

城镇低效用地再开发中的土壤污染风险识别与治理策略

陈钦滢

江西省国土资源测绘工程总院有限公司 江西 南昌 330000

【摘要】：城镇低效用地的再开发面临着土壤污染风险识别与治理的双重挑战。在这些区域，由于长期的工业、农业或城市开发活动，土壤污染问题逐渐显现，威胁着生态环境和人类健康。有效的污染风险识别是再开发过程中关键的第一步，它有助于提前发现潜在风险并采取适当的治理措施。针对土壤污染的识别，应结合现代科技手段，如遥感技术和土壤污染物监测，精确评估污染的种类、范围及风险等级。治理策略的选择需要依据污染特征与区域需求，采取适合的修复技术和管理模式。通过多方协作和政策支持，能够有效推动低效用地的绿色转型与再开发。

【关键词】：城镇低效用地；土壤污染；风险识别；治理策略；再开发

DOI:10.12417/2811-0722.25.10.017

引言

低效用地再开发已经成为城市化进程中的重要课题。在这些区域，土壤污染问题尤为突出，长期积累的工业废弃物、农药化肥残留以及不合理的土地利用方式使得土地的再利用面临较大挑战。土壤污染不仅影响土地的生态功能，也给周边居民的健康带来潜在风险，土壤污染的风险识别与治理迫在眉睫。如何科学评估污染程度，及时制定有效的治理措施，已成为城市再开发的关键环节。结合先进的环境检测技术和创新的治理方法，土壤污染的治理不仅是恢复生态环境的必要手段，也为土地再利用提供了可行的解决方案。土壤污染治理不仅是技术性的挑战，更需要政策引导、公众参与和多方协同。

1 城镇低效用地的土壤污染特点与风险评估

(1) 城镇低效用地的污染来源分析

城镇低效用地的污染主要源自于工业化过程中废弃物的积累、农业活动中的化学肥料和农药残留，以及不合理的土地利用。这些区域通常历史悠久，曾经作为工厂、垃圾填埋场或者废弃地进行过开发，土壤中积累了大量有害物质。工业废水和废气中的重金属、化学废弃物会渗透到地下土壤，导致污染物的长期滞留。农业活动中使用的农药和化肥，虽然在当时有其生产上的合理性，但由于使用过量、管理不当，导致有毒化学物质残留在土壤中。加之城市的快速扩展和基础设施的建设，一些低效用地被快速改造，这些活动进一步加剧了土壤的污染。了解污染的具体来源，有助于后续风险评估和污染治理策略的制定。

(2) 土壤污染类型与污染物分析

土壤污染的类型和污染物种类在不同的城镇低效用地中有所差异。工业污染区常见的污染物为重金属，如铅、汞、砷、镉等，这些物质具有高毒性和生物蓄积性，对生态系统和人类健康构成威胁。农业污染区则主要受到农药和化肥的影响，农药中的有机氯类物质以及化肥中的氮、磷成分在土壤中积累，导致土壤结构的破坏和水质富营养化。废弃垃圾堆填区的污染

物可能包含多种有机废弃物及其降解产物，这些污染物在没有得到妥善处理的情况下会释放到土壤中，影响土壤的物理和化学性质。污染物的种类和浓度通常是决定土壤污染风险高低的重要因素，系统的污染物分析对于风险评估至关重要。

(3) 风险评估方法及其应用

土壤污染风险评估是识别土壤污染程度、制定治理方案的重要基础。风险评估的核心在于通过分析污染物的种类、浓度及其对环境和健康的潜在影响，评估污染风险的严重性。常见的风险评估方法包括暴露评估、毒性评估和风险表征。暴露评估通过对污染物的传播途径进行分析，如地下水渗透、空气传播等，评估污染物对人体的暴露风险；毒性评估则基于污染物的毒性特征，评估其对不同生物体的危害；风险表征则结合暴露和毒性数据，定量描述污染带来的健康风险。随着技术的发展，现代土壤污染评估方法越来越多样化，地理信息系统（GIS）、遥感技术和模拟建模等工具的应用，使得风险评估更加精准和高效。

2 现代土壤污染风险识别技术的应用与挑战

(1) 遥感与地理信息系统在污染监测中的应用

遥感技术和地理信息系统（GIS）已成为土壤污染监测中不可或缺的工具。遥感技术通过卫星或无人机获取地面信息，为大范围土壤污染监测提供了有效的手段。通过分析遥感影像中的土壤颜色变化、植被状况及温度分布等特征，可以初步判定污染区域的位置及其变化趋势。GIS则通过将地理信息和污染数据进行空间分析，帮助决策者精确定位污染源和受污染区域，并预测污染物扩散的方向和范围。结合遥感与GIS技术，可以在较短时间内完成大范围的土壤污染监测与风险识别。这些技术的应用大大提高了污染识别的效率与精度，但也面临着数据精度、图像处理等方面的挑战。

