

石油天然气储运管理中的环境影响与绿色发展策略

李德杰 李德平 张 猛

国家管网集团北方管道有限责任公司秦皇岛输油气分公司 河北 秦皇岛 066000

【摘要】：石油天然气作为我国能源体系的核心支柱，其储运环节是连接勘探开发与终端消费的关键枢纽，直接关系到国家能源安全与生态环境质量。随着《生态环境法典》的实施和“双碳”目标推进，油气储运的环境约束日益强化。本文结合油气储运全流程特点，系统分析管道输送、储罐储存、装卸运输等环节产生的大气、水、土壤及生态环境影响，剖析当前储运管理中环保技术滞后、合规意识不足等问题，基于绿色发展理念，从技术创新、管理优化、政策保障、协同共治四个维度提出针对性策略，为推动石油天然气储运行业低碳转型、实现生态保护与能源安全协同发展提供理论参考与实践借鉴。

【关键词】：石油天然气储运；环境影响；绿色发展；环保技术

DOI:10.12417/2705-0998.26.07.056

引言

随着我国经济社会高质量发展，对石油天然气的需求持续攀升，储运系统的规模不断扩大、覆盖范围不断延伸，点多、线长、面广的行业特征日益凸显，且涉及陆地、海洋等多种生态敏感区域，环境风险防控压力持续加大。当前，我国生态环境保护进入常态化、法治化阶段，《生态环境法典》将能源绿色低碳转型上升为法定义务，对油气储运全链条环保提出了更严格要求。油气储运过程中若管理不当，易引发泄漏、挥发等问题，造成大气、水、土壤污染，破坏生态平衡。因此，系统梳理石油天然气储运管理中的环境影响，探索科学可行的绿色发展策略，破解行业环保瓶颈，对于推动油气行业高质量发展、践行生态文明建设理念具有重要现实意义。

1 石油天然气储运管理概述

1.1 石油天然气储运管理的核心内容

石油天然气储运管理是涵盖“储存”与“运输”两大核心环节的系统性工作，贯穿油气从生产端到消费端的全流程，核心目标是实现油气资源安全、高效、稳定输送与储存。其核心内容包括储运设施管理、流程管控、安全防控和环保治理四个方面。储运设施主要包括管道、储罐、装卸设备、加压站、计量站等，是储运工作的基础载体，其中管道输送是陆上油气运输的主要方式，储罐则承担着油气中转、缓冲的重要功能。流程管控重点围绕油气输送压力、温度、流量等参数调节，以及装卸、转运等环节的标准化操作，确保储运过程有序高效。安全防控聚焦于泄漏、火灾、爆炸等风险的预防与处置，而环保治理则针对储运过程中产生的污染物进行管控与治理，是绿色低碳储运的核心支撑。当前，油气储运管理正逐步向智能化、低碳

化转型，结合物联网、大数据等技术实现全流程精准管控，同时强化环保合规管理，契合行业绿色发展需求。

1.2 石油天然气储运的主要模式

石油天然气储运主要分为管道储运、储罐储存、装卸运输三大模式，不同模式的储运特点与环境影响存在显著差异。管道储运作为最主流的模式，具有运输量大、损耗低、能耗少、占地面积相对较小等优势，广泛应用于陆上长距离油气输送，如西气东输管线、原油长输管道等，但管道铺设需穿越农田、林地、生态敏感区，施工及运营阶段均可能产生环境影响。储罐储存分为地上储罐与地下储罐，主要用于油气中转、储备，常见于油库、气站等场所，储罐运行过程中易出现油气挥发、渗漏等问题，对周边大气和土壤环境构成威胁。装卸运输模式包括公路、铁路、水路装卸转运，其中公路、铁路运输灵活性强，但运输量小、损耗较高，且存在交通事故引发的泄漏风险；水路运输适用于大批量油气转运，但易对水体环境造成污染，尤其在近岸及内河区域风险更为突出。此外，随着非常规油气开发推进，低温集输、密相输送等新型储运模式逐步应用，其环保要求与传统模式存在明显差异。

2 石油天然气储运管理中的环境影响分析

2.1 大气环境影响

石油天然气储运过程中对大气环境的影响主要来源于油气挥发、废气排放及泄漏扩散三个方面。在储罐储存、装卸转运环节，石油中的轻烃组分、天然气中的甲烷等易挥发物质会通过呼吸阀、装卸口等部位逸散，形成挥发性有机物（VOCs），不仅造成能源浪费，还会降低空气质量，长期暴露会危害人体健康，同时 VOCs 也是形成臭氧污染的重要前体物。

