

工业污染地块土壤与地下水协同调查方法优化研究

杨功兵

天津市丹晟环安科技有限公司 天津 300457

摘要: 工业生产活动使土壤与地下水污染严重,协同调查至关重要。当前协同调查存在流程缺乏系统性、采样不精准、数据整合分析能力不足等问题。本文提出优化策略,包括构建系统化调查流程、采用精准采样技术、提升数据整合与分析水平。同时,阐述高密度电法在协同调查中的原理与优势,探讨其与其他调查方法的联合应用,指出应用注意事项与改进方向,为工业污染地块土壤与地下水协同调查提供科学指导。

关键词: 工业污染地块;土壤-地下水协同调查;高密度电法

引言:工业污染地块土壤与地下水污染问题日益凸显,化工、冶金等行业产生的污染物经渗透、泄漏等进入环境,危害生态与人体健康,影响土地再利用和城市可持续发展。土壤与地下水相互关联,单独调查难全面掌握污染状况,协同调查能综合考虑二者特征,揭示污染物迁移转化规律,为修复和风险管理提供科学依据。然而现有协同调查方法存在诸多不足,因此研究其优化策略十分必要且紧迫。

1 工业污染地块土壤与地下水污染现状及协同调查的重要性

1.1 工业污染地块土壤与地下水污染现状

工业生产活动是土壤与地下水污染的主要来源之一。在化工、冶金、电镀等行业,生产过程中产生的废水、废气和废渣中含有大量的污染物,若处理不当,这些污染物会通过渗透、泄漏等方式进入土壤和地下水中。例如,化工企业排放的废水中可能含有苯系物、多环芳烃等有机物,这些有机物具有毒性和致癌性,会在土壤和地下水中积累,对生态环境和人体健康造成长期危害。冶金企业排放的废渣中可能含有铅、汞、镉等重金属,重金属在土壤中难以降解,会通过食物链进入人体,引发各种疾病。据相关研究表明,我国部分工业污染地块的土壤和地下水污染状况较为严重。一些老工业基地的土壤中重金属含量超标数倍甚至数十倍,地下水中也检测出多种有机物和重金属污染物。这些污染地块不仅对周边居民的饮用水安全构成威胁,还影响了土地的再利用和城市的可持续发展。

1.2 协同调查的重要性

土壤与地下水是相互关联的环境介质,污染物在二者之间的迁移转化受到多种因素的影响,如土壤质地、水文地质条件、污染物的性质等。因此,单独对土壤或地下水进行调查,往往无法全面、准确地掌握污染状况。协同

调查可以综合考虑土壤和地下水的污染特征,揭示污染物在二者之间的迁移转化规律,为污染修复和风险管理提供更科学、全面的依据^[1]。例如,在调查一个化工污染地块时,如果只对土壤进行调查,可能会忽略地下水中的污染物扩散情况,导致修复方案不完整,无法有效控制污染的进一步扩散。而通过协同调查,可以同时获取土壤和地下水的污染数据,分析污染物在二者之间的相互影响,制定出更加科学合理的修复方案,提高修复效果,降低修复成本。

2 现有协同调查方法存在的不足

2.1 调查流程缺乏系统性

当前协同调查工作在整体规划与流程设计上存在明显缺陷,缺乏统一且系统性的安排。不同部门或调查机构在开展工作时,常常各自按照自身的标准和习惯推进,缺乏有效的统筹协调机制。以工业污染地块调查为例,环保部门通常聚焦于土壤污染状况,从土壤中污染物的种类、含量及对土壤生态功能的影响等方面进行评估;水利部门则侧重于地下水污染情况,关注地下水水质变化、水位波动以及污染物的迁移路径。由于二者缺乏有效沟通,信息无法及时共享,导致调查工作出现重复或遗漏。比如,部分区域可能被重复采样检测,而一些关键区域却被忽视,最终无法形成完整、准确的调查报告,给后续的污染修复和风险管理工作带来极大阻碍。

2.2 采样方法不够精准

采样作为协同调查的关键环节,其准确性直接关乎调查结果的可靠性。然而,目前现有的采样方法存在诸多不足。在土壤采样时,采样点布设不合理现象较为常见。许多情况下,没有充分考虑污染源的分布特点以及土壤的异质性,比如污染源集中在某一区域,但采样点却均匀分布,导致对污染严重区域采样不足,无法准确反映土壤实际污染状况。在地下水采样方面,采样井的