(2) 土壤样本分析与实验室检测技术的进展

土壤样本分析与实验室检测是土壤污染风险识别的核心环节。近年来，随着分析技术的进步，土壤样本分析手段不断

完善。现代实验室能够使用高效液相色谱（HPLC）、气相色谱（GC）、质谱（MS）等技术，对土壤样本中的有害物质进行定量分析。通过这些技术，可以精确测定土壤中重金属、有机污染物、农药残留等污染物的含量及其分布情况。尤其是在高灵敏度分析仪器的帮助下，可以检测到极低浓度的污染物，从而为污染的风险评估提供准确的数据支持。这些实验室检测技术也存在着样本采集不均、检测成本较高以及对污染源的多样性适应性较差等问题，限制了其在大规模土壤污染监测中的应用。

（3）风险识别中的数据分析与处理技术

土壤污染的风险识别需要对大量的数据进行分析与处理。随着信息技术的进步，数据挖掘、人工智能（AI）和机器学习技术逐渐被应用于土壤污染风险评估中。这些技术通过对历史污染数据、现场监测数据及气候、土地利用等因素的综合分析，能够揭示土壤污染的潜在规律，识别污染风险较高的区域。数据处理技术的发展，使得土壤污染的风险识别可以更加实时和动态。数据的多样性和复杂性对分析过程提出了较高要求，尤其是在数据整合、缺失值处理和数据质量控制等方面，仍然存在一定的技术难题。如何提高数据处理技术的准确性和高效性，是土壤污染风险识别中的一项挑战。

3 适用于城镇低效用地的土壤污染治理策略

（1）物理化学修复技术的选择与应用

物理化学修复技术是一种常用于土壤污染治理的手段，适用于处理重金属、石油类污染物以及一些有机化学污染物。这类技术主要通过物理、化学或电化学手段，将污染物从土壤中提取或转化为无害物质。常见的物理化学修复方法包括土壤洗涤、热处理和固化/稳定化等。土壤洗涤利用水溶剂或化学溶剂将重金属污染物从土壤中溶解出来，再通过处理将其去除；热处理则通过加热土壤，使污染物挥发或分解。固化/稳定化技术则通过加入化学固化剂，将污染物转化为稳定的无害物质，避免污染物继续扩散。物理化学修复技术的优点在于效率高，适用范围广，但其高成本和对土壤结构可能产生的影响是治理中的挑战。

（2）生物修复技术的创新与实践

生物修复技术是一种利用微生物、植物或其他生物体来降解或吸收污染物的环保型技术。植物修复技术通过种植具有吸附、积累污染物能力的植物，来去除土壤中的重金属或有机污染物；微生物修复则利用微生物的代谢作用，将有机污染物降解为无害物质。近年来，随着基因工程和生态学的进步，生物修复技术在土壤污染治理中得到了更广泛的应用。创新的生物修复技术不仅提高了治理效率，还能够在不破坏土壤结构和生态环境的前提下实现污染治理。生物修复技术也面临着治理周期长、效率较低及适用范围有限等问题，需要不断完善与创新。

（3）综合治理模式与技术协同

在实际土壤污染治理过程中，单一的修复技术往往难以满足复杂污染问题的需求。综合治理模式应运而生，它结合了物理化学修复与生物修复的优点，以实现最佳的治理效果。可以在物理化学修复后，利用生物修复技术进一步清理残留的污染物。综合治理模式还可以结合土壤改良、污染源控制等手段，形成多层次、多方位的治理体系。技术协同是综合治理的核心，只有通过不同修复技术的协同工作，才能够实现高效、可持续的土壤污染治理。这种模式不仅提升了治理的效率，还能降低单一技术的使用成本，最大程度地恢复土壤的生态功能。

4 土壤污染治理中的政策、法律与管理体系

（1）政府政策对土壤治理的支持与引导

政府在土壤污染治理中的作用不可忽视。通过出台相关政策和法规，政府能够为土壤污染治理提供法律保障和资金支持。国家制定的《土壤污染防治法》明确了污染企业的责任，要求企业对污染进行治理并承担治理费用。政府可以通过财政补贴、技术研发支持等方式促进污染治理技术的发展和运用。在政策引导下，地方政府也应当根据自身实际情况，制定相应的治理措施和方案。政策的引导作用不仅能够有效推动土壤污染治理的进程，还能增强社会各界对土壤保护的关注和参与。

