基层生态环境突发污染应急监测技术应用研究

赵晓惠

山西省晋城生态环境监测中心　山西　晋城　048000

摘　要：为解决基层生态环境突发污染应急监测能力薄弱问题，本文界定基层应急监测核心概念与技术体系，调研基层技术装备、实操应用及人员能力现状。梳理出技术适配性不足、应用不规范、智能化落地滞后、技术衔接不畅等核心问题，剖析制度、经费、人员等深层成因。从技术体系优化、流程规范、人才保障、数字化建设四方面提出优化策略，旨在提升基层突发污染应急监测的科学性与实战效能。

关键词：基层生态环境；突发污染；应急监测技术；应用

引言：基层是生态环境突发污染处置的前沿阵地，突发污染事件具有突发性、分散性、敏感度高等特点，对应急监测的快速性、精准性提出严苛要求。当前基层受经费、人员、设备等条件限制，应急监测技术应用存在诸多短板，难以完全适配基层污染处置实战需求。基于此，本文聚焦基层场景，系统研究应急监测技术应用现状与问题，针对性提出优化路径，为完善基层生态环境应急监测体系提供实践参考。

1 相关概念与核心技术理论基础

1.1 相关核心概念界定

（1）基层生态环境突发污染事件：指乡镇、区县层级因人为或自然因素导致的大气、水体、土壤、固废等介质中污染物突发性释放或超标的事件。核心特征：污染源分散隐蔽，时间地点高度突发，排放量较小但环境敏感度高，基层初期处置紧急性与资源局限性突出。（2）生态环境应急监测：依据 HJ589—2021，定义为突发污染事件后对污染物种类、浓度、扩散范围及变化趋势的全过程监测。内涵覆盖事前风险预判与能力储备、事中动态跟踪监测、事后效果评估与总结复盘，为应急处置决策提供科学依据。（3）基层应急监测技术：特指适配基层有限设备条件、人员能力及复杂现场场景的监测手段，核心特征为轻量化、快速化、便携化，能在缺少大型实验室支撑下完成污染物现场定性筛查与半定量测定。

1.2 应急监测工作原则与流程

（1）核心工作原则：遵循快速响应、精准研判、安全规范、全程溯源、质量可控五项原则，确保基层应急监测在时限紧迫条件下兼顾效率与数据可靠性。（2）标准化工作流程：完整流程涵盖事件接报、现场踏勘、方案编制、点位布设、样品采集、检测分析、数据报送、跟踪复盘八个环节，形成闭环管理。（3）基层流程适配要点：针对基层人员少、装备简、响应快的特点，应合并方案编制与踏勘步骤，精简重复采样环节，优先采用现场快检获取关键数据，建立“快检初筛 + 实验室复核”分级流程，同时保留核心质控与数据溯源要求[1]。

1.3 基层突发污染应急监测核心技术类型

（1）现场快速筛查技术：包括便携式检测仪直读、试纸比色管快速筛查等手段，实现污染物现场定性判别与半定量分析，是基层应急的首道防线。（2）实验室精准复核技术：采用常规理化方法或色谱-质谱联用等标准方法，对现场初筛结果进行精准定量确认，为事件定级和处置评估提供可靠数据。（3）智能化辅助监测技术：涵盖无人机遥感监测、在线应急终端实时回传及数据智能研判溯源技术，弥补基层力量不足，提升空间覆盖与研判能力。（4）应急监测质控技术：包括现场空白样与平行样采集、标准物质核查、数据逻辑审核与异常值修正，保障基层监测数据准确可靠。

2 基层生态环境突发污染应急监测技术应用现状及问题

2.1 基层应急监测技术应用现状调研

（1）调研方案设计：选取县域及乡镇层级有代表性的基层生态环境监测站点，覆盖不同经济水平和污染类型区域。聚焦技术装备、实操应用及人员能力三方面，采用问卷调查、实地走访与数据报表分析结合，统一指标口径采集数据，确保结果代表性与可比性。（2）硬件技术应用现状：基层站点普遍配备便携式多参数水质分析仪、手持式气体检测仪等基础快检设备，但智能化在线监测终端和无人机等先进设备覆盖率偏低，城区站

