

石油输送工程中的化工污染治理对环境保护的影响评估

姜 阳（陕西燃气集团有限公司，陕西 西安 710000）

摘 要：石油输送工程在为社会提供重要能源的同时，其化工污染问题也日益突出，严重威胁着生态环境安全。加强石油输送过程中的化工污染治理对于保护生态环境、实现经济社会可持续发展具有重要意义。本文从石油输送工程中化工污染的主要类型、危害及成因入手，重点评估了化工污染防治技术和管理措施对环境保护的积极影响。研究表明，通过采取工程措施、应急预案、监测预警、溯源分析、生态修复等多种化工污染治理措施，能够有效控制石油输送过程中化工污染物的排放，大幅降低对土壤、水体、大气等生态环境要素的污染，减轻对动植物生存、人体健康的危害。

关键词：石油输送工程；化工污染；环境保护；影响评估

中图分类号：X74 **文献标识码：**A **文章编号：**1674-5167（2025）023-0114-03

Impact Assessment of Chemical Pollution Control in Petroleum Transportation Engineering on Environmental Protection

Jiang Yang (Shaanxi Gas Group Co., LTD., Xi 'an, Shaanxi 710000)

Abstract: Petroleum transportation projects provide important energy for society, but the problem of chemical pollution in them has become increasingly prominent, seriously threatening the security of the ecological environment. Strengthening the control of chemical pollution during the oil transportation process is of great significance for protecting the ecological environment and achieving sustainable economic and social development. This article starts with the main types, hazards and causes of chemical pollution in petroleum transportation engineering, and focuses on evaluating the positive impact of chemical pollution prevention and control technologies and management measures on environmental protection. Research shows that by taking various chemical pollution control measures such as engineering measures, emergency plans, monitoring and early warning, source tracing analysis, and ecological restoration, the discharge of chemical pollutants during the oil transportation process can be effectively controlled, significantly reducing pollution to ecological environment elements such as soil, water bodies, and the atmosphere, and alleviating the harm to the survival of animals and plants and human health.

Key words: Petroleum Transportation engineering Chemical pollution; Environmental protection Impact assessment

石油输送工程作为国家能源战略的重要组成部分，在保障能源安全、促进经济发展方面发挥着不可替代的作用。但由于石油资源开发利用强度不断加大，输送管线动辄上千公里、跨越复杂地理环境，化工污染事故频发，石油泄漏和化学品渗漏造成的环境污染问题日益严峻。这给当地生态环境带来巨大破坏，危害居民身体健康，还严重制约了经济社会可持续发展。如何在保障石油输送安全、高效运行的同时，切实加强化工污染防控，最大限度地降低生态环境影响，已成为亟待解决的重大课题。

1 石油输送工程中的化工污染概况

1.1 主要污染类型

石油输送工程涉及石油开采、集输、储存、运输等多个环节，化工污染种类繁多，主要包括：①原油及成品油泄漏，这是最常见也是危害最大的一类污染。原油含有大量有害化学物质，一旦泄漏会对土壤、地表水、地下水等造成严重污染，并通过渗透、径流等途径扩散。成品油如汽油、柴油等也含有毒有害物质，

泄漏后会污染环境，威胁生态安全；②钻井液、采出水排放。在石油开采过程中，需要使用大量钻井液，并产生大量采出水，其中含有石油烃类、重金属、矿物质等污染物。若处理不当直接排放，会对周边水体、土壤环境造成污染；③油气处理剂、管线防腐剂等化学品泄漏。石油开采和输送过程中需使用缓蚀剂、防腐剂、除蜡剂等多种化学品，这些化学品大多具有一定毒性，泄漏后会污染环境；④输气管线泄漏。输气管线输送的天然气主要成分为甲烷，泄漏会造成温室效应，引发安全事故；⑤伴生污染物排放。石油开采、集输过程中伴生的含硫化氢、二氧化碳等酸性气体，若直接排放会污染大气环境。

1.2 化工污染危害

石油输送工程中的化工污染对生态环境和人体健康危害巨大。其一，石油及其化工产品泄漏会直接污染土壤和水体，使土壤结构遭到破坏，土壤肥力下降，农作物减产；使水质恶化，威胁饮用水安全，危害水生生物。泄漏的有毒有害物质还会通过食物链在生态

系统中富集,最终危害人体健康。其二,挥发性有机化合物、硫化氢等有毒气体排放,会引起大气环境质量下降,产生酸雨、臭氧等二次污染,刺激人体呼吸道,损害居民健康。此外,化工污染还会带来严重的经济损失和社会问题。污染事故的应急处置、损失赔偿、环境修复等需要巨额成本。污染区域的农产品、水产品可能遭受市场抵制,企业和个人收入受损,污染问题激化还可能引发社会矛盾,影响社会稳定。

