

Research on the Application of Ecological Restoration and Governance Technology in Polluted Soil

Jianlong Lin

Xiamen Geological Engineering Survey Institute, Xiamen, Fujian, 361001, China

Abstract

Contaminated soil is a serious environmental problem that affects ecosystems and human health. Therefore, it is very important to develop and apply ecological remediation technology to restore polluted soil. This paper classifies and analyzes the types and characteristics of contaminated soil, discusses the various ways of ecological restoration and treatment technology, and the application of these technologies in the remediation of contaminated soil. In addition, this paper also shows the application effect and effectiveness of ecological restoration and management technology in practical projects through case analysis. Through the research and summary of this paper, it can provide a certain reference for the restoration of contaminated soil and promote the continuous improvement of ecological environment.

Keywords

ecological restoration; treatment technology; restoration technique

生态修复治理技术在污染土壤中的应用研究

林建龙

厦门地质工程勘察院，中国·福建 厦门 361001

摘要

污染土壤是一个严重的环境问题，影响着生态系统和人类健康。因此，开发和应用生态修复治理技术对污染土壤进行修复至关重要。论文通过对污染土壤的类型和特点进行分类和分析，探讨了生态修复治理技术的各种方式以及这些技术在污染土壤修复中的应用研究。此外，论文还通过案例分析，展示了生态修复治理技术在实际工程中的应用效果和成效。通过论文的研究和总结，可以为污染土壤的修复提供一定的参考和借鉴，促进生态环境的持续改善。

关键词

生态修复；治理技术；修复技术

1 引言

土壤污染作为一种严重的环境问题，不仅影响着生态系统的健康发展，也对人类的生存环境构成了威胁。随着工业化进程的加快和化工生产的规模扩大，土壤污染日益严重，给生态环境和人类健康带来了极大的风险。因此，寻求有效的生态修复治理技术成为当务之急。论文旨在全面探讨生态修复治理技术在污染土壤中的应用研究，旨在为相关研究和实践提供参考和借鉴。

2 污染土壤的类型和特点

污染土壤的种类多样，主要包括有机污染土壤、重金属污染土壤和放射性污染土壤。有机污染土壤是指土壤中富

集了石油、煤焦油、农药等有机物质，其污染特点是难以降解、毒性持久。重金属污染土壤是指土壤中受到了镉、铬、铅等重金属元素的污染，其特点是毒性大、富集性强。放射性污染土壤则是指土壤受到了放射性元素的污染，如铀、钍等，具有放射性危害。这些不同类型的污染土壤在修复过程中需要采取不同的治理技术。

污染土壤的特点主要表现在土壤结构破坏、土壤微生物活性降低和植物生长受限等方面。土壤结构破坏导致土壤通气性差、渗透性差，进而影响了土壤的肥力和植物生长。土壤微生物活性降低会减少土壤中的有机质分解和养分循环，影响土壤生态系统的稳定性。植物生长受限则直接影响了土壤的植被恢复和生态系统的重建^[1]。

3 生态修复治理技术

3.1 植物修复技术

植物修复技术是一种利用植物修复土壤污染的生态修复方法，其原理是通过植物的吸收、富集、转移、降解等生

【作者简介】林建龙（1985—），男，中国福建漳州人，硕士，工程师，从事土壤污染调查、风险评估、治理修复或管控效果评估、环境影响评价、环境污染技术研究。

理生态作用，减少、稳定或修复土壤中的有害物质，达到净化土壤环境的目的。植物修复技术主要分为蓄积植物修复技术和保护植物修复技术两大类。

蓄积植物修复技术是指利用植物吸收并富集土壤中的有害物质，并将其储存在地上部分或地下部分，从而达到修复土壤的目的。这种方法适用于土壤中有害物质浓度较低的情况，通过植物的生长，逐步净化土壤环境。比较典型的蓄积植物包括拟南芥、烟草、柳树等，它们对重金属、有机物等污染物有较强的富集能力。

保护植物修复技术则是利用植物的根系和周围土壤形成一种天然屏障，阻止有害物质的扩散，保护土壤环境不受进一步污染。这种方法适用于土壤中有害物质浓度较高的情况，通过植物的根系和土壤微生物共同作用，形成一套稳定的土壤修复体系。例如，一些耐盐碱植物如碱蓬、狼毒等对盐碱土壤的修复有着良好的效果。

3.2 微生物修复技术

微生物修复技术是指利用微生物对土壤中的有害物质进行降解、转化或吸附，从而净化土壤环境的一种修复方法。微生物修复技术的核心在于选择适当的微生物种类，并了解其作用机制，从而实现对污染土壤的有效修复。

