

doi:10.3969/j.issn.1671-5152.2014.04.010

# 储配站进出站压力匹配分析

□ 重庆燃气集团股份有限公司 (400030) 王兴畏 吴晓梅

**摘要:** 对于没有压缩机组的储配站来说, 在出站压力一定的情况下, 由于站场内部的压力损失, 其进站压力受到一定的限制。针对此情况, 笔者对站场的压力损失展开研究, 并深入分析了确定管段局部压力损失的途径, 得到直接利用求得的管段总局部阻力系数计算局部压力损失的方法。然后, 通过对实际站场的研究, 最终确定不同流量下该储配站进、出站压力的匹配情况。这样既可以指导调度中心决策的制定, 又能够为站场压力调节工作提供依据, 有效避免了调度中心与站场之间工作中的矛盾。

**关键词:** 储配站 压力匹配 压力损失 局部阻力系数

## Analysis the Inlet and Outlet Pressure Matches of Distribution Station

Chongqing Gas Company Wang Xingwei, Wu Xiaomei

**Abstract:** Owing to the loss of pressure inside the distribution station without compressors, the minimum inlet pressure needs to be certain restrictions in the case of certain outlet pressure. For this case, the author commenced the research of the loss of station pressure and in-depth analysis of the way of determine local pipe pressure loss, which finally got the method of using general coefficient of local resistance to obtain local loss of pressure. Then determined the inlet and outlet pressure matches through the study of an actual station. The conclusion is not only to guide the development of the grid control center's decisions, but also be able to provide the basis for the station workers, which effectively avoided the contradictions between the grid control center and the station workers.

**Keywords:** Distribution Station pressure match loss of pressure coefficient of local resistance

### 1 概述

日常工作过程中, 调度中心和各站场工作人员之间经常出现矛盾, 如果在工作中调度中心下达的“命令”有充分的理由, 站场值班人员的操作有充足的证据, 那么就能够有效的避免类似情况的出现。

调度中心对于下游站场的管理决策直接影响到各站场乃至整个管网系统的运行质量<sup>[1][2]</sup>。各站场值班人员的工作仅立足于本站场内部及其下游影响区域,

主要任务是安全高效的完成调度中心下达的调节任务, 并对站场出现的突发问题进行应急处理<sup>[3]</sup>。缺少科学依据是矛盾产生的主要原因, 对储配站进、出站压力进行合理的匹配计算是解决此矛盾的根本。

### 2 管段压力损失计算

进行储配站进、出站压力合理匹配计算就是要在满足出站最低压力要求的情况下, 对站场内的压力损

失进行计算，从而匹配储配站的最低进站压力要求。通过计算，使得调度中心下达任务和各站场完成任务情况都有理有据。

### 2.1 传统管段压力损失计算

天然气在城市管网内流动过程中由于受到沿程摩擦阻力和局部阻力的共同影响，流动状态不断发生变化。管段压力损失按照下式进行计算：

$$\Delta P_{\text{总}} = \Delta P_{\text{摩}} + \Delta P_{\text{局}} \quad (1)$$

式中： $\Delta P_{\text{总}}$ —管段的压力损失，KPa；

$\Delta P_{\text{摩}}$ —管段受到沿程摩擦阻力导致的压力损失，KPa；

$\Delta P_{\text{局}}$ —管段受到局部阻力导致的压力损失，KPa<sup>[4]</sup>。

城市管网水力计算过程中对沿程摩擦压力损失和局部压力损失的处理相对较简单。当对某一特定管段进行研究时，传统的处理方式是根据该管段不同的管材和天然气的流动特性选用适当的参数，通过计算公式得到管段的沿程摩擦阻力；而对于局部压力损失的处理，一般根据经验可按沿程摩擦阻力损失的5%~10%进行估算或利用各设备的局部阻力系数计算得到各管段的局部压力损失<sup>[5]</sup>。

而对于街坊庭院管段和室内管段及场站区域的燃气管段，三通、弯头和阀门等设备众多，局部阻力损失所占比例较大<sup>[6]</sup>，加之各设备的使用时间与磨损情况存在差异，而且没有一定的规律性，局部阻力损失如果采用与城市管网水力计算相同的处理方式明显会导致较大的误差，因此，需要探寻一种新的方式进行处理。

### 2.2 站场沿程摩擦压力损失

根据压力损失产生的原因，站场压力损失可以分为沿程摩擦压力损失和局部压力损失两类，需要分别采用不同的处理方式计算。下面对具体的处理方式说明。

对于钢管系统，沿程摩擦压力损失可以根据公式直接进行计算。

$$\frac{\Delta P}{L} = 1.4 \times 10^9 \left( \frac{\Delta}{d} + 192.2 \frac{d\nu}{Q_0} \right)^{0.25} \frac{Q_0^2}{d^5} \rho_0 \frac{T}{T_0} \quad (2)$$

