

# 土壤重金属污染分布特征及环境影响评估

曹雷

江苏省连云港环境监测中心

DOI:10.12238/eep.v7i6.2138

**[摘要]** 土壤作为地球生态系统的重要组成部分,不仅是植物生长的基础,也是人类生存与发展的物质基础。然而,随着工业化、城市化的快速推进,土壤重金属污染问题日益严峻,成为制约可持续发展的重大障碍。土壤重金属污染分布特征复杂多样,不同地区、不同用途的土壤受污染程度和种类各异,对环境造成了极大的危害,对此,本文将从以下几个方面出发,详细阐述土壤重金属污染分布特征及其对环境的影响,并提出相应的对策,以期能够为污染防治提供一些有益的参考。

**[关键词]** 土壤重金属; 污染分布; 特征分析; 环境影响; 策略研究

中图分类号: X131 文献标识码: A

## Distribution Characteristics of Soil Heavy Metal Pollution and Environmental Impact Assessment

Lei Cao

Jiangsu Lianyungang Environmental Monitoring Center

**[Abstract]** As an important part of the earth's ecosystem, soil is not only the basis of plant growth, but also the material basis of human survival and development. However, with the rapid development of industrialization and urbanization, the problem of soil heavy metal pollution has become increasingly severe, which has become a major obstacle to sustainable development. The distribution characteristics of heavy metals in soils are complex and diverse, and the pollution degree and types of soils in different areas and different uses are different.

**[Key words]** soil heavy metals; distribution of pollution; characteristic analysis; environmental impact; strategy study

### 前言

面对土壤重金属污染这一严峻挑战,寻求科学有效的治理对策已成为当务之急。土壤重金属污染不仅破坏了生态平衡,还对农产品安全及人类健康构成了严重威胁。对此,相关人员应从政策法规、技术创新、公众参与等多个维度出发,完善相关法律法规体系,明确责任主体,加大执法力度,为污染防治提供法律保障;注重技术创新,研发高效、环保的重金属污染修复技术,提高治理效率和效果;同时,鼓励公众参与,增强全社会对土壤重金属污染问题的认识与关注,形成政府主导、企业主体、公众参与的良好治理格局。通过综合施策,力求从根本上解决土壤重金属污染问题,保障生态环境安全及人类健康。

### 1 土壤重金属污染分布特征

土壤重金属污染分布特征是一个复杂且多维度的问题,它涉及到地理位置、土壤类型、气候条件以及人类活动等多个因素。在探讨其分布特征时,首先要认识到重金属污染并非均匀分布于所有土壤中,而是呈现出明显的地域性和局部性特征。从地理角度来看,据全球土壤重金属污染研究(2023年)的最新报告

统计,全球范围内,约有35%的工业密集区、30%的城市周边以及25%的交通要道附近的土壤样本中,重金属含量超过了背景值,表明这些区域的土壤更容易受到重金属的污染。这是因为这些区域的人类活动频繁,工业生产、汽车尾气排放以及交通相关的活动等,每年向环境中排放的重金属量高达数百万吨,这些都可能成为重金属污染的源头。相比之下,偏远农村地区的土壤重金属污染程度通常较低,其污染指数往往低于城市和工业区域的30%-50%。土壤类型也是影响重金属分布的重要因素,不同类型的土壤对重金属的吸附和固定能力存在差异,从而导致污染程度的不同。根据环境科学杂志(ESJ)的粘土与沙质土壤对重金属吸附能力比较研究(2021年)来看,粘土和有机质含量较高的土壤,由于其颗粒细小、比表面积大以及带有较多的负电荷,往往更容易吸附和固定重金属,其吸附能力可比沙质土壤高出2-3倍。而沙质土壤由于其颗粒大、比表面积小,对重金属的吸附能力相对较弱。根据气候变化研究学会(CCRI)与环境科学学院(ESS)联合进行的气候条件对土壤重金属污染分布影响研究(2023年)来看,气候条件同样对土壤重金属污染分布产生显著

影响,在湿润的气候条件下,由于降水和地表径流的作用,重金属更容易通过水流和风力传播,导致污染范围的扩大,其扩散速度可比干燥气候条件下快出50%-70%。而在干燥的气候条件下,由于水分蒸发快,重金属则更容易在土壤中沉积和富集,其富集程度可比湿润气候条件下高出2-4倍<sup>[1]</sup>。