点优于偏远乡镇。设备运维依赖厂商定期校准，更新周期受经费制约，部分老旧设备检测精度显著衰减。（3）技术实操应用现状：便携式快检技术在水体和大气突发污染事件中使用频次最高，土壤事件中现场筛查技术使用较少。快检技术在污染初筛和范围判定中效果较好，但低浓度样品定量分析准确性不足，实验室复核依赖度高。（4）人员技术适配现状：基层人员对常规便携设备操作较熟练，但复杂污染场景的技术选型和方案编制能力偏弱。常态化培训频次不足，实操演练多停留于演示层面，与真实应急场景差距较大。

2.2 应急监测技术应用存在的核心问题

（1）技术适配性不足：部分高端监测设备操作界面复杂、维护成本高，难以在基层简洁高效的处置场景中推广；而简易快检技术在灵敏度和抗干扰能力方面存在短板，现场筛查结果与实验室复核数据偏差较大。（2）技术应用不规范：基层应急监测中点位布设缺乏科学论证，采样点代表性不足；样品采集、保存和运输环节未严格遵循技术规范，现场质控措施缺失，数据报送格式不统一，严重影响监测数据的可用性。（3）智能化技术落地滞后：无人机遥感监测、在线应急终端和基于大数据分析的智能溯源技术，受制于设备成本、操作门槛和维护保障等因素，在基层普及率较低，技术应用多停留在个别试点场景，未能形成规模化实战能力。（4）技术衔接性较差：现场快速监测与实验室精准复核之间缺乏标准化衔接机制，快检数据无法直接导入实验室信息管理系统，监测成果难以实现全链条共享复用，削弱了应急监测的整体效能[2]。

2.3 问题成因分析

（1）硬件保障层面：基层财政投入有限，监测设备采购经费短缺，装备更新主要依靠上级专项资金支持，导致先进技术设备配备率低，老旧设备超期服役、精度衰减问题突出。（2）人员能力层面：基层监测机构普遍存在人员编制紧缺、专业技术人员占比低的问题，系统化技术培训和应急演练频次不足，实操能力难以匹配应急监测技术发展的实际要求。（3）制度管理层面：基层应急监测技术应用操作细则不健全，质控管理体系建设滞后，技术考核标准和落地监督机制缺失，导致规范执行缺乏刚性约束。（4）技术适配层面：现有应急监测技术研发多面向大型复杂污染事件，针对基层高频率、小规模、分散性污染特点的专项轻量化技术供给不足，技术成果与基层实际需求之间存在结构性错位。

3 基层生态环境突发污染应急监测技术优化应用策略

3.1 分层适配优化监测技术体系

（1）普及轻量化快速监测技术：聚焦基层使用场景，重点推广便携式 pH 计、溶解氧测定仪、COD 快速测定仪、手持式 VOCs 检测仪及快速测试管等设备，其具备操作友好、无需复杂前处理、单次成本低廉等优势。将操作简化为“开机—校准—测试—读数”四步标准动作，降低对人员专业背景的依赖，使基层人员在常规巡查和突发应急的黄金响应时间内快速获取关键污染物浓度数据。（2）精准落地智能化监测技术：基于基层污染事件的空间分布与发生频率，制定差异化配置方案。在重点河流断面、饮用水源地、化工园区下风向等高风险区域，优先配备可快速部署的无人机多光谱遥感系统和移动式应急监测方舱；在一般区域，配备手持式 GPS 定位终端与便携式数据回传设备，形成“重点区域智能装备覆盖、一般区域基础装备保障”的分级智能监测格局[3]。（3）完善分层检测衔接技术：围绕“现场快检初筛—流动实验室复核—中心实验室确证”三级架构，建立层级间数据传递与互认机制。现场快检聚焦污染物种类识别与浓度数量级判定，流动实验室进行关键指标精确定量，中心实验室承担争议样品仲裁与标准方法比对。通过制定统一数据格式转换接口和误差允许范围标准，确保三层数据可比性与溯源完整性。

3.2 规范基层技术实操应用流程

（1）细化分类监测技术规范：针对水体、大气、土壤三类污染事件，分别编制口袋版操作手册。水体污染规范涵盖采样点布设原则（上游对照、污染源下游加密）、现场多参数水质分析仪校准频率与读数记录要求、样品保存与加标固定操作时限等核心节点；大气污染规范明确便携式检测仪在不同气象条件下的布点高度、采样时长与有效读数判定标准；土壤污染规范规定网格化采样间距、表层与剖面采样深度要求及现场筛查样品的代表性获取方法。（2）健全全流程质控技术标准：依据 HJ589—2021 规范要求，系统梳理采样、检测、数据记录、审核、报送五个环节的质控要点。采样环节明确现场空白样、运输空白样、平行样等质控样品的最低比例要求；检测环节规定标准物质核查的频率与接受标准；数据记录环节要求原始数据纸质与电子双备份；审核环节建立三级数据审核签字制度；报送环节统一数据表格模板与上报时限，形成环环相扣的质量控制闭环[4]。（3）建立技术复盘优化机制：每次应急响应结束后 5 个工作日内，由技术负责人召集复盘分析会，重点评估点位布设合理性、方法选择恰当性、数据报送时效性及质控措施落实率四项指标。对照标准流程识别偏

