

土壤和地下水污染隐患排查和自行监测研究

孙镜雯¹ 王 官² 顾 巍¹ 王金锦¹

1. 浙江中通检测科技有限公司 浙江 宁波 315100

2. 浙江德睿环境科技有限公司 浙江 杭州 310000

摘 要：本文聚焦于土壤和地下水污染隐患排查与自行监测研究。通过对当前土壤和地下水污染现状分析，阐述隐患排查与自行监测的重要性。介绍了隐患排查所运用的多种技术手段，如遥感、现场调查等，以及自行监测在监测指标、点位布设、方法技术等方面的发展。研究发现，科学有效的隐患排查与自行监测能及时发现污染问题，为环境管理提供依据。未来，需加强技术创新与多技术融合，推动绿色低碳监测发展，以更好地保护土壤和地下水环境。

关键词：土壤污染；地下水污染；隐患排查；自行监测；污染防控

引言：土壤和地下水作为生态环境的重要组成部分，对人类生存与发展至关重要。随着工业化和城市化的快速推进，土壤和地下水污染问题日益凸显，给生态环境和人类健康带来严重威胁。在此背景下，开展土壤和地下水污染隐患排查与自行监测研究显得尤为迫切。隐患排查旨在识别潜在污染源和风险区域，而自行监测则能实时掌握土壤和地下水环境质量状况。本文旨在探讨土壤和地下水污染隐患排查与自行监测的技术方法与发展趋势，为环境保护和可持续发展提供科学依据。

1 土壤和地下水污染隐患排查的理论基础

土壤和地下水污染隐患排查的理论基础主要涵盖环境科学、生态学、水文地质学及环境工程学等多学科领域。环境科学中的污染物质迁移转化理论是核心，它解释了污染物如何在土壤和地下水中扩散、吸附、降解等过程，为隐患识别提供科学依据。生态学原理强调污染对生态系统结构和功能的影响，通过评估生物多样性、生态服务功能等指标，间接反映土壤和地下水污染状况。水文地质学则关注地下水流动规律及与土壤的相互作用，对于理解污染物在地下含水层中的迁移路径至关重要^[1]。环境工程学提供了污染防控与修复技术，如土壤淋洗、地下水抽出处理等，为隐患排查后的治理措施提供技术支持。综合这些理论基础，能够系统、全面地评估土壤和地下水污染风险，为环境保护决策提供科学依据。

2 土壤和地下水污染隐患排查技术方法

2.1 遥感与地理信息系统（GIS）应用

遥感技术，尤其是卫星遥感与航空遥感，为土壤和地下水污染隐患排查提供了宏观视角。通过多光谱、高光谱以及雷达等遥感数据，可以识别地表覆盖变化、土壤湿度异常、植被健康状况等间接反映污染的信息。例如，某些重金属污染会导致土壤反射率变化，在遥感图

像上表现为特定的光谱特征，从而被识别出来。地理信息系统（GIS）则作为数据处理与分析的核心平台，整合遥感数据、地形地貌、土地利用、水文地质等多源信息，构建污染风险评估模型。GIS的空间分析功能，如缓冲区分析、叠加分析等，能够帮助确定污染源可能影响的范围，评估污染扩散趋势，为现场调查提供精准的定位指导。GIS还支持三维建模，直观展示地下水位、含水层结构与污染物的空间关系，辅助决策制定。

2.2 现场调查与快速检测技术

现场调查是获取第一手资料的关键步骤，包括地质勘察、土壤采样、地下水监测井布设等。地质勘察旨在了解区域地质构造、岩性分布、断裂带位置等，这些信息对于判断污染物迁移路径和潜在污染源至关重要^[2]。土壤采样需遵循科学原则，确保样品的代表性和可比性，采样点应覆盖疑似污染区域及其周边环境。地下水监测井的布设需考虑水文地质条件，确保能够准确反映地下水水质变化。快速检测技术，如便携式X射线荧光光谱仪（XRF）、便携式气相色谱质谱仪（GC-MS）等，能够在现场迅速分析土壤和地下水中的重金属、有机污染物等，大大提高了排查效率。生物指示物如微生物群落结构、植物生理指标等也被用于现场快速评估土壤和地下水健康状况，为污染隐患的初步判断提供辅助依据。

2.3 历史资料与文献调研

历史资料与文献调研是污染隐患排查不可或缺的一环，它涉及对区域发展历史、工业布局、农业活动、废弃物处理方式等的全面回顾。通过查阅地方志、环境影响评价报告、污染事故记录、企业排污许可等文件，可以了解过去可能存在的污染源及其排放情况。分析历史水质监测数据、土壤污染调查报告等，能够识别出长期积累的污染问题或潜在风险点。文献调研则侧重于学