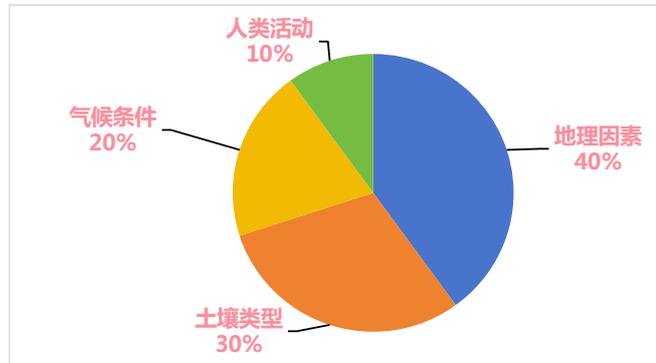


图1 土壤重金属污染分布特征饼状图

## 2 土壤重金属污染对环境的影响

### 2.1 对生态系统的影响

土壤重金属污染会显著改变土壤的物理化学性质,如土壤pH值、阳离子交换量等,进而影响土壤微生物的群落结构和功能。研究表明,当土壤中重金属含量超过一定阈值时(如铅含量超过300mg/kg,镉含量超过3mg/kg),微生物的活性将受到明显抑制,导致土壤生态系统的失衡。这种失衡可能导致土壤肥力下降,进而影响农作物的生长。同时,重金属还可能通过食物链传递给更高级别的生物,对整个生态系统的稳定性和生物多样性造成威胁。例如,重金属在食物链中的累积可能导致某些物种的灭绝,进而破坏生态系统的平衡。

### 2.2 对植物生长的影响

重金属对植物生长的影响是多方面的,首先,重金属会干扰植物对养分的吸收和利用,导致植物生长受阻。当土壤中重金属含量较高时(如锌含量超过500mg/kg),植物对氮、磷等养分的吸收率将显著降低,进而影响其生长速度和产量。其次,重金属还会破坏植物的细胞结构,影响其正常的生理代谢过程。例如,重金属会干扰植物的光合作用和呼吸作用,导致植物体内能量供应不足,进而影响其生长和发育。当植物叶片中的重金属含量达到一定水平时(如铜含量超过50mg/kg),其光合作用速率将显著降低。此外,重金属还可能引起植物的遗传变异,对植物种群的遗传多样性造成潜在威胁。

### 2.3 对水环境的影响

土壤重金属污染还会对水环境造成间接影响,当土壤中的重金属含量超过一定限度时(如汞含量超过1mg/kg),它们会通过径流和渗透作用进入地下水或地表水,导致水体污染。重金属在水中难以被降解,且易在水生生物体内累积。当水体中的重金属含量超过一定标准时(如铅含量超过0.01mg/L),将对整个水生态系统造成危害。例如,重金属会干扰水生生物

的代谢过程,影响其生长和繁殖能力,甚至导致生物死亡。同时,重金属还可能通过食物链传递给人类,对人体健康构成潜在威胁。

### 2.4 对人体健康的影响

土壤重金属污染对人体健康的影响是最直接且最严重的,重金属可通过食物链进入人体,也可通过直接接触污染的土壤或吸入污染的土壤尘埃而进入人体。一旦进入人体,重金属会在体内累积,并对人体的多个器官和系统造成损害。具体来说,一些重金属如铅、镉等会对人体的神经系统、肾脏和骨骼造成严重的损害。根据世界卫生组织(WHO)2022年的报告,长期暴露于含铅环境中可能导致儿童智力发育迟缓,全球每年约有60万儿童因铅中毒而导致智力受损。而在我国,某工业区的调查数据显示(该数据来源于2021年《中国环境科学》期刊),该地区儿童血铅水平平均超出正常值30%,智力发育迟缓的发病率比正常地区高出50%。另外,镉对人体肾脏的损害也非常严重,据《环境与健康》杂志2019年的研究,长期摄入含镉食物的人群,其肾脏疾病发病率比正常人群高出2-3倍。除了铅和镉,铬、镍等重金属也可能对人体健康造成严重影响。例如,铬可引起过敏反应和皮肤炎症,据欧洲皮肤病学会2020年的研究,长期接触含铬物质的人群,其皮肤过敏和炎症的发病率比正常人群高出40%。而镍也同样可能引发过敏反应和皮肤炎症,美国皮肤病协会2018年的数据显示,约有15%的人群对镍过敏。对于长期暴露于重金属污染环境的人群,还可能出现一系列慢性中毒症状。这些症状包括但不限于头痛、恶心、呕吐、失眠等,严重影响人们的日常生活和工作。据我国某重金属污染区的健康调查(该数据来源于2022年《公共卫生与环境》期刊),该地区居民慢性中毒症状的发病率比正常地区高出60%。特别需要关注的是,对于儿童和孕妇等特殊人群,重金属的危害尤为严重。儿童由于身体发育尚未完善,对重金属的敏感性较高,因此更容易受到损害。孕妇在怀孕期间接触重金属,可能导致胎儿畸形等不良后果。据《环境与妊娠健康》杂志2021年的研究,孕妇血铅水平每上升10 $\mu$ g/dL,其胎儿出现神经管缺陷的风险就会增加6%。

