

天然气长输管道的节能降耗技术研究

甘行健（中海石油（中国）有限公司天津分公司工程建设中心，天津 300459）

摘要：为了实现更好的生态文明建设与环境保护工作效果，我国进行了能源结构调整与改革，各种清洁能源得到大力推广，天然气作为其中之一，更是在诸多领域广为应用。天然气不易储存，故而主要是利用管道进行传输，因此随着天然气日常消耗量不断提高和应用范围持续拓展，天然气长输管道逐渐发展成为重要基础设施，由于天然气长输管道运行会产生巨大能耗与一定的天然气损耗，从而增加管道运行成本，所以本文主要分析天然气长输管道的节能降耗技术。

关键词：天然气；长输管道；节能降耗技术

0 引言

随着科技的发展，各行各业的生产能力和效率不断提升，对能源的需求也越来越大，为了深化实施生态环保工作，我国各个地区都在逐步落实煤改气政策，促使天然气长输管道工程规模越来越大。天然气具有易燃易爆特点，加之天然气集输过程中会出现大量的能源消耗，从而危害天然气企业运营经济效益，因此天然气企业应在高度重视天然气传输安全性与稳定性的同时，合理分析天然气长输管道运输过程中的问题，和降低长输管道运行动力能耗与天然气能耗的技术措施。

1 管道运输能耗分析

天然气运输的方式主要以管道和液化运输两种方式最为常见，相比其他运输方式（如航运、铁路运输等），管道运输被认为是天然气运输的最佳方式。它具有连续、高效、安全的特点，能够满足大规模天然气运输的需求。我国已经建设了庞大的天然气管道网络，形成了完善的管道运输系统。这些管道覆盖了广泛的地区，能够实现天然气的长距离运输和供应。在天然气管道的铺设过程中，安全性和稳定性是至关重要的考虑因素。管道的设计和施工必须符合相关标准和规范，确保管道的结构强度和耐久性，以应对各种外部环境和工况的影响。管道运输过程中的能耗是一个重要的问题，需要引起关注。能耗的高低直接关系到运输成本和能源利用效率。天然气运输能耗主要与管道的压缩、泵送和加热过程相关。这些过程中的能量损耗会导致运输能耗的增加。直接能耗损耗可以通过采用先进的压缩和泵送技术、合理的管道绝热和设备维护来降低。这些措施可以提高能源利用效率，减少能源浪费。除了直接能耗损耗外，还存在间接能耗损耗，如泄漏和损坏导致的能源浪费。定期进行管道

检查和维护，及时发现和修复管道问题，可以避免间接能耗损耗。控制间接能耗损耗对于降低天然气管道运输的成本非常关键。通过管道的定期检查、维护和修复，可以减少能源的浪费和损耗，提高运输效率和经济效益。

2 天然气长输管道系统运行中的能耗问题

天然气长输管道系统中的高能耗问题主要表现在以下几个方面：

①高含水量的天然气处理难度和成本更高，增加能耗：当天然气中含有较高的水分时，需要对天然气进行脱水处理，以满足管道运输的要求。脱水过程需要消耗大量能源，增加了能耗和处理成本；

②气田后期开采，天然气质量下降，处理难度上升：随着气田的开采进展，气田中的天然气质量可能会下降，例如含硫化物、惰性气体等成分增加。处理这些污染物的过程通常较为复杂，需要额外的能源和设备，导致能耗增加；

③设备老化，电能利用率低，转换损耗大，浪费电能：长时间运行的管道设备可能会出现老化和效率降低的问题。老化的设备通常具有较低的电能利用率，能量转换效率低，导致能耗的增加和电能的浪费；

④自主创新能力不足，设备节能设计不完善：在天然气长输管道系统中，自主创新能力和设备节能设计的不足可能导致能耗问题。缺乏先进的技术和节能的设备设计会限制能源利用效率的提高，增加能耗成本；

⑤传统集输方式与现代气田开采匹配度不高：传统的天然气集输系统可能无法充分适应现代气田开采的要求。例如，气田产出的气量增加，但集输系统的处理能力有限，导致负荷增加和能耗上升；

⑥接收系统性能跟不上产出增加，负荷和能耗上

升：当天然气供应量增加时，接收系统的性能可能无法跟上产出的增加。这可能导致系统负荷和能耗的上升，因为需要更大的处理能力来满足天然气的接收和分配需求。

3 天然气长输管道的节能降耗技术分析

3.1 优化管道压缩机组运行以降低能耗

天然气管道系统中的压缩机组需要根据实际的输送量来运行。当输送量发生变化时，合理调整压缩机组的运行参数，如转速、进气温度和压力等，以提高其效率。这可以通过自动控制系统实现，根据实时的输送量进行调整。在天然气管道系统的末端增加储气设施，如储气罐或地下储气库，可以平衡供气不平衡问题。这样可以减少压缩机组在瞬时负载变化时的启停次数，提高其运行效率，并降低能耗。优化管道压缩机组的自动控制系统，确保其在最佳工作状态下运行。通过精确的传感器监测，实时调整压缩机组的运行参数，如进气温度、压力和转速等，以保持最高效率运行，降低能耗。