建设和管理不规范问题突出。采样井深度和位置选择不当,可能采集不到受污染的关键水层;采样前未充分洗井,会使井内杂质混入样品,影响地下水样品的代表性,进而影响对整个污染地块的准确判断^[2]。

2.3 数据整合与分析能力不足

协同调查会产生海量数据,涵盖土壤和地下水的物理化学性质、污染物浓度等多方面信息。但目前对这些数据的整合与分析能力严重不足,难以充分挖掘数据背后的潜在信息。在实际数据分析过程中,往往只是进行简单的统计描述,如计算平均值、标准差等,缺乏对先进数据分析方法和技术的运用。例如,地理信息系统(GIS)技术能直观呈现污染物的空间分布,多元统计分析可揭示污染物迁移转化机制,但这些方法未得到充分应用。这就导致难以准确评估污染风险,无法为污染修复和风险管理提供科学、精准的决策依据,使得协同调查工作的成效大打折扣。

3 工业污染地块土壤与地下水协同调查方法优化策略

3.1 构建系统化调查流程

明确各部门在调查工作中的具体职责与分工,例如环保部门负责污染源排查与监管,地质部门提供水文地质相关资料,科研机构承担样品分析与数据解读等,同时搭建有效的沟通协调平台,通过定期会议、信息共享系统等方式加强部门间的信息交流与协作,避免出现工作脱节或重复劳动。制定系统化的调查流程,涵盖前期准备、现场调查、样品采集与分析、数据整合与评估等关键环节。前期准备阶段,需全面收集污染地块的各类资料,像生产工艺流程、污染物排放清单、历史监测数据以及水文地质条件等,为后续调查提供详实的基础信息。现场调查时,严格按照统一的调查规范和标准操作,对土壤和地下水进行全方位、精细化的调查,不放过任何一个可能存在污染的区域。样品采集与分析阶段,采用精准的采样方法,依据地块特点选择合适的采样工具,确保样品能真实反映实际情况。数据整合与评估阶段,运用先进的数据分析方法和技术,深入挖掘数据价值,准确评估污染风险,为后续决策提供可靠依据。

3.2 采用精准采样技术

在土壤采样方面,要紧密切合污染地块的实际情况,科学合理布设采样点。系统布点法适用于污染分布相对均匀的地块,能全面覆盖调查区域;分区布点法则针对污染源分布不均、土壤异质性明显的地块,根据不同区域的特征划分采样区,确保每个区域都有代表性采样点。精心挑选合适的采样工具和采样方法,例如对于深层土壤采样,需使用专业的钻探设备,避免采样过程中

混入表层土壤或其他杂质,防止对样品造成污染。在地下水采样方面,严格规范采样井的建设和管理。采样井的深度和位置选择至关重要,要充分考虑地下水的水流方向和污染物的迁移路径,确保采集到的样品能准确反映地下水的实际污染状况。采样前必须进行充分的洗井,去除井内滞留的水和杂质,保证采集到的地下水样品具有代表性^[3]。另外,积极采用在线监测技术,在关键位置安装在线监测设备,实时监测地下水的污染指标,如pH值、重金属浓度等,提高监测的及时性和准确性,为污染防控提供实时数据支持。

3.3 提升数据整合与分析水平

建立完善的数据管理系统是提升数据整合与分析水平的基础,对协同调查产生的海量数据进行集中管理和存储,采用安全可靠数据库技术,设置严格的访问权限,确保数据的安全性和完整性,防止数据泄露或丢失。运用地理信息系统(GIS)技术,将土壤和地下水的污染数据与地理空间信息紧密结合,通过地图的形式直观地展示污染物的空间分布规律,让调查人员能够清晰地看到污染的范围、程度以及扩散趋势,为污染源追溯和污染防控提供直观的视觉参考。采用多元统计分析方法,如主成分分析可以将多个相关变量转化为少数几个综合变量,揭示数据的主要特征和内在结构;聚类分析则能根据数据的相似性将样本进行分类,帮助识别污染物的不同来源和迁移路径。通过这些方法深入分析调查数据,揭示污染物的迁移转化机制和影响因素。同时,建立科学合理的污染风险评估模型,综合考虑污染物的浓度、毒性、暴露途径以及环境敏感性等因素,根据调查数据和相关信息准确评估污染地块的风险等级,为污染修复和风险管理提供科学、精准的决策依据。

