

探讨天然气净化设备的检修及安全管理方法

罗 洪

中原油田普光分公司天然气净化厂 四川 达州 635000

摘要：本文围绕天然气净化设备的检修及安全管理方法展开探讨，阐述了核心设备、辅助系统、管道及连接件的检修基础内容，分析了设备运行监控、介质处理控制、电气与仪表管理等安全管理要点，介绍了检修与安全管理协同实施的环节及优化方向，为提升设备运行可靠性与安全性提供参考。

关键词：天然气净化设备；设备检修；安全管理；协同实施；优化方向

引言：天然气净化设备的稳定运行关乎能源供应安全，其检修与安全管理是保障设备效能的关键。随着设备运行环境日趋复杂，传统检修模式与安全管理方式面临挑战。研究设备检修的基础内容、安全管理要点及两者协同优化路径，对提升设备运维水平具有重要意义。

1 天然气净化设备检修的基础内容

1.1 核心设备的检修要点

脱硫设备中，吸收塔需重点检查内部构件的磨损情况，尤其是塔内的托盘、填料等与气流长期接触的部件，查看是否有变形或破损。喷淋装置的通畅性验证需逐组检查喷嘴，确保无堵塞或脱落，保证脱硫剂能均匀覆盖塔内截面。塔体的密封性检测需关注焊缝及法兰连接处，通过压力测试判断是否存在泄漏。再生塔的检修需同步检查重沸器与塔体的连接部位，查看是否有结垢或腐蚀，确保溶液再生效率稳定^[1]。脱水设备的检修中，干燥器需定期评估吸附剂的活性，通过采样分析判断其吸附能力是否衰减，必要时进行再生或更换。分子筛塔要检查阀门切换的灵活性，观察阀板动作是否顺畅，避免因卡涩导致气流短路。设备内部的清洁度维护需清除附着的粉尘和杂质，防止堵塞气流通道影响脱水效果。硫磺回收设备的检修中，克劳斯反应器需判断催化剂的失活程度，观察其颜色变化和结块情况，评估催化效率。焚烧炉要监测炉体的腐蚀状况，重点检查炉膛内壁和烟道，查看是否有高温腐蚀或结焦，确保尾气排放达标。

1.2 辅助系统的检修要求

压缩机组的检修需检测转子的振动情况，通过振动传感器捕捉运行中的异常波动，判断转子是否存在不平衡或轴系偏差。轴承的润滑状态检查需查看润滑油的油位和油质，确保无杂质或乳化现象，避免因润滑不良导致磨损加剧。密封件的完好性验证需检查轴封和静密封部位，防止气体泄漏影响机组效率。换热设备的检修中，换热器需清理换热面的结垢，采用物理或化学方法

去除附着的杂质，恢复传热效率。进出口温差的合理性评估需对比设计参数，判断是否存在堵塞或传热不良。设备壳体的耐压性能测试需通过水压试验，检查是否有渗漏或变形，确保运行安全。冷却器要检查管束的腐蚀情况，查看是否有穿孔或堵塞，保证冷却效果稳定。泵类设备的检修需检查叶轮的磨损情况，观察叶片是否有冲刷、汽蚀痕迹，评估其水力性能。轴封的泄漏情况判断需查看密封面的磨损和弹簧状态，必要时更换密封件。电机运行的稳定性监测需检查绕组绝缘和轴承温度，确保无过热或异响，保证泵体运行可靠。

1.3 管道及连接件的检修规范

管道检修需检查腐蚀程度与壁厚变化，采用超声波检测等方法测量不同部位的壁厚，重点关注低洼处和积液点。弯头、三通等部位需查看是否存在应力集中导致的裂纹，观察焊缝和母材过渡处是否有异常。法兰连接的密封性验证需检查垫片的老化情况，查看是否有硬化、开裂或变形，同时确认螺栓的紧固程度，确保均匀受力。阀门的检修需评估开关灵活性，手动或电动操作时观察是否有卡阻，必要时进行润滑或调整。密封性能检查需测试阀芯与阀座的贴合度，通过压力试验判断是否存在内漏。确保管道系统无泄漏且流通顺畅，避免因局部阻力过大影响介质输送效率。

2 天然气净化设备的安全管理要点

2.1 设备运行的安全监控

压力监控需采用多点监测方式，对吸收塔、反应器等关键设备的压力等级进行持续跟踪，记录压力数值变化。通过分析压力波动的趋势，判断设备运行是否稳定，及时发现潜在的堵塞或泄漏问题^[2]。超压保护装置的有效性检查需定期测试安全阀的起跳压力，确保其在压力异常时能快速响应，避免设备承受过高压力。温度监控需控制反应设备的工作温度在设定范围内，通过温控系统实时调节加热或冷却强度。加热系统的温度调节精度验证需对比实际

