

天然气门站设计问题与方法研究

□ 河南省城乡规划设计研究总院有限公司 (450044) 江 明

随着各地输气管道支线工程的深入建设,天然气输配管道逐步向中小县级城市延伸。新通管道气源城市燃气基础设施建设起步晚、规模小,天然气用户数量有限,因而在接入管道天然气初期,天然气用量较少;但随着天然气用户的不断增加,天然气用量也随之快速增长。因此,在进行中小县级城市门站设计过程中,经常会遇到下游市场近、远期用气量相差较大的情况。通过对近、远期用气量相差较大的城市门站在设计过程中出现的问题进行分析,提出解决问题的方法与措施,以优化门站设计方法。

1 存在的问题

1.1 流量计和调压器选型配置不合理

在对下游市场近、远期用气量相差较大的城市门站进行设计时,若仅以下游市场远期用气量作为流量计和调压器的选型依据,将可能出现以下问题:

(1) 流量计无法达到设计计量精度要求

以最常用的涡轮流量计为例,当通过流量 Q 在 $Q_{\min} < Q \leq 0.2Q_{\max}$ 时,涡轮流量计的计量精度不低于2%,在 $0.2Q_{\max} < Q < Q_{\max}$ 时,涡轮流量计的计量精度不低于1%;当通过流量 Q 在 $0.4Q_{\max} < Q < 0.8Q_{\max}$ 时,涡轮流量计的计量精度达到最佳状态。因此,当通过流量远小于设计流量时,即下游市场近期用气量较少时,会造成涡轮流量计计量精度无法达到设计精度要求;当通过流量低于涡轮流量计的最小启动流量时,甚至会出现流量计涡轮不转动,无法计量的情况。

(2) 调压器阀芯开启度过低

以负载间接作用式调压器为例,当调压器以下

游市场远期用气量为选型依据时,由于近期用气量远小于调压器最大允许通过量,调压器的阀芯开启度较小;当调压器阀芯开启度小于10%时,天然气将在极短的时间内高速通过调压器阀座,不仅会产生高频噪音,导致调压器阀座磨蚀,而且调压器阀芯会持续震动,无法稳定在开启高度,导致调压器膜片和密封结构磨损老化,从而降低调压器的使用寿命^[1]。

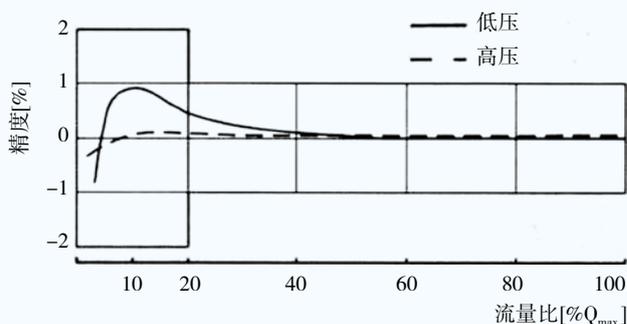


图1 涡轮流量计精度曲线图

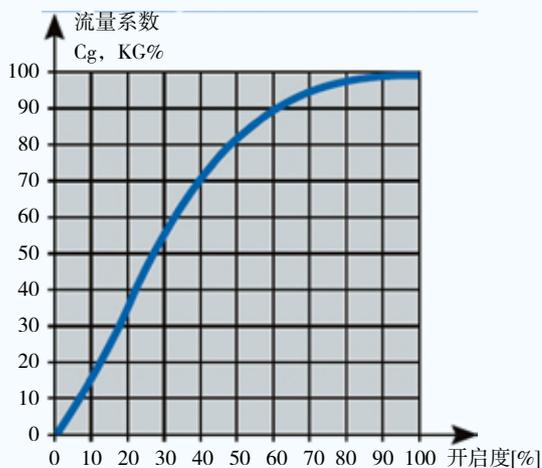


图2 调压器开启度与流量系数曲线图

1.2 天然气预热装置设置位置不合理

城市门站从上游输气管道接入天然气，经过滤、调压、计量、加臭后进入下游城市燃气管网。由于上游输气管道运行压力较高，而下游城市燃气管网运行压力多中压，调压器前后压差大。天然气经调压器节流后，在汤姆逊—焦耳效应作用下，天然气温度将降低约 $0.4^{\circ}\text{C}\sim 0.5^{\circ}\text{C}/(0.1\text{MPa})$ 。若不对调压器前天然气进行充分预热，那么天然气在降压后的温度将下降，使调压器后管段外表面出现结露与结冰，而且极易在管段内形成液态或固态水合物，导致调压器或其引压管出现“冰堵”，影响调压器正常工作；同时，低温天然气也会对站外农作物和下游燃气用户的用气安全造成危害^[2]。

