

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2016.12.002

大型工业用户在CNG供气模式下双撬（单支路） 并联可行性试验分析

□ 汉中市天然气投资发展有限公司（723000）刘伦 刘虢 王恒

摘 要： 本文以汉中地区为例，介绍大型工业用户在CNG供气模式下调压计量撬的设备及运行情况，在管道供气专线暂未投运前，调压计量撬（单支路）已无法满足其用气需要，为满足大型工业用户用气突然大幅度提升的用气需求，进行了CNG供气模式下双撬（单支路）并联供气的可行性试验，总结和分析出设备一些运行工艺经验。

关 键 词： 工业用户 CNG供气 双撬并联 可行性

1 前言

压缩天然气(Compressed Natural Gas, 简称CNG)是将常温常压下的天然气压缩到20MPa~25MPa后

得到的高压天然气，其体积为常温常压下气态的1/200~1/250^[1]。由于CNG体积小、储存效率高和运输方便，现已作为民用、工业、城市燃气调峰和汽车燃料被广泛利用。

对联供系统与常规分供系统的排放也进行了对比。根据国家发改委发布的《省级温室气体清单编制指南（试行）》，华东区域电网供电平均CO₂排放指数约为0.801kg/kWh，根据NREL（美国可再生能源实验室）有关数据，目前的火力发电厂SO₂和NO_x的排放指数约为0.006kg/kWh和0.0045kg/kWh。计算得到，项目建成后，预计每年可减排CO₂ 3 451.12t、SO₂ 25.85t、NO_x19.39t。

4 结论

通过对主机容量及系统配置、系统运行方式进行优化，提出了能源站的优化设计方案。能取得良好的经济效益、社会效益和环境效益，为天然气三联供系统的设计和应用提供了实例经验，供同行借鉴。

参考文献

- 1 COFELY District Energy Delivering Low Carbon Sustainable Energy Solutions. enquiries@cofely-gdfsuez.com, www.cofely.co.uk
- 2 David Andrews, Anna Krook Riekkola, Evangelos Tzimas, Joana Serpa, Johan Carlsson, Nico Pardo-Garcia, Ioulia Papaioannou. Background Report on EU-27 District Heating and Cooling Potentials, Barriers, Best Practice and Measures of Promotion. Report EUR 25289 EN.2012
- 3 District Heating and Cooling plus (DHC+) Technology Platform. District Heating Cooling. www.dhcplus.eu
- 4 杨勇，于秀艳. 天然气分布式能源站系统集成设计的几个关键问题. 华电技术，2014；36：4

针对汉中地区天然气发展起步晚，用气积极性低，一方面考虑大工业用户前期用气量较小，属于用气市场培育阶段，另一方面长距离的供气专线管道一次性投资大、建设期长，投资风险较大^[2]。因此，总结和分析后发现，CNG供气站工艺简单、设备少、投资省、供气设备的移动性较强、不易造成固定资产的闲置、风险投资较小，更重要的是短期内即可建成供气等多方面优势^[3]，我公司前期采用CNG供气模式快速实现了汉中某金属冶炼公司大型工业用户的供气。

汉中某金属冶炼公司作为陕南地区的首家大工业用户，自2012年8月起，我公司以CNG模式向其供气，前期根据其用气量的测算，仅采购了1台单支路调压计量撬，后期随着该用户用气量的增大和考虑单台供气设备的可靠性差，于2013年5月新增了1台单支路调压计量撬，为保障不间断供气，两台调压计量撬均为单支路，功能为“一用一备”使用。

但在2014年10月至2015年1月间，该用户日用气量大幅度增加，且用气极不平稳，致使调压计量撬频繁故障。经专家现场详细查看该撬的内部结构布局、

运行情况、工艺参数等，发现该撬因设计或制造缺陷，实际流通能力较额定流通能力偏低，无法满足当前用气需求，并提出以下2种临时解决方案：一是更换同类型的调压器；二是与备用撬并联使用，缓解在高峰用气时设备的负荷压力。针对第一种方案，因在用撬调压器周围空间不足，无法满足更换同类型调压器的安装条件。因此，只能采用第二种方案进行可行性试验。

