

城市高压管网供气能力评估与调配初探

□ 佛山市燃气集团股份有限公司 (528000) 尹祥 赵先勤

摘 要: 本文对已建成的城市高压管网的供气情况进行了调查与分析研究,并借助于供气数据远传与标准数据修正,探寻出适合现有高压管网供气的计算公式,以此来对现有高压管网和未来建设的高压管网的供气能力进行测算。在借助燃气调度的情况下,对高压管网可能达到的供气能力进行评估,并以此来指导未来工程项目的实施计划。

关 键 词: 城市高压管网 供气能力 计算公式 测算与评估

Preliminary Study on the Supply Capacity Assessment and the Deployment of City High Pressure Gas Pipeline Network

Yin Xiang, Zhao Xianqin

Abstract: In this paper, the supply capacity of city high pressure gas pipeline network that has been built was investigated and analytically studied. The formula for calculating the supply capacity of the existing high pressure gas pipeline network was sought out by means of the gas supply data remote transmission and the standard data correction, and with it to predict the supply capacity of the existing and the future constructing high pressure gas pipeline network. Meanwhile, by the way of gas deployment, the obtainable supply capacity of high pressure gas pipeline network was assessed to guide the implementation plan of the construction project in the future.

Keywords: city high pressure gas pipeline network gas supply capacity calculation formula estimation and assessment

1 概述

佛山市燃气集团股份有限公司(以下简称“佛山燃气”)经过一、二期高压输配管网系统的建设后,已建成高压输配管道约150km;其中芦苞—西南—官窑—狮山—罗村—南庄约为48.5km,明城—西江—西樵—南庄约为37.8km,南庄—西线—新城—北滘—大良约为35.4km,整个管网成枝状布局。目前,南庄门

站已接通广东大鹏LNG气源,芦苞门站、明城门站均已接通省管网气源,官窑调压站将于近期恢复使用。现已形成3个管道气源点可同时进气的供气模式。2015年佛山燃气的总供气量超过 $11.2 \times 10^8 \text{Nm}^3$ 。

随着天然气产业链的不断延伸和发展,尤其到2018年将有大型分布式能源电厂项目相继投产,预计佛山地区天然气需求量将高速增长。为此需对2018年佛山市高压管网的供气能力进行测算与调配方式进行

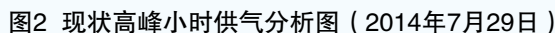
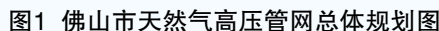
条件下的气量, 单位为 Nm^3/h) 作为公式验证计算依据; 整理当日的现状数据可得出如图2与图3。高压管网日供气量达 $237 \times 10^4 \text{Nm}^3$ (该日平均小时供气量约为 $9.9 \times 10^4 \text{Nm}^3$, 未含高要燃气反输供气、LNG气化供气以及沙口电厂专线供气)。

