

管道沿线土建工程环境保护与生态恢复策略

管 林 梁照栋

中国石油管道局工程有限公司第三工程分公司 河南 郑州 451450

摘 要：本文聚焦管道沿线土建工程的环境保护与生态恢复。先概述管道沿线土建工程内容，分析其对土壤、植被、动物及景观生态的负面影响。进而提出施工期与运营期的环境保护策略，包括合理规划路线、采用环保工艺等。最后阐述生态恢复策略，涵盖土壤、植被、生物多样性及景观生态恢复技术。旨在为管道沿线土建工程实现环境保护与生态良性发展提供理论支持与实践指导。

关键词：管道沿线；土建工程；环境保护；生态恢复

1 管道沿线土建工程概述

管道沿线土建工程是管道系统安全、稳定运行的基础保障，涵盖管道敷设路径上的各类构筑物及附属设施建设。在管道敷设方面，需根据地形地貌、地质条件等合理选择敷设方式。平原地区多采用直埋敷设，施工简便、成本较低；山区则需考虑地形起伏，采用弹性敷设、冷弯管或热煨弯头等方式适应地形变化，确保管道顺滑连接；穿越河流、铁路、公路等特殊地段时，需采用顶管、定向钻穿越或架设桁架等特殊工艺，保障管道安全跨越障碍。为保护管道安全，沿线会设置多种防护构筑物。在易受水流冲刷地段，修建护坡、护岸等水工保护设施；在地质不稳定区域，设置挡土墙、抗滑桩等防止滑坡、塌方^[1]。同时，为便于管道的巡检、维护和管理，会间隔一定距离设置检修通道、阀室及标志桩等附属设施。阀室用于控制管道内介质的流动，确保在紧急情况下能及时切断介质输送；标志桩则明确管道位置和走向，防止第三方施工破坏。管道沿线土建工程需严格遵循相关规范和标准，确保工程质量，为管道系统的长期安全运行提供坚实支撑。

2 管道沿线土建工程对生态环境的影响分析

2.1 对土壤的影响

管道沿线土建工程对土壤的影响是多方面的。在施工期，场地平整和沟槽开挖等作业会直接破坏土壤的原有结构。土壤是一个复杂的生态系统，其结构包括土壤颗粒的排列方式、孔隙分布等，这些结构特征影响着土壤的透气性、透水性和保水性等物理性质。开挖过程中，土壤被翻动、破碎，原有的团粒结构遭到破坏，导致土壤孔隙度增大，透气性增强，但透水性和保水性下降。这使得土壤中的水分更容易流失，尤其是在干旱地区，会加剧土壤干旱化程度，影响土壤中微生物的生存和活动，进而破坏土壤的生物活性。施工过程中使用的机械设备和车辆会对土

壤产生压实作用。重型机械的反复碾压会使土壤颗粒更加紧密地排列，土壤容重增加，孔隙度减小。土壤压实会阻碍空气和水分在土壤中的流动，降低土壤的通气性和透水性，影响植物根系的生长和发育。同时，压实后的土壤硬度增大，也会增加植物根系穿透土壤的难度，导致植物生长受限，甚至死亡。施工过程中的物料堆放和废弃物排放也可能对土壤造成污染，一些重金属、有机污染物等会在土壤中积累，对土壤中的微生物和植物产生毒害作用，破坏土壤生态平衡。

2.2 对植被的影响

管道沿线土建工程对植被的影响分施工期与运营期，施工期，场地平整、沟槽开挖等作业大量占地，直接破坏地表植被，使植被覆盖度降低、生物量减少。一些珍稀植物或具特殊生态功能的植物群落，可能因施工破坏生存和繁衍受威胁，甚至局部灭绝。同时，施工产生的扬尘会附着在植物叶片上，阻碍光合作用与呼吸作用，影响正常生长；废水若未经处理直接排放，会改变土壤水分和养分状况，引发盐碱化或酸化，抑制植物对水分和养分的吸收。运营期，管道的维护管理活动会持续影响周边植被。虽管道泄漏事故发生概率低，但一旦发生，泄漏介质会对周边植被产生严重毒害，造成植被大面积死亡，给当地植被生态带来难以估量的损失。

2.3 对动物的影响

管道沿线土建工程对动物的影响主要包括栖息地破坏、迁徙受阻和食物资源减少等方面。施工期的大规模土建作业会破坏动物原有的栖息地，使动物失去生存和繁衍的场所。对于一些栖息地范围较小、迁移能力较弱的动物种类，施工破坏可能会对其种群数量和生存状况产生严重影响。管道的建设可能会阻断动物的迁徙通道，许多动物具有季节性迁徙的习性，它们需要在不同的季节之间寻找适宜的栖息地和食物资源。管道及其附

