

天然气管网压力能利用研究进展

□ 华润燃气有限公司 (518001) 刘宗斌

□ 华南理工大学化学与化工学院 (510640) 徐文东 边海军 陈敏

摘 要: 高压管网输送的天然气在调压过程中释放巨大的压力能, 通过降压设备将这部分能量有效回收, 用于发电、天然气脱水、轻烃分离、LNG及NGH调峰、橡胶粉碎和冷库等领域。具体描述了联合循环发电和回收压力能所制得的冷能在冷库中的运用。针对天然气供气不平衡、调压站分布不集中以及能量高效利用的问题, 提出了改进方案, 充分利用膨胀机输出的功驱动压缩机等设备的运转, 将膨胀制得的冷量运用在相应的冷产业中, 保证了压力能的高效利用。

关键词: 高压管网 天然气 压力能 调峰

Research Progress on Using of Pressure Energy From Natural Gas Pipeline Network

China Resources Gas (Holdings) Limited Liu Zongbin

School of Chemistry and Chemical Engineering, South China University of Technology Xu Wendong, Bian Haijun, Chen Min

Abstract: The natural gas in the high-pressure pipeline can release tremendous pressure energy during the process of adjusting pressure. The energy recovered effectively by the step-down pressure equipments can be used in the areas of power generation, natural gas dehydration, hydrocarbon separation, LNG and NGH peak-shaving, rubber cryogenic grinding and cold storages. The technologies of combined cycle power generation and the using of cold energy which is obtained during the process of adjusting pressure in cold storages are described. In order to resolve the problems of the nature gas supply imbalance, pressure regulating stations dispersion and using effectively of energy, some improvement suggestions are proposed. The output power of turbo-expander is recovered for driving the compressor and other equipments. Cold energy obtained in the process of step-down pressure is used in the corresponding industries. These all can ensure the efficient use of pressure energy.

Keywords: high-pressure pipeline network natural gas pressure energy peak-shaving

1 绪论

能源与环境已成为世界各国关注的基本问题, 迫于当今经济快速发展和环境保护的压力, 作为清洁高效能源的天然气在能源结构中的比重日益加大。长距

离、大口径、高压力和网络化并逐步形成大型的供气系统已成为当前世界天然气输气管道发展的总趋势^[1]。国外大多数天然气输气管道压力在8MPa~12MPa范围内, 我国西气东输的管输压力为10MPa, 一些管线设计压力在6.4MPa~7.0MPa之间^[2]。

若输气压力从5MPa降至2.5MPa的过程中,天然气的比压力火用为110.2kJ/kg。以2006年西气东输管道共计供气 $99 \times 10^8 \text{m}^3$ 为例进行计算,则该管道可回收的压力能为 $7\ 781.257 \times 10^8 \text{kJ}$,相当于装机24.674MW的电站一年的发电量^[9]。由此可见,高压天然气蕴含着相当大的压力能。

若能对此进行有效回收,不仅减少了资源的浪费,而且对于加快建设资源节约型、环境友好型社会具有重大意义。

2 天然气输送管网压力能利用技术概况

目前国内外压力能回收利用的方式有发电和制冷两大类。利用高压天然气压力能发电主要是以膨胀机代替传统的调压阀来回收高压天然气降压过程中的压力能,并将其用于发电。高压气体在降压膨胀的过程中因放热而导致温度降低,膨胀后产生的低温流体蕴涵着非常大的冷能,以冷媒回收这部分冷量,并将其供给冷量用户使用,从而达到回收高压天然气压力能的目的。具体应用技术见表1。

2.1 天然气压力能在发电领域中的应用

在天然气压力能发电技术中,直接膨胀发电虽然已经投产使用,但它缺少对冷能部分的回收,同时还消耗额外功,效率相对较低。若将天然气压力能用于联合循环发电,不仅将降压时的膨胀功转化为机械能驱动动力部件工作,同时主要回收了膨胀制得的冷量。文献5中提出的一种回收天然气管网压力能用于