微生物种类及作用机制是微生物修复技术的关键。在实际应用中，常见的微生物包括细菌、真菌、放线菌等，它们具有较强的降解能力，可以降解土壤中的有机物、石油类物质、农药等污染物质。一些微生物还具有还原重金属、稳定有机污染物、促进土壤结构改良等作用。例如，一些产氧细菌和硝化细菌可以有效降解土壤中的有机物，而一些硫酸盐还原菌则可以将土壤中的重金属离子还原成难溶性沉淀物，从而减少其毒性^[2]。

微生物修复技术的应用是将选定的微生物应用于污染土壤的修复过程中，通过合理的施用方式和条件，实现对土壤污染的修复。在实际应用中，需要考虑微生物的生长繁殖条件、适宜的施用浓度和方式、修复周期等因素，以确保微生物修复技术的有效性和稳定性。同时，还需要关注微生物修复过程中可能产生的副产物和中间产物对土壤环境的影响，避免出现新的环境问题。

3.3 土壤修复材料技术

土壤修复材料技术是利用各类物质对土壤中的有害物质进行吸附、转化或稳定，以达到净化土壤环境的一种修复方法。土壤修复材料技术主要包括无机修复材料和有机修复材料两大类。

无机修复材料通常包括氧化铁、活性炭、粘土矿物等，它们具有较强的吸附能力和化学反应能力，可以有效地吸附和转化土壤中的重金属离子、有机物等污染物质。此外，一些无机修复材料还具有改良土壤结构、促进土壤通气和水分保持等作用。例如，氧化铁对重金属离子有较强的吸附能力，可以将其固定在土壤中，从而减少其对生物体的毒害。

有机修复材料则主要包括天然有机物质和人工合成有机物质，如腐殖质、生物炭、聚合物材料等，它们具有较强的分子吸附能力和生物活性，可以有效地稳定有机物、改善土壤通气和水分保持等。例如，生物炭作为一种新型的有机修复材料，具有较大的比表面积和孔隙结构，可以吸附土壤中的有机物和重金属，并提供微生物生长的场所，有利于土壤的修复和改良。

3.4 生物循环修复技术

生物循环修复技术是利用生物体内外的生物化学反应和生物过程，对土壤中的有害物质进行降解、转化或稳定，以达到净化土壤环境的一种修复方法。生物循环修复技术主要包括生物炭技术和土壤动物修复技术两大类。

生物炭技术是指将生物质材料在无氧或低氧条件下热解制备生物炭，然后将其施入土壤，通过吸附、离子交换、微生物代谢等作用，净化土壤环境的一种修复方法。生物炭具有较大的比表面积和孔隙结构，可以有效吸附土壤中的有机物和重金属，促进土壤微生物的生长和代谢，有利于土壤的修复和改良^[3]。

土壤动物修复技术是指利用土壤中的各类动物，如蚯蚓、蜈蚣、土壤昆虫等，通过它们的生活活动和摄食习性，促进土壤有机物的降解、土壤通气和渗水的改良等，从而净化土壤环境的一种修复方法。土壤动物在土壤修复过程中起着重要的作用，它们可以改善土壤的结构和通气性，促进土壤中有机物的分解和循环利用，有利于土壤的生态修复和健康发展。

4 生态修复治理术在污染土壤中的应用研究

4.1 植物修复技术的研究进展

植物修复技术是通过植物对土壤中的有害物质进行吸收、富集、转运和降解，以达到修复土壤污染的目的。不同植物对不同污染物的富集能力是研究的重点之一。不同植物对于不同的污染物具有不同的富集能力，一些植物对重金属具有较强的富集能力，而有些植物对有机污染物有较强的富集能力。例如，一些植物如拟南芥、矢车菊等对镉、铅等重金属具有较强的富集能力，而大豆、玉米等对石油烃类化合物具有较强的富集能力。在实际的土壤修复工程中，可以根据不同的污染物选择适合的植物进行修复，以提高修复效果。

植物修复技术的优势在于其修复成本较低、对土壤的损害较小、修复过程较为温和等优点，因而受到了广泛关注。然而，植物修复技术也存在一定的局限性，如修复周期较长、适用范围受限、植物生长过程中存在受到外界环境影响等。在实际应用中需要综合考虑植物修复技术的优势和局限性，结合具体的修复对象和环境条件进行合理选择和应用。

4.2 微生物修复技术的研究进展

微生物修复技术是利用微生物降解、转化或固定土壤

中的有害物质来修复污染土壤。近年来，新型微生物在污染土壤修复中的应用成为研究的热点之一。一些具有特殊代谢途径的微生物，如硝化细菌、反硝化细菌等，对土壤中的特定污染物具有较强的降解能力，可以有效地修复污染土壤。一些具有重金属耐受性和富集能力的微生物，如拟南芥内共生细菌、铜绿假单胞菌等，也被广泛研究并应用于土壤修复工程中^[4]。

