

天然气管道运行中常见设备故障与应对措施

闫炳成（中国石油天然气股份有限公司天然气销售内蒙古分公司（中石油昆仑燃气有限公司内蒙古分公司），内蒙古 呼和浩特 010000）

摘要：天然气作为一种绿色可再生能源，具有燃烧更充分、对环境污染小的特点，因此得到了大力推广。由于天然气主要采用管道运输的方式，故设备故障对其运输使用影响较大。基于此，本文对天然气管道运行中的常见设备故障如焊接、过滤器、管道腐蚀等进行具体分析，并提出常见提高焊接质量、定期进行过滤器和阀门维护、强化管道质量控制、提高管道阴极保护力度等天然气管管理运行常见故障的应对措施，以期天然气的安全平稳运输提供参考，促进我国燃气事业的发展。

关键词：天然气；管道运行；设备故障；应对措施

随着全球能源结构的转型和清洁能源的大力推广，天然气作为一种高效、清洁的能源，其在能源消费中的比重逐年上升。然而，天然气管道在运行过程中，由于设备老化、操作不当、自然环境影响等多种因素，常常会出现各种设备故障，这不仅影响了天然气供应的稳定性，还可能引发安全事故，给人民生命财产安全带来严重威胁。因此，深入研究天然气管道运行中常见的设备故障，提出有效的应对措施，对于保障天然气管道的安全运行具有重要意义^[1]。

1 天然气管道运行中常见设备故障

1.1 焊接问题

焊接问题是天然气管道运行中的常见问题。具体表现及成因如下：第一，焊缝出现不平整，未形成闭合的圈，导致有缝隙和漏洞。这是由于管道与管道之间的高度差异在对接时没有对齐，造成焊接偏差。第二，由于电焊电流过大或配件轻薄，焊接材料融化后流到配件表面，形成穿孔。这是因为没有选择适当的配件或在焊接时温度过高。第三，焊缝内部存在漏焊，焊接处牢固程度有限，容易在使用过程中形成裂缝，导致天然气泄漏^[2]。第四，母材或填充材料表面氧化、有油污、上锈，或焊条、焊件未烘干，导致焊缝中气体含量增加，形成气孔缺陷，降低焊接强度。

1.2 过滤器故障

过滤器故障一方面可能会导致天然气泄漏，引发安全问题，并对环境造成污染。

其表现如下：第一，流量减小。当过滤器内部出现堵塞时，天然气流量会明显减小。第二，压差增大。随着过滤器内部堵塞程度的加剧，过滤器前后的压差会明显增大。如果压差超过设定的安全范围，这通常是过滤器需要更换滤芯的信号。第三，泄漏。长时间

使用后，过滤器的法兰或快开盲板可能出现泄漏。

成因如下：第一，杂质积累。天然气中可能含有各种杂质和固体颗粒，这些杂质在通过过滤器时会被拦截下来。随着时间的推移，杂质会逐渐积累在过滤器内部，导致堵塞和压差增大。第二，材料老化。过滤器材质在长时间使用过程中会逐渐老化，特别是在高温、高压或腐蚀性环境下，老化速度会更快。老化的材料可能导致泄漏、裂纹或破损等问题。第三，设计或制造缺陷。如果过滤器的设计不合理或制造过程中存在缺陷，也可能导致故障的发生。例如，过滤器的流通面积过小、密封结构不合理或焊接质量不佳等都可能影响其正常运行。第四，维护不当。如果维护不当或忽视维护，过滤器的性能会逐渐下降，最终可能导致故障^[3]。

1.3 管道腐蚀

管道腐蚀会削弱管道的强度和结构完整性，增加管道泄漏和破裂的风险。一旦天然气泄漏，不仅会直接给管道运营公司造成财产损失，而且泄漏的天然气可能遇到火源引发火灾或爆炸事故，严重威胁人员安全和周围环境。

天然气管道腐蚀表现多样，一般而言具有以下三种形式：第一，点蚀。这是天然气管道腐蚀的一种基本类型，表现为在管道上呈现为点状或小孔状，导致管道局部被腐蚀。虽然点蚀的渗漏情况并不特别严重，但由于其不易被发现，检修难度较大，因此很难得到及时处理和修复，长期下来会对管道的安全运行构成威胁^[4]。第二，丝状腐蚀。这种腐蚀主要表现在天然气管道的保护膜下方，呈现为丝状。丝状腐蚀在天然气运输过程中容易产生较为严重的威胁，因为它会逐渐侵蚀管道的保护层，进而影响到管道的整体结构强

度。第三，均匀腐蚀。主要表现为整个天然气管道的综合整体腐蚀。虽然该类腐蚀问题的影响面积较广，但程度一般并不深。然而，如果得不到及时处理，均匀腐蚀也会逐渐加剧，最终对管道的安全运行构成严重威胁。这种腐蚀现象通常发生在裸露的天然气管道表面，由于腐蚀性物质与天然气管道的直接接触而形成。

