

# 探析天然气长输管道的节能降耗技术

姚 愿 闫贺森 黄章晋 范 厅 (国家管网集团贵州省管网有限公司, 贵州 贵阳 550081)

**摘要:**在我国经济持续发展的过程中, 为了保障生产领域以及生活领域的正常运行秩序, 天然气的使用量不断增加。天然气是一种安全无污染的能源, 具有环境友好性。这种能源具有特殊的属性, 一般采用管道输送介质将其输送给目标终端。在这一背景下, 天然气管道产业获得了良好的发展机遇, 目前, 我国为了满足各领域对天然气的需求, 已经建立了一定规模的供应系统, 但是与之配套的天然气输配管网目前还存在一些问题, 导致天然气在运输途中会产生较多的损耗。为了改善这一情况, 本文针对天然气长输管道进行了节能降耗技术探究, 首先阐述了天然气长输管道运输现状, 然后从工艺、设备以及减少天然气直接损失等方面进行了技术探究, 在遵守绿色环保原则的基础上提出了多种节能降耗技术。

**关键词:** 天然气; 长输管道; 节能降耗技术

中图分类号: TE832 文献标识码: A 文章编号: 1674-5167 (2026) 002-0100-03

## Exploring energy-saving and consumption reducing technologies for long-distance natural gas pipelines

Yao Yuan, Yan Heseng, Huang Zhangjin, Fan Ting (National Pipeline Network Group Guizhou Provincial Pipeline Network Co., Ltd Guiyang Guizhou 550081, China)

**Abstract:** In the process of sustained economic development in China, the use of natural gas continues to increase in order to ensure the normal operation order of production and daily life. Natural gas is a safe and pollution-free energy source with environmental friendliness. This type of energy has special properties and is generally transported to the target terminal through pipeline media. In this context, the natural gas pipeline industry has gained good development opportunities. Currently, China has established a certain scale of supply system to meet the demand for natural gas in various fields. However, there are still some problems with the supporting natural gas transmission and distribution network, which leads to significant losses during transportation of natural gas. In order to improve this situation, this article explores energy-saving and consumption reducing technologies for natural gas long-distance pipelines. Firstly, the current status of natural gas long-distance pipeline transportation is explained, and then technical exploration is carried out from the aspects of process, equipment, and reducing direct natural gas losses. On the basis of complying with green environmental protection principles, various energy-saving and consumption reducing technologies are proposed.

**Keywords:** natural gas; Long distance pipelines; Energy saving and consumption reducing technology

当前, 为了响应国家的绿色环保号召, 相关领域正在积极开展天然气研究、开发工作。例如, 汽车制造领域为了践行绿色环保的理念, 提出了利用天然气作为汽车动力来源的技术设想。现阶段, 我国的科技实力较几十年前大幅增强, 提高了气田开采的效能。在开采出天然气能源后, 为了解决天然气从开采地到使用地的输送问题, 技术人员提出了集输工艺, 在不破坏天然气纯度的基础上, 将其输送给目标用户。目前, 主要采用传输管道运输天然气, 虽然这种输送方式的效率比较高, 安全性也有保障, 但是在输送过程中还存在天然气损耗问题, 为了减少天然气损耗, 相关单位以及科研人员正在积极探索节能降耗技术, 目前, 已有部分技术得到了实践应用。

### 1 天然气长输管道运输现状

在天然气运输中, 最常见的做法是使用长输管道系统进行输送。针对天然气这种清洁能源而言, 在能源输送的过程中应用长输管道虽然具有一定的优势,

但是在运输途中, 由于多种因素的干扰, 长输管道也会面临一些问题, 如管道腐蚀、天然气泄漏等, 这些问题的存在不仅与绿色环保、节能降耗的理念相悖, 同时也会引发安全隐患。结合对天然气长输管道运输情况的分析, 天然气从开采地输送给用户的过程中, 会产生一定的直接损耗、间接损耗。为了响应绿色环保、节能降耗的理念, 应该加强对天然气运输损耗的关注, 避免能源无故浪费。

### 2 天然气长输管道节能降耗的具体技术

#### 2.1 工艺优化技术

##### 2.1.1 天然气长输管道系统改进工艺优化技术

为了保证天然气输送效率的基础上减少能源损耗, 可以从天然气长输管道系统改进的角度入手, 优化天然气的输送路径, 使其兼顾距离最短、路径最优的要求。在具体改进的过程中, 首先应该了解城市的供气管网, 针对原有管网的规划布局进行优化设计。为了防止发生资源浪费的问题, 在建设新增的输气管

道支路时,设计人员以及作业人员应该充分利用弃置的输气管道资源,减少不必要的管道设置。另外,为了防止天然气在输送途中因为摩擦因素而产生能耗,应该精简零部件的数量,以免因为阀门、弯头等增加天然气能耗。为了确保天然气在通过长输管道运输的过程中不会发生安全事故,在选择管道材料时,首要考虑的是该材料是否具备良好的抗腐蚀能力,防止管道因被腐蚀而出现能源泄漏危机以及爆炸事故。为了尽可能规避上述问题的出现,相关单位在针对天然气长输管道系统展开改进工作时,应该积极引入先进的自动化技术,动态获取长输管道中的天然气数据。在问题发生之前,通过分析数据提前识别风险或异常情况,并采取相应的预防措施,减少天然气在运输途中的能耗。