1.3 污染成因分析

石油输送工程化工污染频发的成因是多方面的,归纳起来主要有以下几点:①管理粗放,风险意识不足。一些企业对环境保护重视不够,管理措施不到位,日常维护保养不规范,风险评估、应急预案、污染监测等基础性工作薄弱,从而埋下安全隐患;②工艺技术落后,装备老化失修。我国部分石油输送管线建设较早,管材质量、防腐工艺、检测手段已不能适应新形势要求,腐蚀穿孔、焊口开裂等老化失修现象普遍,成为泄漏事故的高发区;③事故多发,应急处置不力。由于管线跨度大、分布广,一旦发生泄漏,污染物扩散快,给事故处置带来很大难度。一些地方应急设施装备不足,处置经验欠缺,响应不及时,错失最佳处置时机,致使污染范围扩大;④部门监管职责不清,协调不畅。石油输送工程涉及国土、环保、安监、水利等多个部门,在环境监管、风险防控、应急处置等方面职责交叉、多头管理现象突出,影响了监管成效;⑤法律法规不健全,处罚力度偏轻。危险化学品管理条例等相关法规对企业污染防治责任要求不够明确,处罚措施针对性不强,违法成本低,约束力度偏轻。

2 化工污染治理对环境保护的影响评估

2.1 完善法律法规,强化污染防治责任

石油天然气管道作为重要的能源基础设施,其安全运行和环境保护受到各方高度重视。近年来,国家不断加强石油天然气管道污染防治的法律法规建设,从顶层设计和制度层面为解决管道化工污染问题提供了基本遵循。具体而言,2015年新修订的《大气污染防治法》对企业的环境责任提出了更高要求,要求排污单位采取有效措施,加强生产过程管控,从源头上防止和减少污染物排放,这为石油企业加强环境管理、削减污染物排放提供了法律依据。并且国务院发布《关于加强长输管道安全管理的通知》从风险管控、应急处置等方面对企业提出了硬性要求,进一步压实了企业防范化工污染风险的责任,倒逼其加大管道本质安全水平。尤其国家在完善法律的同时,不断创新环境治理模式,鼓励信息公开和公众参与。一些地方政府陆续出台管道保护办法,将周边群众吸纳到管道日常

监管队伍中,通过畅通群众监督渠道,使群众真正成为管道安全和环境保护的监督者。法治与德治相结合,“政府主导、企业主体、社会参与”的大环保格局正在形成。可以预见,在日趋严格的制度约束和强大的社会监督之下,石油企业将更加审慎对待生态文明建设,更加自觉地履行污染防治主体责任,在法治的轨道上构筑起石油管道污染治理的坚实防线。

2.2 推广清洁生产工艺,从源头减少污染物产生

对于石油输送企业而言,工艺技术升级和清洁生产推行是实现绿色发展的重要途径。随着国家和社会对生态文明建设的日益重视,石油企业纷纷响应政府号召,通过工艺改进、技术创新、装备升级等举措,大力发展清洁生产,从源头减少污染排放,重塑绿色油气产供体系。在勘探开发环节,先进的钻采工艺得到广泛应用。三新技术(旋转导向钻井、水平井、智能完井)的推广,使单井产量大幅提升的同时,钻井液用量和岩屑产生量显著降低,变废为宝、物尽其用。在集输环节,采用密闭输送替代传统敞开式输送,加装油气回收装置,有效抑制VOCs等有毒有害气体的无组织排放。在存储环节,各油库加大油气回收设施建设投入,采用浮顶罐、内浮顶罐等先进储油设施,最大限度减少油品蒸发损耗。在零售终端,推广加油枪油气回收、卸油油气回收等节能环保新技术,进一步降低了油气泄漏风险。站在新的历史起点,各大石油公司纷纷制定更加长远、系统的环境规划。以中石油为例,该公司提出要打造绿色企业,致力于在勘探开发、炼化销售、管道储运各业务板块全面推行清洁生产,构建能源生产和消费系统,力争到2035年,单位产值综合能耗、二氧化碳排放量较2020年大幅下降。可以预见,在企业内生动力和外部压力的双重驱动下,石油输送行业清洁生产水平将进一步提升,生态环境效益将不断彰显。

2.3 实施清污分流、雨污分流,减轻末端处理负荷

石油企业生产过程中不可避免地会产生大量污水,妥善处理这些废水既是企业的环保责任所在,也关乎企业的公众形象。近年来,石油企业将清污分流、雨污分流作为提升废水处理水平的关键举措来抓,从源头上实现减量化、无害化,破解末端治理压力大的难题。如今,随着环保法规日益严格、处罚力度不断加大,石油企业在生产场区、站场大规模实施清污分流改造。具体实施中,工艺先进、经济适用的水处理技术受到青睐。以新疆油田为例,他们针对含油污水的特点,采用“隔油+气浮+生化处理”的组合工艺,分级处理钻井废水和采出水,出水水质稳定达标。与此同时,企业还加大中水回用力度,经深度处理的废

水优先回用于压裂、钻井等工序,大幅减少新鲜水取用量。在炼化企业,清污分流、雨污分流同样大有可为。北京石化公司率先在国内实现了全厂清污分流,各生产单元的清净下水、污染下水进行分别收集处理,避免了清水受污染而造成的不必要浪费。在降雨时,初期雨水进入污水管网,后期清洁雨水则就近排入雨水管网,最大限度减少了废水产生量。通过源头控制,末端污水处理压力骤减,出水水质更加稳定达标。