2.2 公式验证计算

2.2.1 公式选取及参数确定

(1) 公式选取

根据2009年出版的《燃气工程设计手册》^[1],高



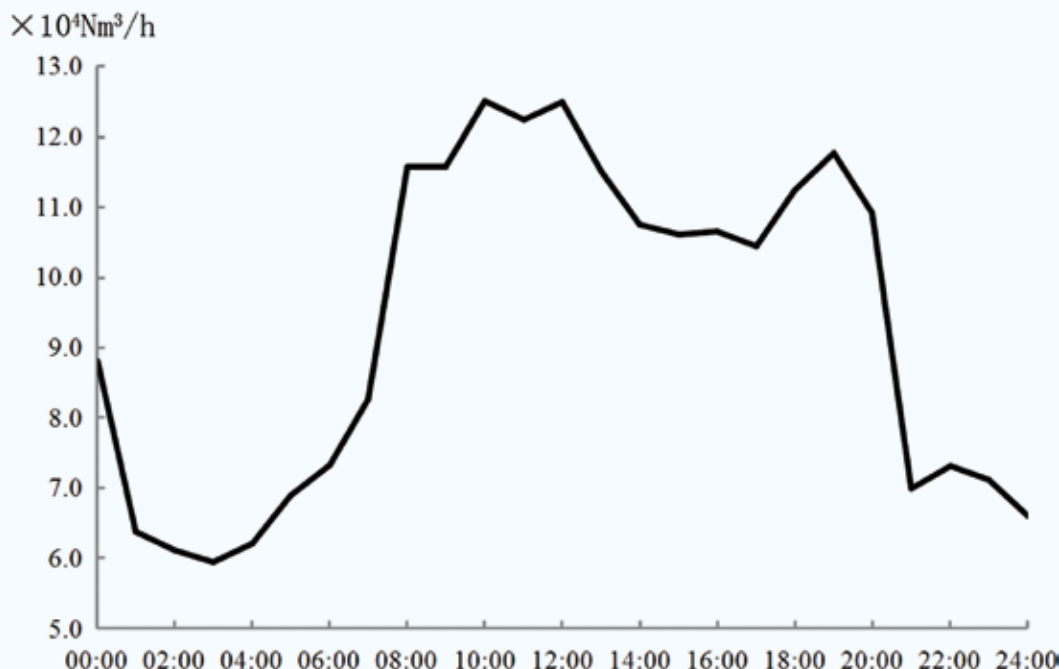


图3 现状日供气量变化图（2014年7月29日，高峰小时系数为1.29）

压和中压钢管燃气管道的水力计算公式如下：

$$\frac{P_1^2 - P_2^2}{L} = 1.4 \times 10^9 \left(\frac{\Delta}{d} + 192.2 \frac{dv}{q_0} \right)^{0.25} \frac{q_0^2}{d^5} \rho_0 \frac{T}{T_0}$$

式中： P_1 —燃气管道起点的绝对压力，kPa；

P_2 —燃气管道终点的绝对压力，kPa；

L —燃气管道的计算长度，km；

Δ —管壁内表面的当量绝对粗糙度，mm；

d —燃气管道的内径，mm；

v —燃气运动黏度， m^2/s ；

q_0 —折算到标准状态时燃气管道的计算流量， m^3/h ；

ρ_0 —标准状态时燃气的密度， kg/m^3 ；

T —设计中所采用的燃气温度，K；

T_0 —273.15K；

（2）参数确定

当高压输气管道建成投产后其物性已定，不会随参数选择而变化。将选择的参数代入公式中，其计算结果与运行实际参数接近或相同时，便认为所选参数适合实际。

式中：

d 的取值：我司高压管道管材有D508×11.9与D508×9.5两种规格，分别各占约20%与80%，故管内

径 d 取平均数488mm。

T 的取值：因管道均埋地敷设，管输天然气温度与地温接近取20℃，即293.15K。

ρ_0 的取值：根据气质报告，计算出0℃，1atm下天然气的绝对密度约为0.72kg/m³。

q_0 ：为0℃，1atm下天然气的流量 m^3/h 。

v ：根据天然气的物性，取 $12.6 \times 10^{-6} m^2/s$ 。

L ：管道计算长度，取1.1倍管道工程长度km。

Δ 的取值：根据钢管的加工工艺与施工工艺试算后取0.06。

2.2.2 验证计算

根据2014年7月29日上午9:45，高压管网与各场站的实际运行数据与公式计算结果对比如表1所示。

经实测修正压力与公式计算结果压力对比。其最大偏差率仅为0.11%，因此认为该管道计算公式及物性参数的选取可采纳性较强。可用于佛山市同类型的其它高压管道的水力测算。

3 2018年高压管网供气预测

3.1 各区域公司供气预测

根据各区燃气公司气量预测及站场供气量进行分

析统计,按现有的用气规律推算出各区高峰小时用气量如表2所示。

3.2 大型分布式能源及代输项目供气预测

根据佛山市域分布式能源电厂的发展规划以及相关大型用户用气需求,预计2018年拟为华电顺德西部产业园分布式能源项目、华电三水工业园分布式能源站项目、公控三水金本水都分布式能源项目、中山永宁电厂、中山港华燃气有限公司、中山市智仁能源投资有限公司等进行供气,其规模如表3所示。

