

生态环境监测工作的安全风险识别 及安全管理策略探究

袁嘉欣

东莞市水务监测中心，广东 东莞 523000

DOI:10.61369/EAE.2025040017

摘 要： 本文对生态环境监测工作面临的安全风险进行了系统性分析，明确工业污染暴露、极端天气作业及实验室生物污染三类核心风险。从企业排放数据比对、气象预警联动分析、样本检测溯源追踪三方面，论述了安全风险识别方式，通过大数据挖掘、机器学习算法与多源数据交叉验证，精准定位风险源。针对识别出的风险，提出“技术+制度”双轮驱动的重点企业实时监控、“预防-应对-恢复”全周期恶劣天气应急响应，以及物理隔离与流程管控结合的实验室封闭化管理策略。旨在借助该体系可有效提升风险预判能力与应急处置效率，降低监测工作安全隐患，为生态环境监测安全管理提供了科学、可行的解决方案。

关 键 词： 生态环境监测；安全；实时监控；应急响应；封闭化管理

Exploration of Safety Risk Identification and Safety Management Strategies in Ecological Environment Monitoring Work

Yuan Jiaxin

Dongguan Water Affairs Monitoring Center, Dongguan, Guangdong 523000

Abstract： This paper conducts a systematic analysis of the safety risks faced by ecological and environmental monitoring work, clearly identifying three core risks: industrial pollution exposure, extreme weather operations, and laboratory biological contamination. This paper discusses the methods of safety risk identification from three aspects: enterprise emission data comparison, meteorological warning linkage analysis, and sample detection traceability tracking. Through big data mining, machine learning algorithms, and cross-verification of multi-source data, the risk sources are accurately located. For the identified risks, a dual-wheel drive strategy of "technology + system" for real-time monitoring of key enterprises, a full-cycle emergency response to adverse weather conditions of "prevention - response - recovery", and a closed management strategy for laboratories that combines physical isolation with process control are proposed. The aim is to effectively enhance the ability to predict risks and the efficiency of emergency response through this system, reduce potential safety hazards in monitoring work, and provide a scientific and feasible solution for the safety management of ecological environment monitoring.

Keywords： ecological environment monitoring; safety; real-time monitoring; emergency response; closed management

引言

生态环境监测工作是以科学方法与技术手段，对大气、水体、土壤、生物等生态环境要素的质量状况、变化趋势及污染情况进行长期、连续、系统的测定、观察与分析，通过采集样本、获取数据，掌握生态环境本底及动态变化，为环境管理、污染防治、生态保护和政策制定提供科学依据。随着全球生态环境保护工作的深入推进，生态环境监测作为环境治理的重要基础，其工作安全性直接关系到数据准确性与监测人员生命健康。在工业污染复杂化、极端天气频发及监测技术不断革新的背景下，监测工作面临的安全风险呈现多样化特征。工业污染源的隐蔽性排放、野外作业的恶劣环境条件，以及实验室生物样本的潜在危害，均对监测工作的安全性提出严峻挑战。如何构建科学有效的风险识别与管理体制，成为保障生态环境监测工作持续、稳定开展的关键。本文深入探究监测工作的安全风险，全面完善风险识别机制与管理策略，对提升环境监测质量、推动生态文明建设具有重要现实意义。

一、生态环境监测工作的安全风险

（一）工业污染暴露风险

工业生产过程中的废气、废水与固体废弃物，不仅包含传统污染物，还涉及新型有机污染物与难降解物质。在废气监测环节，监测人员需近距离接触化工企业排放的挥发性有机化合物（VOCs）、氮氧化物等，这些污染物通过呼吸道进入人体，长期低剂量暴露可能导致慢性呼吸道疾病，甚至引发基因突变；部分突发性泄漏事件中，硫化氢、氯气等剧毒气体更会直接威胁生命安全。废水采样面临的风险同样严峻，重金属、酸碱腐蚀物及未知毒性物质可能通过皮肤接触或误触溅洒造成急性中毒^[1]。土壤采样过程中，污染物在土壤中的迁移转化特性增加了风险不确定性，监测人员不仅要应对表层污染物，还可能因深层采样遭遇隐藏的污染团块。加之部分企业存在排污数据造假、间歇性偷排等行为，使监测人员难以预判污染物浓度峰值，防护难度提升。

（二）极端天气作业风险

在高温、暴雨、暴雪、强风等恶劣条件下，监测人员需保障数据采集的连续性与准确性，但极端气象条件却严重威胁人员安全与设备稳定。高温酷暑时，户外监测作业易引发中暑、热射病等热应激疾病，高温加速设备老化，导致监测数据失真；暴雨洪涝期间，涉水采样人员可能遭遇水流冲击、溺水，以及被污染水体中的病菌感染风险，且洪水可能冲毁监测站点，造成数据中断^[2]。在暴雪与强风天气下，山区、荒漠等偏远监测区域的道路积雪结冰、通讯中断，不仅增加了设备维护的难度，还可能因救援受阻导致监测人员陷入危险境地。极端天气还会引发次生环境灾害，如强降雨引发的山体滑坡可能掩埋采样点，大风导致危化品泄漏，进一步扩大风险范围。