联合循环发电的新工艺^[9],流程见图1。

将高压天然气通过透平膨胀做功,带动压气机工作,减少了燃气轮机消耗在压气机上的功;将膨胀后的低温天然气用于燃气轮机的进气冷却,增加燃气轮机的出力 and 发电量;然后将温度依然很低的天然气通往凝汽器,冷却凝汽器的排气,降低饱和压力,提高凝汽器真空,降低了机组煤耗;最后温度还比较低的天然气通过排烟余热回收器,用排烟的余热加热天然气,将升温后的天然气送入燃烧室。这个系统不仅可以避免高压天然气管线压力能的浪费,还能提高蒸汽联合循环的循环效率,在很大程度上提高了能源的综合利用效率。

2.2 天然气压力能在冷能领域中的应用

天然气压力能回收制得的冷量应用范围较广,如天然气脱水、轻烃分离、LNG和NGH调峰、橡胶粉碎,但这些技术均处于研究探讨阶段。冷能在冷库和制冰等领域的运用由于其工艺相对简单、投资较少,效益回收快,节约电力制冷等优势,其运用和发展有了新的进展,已经进入实际开发运用阶段。

传统冷库制冷采用电压缩氨膨胀制冷,需要消耗大量的电力。以氨为制冷剂,1kW的电力可制得约2kW的冷量,将天然气压力能用于冷库可大大降低冷库的运行成本。图2是某门站利用气波制冷机回收压力能的工艺流程简图^[13]。

冷能获取部分设在门站内,冷能利用部分设在门站外。调压站根据自身的地理位置和周边的冷能用户需求来经营压力能回收的冷能,即起到降压的作用,

表1 天然气压力能回收和利用技术

天然气压力能运用领域和方式	工艺特点	运用概括
直接膨胀发电	高压气体膨胀推动电机发电,未回收膨胀转化的冷量,需外加能量加热膨胀导致的温度过低的天然气	日本已投产使用
联合循环发电	膨胀功驱动压气机运转,冷量用于冷却进气、排气、回收余热	研究探讨阶段
天然气脱水	降低天然气露点,避免堵塞,平衡供气	研究探讨阶段
轻烃分离	将冷媒和低温天然气含有的冷量供冷,形成气液混合物,在分离器中分离出轻烃	研究探讨阶段
LNG调峰	天然气净化后,降压设备制冷,得到的冷量用于液化天然气,LNG气化后调峰	国内外小型液化技术均已成熟
NGH调峰	压力能得到的冷能移走水合物生成的反应热,通过加热NGH释放出天然气调峰	研究探讨阶段
橡胶粉碎	经降压设备制冷得到深冷天然气,与冷媒换热,将冷媒冷量供给深冷装置,天然气膨胀功驱动冷媒压缩机运转	研究探讨阶段
冷库等	降压后的低温天然气与冷媒换热,再将冷媒供给给冷库等	已达到工程应用水平