因此，在对调压器前后压差较大的门站进行设计时，除了采用分级调压外，还应对调压器前天然气进行充分预热。通常在设计天然气预热流程时，为了提高换热器的使用效率，将换热器设置于一个独立的工艺单元内，一用一备，天然气预热单元与调压单元之间用汇管分隔。当预热后的天然气以较大流速进入汇管时，天然气在汇管内剧烈扰动，并通过汇管与外界环境换热，导致天然气热量损失，温度降低，从而达到设计预热温度的要求。此类问题对于下游市场用气量近期较小，远期较大的情况尤为突出。当近期用气量较小时，由于进入汇管的天然气流速较小，经预热后的天然气通过汇管与外界环境的换热量并不大，温度降低不明显，而且还可通过提高常压燃气热水炉出水温度来弥补因换热而造成的天然气热量损失，从而不至于影响调压前的天然气预热温度。当下游用气量大幅增加时，管内流速提高，天然气在汇管内的扰动加强，与汇管间的对流换热系数大幅增加，增加了经预热后的天然气通过汇管与外界环境换热量；同时，预热天然气用常压燃气热水炉的提温能力有限，无法完全弥补天然气在汇管处的热量损失，最终导致调压前的天然气预热温度无法达到设计要求。

1.3 工艺参数检测仪表设置位置不合理

在城市门站的设计过程中，会在汇管上设置工艺支路和预留接口，以便满足门站工艺设计要求和未来发展需要。通常在设计工艺参数检测仪表时，会将压力和温度检测仪表设置于汇管一端，这样不仅可以减少检测仪表的数量，降低工艺装置的造价，而且可以

减少工艺装置漏气点；但当汇管长度较长时，由于汇管内各点压力与温度并不完全相同，工艺参数检测点距天然气工作支路越远，参数测量值偏差越大，从而导致工艺参数检测仪表无法反映真实值。

2 设计方法

在对近、远期用气量相差较大的城市门站进行设计时，应分别以城市近、远期用气量为流量计与调压器选型依据；天然气过滤装置与阀门、管道及汇管则仍以远期用气量为选型依据。

2.1 流量计的选型与配置方法

以涡轮流量计为例，其选型与配置主要设计原则包括：

(1) 通过流量不应小于所选流量计允许最大流量 Q_{max} 的20%；

(2) 通过流量宜位于所选流量计允许最大流量 Q_{max} 的40%~80%；

(3) 近期天然气流量计允许最大流量的80%宜为远期天然气流量计允许最大流量的40%，即 $0.8Q_{1\text{max}} \approx 0.4Q_{2\text{max}}$ ；

当 $20\%Q_{1\text{max}} < Q < Q_{1\text{max}}$ 时，可采用两台小量程流量计，一用一备，并宜使通过流量位于40%~80% $Q_{1\text{max}}$ 之间。随着天然气用户数量的逐渐增加，天然气消费量也不断增加。当 $20\%Q_{2\text{max}} < Q < Q_{2\text{max}}$ 时，可采用两台大量程流量计，一用一备，并宜使通过流量位于40%~80% $Q_{2\text{max}}$ 之间。当 $Q_{1\text{max}} < Q < 20\%Q_{2\text{max}}$ 时，通过流量既超出了小量程流量计的量程，又位于大量程流量计2%计量精度范围内，降低了天然气流量计的计量精度。因此，当 $Q_{1\text{max}} < Q < 20\%Q_{2\text{max}}$ 时，应在流量计下游设置流量控制装置，以防下游小时高峰用气量超出小量程流量计量程；当下游小时用气量稳定增长至 $Q_{1\text{max}}$ 时，将其更换为满足计量精度要求的大量程流量计。在选择近、远期天然气流量计时，应尽可能使 $Q_{1\text{max}} \geq 20\%Q_{2\text{max}}$ ，以保证近、远期天然气流量计更换时，计量精度不降低。

