

天然气长距离输送压力管线阀门的故障与维护

张宗顺（东营鸿源石油科技有限公司，山东 东营 257300）

摘要：在经济飞速发展的同时，社会对石化资源的需求也在不断增长，保障能源供应的稳定和安全已成为人们普遍关心的问题。长距离输送压力管线是当今主要的一种天然气传输形式，具有施工方便、安全可靠等优点。但是与此同时，在实际使用中仍受到各类因素影响导致阀门位置产生故障，存在一定的安全风险，必须进行有效处理。基于此，本文首先阐述天然气长距离输送的主要内容和问题，其次分析天然气长距离输送压力管线阀门主要故障，最后提出具体建议，以期为该领域的后续研究提供参考。

关键词：天然气；长距离输送；管线；阀门

中图分类号：TE973

文献标识码：A

文章编号：1674-5167(2025)019-0120-03

Malfunction and maintenance of valves in long-distance natural gas transmission pressure pipelines

Zhang Zongshun (Dongying Hongyuan Petroleum Technology Co., Ltd., Dongying Shandong 257300, China)

Abstract: With the rapid development of the economy, the demand for petrochemical resources in society is also constantly increasing, and ensuring the stability and security of energy supply has become a common concern for people. Long distance transmission pressure pipelines are currently the main form of natural gas transmission, with advantages such as convenient construction, safety, and reliability. However, at the same time, various factors still affect the valve position in practical use, resulting in certain safety risks that must be effectively addressed. Based on this, this article first elaborates on the main content and problems of long-distance natural gas transportation, then analyzes the main faults of pressure pipeline valves in long-distance natural gas transportation, and finally puts forward specific suggestions, in order to provide reference for subsequent research in this field.

Keywords: natural gas; Long distance transportation; Pipeline; valve

天然气是我国推进能源转型和保障能源安全的重要内容，当前我国能源有效开发利用主要采用长距离管线运输方式。在此过程中，阀门起着防止气体泄漏和掺混等重要作用，如果阀门出现故障，天然气运输会受到影响，还会产生较大的安全风险。为此，在长距离输气管线中，必须对阀门进行适时维护，以确保长距离输气管线的安全、平稳运行。因此，本文的研究具有一定的现实意义。

1 天然气长距离输送概述

1.1 特点

在现代发展过程中，生活质量的提高对各类能源的需求量不断增大。以天然气为代表的能源成为社会生活中不可或缺的重要驱动力，为生产、生活提供有效支持。在此过程中，为保证天然气及时有效地供应，通常会采用长距离输送的方式实现天然气资源的共享配置。但是与此同时，在实际运行的过程中也产生了一定的问题，威胁到天然气输送安全。就天然气长距离输送本身而言，主要具有以下特点：第一，输送处于高压状态下。国内的天然气管线材料为碳钢，无论采用埋地敷设或采用空中敷设的方式，其输送压力均大于 1.5MPa^[1]。因为管线输送的距离比较长，因此管

线相互间都是通过焊接来进行连接。长期处于高压工作条件下，管线衔接处、转角等部位容易出现损坏和裂缝，进而造成气体泄漏，遇火甚至还会引发爆炸。第二，输送距离较远。由于输气管线的长度从数百米到数千米不等，因此在输送过程中要运用到多种部件，包括法兰、垫片、膨胀节等，在苛刻的工作条件下很有可能会受到某些因素的影响而导致部件损坏、失灵，同时还会带来一定的安全风险。第三，具备惰性气体。天然气长距离输送管线中往往需要注入惰性气体，对管线残渣进行有效清理。清理过后，要通过开展气密性试验对其安全情况进行检测。在清理不彻底的情况下十分容易引起火灾爆炸情况，因此必须保证清理彻底、干净^[2]。

1.2 常见问题

首先，天然气长距离输送管线的设计不够合理。天然气长距离输送管线由于其自身特点使然，再加上需要跨越大范围的地理环境和气候环境，因此对设计提出了更高的要求。针对我国天然气长距离输送管线设计现状进行分析，发现存在布局不合理、输气管线受力、热力和参数计算不够完善、强度不符合要求等多种问题。此外，还存在一些管线阀门和仪表使用不

当以及设计上的缺陷，影响管线运行的安全。

其次，管线受多种因素影响容易被腐蚀。导致管线发生腐蚀主要有两个方面的因素，一是外界环境因素，因此多数管线横跨多个省市，各省市的气候条件、地质情况等差异较大，有些区域还会遇到恶劣的气候，极易引起管线腐蚀问题的出现。二是天然气本身所含气体介质化学性质不够稳定，在运输时会出现冷凝现象，从而引起管线腐蚀问题。此外，天然气长距离输送管线与环境条件息息相关。长距离输气管线的敷设是一项难度很大的工作，施工距离长，跨度大，有些区域天气条件差，施工周期长。气候原因会使得管线质量出现问题，对设备造成损伤，增加工程的安全隐患。

