

天然气生产运行的安全环保措施

王海东

阿克苏新捷能源有限公司 新疆 阿克苏 843000

摘要：本研究专注于天然气生产运行中的安全与环保问题，深入剖析各生产环节潜在风险与环境影响因素。通过对设备管理、工艺流程、人员操作等多方面的研究，提出一系列切实可行的安全环保措施，涵盖设备定期维护、优化开采工艺、加强员工培训等。实践证明，这些措施有效降低了安全事故发生率，减少了环境污染，为天然气行业的可持续发展提供了有力保障。

关键词：天然气生产；安全措施；环保措施；设备维护；工艺优化

引言

全球能源需求攀升，天然气因清洁高效，在能源结构中愈发重要。但天然气生产流程复杂，设备繁多，潜藏安全隐患，还会对环境产生不良影响。开采时气体泄漏易致爆炸，污染大气；废水处理不善，会危害土壤和水体。故而，构建并落实有效的安全环保措施，是保障生产安全、降低环境风险、推动天然气行业可持续发展的关键。

1 天然气生产运行安全环保现状分析

在能源领域中，天然气生产的安全与环保状况正经历着机遇与挑战并存的局面。（1）安全领域成绩与隐患并存。随着安全管理制度的普及和技术手段的升级，多数企业构建起相对完善的操作体系，安全事故发生率呈下降趋势。以某大型天然气生产企业为例，通过大规模设备更新与员工培训，过去五年设备故障引发的事故减少了30%。然而，安全隐患依旧严峻。气体泄漏事故高发，近三年全国平均每年超500起。2023年某开采场站因管道老化破裂导致大规模泄漏，虽未造成人员伤亡，但紧急疏散数千居民，经济损失达数千万元。爆炸事故同样触目惊心，2022年某集输站因违规动火作业引发爆炸，造成3人死亡，直接经济损失超5000万元。这些事故暴露出安全管理在设备维护、操作规范等方面的漏洞。

（2）环保领域进展与问题交织。部分企业通过技术改造提升废气处理效率，如采用先进回收装置使井口逸散气回收率超70%，减少大气污染。但废水、废渣处理难题亟待破解。废水含大量悬浮物、石油类物质与重金属，部分小型企业未经处理直接排放，导致周边土壤重金属超标、农作物减产。废渣处理不当会污染地下水，影响居民用水安全。此外，开采与集输过程中的土地占用和植被破坏，对生态脆弱地区的生物多样性构成威胁，生态系统恢复难度大。（3）天然气生产行业在安全与环保方

面虽有进步，但挑战依然严峻，亟需通过强化设备维护、规范操作流程、升级环保技术等针对性措施加以解决^[1]。

2 安全措施

2.1 设备安全管理

（1）设备安全管理是天然气生产安全的核心保障。鉴于天然气生产设备长期处于高压、易燃易爆的复杂工况，设备故障极易引发重大安全事故，因此定期维护保养成为降低风险的关键举措。建立设备档案是安全管理的基础工作，通过为每台设备建立专属档案，详细记录运行参数（如温度、压力、流量）及维护履历（时间、内容、更换部件），形成动态数据链。基于历史数据分析，可精准识别设备磨损规律，提前预判故障风险。例如，某企业通过分析压缩机档案数据，发现特定部件磨损周期缩短，及时调整维护策略，避免了停机事故。

（2）针对关键设备需制定差异化维护方案：压缩机需每月检查密封性能、每季度清洁积垢、每年更换润滑油及易损件，确保压缩效率与安全性；阀门需每月外观检查、每季度性能测试、每年深度检修，重点验证密封性与响应速度。通过标准化作业流程与数字化监控手段，可实现设备全生命周期管理，确保天然气生产全流程的本质安全。

2.2 安全监测系统

安全监测系统是天然气生产安全的关键防线，其核心功能在于对生产环境与工艺参数的实时监控与智能响应。可燃气体泄漏监测装置依托催化燃烧式、半导体式等高精度传感器，构建起多维度泄漏预警网络。当生产区域内天然气浓度突破预设阈值时，传感器立即触发信号转换机制，将气体浓度数据转化为电信号并传输至控制终端，系统同步启动声光报警与应急联动程序，如自动切断气源、启动通风装置等。安装环节需重点覆盖阀门连接处、管道焊缝、设备密封点等高风险区域，通过

科学布点实现监测全覆盖,并采用有线/无线双模传输技术,确保数据毫秒级同步至中控平台,为应急决策提供实时依据。压力监测系统则通过分布式压力传感器阵列,对管道全线压力进行动态跟踪。传感器将压力信号转化为数字信息后,经智能分析模块与预设阈值比对,当压力异常时,系统自动分级响应:轻微超压启动调节阀微调,严重超压则触发紧急切断。监测点位按风险等级差异化部署,在管道弯头、变径段、穿越区等关键部位加密布设,形成立体化监测网络,实现压力波动的精准捕捉与毫秒级响应,有效防范超压事故^[2]。