2 CNG供气系统工艺及用户用气情况

2.1 CNG供气系统工艺

汉中某金属冶炼公司供气所使用的CNG供气系统由CNG槽车、简易卸气柱、调压计量撬、出口管道4部分组成，系统运行期间，仅一辆槽车通过其中一台卸气柱进入调压计量撬，经两级调压后将一定压力的天然气输送至该公司厂区管网。具体工艺流程详见图1。

为便于文中说明，将我公司在役的两台调压计量撬分别记作“A撬”、“B撬”。A、B撬额定流量分

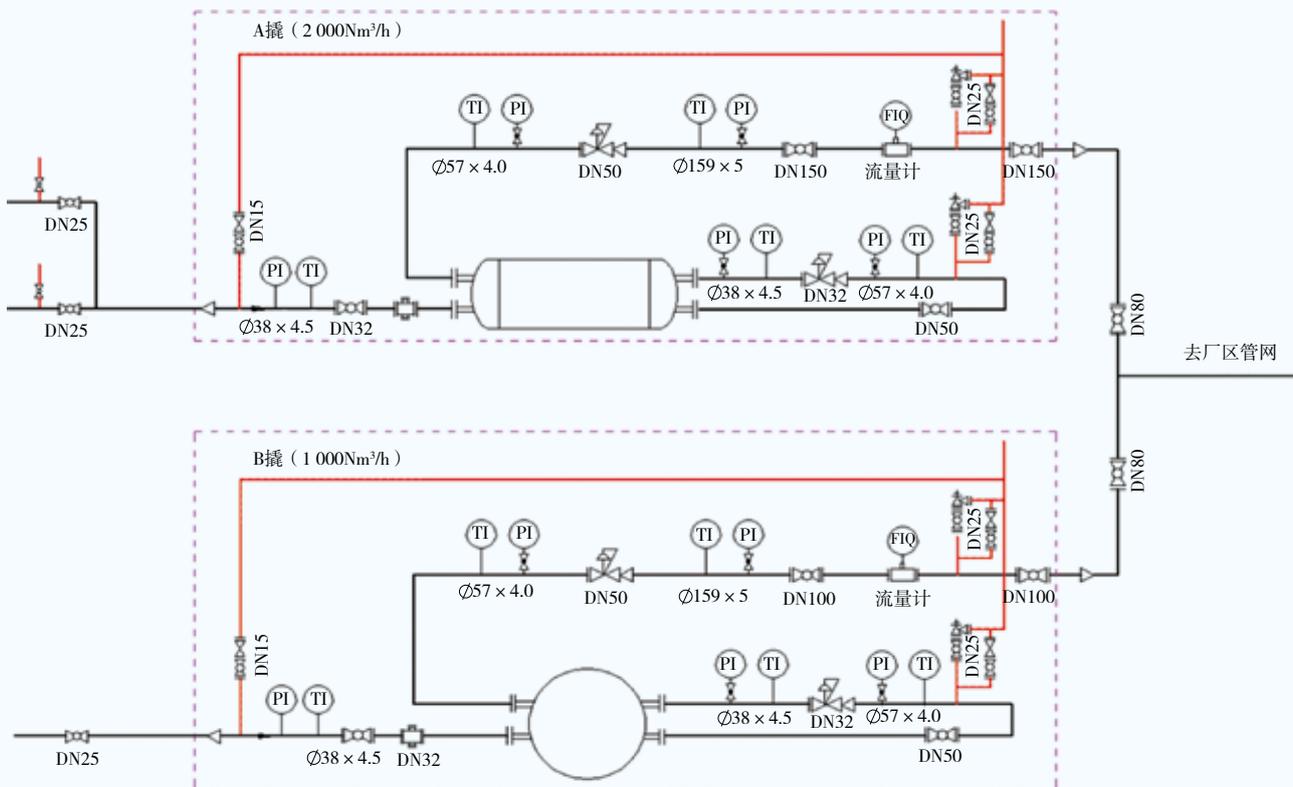


图1 CNG供气系统工艺流程图

别为2 000Nm³/h、1 000Nm³/h。两撬工艺流程如图1：
CNG过滤→一级加热→一级调压→二级加热→二级调压→计量→用气管网→用气设备。

2.2 用户用气情况

汉中某金属冶炼公司作为我公司最大的工业用户，其年用气量成倍增长。随着2014年10月该公司新建用气窑炉的投运，其用气量突破2万Nm³/d。

表1 汉中某金属冶炼公司年用气量统计表

年份	2012年	2013年	2014年
销量（万Nm ³ ）	56.36	187.96	305.91

表2 汉中某金属冶炼公司天然气设备及用气情况统计表

用气点	用气设备	用气量（Nm ³ /h）
综合回收车间	熔铅炉（3台）、 转炉（1台）	200~600
贵金属冶炼车间	反射炉（1台）、 转炉（2台）	50~100
氧化锌车间	多膛炉（1台）、 回转炉（1台）	200~750
合计		450~1 450

3 设备介绍

3.1 一级调压器

A、B两撬一级调压器均采用荷兰高特R50型（圆顶负荷式）调压器。圆顶负荷调压器将进口压力降至圆顶的设定压力，圆顶带有单独的负荷调节针阀。

