等参数都会缓慢上涨，此时需要根据运行参数进行化学清洗，海水淡化系统化学清洗指标如下：反渗透运行工作压力上升 10%~15%、进水与浓水之间的压差较初始压差增加 0.25MPa、脱盐率低于 98% 需要进行化学清洗。化学清洗主要使用强酸性和强碱性试剂对反渗透膜进行浸泡、冲洗，清洗掉膜表面沉积的污染物，频繁的化学清洗会迅速降低反渗透膜性能，因此如果能减轻浓差极化对减缓反渗透膜结垢，不仅能提高反渗透膜出水水质，而且对降低化学清洗频率，延长反渗透膜寿命有积极的意义。

2 浓差极化影响因素

浓差极化是离子分离过程中的一种现象，溶液中的溶剂在压力驱动下透过膜，溶质 (离子或不同分子量溶质) 被截留，在临近膜界面区域浓度越来越高，在浓度梯度作用下，溶质又会由膜面向本体溶液扩散，形成边界层，使流体阻力与局部渗透压增加，从而导致溶剂透过通量下降。[1]

改善膜表面的流体力学条件的方法主要有：错流过滤、稳态湍流、不稳定流体流动、流化床、反冲、附加场和机械方法等，可以采取多种方法对膜过滤过程中的浓差极化和膜

【作者简介】杨平（1988），男，学士，高级工程师，福建宁德，主要从事核电站化水系统运行管理工作。

污染进行控制和改善。[2]

浓差极化不能消除只能减弱其影响，并且高压力、高浓度和稳定运行的流体浓差极化现象越明显，越容易发生结垢。因此，从原理上可归纳为三种方法减弱浓差极化：1）降低压力可避免增加沉淀层厚度和密度，可减弱浓差极化；2）降低流体中溶质浓度，可减弱浓差极化；3）降低膜表面溶质的浓度，也可减轻浓差极化。

3 减弱浓差极化方案

电站海水淡化系统产水仅供生产区内的工业用水和生活用水，白天和夜间下游用水量差异较大，由于海水淡化系统水箱容积较小，海水淡化系统采用连续运行方式，系统日常运行时会有少量淡水被溢流损失掉。

因此，根据海水淡化系统实际运行情况制定了如下两种减弱浓差极化影响的措施：1）海水淡化系统正常运行回收率 40%~45%，每日周期性调整系统运行产水流量，通过周期性改变系统运行压力和流量，对膜表面浓海水形成的边界层产生扰动来减薄边界层，以此来减弱浓差极化；2）海水淡化系统水箱溢流水进行回收利用，将溢流淡水引至反渗透入口与海水混合降低海水含盐量，通过低浓度的海水减薄边界层，间接达到对膜表面自动“冲洗”的目的，通过破坏膜表面边界层的稳定性来减弱浓差极化的影响。

4 离线试验

海水淡化系统一级反渗透使用的是海水膜，如果进水电导过低将导致系统无法建立稳定的渗透压和运行模式，因此进水电导按照大于 25000 μs/cm 进行控制。为验证优化海水淡化系统运行方式减弱浓差极化方案的可行性，模拟了系统实际运行各种工况下的水量情况，进行了淡水与海水混合后的电导率试验。

根据试验结果按照理论上的最大淡水回流量试验反渗透膜的进水电导仍大于 30000 μs/cm，因此将海水淡化系统产水溢流回收具备可行性。

5 运行方式优化试验

在进行充分的风险分析和离线试验后，对海水淡化系统运行方式进行了上述的优化调整，所有调整都是在系统允许运行范围内进行。下表 2 中选取了 2022~2024 年相近月份海水反渗透部分运行数据，可以看出海水反渗透在溢流淡水回收后运行压力有明显降低，并且脱盐率最高提升 0.2%，证明淡水回收对降低浓差极化的影响效果明显。同时 2022 年海水淡化系统按新模式运行，截至 2024 年初未进行化学清洗，同时在海水反渗透运行产水流量不变的情况下，海水反渗透膜压差由 0.90bar 上升至约 0.95bar，远低于需要进行化学清洗压差（2.5 bar），并且同期脱盐率没有明显变化，各项参加均在正常范围内。

对海水淡化系统同一列海水反渗透近 5 年的运行数据进行汇总分析，海水反渗透运行脱盐率和压差变化趋势如下图 1 和图 2，从趋势图可以看出目前海水淡化系统整体运行趋势正常，海水反渗透运行脱盐率和压差随海水水温呈周期性变化，优化海水淡化系统运行方式且长时间未进行化学清洗海水反渗透无异常。

表 1. 海水反渗透淡水回收模拟试验数据

序号	海水（mL）	淡水（mL）	混合比例（海水 / 淡水）	混合后电导率（μs/cm）	电导率降低幅度
1	300	0	300 \ 0（原海水）	43500	0.00%
2	210	120	7 \ 4（最大淡水回流量）	30900	28.97%
3	210	90	7 \ 3	31100	28.51%
4	220	80	11 \ 4	33900	22.07%
5	270	30	9 \ 1	37800	13.10%
6	280	20	14 \ 1	38900	10.57%
7	290	10	29 \ 1	40400	7.13%
8	295	5	59 \ 1	42400	2.53%

表 2. 海水反渗透淡水回收前后运行参数对比

日期	进水电导（μs/cm）	进水压力（bar）	运行压差（bar）	产水电导（μs/cm）	产水流量（t/h）	脱盐率（%）
2022.2.24（淡水回收前）	42400	45.7	0.89	371	130	99.1%
2022.2.24（淡水回收后）	33900	37.4	0.90	276	130	99.2%
2023.1.26（淡水回收前）	43800	47.3	0.93	334	130	99.2%
2023.1.26（淡水回收后）	35700	39.1	0.95	267	130	99.3%
2024.1.31（淡水回收前）	43600	47.2	0.94	378	130	99.1%
2024.1.31（淡水回收后）	36300	39.6	0.95	226	130	99.3%