如表3所示,华电顺德西部产业园分布式能源站项目、中山永宁电厂、中山港华燃气有限公司、中山市智仁能源投资有限公司等均需要通过杏坛门站进行

供气,年总供气量达 $7.4 \times 10^8 \text{Nm}^3$ 。根据目前高压管网的建设情况,2018年年底不能确定杏坛门站是否可以接通中山海气,如图1所示;也不能确定中山海气方面是否有足够的供应气源。所以需考虑从芦苞门站、明城门站与南庄门站远距离对杏坛门站进行输气。因此,2018年的供气最不利点为杏坛门站,需对其供气能力进行评估。

3.3 总气量分配

根据上述各区域公司供气预测与大型分布式能源及代输项目供气预测,并根据现有各站的供气比例进行分配得出2018年高压管网供气分析图,如图4所示。

表1 2014年7月29日芦苞—南庄水力计算表

场站节点	芦苞	西南	官窑	狮山	罗村	南庄
压力 (MPa, 远传值)	3.35	3.27	——	3.18	3.12	3.13
压力 (MPa, 修正值)	3.36	3.28	——	3.18	3.14	3.13
压力 (MPa, 计算值)	3.36	3.28	——	3.18	3.14	3.13
与实测偏差 (%)	0.05	0.09	0	0.11	0.09	0
途泄流量 (Nm ³ /h)	0.00	5 063	0.00	14 127	4 305	72 626
转输流量 (Nm ³ /h)	96 121	91 058	91 058	76 931	72 626	
工程长度 (km)	14.95	10.42	8.20	10.99	3.92	
管径 (mm)	488	488	488	488	488	

注: 1、压力修正值是用同一只精密压力表在各场站压力远传点位置进行压力测试,用其差值率进行修正。

2、远传数据为在燃气调度控制中心读取的远传实时压力,流量数据。

表2 各区域公司2018年高峰小时供气预测

行政区域公司	禅城燃气	顺德燃气	南海燃气	三水燃气	高明燃气
2018年高峰小时流量 (Nm ³ /h)	27 300	33 600	50 000	80 800	33 700

表3 2018年大型分布式能源及代输项目用气量

代输项目名称	规划地点	用气量预测 ($\times 10^8 \text{Nm}^3/\text{a}$)	用气量预测 ($\times 10^4 \text{Nm}^3/\text{h}$)	备注
中山永宁电厂	中山小榄镇	2.0	3.0	杏坛门站供气
华电顺德西部产业园分布式能源项目	顺德西部生态产业园	2.0	3.7	杏坛门站供气
华电三水工业园分布式能源站项目	三水区乐平工业区	2.0	3.7	
公控三水金本水都分布式能源项目	水都饮料食品基地东部	1.5	3.6	
中山港华燃气有限公司	中山小榄镇	1.0	1.4	杏坛门站供气
中山市智仁能源投资有限公司	中山东凤镇	2.4	3.5	杏坛门站供气

4 管网输配能力测算

4.1 南庄门站至杏坛门站管道输气能力测算

根据2018年高压管网供气分析图,以杏坛门站作为最不利点,分别计算当杏坛门站进站压力为2.0MPa(表压,以下同)及2.5MPa时,南庄门站需保持的进站压力要求。采用上述《燃气工程设计手册》^[1],高压和中压钢管燃气管道的水力计算公式对南庄门站至杏坛门站管道输气能力进行测算,其结果如表4所示。

由于南庄门站工艺流程转换有一定的压力损失(按0.03MPa取值),故:

当杏坛门站进站压力为2.00MPa时,南庄门站进站压力为2.86MPa;

当杏坛门站进站压力为2.50MPa时,南庄门站进站压力为3.23MPa。

4.2 杏坛门站供气能力评估

4.2.1 工况 I 测算

假设工况 I:南庄门站只接收广东大鹏天然气,且该气量仅用于沙口电厂供气;其余由明城门站、芦苞门站联合提气进行供气。

经试算将芦苞门站与明城门站之间的进气量进

行调配,将南庄门站—杏坛门站的总气量188 600Nm³/h(包含南庄—杏坛高压管输180 400Nm³/h,南庄途泄中压8 200Nm³/h)进行分配:由芦苞门站供应80 000 Nm³/h,明城门站108 600Nm³/h。计算结果如表5、表6所示。

从上述计算结果可知,在工况 I 的条件下:

当杏坛门站进站压力为2.0MPa时,芦苞门站出站压力为3.38MPa,明城门站出站压力为3.33MPa;

