

天然气长输管道运行保护措施分析

郑鑫

江苏华电华汇能源有限公司 江苏 南通 226000

摘要: 天然气长输管道运行保护涵盖多方面。本文从管道本体运行保护,包括腐蚀、机械损伤、老化防护;管道运行参数调控,涉及压力、流量、温度调控;管道运行监测与预警,包含运行状态监测、异常预警防护;以及管道设备设施运行保护,如加压站、阀室、计量与调控设备保护等层面展开分析,通过各项措施保障管道安全稳定运行,降低故障风险,提升输送效率与可靠性。

关键词: 天然气长输管道;运行保护;管道本体;参数调控;监测预警

引言: 天然气作为重要能源,长输管道是输送关键基础设施。其运行环境复杂,面临诸多风险,如腐蚀、机械损伤、参数波动等,这些因素威胁管道安全,影响天然气稳定供应。一旦管道出现问题,不仅会造成能源浪费与经济损失,还可能引发安全事故,危害公共安全与环境。因此,深入分析天然气长输管道运行保护措施,对保障管道安全运行、提高能源输送效率、维护社会稳定具有重要意义。

1 管道本体运行保护

1.1 管道腐蚀防护

1.1.1 外腐蚀防护

采用符合行业标准的防腐涂层作为外腐蚀防护基础,选取适配管道敷设环境的涂层材料,确保涂层均匀覆盖管道外表面,无漏涂、针孔等缺陷^[1]。定期排查涂层完整性,及时处理破损、脱落部位,补充防护层以维持防护效果。结合管道所处土壤、地下水环境,合理设置阴极保护系统,持续监测相关参数,调整保护电流与电位,形成涂层与阴极保护协同防护体系,阻断外部腐蚀介质与管道本体接触,延缓外腐蚀进程。

1.1.2 内腐蚀防护

针对管道输送介质特性,选用耐腐蚀性能优良的管道材质,从源头减少内腐蚀隐患。介质输送过程中,严格控制酸碱度、含氧量等关键指标,避免对管道内壁产生腐蚀作用。定期清洁管道内壁,清除结垢与杂质堆积,减少腐蚀介质附着。根据介质成分变化,适时添加适配缓蚀剂,形成内壁保护膜,降低腐蚀速率,保障管道内壁结构完好。

1.1.3 杂散电流腐蚀防护

排查管道周边杂散电流来源,梳理高压输电线路、电气化铁路等周边管道路段,设置杂散电流检测装置,实时监测数值变化。杂散电流影响区域安装排流装置,导出管道表面聚集的杂散电流,避免长期作用引发腐蚀。定期校验检测与排流装置运行状态,及时调整参数,确保防

护效果稳定,防止局部腐蚀破损。

1.2 管道机械损伤防护

1.2.1 管道敷设过程中的损伤防控

管道敷设前清理作业区域,移除石块、尖锐杂物等易致损伤的障碍物,平整作业面。敷设时控制管道下放速度与力度,采用柔性吊装方式,避免与地面、机械直接碰撞摩擦。严格按照敷设规范控制坡度、埋深,确保敷设平整,减少应力集中,避免受力不均导致管道出现划痕、凹陷等损伤。

1.2.2 管道周边施工活动的防护管控

建立管道周边施工报备制度,明确施工范围与作业要求,对周边施工单位开展防护交底。管道沿线设置明显警示标识,划定防护区域,禁止违规挖掘、碾压等作业。安排专人全程监护施工过程,及时制止危及管道安全的行为,施工结束后排查周边环境,确认无损伤隐患后完成验收。

1.2.3 自然外力导致机械损伤的防护

结合管道所处区域自然环境,针对暴雨、洪水、台风、冻土等自然外力,采取针对性防护措施。洪水易发路段加固周边防护设施,修筑排水沟渠疏导积水,减少水流冲刷冲击。冻土区域优化敷设工艺,避免土壤冻融循环导致管道移位、破损,定期排查自然外力引发的地质变化,及时加固防护,防范机械损伤。

1.3 管道老化防护

1.3.1 管道材质老化防控

建立管道全生命周期监测体系,定期检测材质性能,分析老化趋势,及时掌握老化状态。根据老化程度,采取防腐加固、局部更换等处理措施,延缓老化进程。优化管道运行参数,将介质温度、压力控制在设计范围内,避免极端条件加速材质老化,保障性能稳定。

1.3.2 管道接口及附件老化防护

定期检查管道接口、阀门、法兰等附件,重点排查密

封性能与连接牢固性,及时处理渗漏、松动等问题。定期更换接口密封件、附件易损耗部件,选用抗老化、密封性能优良的配件,确保防护效果。加强接口及附件防腐处理,定期补充防腐涂层,避免腐蚀加速老化,保障运行稳定,减少安全隐患。