（2）法律法规在污染治理中的作用与执行

法律法规在土壤污染治理中起到规范和约束的作用。通过明确污染者的责任、污染治理的标准和具体要求，法律可以保障土壤污染治理工作的顺利进行。《土壤污染防治法》及其配套法规为土壤污染治理提供了法律依据，明确了企业、地方政府和社会各界的职责。法律法规的执行仍然面临许多挑战，例如缺乏有效的监督机制、地方执行力不足等问题。为了提高法律的执行力度，需要建立更加完善的监管体系，并加强法律实施的监督和检查力度。

（3）土壤污染管理体系与社会参与

土壤污染治理不仅仅依靠政府和企业，还需要社会各界的广泛参与。土壤污染管理体系应当是一个多层次、多部门协作的体系。各级政府需要协调环境、农业、城市建设等部门，形成合力，共同推进土壤污染治理。社会公众和环保组织的参与对土壤污染治理也至关重要。公众的环境意识提高，能够促使政府和企业更加重视污染问题，推动污染治理措施的落实。通过公众参与与监督，可以有效提高土壤污染治理的透明度和公众认可度。

5 城镇低效用地再开发中的可持续治理路径与展望

（1）绿色修复与土地再利用的融合模式

绿色修复是一种环境友好的土壤治理方法，主要通过自然过程或植物、微生物等生物手段清除土壤中的污染物，且具有

较低的成本和较小的生态足迹。其核心理念是，在修复污染土壤的尽量减少人为干预，恢复土壤的自然功能。通过这种方式，不仅可以有效去除重金属、有机污染物等有害物质，还能够改善土壤的结构和肥力。绿色修复与土地再利用结合，可以将污染土地转变为可持续利用的绿色空间或城市公园，避免了大规模土地填埋或高强度工业开发的负面影响。这种模式也能为当地社区提供更多的绿地，增强居民的环保意识，推动生态文明的建设，真正实现土地利用和环境保护的双赢。

(2) 土壤污染治理的社会经济效益分析

土壤污染治理不仅有助于环境改善，还能带来显著的社会经济效益。污染土地的修复能够提升其使用价值，为后续的城市开发、住房建设或工业项目提供土地资源。这不仅促进了城市空间的合理利用，也能有效带动地方经济的发展。治理过程中所采用的先进技术和设备催生了新兴产业的发展，如土壤修复技术的创新、环保设备的生产等，推动了相关行业的升级和产业链的延伸。从社会角度看，治理带来的直接效益包括提高了居民的生活质量，减少了因土壤污染引发的健康问题和社会负担，间接提升了社会的环保意识，增强了生态保护责任感。对土壤污染治理的社会经济效益进行全面评估，不仅能为未来的项目提供合理的决策依据，也为相关政策的制定和资金的投入提供了理论支持。

参考文献:

- [1] 张楠,李雪.城镇低效用地污染修复技术研究[J].环境保护,2023,45(7):35-40.
- [2] 孙伟,陈俊.土壤污染风险评估方法及应用探讨[J].土壤学报,2022,59(3):121-128.
- [3] 高晨,赵磊.绿色修复技术在土壤污染治理中的应用分析[J].生态环境与发展,2021,30(6):62-67.
- [4] 李红,刘芳.土壤污染治理的社会经济效益分析[J].环境科学与技术,2022,41(5):85-91.
- [5] 王宇,陈颖.土壤污染治理的政策与法律体系研究[J].法律与社会,2023,34(4):105-110.

(3) 政策和技术创新推动可持续发展的策略

土壤污染治理的可持续发展离不开政策的支持与技术的创新。在政策层面，政府应制定长远的土壤污染防治规划，并通过立法来强化对污染治理的监管和责任落实，尤其是对企业的污染防治要求。政府还可以通过财政补贴、税收优惠等方式，鼓励企业和研究机构加大对污染治理技术的研发和应用。在技术创新方面，需要加大对新型环保技术的支持，推动绿色低碳修复技术的研发，探索更加高效、环保的土壤修复方法。技术与政策的有效结合，能够在最大程度上加速土壤污染治理的进程，并提升治理效果，为城市的可持续发展和生态保护奠定坚实的基础。

6 结语

本文探讨了城镇低效用地再开发中的土壤污染风险识别与治理策略，重点分析了污染源、污染类型以及风险评估方法，并详细阐述了绿色修复技术与土地再利用的融合模式、土壤污染治理的社会经济效益以及政策与技术创新对可持续发展的推动作用。随着技术进步和政策支持不断强化，土壤污染治理将能够更有效地促进城市空间的合理利用与环境保护的同步发展。未来，综合治理模式的创新和跨领域协作将成为推动土壤污染治理和城镇低效用地再开发的重要动力，为实现生态文明与可持续发展提供有力支持。