

天然气增压输送管道节能技术研究

孙寿超 (港华通瑞 (即墨) 能源发展有限公司, 山东 青岛 266200)

摘要: 随着我国对民生燃气工作的重视程度提升, 加快了各个民生工程基础建设速度。而天然气作为主要生活生产所必须的能源之一, 在民生工程方面有着重要的影响。随着西气东输的战略目标的设立, 如何将天然气通过管道传输到距离相远的地方成为了研究的重点方向。而管道输送的方式是天然气主要的输送方式之一, 大型的天然气输送管道的能耗直接影响着天然气的最终成本, 影响到用户的终端成本以及使用体验。因此如何降低天然气增压输送管道的成本, 成为了目前发展的主要研究目标之一。而通过相应的管道节能技术研究, 进一步将天然气在增压管道输送过程当中的成本降到最低, 通过合适的技术方法以及工艺参数的调整, 可以进一步降低能耗, 为居民以及企业生产提供低廉价格的天然气使用, 进一步促提升居民生活幸福指数。因此本文将结合天然气在增压输送管道输送过程当中的节能技术研究做相应的说明, 来为相关从业人员提供一定的技术参考依据, 促进天然气行业的蓬勃发展。

关键词: 管道输送; 节能技术; 管道增压; 研究发展

0 引言

管道输送是天然气输送的主要运输方式之一。目前我国的天然气输送技术已经形成了全国性跨地区的输送网络, 构成的庞大而输送效率较高的供气系统。并且国际社会上跨国的天然气输送管道项目案例也是有的, 而输气量庞大的天然气供气系统在输送过程当中的能耗以及损耗是极为巨大的。针对天然气在输送管道输送过程当中的节能技术指标, 可以通过相应的数据效率来衡量天然气的经济性。

目前国际上最为先进的天然气输送效率在 99% 以上, 我国在相应的天然气远距离增压输送效率方面还是相对落后的。随着战略发展目标的调整以及我国国民对天然气需求的增加, 如何提高天然气在输送过程当中的效率以及降低损耗, 成为了天然气增压输送过程当中的重要节能发展研究目标之一。其不仅影响着天然气的输送效率, 对最终用户的使用成本也有着极大的影响, 因此发展研究管道节能技术是目前天然气输送过程当中重要发展目标之一。

1 天然气输送效率提升的影响因素

1.1 提高输送压力

通过查阅相关的资料以及公式可以发现。在保持天然气在输送过程当中其他技术指标的不变情况下, 减小输气管道在输气过程当中的输出量以及输气功率, 增压站的起点压力都会有相应的下降。并且针对两者来说, 起点压力的下降过程相对于输气功率的下降过程幅度更大, 这样的过程会导致整个压气站在输气过程当中能耗进一步的升高。因此结合相应的物理

特性综合分析如何提高压力管道当中的天然气密度, 也就是如何将天然气的压力提升增加, 减小天然气的实际流速, 将线路磨损的能量消耗也就降低到最小。

因此提高输送压力是降低整个加压输送过程当中是能耗损失的重要途径。假如在输气过程当中采用的输气管道直径为 1.02m, 通过相应的公式测算研究可以发现, 如果将天然气在输送端的压力从 5.5 兆帕提升到 10 兆帕, 那么整个单位的资金投入将降低 38% 左右。并且整个输气效率有明显的提升, 能耗也有相应的降低, 因此提高天然气的输送压力是整个天然气输送节能技术的重要措施之一。

1.2 降低天然气输送温度

通过相应的天然气输气公式我们可以发现, 压气站所需的功率与天然气在输送过程当中的温度的平方是呈现正比的关系。天然气温度在输送过程当中的损耗功率和所需功率是呈指数倍增长趋势, 因此如何降低天然气输送温度, 降低压气站功率以及天然气的输送温度是重要的手段之一。但是在具体的输送过程当中, 如果天然气温度过低, 将会在管道中雨水产生相应的水化物。

长期以往, 输送过程很可能会导致化合物水化物的增加, 而导致整个管道的堵塞, 影响天然气输送系统的正常运行, 因此如何通过相应的研究确定合适的输送温度是目前急需解决的问题之一。

1.3 提高输送管道的水力效应

天然气在输送过程当中的水滴效应对整个管道的输气效率以及能耗有着重要的影响, 因此在保持输气

量不变的情况下，水力效应的下降，可以将能耗进一步的降低。但是在现实情况下，当压气站的输气功率有限固定不变时，降低相应的输气水力效率，可以将天然气的输送能耗量进一步下降，结合相应的公式研究可以发现，提高管道的实际输气量，使整个管道在输送过程当中始终保持在满负荷运转的状态下，是提高整个管道水利效应的具体措施。

