

天然气储运工程中的安全环保管理措施分析

乔子晋（山西天然气有限公司，山西 太原 030000）

摘要：本文系统分析了天然气储运工程中安全环保管理的核心措施。研究以保障能源供应链稳定与生态环境安全为目标，从风险防控、设备运维、人员管理、应急处置及环境保护等维度展开论述。通过构建全要素风险识别模型、智能化设备监测体系及标准化操作流程，提出覆盖储运全周期的闭环管理方案。研究结果表明，实施预防性维护策略、建立政企联动应急机制及推行生态修复技术，可显著提升储运系统的安全环保绩效。文章强调，技术创新与制度协同是推动天然气储运行业高质量发展的关键路径。

关键词：天然气储运；安全环保；管理措施；风险防控

中图分类号：TE88

文献标识码：A

文章编号：1674-5167（2025）026-0136-03

Analysis of Safety and Environmental Protection Management Measures in Natural Gas Storage and Transportation Engineering

Qiao Zijin (Shanxi Natural Gas Co., Ltd., Taiyuan Shanxi 030000, China)

Abstract: This article systematically analyzes the core measures of safety and environmental protection management in natural gas storage and transportation engineering. The research aims to ensure the stability of the energy supply chain and the security of the ecological environment, and discusses it from the dimensions of risk prevention and control, equipment operation and maintenance, personnel management, emergency response, and environmental protection. By constructing a comprehensive risk identification model, an intelligent equipment monitoring system, and standardized operating procedures, a closed-loop management plan covering the entire storage and transportation cycle is proposed. The research results indicate that implementing preventive maintenance strategies, establishing government enterprise linkage emergency mechanisms, and promoting ecological restoration technologies can significantly improve the safety and environmental performance of storage and transportation systems. The article emphasizes that technological innovation and institutional synergy are key paths to promoting high-quality development in the natural gas storage and transportation industry.

Keywords: natural gas storage and transportation; Safety and environmental protection; Management measures; Risk prevention and control

天然气作为清洁能源的重要组成部分，其储运环节的安全环保水平直接关系国家能源战略与生态文明建设。随着储运网络规模扩大，管道泄漏、设备故障及生态破坏等风险日益凸显。本文立足行业实践，深入剖析储运工程中安全管理与环境保护的协同机制，旨在为构建智能化、绿色化的现代能源储运体系提供理论支撑与实践参考。

1 天然气储运工程的安全环保重要性

1.1 保障能源供应安全

天然气储运环节的安全环保管控具有双重战略价值。作为能源供应链的核心纽带，储运系统的稳定运行直接决定天然气能否安全抵达终端用户。在民用领域，储运网络一旦发生故障，居民炊事、采暖等基本生活需求将面临断供风险；在工业领域，发电厂、化工企业等用气大户的生产连续性完全依赖储运体系的可靠性。尤其在冬季保供关键期，任何储运事故都可能引发区域性能源危机，甚至动摇社会经济运行秩序。

1.2 保护生态环境

从生态保护维度审视，储运全周期均需构建严密

防护体系。在运输阶段，管道腐蚀、阀门失效等隐患可能导致天然气泄漏，这些挥发性有机物不仅加剧温室效应，其扩散特性更对周边生态系统构成持续威胁。当泄漏物质渗入土壤层，将破坏微生物群落结构，影响农作物生长根基；若进入水系循环，则可能引发水生生物中毒事件。在储存环节，储罐区防火防爆措施稍有疏漏，便可能引发次生环境污染。值得警惕的是，储运设施建设期的表土剥离、植被清除等作业，若未实施生态修复，将造成区域生物多样性不可逆损失。因此，储运企业必须将环保理念融入设计、施工、运营全流程，通过智能监测设备实时掌控储运状态，以预防性管理替代事后补救，真正实现能源输送与生态保护的协同发展^[1]。

2 天然气储运工程中的安全管理措施

2.1 风险管控：构建储运安全预警网络

天然气储运工程的风险识别需建立全要素覆盖机制。技术人员需对储运管道、储罐集群、压缩机组等核心设施展开系统性排查，重点关注管道腐蚀、地质沉降、第三方施工破坏等典型风险源。例如，在管道

巡检中，需采用人工巡查与智能监测相结合的方式，对穿越河流、铁路等特殊区段的管线实施重点监护，建立动态风险档案。风险评估环节应采用定性定量结合的分析方法。通过构建三维风险矩阵模型，将泄漏概率、影响范围、环境敏感度等参数纳入评估体系。对于高后果区管线，可引入计算机模拟技术，预判不同工况下的风险演化路径，为制定差异化防控策略提供科学依据。这种前瞻性评估机制能够提前识别潜在隐患，将事故预防关口前移。

