

天然气集输常见问题及处理措施研究

梁文豪（森诺科技有限公司，山东 东营 257000）

摘 要：随着我国经济的发展和社会的进步，我国能源领域也取得了非常大的发展，在我国能源领域中，天然气的开发和利用也占据着重要地位。在我国天然气开采中，天然气集输是非常关键的环节，然而由于天然气集输过程中存在着非常多的问题，不仅增加了天然气集输中的压力和难度，同时也使天然气集输过程中所存在的问题变得更加复杂。在这种情况下，人们开始对天然气集输过程中存在的问题进行研究和分析，并且提出了一些有效的解决措施，这样可以保证在以后的天然气集输过程中出现问题时，相关部门和人员可以及时采取有效措施进行处理。

关键词：天然气；集输；常见问题；处理措施

0 引言

在石油天然气开发中，天然气集输是其中一个重要的环节，其与石油天然气的运输有着直接的联系。通过对天然气集输的过程进行分析，可以发现其中存在着诸多的问题，如果不对这些问题进行处理，将会直接影响到整个开采工作的开展，甚至会威胁到开采人员的生命安全。因此，为了保证开采工作能够顺利开展，就必须要对天然气集输过程中出现的问题进行详细的分析和研究。在对天然气集输过程中存在的问题进行分析之后，就可以根据这些问题采取有效措施进行处理，从而使天然气集输过程能够顺利开展。本文就针对天然气集输过程中出现的问题以及处理措施进行详细分析。

1 天然气集输常见问题

1.1 凝析油堵塞

在天然气集输过程中，凝析油堵塞现象是影响生产效率和管道安全的重要问题。凝析油在特定温度和压力条件下从气体状态转变为液态，可能导致管道内部积聚，这样的积聚能否破坏管道内部的流体动力学平衡，及其对气体输送效率的具体影响程度需要被进一步理解。管道设计中哪些因素会增加凝析油堵塞的风险，包括但不限于管道尺寸、布局及材料选择，这些因素如何与凝析油的形成及堵塞关系相互作用。集输系统在不同的气候和地理条件下，运作过程中的温度变化如何影响凝析油的产生和聚集，以及在长期运行中，这些条件如何影响管道的整体健康状况和寿命。凝析油堵塞形成机制的细节描述和预测方法仍存在哪些技术难点，以及如何有效识别潜在的堵塞区域，监控系统的准确性和响应时间对于及时发现和响应凝析油堵塞事件的重要性体现在哪些方面。这些问题均需

深入分析，以提高天然气集输系统的可靠性和经济性^[1]。

1.2 水合物堵塞

天然气集输中的水合物堵塞问题是集输系统运营中必须面对的挑战。当气体和水在高压低温条件下相遇时，形成的水合物可能在管道内沉积，逐渐减缓或阻断气体流动。如何精确测量并评估水合物在管道内沉积的严重程度，以及这些沉积对整个天然气输送系统性能的长期影响，成为亟待解决的问题。环境因素如温度、压力和天然气成分对水合物形成的具体影响有待进一步探索，以便更好地预防堵塞发生。

1.3 腐蚀结垢

在天然气集输系统中，腐蚀与结垢问题对管道的完整性和输气效率构成了长期威胁。这些问题如何随时间累积影响管道材料和结构的稳定性，管道中各种腐蚀介质和垢形成物特性如何与系统操作条件相互作用，都是需要系统研究的课题。天然气输送过程中，不同成分的气体和环境条件如何促进腐蚀与垢的形成，以及这些过程如何在不同的管道设计和材料选择上表现出差异，都是需要进一步探讨的问题。监测技术在准确检测和评估腐蚀与垢层的程度上扮演了重要角色，如何提升这些技术的灵敏度和可靠性，使其能在早期阶段预警腐蚀与结垢状况，是确保天然气集输持续运行的重要环节。此外，气体中的杂质含量，如硫化物和碳酸盐，它们怎样影响结垢和腐蚀的发展，对此的深入了解对改善天然气集输系统的管理与维护具有重要意义^[2]。

2 天然气集输常见问题的处理措施

2.1 硫化氢腐蚀预防与控制技术

硫化氢腐蚀的预防和控制可以从几个方面着手。

首先,物质选择是预防硫化氢腐蚀的核心。可以使用更耐腐蚀的金属材质,如含镍的不锈钢或者在防腐条件下表现良好的特殊合金。在选材时,需要综合考虑材料的耐腐蚀性、强度、成本及加工性能。其次,材料表面处理技术也是预防腐蚀的重要手段。通过在金属表面涂覆防腐涂层,比如环氧树脂、聚乙烯等,可以有效地隔绝管道或设备与硫化氢接触,减少腐蚀的发生。除此之外,阴极保护是另一种广泛应用的方法,通过施加外加电流来抑制电化学腐蚀反应的进行。在操作层面,可以通过控制系统的操作条件来减少硫化氢腐蚀的风险。维持适当的操作压力和流速,以减少管道中硫化氢与金属表面接触的机会。同时,保持天然气中水分和 CO_2 的含量尽量低,因为它们会与硫化氢一起促进腐蚀的进行。除了这些预防方法,监测和维护也是硫化氢腐蚀控制的关键组成部分。定期检测天然气中硫化氢的浓度,以确保它是否处于可控水平之下。对天然气集输系统中的关键部件定期采取完整性评估和腐蚀速率检测,可以早期发现问题并进行必要的维修或更换^[3]。