1.4 阀门失效

阀门失效对天然气管道的运行带来的危害不容忽视。一方面，阀门失效可能导致气体泄漏，另一方面，一旦阀门出现问题，可能会对其他设备造成冲击或损坏，导致连锁反应，加剧故障的严重程度。

具体而言阀门失效的表现如下：第一，阀门无法正常开关。阀门在需要打开或关闭时无法顺利动作，可能是由于内部机构损坏、卡住或外部操作机构故障等原因造成的。第二，阀门内漏。阀门关闭后，仍有气体通过阀门泄漏。这可能是由于阀门密封面受损、密封材料老化或操作不当等原因导致的。阀门内漏不仅会造成能源浪费，还可能引发安全隐患。第三，阀门外漏。阀门本身或连接处出现气体泄漏。这可能是由于阀门连接松动、密封件损坏或管道腐蚀等原因造成的。外漏现象直观可见，容易发现，但如果不及及时处理，也可能引发严重后果。第四，阀门操作不灵活。阀门在操作过程中感觉阻力大、不顺畅。这可能是由于阀门内部积存杂质、润滑不良或机构变形等原因导致的。第五，阀门指示不准确。阀门开关位置的指示与实际位置不符，可能是由于指示器损坏或连接松动等原因造成的。

1.5 压缩机振动

首先，压缩机振动会导致机器零部件的松动、脱落或疲劳断裂，会直接影响压缩机的运行稳定性和使用寿命，甚至可能引发更严重的设备故障。其次，振动会增加机器的摩擦损失和能量消耗，导致能源利用效率降低。压缩机振动的主要表现通常包括机器整体的晃动或摇晃，以及特定部件或结构的异常振动。这些振动可能会随着压缩机的运行而加剧，并可能伴有异常的噪音。

究其原因如下：第一，气流脉动。天然气管道运行过程中，气体的流速、压力以及密度等参数会随时间变化，这种现象称为气流脉动。在压缩机运行过程中，其运行参数以及吸排量也会产生时间性的变化，这会导致管道内天然气的相关参数产生变化，进而产生激振力，使得压缩机和管道产生振动。第二，机械

问题。压缩机自身的机械问题，如轴承磨损、齿轮间隙过大或过小、转子不平衡等，都可能导致压缩机振动。这些问题可能是由于设计缺陷、制造质量不佳或长期运行磨损等原因造成的。第三，安装不当。压缩机的安装过程中，如果安装不精确或固定不牢固，也可能导致振动。例如，基础不平整、螺栓松动或连接不紧密等都可能引发振动。第四，运行条件。压缩机的运行条件，如进气压力、温度、湿度等，如果不在规定范围内，也可能导致振动。此外，操作不当或维护不及时也可能加剧振动问题。

2 天然气管道运行中常见设备故障的应对措施

2.1 提高焊接质量

提高焊接质量是确保天然气管道运行安全稳定的关键措施之一。首先，需要选择合适的焊接材料。根据被焊接材料的特性和焊接要求，选择合适的焊接材料。这包括焊丝、焊条等的选用，以确保焊接接头的强度和密封性能。其次，控制焊接工艺参数。保持合适的焊接电流和电压，以及适当的焊接速度。这些参数对焊接接头的质量和强度有着重要影响。需要根据实际情况进行调整，确保焊接接头的充分熔合和焊接质量。再次，保证焊接环境清洁。焊接过程中，焊接接头的质量很容易受到外界环境的影响。因此，需要保持焊接环境的清洁，避免杂质、水分等污染物进入焊缝，影响焊接质量。最后，合理选择焊接方法。根据具体的焊接任务和被焊接材料的性质，选择合适的焊接方法。常见的焊接方法包括手工电弧焊、气体保护焊、激光焊接等。合理的焊接方法可以提高焊接效率和接头质量。同时，加强焊后处理：焊后处理是确保焊接接头质量的重要环节。包括焊缝的清理、检查和必要的修复工作。需要严格按照规范进行操作，确保焊接接头的完整性和密封性。

2.2 定期进行过滤器和阀门维护

对于天然气管道运行中常见设备故障的应对措施，定期维护过滤器和阀门至关重要。在过滤器维护方面，首先需要定期检查过滤器外壳并清除其中的灰尘或杂物。使用柔软的刷子清洁过滤器网格，确保无阻塞。完成清洁后，将过滤器重新安装到原位。其次，根据燃气过滤器的使用寿命或维护计划，定期更换滤芯。在更换前，应关闭燃气过滤器的进气阀门，然后拆下旧滤芯并正确处置。安装新的滤芯时，要确保连接牢固，不漏气。更换后，打开进气阀门并检查过滤器是否正常工作。最后，定期检查燃气过滤器的压力，使用压力表测量过滤器的进气和出气压力。如果压力

