

城市土壤污染源解析与调查方法研究

孟津名 邬文松 王雨

中矿(天津)岩矿检测有限公司, 中国·天津 300450

摘要: 城市土壤污染是当今环境问题的重要组成部分, 为了更好地理解和解决这一问题, 污染源解析方法显得尤为关键。本文旨在介绍和探讨城市土壤污染源解析的关键方法, 包括化学分析、同位素示踪、地理信息系统(GIS)、污染物示踪剂和空气质量模型。同时概述城市土壤污染源的调查方法, 尤其强调其中的实验室方法。这些方法的综合应用有助于揭示污染源、评估污染程度, 并为有效的环境保护和污染治理决策提供科学依据。

关键词: 城市土壤污染; 污染源解析; 化学分析; 同位素示踪

Research on the Analysis and Investigation Methods of Urban Soil Pollution Sources

Jinming Meng Wensong Wu Yu Wang

Zhongmine (Tianjin) Rock Mine Testing Co., Ltd., Tianjin, 300450, China

Abstract: Urban soil pollution is an important part of today's environmental problems. In order to better understand and solve this problem, the pollution source analysis method is particularly critical. The paper aims to introduce and explore the key methods of analyzing urban soil pollution sources, including chemical analysis, isotope tracing, geographic information system (GIS), pollutant tracers, and air quality models. At the same time, the investigation methods of urban soil pollution sources are summarized, especially the laboratory methods. The comprehensive application of these methods helps to reveal the source of pollution, assess the degree of pollution, and provide a scientific basis for effective environmental protection and pollution control decisions.

Keywords: urban soil pollution; pollution source analysis; chemical analysis; isotope tracing

1 引言

城市土壤污染作为一个严重威胁城市环境质量和人类健康的问题, 已经引起了广泛的关注。随着城市化进程的加速推进, 工业活动、废弃物处理、交通污染等因素导致了城市土壤中污染物的不断累积, 对生态系统和人类社会造成了潜在威胁。因此, 深入研究城市土壤污染的源头和解决方法至关重要。本文的目的是探讨城市土壤污染源解析与调查方法, 旨在为更好地理解和解决这一重要环境问题提供科学依据。

2 城市土壤污染源解析

城市土壤污染是一个复杂而严重的环境问题, 其污染源头多种多样。以下将从污染源分类、污染源特征以及污染源解析方法三个方面进行探讨, 以帮助更好地理解和解决这一问题。

2.1 污染源分类

城市土壤污染的源头可以分为多种类别, 其中包括但不限于以下几种主要污染源: 一是工业排放: 工业活动是城市土壤污染的重要来源之一。工厂、化工厂和制造业单位通常会排放大量废水、废气和废物, 其中一些含有有害物质, 如重金属、有机化合物和化学物质。二是废弃物处理: 城市废弃物处理设施的管理和运营也可能导致土壤污染。不当处

理的垃圾堆填和垃圾焚烧可能释放有害物质到土壤中。三是交通污染: 交通运输系统是城市土壤污染的重要源头之一。车辆尾气排放的污染物, 如氮氧化物(NO_x)和挥发性有机化合物(VOCs), 可以沉积到土壤中。四是农业活动: 城市周边地区的农业活动也可能引入农药、化肥和兽药等农业化学物质, 导致土壤污染。

2.2 污染源特征

不同的污染源具有不同的特征, 这些特征对于解析城市土壤污染源至关重要。以下是一些常见的污染源特征: 第一, 化学成分。不同污染源排放的物质具有各自独特的化学成分。例如, 工业排放可能含有特定的有机溶剂或金属元素, 而交通排放则可能富含尾气中的氮氧化物。第二, 有机物。有机物是城市土壤污染的重要组成部分。这些有机物可以是挥发性有机化合物, 也可以是不挥发的有机物, 如多环芳烃。它们在土壤中的存在可以对生态系统和人类健康产生负面影响。第三, 重金属。重金属污染是城市土壤污染的另一个常见特征。这些重金属包括铅、镉、汞等, 它们有时来源于工业排放和交通污染, 对土壤和生物体造成危害。