### 2.1.2 输气站址选择与系统优化技术

在应用长输管道输送天然气的过程中,除了需要使用长输管道外,天然气地面站也是不可或缺的,因此,它的选址非常关键。如果选址不当,会影响天然气输送效率,不利于实现节能降耗的目标。地面站通常选在地势平坦、具备良好的供电条件、给排水条件的位置。此外,地面站选址时要避开地震带、滑坡、泥石流、洪水易发等区域。在设计输气系统时,要对压气站、计量站、分输站等站点进行统一规划和联合设计,实现多重功能:例如,对天然气进行加压、计量、分离,满足远距离输送的技术要求。现代输气管道系统应用配备自动控制系统,实时监测管道参数,并对设备进行远程控制。采用电子巡查模式,通过远程监控系统对管道沿线进行自动巡检,当系统检测到管道发生泄漏时,立即触发报警系统,通知控制中心,并启动应急响应机制,迅速控制泄漏,减少天然气的损耗量,保证输气安全。

### 2.1.3 尖端传输工艺优化技术

在构建输气工艺,并将其运用于实际天然气输送过程中时,应该先明确天然气长输管道的能耗特点,基于对其能耗特点的分析,构建数学管理机制,合理分析高压输气、富气运输中的相关参数。首先,分析输气工艺中的高压输气的相关情况。这种天然气输送技术是目前应用较多的一种技术,可以提高输送能力并减少能量损失。在该技术的应用过程中,随着天然气在管道中向前输送,压力从天然气运输的起点到终点呈现逐渐下降的趋势,虽然气体流速会因压力下降而降低,但由于密度增加和摩擦阻力减少,使得单位能耗下输送的天然气量增加,从而提升了输气效率,有利于降低整体能耗,符合节能降耗技术目标的要求。其次,分析富气运输工艺。在利用这种工艺输送天然

气时,首先需要对天然气进行初步的处理,去除天然气中的水分、硫化物,然后再将其输送到长输管道中。这项输送工艺的特点是保留天然气中的乙烷成分,天然气以单一气态形式输送,这种工艺在目前的天然气长距离输送项目中表现出了良好的应用效果。由于这种天然气中富含烷烃类气体,这些气体的分子量比甲烷大,因此整体气体的密度较高,而密度高的气体在管道中流动时,其流速会相对较低,所以会在管道中产生较大的流动阻力。由于保留了较多的乙烷等高热值成分,天然气的整体热值会有所提高。由此来看,富气运输可以在节省成本的同时减少燃料消耗量。综合对这两种工艺的分析可知,其不但可以在天然气输送过程中发挥重要作用,满足能源输送效率的需求,同时还符合绿色环保的理念,是今后天然气长输管道发展的主要工艺趋势。

### 2.1.4 管道涂层工艺优化技术

在应用天然气长输管道运输天然气时,因为管道内部的管壁与天然气直接接触,随着天然气向前运输,二者之间在接触的过程中必然会产生摩擦效应,在摩擦的过程中,会损失一部分天然气。为了响应节能降耗的号召,减少因为摩擦而产生的能耗,可以从内部管壁入手。因为管壁的光滑程度会影响输送压力,且在输气量不变的前提下,二者之间存在负相关的关系,考虑到这一点,可以应用涂层工艺提高壁面的光滑程度,降低粗糙度,从而减小输送压力。相关研究人员通过实验证实,在天然气长输管道的内部管壁上应用涂层技术,其余运输条件保持不变,输气量可以较应用涂层工艺前增加4%~8%。此外,在管道输气量不发生改变的前提下,应用涂层工艺可以降低压缩机组的运行功率,合理控制设备在天然气输送过程中的能耗。此外,在涂层工艺的支持下,可以在原有间距的基础上,进一步增大邻近加气站之间的距离,缩减加气站的建设数量。

## 2.2 设备节能降耗技术

### 2.2.1 压缩机节能降耗技术

压缩机本身在运行过程中会消耗大量的能量,因此选择合适的压缩机类型和运行方式,能降低能源损耗,提高输送效率。第一,在选择压缩机时,应该明确常见的压缩机类型以及每种压缩机的优势以及不足。天然气长输管道中常用的压缩机主要有两种:复式、离心式。复式压缩机的能量转换效率较高,但是易损件较多,维护频率高,运行稳定性相对较差;离心式压缩机的结构比前者更简单,其在运行过程中的参数容易调节,更适合与自动控制系统配合使用,但在将输入的能量转化为气体压力能的过程中,其效率