属设施如闸室、围栏等的建设，可能会在动物的迁徙路线上形成障碍，阻碍动物的正常迁徙。这会导致动物无法到达传统的繁殖地或觅食地，影响其繁殖成功率和生存能力。施工活动和管道运营还可能会影响动物的食物资源，施工过程中的植被破坏会减少动物的食物来源，尤其是对于以植物为食的草食动物。同时，施工产生的噪声、振动等也会干扰动物的觅食行为，使动物难以正常寻找和获取食物。

2.4 对景观生态的影响

管道沿线土建工程对景观生态影响显著。视觉上，管道及其闸室、泵站等附属设施与周边自然景观不协调，破坏了自然景观的完整性与美观性。在风景名胜、自然保护区等敏感区域，这种破坏更会降低游客游览体验和生态旅游价值。生态功能方面，自然景观是复杂生态系统，有物质循环等生态功能。管道建设改变景观空间结构与组成，破坏生态系统的连通性和稳定性。另外，管道沿线土建还可能引发一系列生态问题，加剧景观生态退化。施工中的开挖、填方等作业破坏地表植被和土壤结构，降低土壤抗侵蚀能力，在降雨等外力作用下易引发水土流失。长期水土流失会使土地肥力下降、植被难恢复，最终可能引发土地沙化等严重问题，对景观生态造成不可逆转的破坏^[2]。

2.5 对农业的影响

管道沿线土建多穿越农业主产区，对农业影响直接且持续。施工期场地作业直接占用耕地，土壤破坏后产能恢复需2 - 3个周期，机械碾压还会影响作物生长，使出苗率降低、产量减少；扬尘、废水、固废污染农业环境，阻碍光合作用、导致土壤盐碱化等。运营期管道维护也有影响，巡检车辆碾压破坏田垄，泄漏事故会污染土壤和地下水，致耕地数年无法种植，沿线固定设施还会分割农田，影响规模化种植，增加耕作成本。

3 管道沿线土建工程环境保护策略

3.1 施工期环境保护措施

3.1.1 合理规划施工路线，减少土地占用

在管道设计阶段，应充分考虑生态环境因素，优化施工路线规划。通过详细的现场调查和生态评估，避开生态敏感区域，如自然保护区、风景名胜区、水源保护区等。同时，尽量减少施工路线的长度和弯曲度，降低土地占用面积。在必须经过生态敏感区域时，应采用特殊的施工技术和防护措施，将对生态环境的影响降到最低。

3.1.2 采用环保材料与工艺，降低污染排放

在施工过程中，应优先选用环保型建筑材料和施工工艺。例如，选择低污染、可回收的建筑材料，减少建

筑垃圾的产生。采用先进的施工设备和工艺，提高施工效率，降低能源消耗和污染物排放。在混凝土搅拌、焊接等作业过程中，应采取有效的污染防治措施，如安装除尘设备、废气净化装置等，减少粉尘和废气的排放。同时加强对施工废水的管理，设置沉淀池、过滤池等污水处理设施，对施工废水进行集中处理，达标后排放或回用，避免施工废水对周边水体和土壤造成污染。

3.1.3 实施严格的施工管理制度，防止环境污染

建立健全施工管理制度是保障施工期环境保护工作有效开展的关键。施工单位应制定详细的环境保护计划和应急预案，明确各部门和人员的环境保护职责。加强对施工人员的环境保护培训，提高施工人员的环保意识 and 操作技能，确保施工人员严格按照环保要求进行施工。在施工现场设置明显的环境保护标识和警示标志，加强对施工过程的监督和检查，及时发现和纠正环境违法行为。对违反环境保护规定的行为，应依法依规进行严肃处理，形成有效的约束机制。

3.2 运营期环境保护措施

3.2.1 加强管道维护与监测，预防泄漏事故

管道运营单位应建立完善的管道维护与监测体系，定期对管道进行检查、维护和保养。采用先进的监测技术和设备，如智能传感器、无人机巡检等，实时监测管道的运行状态，及时发现管道的腐蚀、变形、泄漏等隐患^[3]。加强对管道周边环境的监测，如土壤、水体、空气等，掌握管道泄漏对环境的影响情况。一旦发现管道泄漏迹象，应立即采取措施进行修复，防止泄漏事故的扩大和恶化。同时，建立管道维护档案，记录管道的维护历史和运行状况，为管道的长期安全运行提供依据。

3.2.2 建立应急响应机制，及时应对环境污染事件

制定完善的应急预案是应对管道泄漏等环境污染事件的重要保障。应急预案应明确应急组织机构、应急响应程序、应急救援措施等内容。运营单位应定期组织应急演练，提高应急处置能力和协同作战能力。在发生环境污染事件时，能够迅速启动应急预案，采取有效的措施进行应急处置，如切断泄漏源、围堵泄漏物质、清理污染场地等，最大限度地减少环境污染损失。同时，及时向相关部门报告事件情况，配合政府部门开展环境监测和调查处理工作，共同应对环境污染事件。

