

土壤重金属监测中采样深度对结果代表性的影响分析

冯开宏

昭通市生态环境局永善分局生态环境监测站 云南 昭通 657300

【摘要】：土壤重金属监测是土壤环境质量评价、污染风险管控、修复治理的基础工作，采样环节的规范性影响着监测结果是否可靠，采样深度属于影响结果代表性的重要因素之一。本文根据土壤重金属垂直分布规律，对采样深度设置不合理造成监测结果代表性差的影响进行系统的分析，从农用地、建设用地、污染场地等不同的场景出发，给出采样深度控制要点，提出改善采样深度选择、提高监测数据代表性的一些建议，为规范土壤重金属监测工作、保证环境评价和决策的科学性提供一定的参考。

【关键词】：土壤重金属；监测；采样深度；结果代表性；垂直分布

DOI:10.12417/2811-0528.26.10.040

1 引言

伴随着土壤污染防治工作的不断推进，土壤重金属监测的准确性以及数据的实用性也越发受到人们的关注。监测结果的代表性，主要是指采集到的样品能真实的反映监测区域土壤重金属实际含量水平和污染分布情况，防止由于采样环节的误差造成数据失真，从而影响到环境质量评价和污染治理决策。因此，本文从实际监测工作痛点出发，对采样深度和重金属垂直分布之间的关系进行分析，找出采样深度偏差造成代表性问题的原因，提出不同的场景下采样深度优化方案，提高土壤重金属监测工作的规范化程度，保证监测数据可以真实地为土壤环境管理工作服务。

2 采样深度对监测结果代表性的具体影响

2.1 采样过浅导致结果片面，遗漏深层污染风险

部分监测工作只采集0到10厘米的表层土壤，忽略浅层下部和深层土层，很容易导致监测结果片面化。表层土壤容易受到地表杂物、落叶、大气短期沉降的影响，含量变化较大，并且对于存在重金属纵向迁移的地区，仅采集表层土壤不能发现深层土壤的隐性污染。例如部分长期污灌农田，镉元素已经迁移到了20厘米到40厘米的土层中，如果只采集表层土壤，监测含量会偏低，从而误判土壤污染等级，忽略作物根系深层吸收造成的农产品安全风险；对工业污染场地来说，表层土壤可能经过简单的清理，只采表层就会掩盖下层真实的污染状况，给以后的土地开发利用埋下环境隐患。

2.2 采样过深增加监测成本，弱化核心污染层代表性

与采样过浅相反，有些监测工作盲目增大采样深度，取深层土壤为主要样品，也会使结果代表性降低。深层土壤受到人为活动的影响较小，重金属含量接近背景值，远小于核心污染层，把深层土壤样品与浅层混合检测，会使得整个土壤重金属

含量下降，造成监测结果低于实际的污染水平，不能很好地反映出土壤受到污染的程度。过深的采样会大大增加现场采样的工作量和成本，延长监测周期，不符合高效监测的要求，对常规土壤环境质量评价来说，过度深层采样是没有实际意义的。

2.3 分层采样缺失，无法反映污染垂直分布特征

土壤重金属监测的核心目的不单是得到一个含量的数据，还要明确污染的垂直分布范围，给风险管控和修复提供依据。如果未按照土层分层进行采样，只取混合土样，就不能区分不同深度土层的污染差异，既不能判断污染来源是表层输入还是母质自带，也不能确定污染纵深范围和修复深度。建设用地土壤污染调查时混合采样会使局部深层高污染区被掩盖，造成风险评价结果出现偏差，进而影响到修复方案是否具有针对性和可行性；在农用地监测当中，不分层采样不能够清楚地显示重金属在耕作层、犁底层的分布差别，也就很难制订出恰当的农艺调节和阻控办法。

3 不同场景下采样深度的优化选择

3.1 农用地土壤重金属监测

农用地主要研究重金属对作物生长和农产品品质的影响，取样深度根据作物根系分布范围来定。常规粮食作物、蔬菜种植区耕作层厚度一般为0-20厘米，耕作层是重金属的主要富集层，也是作物根系的主要活动层，常规质量监测可以采集0-20厘米混合土样来反映土壤整体污染水平和农产品安全风险。对于根系较深的作物种植区或者存在污灌、矿区周边等潜在污染区，需要分层取0~20厘米和20~40厘米土层样品，确定重金属纵向迁移范围，评价深层污染对作物的影响。背景值监测要采集100厘米以下的深层土壤，排除人为干扰，得到区域土壤本底值。