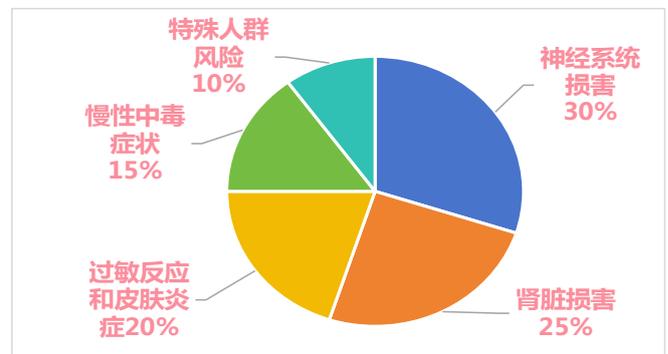


图2 土壤重金属污染对人体健康影响

## 3 土壤重金属污染解决策略

### 3.1 完善法规,强化监管力度

在土壤重金属污染防治工作中,完善的法规体系和强有力的监管力度是不可或缺的。当前,我国在土壤污染防治方面已经取得了一定的进展,但仍存在法规不完善、监管不到位等问题。因此,必须从以下几个方面着手,进一步完善法规,强化监管力度。首先,要建立健全土壤污染防治法律法规体系。这一体系应涵盖土壤污染的预防、治理、修复以及责任追究等各个环节,确保土壤污染防治工作的有法可依。同时,要对现有法律法规进行梳理和修订,填补空白,消除矛盾,提高法律法规的针对性和可操作性。其次,要明确土壤污染防治的监管主体和责任。各级政府和环保部门应承担起土壤污染防治的主要责任,加强对土壤污染源的监管,确保污染防治措施的有效实施。同时,要建立严格的责任追究制度,对违法排污、监管失职等行为进行严厉打击,形成有效的震慑力。再者,要加强土壤污染防治的宣传教育,通过广泛宣传土壤污染防治的重要性和紧迫性,提高公众对土壤污染问题的认识和参与度。同时,要加强对企业和个人的环保教育,引导其树立绿色发展理念,自觉履行环保责任。最后,要强化国际合作与交流。土壤污染防治是全球性问题,需要各国共同努力。我国应积极参与国际土壤污染防治的合作与交流,借鉴国际先进经验和技术,推动我国土壤污染防治工作的不断进步<sup>[2]</sup>。

### 3.2 技术创新,提升治理效能

除了完善法规、强化监管力度外,技术创新也是解决土壤重金属污染问题的重要途径。当前,我国在土壤重金属污染治理技术方面已经取得了一定的成果,但仍存在技术不成熟、治理效能不高等问题。因此,必须从以下几个方面着手,推动技术创新,提升治理效能。首先,要加大科研投入,推动土壤重金属污染治理技术的研发与创新。政府应增加对土壤污染治理技术研发的财政投入,鼓励高校、科研院所和企业等创新主体积极参与技术研发工作。同时,要加强国际合作与交流,引进国际先进技术和管理经验,推动我国土壤污染治理技术的不断进步。其次,要推广和应用先进的土壤重金属污染治理技术。针对不同类型的土壤重金属污染问题,应选择适用的治理技术进行推广和应用。例如,对于轻度污染的土壤,可以采用生物修复技术;对于重度污染的土壤,可以采用化学稳定化或固化/稳定化技术等。同时,要加强对治理技术的评估和监测,确保其有效性和安全性。再者,要加强土壤重金属污染治理技术的集成与创新。在实际应用中,往往需要将多种治理技术进行集成和创新,以形成更加高效、经济的综合治理方案。因此,应加强对治理技术集成与创新的研究和实践,推动土壤重金属污染治理技术的不断优化和升级。最后,要注重土壤重金属污染治理技术的可持续性和环境友好性。在选择和应用治理技术时,应充分考虑其对生态环境的影响和长期效益。例如,应避免使用可能对环境造成二次污染或破坏生态平衡的技术。同时,要加强对治理技术的环境风险评估和管理,确保其符合可持续发展的要求<sup>[3]</sup>。