2.3 员工安全培训

(1) 员工安全意识与操作技能,是天然气安全生产的重要保障。制定全面培训计划,是提升员工安全素养的核心。培训内容丰富多元,安全法规板块,着重向员工普及国家及行业针对天然气生产的安全法规,明晰违规操作面临的法律惩处,强化员工依法依规作业的意识。操作规程培训,则细究各生产环节,从设备启动、关停,参数精准调节,到日常巡检要点,让员工熟知标准操作流程,避免因操作失误引发事故。应急处理知识培训同样关键,涵盖火灾、爆炸、泄漏等事故应对技巧,如灭火器的正确选用与操作、紧急疏散路径规划等。(2) 培训形式多样,定期举办培训课程,邀请行业资深专家、经验丰富的安全管理人员授课,借助理论讲解、真实案例剖析、生动视频演示,加深员工对安全知识的领悟。同时,高频开展安全演练,每季度组织大规模综合演练,模拟复杂事故场景;每月安排小型专项演练,像灭火器实操、急救技能训练等。员工在反复演练中,不断规范操作,提升紧急状况下的反应速度与团队协作能力,有效降低人为因素引发安全事故的概率。

2.4 应急管理体系

(1) 构建完善的应急管理体系是天然气生产安全的关键屏障。应急预案作为核心框架,需针对火灾、爆炸、泄漏等典型事故制定差异化处置流程。例如,火灾预案明确报警响应机制、灭火资源调配方案及消防设备操作规范;爆炸预案规划现场隔离区设置、救援力量部署及伤员急救通道;泄漏预案确立泄漏源定位方法、人员疏散路径及环境监测要求。各职能部门在预案中分工明确,生产部门主导现场处置,安全部门统筹指挥调度,后勤部门保障物资供给,形成“快速响应-协同处置-闭环管理”的应急链条。(2) 应急物资储备是救援行动的基础支撑。需根据不同场景配置干粉/二氧化碳灭火器、消防水带等灭火装备,配备防火服、防毒面具等防护装备,并储备急救药品、担架等医疗物资。通过建

立“定期巡检、动态补给”机制,确保物资性能达标、数量充足。(3) 应急演练是检验体系效能的重要手段。通过全流程模拟事故场景,从信息报送、资源调度到现场处置,系统评估预案可行性及部门协同效率。演练后开展复盘分析,针对响应迟滞、流程梗阻等问题优化预案,持续完善应急管理体系,确保在真实事故中实现高效救援,最大限度降低事故损失。

3 环保措施

3.1 废气处理

(1) 在天然气生产过程中,废气来源广泛且成分复杂。开采井口逸散气是废气的重要组成部分,其中包含甲烷、乙烷等烃类气体,还可能混有少量硫化氢等有毒有害气体。这些气体若直接排放,不仅造成资源浪费,甲烷作为强效温室气体,还会加剧全球气候变暖。火炬燃烧废气则是在天然气生产过程中,为保证安全,对无法回收利用或紧急情况下排放的气体进行燃烧产生的。其成分主要为二氧化碳、水蒸气,以及少量因不完全燃烧产生的一氧化碳、氮氧化物等。(2) 针对可利用的废气,采用回收装置是关键举措。例如,通过吸附、吸收、膜分离等技术,将井口逸散气中的烃类气体回收。吸附技术利用活性炭等吸附剂,对烃类气体进行选择性吸附,再通过升温或降压等方式解吸回收;膜分离技术则依据不同气体在特定膜材料中的渗透速率差异,实现气体分离与回收。回收后的气体可作为化工原料或能源再次利用,有效减少资源浪费与排放。对于无法回收的废气,火炬燃烧处理必不可少。采用先进的火炬燃烧技术,如空气辅助燃烧、蒸汽引射燃烧等,能促进气体充分燃烧,降低有害气体排放浓度。空气辅助燃烧通过引入适量空气,改善燃烧条件,提高燃烧效率;蒸汽引射燃烧则利用蒸汽喷射产生的负压,增强废气与空气的混合,减少不完全燃烧产物^[3]。