据测算,大型原油储库的年挥发损耗率约为0.8%-1.2%,而加油站装卸过程中若未采取有效回收措施,油气挥发量更为显著。此外,储运过程中加压站、加热炉等设备运行会排放二氧化硫、氮氧化物、颗粒物等废气,其中加热炉燃烧产生的废气若处理不达标,会加剧大气污染。在油气泄漏事故中,大量油气进入大气,不仅可能引发燃烧爆炸,还会造成局部大气环境严重污染,尤其甲烷作为强温室气体,其泄漏排放对气候变化的影响更为突出。

2.2 水环境影响

水环境影响主要源于油气泄漏、含油废水排放及施工废水污染,是储运环节最具隐蔽性和危害性的环境问题之一。管道腐蚀、储罐破损、装卸操作不当等均可能导致油气泄漏,若泄漏物进入地表水或渗入地下水,会造成水体污染,影响水生生物生存,同时污染饮用水源,威胁人体健康。含油废水主要来自储罐脱水、管道清洗、设备检修等环节,若未经处理直接排放,会在水体表面形成油膜,阻碍水体与大气的氧气交换,导致水体缺氧,引发水生生物死亡,同时油污会吸附水中污染物,加剧水体污染程度。在管道铺设、储罐建设等施工过程中,产生的施工废水含有泥沙、油污等杂质,若随意排放,会淤积河道、污染地表水,影响周边水资源质量。此外,海上油气储运过程中,若发生溢油事故,会对海洋生态环境造成毁灭性影响,油污会覆盖海面,破坏海洋生物栖息地,且难以快速降解。

2.3 土壤环境影响

土壤环境影响主要集中在储运设施周边及施工区域,核心污染源为油气泄漏、含油废弃物堆放及施工扰动。储罐、管道等设施长期运行过程中,因腐蚀、老化等原因发生渗漏,油气会渗入土壤,导致土壤有机质含量下降,破坏土壤结构,影响农作物生长,同时土壤中的油污会通过渗透作用污染地下水,形成“土壤-地下水”协同污染。含油废弃物主要包括管道清洗废渣、储罐底泥、废弃吸附材料等,若随意堆放或处置不当,会导致油污渗入土壤,长期累积后难以修复。在管道铺设、储罐建设等施工过程中,土方开挖、植被破坏等会扰动土壤结构,导致土壤侵蚀、沙化,同时施工过程中使用的化学品也可能污染土壤,影响土壤生态功能。此外,老旧油田、偏远项目的储运设施维护不到位,土壤污染问题更为突出,部分历史遗留污染地块的修复难度较大。

2.4 生态环境影响

石油天然气储运对生态环境的影响主要体现在植被破坏、生物多样性减少及生态系统扰动三个方面。管道铺设、储罐建设等施工过程中,需占用大量土地,清理地表植被,破坏植物栖息地,导致区域植被覆盖率下降,尤其在生态敏感区(如自然保护区、湿地、林地等)施工,会对生态系统造成不可逆的破坏。储运设施运行过程中,油气泄漏、废水排放等会污染土

壤和水体,间接影响植物生长和动物栖息,导致区域生物多样性减少,破坏生态平衡。此外,管道巡检、设备维护等日常作业会扰动周边生态环境,影响野生动物的活动规律,而应急处置过程中使用的化学品也可能对生态环境造成二次污染。例如,管道穿越湿地时,若施工不当,会破坏湿地水文条件,导致湿地退化,影响湿地的生态净化功能;海上油气储运溢油事故,会导致海洋生物大量死亡,破坏海洋生态链。

3 石油天然气储运管理绿色发展策略

3.1 推动储运环保技术创新与应用

技术创新是实现油气储运绿色发展的核心支撑,需聚焦储运全流程环保痛点,加大技术研发与推广力度,提升污染治理与低碳减排能力。在油气回收领域,推广应用高效油气回收技术,如加油站卸油、加油环节的密闭回收系统,储罐呼吸阀油气回收装置,以及TEG脱水尾气冷却分离增压一体化技术,实现油气资源化利用,减少VOCs排放,据测算,一套年处理量两百万的TEG脱水尾气治理装置,年可减排二氧化碳五百四十吨。在泄漏防控领域,研发应用智能泄漏检测技术,如管道超声检测、光纤传感监测、无人机巡检等,结合大数据分析实现泄漏隐患精准预警,提高泄漏处置效率,同时推广管道内涂层、阴极保护等防腐技术,延长管道使用寿命,减少渗漏风险。在低碳减排领域,推广应用CCUS技术,将储运过程中产生的二氧化碳捕集、输送并埋存,同时推动风光绿电与储运系统融合,如在井场、站场应用光伏、风电供电,替代传统化石能源,构建零碳站场,大庆萨南油田通过井筒电加热、智能微电网等技术,实现了储运系统的低碳转型。此外,推广含油废水、含油污泥资源化处理技术,如污泥燃料化、超声预处理-气浮分离等,提高资源利用率,减少污染物排放。