2.2 设备运维：筑牢储运硬件安全屏障

设备设施的可靠性是储运安全的基础保障。在管道管理方面，需建立“预防性维护+状态监测”双轨机制。技术人员需要定期对储运管道进行全面的防腐层检测，及时发现并修复潜在的腐蚀问题。对于高压输送管线，应配置智能阴极保护系统，实时监测管道电位变化，延缓内外部腐蚀进程。储罐安全管理需构建全生命周期管理体系。从设计阶段开始，应采用新型高强度钢材和双层罐体结构，提升储罐抗冲击性能。运营过程中，需对罐体沉降、基础稳定性进行周期性评估，安装多点位温度压力传感器，建立罐体健康数据库。当监测数据偏离安全阈值时，系统自动触发分级预警机制，确保隐患早发现、早处置。压缩机等关键设备的运维需实现智能化升级。通过部署振动监测、油液分析等在线诊断系统，实时捕捉设备运行异常。建立设备健康管理平台，整合历史维修记录、实时监测数据、厂商维护建议等信息，运用大数据分析预测设备故障周期，实现从“计划检修”到“预测性维护”的转变。

2.3 人员管理：培育专业安全执行力量

人员素质直接决定储运工程的安全管理水平。企业需构建“三级培训+实操考核”的人才培养体系。新入职员工必须完成储运工艺、安全规程、应急处置等模块的系统学习，通过模拟装置操作考核后方可上岗。定期组织专项技能比武，重点考核泄漏处置、火灾扑救等关键操作，保持作业人员的技能熟练度。标准化作业程序是规范人员行为的核心抓手。企业应制定覆盖装卸车、管线巡检、设备启停等全流程的操作手册，明确每个步骤的技术要求和安全注意事项。在危险作业环节，必须执行双人确认制度，通过操作票、工作许可等管控手段，确保作业过程可追溯、可控制。安全文化建设需融入日常管理。通过开展事故案例警示教育、安全经验分享会等活动，强化全员风险意识。建立隐患举报奖励机制，鼓励一线员工主动上报潜在风险，形成“人人都是安全员”的良好氛围。将安全绩效与薪酬考核挂钩，激发员工主动参与安全管理的积极性^[2]。

2.4 应急处置：打造快速响应救援体系

应急预案需体现“平战结合”理念。企业应根据储运线路特点，制定“一站一策”的专项应急预案，明确不同等级事故的处置流程和资源调配方案。预案应包含泄漏封堵、火灾控制、环境监测、人员疏散等标准化处置模块，并定期组织实战化演练，检验预案的可操作性。应急能力建设需注重“软硬结合”。硬件方面，需在关键节点配置移动式抢险设备、防爆机器人等专业装备，建立区域化应急物资储备库。软件方面，应开发应急指挥调度平台，整合视频监控、气体监测、通讯联络等系统，实现事故现场态势的实时感知和处置指令的精准下达。政企联动机制是提升应急效能的重要保障。企业应与应急管理、生态环境、医疗卫生等部门建立常态化协作机制，定期开展联合应急演练。在重大风险区段，可探索建立政府主导、企业参与的联合应急指挥部，确保事故发生时能够快速启动跨部门协同响应，最大限度降低事故影响。天然气储运工程的安全环保管理是系统工程，需要从风险防控、设备保障、人员管理、应急处置等环节构建闭环管理体系。通过技术创新与管理升级的深度融合，不仅能有效提升储运系统的本质安全水平，更能为能源行业高质量发展提供坚实保障。未来，随着物联网、人工智能等新技术的应用，储运安全管理模式将向智能化、精准化方向持续演进，为能源动脉的安全畅通保驾护航^[3]。

3 天然气储运工程中的环保管理措施

3.1 大气污染防治

针对大气污染防治，储运企业必须将减少泄漏排放作为核心任务。天然气泄漏不仅会造成资源浪费，其挥发性有机物特性更会对大气环境构成严重威胁。为实现这一目标，储运设施需建立严密的设备密封管理体系。从储罐阀门到管道法兰，每个密封节点都应采用高标准的密封元件，并通过定期检测与及时维护确保密封性能始终处于最佳状态。例如，在管道连接部位推广应用新型密封技术，通过双重密封结构设计和智能压力监测系统，实时掌握密封状态，将泄漏风险降至最低。在控制放空燃烧方面，储运系统需构建科学的操作规范。设备检修、应急处置等环节产生的放空燃烧，若操作不当将导致大量污染物排放。储运企业应制定严格的放空作业审批制度，通过优化工艺流程减少非必要放空次数。同时，引进高效燃烧装置，采用低氮燃烧技术，使天然气在燃烧过程中实现充分氧化，最大限度降低一氧化碳、氮氧化物等污染物的生成量。

