



不同土地利用类型的土壤污染状况对比及防治措施

宋新贺

鸿灌环境技术有限公司 苏州 215200

摘 要:土壤作为生态系统的重要组成部分,其质量状况直接关系到农业生产、人居环境和生态安全。本文聚焦不同土地利用类型,探究土壤污染差异的主要影响因素,提出土壤污染防治措施,旨在为提升土壤环境质量、实现土地资源可持续利用提供理论参考和实践指导。

关键词:土地利用类型;土壤污染;污染对比;防治措施

中图分类号: X53 **文章编号:** 1671-9212(2025)04-0078-04

文献标识码: A **DOI:** 10.19451/j.cnki.issn1671-9212.2025.04.010

随着我国工业化、城市化和农业集约化的快速推进,土壤污染问题日益凸显,成为制约社会经济发展的重要环境因素。本文以长江中下游平原与珠江三角洲地区为研究对象,聚焦在农用地与建设用地中土壤污染的表现形态与成因机制。该区域土壤类型主要包括水稻土、红壤与滨海盐土,工业分布密集、农业高强度施肥显著、人类活动频繁,因而污染来源既包括重金属排放、化肥农药残留,也涉及工业固废、污水灌溉等多种复合路径。不同土地利用方式下,人类活动强度和污染物来源各异,导致土壤污染的类型、程度和特征呈现显著差异。本文通过揭示经济快速发展区土壤污染的驱动机制与空间规律,可为我国土壤环境分区分管控提供科学依据,对推进生态文明建设与高质量发展具有重要参考价值。

1 不同土地利用类型下土壤污染状况对比分析

1.1 农业用地土壤污染特征

农业用地的土壤污染主要源于长期的农业生产活动,污染物类型与农业投入品及生产方式密切相关。重金属污染主要来自化肥、农药和畜禽粪便。磷肥常含有镉、铅等重金属元素,长期过量施用可导致这些元素在土壤中持续累积。畜禽粪便若

未经充分处理直接还田,其携带的铜、锌等饲料添加剂残留会进一步加剧土壤重金属负荷^[1]。有机物污染在农业用地中同样普遍,主要包括农药残留、抗生素和农膜降解物。杀虫剂、除草剂等农药的长期使用,会使有机氯、有机磷等持久性有机污染物(POPs)在土壤中积累,这些物质具有生物累积性,可能通过食物链威胁人体健康。畜禽粪便中的抗生素进入土壤,不仅破坏土壤微生物群落结构,还可能诱导耐药菌产生。此外,残留在土壤中的农膜塑料碎片难以降解,其释放的增塑剂等化学物质也会持续污染土壤环境。

1.2 工业用地土壤污染特征

工业用地的土壤污染通常具有污染源复杂、污染物种类繁多、毒性强且污染程度深的特点,主要源于工业生产过程中的物料泄漏、废水排放、废气沉降及固废堆积:(1)重金属污染是工业用地的典型污染类型。不同行业排放的重金属种类各异,例如有色金属冶炼、电镀等行业会产生大量铅、镉、铬、镍等污染物。这些重金属能与土壤中的有机物结合,形成更难降解的复合污染物。

(2)POPs(如多环芳烃、多氯联苯等)在工业用地土壤中也较为常见,主要来源于焦化、炼油、化工等行业的生产过程。此类污染物一旦进入土壤便会长期残留,并能通过土壤-植物系统或地

[收稿日期] 2025-07-29

[作者简介] 宋新贺,男,1992年生,工程师,研究方向为土壤污染调查和土壤污染修复,E-mail: 406317724@qq.com。



下水迁移,影响周边环境。值得注意的是,工业用地的土壤污染往往表现为多种污染物(重金属与有机物)共存的复合污染特征。它们相互作用会改变各自的化学形态和生物有效性,增加了治理的复杂性。(3)工业用地的土壤污染在空间分布上也具有特点,污染多集中在生产车间周边、废水排放口、固废堆存场等区域,呈现出点源污染与面源污染交织的局面。部分老旧工业区因历史遗留问题,其污染常在企业搬迁或土地用途变更时才发现,此时污染已扩散至较大区域,导致治理修复的难度极大^[2]。