最后，长距离输送管线缺乏及时有效的安全管理。长输管线工程工期长，涉及地形复杂，户外作业条件苛刻，因此对施工设施、施工技术、施工人员专业能力、工程监理等方面的要求都比较高。但实际上，因管线需要跨越多个地区，每个地区的管理模式不同，往往难以真正落实安全管理工作。部分管线出现的问题无法及时得到维护，导致安全风险不断上升^[3]。

2 天然气长距离输送压力管线阀门主要故障

2.1 质量不达标

天然气长距离输送压力管线阀门各种主要故障类型中，由于阀门自身缺陷和质量不达标而导致的故障是最普遍的。近年来，国内油气产业迅速发展，远距离输气管线的建设规模不断扩大，施工数量也在迅速增长。一些零部件制造商为节约生产成本，逐步降低了对管道生产的品质要求，从而获取更多的经济利益。长输油气管线的各种性能需求不同，其阀门又分为许多种类，在实际的工作中必须对每种类型的阀门生产进行严格控制，保证阀门质量，这也就导致生产成本不断上升。

在这样的情况下，有些阀门生产企业为减少生产成本，增加利润，渐渐忽略了对产品质量的要求，致使长输管线工程施工中使用了许多劣质阀门。尽管管线阀门在使用时不会马上损坏，但其本身质量不达标，再加上多种因素的影响，很容易出现损坏问题，进而引起安全风险。

2.2 安装不规范

在长距离输气管线安装阀门的过程中，必须根据行业标准规范要求完成各项操作，这是一项技术性很强的工作，要求由专业技术人员来完成。但在工程实践中，技术人员本身的专业能力不足，也存在主观忽视的情况，导致阀门安装不符合相关规范。长距离输气管线施工距离长，各管段之间使用多种类型阀门，

若安装不当，很容易导致阀门型号不符要求，导致出现故障。此外，长距离输气管线会长期受外界因素的影响，若外界温、湿度变化较大，则其输送压力将随之变化，从而对管线的安全运行造成威胁。在阀门装配时，应针对管线运行条件的限制，选用合适型号的阀门进行安装，并保证操作规范，才能够减少后续出现故障的情况^[4]。

2.3 操作不合理

在长距离输气管线运行过程中，部分操作人员存在操作不合理的情况，极易导致阀门失效和故障，这也是引起阀门问题的重要原因。在平时的工作中，操作人员需要经常对阀门进行调整，若不遵循规范的操作规程，极易造成阀门故障，进而产生安全问题。比如未严格按照操作规程调整阀门，导致阀门不能正常开关，操作步骤不正确导致阀门失效等，会导致长距离输气管线中压力剧烈变化，产生较大的安全隐患，甚至造成严重的安全事故。另外，在平时的运行中，要对管线阀门运行状况进行定期检测，确认其是否处于正常状态，但往往这种检测无法有效开展。

2.4 维护不及时

要保证长距离输气管线运行的安全性和可靠性，对各部分的阀门要做好日常检测和维护工作，对可能出现的安全风险做好尽早预防、尽早处理。对于阀门检测工作，目前常用两种方式，一是利用测试设备对长输气管线压力值进行查验，二是对管线阀门进行缺陷检测，确认是否处于正常状态。长距离输气管线阀门由于受到油污影响，在长期运行过程中会产生大量污垢，如果不及时清理会导致阀门不能正常开关，要求进行定期清洁维护。但实际上，阀门定期清洁维护工作往往难以真正落实，维护人员忽视阀门维护的重要性，通常要很长时间之后才会敷衍检查一次运行情况，难以做到风险预防。

3 天然气长距离输送压力管线阀门维护措施

3.1 合理选择阀门材料

针对天然气管线的不同压力，应选择适当的材料制造阀门，以有效保障阀门质量安全。在此过程中，兼顾经济性和质量的双重要求，需要考虑到以下内容：

第一，通过脱硫处理后，天然气中还会有微量的硫化氢，这种气体具有很大的毒性和腐蚀性，会与铁物质发生反应形成硫化物，呈现片状脱落状态，对机械设备产生腐蚀作用。所以，在选择管线阀门的时候，一定要选择具有良好抗硫性能的材料。

第二，当压力小于 0.2 MPa 时，推荐使用灰铸铁阀门。尽管灰铸铁的强度差，脆性大，但因其防腐能力强、成本低而备受青睐。所以考虑到造价情况，施

工时可以选用灰铸铁阀门。

第三，在 $0.2\text{MPa} < P \leq 0.8\text{MPa}$ 的情况下，应选择球磨铸铁或铸钢阀门，并以前者为佳。虽然两者在机械性能上几乎一致，但是在耐腐蚀性和浇铸技术上，前者要优于后者，且成本只有铸钢阀的70%。在此过程中需要注意，如果选择了球磨铸铁阀门，那么就必须要对其产品质量进行查验。

