

长输油气管道运行维护管理关键问题分析

周金龙 (山西国化能源有限责任公司, 山西 太原 030000)

摘要: 长距离油气管道是主要的油气输送通道, 长距离油气管道的运维管理对保证油气输送的安全性、稳定性和连续性具有十分重要的意义, 但随着使用时间的增长以及环境因素的影响, 长距离油气管道面临的运维问题日趋严重。文章结合长距离油气管道运维现状, 对其运维管理的主要影响因素进行梳理, 针对长距离油气管道运维存在的问题提出相应的改进措施, 以期通过技术创新与管理优化, 提升管道的运行效率和安全性。文章提出一些具体的优化措施, 以期为管道管理提供理论支持与实践指导。

关键词: 长输油气管道; 运行维护; 管理优化; 监测技术; 安全管理

中图分类号: TE973 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2026) 010-0151-03

Analysis of Key Issues in the Operation and Maintenance Management of Long-Distance Oil and Gas Pipelines

Zhou Jinlong (Shanxi Guohua Energy Co., Ltd., Taiyuan Shanxi 030000, China)

Abstract: Long-distance oil and gas pipelines serve as the primary channels for oil and gas transportation. The operation and maintenance management of these pipelines is crucial for ensuring the safety, stability, and continuity of oil and gas delivery. However, with prolonged usage and environmental factors, the operational and maintenance challenges faced by long-distance pipelines are becoming increasingly severe. This article examines the current operational and maintenance status of long-distance pipelines, identifies the main influencing factors, and proposes corresponding improvement measures to address existing issues. By leveraging technological innovation and management optimization, the goal is to enhance pipeline operational efficiency and safety. Specific optimization measures are also suggested to provide theoretical support and practical guidance for pipeline management.

Keywords: Long-distance oil and gas pipelines; Operation and maintenance; Management optimization; Monitoring technology; Safety Management

长距离油气管线是保障国家级能源安全设施之一, 安全平稳输送关乎着能源供给、国民经济还有生态环境等各方面的问題。随着年岁的增长, 管道所面临的运维条件恶劣、设备老化、第三方破坏等问题给管道的安全性及效能带来巨大挑战, 传统的人工巡查、周期检测的管道检修方式已经不能适应日益复杂的管道运维条件、设备老化等问题。本文就管道运行维护现状、主要影响因素、改进措施三个方面展开论述, 以期为提高长输油气管道管理水平提供借鉴。

1 长输油气管道运行维护现状分析

1.1 管道运行管理现状与挑战

长输油气管道的传统运维模式依靠人工巡视以及定期维护, 在过去的申请过程中也起到过一定的效果, 但是伴随着管道服役时间的增长, 这种方式就略显不足。管道在运行过程中出现的主要问題包括管体的疲劳老化、腐蚀和裂纹等问题, 在一些腐蚀环境较为严重的区域, 管道的金属材质会遭到外部环境的腐蚀侵害, 慢慢变得不再像之前那样具有完整的结构强度, 存在一定的泄露、破裂的风险隐患。而且这些问題在平时的检查当中很难被捕捉到, 尤其是对于管道的内部以及外表处, 以往的人工目视检查并不能做到全方

位无死角地及时发现问题, 再加上管理人员经常根据自己的工作经验来进行问題分析以及处理, 在管理方面缺少实时监测的数据以及科学的检测仪器设备, 当出现问題的时候不能做到及时有效地解决, 对管道安全平稳运输造成极大的影响^[1]。

1.2 设备与设施的维护现状

对于设备以及设施检修来说, 目前的主要手段依然是通过人工巡检以及定时更换部件的形式来保障, 而此种方法最大的问題就是周期较长, 并不能准确检测设备瞬时的状态, 在长输油气管线一些重要设备上, 例如调节装置、泵站以及阀岛位置处传统的方式更是难以实现实时监测以及故障预警的功能。

随着设备负载量的加大, 特别是在超负荷或者恶劣条件下工作, 设备容易损耗而且出现损坏, 所以检修难度越来越大。另外, 随着众多管路系统中增加大量的新式智能化设备, 比如遥控, 智能感测元件等等, 现有的检修人员往往未能熟练掌握这些仪器仪表的操作及维修知识技能, 致使设备在使用过程中存在的一些隐患未能及时被发现并消除。因而传统检修方法已经不能适用于日益复杂的现代管线系统的维护管理要求。

1.3 运行过程中的安全管理问题

长距离输送石油天然气管道的安全问题一直都是一个大难题并且非常麻烦。管线铺设跨度大、穿越地域广泛，人工巡线无法保证全方位全覆盖，对于偏僻难及的地方巡线员也并不能够做到即刻发现异常情况。事故隐患的发生是非常突然的，而人工巡查和定期检测的次数都是不足以覆盖所有隐患的，所以很多隐患就不能被及时发现，有时甚至是管道出现故障之前都得不到充分的提示。另外，管道的运行除受自身装置影响之外还有外部环境的影响如气候变化以及人为破坏等等。缺少完善的应对方案和迅速的救援体系，在突发事件出现的时候，对事故的应对与处理就会受限。应急措施不到位或者不及时，不仅会导致事故损害扩大也会给管道带来次生灾害，所以管道安全问题应该更着重于监测，警报系统、应急机制等方面^[2]。

