

土壤环境检测难题分析与改进检测对策研究

王徐浩然

淮安淮测检测科技有限公司

DOI:10.32629/eep.v8i9.2866

[摘要] 土壤是植物生长的必备条件,更是人们实现可持续发展的重要基础保障。土壤环境的优劣会直接关系到有关行业未来发展,一旦出现问题极有可能带来很大影响,对其实现长远进步带来很大挑战。当前检测工作面临着样品复杂性高、检测技术适配性不足、质量控制体系不完善、标准规范不统一等多重难题,严重影响了检测数据的准确性与可靠性。本文基于土壤环境检测的全流程,系统分析了样品采集与前处理、检测技术应用、质量控制、标准体系等环节存在的核心难题,结合国内外先进经验与技术发展趋势,提出了针对性的改进对策,包括优化样品处理流程、升级检测技术装备、完善质量控制体系、健全标准规范等,旨在为提升我国土壤环境检测水平、支撑土壤污染防治工作提供理论参考与实践指导。

[关键词] 土壤环境; 检测难题; 样品前处理; 质量控制; 改进对策

中图分类号: S15 文献标识码: A

Analysis of Difficulties in Soil Environmental Detection and Research on Countermeasures for Improving Detection

Xuhaoran Wang

Huai 'an Huaice Testing Technology Co., LTD

[Abstract] Soil is an essential condition for plant growth and an important fundamental guarantee for people to achieve sustainable development. The quality of the soil environment will directly affect the future development of related industries. Once problems arise, they are very likely to have a significant impact and pose a great challenge to their long-term progress. The current testing work is confronted with multiple challenges such as high sample complexity, insufficient adaptability of testing technologies, an imperfect quality control system, and inconsistent standards and norms, which seriously affect the accuracy and reliability of testing data. Based on the entire process of soil environment detection, this paper systematically analyzes the core problems existing in the links such as sample collection and pretreatment, application of detection technology, quality control, and standard system. Combining advanced domestic and foreign experiences and technological development trends, targeted improvement countermeasures are proposed. This includes optimizing sample processing procedures, upgrading detection technology and equipment, improving the quality control system, and perfecting standards and norms, aiming to provide theoretical references and practical guidance for enhancing the level of soil environmental detection in China and supporting soil pollution prevention and control work.

[Key words] Soil environment Detection difficulties; Sample pretreatment Quality control Improvement countermeasures

引言

随着工业化、城市化进程的加快,以及农业生产中化肥、农药的不合理使用,土壤污染问题日益突出,重金属、有机物、农药残留等污染物在土壤中累积,对生态环境和人类健康构成严重威胁。土壤环境检测作为土壤污染防治的基础性工作,其目的是准确识别土壤污染物的种类、含量、空间分布及迁移转化规律,为土壤环境质量评价、污染溯源、风险管控及治理修复提供

科学依据。近年来,我国高度重视土壤环境保护工作,先后出台《土壤污染防治法》《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(GB 15618-2018)》《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准(GB 36600-2018)》等一系列法律法规与标准规范,推动土壤环境检测工作逐步走向规范化、制度化。然而,由于土壤介质具有复杂性、异质性强、污染物形态多样等特点,加之检测技术发展不均衡、质量控制体系不健全等因素,当前土壤环境检测

工作仍面临诸多难题,检测数据的准确性、可比性与时效性难以满足实际需求。因此,只有根据实际情况不断完善土壤检测方法体系,认真遵循严格的检测流程,才能帮助有关人员及时了解土壤当前发展现状,科学运用土壤保护措施,发展土壤环境检测技术,促进土壤环境检测工作有序进行,真正体现出检测结果的严谨性、准确性和科学性,加快推动土壤环境实现全面监管。

1 土壤环境检测核心难题分析

1.1 样品采集与前处理难题

土壤样品的采集与前处理是土壤环境检测的基础,其质量决定了后续检测数据的准确性。但因土壤介质特殊,该环节面临诸多技术难题。其一,土壤异质性使样品采集代表性不足。土壤是复杂体系,不同区域、深度的土壤理化性质和污染物分布差异显著。传统采样方法难反映土壤污染真实状况,在污染区域边界等采样点设置不合理,会影响检测结果可靠性。同时,采样深度确定缺乏统一标准,不同类型土壤和污染物迁移转化规律不同,实际检测中采样深度单一,未覆盖污染物主要分布区域。其二,样品前处理过程复杂、效率低且易造成污染。前处理目的是分离富集目标污染物、去除干扰组分。常用方法如消解、萃取等存在操作复杂、耗时久、试剂消耗大等问题。比如重金属检测的湿法消解,需用大量强酸、高温耗时且产生有害气体;有机物检测的索氏萃取效率极低。其三,采样与前处理环节缺乏全流程质量控制机制。现场采样受环境干扰大,运输、保存过程中易发生污染或目标物降解,尤其对挥发性有机物和不稳定形态重金属影响显著。现行规范虽对样品保存时限和条件提出要求,但实际操作中执行不到位,导致检测结果偏离真实值。

