

浅析天然气长输管道阀门的维护与保养

王 璐 (山东莱克工程设计有限公司, 山东 东营 257000)

摘要: 天然气长输管道阀门的维护与保养是确保管道系统稳定运行和安全运输的重要措施。本文从清洁与防腐、润滑与密封、检查与维修、预防性维护等方面进行了探讨。在环境恶劣、运行条件苛刻的长输管道中, 正确的维护与保养措施可以防止故障和泄漏的发生, 提升管道系统的安全性和可靠性。同时, 培训和培养维护人员也是关键, 合理制定维护计划, 并定期维护与保养, 才能确保管道系统的稳定运行, 保障天然气的安全运输。

关键词: 天然气; 长输管道阀门; 维护; 保养

天然气长输管道是重要的能源运输通道, 而阀门则是管道系统中不可或缺的关键部件。阀门的正常运行和可靠性对于保障天然气输送的安全和稳定至关重要。然而, 由于长输管道的特殊环境条件和工作要求, 阀门容易受到腐蚀、磨损、堵塞等问题的影响, 因此必须进行定期维护与保养。通过正确的维护与保养措施, 可以确保阀门的正常运行和性能, 同时最大限度地延长其使用寿命, 消除隐患, 防止事故发生, 确保安全生产。

1 天然气长距离输送管道特征概述

天然气长输管道介质单一, 流程简单, 为了满足长距离输送的需求, 管道的输送压力比较高, 这可以确保天然气能够迅速、高效地传输。天然气长输管道通常具有较大的口径, 以便容纳大量的气体流量。天然气长输管道通常跨越数百甚至数千公里的距离, 覆盖多个省份区域。因此, 它们需要足够的耐久性和可靠性, 以应对各种环境和地形条件。天然气长输管道通常使用高强度、耐腐蚀的钢管作为主要材料。这些钢管经过特殊处理, 以确保其能够承受高压和各种外界力量的作用。

为了确保天然气的安全运输, 天然气长输管道配备了各种安全设施, 如阀门、监测系统、泄漏探测器等, 以及紧急应对措施, 如快速切断气体供应等。由于天然气长输管道的运行时间长、环境复杂, 管道维护与检修工作至关重要。定期的检查、清洁、防腐、密封和维修工作是确保管道系统正常运行的关键^[1]。

2 引发天然气输送管道安全隐患的因素分析

2.1 客观因素

设计和建设不合理。包括设计参数选取不当、材料质量不符合要求、设备阀门选用不当、施工过程中存在疏忽等。这些问题可能导致管道强度不足、焊接缺陷、接头松动等, 进而引发泄漏或破裂。

腐蚀和腐蚀疲劳。长期运行下, 管道内外介质的腐蚀作用会使管道壁厚度减少、强度降低, 易产生腐蚀疲劳和开裂现象。

管道、管件、阀门、设备老化与损伤累积。长时间运行下, 管道、管件、阀门、设备均会受到疲劳、振动、温度变化等因素的影响, 逐渐老化和损伤累积, 加大了安全隐患的风险。

运行超限。包括高压、过载、温度异常等运行条件超出设计范围, 可能导致管道破裂、泄漏等安全隐患。

自然灾害。如地震、洪水、地滑等自然灾害, 会对管道造成剧烈的外力冲击, 导致管道变形、破裂或断裂。

第三方破坏。包括恶意破坏、盗采天然气、挖掘施工等行为, 这些非法活动可能损坏管道的完整性, 引发泄漏。

2.2 主观因素

设计与建设阶段可能存在的主观因素包括设计不当、材料选用不当、施工过程中存在质量问题等。例如, 设计不符合规范要求, 管道、阀门材质的强度不足以承受高压, 建设过程中不符合规范要求, 施工过程中存在焊接缺陷等, 都可能导致管道安全隐患。

在管道的运营与维护阶段, 主观因素可能包括不合理的操作、疏忽或故意违规行为等。例如, 未按规定进行定期检查和维修, 操作人员未经专业培训或不按规程操作, 忽视安全预警信号等, 都可能引发管道安全隐患。

如果管道运营单位的安全管理体系不健全或存在缺陷, 也会造成安全隐患的主观因素。例如, 安全制度和规范不完善, 缺乏有效的应急预案和培训机制, 安全意识薄弱, 监管不严等, 都容易导致安全风险的积累。

恶意破坏和人为破坏是引发天然气输送管道安全

隐患的重要主观因素。这包括非法操作、破坏管道设施、恶意破坏安全设备等行为，都可能导致管道泄漏等严重事故发生^[2]。

3 对天然气管道阀门维护与保养的必要性

天然气是一种易燃易爆的气体，因此阀门的正常运行对于控制天然气的流量、压力和方向至关重要。定期的维护和保养可以确保阀门的正常开闭操作，减少泄漏和安全事故的风险。

阀门是一个机械设备，是管道系统中关键的控制部件，负责调节管道中气体的流动。定期的润滑、清洗和检查可以预防阀门部件的生锈、损坏和磨损，减少因阀门老化而造成的更换和维修成本。通过定期检查、维护和保养阀门，可以确保其正常运行，减少由于阀门故障引起的系统中断和停工的风险，以延长其使用寿命。