2 影响长输油气管道维护管理的关键因素

2.1 管道材料与结构的老化问题

管道材质及构造老化是造成长输油气管道维护管理的一个重要因素。随着管道运行时间的增长，管道材质特别是金属材料长时间工作过程中会发生一定的物理、化学反应，最常见的是腐蚀问题，尤其是管道接触到水汽、酸性气体、盐雾等一些环境中的有害物质，管道外层就会受到损害，不仅体现在外层还会延伸至管道内部，在传输油气的过程中，管道内部也会产生腐蚀情况会影响管道内部的液体运输能力和承受能力。腐蚀在管道内的表现通常是发生点蚀、局部腐烂、裂纹腐蚀等，随着腐蚀程度的加重，管道本身的机械性能也在不断减弱，管道在遭受外界的挤压和重压情况下，容易出现裂缝或者是形变^[3]。

另外，随着时间的增长管道的焊缝接口及管道结构上的弯头、管接头等处会产生金属疲劳老化现象，在这些点上也是管道故障易出现的地方，在长期输送压力、温差和外力振动下都会造成管道材质产生疲劳而发生裂纹并且裂纹有扩展性的危害更大，一旦发生泄漏或者破裂会造成环境污染甚至安全事故，因此管道材质与结构的疲劳老化是管道运营管理中的一大难题。

2.2 监测与诊断技术的不足

目前的管路巡检及检查手段，在实地使用上还存在一定的不足之处，在一些边远以及经济相对落后的地方更是如此。虽然现在也有一些较为先进的探测技术运用到管道上，例如远程探头、地质雷达、超声波检测等等，但是这些技术都存在一定的缺陷。首先，部分的技术花费较大，特别是那些比较精密的探测头、仪器设备往往造价较高，这就使得一些小型或者资金

不足的管道公司不易普及应用这些技术。其次，当前的技术覆盖面不足，虽然能对管道的个别位置实施监测，但是对于整个管线系统的运行情况，尤其是对于那些长距离大压力管道而言，现有的技术不能做到全方位全天候地监控排查。因为管道纵横交错，连接着众多地区的区域，有些检测仪器并不能很好地对整套系统进行全面监控，致使部分隐患不能尽早被识别析出。

其次，目前的管道监控手段大多是建立在传统探测的技术上，监控的信息也大多停留在对管道局部的了解上，不能实现全方位系统的健康管理诊断。管道整体健康状态监测要依赖于获取大量的实时信息，并且进行综合分析判断，但是当前技术还达不到对如此庞大的数据量进行有效处理、自动分析、及时反馈的程度，从而影响管道维修保养的选择。管道运营缺少有效的精确诊断方法，存在很多细小裂缝、腐蚀等损伤未能被及时发现及处理，以至于累积较多的机械损伤隐患及安全风险^[4]。

2.3 环境因素与自然灾害的影响

环境因素以及地质灾害是造成长输油气管安全运营的外部原因之一。因为长输油气管线一般经过较大地理范围，包含多样的地质地貌及天气气候状况，管道沿线的环境对管道的安全性及运营情况有较大影响。管道铺设线路复杂多样，诸如，山地丘陵、江河湖泊、密林沼泽等天然地貌都有可能对管道的完整性造成威胁。在地质活动较活跃地区，管道会受到振动影响发生位移或者出现外壁损伤，在洪水、泥石流多发地带，管道容易被流水侵蚀或土体滑坡而造成倾倒、破裂、掩埋等情况。

表1 环境因素与自然灾害的影响

因素	描述	影响	应对方法
自然灾害	地震、滑坡、洪水等灾害可能影响管道	可能导致管道变形、开裂、泄漏	加强灾区管道监控与应急预案
极端天气	暴雪、冰冻等天气导致管道破裂	导致管道冻裂、堵塞	提升寒冷地区管道防护，使用耐寒材料
环境变化	温湿度、风沙等影响管道腐蚀	加速管道腐蚀，影响输送能力	使用防腐涂层、实时监测环境变化

环境中的气候条件的变化对于管道输送也是有一定影响作用的，在温度骤变和频繁降大雪、结冰会导致管线材料出现属性改变的现象，尤其是对于寒冷地区的输油管道来说，可能会由于温度过低而导致输油管破裂，从而使整个油气输送出现停滞不通甚至是管道破裂的情况。同时在温度相对较高的热带地区中，潮湿的环境也会使管道的腐蚀程度加大，进一步加重腐蚀情况，不利于油气管道的长久输送运行。强风、沙尘天气会对管道的表层产生磨损，加速其腐蚀的进