差项，分析偏差原因并提出改进措施，将改进要点纳入下一版本操作手册。建立应急监测案例库，实现问题与经验的累积传递。

3.3 强化技术应用人才与保障支撑

（1）搭建常态化技术培训体系：构建“年度系统培训 + 季度专项轮训 + 月度岗位练兵”三级培训架构。年度培训侧重基础理论与标准规范更新；季度轮训按水体、大气、土壤分类开展专项技术强化；月度练兵以模拟突发事件为场景开展全流程实操演练。每次培训后进行量化考核，考核结果与岗位资格挂钩。（2）组建基层应急技术骨干队伍：每个基层站点确定 2—3 名技术骨干实行专职化管理，承担应急监测方案编制与技术指导职责。建立县级技术骨干下沉乡镇驻点帮带机制，每季度驻点时间不少于 5 个工作日。实施跨区域轮岗交流计划，安排基层骨干到上一级监测机构跟班学习，每期不少于 2 周，通过实战锻炼加速能力提升。（3）完善硬件与经费保障：将基层应急监测设备采购、检定校准、维修保养等费用全额纳入县级财政年度预算，设立专项经费科目，严禁挤占挪用。建立设备全生命周期管理制度，实行一机一档，明确采购日期、校准周期、使用状况与报废条件。对使用年限超过规定期限或校准不合格的设备，及时启动更新采购程序，确保技术装备持续满足应急监测需要。

3.4 搭建基层应急监测技术数字化应用平台

（1）构建监测数据管理模块：开发基层专用的应急监测数据管理系统，设置事件登记、点位管理、原始数据录入、质控记录、报告生成等核心功能模块。支持检测数据一键导入与自动校验，实现从现场采集到最终报送的全链条数据电子化流转与可溯源存储，有效消除传统纸质记录导致的数据散落、遗失与检索困难。（2）增设技术方案智能匹配功能：基于大量历史案例与标准方法库，构建智能知识推荐引擎。基层人员录入污染类型（如“不明来源水体石油类污染”）、现场条件（如“流速较缓的村镇小河”）和可调用设备清单后，系统自动推荐最优监测方案，包括点位布设图、推荐检测方法与标准号、质控措施建议及数据报送模板，实现从“凭经验决策”到“凭数据辅助决策”的转变[5]。（3）建立技术资源共享机制：在市域或县域范围内建立应急监测资源“一张图”信息系统，动态展示各基层站点可共享的设备类型与数量、技术人员专业特长与在岗状态、车辆与无人机等可调度资源信息。突发事件发生时，系统根据事件位置与类型自动检索半径 50 公里范围内的可用资源并生成调配建议，支持跨站点快速协调联动，切实提升区域内应急监测体系的一体化响应能力。

结束语

本文系统分析基层生态环境突发污染应急监测技术的应用现状与现存问题，结合基层工作场景特点，构建了适配性更强的监测技术体系与实操规范。通过完善人才、经费与制度保障，搭建数字化共享平台，可有效破解基层应急监测痛点。未来可结合不同区域基层污染特征细化优化方案，持续提升基层生态环境突发污染应急处置的科学化、规范化水平。

参考文献

[1] 张昊, 宋志远, 王佳. 基层突发生态环境污染事件应急监测技术体系构建与应用 [J]. 中国环境监测,2024,40(04):118-125.

[2] 谭旭, 李勇哲, 欧阳辉. 基层生态环境应急监测体系效能提升与技术应用策略 [J]. 生态环境与保护,2025,8(01):45-51.

[3] 刘艳, 周凯. 突发污染事件中基层环境快速监测技术选型与应用研究 [J]. 环境工程技术学报,2023,13(02):210-216.

[4] 王瑞, 李洋. 县域基层突发环境事件应急监测能力短板与技术优化路径 [J]. 环境科学与技术,2023,46(07):236-241.

[5] 陈宇. 基层生态环境突发污染现场应急监测关键技术应用 [J]. 环境与发展,2025,37(03):112-115.