1.2 检测技术适配性与灵敏度难题

土壤环境检测涉及重金属、有机物、农药残留、微生物等多种污染物,因其理化性质差异大,需不同检测技术。当前检测技术存在适配性不足、灵敏度有限等问题,影响检测质量与效率。一方面,检测技术与污染物类型适配性不足。重金属检测常用AAS、AFS、ICP-OES、ICP-MS等技术。AAS、AFS适用于单一元素检测,效率低;ICP-OES、ICP-MS可多元素同时检测,但受基体效应干扰,准确性下降。有机物检测常用GC、HPLC、GC-MS、LC-MS/MS等技术。传统GC、HPLC灵敏度不足,GC-MS、LC-MS/MS虽灵敏度高,但仪器贵、操作复杂,基层难应用。对于新型污染物如微塑料、抗生素,缺乏成熟检测方法。另一方面,现场快速检测技术发展滞后。传统检测依赖实验室,耗时长。虽有一些现场快速检测技术如便携式XRF、快速显色试剂盒、便携式气相色谱仪等,但普遍存在灵敏度低、准确性不足、抗干扰能力弱等问题。如便携式XRF受多种因素影响,误差大,仅适用于初筛;快速显色试剂盒操作简便、成本低,但灵敏度有限,准确性有待提升。并且难以实现痕量污染物的精准识别,这限制了其在污染地块精细化调查中的应用。现有技术多聚焦单一污染物类别,缺乏多介质、多目标物同步检测能力,难以满足复杂污染场景下全面评估的需求。同时,检测方法标准化程度低,不同实验室间数据可比性差,制约了监测结果的科学运用。未来需推动高通量、低干扰、

智能化检测技术的研发与验证,提升对未知污染物和新型污染物的识别能力,构建覆盖广、精度高、响应快的技术体系,支撑土壤环境质量动态监管与风险预警。应加快新型检测技术的标准化与推广应用,强化实验室质量控制与能力验证。推进大数据、人工智能与检测技术融合,实现检测过程智能化、数据处理自动化,提升结果准确性与可比性。

1.3 质量控制体系不完善难题

土壤环境检测质量控制是保障检测数据准确、可靠、可比的关键。但我国当前土壤环境检测质量控制体系存在不足,主要体现在以下方面。一是全流程质量控制意识薄弱。部分检测机构重实验室检测环节,轻样品采集、运输、储存等前处理环节。比如采样不规范、记录不全,运输未有效保存,储存条件不当,导致检测数据失真、结果不可靠。二是质量控制技术手段不足。当前主要依赖空白、平行、加标回收等传统方法,有局限性。如空白试验难反映采样等环节污染,平行试验难评估基体效应误差,加标回收试验结果或不能反映检测方法准确性。且新型检测技术缺乏对应质量控制标准和方法。三是实验室能力参差不齐。我国土壤检测机构众多,不同机构技术、装备、人员素质差异大。部分基层机构设备陈旧,人员技能不足、缺乏培训,难以掌握复杂检测与质控方法,数据质量难以保障。部分机构还存在违规操作、数据造假问题,破坏市场秩序、影响数据公信力。

2 土壤环境检测改进对策

2.1 优化样品采集与前处理流程

针对样品采集与前处理难题,需从采样方法优化、前处理技术创新等方面提升样品质量与处理效率。在样品采集方面,应根据土壤类型、污染状况等科学制定采样方案,提高样品代表性。一是采用精准采样技术,结合GIS、GPS等,根据前期调查合理设置采样点,对于异质性强的土壤可增加采样点数量并采用分层、混合采样等方法。二是明确采样深度标准,根据检测目的和污染物类型制定不同要求,如农用地采样深度应覆盖耕作层,深层污染风险高的区域增加深度,建设用地根据场地情况确定。三是规范采样操作流程,加强人员培训,严格按规范操作,详细记录相关信息,避免样品污染和信息缺失。在样品前处理方面,应研发推广高效、快速、环保的前处理技术。一是推广新型消解技术,如微波消解等,具有消解快、试剂消耗少等优点,能提高重金属检测前处理效率。二是优化萃取技术,推广固相萃取等高效萃取技术,具有萃取效率高、有机溶剂用量少等优点,能提高有机物检测前处理效率。三是加强前处理质量控制,采用一次性器具,严格清洗设备,使用高纯度试剂,避免交叉污染,同时建立质量追溯体系,记录相关信息,确保可追溯性。

2.2 升级检测技术装备,提升检测能力

针对检测技术适配性不足、灵敏度有限等问题,需加大技术研发投入,升级检测技术装备,提升检测能力。一是优化传统检测技术,提高准确性和灵敏度。对AAS、AFS等传统检测技术,通过改进仪器性能等方式提升其检测灵敏度和抗干扰能力,如AAS采用石墨炉原子化器,GC采用毛细管柱,同时加强基体改进剂的