表3 R50型调压器参数

连接尺寸	入口/出口	BSP 1"
	供气/排气	BSP 1/4"
阀体尺寸和端口连接型式		DN 1/2" × 1" BSP
最小/最大允许温度（TS）		-20℃/+60℃
最大进、出口压力		25MPa
额定流量		2 000Nm ³ /h

3.2 二级调压器

A撬二级调压器均采用Fisher99型/99-903调压

器。B撬二级调压器均采用Fisher627型/627-577调压器。

表4 99-903调压器技术参数

入口压力	最大28 bar
出口压力	0.005bar~6.9 bar
最大流量	7 100 Nm ³ /h
工作温度	-29℃~149 ℃
连接尺寸	2 “NPT螺纹 2 “ANSI 125FF/150RF/300RF法兰
阀体材质	铸铁、钢

表5 627-577调压器技术参数

入口压力	最大138 bar
出口压力	0.34bar~34.5 bar
最大流量	4 800 Nm ³ /h
工作温度	-29℃~82 ℃
连接尺寸	DN25、DN50（螺纹/法兰）
阀体材质	铸铁、铸钢

4 单撬运行状况

由于下游用户用气量剧增，最大瞬时流量可达1 500Nm³/h。当CNG槽车气瓶压力较低且下游用气需求量过大时，高中压调压器阀组件继续压缩弹簧，使弹簧形变负荷过载，阀口开度过大，加之该调压器出口管径过小，致使气体通过该调压器出口处的流速增大，甚至超过正常流速，从而引起调压器内部结构震动，甚至密封材料、弹簧、阀口等结构的损坏，这些结构上的缺陷正是“攀压”现象的根源。图2为汉中某金属冶炼公司2014年12月29日至2015年1月26日用气量曲线图。