温度与设定值的偏差，确保温度波动在允许区间。高温部件的隔热措施检查需查看保温层是否完好，防止热量外泄造成人员烫伤或引发周边设备过热。液位监控需监测分离设备的液位稳定性，观察液位是否在正常区间内波动。液位计的准确性校验需定期校准，确保显示数值与实际液位一致。液位异常时的应急响应机制需明确操作步骤，当液位超出限值时及时启动排水或补液程序，防止液位过高导致带液或过低引发气窜。

2.2 介质处理的安全控制

易燃易爆介质的管控需采用惰性气体进行设备内气体置换，逐步降低介质浓度至安全范围。泄漏检测需采用高精度仪器，确保能捕捉微量泄漏信号，快速定位泄漏点。区域内的火源管控需清理易燃物，限制明火作业，采用防爆工具避免机械撞击产生火花。腐蚀性介质的处理需评估设备材质的耐蚀性，根据介质特性选择适配材料。防腐涂层的完好性检查需查看表面是否有破损或剥落，及时修补裸露部位。泄漏后的应急处理流程需快速隔离泄漏源，采用中和剂处理泄漏介质，防止腐蚀范围扩大。有毒介质的防护需验证监测仪器的灵敏度，确保能准确检测低浓度介质。防护用品的适用性检查需确认呼吸器、防护服等能有效阻隔介质接触。作业人员的接触限值控制需通过轮岗作业减少暴露时间，避免超过安全接触标准。

2.3 电气与仪表的安全管理

电气设备的防爆性能检查需关注接线盒的密封状态，确保密封圈无老化或破损，电缆入口处密封严实。检查电机、开关等设备的防爆标识，确认其符合使用环境要求，避免运行中产生电火花引燃介质。仪表的测量精度与响应速度验证需对比标准信号，调整传感器参数减少误差。传感器的安装位置需避开气流死角或振动源，确保采集数据能反映真实工况。数据传输线路需检查连接牢固性，防止信号中断或失真。控制系统的可靠性评估需审查逻辑程序，确保设备启停、参数调节等指令执行无误。紧急停车功能的有效性检查需模拟故障场景，验证系统能否快速切断能源供应，使设备安全停运。定期测试备用电源的切换能力，保障突发断电时控制系统正常运行。

3 检修过程与安全管理的协同实施

3.1 检修前的安全准备

设备的隔离与置换需按流程操作，关闭相关阀门后需通过现场检查和远程信号确认阀门处于全关状态，防止内漏。盲板加装需依据流程图标注的位置进行，确保尺寸与管道匹配，加装后做好标识并记录。惰性气体置

换需持续通入气体，通过多次置换排出残留介质，取样分析确认置换彻底性，避免残留介质引发安全隐患^[3]。置换完成后需再次核查阀门状态，确保无误操作导致的介质串入。作业环境的安全评估需分析空间内气体成分，检测是否存在易燃易爆、有毒或缺氧情况。通风条件检查需确认风机运行正常，能有效置换空间内空气，保持空气流通。潜在危险点识别需排查可能存在的坠落、窒息、触电等风险，对识别出的危险点设置明显标识，提醒作业人员注意。狭窄空间作业前需配备应急逃生呼吸器，确保突发状况下人员能安全撤离。检修工具的安全检查需验证防爆工具是否完好，无裂纹、变形等缺陷，确保其防爆性能。检测仪器需确认处于校准有效期内，精度符合要求。起重设备需检查吊钩、钢丝绳等部件，测试制动系统，确认承载能力满足检修需求，避免吊装过程中发生意外。工具使用前需由作业人员再次核对，确保与作业内容匹配。

3.2 检修中的安全控制

作业过程的安全监护需明确现场监护人员职责，监护人员需全程在场，关注作业人员操作是否符合规范，及时提醒纠正违规行为。监督作业步骤按预定计划进行，不得擅自更改流程。出现异常情况时，监护人员需立即发出警示，协助作业人员采取应急措施，防止事态扩大。监护人员需熟悉应急预案，能在紧急情况下引导人员疏散。交叉作业的协调管理需合理安排不同工种的作业顺序，避免上下层同时作业引发物体打击风险。各工种的安全防护措施需叠加确认，确保防护无遗漏。作业区域需设置隔离带，划分各工种的作业范围，防止相互干扰，减少安全隐患。交叉作业前需召开协调会，明确各环节的衔接点与安全责任。临时用电的安全管理需检查电缆绝缘层是否完好，无破损、老化现象。配电箱接地需牢固可靠，接地电阻符合要求。用电设备需配备过载保护装置，避免因过载引发短路或设备损坏，使用过程中需定期检查线路温度，防止过热。电缆需架空或穿管保护，避免被碾压或拖拽损坏。