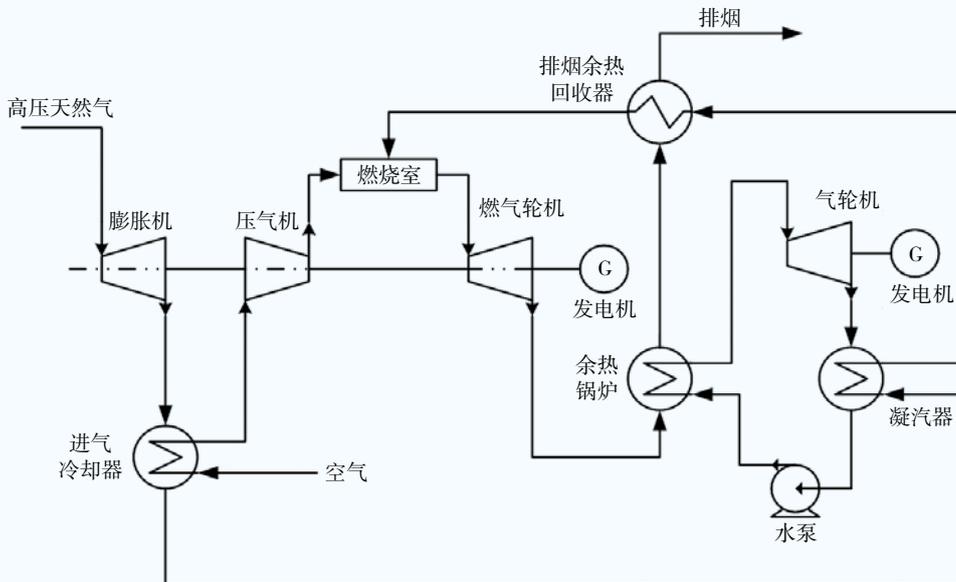


图1 基于天然气管网压力能回收的燃气-蒸汽联合循环系统

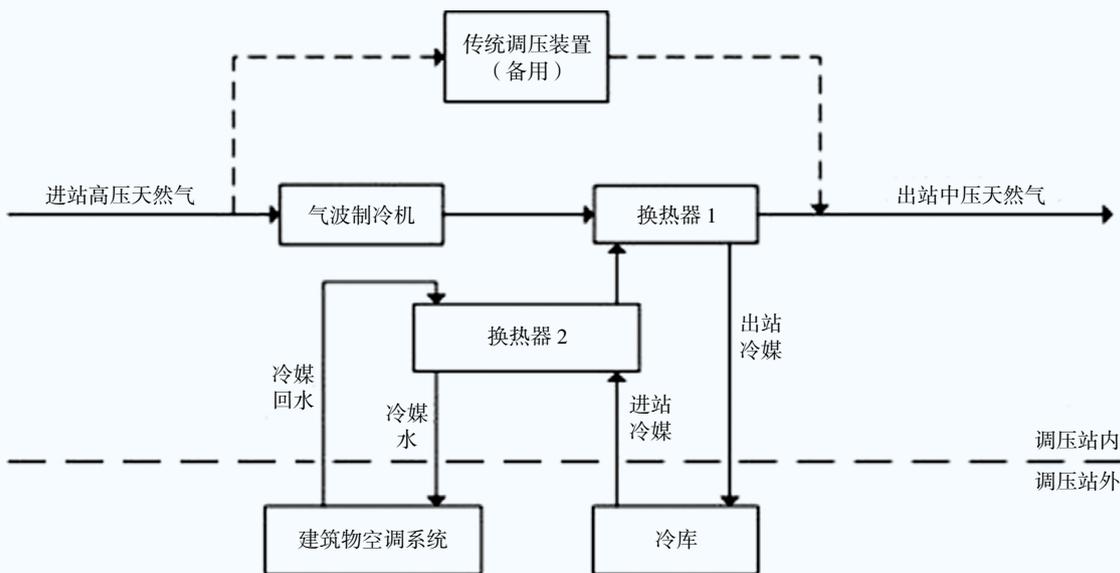


图2 门站内气波制冷机回收压力能的工艺流程

同时回收了冷能供用户使用，不影响正常供气的同时得到收益又不至于能量的浪费。

中国专利101245956A^[14]采用气波制冷机降压得到低温天然气，然后与常温冷媒换热，通过冷媒逐级供给-30℃冷库、-15℃冷库和空调冷水系统，升温后的天然气进入管网。以一个50万m³/d规模的调压站为例，生产干冰节电效益约为1 024万元/a，用于冷库产生的节电效益约为527万元/a、用于冷水空调的节电效益约为250万元/a，其工艺如图3所示。

3 存在问题及解决措施

天然气压力能利用主要存在以下几个问题：①中小调压站余能的回收利用难度大；②天然气调压站布局分散，不利于建设大型的电力回收系统；③调压站与冷能用户之间存在着地理限制，严重影响着调压站压力能回收得到冷能利用的进展；④在运用中能量匹配存在差异；⑤天然气供给存在着严重的季节、昼夜及小时的不均匀性。