5 双撬并联运行试验

5.1 运行前调试

并联运行前调整两撬相关运行参数，见表7。

5.2 运行状况

5.2.1 A、B调压撬并联运行时调压撬的操作

先开启调压撬A向下游供气，通过下游用气单位

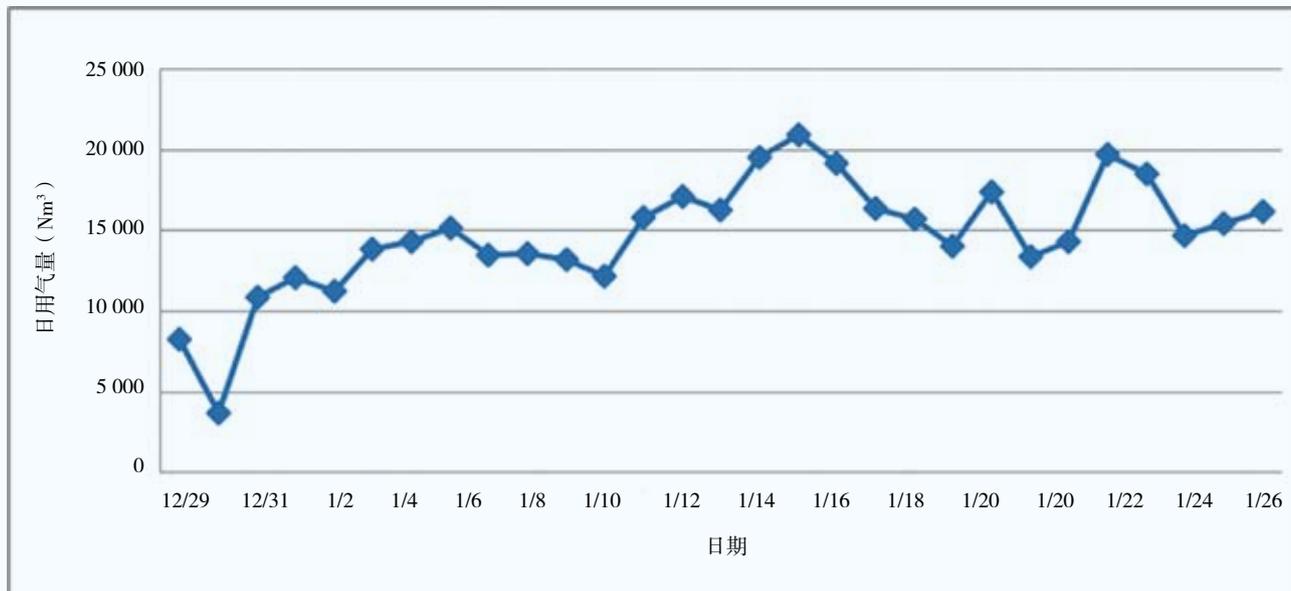


图2 汉中某金属冶炼公司2014年12月29日至2015年1月26日用气量曲线图

表6 2015年1月14日调压撬单撬运行出口数据统计表

时间	温度 (°C)	压力(bar)	标况流量 (Nm³/h)
8:00	35.00	2.577	824.3
10:00	32.00	2.571	967.3
12:00	35.00	2.576	834.8
14:00	33.00	2.577	825.1
16:00	36.00	2.572	939.7
18:00	31.00	2.571	988.2
20:00	34.00	2.573	902.1
22:00	36.00	2.576	854.9
0:00	37.00	2.573	919.6
2:00	34.00	2.570	1 016.1
4:00	32.00	2.573	900.8
6:00	34.00	2.573	897.9
8:00	30.00	2.575	861.8

表7 两撬并联运行参数设置表

主要运行参数	A撬	B撬
进气压力	15MPa~18MPa	
一级调压后压力	1.6MPa	1.6MPa
二级调压后压力	0.16MPa	0.17MPa
换热器温度	50°C	40°C~50°C

调控将天然气的总流量控制在700Nm³/h。再开启调压撬B，通过B撬出口阀门进行截流，将B撬的流量控制在500Nm³/h，这时A撬流量降为200Nm³/h，A、B两撬供气达到平衡。通知下游用气单位逐步增加用量，这时A撬流量增加、B撬基本保持不变。

B撬更换卸气槽车时，提前通知下游用气单位将流量控制在700Nm³/h内，关闭B撬进出口阀门，这时A撬进行单撬供气。B撬更换完卸气槽车后，打开B撬进气阀，在缓慢开启B撬出口阀门，并将B撬流量控制在500Nm³/h，A、B撬供气平衡后，通知下游用气单位逐步增加用量，完成B撬更换卸气槽车。