不正常,应及时调整或更换燃气过滤器。在维护过滤器时,务必注意防止滤芯上的污染物或废气直接接触皮肤或吸入,同时严禁在火源或明火附近进行维护保养。

在阀门维护方面,第一,定期给阀门进行润滑,保障阀门的灵活性和可靠性。第二,对阀门进行密封检查,采用水压试验或气密试验进行检查;对于小口径阀门,应通过观察阀门轴承、轴承处密封情况等方式进行检查。如发现泄漏或密封不良,应立即进行维修。第三,阀门往往处于管道中重要的分界点,若遇到管道堵塞现象,会影响正常的阀门使用。因此,应定期清洗阀门过滤网、轴承处等位置,预防管道堵塞情况的发生^[5]。

2.3 强化管道质量控制

强化天然气管道质量控制是确保天然气管道运行安全稳定的重要措施。首先,选用优质管材。选用符合国家标准和行业规范的优质管材,确保管材具有足够的强度、韧性和耐腐蚀性。在选择管材时,应充分考虑管道的工作环境、输送介质的特性以及管道的使用寿命等因素。其次,严格把控焊接质量。焊接是天然气管道安装过程中的关键环节,焊接质量的好坏直接影响管道的整体质量。因此,应严格控制焊接工艺,确保焊接接头质量符合设计要求。同时,对焊接人员进行定期培训,提高其焊接技能和操作水平。再次,加强防腐措施。天然气管道在运行过程中容易受到腐蚀的影响,因此应采取有效的防腐措施。可以采用涂刷防腐涂料、阴极保护、缓蚀剂防护等方法,提高管道的防腐性能。同时,定期对管道进行防腐检查和维护,确保防腐层完整有效。最后,加强质量检测与监控。在天然气管道运行过程中,应定期对管道进行质量检测,包括壁厚检测、焊缝检测、腐蚀检测等。利用先进的检测技术和设备,对管道进行全面、准确地检测,及时发现并处理潜在的安全隐患。

2.4 提高管道阴极保护力度

第一,优化阴极保护系统设计。在设计阴极保护系统时,应充分考虑管道的工作环境、土壤电阻率、管道材质等因素。采用合适的阴极保护方法,如牺牲阳极阴极保护或外加电流阴极保护,确保保护电位达到要求。

第二,选用高性能的阳极材料。对于牺牲阳极阴极保护,应选用具有高电位、低自腐蚀率的阳极材料,如锌、铝、镁等合金。这些材料能够提供稳定的保护电流,延长阳极的使用寿命。

第三,加强阳极床位置的选择与管理。阳极床位置的选择对阴极保护效果至关重要。应选择土壤电阻率低的区域作为阳极床位置,并定期进行土壤电阻率的检测与监测。同时,加强对阳极床的维护与管理,确保其处于良好的工作状态。

第四,定期检测与调整保护电位。定期对管道进行电位测量,确保阴极保护电位处于合适的范围内。如果发现电位不足或过高,应及时调整保护参数或更换阳极材料,以确保阴极保护效果。

第五,加强管道涂层保护。涂层是防止管道腐蚀的第一道防线,与阴极保护相辅相成。应选用高质量的防腐涂层,并加强涂层的施工与检测工作。对于涂层破损或老化的情况,应及时进行修复或更换。

第六,建立完善的监控与报警系统。利用现代技术手段,如远程监控、数据采集与传输等,对阴极保护系统进行实时监控与报警。一旦发现阴极保护系统出现故障或异常,能够及时进行处理,防止管道腐蚀事故的发生。

3 结语

做好天然气管道故障的应对措施有利于提升天然气管道运输的安全性和稳定性,推动天然气事业发展。本文在对天然气管道运行中的常见设备故障如焊接、过滤器、管道腐蚀等进行具体分析的基础上,提出了提高焊接质量、定期进行过滤器和阀门维护、强化管道质量控制、提高管道阴极保护力度等天然气管道运行常见故障的应对措施,然而,随着技术的不断进步和管道运行环境的不断变化,新的设备故障和应对措施也将不断出现。因此,需要持续关注天然气管道设备故障的最新研究,不断完善和更新应对措施,以确保天然气管道的安全、高效运行。

参考文献:

- [1] 邓俊超,戴智勇.天然气管道运行中常见设备故障及处理对策[J].化工设计通讯,2024,50(02):34-37.
- [2] 蔡智,王竞辉.天然气管道运行中常见设备故障及处理对策[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(05):36-37.
- [3] 艾青锋,欧阳珺.长输天然气管道腐蚀的形成与防腐保护措施探析[J].商品与质量,2020(2):116.
- [4] 杜鹏.探析天然气管道运行中常见设备故障及处理对策[J].中国石油和化工标准与质量,2019,39(02):55-56.
- [5] 王立国.天然气管道运行中常见设备故障及处理对策[J].现代工业经济和信息化,2022,12(08):324-326.