阀门泄漏是天然气管道系统中常见的问题，可能会导致天然气的泄露和对环境的污染。定期的检查可以及早发现和修复阀门泄漏问题，降低对环境的影响。根据相关法律法规和行业标准，天然气管道运营商有义务对阀门进行定期的检测、维护和保养。这些维护工作的记录和证明也是管道运营商获得合规性认证和许可的依据^[3]。

4 天然气长输管道阀门的维护与保养对策

4.1 强化长输管道设计的合理性与科学性

4.1.1 长输管道阀门维护与保养

对长输管道上的阀门进行定期巡检，包括检查阀门的密封性能、操作性能以及阀门部件的磨损情况，以及通过非破坏性检测手段检测阀门结构的完整性。及时清除阀门和阀门周围的杂物和腐蚀物，保持阀门的正常运行。对于需要润滑的阀门，定期添加适当的润滑剂，确保阀门的灵活操作。定期进行阀门泄漏的检查，从源头上排查问题并及时修复泄漏，以确保管道系统的安全运行。建立完善的阀门运行记录，包括每次维护保养的时间、内容、结果等，以便追踪阀门的维护情况和预测阀门寿命。

4.1.2 强化长输管道设计的合理性与科学性

在设计初期，对长输管道的阀门位置、数量以及类型进行可靠性评估，并进行系统优化。通过合理的阀门布置和类型选择，提高管道系统的可靠性和操作灵活性。选择适用于天然气长输管道的阀门材料，并采取适当的防腐措施，例如使用耐腐蚀材料、防止介质腐蚀的涂层等，以提高阀门的抗腐蚀性能和使用寿命。在设计中考虑到长输管道运行过程中可能面临的

变动工况，如压力波动、温度变化等，合理设置阀门参数，确保阀门具有足够的过载承受能力和适应性。结合自动化技术与监测系统，实现对长输管道阀门的实时监控，包括阀门状态、温度、压力等指标的远程监测，及时发现并排除阀门运行问题。

4.2 定期检查与维护管道设备

定期进行阀门巡检，包括外观检查、密封检测、操作机构检查等。检查阀门是否存在漏气、漏油、漏水等现象，同时观察阀门的连接紧固件是否松动。对于需要手动操作的阀门，定期清洁和润滑阀门的活塞杆、阀杆、法兰等部件。清除积尘、污垢，确保阀门的灵活运动，同时使用适当的润滑剂来减少摩擦和磨损。定期进行阀门的泄露检测，可采用压力测试、气体检测仪等工具来检测阀门是否存在泄漏。通过快速发现和修复泄漏问题，减少天然气的损失和环境污染风险。定期进行阀门的操作试验，确保阀门的开闭灵活可靠。通过模拟实际操作情况，检测阀门的正常启闭状态，防止因长期不使用导致的阀门粘滞或失效。针对埋地或暴露在恶劣环境中的阀门，应定期进行绝缘和防腐处理。防锈涂层、绝缘材料等可以有效延长阀门的使用寿命，并减少因腐蚀而引起的泄漏和故障。建立完善的阀门维护管理系统，记录每次巡检、维护和修理的细节。及时更新阀门的技术档案和维护记录，为管道设备的运行和管理提供可靠依据^[4]。

5 天然气长输管道阀门保养具体措施

5.1 合理的使用原材料

选择耐腐蚀、耐高温、耐磨损的阀座材料，例如不锈钢、镍基合金等。这些材料能够在恶劣的工作环境中保持阀门的密封性能，并降低阀座的磨损和损坏风险。选择适合天然气介质的密封材料，如聚四氟乙烯（PTFE）、聚乙烯（PE）等。这些材料具有良好的耐化学药品侵蚀性和耐高压、高温的性能，能确保阀门的密封性能。根据长输管道的工作条件选择合适的阀门材料，一般常用的有碳钢、不锈钢、合金钢等。根据管道内输送的天然气成分和温度、压力等参数，选用适当的材料以满足阀门在工作条件下的强度和耐腐蚀性能要求。

对阀门零部件进行表面处理，如喷涂防腐涂层、镀锌等。这些处理能够延长阀门的使用寿命，减少因腐蚀而引起的泄漏和故障。在制造和安装阀门时，严格控制原材料的质量，遵循相关的标准和规范。进行有效的质量检验和试验，确保阀门符合设计要求和技术规范，提高阀门的品质和可靠性。

5.2 对阀门转动部位的保养

定期清洁并润滑阀门的转动部位，包括阀杆、活塞杆、轴承等。使用适当的清洁剂和润滑剂，去除积尘、污垢，并确保部件的顺畅移动。注意，应该选择与管道介质相兼容的清洁剂和润滑剂，避免对管道系统造成损害。定期检查并紧固阀门转动部位的紧固件。防止由于长时间振动和工作负荷引起的松动，确保紧固件安全可靠，避免因松动而导致阀门失效或漏气。