（三）实验室生物污染风险

环境样本中可能携带各类致病性微生物、有害藻类毒素及转基因生物，实验室操作稍有不慎，便会引发污染事故。在样本处理环节，样本离心、震荡产生的生物气溶胶，或移液、分装时的样本溅洒，都可能使病原体扩散至空气中，被实验人员吸入。部分环境样本中隐藏的未知病原体，由于缺乏相应的防护经验与检测手段，更易造成实验室感染。基因编辑技术在环境监测中的应用，虽然提升了污染物检测效率，但也带来了转基因生物逃逸的潜在风险^[3]。一旦转基因生物从实验室泄漏，可能对生态系统造成不可预估的影响。实验室生物安全设备老化、防护用品使用不当、人员操作不规范等安全管理漏洞，进一步加剧了生物污染风险。生物样本的储存、运输环节若未严格遵循规范，也可能导致样本泄漏或交叉污染，形成安全隐患。

二、生态环境监测工作的安全风险识别方式

（一）企业排放数据比对

通过在线监测设备对企业废气、废水排放口进行实时数据采集，同步收集企业申报的排污许可证核定数据、生产台账及物料平衡信息，形成多源数据集合。利用数据挖掘算法对排放浓度、

排放总量、污染因子组合等指标进行交叉分析，识别数据异常波动：如某时段废水排放总量突增但生产负荷未同步提升，或废气中特征污染物浓度与原料使用量存在矛盾，这些数据偏差往往暗示潜在的偷排、超量排放风险^[4]。将企业数据纳入区域污染源数据库，与周边环境监测站点数据进行空间关联性分析，若企业排放数据与区域大气、水体质量变化趋势不符，则需启动现场核查。这种“数据预警+空间验证”的比对模式，有效解决了企业排污行为隐蔽性强、监测监管滞后的问题，实现对工业污染风险的精准定位。

（二）气象预警联动分析

建立气象数据与环境监测数据的实时交互平台，整合气象部门的温度、湿度、风速、降水等预报信息，以及环境监测站的大气质量、水质、土壤墒情等数据。通过机器学习模型分析历史气象条件与环境事件的关联，包括强降雨后河流氨氮浓度的响应规律、静稳天气下大气污染物的累积模式，形成不同气象条件下的环境风险预测模型。当气象部门发布极端天气预警时，系统自动触发环境风险评估程序，根据预测气象参数计算污染物扩散路径、水体污染物迁移速度等关键指标^[5]。在台风预警期间，系统可模拟沿海化工园区危化品储罐受强风暴雨冲击后的泄漏风险，以及污染物随径流扩散的范围，提前向监测部门和应急管理机构推送风险等级与防控建议。这种气象-环境联动分析机制，将被动监测转变为主动防控，提升极端天气下环境风险的应对能力。

（三）样本检测溯源追踪

在样本采集环节，通过区块链技术为每个样本生成唯一电子标签，记录采样时间、地点、人员、环境条件等信息，确保样本真实性与可追溯性。进入实验室后，样本检测数据需与采样原始记录、运输过程温湿度监控数据进行交叉核验，排除运输损耗或保存不当导致的检测偏差。当检测出污染物超标时，利用化学指纹图谱技术分析污染物的化学组成、同位素特征，结合区域污染源数据库，识别污染物的可能来源。通过比对土壤样本中重金属元素的赋存形态与周边企业的工艺排放特征，缩小污染溯源范围^[6]。建立样本复检与专家会商机制，对异常检测结果进行二次验证，避免因仪器误差或操作失误造成误判。这种“全流程留痕+特征分析”的溯源模式，不仅能精准定位污染源头，还可通过追溯样本流转过程中的薄弱环节，优化监测流程，降低实验室生物污染等内部风险。

三、生态环境监测工作的安全管理策略

（一）重点企业实时监控

构建“技术+制度”双轮驱动的立体化监管模式，依托物联网与5G通信技术，在化工、钢铁、火电等高污染企业的排污口、生产设施关键点部署智能监测终端，实现对废气、废水排放的流量、浓度、温度、pH值等参数的秒级数据采集。这些数据通过专用通信网络实时传输至环境监测大数据平台，平台利用机器学习算法对数据进行动态分析，不仅能自动识别超标排放、数据造假等异常行为，还可基于企业生产工艺模型预测污染物排放趋

势^[7]。通过解析企业生产负荷与排污量的关联曲线，提前预判因设备检修、工艺调整可能引发的排放波动。建立“红黄牌”预警机制，对数据异常企业分级响应：黄牌预警触发企业自查与环保部门远程核查，红牌预警则直接启动现场执法，实现风险的快速处置。强化企业主体责任，要求重点企业定期提交污染治理设施运行台账、在线监测设备校准记录等资料，并将企业环境信用评价与实时监控数据挂钩，对违规企业实施联合惩戒。通过这种技术赋能与制度约束相结合的方式，有效提升重点污染源监管的时效性与精准性。