2.2 杂质污染处理与纯净化技术

首先,去除液相杂质尤为关键。为此,集输系统通常装设气液分离器,用以分离出天然气中的液滴。此外,高效的脱水过程可通过使用干燥剂来吸收水蒸气,常见的干燥剂包括分子筛、活性氧化铝和硅胶。这些干燥装置在去除水分的同时,也能去除部分溶解性杂质。对于二氧化碳的移除,通常使用吸收法,例如胺吸收法是一种典型的处理工艺,通过让富含二氧化碳的天然气与胺溶液接触,二氧化碳被吸收后,再通过热解部分再生胺溶液以供循环使用。硫化氢的处理则通常采用碱性溶液洗涤或硫磺回收工艺,例如克劳斯工艺,这可以将硫化氢转化为元素硫,同时也能获得可出售的副产品。除此之外,还可以使用铁基或锌基固体脱硫剂直接去除 H_2S 。在保证天然气纯净化的同时,也非常重要的是监控和检测。通过在线分析仪器和取样分析,可以不断监测天然气流动过程中杂质的含量变化,这对于纯化工艺的调控和优化提供了实时数据支持。实现自动化的监控和控制系统有利于及时调整处理过程,确保天然气质量始终处于所需标准之内。除了这些工艺技术,还需要定期清洗管道和设施,以防积垢和沉积物的形成。这包括定期使用清管器来物理清除管线中的积聚物,并检查更换过滤元件。

2.3 凝析油堵塞防治与管理策略

首先,要确保天然气输送过程中的温度和压力控制得当。通过精确的温度和压力监测,可以避免凝析点的达到,而凝析点是天然气由气态转为液态的临界条件。能够有效地维持输送温度在凝析点以上,可显著减少凝析油的产生。其次,应当设计和执行合理的管道加热计划。通过使用加热带等辅助加热设备,保持管道处于一定的温度,以防止凝析油的形成,尤其是在地理位置较冷或艰险的路段。另外,还可以采用管道内注入抑制剂的方法来预防凝析油堵塞。专门的化学剂可以降低凝析油的形成,或提高其流动性,使其更容易在管道中流动而不是凝结。提高天然气的输送速度也是一个解决方案,这样可以有效地降低油滴在管道壁上沉积的机会。然而,这种方法需要精细的操作,以防加剧设备的磨损和撕裂管道内壁。在天然气预处理阶段增设高效的分离设备也是常见的预防措施。

在输送前对天然气进行深度的脱水和凝析油分离处理,可以大幅度降低输送过程中出现的问题。对于管道的设计和布局优化也极其重要,考虑采用最佳的管道坡度来促进凝析液的流动,同时在关键位置设置凝析油收集系统,以便定期清理。确保定期进行管道清洗也是管理策略的一部分,通过使用清管器来移除内壁上的堵塞物。

2.4 水合物堵塞的预防与解堵措施

要提前防止水合物形成,首要任务是控制好天然气的水分含量。在气体处理过程中加入脱水步骤,使用干燥剂,如分子筛或者甘露醇等,能有效降低水蒸气含量,减少水合物生成的可能性。此外,确保管道内的天然气温度和压力条件不满足水合物形成条件也至关重要。可以通过管道的保温和加热措施来保持天然气在需求的温度范围内流动。在不可避免会形成水合物的条件下,可以采用化学抑制剂。通常使用甲醇、乙二醇或其他化学物质从而降低水的冰点,或者抑制水合物的形成。虽然这种方法成本较高,且需细心管理化学注入量,但在有些场合是必要且有效的。为了更有效地监控水合物的风险,天然气集输系统可以配备水份和温度检测仪器。通过实时监测数据,可以迅速采取措施,如调整管道操作条件或加注抑制剂,以预防水合物形成。如果水合物堵塞已经形成,温柔施压是一种解堵的策略,即逐渐增加管道一端的压力,促使堵塞逐步释放。如果情况允许,管道加热也是解