因此在建设过程当中需要综合的考虑当地的天然气使用具体需求以及输送量，通过合适的管道直径选取以及输气量的确定，保证在输气过程当中经常保持在满负荷的运转状态下，是提高水力效应的主要措施。随着水力效应的提高，可以降低天然气在传输过程中的成本以及损耗，提升天然气的经济效应。

2 降低天然气的能耗损失的具体办法

2.1 输送端的节能措施

首先在天然气输送端通过优化压气站的效率，提升压气站的输气功率以及效率，可以降低天然气能耗损失，提升天然气管道输送的节能技术指标。首先在压气站可以对压缩机的运行状态进行相应调整。在输送过程当中，通过对压缩机的技术测性能的实际测算，以最低的运行效率和能源消耗，来完成天然气的输送任务。通过对所运行机组的负荷进行优化分配，确定出相应的方案，通过最优化的机组投入，将相应的机组经串联或者并联，通过自动化程序对负荷进行分配，在输气过程当中通过动态调整来完成整个输气运输过程。

一般来说，技术性能较好的机组要多承担一些输出任务，由于输气管的输气路径较长，并且各地区的空气不均衡也导致了压气站在输送过程中的负荷也不均衡，因此可以通过相应的动态调整以及结合线下的自动化控制技术，根据具体的输送任务需求，对天然气输送过程当中压缩机的投入情况进行控制，将压力在维持在标准要求范围之内，进一步降低压缩机的负荷以及能源消耗，是提升整个天然气输送效率以及经济性的主要措施。

另外压缩机的工作效率也是整个天然气输气过程中的能源消耗的主要方式之一。通常压气站的原动机主要由燃气轮机以及电动机或者柴油机组组成，而一般来说燃气轮机和柴油机的热效率在 30% 左右，能量转化效率较低损失较大，而电动机的效率可以达到 90% 以上，并且受到环境等其他因素工况因素的影响较小，因此在一些电力条件比较优越的地区可以采用

电动压缩机作为原动机，进一步提升整个机组的效率以及降低能耗使用。

当天然气输送站在地处偏僻的地方，电力条件无法满足时，可以对废气余热进行相应的利用。通过燃气机组的废气余热进行合理利用，也可以降低压缩机在运行过程中的能源损耗。一般来说采用燃气轮机进行压缩机驱动的加压站。燃气轮机的安装功率占整个压气站的总功率在 70% 以上，是整个压气站的最主要的能源损耗以及消耗方式。而燃气轮机的主要特点是热效率较低能源转换率低下，因此可以通过余热回收装置将整个压缩机在运行过程当中产生的余热进行收集。借助相应的技术措施对临近地区进行供暖或者热水供应，进一步提升压气站的输送效率以及借助再生器可以对热能再次利用，这样使得整个燃气组的热效率利用率提高到 50% 以上。

2.2 减小压气站的天然气损失

据不完全统计，俄罗斯在对东欧进行输气过程中主要的天然气损失方式有如下几种。首先因线路部分维修带来的天然气损失占比在 1% 左右，因管道断裂和损失占比的天然气损失有 18%–19% 左右，因管道密闭性的问题造成的天然气损失量在 9% 左右，因压气站连接管道密封性问题所带来的损耗有 45%–47% 左右。因检修造成输气机组停机或者启动的天然气损失量在 2% 左右，利用除尘器进行吹扫清洁作业造成的天然气损耗占比达到 22%–25% 左右。

通过上述数据我们可以发现天然气在输送过程中，由于压气站和管道之间的连接不密闭所造成的天然气损失是最为主要的损失方式之一。因此应当进一步的提升天然气输送管道与加气站输送机的管道连接部位的密闭性，可以极大地降低整个天然气在输送过程中损失量，此外利用除尘器在进行吹扫作业时损失的天然气占比也是较大的。

一般来说损失的天然气数量与在吹扫过程中的吹扫管口径、吹扫作业的时间、除尘器内部的压力及除尘器的输入效率等有明显关系。通过对相应的输气站进行调研发现，采用合适的吹扫气方案，可以将天然气损耗降到最小，首先在吹气前将吹扫气引入分离器当中，分离出吹扫气当中的水分和机械杂质，再将净化过后的天然气引入到相应的除尘器当中，以回收的天然气作为压气站自身的运行能源，或者为其他用户提供天然气。