（二）恶劣天气应急响应

建立“预防－应对－恢复”全周期管理机制，在预防阶段，气象部门与生态环境监测机构需深化数据共享与业务协同，构建基于数值天气预报的环境风险预警模型。将台风路径预测数据与沿海石化园区的风险评估模型相结合，提前模拟极端风力、强降雨可能引发的危化品泄漏风险，并生成详细的风险地图。完善监测设备防护体系，对野外监测站点的仪器加装防风、防雨、防雷装置，采用太阳能与备用电源相结合的供电系统，确保极端天气下设备持续运行。进入应急响应阶段，启动“分级响应－动态调度”机制：当发布黄色预警时，监测人员做好设备加固、数据备份等准备工作；橙色预警时，减少非必要的野外作业，增加自动监测设备的运行频次；红色预警则全面暂停户外监测活动，通过无人机、无人船等智能化装备替代人工采样^[8]。建立应急物资储备库，配备便携式应急监测设备、救生装备、通讯器材等物资，并定期组织应急演练，确保监测队伍在极端条件下能迅速响应。在灾后恢复阶段，第一时间开展设备巡检与数据校准，对受影响的监测数据进行质量评估与修正，保障数据的连续性与可靠性。

（三）实验室封闭化管理

在物理层面，采用负压实验室设计，设置缓冲间、更衣区、洗消区等功能分区，通过气流组织控制确保实验室空气单向流

动，防止生物气溶胶、化学污染物外泄。安装智能门禁系统，对实验室人员、样本、试剂的出入进行权限管理与记录追溯。在流程管控上，建立样本全生命周期管理体系，从采样、运输到检测、处置各环节均实施严格的标准化操作。样本接收时需双人核对电子标签信息与实物一致性，检测过程采用盲样测试、平行样分析等质量控制手段，确保数据可靠^[9]。针对生物样本，设置专用生物安全柜与低温储存设备，严格执行《病原微生物实验室生物安全管理条例》，对高致病性样本实行双人双锁管理。在人员管理方面，定期开展生物安全、化学防护等专项培训，考核合格后方可上岗操作，并建立个人健康档案，对接触病原体、有毒化学品的人员进行定期健康检查^[10]。引入物联网技术对实验室温湿度、有害气体浓度等环境参数以及设备运行状态进行实时监测，一旦出现异常，立即触发声光报警与应急处置程序，最大限度降低实验室内部安全风险。

四、结束语

通过上述对生态环境监测工作安全风险、识别方式及管理策略的研究，形成了完整的安全防控体系。在风险识别层面，多源数据融合与智能分析技术的应用，实现了对工业污染、极端天气及实验室风险的精准预判；在管理策略方面，立体化监管、全周期应急响应与封闭化管理模式的实施，提升了风险应对能力。实践证明，该体系能够有效降低监测工作中的安全隐患，保障数据采集的准确性与可靠性，强化了企业环保责任与监测机构的风险防控能力，为生态环境监测工作的规范化、安全化发展提供了坚实保障。

参考文献

- [1] 田竟, 滕萍. 生态环境监测工作的安全风险识别及安全管理措施 [J]. 清洗世界, 2025, 41(3): 187–189.
- [2] 黄谷威. 生态环境监测实验室安全管理现存问题与风险防控 [J]. 造纸装备及材料, 2024, 53(2): 142–144.
- [3] 黄文颖, 林尤潮, 田斌. 生态环境监测实验室安全管理现状分析与风险防控 [J]. 科海故事博览, 2023(21): 88–90.
- [4] 梁昊, 李荣斌, 张兆祥, 等. 基于等保2.0下的生态环境监测数据中心机房网络安全防护实践 [J]. 网络安全技术与应用, 2024(3): 113–116.
- [5] 王楠, 刘显, 吴欢, 等. 生态环境监测机构监测过程风险及控制措施浅析 [J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4(12): 32–34.
- [6] 叶锴, 徐益强. 浅议总体国家安全观下的驻市生态环境监测网络安全管理 [J]. 环境监控与预警, 2023, 15(6): 105–108.
- [7] 陈雪, 荆降龙, 李国傲. 生态环境监测实验室信息管理系统的开发与应用 [J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(4): 280–283.
- [8] 深圳市大疆创新科技有限公司. 守护绿水青山, 无人机为生态环境监测插上科学之翼 [J]. 世界环境, 2024(5): 76–77.
- [9] 胡靖央, 袁林, 陈燕, 等. 基于PSR模型的滴水湖及其引水河道生态安全评价 [J]. 海洋湖沼通报, 2023, 45(6): 133–141.
- [10] 曹静, 孙育玉, 张梦华, 等. 印染行业排放物对周边生态环境影响的监测与评估 [J]. 印染助剂, 2024, 41(4): 1–4, 10.