

# Optimization of Soil Pollution Damage Assessment Methods Based on Ecological Restoration Goals

Can Wang Yuting Zhang

## Abstract

With the increasing emphasis on ecological restoration goals, the scientific accuracy and precision of soil pollution damage assessment have become key issues in the field of environmental protection. Soil pollution not only affects the stability of ecosystems but also poses potential threats to human health. Therefore, establishing a soil pollution damage assessment method based on ecological restoration goals is of paramount importance. This paper analyzes the current methods of soil pollution damage assessment and their limitations, and proposes optimization strategies based on ecological restoration goals. By establishing a multidimensional evaluation framework, it integrates ecological restoration goals into soil pollution damage assessment, exploring strategies to improve evaluation accuracy, data utilization efficiency, and policy support. This research helps provide scientific basis for soil pollution remediation decisions and promotes innovation and application of environmental restoration technologies.

## Keywords

ecological restoration goals; soil pollution; damage assessment; evaluation standards; remediation technologies

# 基于生态恢复目标的土壤污染损害鉴定方法优化

王灿 张宇婷

## 摘要

随着生态恢复目标的日益重视,土壤污染损害鉴定的科学性和精确性成为环境保护领域的重要议题。土壤污染不仅影响生态系统的稳定性,还对人类健康构成潜在威胁。因此,建立基于生态恢复目标的土壤污染损害鉴定方法显得尤为重要。本文分析了当前土壤污染损害鉴定的现有方法及其局限性,提出了基于生态恢复目标的优化策略。通过建立多维度的评估框架,将生态恢复目标融入土壤污染损害评估中,探索提升评估精度、数据利用效率及政策支持等方面的策略。该研究有助于为土壤污染修复决策提供科学依据,推动环境修复技术的创新与应用。

## 关键词

生态恢复目标; 土壤污染; 损害鉴定; 评估标准; 修复技术

## 1 引言

土壤污染问题已成为全球环境保护中的重大挑战,影响着生态环境的可持续性及人类生存质量。随着生态恢复理念的逐渐深入,土壤污染损害鉴定的科学性和标准化成为亟待解决的问题。当前,土壤污染损害鉴定主要侧重于单一污染物的影响评估,缺乏综合考虑生态恢复目标的系统框架。为此,基于生态恢复目标的土壤污染损害鉴定方法的优化尤为关键。该方法不仅有助于明确污染对生态系统服务功能的影响,还能够为修复策略的制定提供支持。本文将深入分析现有土壤污染损害鉴定方法,探索如何在评估中融入生态恢复目标,以期提升土壤修复的科学性与精准度,推动环境治理的可持续发展。

## 2 生态恢复目标与土壤污染损害鉴定的关系

### 2.1 生态恢复目标的定义与重要性

生态恢复目标是指在特定区域内,通过修复措施恢复土壤、植被及其他生态系统元素的功能,使其达到一定的环境质量和生态服务功能的目标。这一目标体现了对生态系统

功能和人类福祉的重视,关注自然环境的自我修复与可持续发展。在土壤污染治理中,生态恢复目标为污染损害鉴定提供了指导思想和理论基础。通过设定明确的恢复目标,可以为土壤污染修复提供科学依据,确保修复后的土壤能够恢复其生态功能,改善环境质量,并推动长期的生态平衡。生态恢复目标不仅有助于指导土壤污染损害评估,也为评估修复效果提供了标准,确保生态环境得以持续性恢复。

### 2.2 土壤污染损害鉴定的现有方法

现有的土壤污染损害鉴定方法主要包括化学分析法、物理法以及生物学评价法等。化学分析法通过检测土壤中污染物的浓度来评估污染程度,这种方法能够较为准确地识别污染物类型及其浓度。然而,化学方法未能充分考虑土壤的生态影响及长期修复效果。物理法则侧重于评估土壤的物理性质变化,如土壤结构的破坏、水分渗透性等,这些物理指标为损害评估提供了直接的数据支持。生物学评价法则通过监测土壤微生物群落、植物生长等生态指标来评估土壤的生态修复能力。这些方法虽然各有优势,但在综合性评估方面仍显不足,未能完全反映生态恢复目标对土壤污染损害的影响<sup>[1]</sup>。

### 2.3 生态恢复目标在土壤污染损害鉴定中的应用

将生态恢复目标应用于土壤污染损害鉴定的关键在于整合污染物分析与生态修复需求。在传统的土壤污染鉴定方法中，主要关注污染物的浓度和直接危害，但忽视了土壤生态系统功能的恢复与保护。通过引入生态恢复目标，可以在评估中增加生态系统服务功能的恢复情况。例如，可以通过分析污染物对土壤微生物群落、植物生长及水质的影响，综合评估土壤的恢复潜力。此外，生态恢复目标的引入使得土壤污染损害鉴定不再局限于污染物的治理，而是拓展到生态系统的全面修复。通过建立与生态恢复目标相契合的评估框架，能够为土壤修复提供更为全面和长远的解决方案。

