

# 土壤污染状况的多指标综合检测技术及应用

周洪华

江苏高研环境检测有限公司盐城分公司 江苏盐城 224000

**摘要:** 本文围绕土壤污染状况的多指标综合检测技术展开研究。首先阐述了土壤污染的定义、类型、来源及危害,为后续研究奠定基础。接着详细分析了多指标综合检测技术的原理和方法,包括其概念、特点、常用检测指标以及具体检测方法。然后探讨了该技术在土壤污染监测、土壤修复、农业生产和环境保护决策等方面的具体应用。研究表明,多指标综合检测技术能够更全面、准确地反映土壤污染状况,为土壤环境的保护和管理提供科学依据,对保障生态环境安全和农业可持续发展具有重要意义。

**关键词:** 土壤污染;多指标综合检测技术;应用

## 引言

在地球生态系统中,土壤是其重要的组成部分之一,也是人类赖以生存与发展的根基。但随着工业化和城市化进程加快,农业生产大量施用化肥和农药,土壤污染越来越严重。土壤污染不仅使土壤质量恶化,农作物产量减少,质量下降,而且还可能通过食物链的传递而影响人的身体健康,给生态环境及社会经济的发展带来严重威胁。

传统土壤污染检测方法通常仅着眼于单一指标,很难全面准确反映土壤污染实际情况。利用多指标综合检测技术,可以对土壤中的各种污染物及其相关指标进行全面的检测和分析,从而更深入地掌握土壤污染的实际情况、范围与类型,为土壤污染防治与修复提供了科学依据。因此,对土壤污染状况多指标综合检测技术及应用进行研究具有实际意义。

## 一、土壤污染状况概述

### (一) 土壤污染的定义和类型

土壤污染是指人类活动产生的污染物进入土壤并积累到一定程度,引起土壤质量恶化,影响土壤的正常功能和生态平衡的现象。根据污染物的性质,土壤污染可分为以下几种类型:

(1) 重金属污染: 重金属如铅(Pb)、汞(Hg)、镉(Cd)、铬(Cr)、砷(As)等具有毒性大、难降解、易积累等特点,是土壤污染中最常见的污染物之一。重金属污染主要来源于工业废水、废气排放、矿山开采、农药和化肥的使用等。

(2) 有机污染: 有机污染物包括多环芳烃(PAHs)、农药、石油类物质等。这些污染物具有较强的毒性和生物累积性,会对土壤生态系统和人体健康造成严重危害。

有机污染主要来源于工业生产、农业活动和城市垃圾填埋等。

(3) 放射性污染: 放射性物质如镭(Ra)、钍(Th)、钾(K)等会释放出射线,对人体健康和生态环境造成潜在威胁。放射性污染主要来源于核工业生产、核试验、放射性废物处理等。

(4) 生物污染: 生物污染是指土壤中存在的病原微生物、寄生虫等对人体健康和生态环境造成的危害。生物污染主要来源于生活污水、医院废水、畜禽粪便等。

### (二) 土壤污染的来源和危害

#### 1. 土壤污染的来源

(1) 工业污染源: 工业生产过程中产生的废水、废气和废渣含有大量的重金属、有机污染物和放射性物质等,这些污染物通过直接排放或大气沉降等方式进入土壤,造成土壤污染。

(2) 农业污染源: 农业生产中大量使用的化肥、农药、农膜等会残留在土壤中,导致土壤污染。此外,畜禽养殖过程中产生的粪便和污水如果未经处理直接排放到土壤中,也会造成土壤污染。

(3) 生活污染源: 城市生活垃圾、污水和粪便等含有大量的有机物、病原体和重金属等污染物,如果处理不当,会对土壤造成污染。

(4) 交通污染源: 汽车尾气中含有铅、镉、铬等重金属和多环芳烃等有机污染物,这些污染物通过大气沉降进入土壤,造成土壤污染。

#### 2. 土壤污染的危害

(1) 对土壤质量的影响: 土壤污染会导致土壤肥力下降、土壤结构破坏、土壤微生物群落失衡等,从而影响土壤的正常功能和生态平衡。

(2) 对农作物的影响：土壤污染会影响农作物的生长发育，导致农作物减产和品质降低。同时，农作物吸收土壤中的污染物后，会在体内积累，通过食物链传递影响人体健康。

(3) 对人体健康的影响：土壤中的污染物可以通过食物链、呼吸和皮肤接触等途径进入人体，对人体健康造成危害。例如，重金属污染会导致人体神经系统、免疫系统和生殖系统等受损；有机污染会导致人体癌症、内分泌失调等疾病。

