

# 长运输成品油管道日常维护保养分析

高 峰

(国家石油天然气管网集团有限公司西北分公司山西输油气分公司晋中作业区, 山西 太原 030000)

**摘要:** 本文聚焦长运输成品油管道日常维护保养问题, 针对管道安全运行中管道腐蚀与老化、设备检修维护不及时、专业技术人员能力不足以及传统巡检方式效率低下等问题进行分析。针对问题, 文章提出了建立定期检查维护制度、加强日常检修作业、强化职工能力培训与实施智能巡检系统应用等对应策略。通过构建科学完善的维护保养体系, 期望可以推动管道维护模式从被动维修向预测性维护转变, 从经验管理向数据驱动转变, 提升长运输成品油管道安全运行水平。

**关键词:** 长运输; 成品油; 管道保养

## 0 引言

随着我国经济持续发展与石油消费量增长, 成品油管道网络规模不断扩大, 运输距离持续延长, 管道安全运行面临的挑战日益复杂。长距离运输过程中, 管道系统不仅承受着高压力、高流速的物理应力, 还面临着介质腐蚀、外部环境影响与第三方破坏等多重威胁, 安全风险呈现多元化、复杂化特征。成品油作为高危介质, 一旦发生泄漏事故, 不仅造成经济损失, 还可能引发火灾、爆炸等次生灾害, 对环境造成严重污染, 危及公共安全。据行业统计数据显示, 管道故障事故中相当比例源于日常维护保养不足, 反映出维护保养工作在管道安全体系中的关键地位。特别是对于跨区域长输管道, 其线路长、分布广、环境复杂, 维护难度远高于常规管道系统, 对维护保养提出了更高要求。随着管道运输技术发展, 管道维护保养理念也经历了从被动修复向预防性维护、再到预测性维护的演进过程。现代管道完整性管理强调全生命周期风险评估与控制, 将维护保养作为确保管道健康状态的核心环节。然而, 在实际运行中, 长运输成品油管道维护保养仍面临着诸多挑战, 包括腐蚀老化加剧、设备故障风险增加、专业人才短缺以及传统维护方式效率不足等问题, 亟需采取系统化措施加以应对。

## 1 长运输成品油管道日常维护保养的意义

成品油管道系统在运输过程中表现出高效率、低能耗的显著优势, 能够在复杂地理环境下保持稳定运行, 确保成品油及时输送至各需求地区。然而, 管道系统的安全性与运行效率直接依赖于科学完善的维护保养体系。有效的日常维护能够预防管道腐蚀、破裂等潜在风险, 减少成品油泄漏事故发生率, 保障环境

安全与资源高效利用。从经济层面考量, 规范化的日常维护保养显著延长管道系统使用寿命, 降低运营成本, 提高经济效益。管道完整性的保持不仅确保输送效率, 更避免因事故造成的巨额经济损失与资源浪费, 符合国家可持续发展战略要求。从安全角度分析, 成品油具有易燃易爆特性, 管道系统故障可能引发火灾、爆炸等重大安全事故, 危及周边居民生命财产安全。科学的维护保养体系通过定期检测与预防性维护, 识别与消除潜在安全隐患, 构筑起管道运输安全防线。

## 2 长运输成品油管道存在的问题

### 2.1 管道腐蚀与老化问题

长运输成品油管道系统在长期运行过程中面临严重的腐蚀与老化问题, 这已成为影响管道安全与运行效率的主要技术障碍。管道腐蚀现象主要表现为内壁与外壁两方面的材质损伤。内壁腐蚀主要源于成品油中含有的硫化物、有机酸等腐蚀性物质与管壁金属发生电化学反应, 导致金属表面逐渐溶解、氧化。外壁腐蚀则主要受土壤环境中湿度、酸碱度、含氧量以及微生物活动的影响, 形成电化学或生物腐蚀。管道老化问题则表现为材料强度下降、韧性降低及抗疲劳性能衰退。长期承受高压状态下, 管道材料发生蠕变现象, 微观结构逐渐变化, 导致管壁厚度不均、弹性模量降低。特别是在温度波动较大的地区, 热胀冷缩效应加速了材料疲劳过程, 形成微裂纹并逐渐扩展。值得注意的是, 管道弯曲段、阀门连接处等应力集中区域往往成为腐蚀与老化的薄弱环节, 这些部位更易发生局部应力腐蚀开裂。同时, 防腐层损伤也是管道腐蚀加速的重要因素, 一旦防腐层出现剥离、破损, 暴露的金属表面将迅速发生腐蚀反应。