此外在天然气输气机组的启动和停车时都会有大

量的天然气损失，在此过程当中可以用引射器将放空管当中的天然气进行吸收。在停车或者驱动时通过引射器的天然气向燃料气管进行输气，以此来作为启动气源。

3 提升天然气高压输送效率的研究方向

3.1 选择合适的输气压力

通过上文研究我们可以发现，天然气在输送过程的压力大小与天然气在输送过程当中的能耗损失有着重要的关系，合适的输气压力可以进一步提升水力效应，进一步提升天然气的经济性以及输气效率。目前高压输气管道是整个国际天然气管道输送技术发展的主要路径。采取高压输气管道可以使天然气的输送密度增加，流速下降，降低了管道的摩擦损失并且提升的效率。

密度的增加有利于提高气体的可压缩性，降低压缩机的能耗、输出效率和增压站建设过程当中的资金投入。但是富裕的压力又会带来相应的经济性投入增加，因此要根据地区具体的使用量结合相应的分析，在设计阶段采取相应的控制措施，对天然气管道在当地的输送压力进行确定。选择合适的压力，在降低成本的同时进一步提高输气效率以及提升天然气的经济性。

3.2 采取富气输送

采取富气输送的方式主要指的是将输送过程的天然气当中的乙烷、丙烷、丁烷等组成成分进行调整，使得天然气在输送过程当中是呈现出富气的自然状态。其相对于一般状态的天然气来说，处于富气状态的天然气状态密度高于常规天然气，因此在输送过程当中可以使天然气的流速降低，降低在管道沿途的摩擦损失，提升燃气效率。而且提升天然气的密度的同时，可以进一步提升天然气的可压缩性，降低压气站的压缩机功率以及装机功率。并且可以加大压气站之间的距离，减小压气站投入。

结合相应的国际输气技术发现采取富气输送的输气方式是天然气在节能方面的主要措施之一，提升管道效率的同时也兼顾着节能环保的发展理念。有数据表明如果将天然气的输气压力从常规管道的 6.9M 帕提高到 12 兆帕。

此时天然气的可压缩系数将由 0.89 下降到 0.83，可以削减了能耗投入的 6.74%，如果此时再将甲烷、乙烷、丙烷的含量有 4.6% 提升到 12.13%，那么天然气的可压缩系数将进一步的下降到 0.78。累计削减能

耗可达 12.36%。因此采取富气输气的方式可以有效提升天然气的输气效率。

4 结语

降低天然气的输气能耗是我们所面临的技术难题之一，节能技术发展的倡导以及研究投入，可以进一步的降低天然气在使用过程当中的成本，降低终端用户的经济负担，提升天然气的经济性，为整个社会的经济发展起到决定性的促进作用。因此我们应当主动采纳国内外先进的天然气输气技术，取长补短结合我国具体的国情以及地域等特点，确定发展出适合我国的国情的具体节能技术发展路线，是我们目前所要解决的问题之一。

此外通过先进设备工艺的使用和进一步的提升天然气输送管道的施工质量也能极大的促进整个天然气在输气过程当中的能源损失。因此在研究管道节能技术时要综合的考虑各方面因素，从设计阶段开始入手把控，到施工验收，投入使用的各个方面进行全过程的跟踪控制，通过相应的手段将天然气的输气效率提升到最大，将经济效益提升到最大，降低天然气的输送过程当中的损耗以此为我国的经济的发展起到一定的促进作用。

参考文献：

- [1] 郭揆常. 天然气输送管道的节能降耗 [J]. 能源技术, 2001, 22(6): 241-242.
- [2] 苏艳. 天然气输送管道的节能降耗 [J]. 城市建设理论: 电子版, 2014, (030): 1393-1394.
- [3] 赖寒. 天然气输送环节的节能降耗综述 [J]. 引文版: 工程技术, 2016, (005): P. 187-187.
- [4] 曹润苍. 集, 输气干线干气输送的经济效果与节能 [J]. 天然气与石油, 1984(001): 000.
- [5] 罗东晓. 高压天然气压力能回收利用技术研究 [C]// 节能环保和谐发展——2007 中国科协年会论文集 (二). 2007.
- [6] 唐凌虹, 谢政坤, 刘佳伦, 等. 地热能驱动的双级有机朗肯循环耦合天然气液化系统: CN202211439534.5 [P]. CN115750007A [2024-03-30].
- [7] 徐伯文. 浅析天然气管道节能降耗 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2013(4): 1.
- [8] 聂慧俊, 张争伟. 基于改进蚁群算法的天然气输送管网参数节能优化设计方法 [J]. 煤化工, 2023, 51(1): 73-77.