(4) 对生态环境的影响：土壤污染会破坏土壤生态系统的平衡，影响土壤中动植物的生存和繁衍，进而影响整个生态环境的稳定。

## 二、多指标综合检测技术原理和方法

### (一) 多指标综合检测技术的概念和特点

多指标综合检测技术就是在同一台设备中实现多类型参数的全方位检测，它可以同时测试出产品的多种性能。相对于传统的单一指标检测技术，其已不限于测试某种或者某些性能，而能够提供更加全面和精确的结果。在进行焚烧炉性能检测时，其可以通过多维度指标综合分析来对焚烧炉性能进行综合评价，以达到多维度和高精度的检测需求。这种技术可以实现测试结果数据集的修正，偏差溯源分析以及多目标优化模型的构造等运算。面对复杂检测需求，其能够根据标准化多指标数据集产生关键指标集，并构造加权线性组合模型来计算性能评价评分，也可以依据评价得分分布结果的方差，对工况参数组合进行调整。它的主要优点是能够超越单一检测技术在多样性、专业性和扩展性方面的限制，全方位地展示检测对象的性能状态。

### (二) 常用的检测指标

常用检测指标在医学、水质、食品等诸多领域都有着广泛的应用。医学检测的指标是丰富多采的，例如血液检测中，红细胞计数、血红蛋白可以反映机体是否贫血，白细胞的分类和中性粒细胞的数量可以反映感染情况等；在尿常规中，尿蛋白、尿葡萄糖和尿胆红素都可用于确诊病情，蛋白尿可能提示肾脏病变的发生，而尿葡萄糖阳性则可能与糖尿病有关。水质检测中涉及丙烯酰胺和环氧氯丙烷的检测，以确保用水安全。食品检测指标包括标签信息、包装材料和完整性，以保证食品满足安全标准的要求，而酸值、电导率和过氧化值则用于监控食品质量和生产工艺的合格程度。土壤检测则关注重金属（镉、铅）、有机质含量等。多个领域的检测标准相互协作，为确保公众的健康、环境的安全性以及产品的高质量提供了坚实的后盾。

### (三) 检测方法

检测方法在不同领域各有应用且各有特点。在物质含量检测方面，针对饮料中苯甲酸的测定可采用高效液相色谱法（HPLC），能精准分析其含量。环境监测领域，水体重金属检测常用原子吸收光谱法（AAS）或电感耦合等离子体质谱法（ICP-MS），能够测定铅、汞等污染物，为水质安全把关；对于大气中挥发性有机物（VOCs）的分析，则会运用气相色谱-质谱联用仪（GC-MS）进行定性和定量分析，以了解大气污染状况。无损检测方法也有广泛应用场景，在航空航天领域可检测飞机结构件、发动机零件表面缺陷；机械制造中能检测齿轮、轴承、轴等零件表面缺陷；汽车制造可用于检测汽车零部件、发动机零件表面缺陷；电力行业则可检测发电机、变压器等设备表面缺陷，保障设备的安全运行。

## 三、土壤污染状况的多指标综合检测技术具体应用

### (一) 在土壤污染监测中的应用

多指标综合检测技术能全面评估土壤污染状况，同时检测土壤中的重金属如镉、铅、汞、砷等，以及有机污染物如多环芳烃、多氯联苯等多种污染物和相关指标，还能检测土壤pH值、电导率、含水量等理化性质，更全面准确地反映土壤污染程度、范围和类型，为建立土壤污染数据库提供依据。

该项技术能够对土壤污染的变化情况进行动态监测，并对土壤进行定期检验，了解污染发展的趋势。通过整合地理信息系统（GIS）与遥感技术，可以对土壤污染进行实时的观测和预警，并在污染物浓度超出预警值的情况下迅速发出警告。

农业领域中的多指标综合检测技术可以确保粮食安全、改善农产品质量，通过对农田土壤的监测掌握土壤肥力及污染情况，指导科学施肥与栽培等。就城市环境方面而言，它可以为城市规划与治理、对城市土壤污染的监控等提供依据。就矿产资源开发而言，能够保证资源的可持续开发，并对开采地区土壤污染状况进行监控。在生态环境的保护方面，可以监控生态系统的健康状态，从而为生态的恢复和维护提供坚实的科学支撑。

### (二) 在土壤修复中的应用

多指标综合检测技术对于土壤修复起到了至关重要的作用，其能够对污染场地进行评价，对土壤重金属、有机污染物以及有害物质进行综合分析，并根据检测数据对土壤修复技术进行优选，考虑到土壤的种类、污染的特性以及环境的需求，制定个性化的修复方案，并通过模拟预测与实地试验来验证这些策略的实用性和效果。

从修复工艺的革新来看，该项技术可以引导修复工

艺的开发和完善,探索新的生物修复和化学修复技术,提高修复的效率,也可以将物联网技术相结合进行远程监测及智能分析,并采用大数据及机器学习的方法对多参数数据进行加工。