3.3 检修后的安全验证

检修部位的密封性测试需进行压力试验，缓慢升压至规定值，保持一定时间后检查是否有压降，同时采用肥皂水等方法检测接口处是否泄漏，确认修复后的密封性能。试验过程中需控制升压速度，避免冲击压力对设备造成损伤。设备运行参数检查需在启动后监测压力、温度、流量等指标，与检修前的数据对比，判断性能是否恢复或提升，确保设备运行稳定，满足生产要求。启动初期需降低负荷运行，逐步升至正常工况，观察设备

有无异常振动或异响。安全装置的复位验证需检查报警系统的传感器、控制器是否正常工作，测试报警功能是否灵敏可靠。联锁装置需确认接线正确，动作逻辑无误，能在异常情况下及时触发保护动作。所有安全装置复位后，需进行整体功能测试，为设备重启提供安全保障。测试完成后需记录各项参数，作为后续运行的参考依据。

4 检修与安全管理的优化方向

4.1 检修技术的优化

状态监测技术的应用需合理规划在线监测设备的安装布局，确保传感器能精准捕捉设备关键部位的运行参数。监测数据的实时分析需借助专业软件，快速识别异常信号，判断设备潜在故障^[4]。基于状态的预知性检修实施需结合监测结果，提前制定检修计划，避免设备突发故障导致停机。检修工艺的改进可推广高效清洗技术，采用高压水射流或干冰清洗等方法，减少对设备表面的损伤，提升清洗效果。推行模块化检修，将设备分解为标准化模块，缩短拆装时间，提高检修效率。普及无损检测技术，通过超声波、射线等手段，在不破坏设备结构的前提下发现内部缺陷。检修工具的升级可引入智能化工具，通过内置传感器反馈操作数据，辅助作业人员精准操作。根据设备结构特点定制开发专用工具，适配特殊部位的检修需求，减少对设备的二次损伤。工具升级需兼顾操作便捷性，降低作业人员劳动强度，提升检修质量稳定性。

4.2 安全管理的强化措施

风险评估机制的完善需覆盖设备全生命周期，从设计、安装到运行、报废各阶段进行风险辨识。检修作业的风险分级需依据作业环境、难度及潜在后果确定等级，匹配相应的管控措施。风险控制措施的动态调整需结合实际运行情况，定期评估措施有效性，及时补充或优化。应急预案的优化需细化各类突发状况的处置流程，明确各岗位人员的职责与操作步骤。评估应急物资的储备合理性，确保种类齐全、数量充足且在有效期内。应急演练需常态化开展，模拟不同场景提升人员应急处置能力，检验预案的可操作性。人员安全意识的提升需设计专项培训内容，结合典型案例讲解安全风险与防范措施。强化安全操作的行为规范，通过现场示范纠

正不规范动作，形成肌肉记忆。培育安全文化需营造人人关注安全的氛围，让安全意识融入日常作业习惯。

4.3 信息管理系统的构建

建立设备检修档案需详细记录历次检修内容，包括故障现象、处理方法及更换部件型号规格。记录设备运行状态参数，标注易损部位的磨损规律，为后续检修提供参考依据。档案需定期更新，确保信息完整准确，便于追溯设备历史状况。搭建安全管理信息平台需整合设备运行实时数据，汇总安全检查记录与风险评估结果。平台需支持多终端访问，实现信息共享与实时查询，方便管理人员及时掌握设备安全状态。设置权限管理功能，保障信息录入与修改的规范性。通过信息系统分析设备故障规律需统计不同类型故障的发生频率与原因，识别共性问题。总结安全隐患趋势需关联设备运行时间、环境因素等，预测潜在风险点。分析结果可为制定检修计划与安全措施提供数据支持，提高管理决策的科学性。

结束语

天然气净化设备的检修及安全管理需贯穿设备全生命周期。从基础检修到安全管控，再到协同优化与系统构建，各环节紧密关联。通过技术升级、管理强化与信息整合，可有效提升设备可靠性与安全性，为天然气净化行业的稳定发展提供坚实保障，推动运维管理水平持续提升。

参考文献

- [1] 韩琼,余雪,车纯利,等.降低天然气净化联合装置大检修后胺液系统关键机泵堵塞率的研究[J].石油化工设备技术,2024,45(4):55-59.
- [2] 吴峰池,王亚军,王嘉兰,等.高含硫天然气净化装置受限空间作业安全管理分析[J].石油化工建设,2023,45(12):13-15.
- [3] 孙雪滢,姚爽,王晓光.天然气净化企业安全生产管理中存在的问题及对策研究[J].清洗世界,2021,37(07):163-164.
- [4] 宋珂,武玮,马泽宇,淡勇.天然气净化厂工业管道安全屏障的综合评价方法[J].西北大学学报(自然科学版),2021,51(04):621-631.