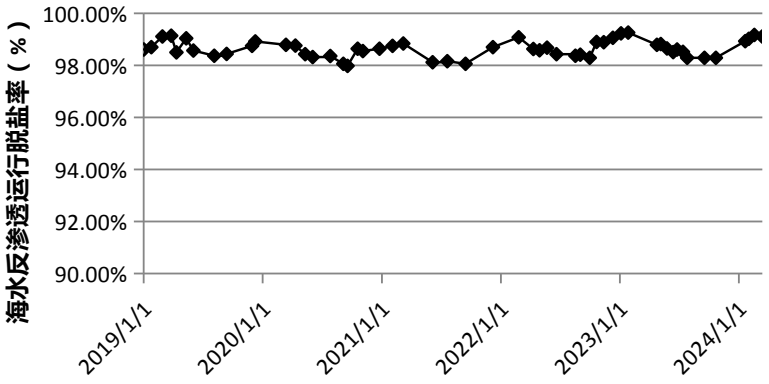

图 1. 海水反渗透近 5 年脱盐率标准值变化趋势

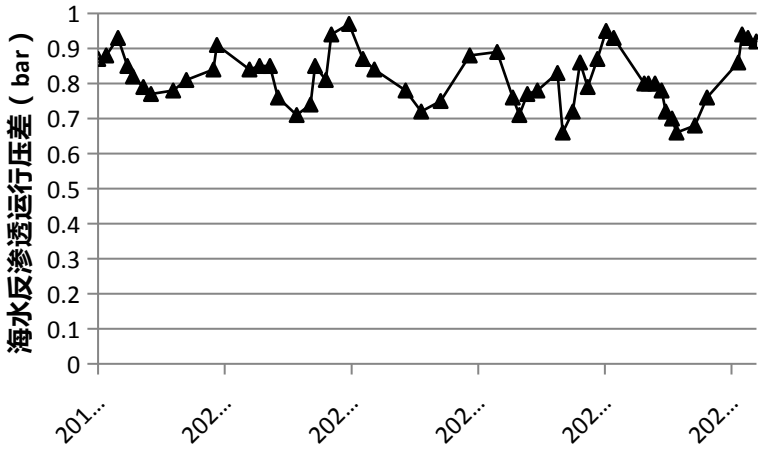

图 2. 海水反渗透近 5 年压差标准值变化趋势

综上所述，海水淡化系统运行方式优化后系统运行情况良好，对减弱反渗透膜浓差极化效果显著，有效降低了浓差极化的影响，延长了反渗透膜化学清洗时间，化学清洗周期由 1 年延长至 2 年以上。

6 结论

海水淡化系统运行方式优化对减弱反渗透膜表面浓差极化效果明显，不仅有效减缓了膜表面结垢，同时延长了反渗透膜化学清洗周期，减少了化学清洗药品的消耗，降低了海淡系统运行成本，具有推广价值。

参考文献

[1] 何灏彦. 膜分离中的浓差极化现象及其减弱措施.浙江化工，2005年第36卷第5期：29~31

[2] 邢卫红,童金忠等.微滤和超滤过程中浓差极化和膜污染控制方法研究.化工进展，2000年第1期：44~48

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4524

The synergistic effect of water resources protection and environmental impact assessment in industrial park planning

Chunxiang Yang

Inner Mongolia Huace Qingneng Environmental Protection Industry Technology Co., Ltd., Baotou, Inner Mongolia, 014000, China

Abstract

Water resources are one of the important factors restricting the sustainable development of industrial parks. As a key part of industrial park planning, the environmental impact assessment (EIA) system has an important function of protecting water resources. This study combines the mechanism of water resource protection and environmental assessment to discuss the key issues of water resource protection in industrial park planning. The planning information and relevant environmental impact assessment documents of multi-region industrial parks were collected and analyzed, and it was found that water resources protection was effectively reflected in the environmental impact assessment, and the water resources problems in industrial parks were significantly improved. The data comparison results show that the environmental impact assessment has effectively guided the planning of industrial parks and made the water resources be more rationally utilized.

Keywords

water resources protection; environmental impact assessment; industrial park planning

水资源保护与环评在工业园区规划中的协同作用

杨春祥

内蒙古华策清能环保产业科技有限公司，中国 · 内蒙古 包头 014000

摘　要

水资源问题是制约工业园区可持续发展的重要因素之一，环境影响评价(EIA)体系作为工业园区规划的关键组成部分，具有保护水资源的重要功能。本研究结合水资源保护和环评机制，就工业园区规划中水资源保护的关键问题进行探讨。采集及分析了多地区工业园区的规划信息和相关环境影响评价文件，通过比较发现水资源保护在环境影响评价中得到了有效的体现，明显改善了工业园区的水资源问题。数据比较结果显示，环境影响评价有效引导了工业园区的规划，使得水资源得到了更为合理的利用。

关键词

水资源保护；环境影响评价；工业园区规划

1 引言

水资源是人类生存和社会发展的基础，然而在工业园区的开发建设中，水资源的快速消耗和污染严重破坏了生态平衡，使得水资源问题成为制约工业园区可持续发展的重要因素。环境影响评价（EIA）作为一种公众参与和决策支持系统，一直在努力规范工业园区的环境管理和保护。然而，环评在工业园区规划中如何发挥对水资源保护的协同作用，尚待深入研究。本研究基于此，以水资源保护和环评机制为切入点，对工业园区规划中如何保护水资源的问题进行了深入探讨。我们采集并分析了多个地区工业园区的规划信息和规划环评文件，对它们在水资源保护中的表现进行了详细比较。对于采纳环评机制的园区，可以看到水资源保护明显得到了加强，工业园区的水资源问题得到了有效改善。而借助数据比较结果，我们又可以看到，环评在工业园区规划中起到了关键性的引导作用，使得水资源得到了更为合理的利用。希望这项研究能为相关领域提供启示，具体来说，是如何利用环评机制，通过合理布局和有效监管，推动工业园区的水资源保护工作，从而助力园区的可持续发展。

【作者简介】杨春祥（1987–），女，中国河北唐山人，硕士，工程师，从事环境影响评价、环境科学、环境技术评估研究。

2 水资源问题对工业园区可持续发展的影响

2.1 工业园区水资源状况及其对可持续发展的影响

工业园区的水资源状况直接关系到其可持续发展能力[1]。在多数工业园区中，水资源消耗巨大，常成为制约其发展的瓶颈。增大的工业用水需求对当地水资源提出挑战，不当的水资源管理可能导致水质污染、水资源枯竭等问题。