3.2 优化储运管理体系,强化环保管控

优化储运管理体系是实现绿色发展的重要保障,需建立“全流程、全方位、全覆盖”的环保管理机制,将环保要求融入储运管理的各个环节。一是完善环保管理制度,结合《生态环境法典》要求,制定储运环节环保操作规范、污染物排放标准及应急处置预案,明确各岗位环保职责,将环保绩效与员工考核挂钩,强化企业环保主体责任。二是加强储运设施全生命周期管理,建立设施台账,定期开展设备检修、维护与检测,及时更换老化、腐蚀的设备,从源头减少泄漏、挥发等环境风险,同时加强老旧设施升级改造,提升环保性能。三是规范储运操作流程,加强对装卸、转运、储存等环节的标准化、严格管理,严格执行密闭操作、规范排放等要求,减少人为操作不当造成的环境污染。四是建立环保监测体系,在储运设施周边、敏感区域设置监测点,实时监测大气、水、土壤等环境指标,建立监测数据台账,实现环境风险动态管控,同时依法公开环境信息,接受社会监督。

3.3 完善政策保障体系，强化监督引导

完善的政策保障体系能够为油气储运绿色发展提供有力支撑，需结合行业发展实际，构建“激励与约束并重”的政策机制。一是加强政策引导，出台油气储运绿色发展专项规划，明确发展目标、重点任务及保障措施，引导企业加大环保投入，推动行业低碳转型。二是完善法律法规，细化油气储运环节环保处罚标准，强化《生态环境法典》的执行力度，对超标排污、偷排漏排、不履行生态修复义务等行为，实施按日计罚、停产整治等严厉处罚，提高企业违法成本，同时建立失信惩戒机制，让企业“一处违法、处处受限”。三是加大政策扶持力度，对采用环保新技术、新设备的企业给予财政补贴、税收减免等优惠政策，鼓励企业开展环保技术研发与应用，推动环保产业与油气储运行业协同发展。四是强化监督执法，建立多部门协同监督机制，加强对油气储运企业的常态化检查，重点排查泄漏隐患、污染物排放等问题，对违法违规行为依法严肃查处，同时鼓励公众参与监督，形成多元共治的环保监管格局。

3.4 加强协同共治，推动行业绿色转型

油气储运绿色发展需要企业、政府、科研机构及社会公众的协同发力，构建多元协同的治理体系。企业作为环保责任主体，应主动承担绿色发展责任，将绿色理念融入企业发展战略，加大环保投入，提升环保管理水平，推动技术创新与产业升级，加强与其他企业的合作，共享环保技术与经验。政府应发挥引

导、监管与服务职能，完善政策体系，强化监督执法，搭建产学研合作平台，推动环保技术成果转化，同时加强生态敏感区储运项目的审批管理，严格落实环境影响评价制度。科研机构应聚焦行业环保痛点，加大环保技术研发力度，重点突破泄漏检测、油气回收、污染修复等核心技术，为行业绿色发展提供技术支撑，同时树立绿色消费理念，推动油气消费方式转型，形成“企业主导、政府引导、科研支撑、公众参与”的协同共治格局。

4 结论

石油天然气储运作为能源供应链的关键环节，其环境影响涉及大气、水、土壤及生态系统，随着《生态环境法典》实施和“双碳”目标推进，行业环保约束日益强化，绿色发展已成为必然趋势。当前，油气储运管理中仍存在环保技术滞后、管理体系不完善、政策执行不到位等问题，导致环境风险防控压力较大。要实现油气储运行业的绿色发展，需以技术创新为核心，推广应用油气回收、泄漏防控、低碳减排等环保技术；以管理优化为抓手，完善环保管理制度，强化设施全生命周期管理与操作规范；以政策保障为支撑，健全法律法规与扶持政策，强化监督执法；以协同共治为路径，推动企业、政府、科研机构及社会公众形成合力。通过多维度发力，有效控制储运环节的环境污染，推动行业实现低碳转型，实现能源安全与生态环境保护的协同发展，为我国生态文明建设和能源行业高质量发展提供有力支撑。

参考文献：

- [1] 张骋,杨婧.石油天然气储运工程中自动化技术的应用[J].中国石油和化工标准与质量,2025,45(14):175-177.
- [2] 林晓朋,胡建,曲广顺.石油化工企业油气储运工程安全性问题的探究[J].中国石油和化工标准与质量,2025,45(05):84-86.
- [3] 朱宜生,王超.石油化工油气储运设备的有效管理及维护措施[J].中国设备工程,2023,(20):58-60.
- [4] 刘华.石油天然气管道储运的安全管理探讨[J].石化技术,2023,30(08):135-137.
- [5] 于开今.石油天然气管道储运的安全管理分析[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(13):86-88.