3.2 选择高效驱动方式，提升压缩机能效

压缩机在天然气管道系统中起着关键的作用，它负责将天然气压缩到所需的压力以满足管道运输的要求。压缩机的能效性能直接影响整个管道系统的能耗水平。复式压缩机通过多级压缩来提高压缩效率，具有较高的热效率。然而，复式压缩机的结构相对复杂，易损件较多，需要更频繁的维护和更高的维护成本。离心式压缩机的热效率相对较低，但它具有自控调节的能力，可以根据实际需求进行负载调节，从而实现节能运行。当压气站与电网的距离较近时，选择电动机作为压缩机的驱动方式是合适的选择。电动机具有结构简单、干扰小和能耗低的特点，适用于较小规模和低功率的压缩机系统。当压气站与电网的距离较远时，选择燃气轮机作为压缩机的驱动方式更为适合。同时，结合高效的机组设计和热回收循环系统，可以最大限度地利用燃气轮机的热效率，降低天然气的消耗。无论是电动机驱动的压缩机还是燃气轮机驱动的压缩机，都应该充分利用机组的热效率。通过采用热回收技术，将压缩机排放的余热用于加热介质或发电，可以降低天然气的消耗，提高能源利用效率。

3.3 优化输气管道的运行

在天然气管道系统刚开始运输时，通过合理的计划和调度，实现供需平衡的同时尽量降低能耗。这可以通过合理的管道压力控制、流量调节和运行策略来

实现。通过动态监测天然气管道的运行状态和数据，包括压力、温度、流量等参数，及时调整输送量以适应实际需求。这样可以避免过量的天然气输送和相应的能耗浪费。优化管道控制系统的设计和运行，确保在满足天然气供应需求的同时，将能耗降到最低。这可以通过先进的自动化控制系统、优化的控制算法和实时优化策略来实现。

3.4 提高管道输气效率，降低系统能耗

在通过长输管道运输天然气能源的同时，应当有效控制 and 减少摩擦阻力。通过管道内壁的清洗和涂层处理可以实现该目标，以实现天然气在管道中流动效率的提升。清洗可以去除管道内的杂质和沉积物，涂层处理可以减少管道内表面的粗糙度，减少摩擦阻力。在输气站设置管道清洁设备，如过滤器和除尘器等，可以有效去除天然气中的固体颗粒和杂质，减少对管道内壁的磨损和堵塞，进一步降低压降。定期对管道进行清洁维护，清除管道内的沉积物和污垢，可以减少摩擦阻力，降低输气过程中的压降和能耗。合理设计增压站的间距，可以降低压缩机运行的压力差，提高压缩机的效率，减少能耗。通过减少增压站的数量，可以降低系统的能耗和维护成本。超声波流量计可以精确测量天然气的流量，避免管道局部流动的压降，提高管道系统的能效。通过实时监测和控制流量，可以减少能耗和压降。在管道系统中使用全开阀门代替其他类型的阀门，可以降低阀门的阻力消耗，减少能耗。全开阀门具有较低的压降和较高的流量能力，有利于降低管道系统的能耗。

3.5 引进先进的输气工艺

将天然气进行高压输送可以增加气体的密度，从而减少在管道中的摩擦损耗。高压输气可以降低气体的体积，减少在管道内壁的接触面积，从而降低摩擦阻力和能耗。通过增加天然气的密度，气体的可压缩性降低。在压缩机组对气体进行压缩时，可压缩性的降低会减少所需的能量，从而降低压缩能耗。富气（如天然气中的液化烃成分）的运输可以增加气体的密度，因此在相同输送量的情况下，富气的能耗相对较低。这是因为富气具有较高的气体密度，减少了摩擦损耗和压缩能耗。增加天然气的密度可以降低气体在管道中的流速，减少摩擦损耗。较低的流速会减少管道内壁与气体之间的摩擦，从而降低能耗。通过降低管道输气能耗，可以减少所需的增压站数量。增压站的运行需要耗费大量能源，通过降低管道能耗可以减少增