这些状况不仅影响园区的企业运营，还可能对周边环境和居民造成负面影响。水资源的不合理利用往往导致生态失衡，进一步制约园区的长远发展。这些措施包括科学的用水规划、高效节水技术及完善的水环境保护机制，以保障工业园区的健康持续发展。

2.2 水资源问题在工业园区规划中的表现

工业园区规划中，水资源问题常表现为对当地水资源系统的巨大压力，这主要源于工业生产和生活用水需求的急剧增长。由于规划设计不当，水资源供需不平衡现象普遍，往往未考虑区域水体的承载能力，导致水资源的过度开发与利用。部分工业园区在规划阶段缺乏系统性考虑水污染防治措施，导致水体污染严重 [2]。规划中的这一疏忽不仅影响了地下水和地表水的水质，还威胁到当地生物多样性和生态环境的健康。水资源问题在规划中的突出表现对园区的可持续发展形成显著制约。

2.3 水资源保护对于工业园区健康发展的作用

水资源保护在工业园区健康发展中起到至关重要的作用。保护水资源可以有效降低水污染风险，从而维护生态平衡，确保园区的生态系统服务不受损害。通过科学的水资源管理，可以提升用水效率，减少资源浪费，降低企业运营成本。水资源的可持续利用还能够提升园区的环境质量，吸引更多高质量企业进驻，促进经济的可持续发展。水资源保护措施的实施不仅能提高园区环境承载力，还能增强其在地区经济中的竞争力，推动园区长远发展。

3 环境影响评价体系的构建及其在水资源保护中的作用

3.1 环境影响评价体系的构建及重要性

环境影响评价体系的构建是确保工业园区有效管理和可持续发展的基础。环境影响评价体系通过系统化的方法和流程，将环境影响纳入决策过程中，确保各种开发活动在规划初始阶段即考虑环境因素，从而减少未来可能产生的负面影响。这一体系在保护水资源方面尤为重要，通过识别潜在的污染源和水资源管理风险，环评为水资源的合理配置提供了有力保障。环境影响评价体系的建立可以实现环境保护目标与经济发展目标的有机统一，进而助力园区实现水资源的可持续利用 [3]。

3.2 环境影响评价体系在水资源保护中的具体运用

环境影响评价体系在水资源保护中的具体运用主要通过对工业园区潜在水资源影响因素的分析与评估来实现。在规划阶段，通过详细识别可能影响水资源的各类活动，例如排放、开发和土地利用变化，制定相应的减缓和补偿措施。在项目实施中，环境影响评价提供监测和监督机制，确保保护措施的有效执行及调整。环境影响评价通过公众参与机制提高决策透明度，使相关各方关注和参与水资源保护工作。这一体系的运用有助于推动园区内部资源的可持续管理，优化水资源的利用效率。

3.3 通过环境影响评价实现水资源保护与园区规划的协同效应

环境影响评价通过促进水资源保护与园区规划的协同效应，在工业园区中发挥关键作用。这种协同效应体现为环境影响评价引导规划方案的调整，以合乎水资源可持续利用的原则。评价过程中的科学分析和评价意见推动了水资源管理的合理布局，并促进了水资源使用的优化。通过将环境影响评价结果融入园区规划，确保水资源保护措施贯穿于项目的各个阶段，使工业园区的建设与运营符合生态可持续发展的目标。这种协同作用不仅提升了水资源保护水平，也为工业园区的健康发展提供了保障。

4 多地区工业园区规划与环评的实际运用比较

4.1 多地区工业园区规划的特征及环境影响评价细节对比

各地工业园区规划具有不同的区域特点，与当地经济、社会和环境背景息息相关。不同地区工业园区的水资源利用和保护策略在规划中反映出显著差异，这与各地的环境影响评价（EIA）机制密切相关。一些地区注重依据水资源承载力进行产业布局，以保持水资源的可持续管理。某些规划倾向于优先开发在水资源丰富的区域，以减少对环境的冲击。环境影响评价文件中，水质保护的具体指标因地制宜，反映出对当地水环境状况的针对性措施。环境影响评价不仅可以指导规划过程中的水资源合理利用，还可以通过对污染风险的评估与控制促进区域规划的优化。通过对比，可以看出更加完善的环评机制有助于在园区规划中实施有效的水资源管理策略。

4.2 案例剖析环评机制对工业园区规划的引导作用

环评机制在多个工业园区规划中的引导作用显著，通过具体案例剖析可以观察到其积极影响。在 A 地区，环评推动了工业园区的合理选址，规避了可能对当地水资源造成的破坏，实现了项目实施的可持续性。在 B 地区，环评机制的介入促使园区内水资源的利用得到了优化配置，提升了水资源使用效率，减少了不必要的浪费。在 C 地区，通过环评，园区规划调整了产业布局，使易产生水污染的行业远离敏感水体区域，大幅降低了潜在的水污染风险。这些案例均表明，环评机制不仅是规划批准的必要程序，更是引导和优化规划的重要工具，有力保障了水资源的保护与可持续利用。

4.3 工业园区规划中环境影响评价在水资源利用优化中的体现

在工业园区规划中，环境影响评价通过对水资源利用情况的细致分析，帮助确定最优的水资源配置方案。环评机制引导各项规划活动减少对水资源的不利影响，促进水资源的可持续管理 [4]。通过对水源保护措施的严格评估和调整，