1.3 城镇建设用地土壤污染特征

城镇建设用地的土壤污染与城市化进程中的各类人类活动密切相关,呈现出污染类型多样、人为干扰特征显著的特点。生活污染源是其重要来源,主要包括生活污水、生活垃圾及餐厨废弃物等。生活污水富含有机物、氮、磷等成分,若未经处理直接渗入土壤,易导致土壤养分失衡及理化性质的改变;生活垃圾在堆放或填埋过程中,其渗滤液携带的重金属、有机物等污染物会渗入土壤,其中废旧电池、电子垃圾等有毒有害物质的废弃物污染尤为严重;餐厨废弃物处理不当,不仅会滋生细菌,其油脂、盐分等也会损害土壤质量。交通活动也是关键污染源。汽车尾气排放的铅、锌等重金属通过大气沉降进入土壤,常在交通干道两侧形成带状污染区;道路养护使用的沥青、油料等若泄漏,将污染周边土壤;车辆行驶产生的扬尘所携带的污染物也会加剧土壤污染。城镇建设用地的土壤污染还具有分布零散、隐蔽性强的特点。在居民区、商业区以及市政设施周边等人流密集、活动复杂的区域,土壤常受多种污染物的混合污染。加之城镇地下管线密布,一旦发生泄漏,污染物可迅速渗入深层土壤且难以被及时发现,待问题显现时往往污染范围已扩大,极大地增加了治理难度^[3]。

2 土壤污染差异的主要影响因素分析

2.1 土地利用与人类活动强度

土地利用强度和人类活动频率是导致不同土

地利用类型土壤污染差异的核心因素。农业用地中集约化种植区域的土壤污染通常更为严重。这是因为高频率的耕作、施肥和施药行为持续向土壤输入污染物。例如,为追求高产,蔬菜大棚的化肥施用量常超过 1500 kg/hm^2 ,农药用量是普通农田的 $3 \sim 5$ 倍^[4],导致土壤中氮磷过量积累,重金属和农药残留超标。相比之下,粗放经营的农业区域化肥年施用量通常低于 300 kg/hm^2 ^[5],人类活动干预较少,土壤污染程度相对较轻。工业用地的污染程度与生产强度密切相关。长期满负荷生产的工厂,其周边土壤中污染物累积量高于间歇性生产的企业。城镇建设用地的土壤污染则与人口密度和活动频率呈正相关。在商业区、交通枢纽等人流密集区域,地面每日每平方米可能承受数十人次的活动,伴随产生超过 0.5 kg 的生活垃圾^[6]。土壤因此受到汽车尾气沉降物、垃圾渗滤液、商业废弃物等多种污染物的叠加影响。而城镇边缘的低强度开发区域,人口密度仅为核心区的十分之一左右,人类活动相对较少,土壤污染问题也相对轻微^[7]。

2.2 土地覆盖物类型与地形条件

土地覆盖物类型和地形条件通过影响污染物的迁移转化过程,导致不同土地利用类型的土壤污染存在差异,具体表现为:(1)农业用地中,耕地因地表多为裸露或农作物,缺乏茂密植被覆盖,化肥、农药等污染物在一次中等强度降雨后,其随地表径流迁移的距离超过 50 m ,且易受大气沉降污染物的影响;林地和草地作为农业用地中的辅助覆盖类型,其植被根系和枯枝落叶层能有效吸附大气沉降的重金属,从而减缓土壤污染进程。

(2)工业用地中,若地表为硬化路面或裸露地面,污染物难以被吸附和降解,在土壤表层的累积量可达 500 mg/kg 以上^[8]。如果周边存在宽度超过 20 m 的植被带,植物的吸收和拦截作用可使土壤污染程度降低 40% 以上^[9]。坡度超过 15° 的区域,一场降雨量达 50 mm 的暴雨后,污染物易随雨水冲刷向下坡迁移,导致下坡区域土壤污染浓度比上坡区域高 $2 \sim 3$ 倍^[10]。平坦区域的污染物则更容易在原地累积。(3)城镇建设用地中,水泥、沥青等硬质覆盖物会阻碍土壤与大气的物质交换,导致

污染物在土壤表层聚集,局部区域重金属含量可达 200 mg/kg^[11]。一旦发生污染物泄漏,其在硬质地表下的渗透深度每年不足 50 cm,易形成局部高浓度污染^[12]。