## 3 土壤污染损害鉴定的评估标准与技术

### 3.1 现行土壤污染损害评估标准

现行的土壤污染损害评估标准主要依赖于国家和地方的环境质量标准以及污染物浓度限值。这些标准为评估土壤污染提供了基础依据，尤其在化学污染物的限值上具有重要意义。例如，中国的《土壤环境质量标准》规定了不同土壤类型和用途的污染物限值，以此作为评估土壤污染的标准。然而，这些标准多侧重于污染物的浓度和土壤的物理、化学性质，缺乏对土壤生态功能恢复的具体要求。因此，现行评估标准对土壤生态修复的支持力度较弱，亟需结合生态恢复目标进行完善，以确保土壤修复后的生态功能达到可持续发展的要求。

### 3.2 土壤污染损害的技术方法及其优缺点

当前，土壤污染损害评估方法主要包括化学分析法、物理修复法和生物修复法等。化学分析法能够精准测定土壤中污染物的含量，但这种方法无法反映污染对生态系统的长远影响。物理修复法通过改善土壤的物理结构，如土壤的透气性和水分保持能力，但其效果受环境条件影响较大，且难以直接恢复土壤的生态功能。生物修复法利用植物和微生物的生物降解作用清除污染物，具有较好的生态兼容性，但其修复周期较长，且对污染物的种类和浓度有较高的依赖性。每种方法都有其优点，但也存在一定的局限性，需根据土壤污染的具体情况选择最合适的技术路线。

### 3.3 优化现有技术方法的必要性与方向

随着生态修复理念的逐步推广，现有的土壤污染损害评估技术亟需优化。首先，技术路径需要更加多元化，单一方法难以全面评估污染对生态系统的影响。因此，综合应用化学、物理和生物方法，结合生态恢复目标进行多维度的综合评估，将更有助于提高评估结果的准确性和可靠性。其次，土壤污染损害评估方法需要更加注重土壤生态系统功能的恢复，尤其是对土壤微生物群落、植物生长和水质改善的综合考虑。此外，数据处理技术的提升也是优化的方向，通过大数据、遥感监测等手段，提升评估数据的处理效率和准确性，推动智能化、信息化技术在土壤污染评估中的应用。

## 4 基于生态恢复目标的土壤污染损害鉴定分析

### 4.1 生态恢复目标对土壤污染损害鉴定的引导作用

生态恢复目标为土壤污染损害鉴定提供了明确的方向。通过设置生态恢复目标，不仅可以监测污染物的去除，还需要评估土壤生态系统功能的恢复。研究表明，污染物浓度降至国家土壤环境质量标准的上限并不意味着完全恢复生态功能。例如，某些重金属污染场地，即使铅、镉的浓度降至 $0.3\text{mg/kg}$ （国家标准为 $1\text{mg/kg}$ ），但微生物群落的恢复可能需要更长时间。具体来说，某些重金属污染的土壤，微生物多样性下降40%，即使污染物浓度符合标准，生态系统功能依然受到抑制。因此，生态恢复目标的引导作用不仅要求去除污染物，还要考虑土壤生物多样性恢复和土壤结构修复。在这一过程中，土壤中微生物群落的恢复程度，通常需要2至5年才能显著改善，甚至需要通过生物修复等技术手段进行干预。

### 4.2 建立多维度评估框架

为了全面评估土壤污染损害及其恢复情况，建立多维度评估框架是必要的。这一框架不仅包含化学指标的评估，还需要考虑土壤的物理性状及其生物功能。化学维度上，土壤中污染物的浓度应达到《土壤环境质量标准》要求，例如，重金属铅的浓度应低于 $0.3\text{mg/kg}$ 。物理维度中，土壤的孔隙度和渗透性是重要评估指标，根据研究，污染土壤的孔隙度可能降低10%至30%，影响水分和养分的流动。生物学维度则评估土壤微生物群落的多样性及植物生长的恢复情况。研究表明，恢复后的土壤微生物多样性指数（Shannon指数）应达到1.5以上，而在污染严重的土壤中，该指数可能低于0.5。通过将这三维度结合起来，能够更准确地评估土壤的生态恢复进度和污染修复效果。此外，遥感技术和GIS系统能够实时监测大规模污染场地，提供全面的数据支持，增强评估的精准性与时效性<sup>[2]</sup>。

