

长输管道建设项目的环境保护与安全管理

杨 丽 (国家石油天然气管网集团有限公司山东分公司, 山东 潍坊 261000)

摘 要: 本文聚焦长输管道建设项目, 深入剖析其对环境产生的多方面影响, 如土地利用变化、生物多样性受损、水资源污染风险、土壤及大气污染等, 并详细阐述了相应的环境保护措施。同时, 构建了安全管理框架, 涵盖安全管理体系的构建原则、关键要素及安全文化。通过典型案例, 总结成功经验与失败教训, 为长输管道建设项目在环境保护与安全管理方面提供切实可行的最佳实践, 旨在推动长输管道建设项目实现环境友好与安全可靠的可持续发展。

关键词: 长输管道; 环境保护; 安全管理; 风险评估; 应急响应

中图分类号: TE88

文献标识码: A

文章编号: 1674-5167 (2025) 026-0151-03

Environmental protection and safety management of long-distance pipeline construction projects

Yang Li (National Oil and Gas Pipeline Network Corporation Limited Shandong Branch, Weifang Shandong 261000,China)

Abstract: This article focuses on long-distance pipeline construction projects, deeply analyzing their environmental impacts, such as land use changes, damage to biodiversity, risks of water resource pollution, soil and air pollution, etc., and elaborates in detail on the corresponding environmental protection measures. Build a safety management framework, covering the construction principles, key elements and safety culture of the safety management system. By summarizing successful experiences and lessons learned from failures through typical cases, we aim to provide practical and feasible best practices for long-distance pipeline construction projects in terms of environmental protection and safety management, with the goal of promoting the sustainable development of long-distance pipeline construction projects that is environmentally friendly, safe and reliable.

Key words: Long-distance pipeline; Environmental protection; Safety management; Risk assessment; Emergency response

长输管道是能源输送的关键, 在能源供应体系中至关重要, 保障能源供应、促进经济发展。但因其线路长、穿越地域广、施工环境复杂, 建设与运营时会对环境产生诸多影响, 还面临安全风险。若处理不好环保与安全管理, 将破坏生态、引发事故, 所以研究相关策略意义重大。

1 长输管道建设项目对环境的影响及保护措施

1.1 长输管道建设项目的环境影响分析

第一, 土地利用变化。长输管道建设需大量占地, 永久占地用于阀室、泵站等, 使土地用途永久改变, 如农地变工业用地。临时占地施工时用于堆放材料、设营地等, 虽后期可恢复, 但短期内干扰土地原有功能, 像施工便道会破坏农田灌溉与土壤结构, 影响作物种植。

第二, 生物多样性影响。施工破坏沿线植被, 尤其穿越自然保护区等敏感区时, 损害珍稀植物与野生动物栖息地, 致物种数量减少。运营期泄漏事故也长期破坏生态, 威胁生物多样性, 如山区施工砍树使野生动物活动范围缩小、种群波动。

第三, 水资源污染风险。管道输送介质有毒且具腐蚀性。施工期管理不善, 废水含泥沙、油污等, 直

接排放污染地表水、土壤与地下水。运营期管道泄漏, 油品入水体形成油膜, 降低溶解氧, 危害水生生物, 污染地下水, 如沿海管道泄漏致海洋生物死亡、渔业受损。

第四, 土壤污染影响及防治。油品泄漏改变土壤理化性质, 堵塞孔隙, 抑制微生物与养分循环, 阻碍植被生长。防治时, 用光纤传感等技术监测泄漏。对已污染土壤, 物理修复有客土法、热处理法; 化学修复有淋洗法、氧化还原法; 生物修复利用微生物或植物降解污染物。

第五, 大气污染影响及防治。油气挥发是大气污染主因, 设备密封不严等致挥发性有机物 (VOCs) 排放, 影响空气质量、危害人体健康, 还产生二次污染物。防治上, 采用先进密封技术, 用吸附法回收、燃烧法处理 VOCs, 加强大气环境监测。

1.2 国际与国内环境保护相关法律法规

国际上, 诸多国家与国际组织出台长输管道建设项目环保法规。如国际海事组织的《国际防止船舶造成污染公约》, 其防油类污染海洋环境规定, 对涉海长输管道环保有借鉴意义; 欧盟的《环境影响评价指令》, 要求长输管道项目全面环评。在国内, 长输管

道建设受多部法规约束。

中国环境保护法奠定环保原则与制度，指引项目环保工作；中国环境影响评价法规定项目需环评，依影响程度编制文件，获批方可开工。《水污染防治法》《大气污染防治法》《土壤污染防治法》针对不同环境要素，对项目施工与运营污染防治提具体要求。《石油天然气管道保护法》等管道专属法规，也涵盖环保条款。