2.3 污染源解析方法

污染源解析是城市土壤污染研究的关键环节, 它帮助我们确定污染物的来源, 为采取有效的污染治理措施提供了重要依据。

2.3.1 化学分析

化学分析是污染源解析中常用的关键方法之一。通过对土壤样品中的化学成分进行详尽分析,可以帮助确定污染物的种类和浓度,从而推断可能的污染源。举例而言,重金属元素的分布模式可能指示出工业排放源,而特定有机物的存在则可以与特定的源头相关联。化学分析通常包括元素分析、有机物分析和离子分析等。元素分析主要涉及测定土壤样品中各种元素的浓度,例如铅、镉、锌等重金属元素。这有助于确定土壤中重金属的来源和分布情况,从而揭示潜在的污染源。有机物分析则关注土壤中的有机化合物,如挥发性有机化合物(VOCs)和多环芳烃(PAHs)。不同有机物的存在可以与不同的污染源相关联,有助于进一步确定污染源。离子分析涉及测定土壤中的无机离子,如氮、磷、硫等。这些无机物的存在可以提供关于农业污染或其他特定污染源的线索。化学分析方法的选择取决于研究目标和土壤样品的性质。通过仔细的化学分析,研究人员可以更好地理解土壤污染的性质和来源,为采取适当的污染治理措施提供重要信息。

2.3.2 同位素示踪

同位素示踪是一种高度精确的污染源解析方法,它利用污染物中的同位素特征来追踪其来源。不同源头的污染物通常具有不同的同位素比值,这为源头的识别提供了有力工具。例如,氮同位素分析可以用于区分工业排放和农业污染导致的土壤氮含量变化。同位素示踪的优势在于其高分辨率和能够追溯长期的污染历史。通过分析土壤中污染物的同位素组成,研究人员可以确定不同污染源的相对贡献,从而更准确地理解污染源的复杂性。然而,同位素示踪需要高度专业的设备和技术,因此在实际应用中可能较为昂贵和耗时。然而,它为深入解析土壤污染问题提供了有力工具。

2.3.3 地理信息系统(GIS)

GIS技术在污染源解析中扮演着关键的角色。它通过将土壤污染数据与地理空间信息相结合,帮助研究人员可视化污染分布和与环境要素的关联。GIS可以用于确定可能的污染源和传播路径,通过地图展示污染程度,为决策者提供重要的决策支持工具。通过GIS,研究人员可以将土壤污染数据与地理坐标相关联,以创建空间地图。这使得研究人员能够更好地了解污染物在地理空间中的分布,发现污染的热点区域,并探索与污染相关的环境特征。这种综合性的分析有助于确定污染源和传播途径,从而支持有效的环境管理和污染治理决策。

2.3.4 污染物示踪剂

在城市土壤污染源解析中,某些特定污染物可以作为示踪剂,发挥关键作用。这些示踪剂能够帮助研究人员确定可能的污染源,因为它们在不同污染源之间具有独特的特征。以下是两种常见的示踪剂:

①氟利昂气体(CFCs): CFCs曾被广泛用于制冷、

喷雾剂和发泡剂等应用中,因其稳定性而在环境中长时间存在。它们可以用于示踪地下水流动路径,特别是在污染地下水的情况下。研究人员可以分析地下水中CFCs的浓度和组成,以揭示可能的污染源,或者确定地下水的流动方向和速度。

②挥发性有机化合物(VOCs): VOCs是一类容易挥发进入大气的有机化合物,通常与地下污染有关。它们可以用于示踪地下污染源,因为它们在地下水中的浓度分布和组成可以提供线索,帮助确定污染物的来源和传播路径。

通过分析这些示踪剂的存在和分布,研究人员可以更准确地解析城市土壤污染的源头和传播过程。

2.3.5 空气质量模型

在城市土壤污染源解析中,空气质量模型有时可用于估算大气沉降对土壤的影响。这些模型是数学工具,用于模拟污染物从大气中沉降到土壤表面的过程,以及其在土壤中的分布。通过模拟污染物的传输、沉降和分布,这些模型可以帮助确定污染源的可能性和影响程度。空气质量模型通常考虑了大气中的污染物浓度、气象条件、地形特征等因素。模型的输出可以提供关于大气沉降对土壤的贡献以及不同区域的污染程度的信息。这有助于确定可能受到大气污染物影响的土壤区域,从而帮助解析污染源。然而,空气质量模型的应用通常需要大量的气象和污染数据,以及复杂的计算过程。因此,它们在城市土壤污染源解析中通常作为辅助工具,与其他污染源解析方法结合使用,以提供更全面的信息。

3 城市土壤污染调查方法

城市土壤污染的调查是确保城市环境和居民健康的关键步骤。下面将详细介绍城市土壤污染调查的基本步骤和方法,包括调查方法概述、采样策略和实验室分析。

3.1 调查方法概述

城市土壤污染调查通常包括以下基本步骤:①问题定义与目标设定:明确研究问题,确定调查的目标和范围。这可能涉及确定调查区域、关注污染物种类和潜在污染源。②文献研究:对已有的文献和数据进行综合分析,以了解调查区域的土壤污染历史、潜在污染源、土壤类型等信息。③采样计划制定:根据调查目标和问题定义,制定合理的土壤采样计划,包括采样点位选择、采样深度和采样频率。④采样实施:按照采样计划,在调查区域内采集土壤样品。采样应遵循标准化程序,以确保样品的代表性和可比性。⑤实验室分析:将采集的土壤样品送往实验室进行分析,包括化学分析、生物监测等,以确定土壤中污染物的浓度和种类。⑥数据分析与解释:对实验室分析结果进行统计分析和地理信息系统(GIS)处理,以解释污染水平、污染源及其分布。⑦风险评估:根据土壤污染水平和暴露途径,进行健康风险评估,评估土壤污染对居民健康的潜在影响。⑧报告撰写与沟通:撰写调查报告,清晰地呈现研究方法、结果和建议,