2 管道运行参数调控与保护

2.1 压力调控与保护

2.1.1 运行压力合理控制

依据管道设计标准与输送介质特性,确定合理的运行压力区间,确保压力控制在安全运行范围内。安装高精度压力监测设备,实时追踪管道内部压力变化,精准反馈压力数据。根据介质输送需求与管道运行状态,灵活调整压力调控装置,避免压力过高超出管道承载能力,同时防止压力过低影响输送效率^[2]。定期校准压力监测设备与调控装置,保障设备运行精度,维持压力稳定在合理区间,保障管道运行安全。

2.1.2 压力波动防控

梳理压力波动可能产生的各类诱因,优化介质输送流程,减少输送环节中压力突变情况。设置压力缓冲装置,缓解压力瞬时波动带来的冲击,降低波动对管道本体及附件的影响。加强管道压力巡检频次,及时发现压力异常波动迹象,快速排查诱因并采取调整措施。优化压力调控逻辑,避免调控过程中出现压力骤升骤降,确保压力变化平缓有序,防范压力波动引发管道疲劳损伤。

2.2 流量调控与保护

2.2.1 流量稳定调控

结合管道输送能力与下游需求,制定科学的流量调控方案,确定稳定的流量运行标准。安装流量监测与调控设备,实时采集流量数据,根据数据反馈精准调整流量大小。优化输送系统运行模式,协调各环节流量匹配,避免流量出现大幅波动。定期维护流量调控设备,清理设备内部杂物堆积,保障设备运行顺畅,维持流量稳定,提升介质输送的稳定性与可靠性。

2.2.2 流量异常防控

建立流量异常预警机制,设定流量异常阈值,当流量超出阈值范围时及时发出预警信号。加强流量数据的分析研判,通过历史数据对比,识别流量异常变化规律,提前做好防控准备。针对流量过大或过小等异常情况,制定针对性处置流程,快速调整调控装置,恢复流量正常运行。定期排查管道堵塞、泄漏等可能导致流量异常的隐患,及时处理各类问题,防范流量异常引发管道运行故障。

2.3 温度调控与保护

2.3.1 管道运行温度控制

根据介质特性与管道材质要求,确定适宜的管道运行温度范围,避免温度过高或过低影响管道性能。安装温度监测设备,全面覆盖管道关键路段,实时监测温度变化并记录数据。采用适配的温度调控技术,根据环境温度与介质温度变化,灵活调整温度控制装置,维持温度稳定。定期检查温度调控系统运行状态,及时处理设备故障,确保温度控制精度,保障管道材质性能不受温度影响。

2.3.2 极端温度下的防护措施

针对高温、严寒等极端温度场景,制定专项防护方案,提升管道极端温度适应能力。高温环境下,采取降温散热措施,避免管道本体因高温出现材质软化、强度下降等问题。严寒环境下,对管道进行保温处理,防止管道内部介质冻结膨胀,避免管道被胀裂。加强极端温度天气下的巡检力度,重点排查温度防护设施运行状态,及时修复保温层破损、散热装置故障等问题,确保管道在极端温度下稳定运行。

3 管道运行监测与预警保护

3.1 运行状态监测

3.1.1 管道本体状态监测

构建全面的管道本体监测网络,覆盖管道全路段及关键节点,选用适配的监测设备,实现对管道本体状态的全方位追踪^[3]。重点监测管道腐蚀、破损、变形、移位等异常情况,实时采集相关数据,建立完善的数据记录体系,便于后续分析研判。定期对监测设备进行维护校准,保障设备运行精度,确保监测数据真实可靠。通过对监测数据的持续分析,捕捉管道本体状态变化趋势,提前发现潜在隐患,为管道保护提供数据支撑。

3.1.2 运行参数实时监测

整合压力、流量、温度等关键运行参数的监测资源,实现各项参数的实时采集、传输与整合。优化监测数据传输流程,确保数据传输及时高效,避免数据延迟或丢失。对监测数据进行实时梳理分析,对比预设标准值,及时发现参数偏离情况,同步反馈至调控系统,为参数调整提供精准依据。定期检查监测系统整体运行状态,排查设备故障与数据传输隐患,保障运行参数监测工作持续稳定开展。

3.2 异常预警防护

3.2.1 异常信号识别与预警

建立科学的异常信号识别体系,结合管道运行规律与历史数据,设定合理的异常判定标准,精准识别各类异常信号。优化预警算法,提升异常信号识别的准确性,避免误预警、漏预警情况出现。针对不同类型的异常信号,设置分级预警模式,明确预警信号的传递路径与方