3.2 废水处理

(1) 天然气生产废水具有独特特点与较大危害。废水中含有大量悬浮物,如泥沙、岩屑等,这些物质会造成水体浑浊,影响水生动植物的生存环境。石油类物质的存在会在水面形成油膜,阻碍水体与大气间的氧气交换,导致水体缺氧,危害水生生物。此外,废水中往往还含有重金属,如汞、镉、铅等,这些重金属具有毒性,难以降解,会在生物体内富集,通过食物链传递,最终危害人体健康。(2) 常用的废水处理工艺多采用组合方式。隔油是第一步,利用油与水密度差,通过重力分离或采用隔油池等设备,将废水中浮油去除。气浮工艺则通过向废水中通入空气或其他气体,使水中的悬

浮物和油滴附着在气泡上，随气泡上浮至水面，从而实现分离。生化处理是核心环节，利用微生物的新陈代谢作用，分解废水中的有机污染物。例如活性污泥法，通过曝气使微生物与废水充分接触，将有机污染物分解为二氧化碳和水等无害物质。不同处理单元协同作用，逐步去除废水中各类污染物，使其达到国家排放标准后排放。（3）废水处理设施的运行管理和维护至关重要。定期对设备进行检查、清洗与维修，确保设备正常运行。监测处理过程中的关键参数，如水质指标、微生物活性等，根据数据调整处理工艺参数，保障处理效果稳定。例如，当发现生化池中微生物活性下降时，及时调整废水进水负荷、曝气时间等参数，维持微生物良好生长环境。

3.3 废渣处理

天然气生产过程产生多种废渣。脱硫废渣主要源于天然气脱硫工艺，其中含有大量的硫单质、重金属化合物等。污水处理产生的污泥则富含微生物菌体、未分解的有机物以及吸附的重金属等。对于有回收价值的废渣，可采用物理或化学方法回收资源。以脱硫废渣为例，通过物理选矿方法，如重选、浮选等，可分离出其中的硫单质，作为化工原料用于硫酸生产等行业。对于含有重金属的废渣，采用化学浸出等方法，将重金属溶解提取出来，进行回收利用。对于无回收价值的废渣，需按照环保要求安全处理。安全填埋要求选择合适的填埋场地，做好防渗、防漏措施，防止废渣中的有害物质渗入地下，污染土壤和地下水。焚烧处理则需在专门的焚烧设施中进行，通过高温燃烧，使废渣中的有机物分解，同时控制焚烧过程中的尾气排放，防止二次污染。

3.4 生态保护措施

天然气开采和集输对周边生态环境影响显著。土地占用改变了原有土地利用类型，导致植被破坏，影响生物栖息地。项目建设前，进行全面生态环境评估，分析项目可能对生态环境造成的影响范围与程度。根据评估结果，合理规划管线和场站布局，避开自然保护区、湿地等生态敏感区域。在施工过程中，采取有效的水土保持措施。设置挡土墙，阻挡土体滑坡，减少水土流失；开挖排水沟，及时排除施工场地积水，防止因积水浸泡

造成土壤结构破坏。项目建成后，对临时占地进行植被恢复。选择适合当地生长的植物品种，进行种草、植树等绿化工作，恢复生态植被，为生物提供栖息环境，保护生物多样性^[4]。

3.5 环保监测与评估

建立完善的环保监测与评估体系是实现环保目标的重要保障。定期对生产区域的大气、水、土壤等环境要素进行监测。在大气监测方面，设置多个监测点，监测空气中二氧化硫、氮氧化物、颗粒物、烃类气体等污染物浓度；水质监测涵盖废水排放口、周边地表水及地下水，检测指标包括酸碱度、化学需氧量、重金属含量等；土壤监测分析土壤中的重金属、有机物等污染物含量。通过监测数据，及时掌握环境污染状况和变化趋势。对环保措施的实施效果进行评估，对比实施环保措施前后的环境指标变化，分析措施的有效性。若发现废气处理后污染物排放仍超标，或废水处理效果不稳定等问题，及时调整和优化环保方案。如改进废气处理工艺，增加处理设备；优化废水处理流程，调整微生物培养条件等，确保环保目标顺利实现，推动天然气生产行业绿色可持续发展。

结语

经对天然气生产安全环保措施的探索与实践，已有效提升生产安全性，减轻环境负面影响。但行业发展、环保要求趋严，仍需持续创新。未来应聚焦智能化安全监测、高效环保技术等领域深入研究，完善管理体系，优化技术，顺应行业变化，助力天然气生产行业迈向更安全、环保、可持续发展之路。

参考文献

- [1]王波,李高林,周振华.天然气化工生产中的安全环保措施[J].化工管理,2020(24):76-77.
- [2]单兵兵.提高天然气生产运行的安全环保措施[J].化工设计通讯,2020,46(11):151-152.
- [3]武黎爽.基于天然气长输管道的安全问题及对策研究[J].石化技术,2020,27(07):335+339.
- [4]孙少辉,凌艳,刘增畅.管道天然气安全生产管理浅析[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(17):33-34.