对于阀杆和其他金属转动部位，应进行防锈处理，以减少腐蚀和磨损。可以使用防锈涂层或其他合适的防腐措施，根据具体情况选择合适的方法。定期检查阀门转动部位的润滑状态，确保润滑剂的充足和正常运行。根据制造商的建议，定期添加或更换润滑剂，避免因润滑不良而导致的摩擦和磨损。

定期检查阀门转动部位的密封性能，确保阀杆密封和其他密封部件完好无损。检查阀杆密封圈是否有磨损、老化等问题，及时更换和修复。在阀门操作过程中应注意轻柔操作，避免剧烈冲击和过大的力量。当有异常情况出现时，如阀门转动不畅或阻塞，应立即停止使用，并进行相应的检修和维护。

5.3 对阀门注脂时的保养

对于天然气长输管道阀门的保养措施，注脂是其中重要的一项。对阀门注脂时的保养措施包括选择适用于天然气管道环境的高温、高压耐受性好的注脂材料。常用的注脂材料包括润滑脂和注脂脂。按照阀门制造商的要求和推荐，采用正确的注脂方式。可以使用手动或自动注脂设备进行注脂作业。确保注入的注脂材料能够完全覆盖关键部位，如阀杆、活塞杆、密封面等。

根据阀门使用频率和工况特点，制定合理的注脂周期。通常建议每年至少进行一次注脂操作，或者根据阀门工作状态和使用寿命来确定具体的注脂频率。清洁阀门表面，在注脂之前，先对阀门表面进行清洁。清除尘土、油污等杂质，确保注脂材料能够充分附着在阀门表面。

控制注脂量，严格控制注脂量，避免过量注脂造成泄漏和污染。根据阀门类型和尺寸，注入适当的注脂材料量，保证润滑效果。检查注脂效果，在注脂完成后，检查注脂效果是否良好。观察阀门操作是否灵活，是否出现异常声音或泄漏现象。如果发现问题，及时纠正和处理。记录和管理，建立完善的记录和档案管理系统，记录每次的注脂操作，包括注脂时间、注脂人员、注脂量等信息。通过定期检查和记录，了解阀门的注脂情况和效果，方便维护管理工作。

5.4 对阀门进行填料的保养

天然气长输管道阀门中的填料是保证阀门密封性的重要组成部分，对其进行正确的保养措施可以延长填料的使用寿命和保持阀门的良好密封性能。定期检查阀门的填料是否存在磨损、松动或老化等问题。可以观察填料表面是否有裂纹、损伤或过度紧缩，确保填料的完整性。定期清洁填料表面的污垢和杂质，避免污物堆积或凝结在填料中导致泄漏或损坏。可以使用柔软的刷子或湿布擦拭填料表面，不要使用硬物或金属刷清洁。

根据需要，适时调整填料的紧度。应确保填料紧固力度适中，过紧容易引起摩擦热量过高，过松则容易发生泄漏。根据厂家要求或略带开车、运转时填料小部分流失即可。根据阀门填料的使用寿命和工作条件，定期更换填料。当发现填料出现严重磨损、老化或泄漏情况时，应及时更换新的填料，以保证阀门的密封性能。根据天然气长输管道的工作条件选择适合的填料材料，常用的填料材料有可膨胀填料、聚四氟乙烯 (PTFE) 填料、柔性石墨填料等。根据管道介质的特性和工作压力温度等参数选用合适的填料材料，以确保填料在工作条件下具有良好的耐磨损和耐腐蚀性能^[5]。

6 结语

天然气长输管道阀门的维护与保养是确保管道系统正常运行和安全可靠的关键措施。通过定期检查、清洁、润滑以及及时处理异常情况，可以有效延长阀门的使用寿命，并减少事故和故障的发生。在进行维护与保养时，需要严格按照规范和标准进行操作，确保操作安全，并严禁擅自改动阀门及其部件。只有做好维护与保养工作，才能保障长输管道阀门的正常运行，为天然气输送提供可靠保障。

参考文献：

- [1] 马武, 刘志军. 浅析天然气长输管道阀门的维护与保养 [J]. 中国设备工程, 2023, (24): 72-74.
- [2] 蒋安荔, 甘捷, 余俊. 天然气长输管道压缩机组振动监测方式分析研究 [J]. 压缩机技术, 2023, (06): 29-31.
- [3] 何海洋, 王钰文, 陈林燕等. 基于试验的天然气集输管道失效性机理分析 [J]. 科学技术与工程, 2023, 23(35): 15044-15051.
- [4] 徐像雄, 孙甲岐, 赵良波. 天然气长输管道安全风险评估及本质安全优化措施 [J]. 四川化工, 2023, 26(06): 43-46.
- [5] 桂巍. 天然气长输管道线路选择及施工技术 [J]. 化学工程与装备, 2022, (05): 99-100+117.