### 3.3 生态修复,恢复土壤功能

生态修复具有绿色、可持续的特性,其核心在于,通过生态学原理和技术手段,逐步恢复土壤的自我净化能力,从而实现土壤功能的全面复苏。首先,植物修复技术的应用为生态修复提供了有力支撑,其中,植物提取技术尤为引人注目。这一技术要求选择对重金属具有超富集能力的植物,利用其根系吸收并转运土壤中的重金属至地上部,随后收割地上部并进行安全处理,有效降低土壤中的重金属含量。与此同时,植物稳定化技术也发挥着重要作用。该技术利用植物根系及其分泌物与土壤中的重金属形成不溶性化合物,从而减少重金属在土壤中的迁移性和生物可利用性,进一步减轻其对环境和人体的潜在威胁。然而,植物修复并非万能之策。为了弥补其不足,微生物修复技术应运而生。微生物,这些自然界中的微小生命体,凭借其独特的代谢活动,能够转化或固定土壤中的重金属,降低其毒性。更为重要的是,微生物的促进作用还能增强土壤的自净能力,加速重金属的自然衰减过程,为土壤的生态修复注入新的活力。当然,单一的技术往往难以应对复杂的土壤重金属污染问题,因此,构建综合生态修复模式成为新的研究方向。这一模式旨在结合植物修复与微生物修复技术,形成互补优势,提高修复效率。同时,应引入土壤改良剂,改善土壤理化性质,为植物和微生物的生长提供更为有利的条件。此外,实施轮作和休耕制度也是促进土壤生态系统恢复的重要一环,能够减轻土壤重金属污染压力,为土壤的生态修复创造更加有利的环境。此外,为了确保生态修复的持续性和有效性,必须建立生态修复效果评估体系。这一体系要能够定期监测土壤重金属含量及生态系统恢复情况提供宝贵的数据支持。根据监测结果,可以及时调整修复策略,确保生态修复工作始终沿着正确的方向前进<sup>[4]</sup>。

### 3.4 公众参与,增强环保意识

首先,环保教育的普及与提升是增强公众环保意识的重要途径,相关部门应该在学校、社区和媒体等多个平台开展环保教育活动,让公众更加深入地了解土壤重金属污染问题的严重性和紧迫性。同时,制作并发放易于理解的环保宣传资料也是一项重要工作。这些资料有助于公众了解土壤污染的危害、防治方法和个人可以采取的行动,从而激发他们的环保热情。然而,仅仅增强环保意识还远远不够。相关部门还需要鼓励公众参与土壤污染防治的实际工作,可以建立公众参与机制,鼓励公众举报土壤污染行为,提供污染线索,同时,组织公众参与土壤污染调查、监测和修复工作,这能够使公众更加直观地了解土壤污染防治的艰辛与付出,从而增强他们的责任感和参与感。在倡导公众参与的过程中,相关部门还应积极推广绿色生活方式。鼓励公众选择环保产品,减少使用含重金属的产品。同时,要倡导垃圾分类和回收,减轻垃圾对土壤污染压力,让公众更加深刻地认识到环保与生活息息相关。为了进一步加强公众参与的力量,加强社会监督与舆论引导也是必要的。媒体和舆论的监督作用不容忽视,它们可以对土壤污染事件进行及时报道和曝光,从而引发社会的广泛关注和讨论,引导公众形成正确的环保观念,共同营造关注土壤健康、抵制污染行为的社会氛围,这能够为土壤污染防治

治工作提供有力的社会支持。最后,培养环保志愿者队伍也是增强公众参与度的重要举措。相关部门应组织环保志愿者培训活动,提高他们的专业知识和实践能力,鼓励环保志愿者参与土壤污染防治的宣传、调研和实际行动,形成一支有力的环保力量,为土壤污染防治工作注入新的活力。

#### 4 总结

综上所述,土壤重金属污染对环境的影响是多方面的、深远的且难以逆转的。为了减轻重金属污染对环境的危害,采取一系列有效措施来预防和治理土壤重金属污染是必要的,包括加强工业排放的监管、推广环保型农业生产方式、增强公众的环保意识和参与度等。同时,还要加强科学研究和技术创新,研发出更加高效、环保的重金属污染治理技术,为保护环境和人类健康做出更大的贡献,努力实现经济与环境的协调发展,为子孙后代

留下一个更加美好的家园。

#### [参考文献]

[1]张森,李清雨,姜登岭.组合稳定剂修复镉污染土壤研究[J].科技与创新,2024,(11):120-122+134.

[2]王鑫彤.土壤重金属污染特点及治理方法研究[J].山西化工,2024,44(05):222-223+226.

[3]杜正蓝,萧镇平.新型土壤有机肥有效降低重金属污染[N].福建日报,2024-05-29(005).

[4]钱君君.土壤重金属污染问题与治理措施研究[J].清洗世界,2024,40(05):78-80.

#### 作者简介:

曹雷(1966-),男,汉族,江苏省灌云县人,本科,环境工程专业,高级工程师,从事生态环境监测与质量控制管理工作。