环评显著提升了水资源的利用效率，从而实现了对水资源的有效优化，助力工业园区的绿色发展。

5 环境影响评价对工业园区规划效率的影响

5.1 环境影响评价对工业园区规划效率的贡献

环境影响评价在提升工业园区规划效率方面具有重要意义。通过对环境影响的全面分析与预测，环境影响评价为工业园区规划提供了科学依据和明确方向，使规划过程更具针对性和前瞻性。其系统性和规范性有效减少了规划中可能出现的资源配置失误和环境管理盲区，从而优化了决策流程。环境影响评价通过深入评估水资源利用及其他环境要素的承载能力，对园区功能分区和用地安排提出指导性建议，促进了产业链的延伸，实现了水资源的梯级利用，提升了效率。环境影响评价的参与还促使各利益相关方围绕核心问题协同合作，减少因信息沟通不畅引发的重复论证与资源浪费。在规划的早期阶段融入环境影响评价，不仅避免了后期调整的复杂性和高成本，也保障了工业园区在经济效益和生态效益之间的平衡，为园区的高效建设与运营奠定了基础。

5.2 环境影响评价对园区管理效率的提升

环境影响评价在提升工业园区管理效率方面发挥了重要作用。通过系统性的环境影响评价，相关管理部门能够全面掌握园区内水资源的利用情况，识别潜在的环境风险，制定精准的管理措施。环境影响评价提供的科学数据和技术支持，有助于优化资源分配，减少管理过程中的盲目性和资源浪费。环评机制促进了监管工作的标准化和规范化，使园区的管理流程更加高效。环境影响评价还通过设置明确的环境目标和指标，推动各相关主体协同配合，形成高效的管理体系。这种系统化与协同性显著提升了园区管理的质量和效率，为园区的可持续发展奠定了坚实基础。

5.3 环评对工业园区整体健康发展的推动作用

环境影响评价有效推动工业园区整体健康发展，通过科学评估和监督机制优化资源配置，减少环境污染风险，提升园区生态承载力，增强其可持续发展能力[5]。环评的引导作用为园区实现经济效益与生态保护协调发展提供了关键保障。

6 对未来工业园区规划的建设性建议

6.1 环境影响评价在未来工业园区规划中的重要性

环境影响评价在未来工业园区规划中至关重要，能预先评估环境影响，为可持续发展提供科学依据。它将成为整合自然资源管理与产业发展的桥梁，优化水资源利用，减少环境损害。全面的环境影响评价可识别潜在风险，确保规划决策前瞻科学。作为监督指导工具，环境影响评价能在项目实施中动态调整优化，实现经济与生态目标，满足环保要求。强化其应用地位，对提升园区管理水平、促进经济与环境协同发展尤为关键。

6.2 提高水资源保护在规划中的地位

在工业园区规划中，提升水资源保护地位对可持续发展至关重要。应将水资源保护纳入核心，制定科学政策和技术规范，全面评估承载能力，优化用水布局，支持节水产业和清洁生产。鼓励水资源循环利用和高效处理，实时监控使用状况。加强法律执行力，明确问责机制。这些举措将保障水资源可持续利用与合理分配，为园区绿色发展提供坚实基础，促进可持续发展。

6.3 持续提升管理效率环评在园区规划中的应用建议

为持续提升管理效率，在园区规划中应加强环评的应用。建议采取数字化管理工具，构建高效信息交流机制，确保信息畅通无阻。同时，优化资源配置网络，实现资源的高效利用。此外，应加强对园区的规划实施情况开展跟踪评价，及时发现并解决问题。这些措施将有力的对规划实施过程中的暴露出的问题进行及时补救，促进管理效率的整体提升，为园区的可持续发展奠定坚实基础。

7 结语

水资源保护与环评在工业园区规划中的协同作用显著，环评对水资源管理具有有效引导作用，促进园区健康发展。但实施中存在细节和监管问题，需优化环评操作流程和方法。本研究深入理解了环评在工业园区规划中的作用，提出加强环评引导、合理布局和有效监管等建议，为水资源保护提供新理论与实践参考。然而，研究存在局限性，如样本范围有限，未来可扩大范围提升全面性和深度。本研究旨在建立更完善的水资源保护与工业园区规划研究框架，为未来研究提供新方法和视角，以期更接近实际，为水资源保护和环保持续发展贡献力量。

参考文献

[1] 张静芳,云奥婷,云瑞亭,李俊丁,翟俊峰.霍林河工业园区水资源规划探讨[J].内蒙古水利,2021,(05):38-39.

[2] 赵丽.工业园区规划环评碳排放评价初探[J].皮革制作与环保科技,2022,3(06):179-181.

[3] 赵亚锋,赵名彦,赵静思.工业园区规划水资源论证节水评价案例研究[J].中文科技期刊数据库（引文版）工程技术,2022,(04).

[4] 杨燕.工业园区规划环评碳排放评价探讨[J].皮革制作与环保科技,2023,4(05):84-86.

[5] 鲁琼芳魏群.工业园区规划环评技术方法研究[J].中文科技期刊数据库（全文版）自然科学,2020,(07).

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4525

The emission control measures of volatile organic compounds in atmospheric control

Fengchao Yin

Anshan City Ecological and Environmental Protection Comprehensive Administrative Law Enforcement Team, Anshan, Liaoning, 114000, China

Abstract

Volatile organic compounds are a kind of toxic pollution gas, belonging to one of the main pollutants in air pollution. In recent years, with the continuous progress of air pollution control work, the concentration of VOCs has decreased significantly. However, there are still some problems in the specific application, the source control is not strict, the terminal treatment effect is not good, which affects the efficiency of volatile organic compounds emission control in atmospheric governance. Therefore, environmental protection departments need to pay more attention to the implementation of source control, strengthen terminal governance, to achieve the expected goals. In view of this, to carry out the research work of this paper, briefly summarize the current situation and existing problems of volatile organic compounds emission control in atmospheric governance, and put forward several effective measures, in order to provide reference for relevant departments and personnel

Keywords

atmospheric control; volatile organic compounds; emission control

试析大气治理中挥发性有机物排放控制措施

尹凤超

鞍山市生态环境保护综合行政执法队，中国 · 辽宁 鞍山 114000

摘　要

挥发性有机物是一种有毒性污染气体，属于大气污染中的主要污染物之一。近些年来，随着大气污染治理工作的不断推进，VOCs的浓度明显下降。不过在具体应用中还存在一些问题，源头管控不严，末端治理效果不佳，影响到大气治理中挥发性有机物排放控制的效率。因此，环保部门需要提高重视，落实源头管控，加强末端治理，实现预期目标。鉴于此，开展本文的研究工作，简单概述大气治理中挥发性有机物排放控制的现状和存在的问题，提出几点有效的措施，以期为相关部门和人员提供参考。