3.2 水污染防治

水污染防治是储运环保管理的重点领域。储运设施与水环境的交互作用具有双重性：一方面，天然气

泄漏可能污染地表水及地下水；另一方面，储运作业产生的废水若处理不当也会威胁水体安全。为防范泄漏风险，储运工程需构建多级防护体系。在穿越水域的管道工程中，采用高强度防腐涂层与阴极保护相结合的技术方案，定期开展水下检测，确保管道本体安全。对于储罐区等重点区域，设置环形防渗围堰和泄漏监测井，形成物理隔离与实时监控的双重保障。在污水处理环节，储运企业应推行清洁生产理念。针对储罐清洗水、设备冷却水等各类废水，建立分类收集与分级处理系统。通过物理过滤去除悬浮物，运用化学沉淀法降解有机污染物，再辅以生物处理工艺实现深度净化。处理达标后的中水可回用于储运场站绿化灌溉、设备冲洗等环节，形成水资源循环利用闭环。部分企业已实现废水零排放，通过膜分离技术将污水转化为工业用水，显著降低新鲜水消耗量。

3.3 土壤污染防控

土壤污染防控需要储运工程构建全生命周期管理体系。在工程建设阶段，严格开展地质勘察与环境评估，避开生态脆弱区域。对于必须穿越的土壤敏感区，采用非开挖施工技术和加强型防腐措施，最大限度减少对土壤结构的破坏。在运营阶段，建立土壤环境监测网络，通过定期取样分析掌握土壤污染状况。对于历史遗留污染场地，根据污染物特性制定针对性修复方案，综合运用植物修复、微生物降解等技术手段恢复土壤生态功能^[4]。

3.4 生态保护措施

生态保护措施要求储运工程实现人与自然和谐共生。在线路规划阶段，运用地理信息系统开展生态敏感性分析，主动避让自然保护区、水源地等生态红线区域。对于无法避让的重要生态节点，采取隧道穿越、定向钻等环保施工工艺，减少地表扰动。在施工结束后，立即启动生态修复工程，按照“谁破坏、谁修复”的原则恢复植被覆盖。通过种植本土植物、构建多层次植被群落，重建稳定的生态系统。同时，建立生态补偿基金，用于支持周边区域的生态保护项目，形成工程建设与生态保护的良性互动。

4 安全环保管理措施的综合实施与监管

4.1 综合管理体系的构建

为确保天然气储运工程安全环保管理措施的有效落地，企业必须构建一套完善的综合管理体系。此体系需将安全管理与环保管理深度融合，形成统一的管理模式。企业应制定明确的安全环保目标和指标，并将这些目标和指标层层分解，落实到每个部门和岗位。通过定期的检查、考核和评价，企业可以及时发现管理中的不足，并督促相关部门和人员进行整改，从而

确保各项管理措施得到有效执行^[5]。

4.2 监管部门的协同合作

天然气储运工程涉及多个监管部门，包括能源、环保、安监等。这些部门之间应加强协同合作，形成监管合力。通过建立信息共享机制，各部门可以及时通报天然气储运工程的安全环保情况，共同开展监督检查和执法行动。例如，在对天然气管道工程进行安全检查时，能源部门、安监部门和环保部门可以联合行动，从各自的专业角度对工程进行全面检查。一旦发现问题，各部门可以共同督促企业进行整改，确保工程符合安全环保要求。

4.3 公众参与与社会监督

公众参与和社会监督是天然气储运工程安全环保管理的重要环节。企业应积极鼓励公众参与安全环保监督，提高公众的安全环保意识。通过信息公开、公众举报等方式，企业可以让公众了解天然气储运工程的安全环保情况，并对违规行为进行监督。例如，企业可以建立公众举报平台，对举报属实的公众给予一定的奖励。同时，企业还应及时处理公众反映的问题，增强社会公众对天然气储运工程安全环保工作的信心。通过公众参与和社会监督，企业可以及时发现并纠正管理中的漏洞，进一步提升天然气储运工程的安全环保水平。

5 结语

天然气储运工程的安全环保管理需以系统思维统筹技术升级与制度创新。通过完善风险预警网络、强化设备全生命周期管理、培育专业化人才队伍及构建政企民协同监管体系，可实现能源输送效率与生态保护效益的双重提升。未来，随着数字孪生、区块链等技术的融合应用，储运安全管理将向智能化预测、精准化防控方向演进，为能源行业可持续发展奠定坚实基础。

参考文献：

- [1] 王瑞林, 王兴军. 天然气储运工程中的安全环保管理工作 [J]. 石油化工建设, 2021, 43(06):173-175.
- [2] 李梅. 天然气储运工程中的安全环保管理工作 [J]. 石化技术, 2020, 27(01):358+360.
- [3] 史江洁. 天然气储运工程中的安全环保管理工作 [J]. 化工设计通讯, 2018, 44(12):32.
- [4] 魏洁, 乔小伟. 液化天然气储运安全技术和管理措施 [J]. 山东化工, 2024, 53(1):235-237.
- [5] 张校浦. 天然气储运风险因素及安全管理 [J]. 中国化工贸易, 2023, 15(2):178-180.

作者简介：

乔子晋（1989-），男，汉族，陕西府谷人，本科，助理工程师，研究方向：燃气开发与利用工程。