### 4.3 生态恢复目标与污染物修复技术的结合

生态恢复目标的引入推动了污染物修复技术的多样化应用，尤其是在植物修复和生物修复方面。植物修复技术不仅依赖于植物对污染物的吸附和转化功能，还需要确保植物能在污染环境中生长良好。研究表明，某些耐污染植物在重金属污染土壤中，能够吸收土壤中约15%至30%的污染物，且根系对土壤结构有一定的恢复作用。生物修复技术则通过利用微生物降解土壤中的有机污染物，研究发现，特定微生物群落能在6至12个月内将某些有机污染物的浓度降低50%至80%。例如，通过使用耐重金属微生物，可在土壤中将镉的浓度从 $5\text{mg/kg}$ 降至 $1\text{mg/kg}$ 。结合生态恢复目标，污染物修复技术不仅能够降低污染物的浓度，还能有效恢复土壤的生态功能，提高其生物多样性和生产力。因此，生态恢复目标要求修复技术不仅关注污染物去除效果，还要兼顾土壤生态功能的全面恢复。

## 5 基于生态恢复目标的土壤污染损害鉴定优化策略

### 5.1 提高评估精度的技术路径

提高土壤污染损害鉴定的评估精度需要依赖更先进的分析技术。当前,常见的土壤污染物检测方法如原子吸收光谱法、气相色谱-质谱联用技术、激光粒度分析等,已能较精确地测定土壤中的污染物浓度。为了进一步提高评估精度,采用高分辨率的空间数据和多维度分析方法显得尤为重要。例如,通过将化学分析与遥感技术相结合,可以实现土壤污染的精准定位和空间分布分析。遥感影像与地理信息系统(GIS)的结合,能够通过空间分析技术监控污染区域的演变,同时结合生态恢复目标,动态评估土壤生态功能恢复进程。结合生物学指标如微生物群落、植物生长等生态健康数据,不仅能提高污染修复效果的评估精度,还能为后续的修复决策提供更为精准的数据支持<sup>[3]</sup>。

### 5.2 提升环境监测数据利用效率

提升环境监测数据的利用效率主要依赖于现代信息技术的应用。通过物联网(IoT)技术,可以在污染场地部署智能传感器,实现土壤污染物浓度、土壤湿度、温度、酸碱度等环境因子的实时监控。这些传感器能够24小时不间断地采集土壤数据,将信息通过无线网络传输至云平台。数据存储和处理过程中,借助大数据分析技术,能够对实时监测数据进行快速处理和筛选,从中提取关键的环境指标进行分析,精准预测土壤的污染变化趋势。结合人工智能技术,数据的分析和决策支持也能实现自动化。通过这种方式,不仅能提升土壤监测的效率,还能在污染发生初期及时进行预警和干预,确保土壤污染损害鉴定的及时性与准确性。

### 5.3 推动政策支持与标准制定

推动政策支持与标准制定是实现土壤污染损害鉴定优化的关键保障。首先,政府部门应根据生态恢复目标的要求,完善土壤污染损害鉴定的法规体系。比如,明确污染场地的修复标准,制定污染物去除量与土壤生态修复功能恢复的具

体指标,以实现污染修复和生态功能恢复的统一。其次,政策应支持环境监测技术的发展,鼓励科研机构和企业联合开发新的监测工具和方法,并提供相应的资金和技术支持。在此基础上,政府应推动环境监测数据的共享与集成,通过全国或地区性的数据平台,提升监测数据的互通性,促进土壤污染损害鉴定的标准化与规范化<sup>[4]</sup>。通过政策引导和标准制定,能够为生态恢复目标的实现提供更加坚实的理论依据和技术支持。

## 6 结语

基于生态恢复目标的土壤污染损害鉴定为土壤污染治理提供了更加全面的评估视角。通过引入生态恢复目标,不仅关注污染物的去除,还加强了对土壤生态功能恢复的评估。建立多维度评估框架,结合化学、物理与生物学指标,有助于全面反映土壤的修复进程和生态恢复效果。同时,结合生态恢复目标的修复技术应用,如植物修复和生物修复,进一步推动了土壤污染治理向生态功能恢复方向发展。未来,随着技术的不断进步和政策支持的增强,基于生态恢复目标的土壤污染损害鉴定方法将更加完善,并为实际治理提供更精确的依据。最终,这一方法将为实现可持续的土壤生态环境修复与保护提供有力支撑。

## 参考文献

- [1] 郭冰儿,李爽,马会强,赵心语.污染场地环境污染损害鉴定方法的研究进展[J].环境生态学,2023,5(09):94-99.
- [2] 陆露璐,张施阳.某固体废物污染土壤修复效果的评估[J].云南化工,2023,50(04):100-103.
- [3] 李汶龙,王洪达.某金属加工场地土壤污染损害确认方法[J].黑龙江环境通报,2022,35(03):7-9.
- [4] 孙禄健,王宏伟.某铁钉厂酸洗磷化废水非法偷排事件环境损害鉴定评估[A].中国环境科学学会2021年科学技术年会——环境工程技术与应用分会场论文集(四)[C].中国环境科学学会环境工程分会:2021:212-215+243.