关键词

大气治理；挥发性有机物；排放控制

1 引言

大气污染治理是环境保护工作中的重要内容，通过监测管控，有效减少大气环境中的污染物，改善空气质量，为人们提供更加安全的生活环境。在针对挥发性有机物排放控制工作中，环保部门要加强监测工作，把控污染源，同时督促各企业做好末端治理，使用多种方法有效治理废气中的污染物，减少会发现有机物的排放，使其符合相关标准要求。从多方面入手，有效控制大气治理中挥发性有机物的排放情况，推进环保工作进程。

【作者简介】尹凤超（1980–），男，中国辽宁鞍山人，本科，助理工程师，从事大气治理研究。

2 大气治理中挥发性有机物排放控制的现状

目前来说，我国大气污染现状不容乐观，尤其是近些年经济发展、工业进程不断加快，工业园区的废气排放总量在不断地增加。一些地区的大气污染监测力度不足，技术比较滞后，因此影响到环境的综合监测与治理成效。我国的大气环境中挥发性有机物污染浓度水平较高，而且也有着明显的地区差异，在一些重点城市中，大气挥发性有机物检测结果整体偏高。根据相关数据显示，2024 年北京市 pm 2.5 年均浓度为 30.5 微克 / 立方米。 Pm2.5 和臭氧的共同前体物是 VOCs，VOCs 的环境浓度降低 12%，协同治理 pm 2.5 和臭氧的改善。从苯、甲苯等芳烃组成浓度来分析，珠江三角洲和长江三角洲的地区高出全国平均水平，主要是由于该地区的涂料、印刷行业比较发达。在发展的过程中，受到汽车尾气、燃料燃烧等的影响，挥发性有机物的产量不断增加，

大气环境中乙炔、乙烯、甲苯等的体积浓度提升。随着大气环境污染治理工作不断推进，我国各地区也取得了一定成效，但整体来说还面临诸多难题。

表 1 2024 年北京市大气环境中各物质的监测结果

物质种类	PM2.5	SO2	NO2	PM10
年平均浓度（微克/立方米）	30.5	3	24	54

3 大气治理中挥发性有机物排放控制中存在的问题

3.1 源头管控不严

大气污染治理工作中对挥发性有机污染物的治理控制尤为重要。不过通过分析现有的一些工作情况可以发现，一些地方的环保部门对大气污染治理的源头管控不严格，并不了解具体的排放情况，影响到源头管控的效果，也增加了后续治理的难度。相关部门对工业企业的排放源分布、排放强度等基础信息实际掌握比较少 [1]。尤其是一些偏远区域的信息收集不全，因此并不利于制定针对性的策略和监管措施。对一些污染源的把控效果不佳，因此引发了一系列的风险隐患影响到最终的大气污染治理效果。

3.2 末端治理效果不佳

在末端治理工作中，企业要根据国家的相关标准要求采用多元化的方法，加强废气治理，使其中的 VOCs 含量符合标准体系。然而由于相关部门的监管不严格，标准体系建设不全。一些企业的环保意识不强，在不断治理环节使用的技术设备比较滞后，治理方法比较单一，技术有待革新，因此整体的治理效果不佳 [2]。难以符合相关的标准要求，也会进一步加剧大气治理的难度。

4 大气治理中挥发性有机物排放控制的有效措施

4.1 加强源头管控

4.1.1 完善规章制度，加强监管

在大企业污染治理工作中，从源头方面入手，可以有效控制挥发性有机物的排放量，减轻后续末端治理的负担。因此环保部门需要结合国家的相关章程，进一步完善关于环保建设的相关规章制度，加强对各行业的监督管理，强化各企业的生态环保理念，实现传统的改革创新。在原材料、生产工艺等各个方面进行更新，重视环保型材料的使用，引进先进仪器设备，实现有效升级 [3]。例如，在化工生产行业可以引入密闭操作技术。密闭操作技术提供完全封闭的状态，有效阻止 VOCs 的泄露。在整个生产的过程中，实现物料的快速准确传输，减少 VOCs 的排放。环保部门也需要加大监管力度，落实于基层工作中，做好对一些重点区域的监管，加大对违法企业的惩处力度，可以提高他们的重视，强化他们的环保意识，践行各项规章制度。

4.1.2 建设完善监测网络，控制污染源

在源头管控工作中，环保部门还需要重视监测网络的建设，引进先进的仪器设备，合理布设监测网络，覆盖整个区域，尤其在重点区域设置监测点位，捕捉实时的状态信息，有效管控污染源。例如可以引进大数据、云计算等先进技术，构建信息化平台，建设 VOCs 管理台账，记录每天变化和治理情况。借助车载传感器设置移动监测点位。应用取样探头装置、冷凝器装置机器、过滤器等先进的仪器设备，构建 VOCs 预警预报系统 [4]。开展现场监测工作可以了解区域内的 VOCs 含量情况，做好预警与处理工作。将区域范围设置为网格化，定期采集样本送入实验室，做好分析工作，了解各网格的数据情况，尤其要关注其中的一些异常情况和高浓度区域。开展溯源行动，明确造成污染的具体原因，采取适当措施有效管控。有效解决存在的隐患因素，控制污染源，减少会发现有机物的排放量。

4.1.3 加强标准控制

在管控工作中，环保部门还需要建设更加科学完善的标准体系，可以为监测工作提供依据。首先，加快制定 VOCs 监测方法的相关标准，明确使用的具体方法和仪器设备，规范监测网络体系的建设。其次，明确环境空气和固定源废气排放中的 VOCs 标准限值。第三，制定针对 VOCs 的采样和测定方法的相关标准。实现全过程的标准建设，有利于规范监测工作，顺利推进监管工作，获得科学依据采取适当方法，有效治理大气污染，减少污染源的排放。