程。另外，随着全球变暖越来越严重，恶劣天气发生的频率都在上升以及烈度都在增强，加大长距离油气管道的工作难度。详情如表 1 所示。

3 长输油气管道运行维护的优化策略

3.1 提升监控与检测技术

加强管道监测以及改进检测手段是改进长输油气管道运行维护管理的有效方法。首先，在管道的健康诊断方面应该做到全方位地对运行状况，腐蚀程度，压力情况，温度变化等等进行监控。传统的徒步检查的方式并不能保证监测范围无死角，也不能第一时间获得管道出现故障的信息。智能的监控体系是现在保障管道的安全性和管理效率的有效手段。采用更加先进的传感装置，随时收集管道上的各处探头传来的信息可以实现对这些信息的准确的判断。比如运用超声波检测仪检测管道壁的厚度变化，利用压力计监控管道的压力值，同时利用腐蚀检测器来了检测管道上发生的腐蚀状况。

其次，在物联网（IoT）基础上与各类的传感器以及监测装置相联动，利用物联网的数据传送、云服务的远程控制平台，使管道状态随时都能反馈到管理人员处，物联网技术能让所有传感器装置之间相互连接起来，利用智能管控平台来实时监控并处理所有传感器装置传输回来的信息，保证信息不延迟，能第一时间收到报警信号。再者人工智能（AI）、大数据的应用能对所获取的信息进行深入剖析和整理，提高数据处理以及预警水平。

3.2 优化管道材料与防护措施

改进管材和防护措施是提高长距油气输送管线使用寿命和安全性的的重要举措。首先，在管线的设计中，选用抗腐蚀性好、强度大的管材最为重要。传统的钢铁材质虽然有较高的机械性能，但是在不良环境中也易被腐蚀所破坏，所以可以使用新的高强度材料例如不锈钢合金、高耐腐蚀材料或者复合材料，它们拥有更高的耐腐蚀性和耐压性。其次，对管线表面进行抗腐工艺处理也是一种有效地延缓管材老化及被腐蚀程度的办法。使用 3PE（聚乙烯防腐涂层）技术、环氧树脂涂装等高级别的防腐层能够很好地阻止外界环境对管线造成损害，特别是对于一些湿度较高，腐蚀严重的地方^[5]。

而在实际运营中，利用在线监测手段对长输管道实施定期检测也很有必要，在线式的腐蚀检测装置及传感器等可随时了解管道表面的腐蚀状况，随时掌握可能存在的腐蚀隐患；若存在局部腐蚀应该积极地采取相应地保护措施，比如增厚壁厚或者更换腐蚀段、及时修理等；如此一来通过及时发现并解决腐蚀问题，

就能够很好地减缓管线老化进程，保障长输管道的安全运行。

3.3 强化应急响应与事故处理机制

对于长输油气管线，在常规维护之外，增强应急管理及突发事件处理体系也是必不可少的环节。管道运行过程中出现的一些突发事件或自然灾害不可能被杜绝，所以必须有一套完整的应急方案及其响应机制来保证在发生意外的时候可以迅速做出反应并立即进行处理。首先，应急方案的设计要根据管线的地理坐标位置，周围的生态环境状况，可能出现什么样的灾难等来制定，具有针对性。经常组织相关的应急演习可以考验方案是否合理有效，让相关负责人熟悉整个事故处理的过程，使应急措施更加快捷高效。

事故发生的时候，及时开展紧急应对处置措施以及多方联合协同处置非常必要。对于管道出现损坏、泄漏或者爆裂等问题的时候要及时切断与其相对应的供气与供油来源，以免事态进一步扩大，并马上安排维修人员前往出事地点展开处理。快装技术，无损检测技术以及机械设备修理方式都是目前管道维修常用的一些紧急性的技术，在短时间内可以有效降低事故损失，防止事故发生后产生二次伤害。

4 结论

长距离油气管线的运营维护管理是保证能源供应安全的重要环节，面对管道老化、环境变化、外在威胁等诸多挑战，对管道进行优化管理也势在必行。本文通过对目前管道管理情况、主要影响因素及优化对策的研究，得出提高监测水平、增强管材防护、加强应急处置能力等一系列管道优化的具体方向。相信在未来，随着新科技的应用和发展以及新的管理模式出现，长距离油气管线的运维管理会越来越智能，越来越精细，越来越高效率，从而更好地服务于国家能源安全以及经济建设的发展。

参考文献：

- [1] 张磊. 油气长输管道工程施工风险管理探讨 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(23): 73-75.
- [2] 刘季. 油气长输管道安全管理挑战及优化路径研究 [J]. 化工设计通讯, 2025, 51(10): 31-34.
- [3] 赵志伟, 任秀绒. 油气长输管道地面建设施工技术与管理 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2025, 45(20): 35-37.
- [4] 马贵利. 长输油气管道智慧化管理的应用及发展趋势 [J]. 天然气技术与经济, 2022, 16(05): 45-49.
- [5] 纪承祖. 炼油与化工企业长输油气管道完整性管理技术分析 [J]. 中国设备工程, 2022, (19): 138-141.