2.2 调压器的选型与配置方法

在进行调压器选型时，除了依据近、远期调压器进出口压力和设计流量计算选择满足通过能力的调压器外，还应核算当通过流量 $Q=Q_{1\text{max}}$ 时，近期调压器开

启度 $K_1 \leq 90\%$ ，且远期调压器开启度 $K_2 \geq 10\%$ ；当通过流量 $Q=Q_{2max}$ 时，远期调压器开启度 $K_2 \leq 90\%$ ，以期降低调压器噪音，减少调压器阀座磨蚀，延长调压器膜片与密封结构寿命，保证调压器可靠运行。

城市门站调压器配置采用一用一备模式，下游用气量较小时，采用通过能力较小的调压器；下游用气量较大时，更换为通过能力较大的调压器，并可设置调压器消声降噪装置，以降低天然气流过调压器时所产生的噪音。

2.3 天然气预热装置的设置方法

为了避免预热后天然气热量在汇管处的大量损失，在进行天然气预热工艺设计时，应将天然气预热装置与调压器串联，不再设置预热工艺单元。同时，为了提高天然气预热装置的使用效率，还可通过在天然气预热装置间设置连通管段，实现其互为备用。

将天然气预热装置与调压器串联不仅可以避免预热后天然气在汇管处大量散热而造成的温度降低，而且还可以有效地利用天然气预热热量，降低燃气热水炉的耗气量，提高天然气利用效率。

2.4 工艺参数检测仪表的设置方法

为了避免仪表在较长汇管两端检测工艺参数不准确的情况发生，在设计工艺参数检测仪表测点位置时，宜将其设置于门站工作支路管段上，并使压力

检测仪表位于温度检测仪表上游，避免因插入工作支路管段内的测温元件造成流体扰动而影响压力测量精确度。

3 结论

在进行城市门站设计过程中，应根据实际运行工况，计算、选型、配置工艺设备与仪表，尤其对于近、远期用气量相差较大的城市门站设计，应分期计算、选型、配置流量计和调压器；对于天然气预热装置设置位置，则宜与调压器串联，避免预热后天然气在汇管处的热量损失；工艺参数检测仪表宜设置于工作支路管道上，减少因设置于汇管处所造成的测量误差。

参考文献

- 1 郑安涛. 燃气调压工艺学[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1994
- 2 张鸿鹏, 李颜强. 门站调压节流引起管道低温的分析[J]. 煤气与热力, 2009; 29(1): B01-B04

工程信息

浙江丽水2020年有望实现“县县通”

2016年6月30日，从丽水市天然气管道建设工作部署推进会上了解到，丽水市有望在2020年实现天然气管网县级以上城市全覆盖。

当前，丽水中西部6个县(市)要到“十三五”末才能用上管输天然气，各县城市天然气利用也刚刚起步，从纵向、横向比，都存在较大短板。加上丽水市“低、小、散”燃煤锅炉也比较多(全市共有燃煤锅炉1 766台，目前还有一半多没有淘汰改造)，对空气环境造成一定污染。因此，加快天然气管道建设既是补齐丽水市天然气运输供应基础设施短板的需求，也是优化丽水市能源消费结构

等的现实需要。

据了解，天然气“县县通”工程涉及丽水市共4个项目8个县(市、区)(包括丽水经济技术开发区)，总长度约365km，工程量占全省的21%。按照省里计划安排，丽水市2020年前实现天然气管道“县县通”，其中遂昌、松阳、云和、龙泉4个县(市)2019年6月底前建成，庆元、景宁2个县2020年6月建成。其中，龙游-遂昌-松阳-丽水线、丽水-云和-龙泉线2个项目要求2016年底完成核准，按计划要求2017年12月前开工建设。

(本刊通讯员供稿)