

土壤污染风险源识别与风险防控策略研究

林红梅

绿鹏环境科技(深圳)有限公司

摘要:为实现土壤污染风险源的精确识别,制定精准化的风险防控策略。研究以理论与实践相结合的方式,通过实际调查与分析,明确土壤污染潜在来源,例如工业废弃物排放、农药化肥过度使用、废水排放等。首先本文对土壤污染风险源识别技术进行分析,例如,高分辨率场地识别技术。针对性的提出基于以上风险源识别的有效防控措施,例如土壤修复技术、加强管理监督、提升污染防治技术研发水平等,通过以上针对性的污染防治策略实施,可最大化的降低土壤污染风险、保护土壤环境。

关键词: 土壤污染; 风险源; 识别; 防控

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.19.114

引言

土壤污染风险防控时,应制定规范化土壤风险防控措施,需结合具体区域、具体环境下的土壤污染风险源的识别思路,对土壤环境风险、对应污染程度及污染种类的具体应用进行实地调研,进而结合土壤污染存在的具体问题,制定针对性的土壤污染防控措施。研究中基于土壤污染风险识别与风险防控相关技术,对规范土壤风险防控技术,提升和拓展土壤污染风险管控基本流程,提供可行性的建议。

一、土壤污染风险源识别技术

土壤是人类生存和工农业生产的主要资源,土壤环境问题直接决定着生态系统的平衡与稳定,随着工业城市化、一体化推进,土壤污染问题越来越突出,成为制约社会经济可持续发展的主要问题,基于此,如何精确识别土壤污染源,精确防控土壤污染风险的措施成为关键^[1]。

土壤污染风险源的精准识别。具有复杂化系统化的特点,由于土壤污染的影响因素较多,设计环节复杂,因此需要在精确识别的过程中,对各种因素综合考量。第一,开展全面化、细致化的土壤污染源调查工作,主要包含对特定区域内污染源的有效排查,例如工业排放、农业活动、城市垃圾填埋场及污废水排放等。基于对土壤样本的有效采集,实验室进行化验分析,可初步明确土壤污染物种类和对应浓度水平。此外,还需要考虑检测土壤区域内的历史遗留污染问题,例如废弃工厂、矿产开采地是否存在长期积累污染的现象,对检测到的相关数据进行上传分享,共同制定有效的污染防控措施^[2]。

措施^[2]。

针对土壤风险源的识别情况,需要针对性的制定防控措施,是降低土壤污染风险的主要步骤,例如对于工业污染物排放,可通过推广清洁生产技术,加强污染物排放标准等遏制污染源头。比如在农业生产领域,可推广有机肥料代替化肥,合理适量使用农药,加强轮作休耕等措施,可最大化的减少农业活动对土壤污染的影响^[3]。

借助高分辨率场地识别技术,可对待检测区域进行科学合理化的尺度检测和采样密度分析,此方法在土壤风险识别中,可精确化反应检测区域的土壤环境问题;水文地质条件的调查、土壤内污染物的分布情况,对于提升污染场地调查的治理标准,采取合理化的调配具有实际意义。从土壤污染物污染浓度分析,影响检测差异性的原因中,主要包含有采样误差,即存在的基本误差;由于土壤质地条件的差异性,也会导致污染源分布不均的误差,称之为集合分离误差,此类误差的分析主要依据Pierre等人所提出的基本偏差方程进行风险源的识别计算。通过对离散点的分析,以方差计算的方法确定风险源。基本方差公式见下式1。

$$m(FE) = -\frac{1-P}{Pa_L M_L^2} \sum_i (a_i - a_L) M_i^2 \quad \text{公式1}$$

其中 $i=1, 2, \dots, N_F$

公式1中, P 为选择概率、 a_L 为总体临界常数、 M_L 为总质量、 N_F 总体中的组分数量、 a_i 为总体组分 F_i 的临界点、 M_i 为组分 F_i 的重量。

利用以上检测点位的方差分析,结合增量检测的原理,对污染场地的土壤污染区域进行精确识别。按照不同决策区域,采取增量产品,并利用特定的检测方法进行合并处理,至少30个增量,取得具有代表性的分析结果,增量检测中离散型检测点位更经济,具体如下图1所示。



图1 离散样点网格增量采样示意图

为减少土壤污染风险，需建立健全化、动态化监测机制，结合相关环境保护法规，对待检测区域定期进行土壤环境监测，对发现的污染场地、污染区域进行识别，精确发现潜在污染风险，并结合立法手段对土壤污染防治进行定位，确保污染防治得到有效支持。同时，当地环境保护执法监管部门应结合相关企业，动员全社会共同参与到土壤保护行动中，对积极参与土壤修复、土壤环境保护等团体或个人提供技术补贴^[4]。

二、土壤污染风险防控策略

（一）加强源头控制

土壤污染治理是当前环境工程领域的大挑战，其涉及方面多、影响因素广、防治技术手段复杂。因此在土壤污染防治策略实施中，应加强对污染源头的控制，精确污染源头污染物的产生排放、污染传输和迁移环节，进而借助于多种复合型污染治理手段，减少和遏制土壤污染物的排放，最大限度地降低土壤污染风险。