术研究,通过检索国内外相关领域的研究论文、技术报告,获取最新的污染识别技术、评估方法及治理经验。结合历史资料与文献调研,可以构建区域污染历史图谱,为当前污染隐患排查提供背景支持,帮助识别那些因时间久远而难以直接检测到的污染源或迁移路径。另外,这一过程还有助于评估污染对生态环境和人体健康的长期影响,为制定综合治理策略提供科学依据。

3 土壤和地下水自行监测技术体系

3.1 监测指标与标准

土壤和地下水自行监测的指标选择是技术体系构建的基础,直接关系到监测结果的准确性和环境管理的有效性。监测指标主要分为常规指标和特征污染物指标两大类。常规指标通常包括pH值、电导率、溶解氧、氧化还原电位等,这些指标能够反映土壤和地下水的基本理化性质,为评估环境质量提供基础数据。特征污染物指标则根据区域环境特征、污染源类型及历史污染情况确定,可能包括重金属(如铅、汞、镉、铬等)、有机污染物(如多环芳烃、农药残留、石油烃等)、营养盐(如氮、磷)等。监测标准的制定需依据国家及地方相关法律法规、环境质量标准和排放标准。对于特定行业或区域,还需参考行业排放标准或地方环境管理要求,确保监测指标和限值的科学性和适用性。随着科学研究的深入和环境管理需求的提升,监测标准应定期评估与更新,以反映最新的环境风险认知和管理目标。

3.2 监测点位布设原则

监测点位的合理布设是确保监测数据代表性和有效性的关键。布设原则主要包括以下几点:(1)代表性原则。监测点位应能代表所在区域土壤和地下水的环境质量状况,考虑地形地貌、地质条件、土地利用类型、污染源分布等因素,确保监测结果能够反映区域环境质量的整体特征;(2)系统性原则。监测网络应覆盖整个监测区域,形成完整的监测体系,便于空间分布特征分析和污染趋势预测。根据区域大小和复杂程度,可设置不同密度的监测点,形成网格化或梯度化监测布局;(3)连续性原则。监测点位应保持相对稳定,以便长期跟踪监测,分析土壤和地下水环境质量的变化趋势。对于因自然或人为因素需要调整的监测点,应做好记录并说明原因;(4)可达性原则。监测点位应便于采样和监测设备安装维护,考虑交通、安全等因素,确保监测工作的顺利进行;(5)风险导向原则。在已知或疑似污染区域、敏感目标(如饮用水源地、生态保护区)周边,应适当增加监测点位密度,加强对高风险区域的监控。

3.3 监测方法与技术

监测方法与技术的选择直接影响到监测数据的准确性和监测效率。土壤和地下水监测通常包括现场采样、实验室分析和数据处理三个环节。第一,现场采样技术。土壤采样需遵循相关技术规范,确保样品的代表性和完整性。根据监测目的和土壤类型,可选择钻孔取样、表层采样、深层采样等方法。地下水采样则需通过监测井进行,采样前需对监测井进行清洗,避免交叉污染。采样过程中,应记录采样时间、地点、深度、天气条件等信息,确保数据的可追溯性^[3]。第二,实验室分析技术。实验室分析是获取准确监测数据的关键。根据监测指标的不同,可采用原子吸收光谱法、气相色谱-质谱联用法、离子色谱法等多种分析技术。随着科技的进步,快速检测技术(如便携式X射线荧光光谱仪、生物传感器等)在现场初步筛查中的应用也越来越广泛,提高了监测效率。第三,数据处理与评估。监测数据需经过严格的质量控制和审核,确保数据的准确性和可靠性。利用统计学方法和地理信息系统(GIS)技术,对监测数据进行空间分布特征分析、污染趋势预测和风险评估,为环境管理决策提供科学依据。建立监测数据库,实现数据的长期保存和共享,促进环境信息的透明化。