2.3 周边环境联动对土壤污染格局的影响

周边环境的联动作用会加剧不同土地利用类型间土壤污染的差异,从而形成区域性的污染格局。具体表现为:(1)农业用地,邻近工业区的农业用地易受工业“三废”(废气、废水、废渣)的跨界影响。工业废气中的重金属通过大气沉降进入农田,年沉降量可达 10 kg/hm²;工业废水则可能渗透到农业用地的地下水中,导致土壤污染物来源复合化,污染程度加重。例如,工业区周边 1 km 范围内的农田土壤中,除了农业生产污染物外,常可检测出铅、镉等工业特征污染物,含量可达 50 mg/kg 以上^[13]。(2)工业用地的土壤污染易受周边水体和大气环境的联动影响。若工厂靠近河流或湖泊,工业废水一旦泄漏,可在 3 个月内通过地表水渗透污染周边 500 m 范围内的土壤;受污染土壤又会向水体释放污染物,形成恶性循环。此外,若周边大气污染物年沉降量达到 10 吨/km²,会与工业自身排放的污染物叠加,使土壤污染程度比单一污染源影响下高 1~2 倍^[14],加重污染程度。

(3)城镇建设用地的土壤污染与周边环境的联动性更复杂。城镇中污水处理厂、垃圾填埋场等设施若管理不善,其渗滤液日排放量可达 1000 吨以上,可污染周边 1 km² 范围内的土壤^[12]。同时,若城镇周边农业用地灌溉水中的污染物浓度达 5 mg/L,通过灌溉可在一年内导致城镇边缘土壤出现明显污染。此外,交通干线作为城镇与外界连接的纽带,日均车流量超过 1 万辆的道路,其排放的污染物会随空气流动和车辆往来,扩散至周边 50 m 范围内的城镇建设用地,形成以交通线为轴的土壤污染带,土壤中铅含量可达 80 mg/kg 以上^[13]。

3 土壤污染的分类与防治措施

3.1 农业用地的污染防治措施

第一,优化农业投入品管理,减少污染物输

入。(1)科学精准施肥:推广测土配方施肥技术,根据土壤实际肥力状况精准施用化肥,避免氮、磷等养分过量累积。鼓励使用有机肥、生物肥料等替代部分化肥,在改善土壤结构的同时,有效降低化学污染风险。(2)推广绿色农药:农药使用优先选用高效、低毒、低残留的环保型农药。大力推广生物防治、物理防治等绿色防控技术,减少化学农药用量。(3)规范农膜使用和管理:严格规范农膜使用标准,积极推广可降解农膜。加强废旧农膜的回收与资源化利用,降低“白色污染”对土壤环境的危害。第二,加强土壤修复与改良,提升土壤自净能力。(1)修复重金属污染:根据污染类型和程度,采取植物修复技术(如种植蜈蚣草、东南景天等富集重金属的植物),逐步降低土壤重金属含量,也可施用石灰、膨润土等土壤改良剂,改变土壤重金属的化学形态,降低其生物有效性。

(2)修复有机污染:可利用微生物修复技术,通过接种高效降解菌剂,加速土壤中农药残留、抗生素等有机污染物的分解。

3.2 工业用地的污染防治措施

第一,强化源头管控,减少工业污染物排放。工业企业应优化生产工艺,推广清洁生产技术,从源头减少“三废”的产生。例如,重金属冶炼企业可采用先进冶炼工艺,提高金属回收率,降低废渣、废水中污染物含量;化工企业应改进生产流程,使用无毒无害的原材料替代有毒有害原料,减少 POPs 排放。第二,加强污染场地调查评估,实施精准修复。对现有工业企业周边土壤及关停搬迁企业遗留场地进行全面调查,明确污染范围、污染物种类和污染程度,建立污染场地档案。根据风险评估结果对污染场地进行分级管控。对于暂不开发利用的污染场地,采取隔离、覆盖等措施,防止污染物扩散。对拟开发为建设用地的污染场地,按照“谁污染、谁治理”原则,督促责任主体采用异位治理(如填埋等)、原位化学氧化等技术进行修复治理。