## 2.2 设备检修维护不及时

长运输成品油管道系统设备检修维护不及时现象广泛存在于行业实践中，表现为管道运营单位经常偏重生产运行而轻视设备维护保养，这种管理偏差导致隐患持续累积，安全风险不断攀升。检测装备利用率低下构成了维护体系的主要缺陷——智能清管装置、腐蚀监测系统等先进设备往往闲置或使用间隔过长，使管道内壁减薄、裂纹扩展等早期缺陷难以被及时捕捉；即便检出异常情况，维修响应过程冗长拖沓，缺乏高效反应机制与处置流程，原本可控的微小缺陷在拖延中逐步恶化，最终演变为严重故障。阀门系统作为管道安全运行的关键控制点，其维护不力尤其危险，密封面磨损与执行机构失灵等常见故障若得不到及时处理，将严重削弱紧急状况下的泄漏控制能力，放大事故影响范围。

## 2.3 专业技术人员能力不足

长运输成品油管道技术队伍存在专业素养结构性缺陷，表现为知识体系单薄且实践能力有限，无法满足跨学科综合应用的行业需求。管道系统运维实质上是机械工程、材料科学、电气自动化等多领域知识的融合应用场景，而现有从业人员往往局限于单一专业背景，难以形成系统性思维解决复杂故障；腐蚀机理研究、管道完整性评估等关键技术领域的高端人才匮乏尤为严重，直接制约了科学决策水平的提升，当智能检测技术如磁通漏、超声波等先进方法引入现场后，技术人员因缺乏系统培训而对设备原理理解有限，导致检测数据质量堪忧，最终降低了缺陷评估结果的可靠性。

技术人员在数据整合分析能力方面表现薄弱，无法将分散的监测信息有效转化为管道健康状态的综合评价结果，使数据价值大打折扣；应急响应能力不足是另一显著短板，面对突发泄漏、压力异常等危急情况，部分技术人员因缺乏系统化应急训练与事故发展规律认知，难以在高压环境下做出准确判断，特别是地质条件复杂区段的抢修任务，常因专业经验储备不足而延误处置时机，加剧事故后果，技术传承机制的缺失使这一问题更为严峻，经验型人才退出与新生力量成长之间的断层，使宝贵的实践知识无法有效传递，阻碍了整体技术水平的提升与创新能力的培养。

## 2.4 传统巡检方式效率低下

长运输成品油管道传统巡检体系呈现出明显的技术滞后性与方法局限性，难以满足现代精细化管理需求。以人工徒步或车辆巡视为核心的传统巡检模式受

限于人员体力与环境条件，在山区、沼泽等复杂地形区域巡检覆盖度不足，留下大量安全监控空白区；而仅凭肉眼观察的判断方式则无法穿透管道表层检测内部状况，微小缺陷与早期异常往往被忽略，直至问题发展至不可控阶段才被发现。传统巡检数据体系落后且效率低下，纸质记录方式与冗长审批流程使问题发现与处置之间形成明显时滞，关键信息在层层传递过程中失真或淡化，而缺乏统一标准的数据采集方法导致记录主观性强，难以进行横向比较与历史趋势分析。

## 3 长运输成品油管道日常维护保养的策略

### 3.1 建立定期检查维护制度

有效应对管道腐蚀与老化挑战需构建基于完整性管理理念的定期检查维护制度，该制度将系统性风险评估与差异化检查策略相结合，实现精准监控。运营单位应针对弯曲段、阀门连接处等高应力区域制定更高频率的检查方案，并采用内外腐蚀综合监测方法，通过腐蚀挂片、电阻探头等内部监测装置与阴极保护电位测量、土壤电阻率检测等外部技术手段，建立多维度监测网络，采集并分析多参量数据形成腐蚀趋势模型，为预测性维护提供科学依据。壁厚监测作为常规检查核心环节，应结合超声波测厚与磁通漏等无损检测技术构建管道减薄速率模型，实现使用寿命科学评估；防腐层完整性检查则需应用电压梯度法与交流阻抗法等先进技术，及时识别并修复防腐缺陷，从源头阻断腐蚀电化学反应路径。

定期检查维护制度必须包含详细技术标准与执行流程，为各类检查项目制定精确参数阈值与合格判据，同时建立检查结果分级评价体系，根据管道状况划分不同风险等级并匹配相应的处置方案与时限要求，构成完整的闭环管理机制；检查数据管理系统是制度有效实施的技术支撑，通过电子化、标准化的数据采集与存储方式，实现检查记录的系统整合与深度挖掘，识别管道系统薄弱环节与衰变规律，进而优化预防性维护策略与资源配置，最终达成从被动应对向主动预测的维护理念转变，有效延长管道系统安全运行寿命，提升长输管道整体安全水平。

### 3.2 做好日常检修作业

应对设备检修维护不及时问题需构建预防性维护机制，实现从被动响应向主动预测的检修理念转变，通过精准数据分析预判设备性能衰减趋势，实施提前干预策略避免突发事故发生。管道运营单位应制定精细化检修计划，为各类关键设备明确具体检修周期与