从加强污染源头控制原理上分析，主要包含对污染物排放遏制、污染物迁移、规避污染物量的减少、减少环境介质的接触种类、避免次生污染发生等。借助于土壤污染源头的控制措施，可最大限度减少土壤污染物进入土壤环境的数量及浓度，进而最大程度减少土壤污染影响的范围，保护土壤生态系统稳定、健康发展。在土壤污染防治与治理过程中，加强污染源头的控制具有重要意义，可最大化地降低土壤污染风险，进而提升土壤资源的再利用率。

为强化土壤污染源头控制，实现对污染源头精确定位，需借助于科学技术手段，例如，加强企业污染源的排放与治理，推动企业，尤其是工业生产领域进行清洁生产，减少有毒有害物质的利用；加强污染物排放监管，构建环境监测与排污许可制度，对污染物排放实行定期检查；从修复技术应用的角度看，主要可选择物理、生物与化学方法合用，多种修复技术手段综合利用，加强对污染源的保护与控制，实现土壤污染源头、控制目标的精确分析，进而最大化地降低土壤污染风险，保障土壤环境可持续发展。

目前看对土壤污染源头的精确控制意义重大，但从实践角度分析也存在很多技术难点，主要有技术手段应用不成熟、技术应用成本高、技术管理不完善、技术监督监管不到位等问题，为应对以上存在的问题和困难，需要加强技术创新，提升技术应用的效能；其次，应加大政策支持、提供技术研发费用补贴、加强监管、实现跨领域合作等，尤其是与环保技术企业进行密切合作，共同应对全球性土壤污染问题，着力分析土壤污染源头，促使土壤环境整治效果达标。

（二）构建完善的土壤污染监测体系

为有效防控土壤污染、保持土壤环境质量，构建完善的土壤污染监测体系极为关键。随着城市一体化发展，化肥农药等化学物质的使用量也在不断增加，土壤污染已成为阻碍城市环境可持续发展的主要问题。土壤污染具有复杂性、特殊性、治理难度大等特征，直接观测难度大，因此需要做好对土壤环境风险源的识别工作，精确掌握土壤污染状况，定位土壤污染环境的区域和范围，只有这样才能针对性地制定有效的土壤污染治理措施，结合现有技术手段，综合保障土壤污染问题，提高土壤污染治理效果，避免土壤污染区域扩大，保障和维护良好的人类生存环境^[5]。

在构建土壤污染监测体系时，应遵循科学化综合化规范化和可持续性原则，从监测体系构建的主要内容看，第一，需确立科学化的土壤环境污染监测网络，科学选取监测点和对应监测指标，需要覆盖所有土壤环境污染类型，确定潜在污染源；第二，建立规范化土壤环境污染监测方法，确定统一技术标准，对监测数据准确性进行衡量，例如，选用标准化仪器设备、创新性实验手段，对土壤样品进行采集、化验、分析等；第三，构建信息化土壤环境污染管理网络，对土壤样品化验结果进行数据上传，为决策者和科研技术人员提供土壤污染防控信息，便于构建动态化、持续化的数据监测机制，定期对污染土壤区域进行监测评估，发现污染源后及时处理，确保土壤污染治理形成闭环。

构建完善化土壤污染监测体系，需要由政府主导，企业和社会各界共同参与，形成合力，这样才能够确保在政策支持范围内，构建完善化土壤污染风险防控与监测机制，政策体系应严格落实，监督监测责任和义务要明确，作为环保技术企业应强化自身环保责任，提升对污染源监测的敏感性，积极配合相关部门做好土壤环境污染监测数据共享。社会各界共同参与到土壤污染监测工作中，加强公众环境保护意识，提高环境参与度，形成可持续性的社会监督管理机制。同时，应加强对土壤环境污染监测与防治相关技术人员的监测技术培训工作，为土壤环境质量可持续发展提供保障。

（三）推动土壤修复技术发展与应用

1. 适应性场地管控技术

适应性场地管控技术实施要结合土壤污染风险管理方法的适应能力，同时在技术应用时，也需要结合污染场地自身的复杂性、社会需求的变化性与区域地质条件的转化性进行分析，适应未来场地的发展基本需求，构建与人类健康、生态环境之间的动态关联。此方法应用主要包含成本效益分析、多目标分析、场地污染审核过程。通过多目标分析，能够优化对各个污染场地管理目标权重，进而确保污染目标治理的最优化，在适应性场