4.2 做好末端治理

4.2.1 吸附法

吸附法主要是利用相应的吸附素材吸收大气中挥发性有机物，从而有效降低大气环境中 VOCs 的含量。 常用的材料有活性炭。活性炭表面的官能团会与 VOCs 分子发生化学反应，有效分离 VOCs。活性炭的材料也有很多类型。例如，木质活性炭有很多的中孔大孔，因此可以用于吸收大分子有机物。该方法在大气环境治理中的应用十分广泛，技术成熟可靠，可以达到良好的治理效果，使废气达到排放标准。

4.2.2 燃烧法

催化燃烧法主要是借助催化剂和燃烧的过程将有机物进行氧化，分解成二氧化碳和水。VOCs 具有一定的可燃性，可以与催化剂相结合，发生催化氧化反应，可以有效降低反应的活化能，提高反应速率，达到良好的净化率 [5]。因此在具有毒性和臭味的废气中，应用比较广泛。不过目前来说，该方法会受到温度、空速等的影响，导致效果不佳，因此在应用时需要合理把控。

4.2.3 生物法

生物法主要是利用微生物的降解作用，有效降解 VOCs，去除大气中的污染物质。微生物与 VOCs 接触发生反应，经过微生物的降解、代谢、转化等一系列作用，VOCs 会变为二氧化碳、水等一些物质。该方法的前期投入

成本低，不会产生二次污染，应用效果良好，在大气污染治理中得到了一定的应用。不过整体的处理效率比较低，还处于不断研发的阶段，在未来有着十分广阔的应用前景。

4.2.4 低温等离子体技术。

在外加电场作用下，电极空间内的电子会加速运动，在这一过程中电子和气体分子产生剧烈的碰撞，其中气体分子通过电离实现分解 [6]。在电场的作用下，VOCs 离解为水二氧化碳和其他小分子。该方法应用效果良好，可以将 VOCs 分解得比较彻底，可以使废气达到相关的排放标准。不过由于大气污染治理具有长期性的特点应用，该方法会增加前期投入的整体成本。因此还需要根据项目情况综合考虑使用。

4.2.5 吸收法

吸收法主要是将废气通过液体的吸收剂，其中的 VOCs 会与吸收剂接触有效分离，从而达到净化废气的目的。在具体的应用中要合理选择吸收剂的类型，才能保障具体的处理效果。该方法还具有经济效益良好，避免二次污染的应用优势。

4.2.6 光催化技术

光催化技术指的是通过一定波长的光照实现对 VOCs 的有效降解。该方法的应用比较安全，而且有着较高的处理效率。因此在进行大气污染治理时，可以使用光催化治理方法。企业需要重视选择合适的光催化反应装置和催化剂类型，并定期更换催化剂。监测污染治理的实际成效。

5 结语

综上所述，在大气环境污染治理工作中，环保部门要重视源头管控和末端治理等的有效落实。结合以往存在的问题进一步完善建设。通过细化规章制度建设完善的监测网络，环保部门可以有效把控源头管理，掌握全面数据信息，督促企业整改，实现原材料和生产工艺的升级，达到良好的控制效果。而在末端治理工作中，企业则需要根据实际情况选择各种有效方法。例如燃烧法、光催化法、生物法和吸附法等多种方法，通过处理废气使其达到相关的排放标准。从源头管控和末端治理两个方面入手，可以有效控制挥发性有机物的排放，确保大气环境污染的治理取得显著的成效。

表 2 挥发性有机物治理方法的优缺点

方法	优点	缺点
吸附法	技术成熟可靠	旧材料更换频繁，新材料成本高
生物法	没有二次污染	处理效率低
吸收法	没有二次污染，经济性好	对 VOCs 的浓度有特定要求
光催化法	环保，应用效果好	对光源波长有要求

参考文献

[1] 秦华. 大气污染治理中挥发性有机物的污染现状及治理措施[J]. 皮革制作与环保科技,2021,2(12):56-57.

[2] 张雪凤. 大气中挥发性有机物的治理与监测研究[J]. 区域治理,2020(47):141,228.

[3] 崔华松. 挥发性有机物的污染现状及治理策略研究[J]. 清洗世界,2023,39(2):77-79.

[4] 王坤. 挥发性有机物的典型治理方法及选择研究[J]. 皮革制作与环保科技,2024,5(5):113-115.

[5] 孙豆,王云刚,戴艳俊,等. 挥发性有机物治理现状及处理技术分析[J]. 动力工程学报,2023,43(5):641-654.

[6] 信雅兵. 化工仓储罐区挥发性有机物排放控制技术研究[J]. 工程施工新技术,2025,4(1).

 DOI: https://doi.org/10.12349/ees.v6i1.4526

Thoughts on the Construction Measures of Emergency Capability System for Sudden Water Pollution Incidents in River Basins

Han Chen Jin Li Anman Yu Jia Li

Academy of Ecological and Environmental Sciences, Kunming, Yunnan, 650034, China

Abstract

With the continuous development of social economy, the frequency of sudden water pollution incidents in river basins is increasing. In order to better deal with sudden water pollution incidents and effectively ensure the water environment and water safety of river basins, it is necessary to strengthen the construction of emergency capability system for sudden water pollution incidents in river basins. The article first analyzes common sudden water pollution incidents in river basins, such as industrial pollution and pollutant leakage, and then focuses on the importance of the construction of emergency capability system for sudden water pollution incidents in river basins. Starting from aspects such as prevention planning, prevention and control assessment, and capability support, several effective construction measures for the emergency capability system are proposed for reference.