堵的有效方式,提高水合物周围的温度可以使其分解。在一些情况下,物理方法也用于解除堵塞,如利用清管器,它们能推动水合物向管道的下一个段落移动直到清除。还有更侵入性的方法,如热水循环或用高压水射流切割水合物。除上述技术控制外,对操作人员的培训也非常关键。人员应具备识别和响应水合物形成风险的技能,并熟悉相应的预防和应急措施。同时,设立应急响应计划并定期进行演练也是必要的,以确保在水合物形成导致问题时,团队能迅速有效地反应^[4]。

2.5 天然气集输管道腐蚀与结垢防控策略

首先,进行精确的材料选择和管道设计是预防腐蚀的首要步骤。选择抗腐蚀材料或者对现有管材进行表面涂层,如使用环氧树脂,可以显著提高管道对腐蚀的防护能力。同时,优化管道设计,确保流体动力学特性最佳,以减少局部腐蚀和结垢。其次,保持管道内流体洁净是控制结垢的关键。这包括天然气的预处理,如脱水和除杂,去除那些可能导致结垢和腐蚀的物质。同时,对流体进行定期化验,检测 pH 值、二氧化碳和硫化氢等有潜在腐蚀性的组分,来指导后续的化学处理步骤。最后,使用腐蚀抑制剂和结垢抑制剂也是常见的防控策略。合理计算并注入这些化学剂,可以有效减缓腐蚀和结垢进程。然而,这些抑制剂的使用需要严格控制剂量,以避免未知的环境污染或者误操作带来的副作用。

除了化学处理,电化学保护措施也是防腐的一个选择。阴极保护是一种成熟的技术,通过施加直流电流来减缓金属的失电子反应,防止腐蚀发生。另外,结垢的物质积累可以通过定期的物理清洗来控制。例如,使用清管器定期清洁管道,可除去已形成的垢,保持管道内壁的清洁。这些物理方法通常相对低成本,且不涉及化学物质的使用。定期对管道系统进行检查和维护也至关重要。这包括使用内部检测工具(如智能清管器)和外部检查技术(如超声波测厚仪)监控管道状况。这样可以及时发现腐蚀和结垢的现象,并采取相应的矫正措施。

2.6 气液两相流动态控制与优化处理策略

首先,为实现高效流动,必须确保气液比例维持在最佳状态。这通常通过精确计算及优化注入量实现,例如通过调整输气井的产量,或者在必要时注入适量的水或其他液体来平衡气液两相流的比例。针对流动优化,使用流动模拟软件来模拟气液两相流的流动

特性,这有助于识别可能出现的流动问题,并可以为管网的布局设计和操作参数的选取提供依据。软件的利用可以实现管道系统的动态监控与优化,预测并避免潜在的流动问题,比如滞液、水击或者塞流现象。进一步,实时监控管道中的压力和流量也是关键。通过安装在管网关键节点的传感器,可以实时控制气液两相流的状态,从而及时调整操作参数,保持流动的稳定性。这也为远程监控提供了技术支持,允许操作人员在控制中心进行实时的决策和调整。为克服可能出现的不稳定流动,可以安装旁通管道、分离器和流量调节阀,它们可以帮助分离气体和液体,从而减小气液滞留或者震动对管网造成的影响。分离器尤其重要,因为它可以将气体和液体分离后独立处理,减少气体流中的液滴携带或液体中的气泡积累。流态控制还需要考虑起伏地形对气液流动的影响。对于地势起伏的管道,设计时需考虑足够的坡度和坡向,确保液体能够在重力作用下顺畅流动,防止积液现象的发生。在一些必要时,还可以通过安装助流装置,如泵站,来确保气液的平稳流动^[5]。

3 结束语

总之,天然气集输作为能源行业的重要组成部分,其高效与安全运营对于保障能源供应至关重要。本文通过针对集输过程中的腐蚀、结垢、水合物形成等各种问题探讨了一系列的解决策略,这些策略结合了材料科学、化学处理、物理清洁、流态控制及监测技术,旨在提升整个系统的运行效率和可靠性。未来,随着技术的不断进步和研究的深入,天然气集输领域将能够更好地应对各种挑战,确保能源安全和环境保护协调发展。

参考文献:

- [1] 李宏捷. 天然气集输气常见问题及对策 [J]. 化工设计通讯, 2018, 44(12): 195.
- [2] 潘磊. 天然气集输常见自动化仪表可靠性分析 [J]. 化工设计通讯, 2018, 44(04): 105-106.
- [3] 徐豫秦, 关福荣. 浅议天然气集输计量技术的发展 [J]. 化工管理, 2017(36): 120.
- [4] 张士睿. 天然气集输常见问题及处理对策 [J]. 化工设计通讯, 2017, 43(03): 174.
- [5] 都进芳, 周骏, 姚雪等. 天然气集输计量五阀组常见故障判断与处理 [J]. 仪器仪表用户, 2016, 23(12): 56-58+19.