A撬更换卸气槽车时，提前通知下游用气单位将流量控制在500Nm³/h内，关闭A撬进出口阀门，更换A撬的卸气槽车。更换完成后打开A撬进气阀，再缓慢打开A撬出口阀门。若A、B两撬供气达到平衡，则完成A撬更换卸气槽车；若A、B两撬供气无法达到平衡，则需关闭B撬，重新通过B撬出口阀门控制B撬流量，使A、B供气恢复平衡。

5.2.2 A、B调压撬并联供气运行状况见表8、图3。

6 总结和分析双撬并联运行的可行性

我公司通过本次CNG供气模式下双撬（单支路）并联供气的可行性试验，一方面满足了汉中某金属冶

表8 A、B调压撬并联运行数据统计表

时间	A撬出口			B撬出口			标况流量合计 (Nm ³ /h)
	温度 (°C)	压力 (bar)	标况流量 (Nm ³ /h)	温度 (°C)	压力 (bar)	标况流量 (Nm ³ /h)	
12:00	31.46	2.595	420.30	24.69	2.609	227.80	648.10
12:30	32.56	2.590	568.70	12.17	1.622	79.20	647.90
13:00	31.35	2.599	320.10	26.09	2.635	493.90	814.00
13:30	30.33	2.597	354.40	27.09	2.738	680.00	1 034.40
14:00	30.23	2.578	533.40	30.72	2.730	495.60	1 029.00
14:30	30.01	2.576	526.20	29.55	2.740	461.50	987.70
15:00	29.87	2.583	472.20	30.24	2.759	463.20	935.40
15:30	29.63	2.593	386.20	31.79	2.754	470.30	856.50
16:00	29.78	2.600	319.50	28.70	2.745	466.50	786.00
16:30	30.24	2.590	412.90	29.17	2.748	471.40	884.30
17:00	30.73	2.590	417.00	29.99	2.770	479.90	896.90
17:30	30.48	2.586	518.80	30.73	2.744	465.80	984.60
18:00	29.62	2.594	445.80	31.37	2.696	341.30	787.10
18:30	29.51	2.561	850.70	29.25	2.609	158.60	1 009.30
19:00	30.32	2.564	804.10	27.16	2.493	62.60	866.70
19:30	29.44	2.591	574.80	16.73	2.093	0.00	574.80