3.3 城镇与交通用地的污染防治措施

第一,加强生活污染源治理,防控城镇土壤污染。完善城镇生活污水处理系统,确保污水经



处理后达标排放；全面推进垃圾分类收集与处理，建设标准化垃圾填埋场和焚烧设施，并对垃圾渗滤液实施专门处理；加强餐厨废弃物资源化利用，推广无害化处理技术，避免因随意堆放导致污染物进入土壤。第二，优化交通设施建设与管理，降低交通污染影响。在交通干线两侧设置绿化带，优先选择对重金属、有机污染物吸附能力强的植物，形成绿色屏障；加强道路养护管理，定期清扫和维护路面，防止沥青、油料等泄漏污染土壤；大力推广新能源汽车，减少传统燃油汽车尾气污染物排放以及汽车尾气污染物沉降对周边土壤的影响，从源头降低交通污染负荷。第三，完善土壤监测与综合整治，提升城镇环境质量。构建覆盖城镇土壤环境监测网络，重点加强对居民区、商业区、交通枢纽等人口密集区域的土壤质量监测，确保及时发现和处理污染问题；结合城市更新和土地开发利用计划，对已受污染的城镇土壤实施综合整治与修复。

4 结语

土壤污染的差异性是由自然地理条件与长期人类活动相互交织、共同作用的产物。不同土地利用类型所承载的功能定位和人类活动强度的不同，其污染特征与空间分布特征也呈现鲜明对比：农业用地主要承受着化肥、农药的过量施用导致的氮磷富集与次生盐渍化以及集约化畜禽养殖废弃物中重金属和抗生素累积的压力；工业用地普遍面临铅、镉、砷等重金属渗透与富集，POPs及有毒化学物质的渗漏与沉积风险；而城镇建设用地的污染则多源于生活垃圾填埋场渗滤液（含有机污染物和氨氮）、交通尾气排放以及历史遗留工业场地的复杂影响。深刻认识并精准应对这些污染类型、来源、空间分布等差异性，构建差异化防治体系，是系统性改善土壤环境质量的关键所在。只有这样，才能为保障国家粮食安全、维系区域生态平衡、守护人居环境健康奠定稳固的基础，实现土地资源的可持续利用与社会经济的绿色、高质量发展。

参考文献

- [1] 唐舒娅, 王春辉, 宋靖, 等. 环象山港区域土壤重金属污染特征及风险评估[J]. 生态环境学报, 2024, 33(11): 1768 ~ 1781.
- [2] 杨大星, 董逸夕, 李灿. 喀斯特地区不同土地利用类型土壤节肢动物的群落结构: 以贵阳市为例[J]. 贵州农业科学, 2023, 51(7): 112 ~ 123.
- [3] 王俊洁. 不同土地利用类型下行道树土壤特征综合评价研究——以上海市为例[D]. 上海应用技术大学硕士学位论文, 2023.
- [4] 王春. 农村土地污染及土壤环境保护方式分析[J]. 农业技术与装备, 2023(1): 75 ~ 76.
- [5] 孙若楠, 颜雄, 王庆鹤, 等. 不同土地利用类型土壤环境质量评价[J]. 科技与创新, 2022(19): 69 ~ 71.
- [6] 张秀秀, 朱昌达, 王飞, 等. 南京城郊不同土地利用类型农业土壤多环芳烃污染特征及风险评价[J]. 环境科学, 2023, 44(2): 944 ~ 953.
- [7] 张启航. 焦作市不同土地利用类型土壤重金属分布特征[D]. 河南理工大学硕士学位论文, 2022.
- [8] 刘雪松, 王雨山, 尹德超, 等. 白洋淀内不同土地利用类型土壤重金属分布特征与污染评价[J]. 土壤通报, 2022, 53(3): 710 ~ 717.
- [9] 张秀秀. 南京城郊不同土地利用类型表层土壤及土壤剖面层中多环芳烃污染特征及风险评价[D]. 南京农业大学硕士学位论文, 2022.
- [10] 李强, 姚万程, 赵龙, 等. 燃煤工业区不同土地利用类型土壤汞含量污染评价[J]. 环境科学, 2022, 43(7): 3781 ~ 3788.
- [11] 王娟恒, 胡国成, 温汉辉, 等. 揭西不同土地利用类型土壤重金属污染特征及风险评价[J]. 环境监控与预警, 2021, 13(5): 100 ~ 108.
- [12] 曾雄辉. 农村土地污染及土壤环境保护方式分析[J]. 皮革制作与环保科技, 2021, 2(14): 24 ~ 25.
- [13] 朱先定. 土地使用权收回的政府土壤污染治理责任研究[D]. 华东师范大学硕士学位论文, 2020.
- [14] 任荣彬. 土壤污染控制与土地的可持续利用[J]. 企业技术开发, 2016, 35(3): 56 ~ 57.