在成本控制中,采用多指标综合检测技术可以准确地对修复成本进行评价,涉及材料、人力及环境影响,以便制定出经济、合理的修复计划,确保修复项目可持续发展。

在修复效果监测方面,利用该技术对修复过程中土壤变化情况进行定期监测,并对修复技术效果进行追踪,以保证污染物浓度符合安全标准,通过数据分析,对修复方案进行适时的调整,促进修复效率的提高与效果的改善。以重金属污染土壤修复为例,综合分析多指标检测数据对土壤污染程度及修复需求进行评价,从而为有效修复策略的制定提供科学依据。

### (三) 在农业生产中的应用

就农产品的质量把控而言,其涉及质量指标、食品安全、农药残留、重金属检测等方面,能够使农户把握农产品的真实质量,促进农业生产向规范化、科学化、可持续的方向迈进。

在农产品的营养成分分析方面,近红外光谱技术(NIRS)不需要进行复杂的样品预处理,能够迅速地对农产品中的水分、蛋白质和脂肪进行分析,主要营养成分如淀粉也可检测出,一些农兽药残留及重金属也能被检测,对粮食、果蔬及肉类的品质分级及在线监测起着至关重要的作用。

液相色谱-质谱联用(LC-MS)在检测农兽药残留和有害物质时,特别适合于探测热不稳定性、高极性和大分子的化合物,例如大多数氨基甲酸酯类农药、兽药、真菌毒素和非法添加剂都是当前农兽药多残留检测中的主要技术手段;免疫分析法(如ELISA)操作简便、快速、成本低、特异性强,广泛用于农兽药残留、真菌毒素、生物毒素等快速筛查;拉曼光谱技术具有识别农产品中特定污染物和微生物的能力,结合表面增强技术(SERS),在现场快速检测领域具有巨大的潜力。

在土壤检测领域,便携式X射线荧光分析仪能够在现场迅速检测土壤中的重金属含量,并实时展示检测结果。此外,生物传感器还能通过生物识别元件与重金属离子进行特异性反应来监测重金属含量,通过测量土壤中的微生物生物量,可以评估微生物的活性水平。

### (四) 在环境保护决策中的应用

就气候变化与空气质量管理而言,对大气环境数据进行全面的检测与分析可以挖掘其中潜藏的规律与关联规则,监测气候变化趋势,并对其影响因素进行研究,

从而为气候变化应对策略的评估与制定提供强有力的支持,帮助空气质量得到改善,气候趋于稳定。

在水质监测与保护方面,有关工作人员运用这一技术来分析监测水环境数据,并对水质状况做出评价,涉及溶解氧、pH值、水温等多个方面以及水体富营养化等多项指标,从而精准确定水质问题和污染源,采取针对性的管理和保护措施,保障水资源和生态环境的安全。

多指标综合检测技术对噪声与土壤污染的治理也具有重要的价值。该技术能够深度分析与噪声和土壤污染有关的数据,从而为制定有力的污染控制策略提供科学依据,以减轻噪声和土壤污染对环境及人类健康造成的不良影响。

另外,分析环境检测数据也可评估环境风险以及诸如化学品泄漏、自然灾害等可能发生的灾害。一旦检测到异常情况,可以迅速采取紧急管理措施,如警报系统、紧急响应和灾后评估等,为环境保护的决策提供全方位、科学的支持,客观参考依据,减少主观判断造成的偏差,促进环境保护工作的科学发展。

### 结论

多指标综合检测技术在土壤污染防治和环境保护决策中意义重大。它能全面、准确地检测土壤污染状况,为土壤污染监测提供动态数据和风险预警,助力掌握污染发展趋势并及时防控。在土壤修复中,该技术可精准评估污染、指导方案制定与效果监测,保障修复的科学性和有效性。在农业生产中,能把控农产品质量、分析营养成分及检测有害物。技术发展让数据获取与分析更高效,为环境保护决策提供科学依据,促进环保工作有效开展。

### 参考文献

- [1]高梦绯,郑顺安,刘昌华,等.基于多因素融合的耕地土壤重金属污染风险评价[J].环境工程,2023,41(8):233-241.
- [2]王舒婷,吴学勇,王薇,等.鼓风炉铅冶炼渣清理场地安全利用前后土壤污染风险评价研究[J].环境工程,2023(S2):734-737,682.
- [3]何青山.改性生物炭对污泥堆肥过程中氮流失的影响研究[D].江南大学,2024.
- [4]王奇.吉林道地药材五味子中无机元素的分布特征及风险评价[D].长春师范大学,2023.
- [5]张雅鑫,李媛媛,赵文婧,等.基于生命周期评价的焦化污染土壤淋洗技术环境影响研究[J].安全、健康和环境,2023,23(3):26-33.