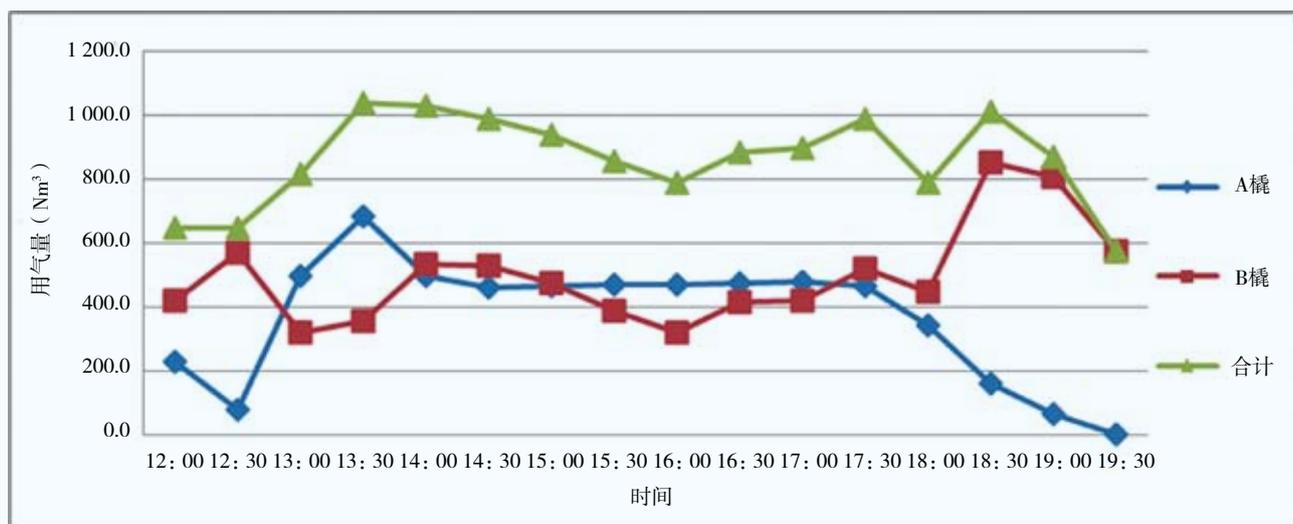


图3 A、B调压撬并联运行流量对比图

炼公司大工业用户阶段性的大幅度用气需求；另一方面也得出在下游用气量稳定、无较大波动的情况下，可以实现长时间双撬并联运行的可行性运行工艺经验。但由于槽车气瓶容量、压力，下游用户日用气量不平稳等因素限制，要实现安全稳定供气需要解决以下问题：

(1) 由于调压撬出口至用气窑炉间燃气管道较短，管存气少，下游用户的用气量变化对调压撬出口压力影响大，导致调压撬出口压力变化频繁，可在两撬出口处设置一缓存罐并适当提高调压撬出口压力，以减小流量变化对调压器产生的影响。

(2) 当双撬并联供气失去平衡时，瞬时流量可

复合电池技术在智能燃气表领域的应用

□ 金卡高科技股份有限公司 (310018) 章欢 丁渊明 张晓丹

摘要: 本文首先介绍了智能燃气表在应用中遇到的锂电池瓶颈问题,并针对以上问题提出了复合电池的解决方案,最后通过在实际场景中的应用,表明复合电池能够应对智能燃气表的用电需求。

关键词: 智能燃气表 锂亚硫酰氯电池 超级电容器 复合电池 阀门

1 智能燃气表的锂电池瓶颈问题

锂亚硫酰氯电池(以下简称锂电池)是实际应用电池系列中比能量最高的一种电池,它具有工作电压高、比能量高、自放电率低等优点,其非常适合小电流的长寿命应用环境。目前,智能燃气表普遍采用

内装锂电池来给阀门和无线远传模块供电,以控制阀门的开启与关闭、信号的发送与接收。但是,当锂电池使用达到一定年限后,往往会出现电量不足的情况,而这种电量不足都是和电池的放电深度、高温钝化以及低温极化息息相关的。一旦锂电池出现电量不足,将无法可靠地关断阀门和远程传输,造成无法计

能达到或超过单撬最大供气量,可能出现单支路超负荷运行引起的设备损坏,从而导致安全生产事故的发生。可在两支路出口处各增设节流阀控制其最大流量。

(3) 更换卸气CNG槽车后会出现双撬并联供气无法达到平衡,需重新开启其中一支路,恢复平衡供气。

(4) 可选用结构、型号相同的两台设备进行并联供气,并且两台设备共用同一进出气口,设计管径及管段长度均须一致,可在一定程度上避免因更换槽车引起的平衡失效问题。

综上所述,双撬并联运行可实现CNG供气模式下大流量连续性供气,缓解用气高峰期因CNG槽车储气量及气瓶压力限制而出现的设备负荷过大,以此避

免造成的设备故障、中断供气和在一定程度上降低了生产安全事故的发生。尤其在天然气市场培育初期,采用CNG供气模式供气可大幅降低前期投入成本和风险,对加快天然气市场培育的步伐有着重要作用意义。

参考文献

- 1 花景新,张增刚,马志远.燃气管道供应[M].北京:化学工业出版社,2007:207-208
- 2 黄正兵.四种燃气供应方式在中小城镇应用情况比较[J].大科技,2015:16
- 3 赵起龙.试析压缩天然气供应工艺及规模[J].中国化工贸易,2014;23:156,160