4 管道沿线生态恢复策略

4.1 土壤生态恢复技术

土壤生态恢复是管道沿线生态恢复的基础。对于施工破坏的土壤，可采用物理、化学和生物等多种方法进行恢复。物理方法主要包括土壤翻耕、平整和改良等。

通过翻耕可以改善土壤的通气性和透水性，促进土壤中微生物的活动和养分的分解。平整土壤可以使地表更加均匀，有利于植被的种植和生长。化学方法主要是通过添加土壤改良剂来调节土壤的酸碱度、养分含量等化学性质。例如，对于酸性土壤，可添加石灰等碱性物质进行中和；对于贫瘠土壤，可添加有机肥、化肥等提高土壤肥力。生物方法则是利用植物和微生物的作用来改善土壤生态。种植一些具有固氮、改良土壤结构的植物，如豆科植物、绿肥植物等，可以增加土壤中的氮素含量，改善土壤结构。同时，接种有益微生物，如根瘤菌、菌根真菌等，可以促进植物根系的生长和养分吸收，提高土壤的生物活性。

4.2 植被生态恢复技术

植被生态恢复是管道沿线生态恢复的重要内容。根据管道沿线的气候、土壤等自然条件，选择适宜的植物种类进行种植。优先选择本地物种，因为本地物种对当地环境具有较强的适应性和抗逆性，能够更好地生存和繁衍。在植物配置上，应采用乔、灌、草相结合的方式，形成多层次的植被结构，提高植被的生态功能和稳定性。对于受损较为严重的区域，可采用人工播种、植苗、扦插等种植方式进行植被恢复。在种植过程中，要注意种植密度和种植时间的选择，确保植物能够健康生长。加强对新种植植被的养护管理，如浇水、施肥、除草、病虫害防治等，提高植被的成活率和覆盖率。

4.3 生物多样性保护与恢复

生物多样性是生态系统稳定和健康发展的重要标志。在管道沿线生态恢复过程中，应注重生物多样性的保护与恢复。通过恢复和改善植被，为动物提供适宜的栖息地和食物资源，吸引更多的动物种类回归。建立生态廊道，连接管道沿线的不同生态系统，促进物种的交流和扩散，增加生物多样性。加强对珍稀濒危物种的保护，采取建立保护区、人工繁育等措施，保护其生存和繁衍。同时，加强对生物多样性的监测和评估，及时掌握生物多样性的变化情况，为生态恢复和管理提供科学依据。

4.4 景观生态恢复与规划

景观生态恢复与规划是一项系统性工程，其核心目标在于重塑管道沿线的自然景观格局，实现生态功能提

升与视觉美感优化的双重效益。规划需以管道沿线原生生态系统特征为基础，结合区域气候、土壤、植被等自然条件，科学划分生态修复功能区，针对性制定植被恢复、水土保持、生物多样性保护等策略。在具体实施中，应遵循“生态优先、因地制宜”原则，通过多层次植物配置构建复合型生态群落：上层选用乡土乔木形成骨架，中层搭配观花观叶灌木丰富季相变化，地被层覆盖耐阴草本植物防止水土流失，同时引入蜜源植物吸引传粉昆虫，提升生态系统稳定性^[4]。景观营造方面，采用“点-线-面”结合的设计手法，在管道关键节点设置生态驿站、观景平台等景观小品，沿线布置主题花境、生态标识牌等微景观，形成连续的视觉廊道。通过地形微改造塑造起伏地被，结合透水铺装、生态草沟等海绵设施，实现雨水自然积存与净化。后期管理建立“监测-评估-反馈”机制，运用无人机巡查、物联网传感器等技术手段，定期开展植被健康诊断、设施维护更新，确保景观功能持续发挥。最终构建集生态防护、环境美化、科普教育于一体的复合型生态廊道，实现管道工程与自然环境的和谐共生。

结束语

管道沿线土建工程的环境保护与生态恢复意义重大且任重道远。通过全面分析工程对生态的多方面影响，针对性地制定并实施环境保护与生态恢复策略，能在保障管道安全运行的同时，最大程度降低对生态环境的破坏。未来，需持续探索创新技术与有效管理模式，加强各方协作，推动管道沿线生态环境持续改善，实现工程建设与生态保护的和谐共生。

参考文献

- [1]伍金辉.漳州高新区五福嘉园燃气工程成本控制策略探析[J].中国建筑金属结构,2024,23(12):128-130.
- [2]石永.基于移动互联网的燃气工程智能化管理[J].中国建筑金属结构, 2024, 23(11):187-189.
- [3]吴佩文.土建工程中绿色施工技术与可持续发展策略[J].佛山陶瓷, 2022, 32(12):119-121.
- [4]徐海军.土建工程管理创新及绿色施工管理方法探微[C]//上海筱虞文化传播有限公司.2022:215-217.