Keywords

River Basin; Sudden Water Pollution Incident; Emergency Capability System; Construction

流域突发水污染事件应急能力体系建设措施思考

陈晗 李金 余安满 李佳

云南省生态环境科学研究院，中国 · 云南 昆明 650034

摘 要

伴随着社会经济不断发展，流域突发水污染事件发生频次不断升高。为更好地应对突发水污染事件，切实保障流域水环境和用水安全，必须加强流域突发水污染事件应急能力体系建设。文章先分析了流域常见的工业污染、污染物泄露等突发水污染事件，然后围绕流域突发水污染事件应急能力体系建设的重要性，从预案防范、防控评估、能力支撑等方面入手，提出几点有效应急能力体系建设措施，以供参考。

关键词

流域；突发水污染事件；应急能力体系；建设

1 引言

由于突发水污染事件有很强的意外性和偶然性，因此一旦爆发很难进行预测和控制，从而对水生态环境和居民生活与健康造成极大的威胁。面对当前突发水污染事件频发的态势，积极开展流域突发水污染事件应急能力体系建设工作，就能通过形成的科学完善突发水污染事件应急响应管理工作机制，为流域突发水污染事件的及时响应与处置提供根本遵循，最终在全面提高突发水污染事件应急处置能力与水平中，保障流域安全 [1]。

【作者简介】陈晗（1987–），中国云南昆明人，本科，工程师，从事环境风险评估与应急能力建设的研究。

2 流域常见突发水污染事件类型

2.1 工业、城市和农业污染事件

工业污染事件通常是由于工业生产过程中产生的废水未经处理或处理不当直接排放到水体中，或工业设备故障、操作失误等导致有毒有害物质泄露进入水体，从而对流域生态系统造成重大的影响。城市污染事件主要是生活污水、垃圾处理不当等引发的水体污染。农业污染事件主要是指农业生产过程中使用的农药、化肥，以及养殖业产生的废弃物，通过径流、渗漏等方式进入流域水体，从而引发突发性水污染情况。

2.2 污染物泄露事件

污染物泄露是流域突发水污染事件中的一种重要类型，通常由工业事故、运输事故或其他意外情况引起，这些事件不仅会对环境造成严重破坏，还可能对人类健康产生深远的影响 [2]。比如开封市饮用水污染事故，其原因就是部分乡镇

企业在饮用水源保护区内违规建厂，并在用水高峰期排放有毒有害污水，导致有害物质汇同暴雨冲入水体，污染了饮用水源。

3 流域突发水污染事件应急能力体系建设的重要性

3.1 提高应急响应速度和效率

随着我国城市化和工业化的迅速推进，环境问题与经济增长的冲突变得越来越明显，水资源保护面临着巨大的挑战。特别是对于流域突发的水污染事件，其具有情况复杂、发生突然和破坏力大的特性，这就对应急响应和处置能力提出较高的要求。建立高效的应急能力体系，就能确保在流域突发水污染事件出现时迅速启动应急预案，进行有效的指挥和协调，最大程度降低事件带来的不利影响。

3.2 减少环境污染和生态破坏

流域突发水污染事件往往会带来大量的有毒有害物质，当这些物质进入水体后，可能使水体指标发生剧烈变化，严重破坏水生态平衡，甚至蔓延到周边的土壤环境，引发其他环境污染。流域突发水污染事件应急能力体系的建设，就能通过监测系统及时发现污染情况，并在确定污染的类型、浓度、范围等信息以后，制定针对性的控制应对方案，从而有效减少对环境和生态的破坏 [3]。

3.3 维护社会稳定和公众安全

流域突发水污染事件具有很强的破坏力，可能导致水源地的水体受到严重污染，不仅影响居民饮用水安全，还会威胁社会和谐和稳定。流域突发水污染事件应急能力体系的建设，可极大保障公众的信心。尤其是在事件发生时，通过迅速启动应急处理流程，调配各方资源，严控事件发展态势。同时，采取相应的污染物清理、生态修复等措施，有效降低污染对公众健康的威胁和维护社会稳定。

4 流域突发水污染事件应急能力体系建设的措施探究

4.1 构建应急机制与预案体系

应急机制与预案是应急能力体系建设的基础性内容，做好这项工作，有助于提高应对突发水污染事件的能力和效率。涉及内容有：①健全应急响应制度和机制。流域突发水污染事件往往涉及到多个行政区域，在仔细梳理和明确流域各级管理机构应急工作流程、职能分工等内容以后，通过健全的应急响应制度和机制将这些内容展现出来，帮助流域各级管理机构清晰认识到自身肩负职责，并严格按照制度要求开展相关应急管理工作。②建立完善应急预案。紧密围绕应急响应、应急监测、应急处置等，编制流域层面和重点区域的应急预案。其中，应急响应是应对突发水污染事件的第一步，它涉及到如何快速有效地组织和调动资源来控制污染源和减轻污染所带来地影响，内容通常包括建立应急组织机构、制定应急预案、信息报告和通报、紧急措施等。应急监测是应急能力体系的关键组成部分，它涉及到对污染源、污染过程和污染影响的实时跟踪和评估，内容包括建立监测网络、数据收集分析和预警系统。应急处置是在监测到污染事件后，采取的一系列具体行动，内容包含污染源控制、污染治理、受影响区域管理等。通过构建的这些应急预案，为流域突发水污染事件应急管理和处理提供科学性的指导，以降低突发水污染事件带来的影响 [4]。

4.2 加强流域风险防控工作

风险防控是流域突发水污染事件应急能力体系建设至关重要的一环，可有效识别污染风险，提高应急响应效率。主要内容包括：①全面排查风险源。对流域内各类可能导致突发水污染事件的源头进行细致排查，重点应放在工业污染源、农业污染源和生活污染源方面。②建立风险源信息库。通过将调查得到各类风险源信息进行整合，构建涉流域突发水污染事件潜在风险源信息库。在信息库中，应包含风险源的位置、所属行业、风险类型、可能的污染排放规模、周边环境敏感目标等详细信息。这样有助于在突发流域水污染事件时，快速定位风险源及其相关信息，为应急决策提供依据。③环境风险评估。从多个维度设定评估指标，如污染物质的毒性、迁移性、持久性等。根据评估结果，对风险源进行风险等级划分，并对不同风险等级的风险源制定不同的监管防护方案及措施。