地污染环境审核过程中,应结合主管部门及相关环境监测机构进行审核与评估,确保污染场地管理的全流程审核,保证土壤污染环境审核的规范性。

2. 污染工程控制技术

污染工程控制技术即利用多种类型的工程技术处理方法,最大程度限制土壤污染物的迁移或者外溢,为降低污染风险,提高土壤污染环境控制标准,在工程控制技术实施中,主要包含水平和垂直性阻隔技术,从实施方法看包含泥浆墙、灌浆墙、板桩墙、土壤原位搅拌、土工膜、衬层等,其中泥浆墙是通过开挖的方式将沟渠中回填率较低、渗透率较低的材料,形成不透水的墙体结构,安装在待检测场地既定的位置,进而阻隔污染物的迁移;灌浆墙基于喷灌模式,在不透水地质结构和完全不透水的人造结构上进行喷灌,进而形成不透水层,以实现阻隔污染物的作用。由于板桩墙安装简易,效率高,不需要经过开挖施工、对土壤场地适应性强、抗化学腐蚀能力强,不会对污染场地造成二次污染等优势,在土壤污染风险防控管理中应用广泛。

3. 被动修复-减缓技术

被动修复-减缓技术主要考虑污染场地风险管控,提供修复治理手段,包含渗透性反应、监测自然衰减技术、增强型监测自然衰减技术和植物修复技术等,通过对地下填充反应性填料的使用,可拦截土壤污染物,并将污染物通过化学转化的方式,形成可以接受的固态形式,达到阻隔污染其他土壤环境的目的。监测自然衰减技术通过对土壤污染场地的深度分析,可利用场地内部自然发生的污染降解降低污染物的暴露风险,进而增强污染物自然降解率,提升污染物的阻隔性。

(四) 健全土壤污染防治监管制度

土壤污染防治监管制度的实施主要借助于非工程技术方法,纳入法律法规的控制范围,确保污染场地治理的完整性与前置性。土壤污染防治监管制度的实施重点在于防控,例如对污染场地环境的防控实施中,采取帽封的技术措施,场地治理在完成以后,需要提供场地未来使用的许可,这样才能够确保场地在日后的长期使用中具有安全性^[6]。此外,土壤污染防治监管制度的实施要减少污染源存在,强化修复技术,提高风险识别敏感度等,进而实现长期治理和管控,对土壤污染防治措施进行跟踪管理,提供技术保障。

另外需建立全面覆盖化的污染源监测网络,构建标准化的监测体系,从监测内容上看,可构建土壤污染监测站点,覆盖城乡各个区域,采取现代化监测技术,选采购现代化监测设备,实现对本地区土壤污染状况的实时监测,并对监测数据进行收集、上传分享。在数据

收集上传分享过程中,要构建统一化、标准化的数据信息管理平台,利用大数据技术,实现对监测数据网络信息传输的精确化、透明度,实时为上级主管部门提供优质信息。除此之外,要构建全面化标准化的政策管理机制,明确各方对土壤环境污染防治的相关责任,规范污染防治行为,须成立奖惩管理办法,对违反土壤污染防治规定的个人单位进行批评教育,鼓励支持符合要求的企业和个人开展相关土壤污染防治技术的研发工作,加强对土壤污染源危害的宣传工作,形成全社会共同参与的良好治理氛围。

三、结束语

综上所述,土壤污染风险源识别是关键,是对整个土壤环境防控的关键技术之一,通过精准化的污染源识别,才能够针对性的提出污染防控措施。本文通过对土壤污染风险源的识别和风险防控策略的研究,深入探讨了土壤污染的成因、影响因素以及应对方法。通过对潜在污染源的调查和评估,我们可以有效地识别土壤污染的风险源,为未来的防治工作提供了重要依据。同时,本文还分析了不同的风险防控策略,包括土壤修复技术、管理控制措施和政策法规制定等方面的措施。这些策略的综合应用可以有效地降低土壤污染的风险,保护人民的健康和生态环境的持续发展。然而,我们也要意识到土壤污染问题的复杂性和长期性,需要政府、企业和社会各界的共同努力,才能够实现土壤环境的持续改善和可持续发展。因此,未来的研究和实践应该更加注重综合性、系统性和可持续性,为解决土壤污染问题提供更加有效的解决方案。

参考文献

- [1] 张雅静. 农田土壤重金属污染风险及治理措施研究[J]. 环境科学与管理, 2024, 49(01): 67-71.
- [2] 冯宪凤, 梁志健. 建设用地土壤污染状况调查中地下水重金属含量与pH关系的研究[J]. 中国资源综合利用, 2023, 41(12): 212-215.
- [3] 陈小娟. 优先控制因子分析下土壤重金属污染风险与修复研究[J]. 环境科学与管理, 2023, 48(12): 162-166.
- [4] 陈伟伦. 化工园区周边土壤重金属污染风险评估及修复技术[J]. 山西化工, 2023, 43(11): 204-207.
- [5] 伍少福, 孙涛, 陈德, 杨光瑞, 叶雪珠. 基于长期定位监测的稻田土壤理化变化和镉污染风险评价[J]. 中国无机分析化学, 2023, 13(12): 1342-1353.
- [6] 陈樯, 吴运金, 龙涛, 张磊, 宋静. 统计学方法在土壤污染风险管控和修复中的应用及展望[J]. 环境保护, 2023, 51(20): 17-22.