式中： $\Delta P$ —管段的压力降；中高压管网  $\Delta P = P_1^2 - P_2^2$ ，其中 $P_1$ 和 $P_2$ 分别为管段始、末端的压力值。

$L$ —管段的计算长度，m；

$\Delta$ —管段内壁当量绝对粗糙度，mm。对于钢管， $\Delta = 0.17\text{mm}$ ；

$d$ —管段内径，m；

$\nu$ —天然气运动粘度， $\text{m}^2/\text{s}$ ；

$Q_0$ —天然气的计算流量， $\text{Nm}^3/\text{h}$ ；

$\rho_0$ —天然气的密度， $\text{kg}/\text{Nm}^3$ ；

$T$ —天然气的绝对温度，K；

$T_0 = 273\text{K}$ <sup>[5]</sup>。

### 2.3 局部压力损失

当天然气流经过滤器、调压器、流量计和汇管等管路上的设备时，其几何边界发生急剧改变，形成大小不一的漩涡区，这种漩涡势必带来一定压力损失，通常称之为局部压力损失，其数值与各设备的局部阻力系数、天然气的密度和燃气在管段内的流动状态等因素有关。

#### 2.3.1 局部阻力系数

设备的局部阻力系数是一无量纲数，与设备的固有性质有关。对处于管段系统上某一特定的设备而言，其局部阻力系数是一定值。新投入使用的设备的局部阻力系数通常可以由设备的生产厂家提供。但实际使用过程中，由于受到流体介质和使用状况的共同影响，设备的磨损程度存在较大差异，导致同一管段上相同设备的局部阻力系数也发生不同程度的改变。因此，设备局部阻力系数的确定是计算管段局部压力损失的关键。

##### 2.3.1.1 各管段设备的局部阻力系数值

通常情况下，某一设备的局部阻力系数由实验测得。为了计算方便，相关资料上给出了天然气管路中一些常用设备的局部阻力系数的参考值见表1<sup>[6]</sup>。

站场管段的管径较大，而且燃气的流量很大，对实际的站场进行研究时，局部阻力系数如果直接采用表1提供的参考值并不合适。另外，站场管路设备较多，而且拆卸不便，采用传统实验测量的方法获取每个设备的局部阻力系数相当麻烦，可行性不高，因此，需要尝试采用新的方法对管路设备的局部阻力系数进行研究。

由于在局部压力损失计算过程中，直接采用的是管段总局部阻力系数值。传统计算时，管段总局部阻力系数是各管路设备局部阻力系数的简单累加。每个管路设备的局部阻力系数值较难获得，如果能够直接

表1 局部阻力系数 $\zeta$ 值

局部阻力名称	$\zeta$	局部阻力名称	不同直径 (mm) d的 $\zeta$ 值					
			15	20	25	32	40	$\geq 50$
管径相差一级								
骤缩变径管	0.35	旋塞	4	2	2	2	2	2
三通直流	1.0	截止阀	11	7	6	6	6	5
三通分流	1.5	闸板阀	d=50~100		d=175~200		d $\geq$ 300	
四通直流	2.0							
四通分流	3.0							
90°光滑弯头	0.3		0.5		0.25		0.15	

得到管段总局部阻力系数值将为压力损失计算带来较大的便利。

### 2.3.1.2 管段总局部阻力系数值

管段各设备的局部阻力系数是管段各设备的固有性质,不受流体的流动状态和流体特性的影响,则管段总阻力系数值与管段在特定流态下计算得到的总阻力系数值相同,因此,本研究采用站场各不同时刻下运行的水力工况参数作为依据进行计算,计算结果的平均值作为该管段总局部阻力系数值。

管段总局部阻力系数值计算步骤:

- (1) 采集SCADA系统实时监控数据<sup>[7]</sup>;
- (2) 计算沿程摩擦压力损失,即计算只考虑摩擦压力损失时管段末端的压力值;
- (3) 与实测压力值进行比较,得到局部阻力带来的压力损失值;
- (4) 根据公式计算管段总局部阻力系数值,并采用各时刻计算结果的平均值作为实际值。

### 2.3.2 管段局部压力损失

得到了管段总局部阻力系数值就可以根据公式对管段的局部压力损失进行研究。管段局部压力损失可用下式求得:

$$\Delta P_{\text{局}} = \Sigma \zeta \frac{v^2}{2} \rho \quad (3)$$

式中:  $\Sigma \zeta$ —计算管段总局部阻力系数值;

$v$ —管段中燃气流速, m/s;

$\rho$ —天然气密度, kg/m<sup>3</sup>。

## 3 站场实际计算

利用前面介绍的方法,对重庆燃气集团股份有限

公司某储配站进行计算,该储配站部分工艺流程示意图见图1。

### 3.1 读取样本数据

通过SCADA监控系统<sup>[8]</sup>分别读取2013年12月11日各时刻管段上各监控点的压力变化情况作为计算样本。

### 3.2 实际计算处理

(1) 对读取的样本数据进行分析处理,考虑本研究的目的是确定在末端出站压力满足条件的情况下,进站压力的合理匹配,因此,需要在管路系统中阀门开度最大的情况下对各管段进行分析,并且将样本数据中不符合条件的数据剔除后再进行计算;