1.3 环境保护措施的实施

第一，施工期环境保护策略。施工期应采取系列针对性环保措施。生态保护上，穿越生态敏感区前，制定详尽方案，移栽珍稀植物，警示野生动物栖息地，严控施工范围，施工结束后及时恢复临时占地，如平整土地、种草植树。水污染防治方面，施工场地设排水系统，沉淀、过滤泥浆水，经隔油池、气浮处理含油废水，达标后排放，并加强施工人员环保教育。大气污染防治需对土方、砂石等易扬尘物料覆盖或密闭存放，定期洒水降尘，施工车辆密闭运输、限速行驶，定期维护，确保尾气达标。

第二，试运营期环境保护策略。试运营期重点检查、调试管道系统，监测环保措施效果。利用泄漏检测机器人、红外热成像仪等设备检测管道泄漏，及时修复。监测废气、废水排放，异常时立即排查整改。分类收集固体废物，回收可利用物，按环保要求处置不可回收物。

第三，运营期生态环境保护措施。运营期持续开展生态环保工作。定期监测管道沿线植被、野生动物、土壤质量等，建立生态环境监测数据库。针对生态问题，如植被生长不良，采取土壤修复、补植植被等措施。开展环保活动，加强宣传教育，减少人为对生态环境的破坏。

2 长输管道建设项目的安全管理框架

2.1 安全管理体系的构建原则

长输管道建设项目构建安全管理体系需遵循三大原则：法规遵从性，从规划起严格遵循《安全生产法》《石油天然气管道保护法》等相关法规，关注法规更新并及时调整措施，完善安全生产责任制以落实安全管理；风险评估与管理，项目建设前全面识别评估地震、第三方破坏、管道自身缺陷等各类风险，依风险等级制定控制措施，如穿越地震多发区采用抗震管材、加强第三方破坏风险高区域的巡查等；应急响应机制，制定含不同事故处置流程、人员疏散方案等的应急预案，定期演练提升员工应急能力，建立应急物资储备库并维护，与周边企业和政府应急部门建立联动机制，实现信息与资源共享，提升应急救援效率。

2.2 安全管理的关键要素

2.2.1 设计阶段的安全考量

在长输管道建设项目的设计阶段，充分考虑安全因素是保障项目安全运行的基础。选择合理的管道线路，尽量避开地质条件复杂、人口密集区、自然灾害频发区等风险较高的区域。在管道设计中，根据输送介质的特性、压力、温度等参数，合理确定管材的材质、规格和壁厚，确保管道具有足够的强度和韧性，能够承受输送过程中的各种应力。同时，优化管道的防腐设计，采用先进的防腐涂层和阴极保护技术，防止管道腐蚀，延长管道使用寿命。例如，穿越盐碱地等腐蚀性较强土壤区域的管道，采用双层熔结环氧粉末防腐涂层，并加强阴极保护系统的设计和安装，提高管道的防腐性能。还应考虑管道的安全保护设施，如设置截断阀、安全阀、放空系统等，在发生事故能及时截断管道、释放压力，防止事故扩大。

2.2.2 施工期间的安全监控

施工期间的安全监控是确保长输管道建设质量和安全的关键环节。建立严格的施工质量管理体系，对管道焊接、安装、防腐等关键施工工序进行全过程质量控制。加强对施工人员的安全教育培训，提高施工人员的安全意识和操作技能，确保施工人员严格按照施工规范和操作规程进行作业。在施工现场设置安全警示标识，对危险区域进行隔离，防止无关人员进入施工现场。

同时，采用先进的施工监测技术，如对管道焊接质量进行无损检测，实时监测管道的安装精度和变形情况等，及时发现并纠正施工过程中的质量问题和安全隐患。例如，利用超声波检测技术对管道焊缝进行探伤检测，确保焊缝质量符合标准要求；通过全站仪等测量设备对管道的安装位置和高程进行实时监测，保证管道安装的准确性。

2.2.3 运行维护的安全保障

在长输管道运行维护阶段，建立完善的安全保障体系至关重要。定期对管道进行巡检，采用人工巡检与智能巡检相结合的方式，及时发现管道沿线的异常情况，如管道泄漏、第三方施工破坏迹象等。利用智能检测设备，如管道内检测机器人，对管道内部进行检测，评估管道的腐蚀、磨损等情况，为管道的维护和修复提供依据。

加强对管道附属设施的维护保养，确保截断阀、安全阀等安全保护设施的正常运行。并建立管道运行数据监测系统，实时监测管道的压力、流量、温度等参数，通过数据分析及时发现潜在的安全风险。例如，当管道压力出现异常波动时，系统及时发出预警信号，