向决策者和公众传达调查成果。

3.2 采样策略

合理的采样策略对于获得可靠的调查结果至关重要。以下是采样策略的关键考虑因素：一是采样点位选择：采样点位应覆盖调查区域的各种土壤类型和潜在污染源周围的关键区域。选择点位时要考虑地形、土地利用、污染历史和环境因素。二是采样深度：采样深度应根据研究目标确定。通常，土壤污染的主要关注层段包括表层土壤（0~15cm）和深层土壤（15~30cm 或更深）。深层土壤采样有助于了解污染物的垂直分布。三是采样频率：采样频率取决于调查目标和土壤异质性。通常，大面积的调查需要更多的样品点，以确保代表性。

3.3 实验室分析

实验室分析在城市土壤污染调查中扮演着至关重要的角色，它是评估土壤中污染物浓度、种类和分布的主要手段。在实验室中，采集的土壤样品将受到严格的分析和测试，以确保获得准确和可靠的数据。

①污染物浓度测定。污染物浓度测定是实验室分析的核心任务之一。这包括了对土壤样品中各种污染物的定量测定，其中包括有机物分析：采用气相色谱质谱联用技术（GC-MS）等方法来检测和定量有机物污染物，如挥发性有机化合物（VOCs）、多环芳烃（PAHs）等。重金属分析：使用原子吸收光谱法（AAS）或质谱法来分析土壤中的重金属元素，如铅、镉、汞等。无机物分析：测定土壤中的无机离子，如氮、磷、硫等，通常使用离子色谱法（IC）或原子荧光光谱法（AFS）。这些分析方法需要高度精确和灵敏的仪器，以确保测量的准确性，因为污染物浓度的确定对于评估污染程度和风险至关重要。

②土壤 pH 测定。土壤 pH 值是土壤污染研究中的重要参数之一，它对污染物的迁移和生物有效性产生重要影响。实验室分析通常使用玻璃电极法或电位滴定法来测定土壤的

pH 值。这有助于了解土壤酸碱性对于污染物行为的影响，以及是否需要采取调整土壤 pH 的措施来减少风险。

③生物监测。生物监测是实验室分析的补充手段，通过评估土壤中生物学指标来揭示生态系统的健康状况。这可以包括土壤微生物的数量和活性、植物的生长情况以及土壤中的生态多样性。生物监测可以提供与传统化学分析不同的视角，帮助评估土壤污染对生态系统的影响。

4 结语

城市土壤污染源解析方法的研究和应用为我们更全面地了解和解决城市土壤污染问题提供了宝贵的工具。化学分析、同位素示踪、GIS、污染物示踪剂和空气质量模型等方法的综合应用不仅有助于明确污染源的位置和性质，还能够评估污染的程度，从而为制定有效的治理策略提供科学依据。然而，城市土壤污染问题仍然复杂且不断演变，需要跨学科的研究和全球范围内的合作。未来的工作可以包括不断改进解析方法，开发更精确的监测技术，并继续推动环境政策的制定和执行。通过这些努力，我们可以朝着更清洁、健康和可持续的城市环境迈出坚实的一步，确保城市土壤污染问题得到更好的解决。

参考文献：

- [1] 李小娟,徐佳燕,张剑宇,等.利用in vitro试验的城市土壤重金属健康风险研究及其对中国土壤污染调查的启示[J].天津大学学报(自然科学与工程技术版),2020,53(10):1001-1012.
- [2] 王信凯,张艳霞,黄标等.长江三角洲典型城市农田土壤重金属累积特征与来源[J].土壤学报,2021,58(1):82-91.
- [3] 仲英杰,李忠元.科学家如何表达对大地母亲深沉的爱?聊聊土壤修复那些事儿[J].世界科学,2020(9):33-35.
- [4] 宋志晓,魏楠,崔轩等.中国土壤污染源头管控现状及对策研究[J].环境科学与管理,2022,47(12):5-9.
- [5] 林淮.土壤重金属污染调查及治理研究[J].中国资源综合利用,2022,40(11):124-126.