研发应用,减少土壤基体干扰。二是推广应用先进检测技术,拓展检测范围和能力。加大ICP-MS等高端检测技术推广力度,其灵敏度高、检出限低等,能满足低浓度和多污染物检测需求,如ICP-MS可检测痕量重金属;此外,加强激光诱导击穿光谱法等新型检测技术研发应用,它们具有快速、无损等优点,如LIBS技术可快速原位检测重金属。三是发展现场快速检测技术,满足应急检测需求。加大便携式检测设备研发推广,提升其灵敏度和准确性,如改进便携式XRF仪器性能,开发快速显色试剂盒等;同时建立现场快速检测与实验室精准检测相结合的模式,提高检测效率和质量。四是加强检测技术标准化建设,统一方法验证与评价体系,确保不同实验室间数据可比性。推进检测设备智能化升级,实现自动化进样、智能校准和实时监控,降低人为误差。同时,强化检测全过程质量控制,完善标准物质研制与应用,定期开展能力验证和比对试验,提升检测结果的准确性与可靠性。

2.3完善质量控制体系,保障检测数据质量

针对质量控制体系不完善问题,需建立全流程质量控制体系,加强质量监管,保障检测数据质量。一是建立全流程质量控制体系,覆盖样品采集、运输、储存、前处理、检测各环节。样品采集时,实行采样人员持证上岗,加强监督;运输和储存时,制定严格条件和规范,使用专用设备和容器;前处理时,采用标准化流程,加强器具清洗校准,使用合格试剂和标准物质;检测时,按标准方法操作,定期校准维护仪器,开展质量控制措施,确保数据准确精密。同时,建立统计分析机制,及时纠正偏差。二是加强质量控制技术研发与应用,提升水平。研发新型标准物质,满足不同检测需求;开发基于大数据、人工智能的方法,实时分析预警,提高智能化水平;建立比对和能力验证机制,组织比对试验,促进交流合作。三是加强检测机构监管,规范市场秩序。健全资质认定和信用评价体系,加强准入和日常监管,打击违规造假;加强人员培训考核,提高专业技能和职业道德;推动标准化建设,规范管理、配置和流程,提升整体能力。四是强化信息化管理平台建设,实现检测数据全流程可追溯。推进实验室信息管理系统(LIMS)与监管部门数据平台对接,确保数据真实、完整、不可篡改;利用区块链、云计算等技术,提升数据存储与共享的安全性及效率。同时,建立质量投诉与反馈机制,及时处理异常数据,持续优化质量控制流程,全面提升环境监测数据的公信力与权威性。通过多维度数据交叉验证,提升监测结果的科学性与

代表性;推动环境监测数据与气象、水文等多源信息融合分析,提升污染溯源与预警能力。建立健全第三方检测机构动态评估机制,实施分级分类监管,引导行业良性发展。

3 结论

土壤环境检测是土壤污染防治的基础性工作,其检测数据的准确性、可靠性与时效性直接影响土壤污染风险管控与治理修复的成效。本文通过对土壤环境检测全流程的系统分析,明确了当前我国土壤环境检测面临的四大核心难题:一是样品采集与前处理环节,土壤异质性导致样品代表性不足,前处理过程复杂、效率低下且易造成污染;二是检测技术应用环节,检测技术与污染物类型适配性不足,灵敏度有限,现场快速检测技术发展滞后;三是质量控制环节,全流程质量控制意识薄弱,质量控制技术手段不足,实验室能力参差不齐;四是标准规范环节,检测标准规范不统一,更新滞后,难以适应实际检测需求。针对上述难题,本文提出了对应的改进对策:一是优化样品采集与前处理流程,采用精准采样技术提高样品代表性,推广高效、环保的前处理技术;二是升级检测技术装备,优化传统检测技术,推广先进检测技术,发展现场快速检测技术;三是完善质量控制体系,建立全流程质量控制体系,加强质量控制技术研发与应用,强化检测机构监管。通过上述对策的实施,有望全面提升我国土壤环境检测水平,为土壤污染防治工作提供坚实的技术支撑。

[参考文献]

- [1]张望,杨唐仪,刘媛媛.赣南某稀土冶炼场地土壤重金属分布特征与源解析[J].有色金属(冶炼部分),2025,(10):197-208.
- [2]陈松,李悦,杨武.原子吸收法在土壤检测中的应用研究[J].上海化工,2022,47(6):65-67.
- [3]王磊,张静,赵志强.土壤样品前处理技术研究进展[J].环境监测管理与技术,2023,35(4):1-7.
- [4]孙杰.关于土壤环境检测存在的问题及如何有效进行探析[J].丝路视野,2019,(29):105.
- [5]张凤英.原子吸收光谱法在土壤环境监测中的应用探讨[J].科技创新导报,2019,16(11):136.

作者简介:

王徐浩然(1993-),男,汉族,江苏淮安人,本科,初级,研究方向:环境检测。