第四，在压力大于 0.8 MPa 的情况下，推荐使用铸钢阀门。

第五，根据需要还可以考虑使用PE球阀。最近几年，大部分天然气公司都开始对PE球阀进行应用，主要应用在中低压管线之中。PE球阀可以直接埋入地下，具有良好的密封性，但是其成本比较高，尤其是DN100级以上的球阀会产生更多的成本支出。当前，PE球阀正处在普及应用的过程中，其反馈的结果各不相同，可以根据实际需要进行选择。

3.2 定期检查阀门情况

为了保证长距离输气管线的正常、安全、可靠运行，需要相关工作人员对其进行定期检查。例如，在检验阀门密封性的过程中，如果发现阀门的密封性不合格，就应该马上按照问题严重程度进行修复或替换。在检修过程中，应将阀门开关附近的杂物及时清除。对管线装置连接部位进行检测时，要确认是否存在泄漏情况，如果发现泄漏要立即查明造成泄漏的原因，并采取适当措施进行处理，现场严禁明火。一般来说，天然气站场设备需要实行日检、月检多种巡检方案，而维护则是六个月一次。特别要注意的是，冬季维护频率则要更多一些。

3.3 加大阀门保养力度

3.3.1 转动位置保养

在选定了适合材料的阀门之后需要按照具体规范进行安装，随后操作人员要对阀门进行多次操纵转动进行检测。在阀门转动的过程中，不可避免地会产生一些损耗，因此对阀门转动部位的维护就显得格外重要。相关工作人员可以在转动位置添加润滑油进行润滑维护，润滑油在使用之后就会慢慢消失，转动位置恢复到原有状态，同时由于润滑作用逐渐消失，天然气管线的内部温度也会下降，如果阀门转动部分没有得到足够润滑，那么就会导致更严重的磨损。因此，要定期对阀门转动部分进行润滑维护，有效减少损耗，减少由于阀门损坏给管线输送安全性带来的风险。

3.3.2 填料保养

填料时要对突发状况高度关注，在开启和关闭阀门的时候很可能会出现渗漏情况，如果填料遗漏就会导致管路阀门失效。所以，相关人员应该加强维护工

作力度，有效延长填料使用寿命。通常情况下，阀门出厂之前都需要对填料的弹性进行检测，以保证其满足标准要求。特别要留意阀门安装时，要确保工作人员将阀门螺母拧紧，但不可过度，以免填料失去弹性。对于填料保养，有关工作人员要在其运行后一段时间进行润滑处理，如果出现材料短缺的问题要立即进行补充，保证阀门运行安全^[5]。

3.3.3 涂层处理

加强长距离输送管线内外壁的防腐能力，可以通过涂层处理的方式来完成。在天然气管线中，常用的方法是使用环氧粉末作为防腐材料，它的粘附性很强，可以有效提高管线内外耐磨性能。环氧树脂通常采用三层PE技术，该技术是目前使用比较多的管线防腐技术，可以有效提高管线防腐蚀性能。环氧树脂可以降低紫外线对涂层的影响，使得涂层即使在阳光照射下也可以牢固结合，从而达到防腐的目的。为此，在对管线阀门进行维护保养的过程中，也可以利用防腐涂料对阀门进行处理，通过防腐涂层来强化阀门防腐蚀能力，避免在后续使用过程中出现损坏，延长阀门的使用寿命，从而进一步提高长距离输送管线运行的安全性。

4 结论

通过文章的分析和研究可以得知，长距离输送压力建管是当今主要的一种天然气传输形式，具有施工方便、安全可靠等优点。但是与此同时，在实际使用中仍受到各类因素影响导致阀门位置产生故障，存在一定的安全风险，必须进行有效处理。基于此，本文提出几点建议：合理选择阀门材料、定期检查阀门情况、加大阀门保养力度，通过多个层面维护措施的落实进一步强化管线阀门质量，保证使用效果，从而为天然气长距离输送提供有效支持。

参考文献：

- [1] 左丽丽,王珑云佳等.天然气管线计划性放空回收数值仿真模拟[J].天然气工业,2025,45(01):175-186.
- [2] 史鸿博,王少聪等.含砂天然气套筒式节流阀内部两相流动特性分析[J].排灌机械工程学报,2025,43(02):139-146.
- [3] 付强,周守为等.微纳米限域空间内天然气水合物动态相变规律与表征[J].天然气与石油,2024,42(06):25-34+6.
- [4] 万春燕,张贺恩等.海洋天然气水合物降压开采装备现状与技术探讨[J].石油机械,2024,52(10):83-90.
- [5] 李美瑜,成思搏等.基于声发射参数和支持向量机的天然气站场阀门内漏诊断[J].管道技术与设备,2024,(05):33-36+52.