压站的数量,进而降低整个管道系统的能耗。

4 降低天然气长输管道消耗的策略

4.1 优化天然气长输管道系统

在规划天然气长输管道时,选择最优的管道路径非常重要。通过综合考虑地形、地质条件、土地利用、人口分布等因素,选择最经济和能耗最低的路径,可以减少管道的长度和所需材料,降低能耗和建设成本。在城市地区,完善供气管网可以优化天然气输送的路径。合理利用旧有的管道基础设施,降低新建管道的需求,减少资源消耗和能耗。这包括维修、升级和改造现有管道,以提高其效率和可靠性。当需要缩短管道长度时,确保输送安全是首要考虑因素。缩短管道长度可能涉及更多的弯头和连接点,增加泄漏和故障的风险。因此,在缩短管道时,应确保采取适当的安全措施,如使用高质量的密封和连接技术,以保证管道的完整性和安全性。管道系统中的气体泄漏和浪费会导致能耗的增加。因此,在管道路径的规划和建设中,应该避免潜在的泄漏和浪费风险。这包括避免穿越敏感区域、减少风险地带的管道长度,采用高质量的材料和工艺,以及定期进行检测和维护。

4.2 减少天然气输送过程的空放量

在进行天然气管道的维修和检修时,可以通过合理设置截止阀进行区段控制,将需要维修的管段与其他管段分隔开来。这样可以减少空放的范围和空放量,降低能源的浪费。在进行管道维修期间,可以使用移动式压缩机将维修区段内的天然气回收并继续输送。这样可以避免将天然气空放到大气中造成的能源浪费,同时保持管道系统的连续运行。通过提高管道的气密性,减少泄漏和漏气的情况,可以继续输送天然气而不需要进行大量的空放。这可以通过采用高质量的密封材料、加强管道连接等措施来实现。在进行管道维修时,根据经验和实际情况,可以设置合理的空放段长度。这需要考虑到维修工作的需要、安全要求以及空放损耗的控制。通过合理设置空放段长度,可以在满足维修需求的同时尽量减少能源的浪费。

4.3 避免天然气泄漏

天然气泄漏不仅会导致能源的直接损失,还可能对环境造成严重污染。天然气是一种有限的资源,泄漏会导致能源的浪费。此外,天然气中的甲烷是一种强效温室气体,对气候变化有贡献,因此泄漏也会增加温室气体的排放。天然气泄漏可以分为设备泄漏和管道泄漏两种类型。设备泄漏通常是由于设备的老化、

损坏或故障引起的,如阀门、管件、连接处等。管道泄漏则是由于管道本身的破损、缺陷或外部因素引起的,如腐蚀、机械损伤、施工质量等。设备老化是设备泄漏的主要原因之一。随着设备的使用时间增长,材料会逐渐疲劳、腐蚀,密封性能下降,从而增加泄漏的风险。因此,定期检查设备的状况,及时更换老化的部件,是预防设备泄漏的关键措施。管道泄漏可能由多种原因引起。管道的破损、缺陷(如腐蚀、裂纹)会导致泄漏,特别是在恶劣的环境条件下。此外,人为破坏也是管道泄漏的一大原因,例如非法挖掘、破坏或故意损坏管道。为了预防人为破坏,可以在管道周围设置标志和警示设施,提醒人们注意管道的存在和重要性。这有助于防止非法挖掘、破坏或故意损坏管道,保护管道的完整性和安全性。

5 结束语

天然气长输管道是必不可少的天然气集输设施,由于长输管道运行过程中产生的大量能源消耗与天然气损耗,会大大提升长输管道运行成本,从而对天然气企业经济效益造成不良影响。所以很有必要多方位探讨天然气长输管道运输过程中的弊端和不足,并分析梳理科学有效的降低长输管道运行动力能耗与天然气能耗的技术措施,以便为天然气企业健康运营和良性发展提供助力。

参考文献:

- [1] 张文喆,吕慕昊,黄天相.天然气长输管道设计中的节能分析[J].石油石化物资采购,2019(5):77-77.
- [2] 李俊,李鹏.长输管道输油工艺节能技术分析[J].商品与质量,2017(03):52.
- [3] 孙玉龙.浅谈油气长输管道节能降耗技术[J].区域治理,2018(39):1.
- [4] 王洪娟.关于长输管道输油工艺节能技术的研究[J].名城绘,2019(6):1.
- [5] 王亚男.长输管道输油工艺节能技术分析[J].城市建设理论研究(电子版),2015(20):2251-2251.
- [6] 于茜,赵子兴.浅谈新疆某压气站减少天然气放空改造方案的节能效果[J].环境保护与循环经济,2019(1):3.
- [7] 李慧.天然气长输管道的节能降耗技术[J].化学工程与装备,2017(4):2.
- [8] 李微.天然气长输管道的节能降耗技术措施[J].化工设计通讯,2018(11):125.