式,确保预警信息快速送达相关岗位。定期优化异常识别标准与预警算法,结合管道运行状态变化及时调整,提升预警的针对性与有效性。

3.2.2 预警响应机制构建

制定完善的预警响应流程,明确不同预警级别对应的处置措施与责任分工,确保预警发出后能够快速启动响应。规范响应处置流程,明确处置步骤、时限与标准,提升处置工作的规范性与高效性。加强响应处置能力建设,定期开展相关培训与演练,提升处置人员的专业能力,确保能够快速、准确处理各类预警相关问题。建立响应处置复盘机制,对每次预警响应情况进行总结优化,持续完善预警响应机制,提升管道运行安全保障能力。

4 管道设备设施运行保护

4.1 加压站设备保护

4.1.1 压缩机运行保护

根据加压站运行负荷与管道输送需求,优化压缩机运行工况,确保运行状态与管道输送要求相适配。安装压缩机运行状态监测设备,实时追踪转速、压力、温度等关键指标变化,及时捕捉运行异常迹象^[4]。定期对压缩机进行清洁、润滑与检修,清理内部积尘、油污,更换老化润滑油,保障部件运转顺畅。优化压缩机启停流程,避免频繁启停造成部件磨损,延长设备使用寿命,确保压缩机持续稳定提供加压动力,保障管道介质输送顺畅。

4.1.2 加压系统辅助设备防护

梳理加压系统辅助设备种类与运行特性,建立针对性防护体系,覆盖冷却、润滑、供电等各类辅助设备。定期检查冷却系统运行状态,清理冷却管路杂物,确保冷却效果达标,避免设备因过热出现故障。维护润滑系统,定期检测润滑介质纯度与油量,及时补充或更换,保障辅助设备部件润滑到位。检查供电设备运行稳定性,排查线路老化、接触不良等隐患,确保供电持续可靠。定期对各类辅助设备进行全面排查,及时处理部件松动、破损等问题,保障辅助设备与主设备协同运行。

4.2 阀室设备保护

4.2.1 阀门运行防护

定期对阀室内各类阀门进行检查,重点关注开关灵活性、密封性能,及时处理开关卡顿、密封渗漏等问题。采用适配的防护措施,防止阀门部件锈蚀、老化,保持阀门表面清洁干燥。优化阀门操作流程,规范操作力度与频次,避免暴力操作造成阀杆、阀芯等部件损坏。定期对阀门进行调试与校准,确保开关精度符合运行要求,保障阀门能够精准控制管道介质输送,防范因阀门故障引发管道运行安全隐患。

4.2.2 阀室辅助设备维护与保护

针对阀室通风、照明、防雷、防盗等辅助设备,建立常态化维护保护机制。定期检查通风设备运行状态,清理通风管路,确保阀室内空气流通,避免潮湿、有害气体积聚影响设备运行。维护照明设备,更换损坏光源,确保阀室内照明充足,为设备检查与操作提供便利。检查防雷接地装置运行有效性,定期检测接地电阻,避免雷击损坏设备。加强防盗设备维护,确保监控、报警等设备正常运行,防范设备被盗或人为损坏,保障阀室设备整体运行安全。

4.3 计量与调控设备保护

4.3.1 计量设备运行防护

选用精度符合行业标准的计量设备,安装在远离干扰、环境适宜的位置,确保计量数据准确可靠。定期对计量设备进行校准与检定,对比标准计量值,调整设备参数,消除计量误差。定期清洁计量设备表面与内部部件,清除杂物、污渍,避免影响计量精度。检查计量设备连接部位密封性,及时处理渗漏问题,防止介质泄漏影响设备运行与计量结果,保障计量数据能够真实反映管道介质输送情况。

4.3.2 调控设备维护与保护

建立调控设备全流程维护体系,定期对压力、流量、温度等调控设备进行全面检查,排查部件老化、故障等隐患。优化调控设备运行环境,避免高温、潮湿、粉尘等因素影响设备性能,确保设备运行稳定。定期对调控设备进行调试,检验调控灵敏度与准确性,及时调整设备参数,保障调控指令能够精准执行。

结束语

天然气长输管道运行保护是一项系统性工程,涉及管道本体、运行参数、监测预警以及设备设施等多个层面。通过全面且细致地实施各项保护措施,能够有效降低管道运行风险,保障管道安全稳定运行,提高天然气输送效率与可靠性。在实际运行中,需持续优化保护措施,加强人员培训与管理,确保各项措施落实到位,为天然气长输管道长期稳定运行提供坚实保障。

参考文献

- [1]严仲武.生态环境保护视域下天然气长输管道施工的影响及防范措施[J].中国资源综合利用,2025,43(3):163-165.
- [2]丁融.长输天然气管道阴极保护常见缺陷与解决措施研究[J].现代工程科技,2025,4(1):113-116.
- [3]周岳洪,李通,吴远银.长输天然气管道保护措施探析[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(4):29-31.
- [4]赵玉峰.浅析天然气长输管道隐患及保护措施[J].石化技术,2022,29(3):193-194.