(2) 为了计算的方便,需要对不同的管段情况进行分析,分别选择采用不同的计算处理方式。其中汇2-汇3、汇3-汇8管段压降较小,而且受到管路设备的影响较小,在计算过程中只考虑其沿程摩擦压力损失即可;但汇9-汇13管段压力变化较大,是站场内管段压力损失的主要部分,而且管路设备较多,局部压力损失较大,需要分别计算其沿程摩擦压力损失和局部压力损失;

(3) 在计算过程中,需要根据末端出站压力的限制条件,分别依次从各管段的末端开始计算管段始端的压力,最终得到进站最低压力需求。

### 3.3 计算结果

通过计算得到储配站在不同流量下进、出站压力匹配计算结果见表2。

## 4 结论

对于没有压缩机组的储配站,其天然气进站压力

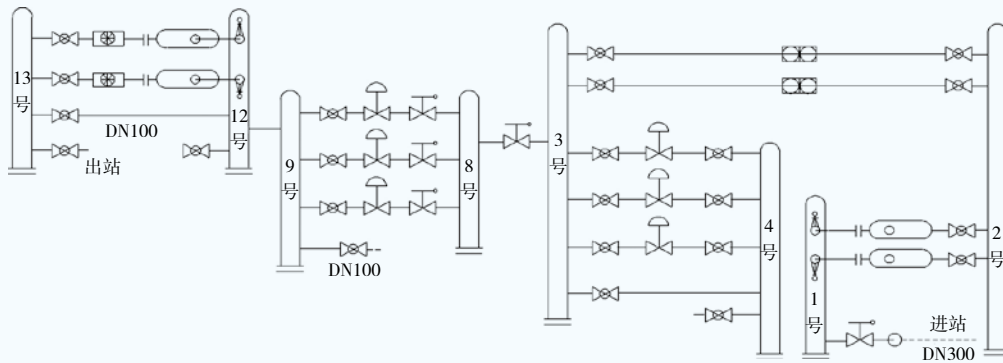


图1 重庆燃气集团头塘储配站部分工艺流程示意图

表2 储配站管段始末端压力匹配计算结果

流量Q (m <sup>3</sup> /h)	汇9-汇13管段压降 (KPa <sup>2</sup> )	摩擦压力损失 (KPa)	进站压力匹配 (KPa)			
			出站压力0.22MPa	出站压力0.20MPa	出站压力0.18MPa	出站压力0.17MPa
8 000	1 034.484	8.046062	230.303	210.5176	190.7768	173.0158
12 000	2 311.847	18.10364	242.9098	223.3406	203.8551	176.6687
16 000	4 095.74	32.18425	260.1781	240.8428	221.6256	181.6473
20 000	6 386.16	50.28789	281.854	262.736	243.7595	187.8461
24 000	9 183.106	72.41456	307.7164	288.7781	269.993	195.1489
28 000	12 486.58	98.56426	337.5941	318.7902	300.141	203.4369
32 000	16 296.57	128.737	371.3678	352.6536	334.0885	212.5949
36 000	20 613.1	162.9328	408.9628	390.299	371.7741	222.5154
40 000	25 436.14	201.1515	450.3385	431.6928	413.1739	233.1011
44 000	30 765.72	243.3934	495.4787	476.8264	458.2877	244.2657
48 000	36 601.81	289.6582	544.3834	525.7062	507.1298	255.9332
50 000	39 709.81	314.2993	570.2504	551.5556	532.9555	261.9347

无法自主升高，因此，储配站进、出站压力匹配研究具有重要的意义。在储配站通过自身内部调节仍无法满足下游用户稳定用气要求时，调度中心和站场都可以借鉴此方法进行计算，以指导日常的工作。计算中采用的管道基础运行数据越充分准确，计算结果参考价值就越高。

参考文献

1 周荣义. 城市燃气管网安全信息系统建设中的GIS应用[C]. CPSE第十二届安博会, 2009; 155-157  
2 马作航. 燃气调度中心的功能和作用[J]. 钢铁技术,

2005; 3: 39-42

3 管宏庆. 城镇压缩天然气储配站的建设[J]. 煤气与热力, 2007; 9: 22-24

4 张红亚. 流体力学(第二版)[M]. 安徽: 安徽科学技术出版社, 2005

5 段常贵. 燃气输配(第四版)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011

6 严铭卿. 燃气工程设计手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009

7 刘明亮. 基于SCADA系统的天然气管道瞬态仿真及负荷预测[D]. 天津: 天津大学, 2008

8 郝冉冉, 宋永明, 李颜强等. SCADA系统在城市燃气管网调度管理的应用[J]. 煤气与热力, 2009; 1: B29-B3