3.2 建设用土壤重金属监测

建设用地监测重点是土地开发利用的环境风险,特别是工业用地、仓储用地转型开发项目要全部排查重金属垂直污染范围。常规建设用地质量普查可以采集0到50厘米土层样品,覆盖主要的人为扰动层;对疑似污染区,需要按照土壤剖面分层采样,一般分成0到20厘米、20到50厘米、50到100厘米三个层次,如果发现深层污染,就要往下继续采样直到无污染土层为止,这样才能准确找到污染的深度,给风险评价和修复治理赋予完整的数据。

3.3 污染场地专项监测

重金属污染场地的监测要严格到最高标准上,按污染源、土壤质地、地下水埋深来定采样深度。冶炼、化工、矿区等重点污染场地重金属迁移能力强弱不同,采样深度要达到1~2米,每20~30厘米为一层,准确找到高污染层位;黏质土壤重金属迁移慢,采样深度可减小;砂质土壤采样深度应增大,防止漏掉深层污染。同时采样深度要根据地下水埋深来定,地下水位较高时需要采集水位线上方的土壤样品,分析水分运移对重金属迁移的影响。

3.4 区域土壤环境背景值监测

背景值监测就是获取没有受到人为污染的土壤重金属本底含量,采样深度要避开人为扰动层,一般选择100厘米以下深层土壤,该土层不受大气沉降、耕作、灌溉等外界因素的影响,重金属含量比较稳定,可以真实地反映区域成土母质带来的固有含量,为后续污染评价提供基准数据。

4 提升采样深度合理性、保障结果代表性的对策

4.1 严格遵循技术规范,统一采样深度标准

土壤重金属监测工作必须严格按照《土壤环境监测技术规范》、《建设用地土壤污染状况调查技术导则》等国家有关标

准执行,根据土地利用类型和监测目的确定固定的采样深度,不得随意改变采样深度。建立标准化采样流程,按照不同场景制定采样深度操作细则,保证同一个项目、同一个区域的采样深度一致,保证监测数据的可比性和连续性。

4.2 前期踏勘预判,优化分层采样方案

正式采样前进行现场踏勘,获取监测区域土地利用历史、土壤类型、污染源、耕作方式等资料,结合土壤剖面实地探查,预估重金属垂直分布特点,制订相应的分层采样方案。对未知污染区先做试点剖面采样,确定污染层位后再做大面积采样,防止盲目采样造成数据失真,提高采样工作的针对性和效率。

4.3 兼顾表层与深层,完善样品组合采集

常规监测主要针对核心污染层进行采样,同时考虑表层和深层辅助采样,从而对土壤重金属的分布情况进行全方位的反映。农用地监测以耕作层为主,深层采样辅助验证背景值;污染场地监测实行分层密集采样,完整刻画垂直分布曲线;区域质量评价采用表层混合样和分层样相结合的方法,保证整体代表性的同时也能反映局部污染的差别。

5 结论

重金属在土壤剖面中存在明显的垂直分层分布特点,采样过浅、过深、不分层或者深度不一致,都会造成监测结果失真,不能反映土壤真实的污染状况。在实际的监测工作当中,要根据监测的目的以及土地利用类型的特征,结合土壤重金属垂直分布的规律,差异化的选取采样深度,规范分层采样的操作,严格按照国家的技术标准进行操作,通过前期的踏勘、标准化的操作、人员的培训等手段来优化采样深度的设置。只有准确匹配采样深度和重金属富集层位,才能得到具有全面代表性的监测数据,为土壤污染防治、土地安全利用提供科学、可靠的科技支撑,促进土壤环境管理工作的高质量开展。

参考文献:

- [1] 蒋盛先,钱海梅.农田土壤重金属污染监测及治理措施研究[J].农业开发与装备,2026,(03):85-87.
- [2] 杜倩.特钢企业土壤和地下水自行监测及污染状况分析[J].清洗世界,2026,42(02):141-143.
- [3] 管君.土壤重金属污染的环境影响评价策略[J].花炮科技与市场,2025,32(06):173-175.