4 土壤和地下水污染隐患排查与监测案例分析

在某化工园区周边区域,曾因长期工业生产活动引发土壤和地下水污染隐患,为保障区域生态环境与居民健康,相关部门开展了全面的污染隐患排查与监测工作。在隐患排查阶段,综合运用遥感与地理信息系统(GIS)技术,对园区及周边土地利用类型、历史污染事件、地下水流向等基础信息进行整合分析,初步圈定了高风险区域。随后,通过现场调查与快速检测技术,对高风险区域的土壤和地下水进行实地采样,利用便携式X射线荧光光谱仪等设备快速筛查重金属及部分有机污染物含量,发现部分区域存在异常。同时结合历史资料与文献调研,梳理出园区内历史上的主要污染源及其迁移路径,进一步验证了高风险区域的合理性。进入监测阶段,依据前期排查结果,科学布设了监测点位,覆盖了已知污染源、潜在污染迁移路径及敏感目标区域。监测指标严格遵循国家及地方相关标准,包括重金属、有机污染物、营养盐等关键指标。采用先进的实验室分析技术,对采集的样品进行精确测定,确保数据准确性。通过长期连续监测,不仅掌握土壤和地下水环境质量的动态变化,还成功识别出污染物的扩散趋势,为后续的环境修复与风险防控提供了坚实的数据支撑。该案例充分展示了土壤和地下水污染隐患排查与监测技术体系的有效性和实用性。

5 土壤和地下水污染隐患排查与监测技术发展趋势

5.1 智能化与自动化技术

随着人工智能、物联网、大数据等技术的飞速发展,土壤和地下水污染隐患排查与监测领域正迎来智能化与自动化的变革。智能化技术通过集成传感器网络、无人机、机器人等设备,实现对污染区域的实时、动态监测,大幅提升数据采集的效率和精度。自动化采样与分析系统的应用,减少人为干预,降低误差,确保监测结果的可靠性。基于机器学习算法的数据分析模型,能够自动识别污染模式,预测污染趋势,为环境管理决策提供智能支持。未来,智能化与自动化技术将进一步融合,形成更加高效、精准的污染监测与预警体系,实现污染隐患的早发现、早预警、早处置。

5.2 多技术融合与集成

面对土壤和地下水污染问题的复杂性和多样性,单一监测技术往往难以满足全面、深入的需求。因此多技术融合与集成成为当前及未来监测技术发展的重要趋势。这包括遥感技术、地理信息系统(GIS)、地球物理勘探、生物监测等多种技术的有机结合,通过优势互补,实现对污染源、污染范围、污染程度及迁移路径的全方位、多层次监测。多技术融合不仅提高监测的准确性和全面性,还促进不同学科之间的交叉融合,推动环境监测技术的创新发展。

5.3 绿色与低碳技术

在全球气候变化和可持续发展的大背景下,绿色与低碳技术成为土壤和地下水污染隐患排查与监测领域的重要发展方向。绿色技术强调在监测过程中减少对环境的影响,如采用低能耗、无污染的监测设备,推广生物降解材料等,确保监测活动本身不会成为新的污染源^[4]。低碳技术则侧重于降低监测过程中的碳排放,通过优化监

测方案、提高能源利用效率、发展可再生能源应用等方式,减少监测活动对气候变化的贡献。绿色与低碳技术的推广,不仅符合环境保护的内在要求,也是实现环境监测行业可持续发展的必然选择。随着技术的不断进步和环保意识的增强,绿色与低碳技术将在土壤和地下水污染监测中发挥越来越重要的作用。

结束语

土壤和地下水污染隐患排查与自行监测是保障生态环境安全的重要举措。通过本文的研究,深入了解了当前隐患排查与自行监测的技术现状和发展趋势。未来,应进一步加强技术创新,推动智能化、自动化、多技术融合以及绿色低碳监测技术的发展,提高监测的准确性和效率。同时加强政策引导和监管力度,确保隐患排查与自行监测工作的有效实施。只有这样,才能更好地保护土壤和地下水环境,实现经济社会的可持续发展。

参考文献

- [1]高碧声.土壤和地下水污染隐患排查和自行监测研究[J].资源节约与环保,2023(2):56-59.DOI:10.3969/j.issn.1673-2251.2023.02.015.
- [2]杨亚政,郑秋英,徐宣伟,等.化工企业土壤污染隐患排查典型问题初探[J].山东化工.2023,52(24).DOI:10.3969/j.issn.1008-021X.2023.24.072.
- [3]唐倩,张雁然.在产企业土壤及地下水污染防治存在的困难及对策[J].中国资源综合利用.2024,42(9).DOI:10.3969/j.issn.1008-9500.2024.09.042.
- [4]陆露璐,刘芳,田弘.化工企业土壤和地下水污染隐患排查及自行监测研究与启示[J].皮革制作与环保科技,2023,4(6):176-179.DOI:10.20025/j.cnki.CN10-1679.2023-06-60.