技术标准,形成规范化作业流程体系;阀门系统检修尤需重点关注,建立季度全行程操作测试制度验证阀门密封性能与执行机构可靠性,针对长期静置的应急切断阀则应通过专项模拟演练确认其紧急状态下的功能完整性,关键易损部件如密封面、阀杆等应制定预防性更换周期,防止局部故障演变为整体性功能丧失。泄漏检测与压力监测等自动化系统需纳入检修体系,定期开展传感器校准与功能验证,特别是埋地管段泄漏检测装置应每半年进行灵敏度测试,确保性能指标持续满足设计要求。

防腐系统检修作为长输管道安全运行的关键环节,应定期检测阴极保护装置输出电流、电位参数与接地电阻状态,确保防腐效果稳定可靠;对发现的防腐层损伤采取分级管理模式,依据损伤程度确定修复优先级与技术方案,有效控制腐蚀扩散风险;管道沿线标识设施维护不容忽视,警示标志系统作为防止第三方破坏的重要屏障,其完整性直接关系外部安全风险防控水平。检修数据管理体系是科学维护的基础保障,通过电子化手段系统记录设备检修历史与故障信息,建立健康状态评估数据库,运用数据挖掘技术识别故障模式与薄弱环节,持续优化检修策略与资源配置;检修质量评估机制则确保各项维护活动达到预期效果,通过验证测试方式评价检修后设备性能状态,构建完整的质量闭环管理体系,最终形成高效可靠的日常检修作业模式。

### 3.3 对职工能力的培训与日常管理

管道运营机构通过构建系统性人才培养生态,精准应对专业技术人员能力发展的复杂挑战,已成为确保管道安全运行的核心战略。多维度培训体系应深入整合理论知识与实践技能,突破传统单一培训模式的局限,围绕管道输送原理、材料科学与腐蚀机理等专业领域,构建全方位知识框架,并通过模拟训练、实操考核等手段,持续提升技术人员的专业能力与操作熟练度,尤其是对新型智能检测设备的精准掌控。

专业能力认证体系与人才发展机制的创新至关重要,通过参照国际标准设置多层次能力等级认证,将理论考试与实践评估有机结合,建立以能力为导向的人才成长路径,并辅以“传帮带”机制、技术经验分享平台与定期案例研讨,搭建技术传承与创新的立体网络。数字化辅助工具的引入、标准化作业指导体系的构建,以及对技术人员能力档案的动态管理,不仅降低了技术操作的经验依赖,还为管道运营单位持续

提升技术团队整体提供了系统性解决方案。

### 3.4 智能巡检系统的应用

以物联网与智能感知技术为底层架构的现代管道巡检系统,通过多维感知技术的立体融合,彻底突破传统巡检模式的局限性,构建起全方位、高精度、实时化的管道监测生态。分布式传感器网络在关键节点部署,实现压力、温度、流量、振动等关键参数的连续采集,而搭载高清成像与红外热成像设备的无人机技术,则有效突破地形复杂区域的巡检难题,通过先进的图像识别算法,精准捕捉防腐层破损、管道外露与第三方施工等潜在风险,为管道安全运行提供全方位风险预警。

智能巡检管理平台作为技术集成与数据治理的核心枢纽,通过大数据分析与机器学习算法,将分散的巡检数据转化为可视化的管网健康指标,借助地理信息系统精准呈现管道运行状态,并依托自动预警机制实现风险的实时识别与快速响应。移动终端与增强现实技术的深度融合,为一线巡检人员提供实时数据采集、任务调度与智能辅助决策平台,不仅显著提升了巡检效率,更为管道运营单位构建起面向未来的智能化运维生态系统,实现从被动维护到主动管理的根本性转变。

## 4 结语

伴随数字化、智能化技术的深度融合,管道维护保养工作正加速向数据驱动、智能预测的新型生态系统演进,大数据、人工智能与“数字孪生”等前沿技术将构建起管道全生命周期的精准监测与风险预警平台。尽管技术创新至关重要,但管道安全取决于责任落实与制度执行,唯有在先进技术与深厚安全文化的协同作用下,管道运营单位方能为国家能源安全与区域经济发展提供坚实的技术与管理保障。

### 参考文献:

- [1] 高涵.成品油管道防腐措施[J].全面腐蚀控制,2022,36(3):130-131.
- [2] 孙绿叶,樊勇,郭泽立.成品油输送泵机组的维护保养措施[J].化工管理,2019(4):151-152.
- [3] 刘平.全员设备管理体系(TPM)在成品油输油管道设备管理中的应用[J].石油库与加油站,2020,29(2):37-41.

### 作者简介:

高峰(1986—),男,汉族,山西太原人,大专,研究方向:成品油管道运输。