当杏坛门站进站压力为2.5MPa时,芦苞门站出站压力为3.70MPa,明城门站出站压力为3.65MPa。

4.2.2 工况 II 计算

假设工况 II:广东大鹏天然气除依旧用于沙口电厂供气外,高峰剩余气量为20 000Nm³/h。其余气量分别由明城门站、芦苞门站联合提气进行供气。

经计算,由广东大鹏天然气高压管道进入南庄门站途泄完沙口电厂用气外,高峰剩余气量为20 000Nm³/h。将南庄门站—杏坛门站的总气量188 600Nm³/h进行分配:由芦苞门站供应70 000Nm³/h,明城门站98 600Nm³/h,南庄站供应20 000Nm³/h。计算结果如表7、表8所示。

从上述计算结果可知,工况II条件下:

当杏坛门站进站压力为2.0MPa时,芦苞门站出站

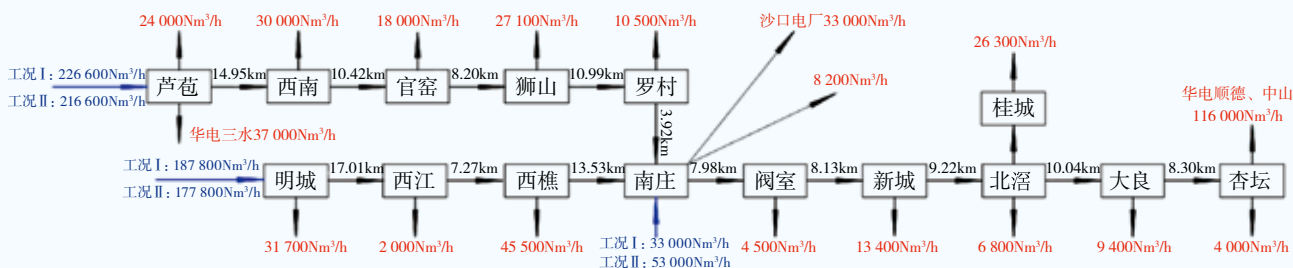


图4 2018年高压管网供气分析图

表4 2018年南庄—杏坛水力计算表

场站节点	南庄	西线	新城	北滘	大良	杏坛
压力 (MPa, 表压)	2.83	2.64	2.46	2.26	2.11	2.00
压力 (MPa, 表压)	3.20	3.04	2.88	2.71	2.59	2.50
途泄流量 (10 ⁴ Nm ³ /h)	0.00	0.45	1.34	3.31	0.94	12.00
转输流量 (10 ⁴ Nm ³ /h)	18.04	17.59	16.25	12.94	12.00	
工程长度 (km)	7.98	8.13	9.22	10.04	8.30	
管径 (mm)	488	488	488	488	488	

表5 2018年芦苞—南庄水力计算表(工况I)

场站节点	芦苞	西南	官窑	狮山	罗村	南庄
压力(MPa, 表压)	3.38	3.13	3.01	2.94	2.88	2.86
压力(MPa, 表压)	3.70	3.47	3.37	3.30	3.25	3.23
途泄流量($10^4\text{Nm}^3/\text{h}$)	0.00	3.00	1.80	2.71	1.05	8.00
转输流量($10^4\text{Nm}^3/\text{h}$)	16.56	13.56	11.76	9.05	8.00	
工程长度(km)	14.95	10.42	8.20	10.99	3.92	
管径(mm)	488.0	488.0	488.0	488.0	488.0	

表6 2018年明城—南庄水力计算表(工况I)

场站节点	明城	西江	西樵	南庄
压力(MPa, 表压)	3.33	3.08	2.97	2.86
压力(MPa, 表压)	3.65	3.42	3.32	3.23
途泄流量($10^4\text{Nm}^3/\text{h}$)	0.00	0.20	4.55	10.86
转输流量($10^4\text{Nm}^3/\text{h}$)	15.61	15.41	10.86	
工程长度(km)	17.01	7.27	13.53	
管径(mm)	488	488	488	

表7 2018年芦苞—南庄水力计算表(工况II)