4.3 建立应急监测网络体系

构建以流域为中心的应急监测网络体系，才能及时发现潜在突发水污染事件隐患，增强流域对突发水污染事件的应急处置能力。可采取措施有：①合理布局监测站点。根据流域的地理特征、水系分布、污染源分布等情况，合理规划监测站点的位置。实际操作应在流域内的主要河流干支流交汇处、重要饮用水源地、化工企业集中区附近等重要位置设置监测网点，确保能够全面、及时地掌握水污染状况，以便于在突发水污染事件发生时能够迅速获取污染信息。②整合多种监测技术手段。利用水质自动监测站对水温、pH 值、溶解氧等常规水质指标进行实时、连续的在线监测，在快速发展水质异常情况的基础上，及时发出预警。通过人工监测方式，对特定的污染物进行针对性的检测，比如在怀疑有重金属污染时，借助人工采样送实验室精确分析方式，对污染的具体种类、浓度等情况进行明确。甚至，对大面积的流域水体，还可运用先进的遥感监测技术，快速获取水体的宏观信息，从而初步判断是否存在污染及污染的大致范围，为后续详细监测和应急处置提供方向。③建立监测信息网络中心。有效利用信息技术对流域应急监测中心进行建立，在增进流域内不同地区、不同部门之间的沟通联系基础上，使各监测站点获取的信息数据能够及时、准确的汇集到一起，以便及时进行分析和决策，提升突发水污染事件应急能力。

4.4 重视应急决策能力建设

只有加强应急决策能力建设，才能切实提高实际突

发水污染事件的应急处置效率与质量。实际建设可从以下几方面展开：①数据分析技术的应用。有效利用大数据分析、数据挖掘等技术，对收集到的海量信息进行深度分析，挖掘潜在的规律和趋势。比如通过分析流域历史水污染事件数据和相关环境因素数据，预测可能发生的突发水污染事件的地点、规模和影响范围。甚至，还能借助可视化技术将分析结果直观地展现出来，为应急决策提供清晰的信息支持。②决策模型构建与应用。通过建立适合流域突发水污染事件的决策模型，如污染扩散模型、应急资源调配模型等，为应急决策提供科学依据。比如利用数值预测模型，对利于污染团行进和水质情况进行预测分析，并根据显示情况不断优化决策模型，确定应急处置措施、资源调配方案等[5]。③提供决策辅助支持。这方面内容集中体现在专家知识库建设和应急决策模拟演练系统上面。对于专家知识库，可构建由水利、环境、化学、生态等多领域专家组成的专家团队，知识库中包含各类突发水污染事件的应对案例、专家经验、技术方法等内容，提高决策的科学性和合理性。开发应急决策模拟演练系统，就能通过模拟不同情景下的流域突发水污染事件，让决策者更加熟悉应急决策的流程和检验决策模型与制定应急预案的有效性，进一步提高实际应急事件中的决策能力。

4.5 提升流域应急保障能力

流域应急保障能力直接关系到流域突发水污染事件的响应速度和处置效果，需要对其引起高度重视。实际操作应做好以下工作：①加强应急物资准备。按照流域环境风险识别与空间分布情况、综合环境风险等级水平、地理与气象、交通条件等因素，规划重点流域环境应急物资储备的布局、结构、类别、规模等，开展以“完善政府储备、企业代储、第三方服务支持”等形式进行流域环境应急物资完善工作，优化物资储备布点与调配使用。在配备齐全应急监测、处置、防护等物资的基础上，根据制定的《应急物资储备管理办法》，分类建立明细账目，做好各类应急物资的出入台账登记，确保应急物资底数清、情况明。同时，将应急物资进行分区分类储存管理，并张贴指示牌，确保应急物资找得到和调得出。另外，定期对储备物资进行清点、检查、保养和更新，保证储备物资的实际使用性能。②开展跨区域和跨部门协作。通过建立的联防联控协议与制度，明确各方在流域突发水污染事件中的责任、协作方式等，并依托建立的上下游跨地区流域水污染信息通报制度，便于各方及时组织开展辖区内水生态环境监测，跟踪核实情况。在跨地区流域突发水污染事件发生时，及时共享数据信息，便于各方全面了解事件情况和共同制定应急处置方案，最大程度降低水污染事件造成的损害。③定期进行推演演练。首先，开展桌面推演演练，这种方式可以在不实际操作的情况下，模拟突发水污染事件的应急响应过程，在帮助相关部门及人员熟悉应急流程的基础上，及时发现应急预案中存在的不足，并对其进行审查和更新，确保在实际突发水污染事件时能够迅速、有效地进行应急处置。其次，开展实际应急响应演练。根据流域不同河流的具体情况和可能发生的突发水污染事件，对制定的响应环境应急预案进行实践演练，确保在实际突发水污染事件中能迅速有效地采取措施，极大提高应急预案的针对性、实用性和有效性。④深化流域“南阳实践”应用。通过开展探索重点流域“南阳实践”深化应用的落地方式和途径”试点项目，科学谋划和布控流域上下游识别的水库、坑塘、闸坝、引水式电站和桥梁等不同类别的环境应急空间与设施的，实践检验重点环境应急空间设施的实用性与可操作性，推进流域实施上下游“精细化布控”管理，提升流域突发环境污染事件应急准备和响应能力。

5 结语

在对流域突发水污染事件应急能力体系构建时，应对机构设置、应急协作、风险防控、信息化建设等内容进行全面综合的考虑，并通过健全应急响应制度、制定完善应急预案、建立监测信息网络中心、决策模型构建与应用、定期进行推演演练等，全面提升流域突发水污染事件的响应速度和处置能力。下一步还要以现有信息通报与沟通协作机制为基础，有效利用现代化技术和手段，对流域污染源监测分析、应急预案制定等进行优化，进而形成更为科学有效的流域突发水污染事件应急能力体系，赋能流域污染防控和环境管理。

参考文献

[1] 刘冰.辽河流域铁岭段水环境突发事件应急处置对策研究[J].环境保护与循环经济,2024,44(09):56-58.

[2] 阳菲菲.流域水污染事件环境应急防控与处置研究[J].皮革制作与环保科技,2024,5(10):145-147.

[3] 刘心浩.银川市重点入黄排水沟突发水污染事件应急防控探究[J].中国资源综合利用,2024,42(03):183-185.

[4] 王贞珍,宋瑞鹏,韦诗佳.流域突发水污染事件研究及应急体系建设[J].河南水利与南水北调,2023,52(11):12-13.

[5] 杜超,李环,戴欣,骆素娜,郭洪涛.流域突发水污染事件应急能力建设的思考[J].东北水利水电,2019,37(01):41-42.