通常不如复式压缩机。第二,在选择压缩机的原动机时,需要综合考虑压气站与电网之间的距离以及当地电力的价格。如果压气站离电网比较近,而且当地电力价格便宜,那么可以选用电动机作为原动机。如果二者的间距比较远,可以选择燃气轮机,同时搭配高效的机组和热力回收循环系统,这样可以充分利用机组的热效率,降低天然气的能耗损失。电动机、燃气轮机的运输效率以及价格比较如下:①电动机的成本为2050美元/kW;效率为96%;②混合型燃气轮机的成本为150300美元/kW;效率为25%;③重型燃气轮机的成本为150300美元/kW;效率为23%。

### 2.2.2 压缩机运行优化技术

天然气通常以气态的形式存在,在长输管道输送过程中,为了将天然气从原始地输送到目标地址,需要用到气体压力差效应,推动天然气从高压端向低压端流动。压缩机在这一过程中发挥着重要作用,其主要可以增加气体压力,从而产生足够的压差,推动天然气输送。压缩机产生的气压与天然气输送能力呈正相关性,当长输管道中的天然气流量发生变化时,压缩机的运行状态也会受到影响,难以恢复到最佳运行状态。为了保证压缩机的运行不受影响,可以在长输管道的末端设置储气装置,缓冲输气量波动,保持设备的运行稳定性。此外,也有研究表明,根据季节变化规律更换离心式压缩机的气动部件,也可以优化压缩机的运行状态,提升长输管道输送天然气的能力。例如,达克公司曾经一次性更换了压缩机的33个气动部件,更换后,电力、燃料气的消耗率均较之前下降,降幅大于15%,说明通过更换部件,优化压缩机的运行状态,可以实现节能降耗的目标。

### 2.2.3 加热炉节能降耗技术

在应用长输管道输送天然气的过程中,由于不同季节、不同地区的温度存在差异,为了控制天然气的温度,降低天然气输送过程中的能耗量,需要用到加热炉。加热炉的热效率是指加热炉将燃料燃烧所产生的热量中,有多少比例被有效用于加热天然气等介质。加热炉的热效率高直接影整个管道系统的能源消耗水平。热效率越高,意味着燃料燃烧后转化为有效热量的比例越大,节能效果越好。鉴于加热炉对天然气长输管道节能降耗具有重要意义,因此,在对其进行技术改造优化时,应该针对加热系统建立动态监测机制,从而获取加热炉运行过程中的关键数据,辅助决策和优化运行。

## 2.3 减少天然气直接损失

### 2.3.1 减少空放量

针对天然气空放量问题,可以采取下述措施:第一,

在天然气长输管道上,按照科学的间距安装截断阀,可以在某一段管道需要维修时,关闭该段管道上下游的截止阀,只需要排放这一段管道内的天然气,从而减少空放量。第二,在维修过程中,使用移动式压缩机将原本要排放的天然气抽出来,通过压缩处理后,将其输送到管道的下游继续输送。第三,通过提高管道系统防止气体泄漏的能力,在进行管道清洁或维护工作时,在不完全停气的情况下进行操作。第四,通过分析和计算管道系统,结合实际经验,合理规划在维修时需要排放天然气的管道段长度。确定“空放段”长度,在保证安全和操作便利的前提下,减少需要排放的天然气量。

### 2.3.2 避免天然气泄漏

天然气一旦发生泄漏,会导致能源浪费,同时天然气中的主要成分是甲烷,一旦泄漏会污染环境,甚至可能引发爆炸或火灾。因此应该设法避免这一情况的发生。天然气在输送过程中,会用到多种设备,如压缩机、阀门等。如果这些设备的密封性不足,容易出现泄漏问题。尤其是当设备使用时间较长、出现老化或磨损时,密封性能下降,泄漏的可能性和泄漏量都会增加。为了防止天然气泄漏,首先应该定期对长输管道进行安全评估,检查其是否存在老化、腐蚀、裂纹等问题,根据检查结果决定是否更换。其次,加强对管道的防腐保护,比如使用防腐涂层、阴极保护技术等。最后,为了防止施工或挖掘作业误伤地下输气管道,应该在天然气长输管道沿线设置明显的地面标志或警示牌,提醒相关人员注意地下管道的存在。

## 3 总结

综上所述,结合对天然气长输管道运输现状的分析可知,目前在运输过程中存在天然气损耗问题,不符合绿色环保的理念,基于此,本文从工艺、设备、减少天然气直接损失等方面提出了多种技术策略,这对于减少天然气能耗,响应国家节能降耗的号召具有重要意义。

### 参考文献:

- [1] 马赞,赵黎.双碳背景下二氧化碳输送管道智能化技术应用及探索[J].新疆石油天然气,2024,20(4):87-94.
- [2] 梁永图,涂仁福,张昊,刘春颖,付广涛,邱睿,廖绮,徐宁.油气管道在多能融合新型能源体系建设中的作用[J].油气储运,2025,44(4):361-378.
- [3] 马自山.天然气管道中聚乙烯醇对腐蚀速率的影响[J].聚酯工业,2025,38(3):21-23.
- [4] 李子傲,李贵宾.节能工艺在中哈C线项目的应用[J].石油天然气学报,2020(4).
- [5] 李再磊,姚杰,孟凡伟.天然气长输管道清洁生产审核浅析[J].环境保护与循环经济,2018(3).