场站节点	芦苞	西南	官窑	狮山	罗村	南庄
压力(MPa, 表压)	3.31	3.09	2.98	2.92	2.87	2.86
压力(MPa, 表压)	3.63	3.43	3.34	3.28	3.24	3.23
途泄流量($10^4\text{Nm}^3/\text{h}$)	0.00	3.00	1.80	2.71	1.05	7.00
转输流量($10^4\text{Nm}^3/\text{h}$)	15.56	12.56	10.76	8.05	7.00	
工程长度(km)	14.95	10.42	8.20	10.99	3.92	
管径(mm)	488.0	488.0	488.0	488.0	488.0	

表8 2018年明城—南庄水力计算表(工况II)

场站节点	明城	西江	西樵	南庄
压力(MPa, 表压)	3.27	3.05	2.95	2.86
压力(MPa, 表压)	3.60	3.40	3.31	3.23
途泄流量($10^4\text{Nm}^3/\text{h}$)	0.00	0.20	4.55	9.86
转输流量($10^4\text{Nm}^3/\text{h}$)	14.61	14.41	9.86	
工程长度(km)	17.01	7.27	13.53	
管径(mm)	488	488	488	

压力为3.31MPa,明城门站出站压力为3.27MPa。

当杏坛门站进站压力为2.5MPa时,芦苞门站出站压力为3.63MPa,明城门站出站压力为3.60MPa。

4.2.3 管网输配能力评价

从上工况I与工况II计算结果分析可知,当杏坛门站进站压力为2.0MPa时,芦苞门站、明城门站出站压力均在3.4MPa以下,目前的高压管网能够满足。当杏坛门站进站压力为2.5MPa时,芦苞门站出站压力需要达到3.70MPa;对于目前高压管网公司从省网获得的天然气压力基本能满足要求。

5 结语

(1) 本文通过城市高压管网的实际运行数据与拟定的物性参数进行公式试算;待其试算结果与实际运行数据相近或相同时,保持拟定的物性参数不变通过公式对2018年的管网输配能力进行测算评估;其测算结果对管网规划、建设、大客户拓展及经营决策等

方面具备重要指导意义。

(2) 佛山市高压管网当高峰小时用气总量为 $44.74 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{h}$ 时,杏坛门站周边高峰小时流量为 $12.0 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{h}$;可以满足杏坛门站周边 $7.4 \times 10^8 \text{Nm}^3/\text{a}$ 的供气需求。

(3) 从管网输配能力测算评估中知,南庄门站多向广东大鹏天然气公司提气对高压管网运行工况有较大改善;在天然气调配中应尽量多提气改善运行工况。

(4) 尽早让杏坛门站接通中山海气,接通中山海气后其高压管网运行工况有很大改善,其供气能力将大大增强。

参考文献

- 1 严铭卿. 燃气工程设计手册[M]. 中国建筑工业出版社, 2008: 426-437

其它消息

秦皇岛华润燃气有限公司山海关燃气公司客服中心 燃气表及室内管道展示赢好评

秦皇岛华润燃气有限公司山海关燃气公司客服中心营业厅内,有一块小小展示平台,摆放着5种燃气表和一块室内燃气管道安装展板,颇受燃气用户的关注和赞誉。山海关燃气公司所服务的天然气用户中,有3类燃气表:天津求新的IC卡表、重庆山城的普表和重庆山城的IC卡表。因为重庆山城IC卡表的表型升级,仅重庆山城卡表就有3种表型,所以用户在用的燃气表共有5种表型。

每个小区所使用的表型不同,有的一个小区内又存在着两种表型。为了方便用户直观的了解自家的燃气表类型,准确掌握燃气表的使用情况,客服中心特设立了这个展示台,将5种燃气表摆放在服

务窗口。当用户对燃气表的使用有任何疑问时,比如,如何读取燃气表读数、怎样更换电池、IC卡怎样充气及查询气量情况等等,客服人员都会现场实际操作给用户看,不厌其烦的重复讲解、演示,直到用户了解、掌握使用方法为止。

室内管道安装展板,也是为了给用户一个直观的展示平台。有些用户需要改装燃气管道或加装天然气热水器,展板是模拟用户家中燃气管道安装热水器及灶具的安装方式所布置的管道展示,这样用户可以在装修及安装时,避免安全隐患,科学、合理的使用燃气。

(宋丽萍 郭良洁 杨杰)