微生物修复技术的发展方向主要包括对新型微生物的筛选、鉴定和应用，微生物修复技术与其他修复技术的联合应用，微生物修复过程中的环境因素调控等方面。未来，随着对微生物代谢特性和生态功能的深入研究，微生物修复技术在污染土壤修复中的应用前景将更加广阔。

4.3 土壤修复材料技术的研究进展

土壤修复材料技术是利用吸附、离子交换、化学稳定化等作用修复土壤污染。近年来，新型土壤修复材料的研究和应用成为研究的热点之一。一些具有较强吸附能力的材料，如活性炭、改性粘土、氧化铁等，被广泛用于土壤重金属和有机污染物的修复。同时，一些具有离子交换和化学稳定化作用的材料，如磷酸盐、氢氧化铁等，也在土壤修复中发挥着重要作用。

土壤修复材料技术的可持续性是当前研究的重点之一。传统的土壤修复材料往往存在成本高、资源消耗大、循环利用困难等问题，限制了其在大规模应用中的推广。因此，研究人员致力于开发具有良好可持续性的新型土壤修复材料，如生物质炭、可再生有机质材料等，以实现土壤修复过程的可持续发展。

4.4 生物循环修复技术的研究进展

生物循环修复技术是利用生物质炭、土壤动物等生物介导作用，通过模拟自然生态系统的循环过程，来修复土壤污染。生物炭技术在土壤修复中的应用效果是生物循环修复技术研究的重要内容之一。例如，生物炭作为一种具有良好吸附性能和固碳能力的材料，被广泛应用于土壤重金属、有机污染物的修复。土壤动物修复技术的创新与挑战也备受关注，其研究重点主要包括土壤动物在修复过程中的作用机制、适宜种类的选择和引种技术等方面。然而，土壤动物修复技术也面临着一些挑战，如土壤动物的培育与引种、修复过程中的生物多样性保护等问题，需要进一步研究和解决。

5 污染土壤修复实践案例分析

在污染土壤修复案例中，污染源可能来自工业废水、

化工厂废气排放、农药化肥残留等。这些污染物质的渗透和累积导致土壤环境质量下降，影响到周边的土壤生态系统和农作物生长，严重影响当地居民的生活健康和经济发展。因此，对污染土壤的修复需求迫切。

5.1 选择的生态修复治理技术

针对污染土壤修复的需求，选择合适的生态修复治理技术显得至关重要。例如，可以采用植物修复、微生物修复、土壤改良等技术手段。植物修复利用植物的吸附、富集和代谢作用，将土壤中的有害物质转化为无害物质，达到修复土壤的目的。微生物修复则是通过引入适当的微生物菌剂，利用微生物的代谢活性分解有机物、降解重金属离子等，实现土壤修复。而土壤改良则是通过添加有机质、矿物质等材料，改善土壤的结构和肥力，减少污染物质对植物的毒害作用^[5]。

5.2 修复效果评估

在污染土壤修复过程中，对修复效果进行科学、客观的评估显得至关重要。可以通过监测土壤中污染物质的含量、植被生长情况、土壤肥力指标等方面来评估修复效果。例如，可以采用高效液相色谱仪、质谱仪等专业设备对土壤中的重金属、有机物等污染物质进行定量分析，以此来评估生态修复的效果。同时，观察植被的生长情况，了解修复后土壤的植被恢复情况，也是评估修复效果的重要指标之一。

6 结语

生态修复治理技术在污染土壤中的应用研究是一个复杂而又具有挑战性的课题。通过对污染土壤的类型和特点进行分析，论文介绍了植物修复技术、微生物修复技术、土壤修复材料技术和生物循环修复技术在该领域的研究进展以及相关的实践案例分析。希望论文能够为相关研究和实践提供一定的借鉴和启发，推动生态修复治理技术在污染土壤中的应用迈向更加广阔的发展空间。

参考文献

- [1] 焦诗皓.生态修复治理技术在污染土壤中的应用研究[J].皮革制作与环保科技,2022,3(20):90-92.
- [2] 徐青龙,向华浩.微生物肥料在土壤生态修复治理中的应用[J].智慧农业导刊,2022,2(20):77-79.
- [3] 戴娟.矿区土壤重金属污染治理及生态修复技术研究[J].河南科技,2021,40(16):126-128.
- [4] 侯长江.农业生态修复技术治理农田土壤重金属污染[J].农业工程技术,2021,41(5):45-46.
- [5] 李磊.生态修复治理技术在污染土壤中的应用分析[J].节能与环保,2019(12):61-62.