工作人员采取相应处理措施。此外,加强对管道周边环境的管理,定期清理管道沿线的易燃物、障碍物等,减少安全隐患。

2.3 安全文化的培养与发展

加强员工培训与提升安全意识,定期开展安全知识培训,涵盖法规、操作规程、应急处置等内容,让员工熟悉安全管理要求。针对不同岗位开展技能培训,如管道维修、设备操作培训,提升实际操作能力。通过案例分析、安全演练,增强员工安全意识与应急能力。建立科学的安全绩效评估体系,明确事故发生率、隐患整改率等指标,定期统计分析。将评估结果与员工绩效考核挂钩,激励员工参与,提升安全管理整体水平。

3 案例研究与经验总结

3.1 典型案例分析

第一,成功案例的经验分享:某大型长输管道项目在环保与安全管理上成果显著。环保方面,施工前调研沿线生态,针对不同区域定制方案。穿越湿地保护区采用定向钻技术,移栽珍稀植物、设生态缓冲区,施工废水零排放,完工后恢复临时占地,生态基本复原。安全管理上,设计阶段专家论证选线路,用优质管材并优化防腐。施工时严控质量、配备安全设备。运营期智能监测,定期检测维护,多年无重大事故,为同类项目树立典范。

第二,失败案例的教训总结:某长输管道项目则问题重重。环保层面,前期环评不深入,山区施工致山体滑坡,运营期管道泄漏污染土壤和水体,破坏生态、影响居民生活。安全管理上,设计有缺陷,施工忽视质量,运营期制度缺失、培训不力。泄漏事故发生时,因应急预案不完善,导致人员伤亡和财产重大损失,警示各环节管理皆不可忽视。

3.2 环境保护与安全管理的最佳实践

在环境保护方面,一系列先进的技术被应用于长输管道建设项目。例如,在生态保护方面,采用地理信息系统(GIS)和遥感技术(RS)对管道沿线的生态环境进行全面监测和评估,能够及时准确地掌握生态环境的变化情况,为制定科学合理的生态保护措施提供依据。在土壤污染修复方面,微生物修复技术得到了广泛应用。

通过筛选和培养具有高效降解石油污染物能力的微生物菌株,将其投加到污染土壤中,能够快速有效降解土壤中的石油类污染物,恢复土壤生态功能。在大气污染防治方面,采用挥发性有机物(VOCs)在线监测系统,实时监测管道沿线的VOCs排放情况,一旦发现排放超标,立即采取措施进行治理,有效减少了大气污染物的排放。

在安全管理方面,智能检测技术的应用为长输管道的安全运行提供了有力保障。例如,管道内检测机器人能够在管道内自主运行,通过搭载的各种传感器,对管道的腐蚀、变形、裂纹等缺陷进行高精度检测,并将检测数据实时传输到地面控制中心。基于大数据和人工智能技术的安全预警系统,能够对管道运行过程中的海量数据进行分析处理,预测潜在的安全风险,提前发出预警,为及时采取防范措施提供了可能。此外,采用无人机巡检技术,能够快速高效地对管道沿线进行巡查,及时发现第三方施工破坏、管道泄漏等安全隐患,大大提高了巡检效率和安全性。

在管理模式方面,一些长输管道企业积极探索创新,取得良好效果。例如,推行一体化管理模式,将环境保护、安全管理与项目建设、运营管理有机结合起来,实现各环节的协同运作。通过建立统一的管理平台,整合资源,优化流程,提高了管理效率和决策的科学性。在安全管理方面,引入安全绩效管理,将安全目标层层分解,落实到每个部门、每个岗位和每个员工,充分调动员工参与安全管理的积极主动性,形成共同参与长输管道环境保护与安全管理的的良好氛围。

4 结论

长输管道建设项目推动能源输送与经济发展,但也要重视环保与安全管理。分析环境影响,依法依规标准落实施工至运营期的环保措施,可减少生态破坏。安全管理上,构建合理体系,遵循原则,把控关键要素,培育安全文化,能提升保障水平。借鉴案例经验,明确最佳实践,未来应加强技术与管理创新,实现多效益统一,助力能源行业可持续发展。

参考文献:

- [1] 王燕. 探讨数字化技术在长输天然气管道建设安全管理中的应用[J]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2024(1):0149-0152.
- [2] 叶丹. 油气长输管道工程施工风险管理[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2021, 41(9):2.
- [3] 谭红梅. 成品油长输管道项目建设及安全管理办法探析[J]. 化工管理, 2019(18):79-80
- [4] 姜军勇. 成品油长输管道项目建设及安全管理办法分析[J]. 科技资讯, 2017, 15(2):75-76
- [5] 肖文彪. 成品油长输管道项目建设与安全管理分析[J]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2022(5):145-147

作者简介:

杨丽(1988—),女,汉族,山东滨州人,本科,工程师,职务:安全监督岗,研究方向:安全环保、QHSE教育培训、岗位责任制。