2.4 加大环保设施投入,提高三废达标排放水平

近年来,随着国家生态文明建设的不断深入,石油行业环保设施建设迎来了前所未有的发展机遇期。面对日益严格的环保法规和公众期望,石油企业纷纷加大环保投入,通过新建、改造、提标等方式,全面提升“三废”处理能力,重塑行业绿色形象。在国家法律的推动下,企业内生动力被充分激发,环保已成为企业核心竞争力的重要组成部分。以废水治理为例,各大石油公司纷纷启动污水处理设施提标改造工程,以往受制于处理工艺落后、设施老化等因素,废水处理设施出水往往达不到标准,环保隐患重重。如今,企业引进膜生物反应器(MBR)、芬顿氧化等先进工艺,对原有设施进行智能化升级改造,废水处理能力和效率显著提高。同时,一批配套的污水深度处理回用装置也在油气田、炼化厂拔地而起,废水经深度处理后回用于生产,实现了污水近零排放。与此同时,危废固废、废气污染防治设施建设也在如火如荼地进行。建成投运 VOCs 回收、高效除尘脱硫等装置,大幅削减废气污染物排放量。

2.5 开展溯源分析和生态修复,消除石油污染后患

石油开采与输送中遗留的含油污染场地偌大,给当地生态环境和居民生活带来了严重困扰。面对污染治理和生态修复的艰巨任务,石油企业探索出一套行之有效的“诊断-修复-管理”模式。在政府主管部门的监督指导下,率先对废弃油井、污染土壤进行拉网式排查,摸清污染原因,并逐一建档立册,为后续治理奠定基础。企业主动请专业机构开展溯源调查,查明污染途径、范围和程度,结合风险评估结果制定修复方案。在治理过程中,石油企业因地制宜,灵活采取异位修复、原位修复、植被重建等多种措施,全力消除污染隐患。以辽河油田污染治理项目为例,该公司投资上亿元,对重点区块实施综合整治。在异位修复中,将受污染土壤挖掘转移至安全场所进行淋洗、热脱附等深度处理;在原位修复中,通过更换填土、注入修复剂等方式加快污染物降解;同时,还科学规划,合理配置水生、旱生植被,增强地表生态自净能力。经过数年努力,昔日臭气熏天的污染场地今朝绿意盎

然、鸟语花香,再现生机勃勃,焕发朝气蓬勃。石油管道穿越敏感区域时,企业更是慎之又慎,精益求精。以中石化川气东送管道为例,它们主动对接当地政府和环保组织,通过实地踏勘、科学论证,最终采用定向钻等非开挖施工工艺穿越自然保护区路段,最大限度减少了地表扰动和植被破坏,避免了对野生动物栖息地的干扰。通过精细化管理和人性化施工,石油企业在修复生态的同时,也传递出对生物多样性的关爱之情。

2.6 强化风险防控和应急处置,最大限度降低事故影响

石油输送企业应该高度重视管道、罐区等高风险区域的安全管控,制定完善的风险辨识、评估、分级管控措施,建立健全 HSE 管理体系,强化日常巡检和定期检测,及时消除事故隐患。同时,编制应急预案,完善应急组织体系,储备必要的应急物资和装备,定期组织事故应急演练,不断提高突发环境事件快速响应和应急处置能力。一旦发生泄漏等突发环境事件,能够及时、高效开展先期处置、污染监测、环境影响评估等工作,最大程度控制污染范围和程度,降低环境影响和损失。

3 结束语

石油输送工程中的化工污染防治工作取得了积极进展,环境管理和风险防控水平不断提升,为保护生态环境、维护公众健康发挥了重要作用。通过实施清洁生产、优化工艺装备,从源头上减少了有毒有害污染物的产生;加大环保设施建设力度,提高了“三废”达标排放水平;强化风险防控,健全环境应急体系,提高了污染事故快速响应和妥善处置能力。这些措施有力促进了石油行业绿色发展,推动了生产方式和发展理念的绿色转型。展望未来,石油输送工程领域的化工污染防治任重道远,要加大科技创新力度,发展管道检漏、油气回收、废水深度处理等实用技术,为污染治理提供有力的技术支撑。

参考文献:

- [1] 王雅倩.石油与天然气管道输送中 BOG 处理技术的应用与研究[J].辽宁化工,2025,54(02):328-330.
- [2] 燕传亮,田佳佳,徐占杰.石油化工输送管道的焊缝缺陷在线修补技术应用[J].化工管理,2025(01):123-126.
- [3] 安建.石油石化含油污泥处理物料输送过程工艺设计[J].石油和化工设备,2024,27(12):134-137.
- [4] 李天一.石油与天然气管道输送节能降耗研究[J].中国储运,2024(07):56-57.

作者简介:

姜阳(1997—),女,陕西西安人,硕士研究生,研究方向:环境保护方向。