同时,工艺中高低压天然气调峰罐的使用,起到了稳流天然气的作用,保证了膨胀机输出功的稳定性。

在实际工程实施中,应充分考虑到调压站与周边冷能用户的关系,力求做到能量的合理、经济、最优化利用。

参考文献

- 1 王雪梅. 天然气运输研究[J]. 石油工业技术监督, 2005; 5: 41-44
- 2 陈绍凯, 李自力, 雷思罗等. 高压天然气压力能的回收利用技术[J]. 煤气与热力, 2008; 28(4): B01-B05
- 3 陈绍凯, 李自立, 高卓等. 高压天然气管道压力能的回收与应用技术[J]. 油气储运, 2009; 28(2): 51-54
- 4 申安云, 熊永强. 天然气管网压力能利用工艺的火用分析[J]. 煤气与热力, 2008; 28(11): B01-B05
- 5 王松岭, 论立勇, 谢英柏等. 基于天然气管网压力能回收的联合循环构思[J]. 热能动力工程, 2005; 20(6): 628-631
- 6 朱彻, 刘润杰, 李洪安. 气波制冷技术在天然气脱水净化工程中的应用[J]. 制冷, 1995; 50(1): 10-15
- 7 申安云, 余祖珊, 王宝权. 利用天然气压力能的轻烃分离方法[J]. 煤气与热力, 2009; 29(4): B01-B04
- 8 杨克剑. 中小型天然气液化装置及其应用[J]. 低温与超导, 1996; 24(2): 54-58
- 9 华贲, 熊永强, 罗东晓. 一种用于燃气调峰和轻烃回收的天然气液化方法[P]. 中国专利: 1743436A, 2006: 3

- 10 孙丽, 李长俊, 廖柯熹等. 水合物法储运天然气技术及其应用前景[J]. 油气储运, 2009; 28(4): 42-44, 70.
- 11 郑志, 王树立, 陈思伟等. 天然气管网压力能用于NGH储气调峰的设想[J]. 油气储运, 2009; 28(10): 47-51
- 12 熊永强, 华贲, 罗东晓等. 天然气管网压力能用于废旧橡胶粉碎的制冷装置[J]. 现代化工, 2007; 27(1): 49-52.
- 13 罗东晓. 回收高压管输气压力能用于冷库的技术[J]. 城市燃气, 2010; 422(4): 3-5
- 14 乔武康, 李静, 张德坤等. 利用天然气压力能的方法[P]. 中国专利: 101245956A, 2008: 8
- 15 李峥, 张文宽, 牛文波等. 天然气输配过程中的余能回收[J]. 节能环保技术, 2007; 11: 27-28
- 16 李铮, 张文宽, 牛文波等. 天然气输配过程中余能回收的探讨[J]. 燃气技术, 2007; 392: 3-6
- 17 徐文东, 郑惠平, 郎雪梅等. 高压管网天然气压力能回收利用技术[J]. 化工进展, 2010; 29(12): 2385-2389
- 18 《中国能源》编辑部. 日利用天然气压差发电[J]. 中国能源, 2002; 11: 45
- 19 黄志光, 王荣顺, 石玉美等. 小型天然气液化装置的研制现状与前景[J]. 低温工程, 2002; 6: 59-62
- 20 伦立勇, 谢英柏, 杨先亮. 基于管输天然气压力能回收的液化调峰方案[J]. 天然气工业, 2006; 26(7): 114-116
- 21 熊永强, 华贲, 罗东晓. 用于燃气调峰和轻烃回收的管道天然气液化流程[J]. 天然气工业, 2006; 26(5): 130-132

工程信息

2012年9月湖南邵阳将用上管输天然气

2011年12月6日从湖南邵阳市召开的管输天然气入邵工程开工动员大会获悉,“湘潭—娄底—邵阳供气管道工程”是国家西气东输二级工程途经湖南省的重要配套长输管道之一。气源来自西二线樟树—湘潭联络线的湘潭末站,长度约213km,

预计投资9.3亿元,项目已于2011年9月开工。管道在邵阳市境内长度约38km,其中新邵县约36km,邵阳市区2km。邵阳段于2011年12月底开工,全部工程计划2012年9月底前具备投产输气条件。

(本刊通讯员供稿)