4 协同调查中高密度电法的应用与拓展

4.1 高密度电法在协同调查中的原理与优势

高密度电法是一种基于岩土体电性差异进行地球物理勘探的方法。在工业污染地块土壤与地下水协同调查中,其原理在于不同污染程度的土壤和地下水具有不同的电阻率特性。污染物进入土壤和地下水后,会改变其原有的电性结构,例如,含有重金属的污染物可能会使土壤或地下水的电阻率降低,而某些有机污染物则可能产生相反的效果。通过在地表布置一系列电极,向地下施加电流并测量电位差,能够获取地下不同深度和位置的电阻率分布信息,从而推断土壤和地下水的污染状况。

高密度电法具有诸多优势;它能够高效、快速地获取大面积的地下电性数据,相比传统的钻探取样方法,大大减少了调查时间和成本。该方法属于无损探测,不

会对土壤和地下水环境造成二次破坏。同时,高密度电法可以提供连续的地下电阻率剖面,有助于直观地了解污染物的空间分布和迁移趋势,为协同调查提供重要的地球物理依据^[4]。

4.2 高密度电法与其他调查方法的联合应用

4.2.1 与土壤采样分析联合

高密度电法可以初步圈定土壤污染的疑似区域,为后续的土壤采样提供精准的定位指导。在调查过程中,先利用高密度电法进行大面积扫描,根据电阻率异常区域确定重点采样点。这样既能避免盲目采样带来的工作量和成本增加,又能确保采集到的样品具有代表性,准确反映土壤的实际污染状况。例如,在一个化工污染地块调查中,通过高密度电法发现某区域电阻率明显低于周围,推测该区域可能存在污染物积累,随后在该区域进行密集采样分析,证实了土壤中存在高浓度的有机污染物。

4.2.2 与地下水监测井联合

高密度电法与地下水监测井相结合,可以更全面地了解地下水污染情况。高密度电法能够提供地下水流场和污染物迁移的大致方向,而地下水监测井则可以获取具体位置的地下水水质数据。通过在电阻率异常区域布置监测井,实时监测地下水的污染指标变化,结合高密度电法的电阻率动态监测,能够更准确地掌握污染物的迁移转化规律。比如,在冶金污染地块,高密度电法显示地下存在低电阻率带,推测为重金属污染扩散路径,随后在该路径上设置监测井,定期采样分析,发现地下水中重金属浓度随着时间逐渐升高,验证了高密度电法的推断。

4.3 高密度电法应用中的注意事项与改进方向

4.3.1 注意事项

在使用高密度电法时,需要注意地下环境的复杂性对电阻率测量结果的影响。例如,地下存在岩石、空洞等非污染因素也可能导致电阻率异常,需要进行综合分析和判断。同时,电极的布置方式和间距会影响测量精

度,应根据调查区域的地质条件和污染特征合理选择。另外,外界电磁干扰也可能对测量数据产生干扰,需要在测量过程中采取相应的抗干扰措施。

4.3.2 改进方向

为了提高高密度电法在协同调查中的应用效果,可以进一步改进仪器设备,提高测量精度和分辨率。研发更先进的数据处理和解释软件,能够更准确地识别污染相关的电阻率异常特征,减少多解性。加强与其他地球物理方法的联合应用,如地质雷达、瞬变电磁法等,形成多方法综合探测体系,提高对复杂污染地块的调查能力。开展大量的实验研究和实际应用案例分析,积累经验,不断完善高密度电法在工业污染地块土壤与地下水协同调查中的应用规范和技术标准。

结束语

工业污染地块土壤与地下水协同调查方法优化研究意义重大。通过构建系统化流程、精准采样、提升数据整合分析水平,可有效解决现有方法的问题。高密度电法的应用与拓展,为协同调查提供新的技术手段,与其他方法联合能更全面了解污染状况。未来需不断改进仪器设备、完善软件、加强多方法联合应用,积累经验完善规范标准,以更好地应对工业污染地块土壤与地下水污染问题,实现生态保护与可持续发展。

参考文献

- [1]董林明,宋景辉,曹嘉萌,等.工业地块土壤与地下水污染风险分级方法国际比较研究[J].环境污染与防治,2023,45(1):113-121.
- [2]杨飞.天津某工业地块土壤与地下水污染区域重叠修复工程分析[J].节能,2024,43(6):81-83.
- [3]李玲玉.工业用地土壤与地下水污染状况调查研究——以福建省某纺织厂地块为例[J].海峡科学,2023(1):40-44.
- [4]贺冬冬.工业园区旧改地块土壤污染状况调查与评价[J].资源节约与环保,2025(9):84-87.