

城区天然气配气站噪声的产生及防治

雷 彬 蒋 煜 蒋华全

(中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司重庆气矿)

摘 要 城区天然气配气站噪声超标已成为供气部门亟待解决的难题,文章分析了配气站噪声污染现状,指出噪声产生原因主要为天然气流动,供气量增长使设备超负荷运行等 7 个方面。分别针对现有配气站和新建、改扩建站场提出降噪措施,指出设备在额定范围内运行、气体流速控制、工艺改造等是噪声控制的重要手段。并对城区天然气配气站噪声治理的进一步研究提出了建议。

关键词 城区 天然气 配气站 噪声 防治

0 引 言

噪声污染被认为是世界上最普遍的公害之一,它对人体危害非常严重,长时间停留在高噪声区,可能导致人体听觉和视觉的迟钝,造成神经系统的紊乱,影响智力和身心健康,以至引发心脏病、高血压等心血管疾病。因此噪声危害被称作“慢性致命剂”。据世界卫生组织估计,仅美国每年花费在噪声治理、赔偿损失等方面的费用高达 40 多亿美元。因此,噪声达标排放和污染治理成为公众关注的焦点。

1 配气站噪声污染现状

随着经济的发展,重庆城市空间不断拓宽,对天然气的需求呈迅猛上升势头,一些原来孤立于荒郊野外的配气站被新兴的城市包围。重庆气矿江北、渝北运销部大部分配气站都位于主城区,日供气量近 $500 \times 10^4 \text{ m}^3$;由于天然气输气量的增加,配气站的设备满负荷或超负荷运行,造成气流速度过高而形成噪声,严重干扰了周围居民的正常生活,成为市民投诉

的重点。重庆气矿主城区几个配气站的噪声监测数据统计见表 1,从表中可以看出,主城区几个配气站的厂界噪声都超过《工业企业厂界噪声标准》(GB 12348—90) II 类标准。

2 配气站噪声产生原因分析

噪声按其产生的机理可分为三种:①气体动力噪声;②机械噪声;③电磁性噪声。配气站噪声主要是天然气在工艺设备中流动产生的气体动力噪声。

2.1 天然气流动产生噪声

天然气在调压、计量、分配等环节中,因节流降压或改变天然气流动形态,造成天然气在处理设备中形成涡流、搅动、与钢管壁摩擦等,进而产生气流动力噪声。配气站的噪声主要来源于汇管、调压、过滤分离等区域以及钢制弯管部位等,尤其节流降压的调压设备中尤为明显。由于配气站噪声主要是在工艺管道和设备构成的刚性封闭管道空间内产生,所以噪声主要沿管壁传播,通过空气向四周传播,噪声随距

表 1 主城区配气站噪声监测值

站 名	处理能力($\times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$)			设备噪声(dB(A))		昼间厂界噪声(dB(A))		
	设计量	处理量	最高瞬产	最高	最低	标准*	最高	最低
红岩村	14.3	40	70	101.2	96	60	77.4	64.2
团 校	40	23	50	99.6	75.7	60	83.6	51.9
贺家湾	/	17	30	83.1	81.9	60	73.4	61.9
松树桥	80	36	75	80.8	73.9	60	71	66.6
两 路	300	500	650	94.1	79.6	60	84.4	64.9
人 和	100	180	270	99.8	72.7	60	77.3	57.7

*《工业企业厂界噪声标准》(GB 12348—90),昼间 II 类标准。

离的增加、介质的吸收、障碍物的阻挡屏蔽等而略有衰减。

2.2 设备超负荷运行产生噪声

通过对气矿噪声超标的配气站设备运行参数的复核,分析认为,配气站噪声的产生主要是由于其现有供气量增长过快,设备处理量远大于设计能力,造成天然气流态突变,流速极高,接近亚音速而引起噪声。噪声值的大小与气流速度呈正比关系。红岩村站2002年大修改造设计处理规模为 $14.3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,小时流量为 13664 Nm^3 ,到2004年达到 $32.7 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,至2007年超过 $40 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。主城区配气站噪声监测值见表1。按目前日最高瞬产 $70 \times 10^4 \text{ m}^3$ 计算,其小时流量达到 29167 Nm^3 ,远远超过其处理能力。

2.3 调压器噪声

调压器是配气站主要噪声源。天然气通过调节阀和调压器,相当于通过可变孔径的节流孔,因此天然气压力下降,在孔口处气流速度急剧增大。调节阀上下游的天然气压差越大,孔口处的流速也越大,可能造成的噪声也越大。计算可知,通过一级调压器的流速为 $98 \sim 334 \text{ m/s}$,通过二级调压器的流速为 $178 \sim 355 \text{ m/s}$,形成主要噪声。此外,调压器操作不当,或内部组件振动等都可能增大其噪声。

2.4 调压器下游管道噪声

天然气流过调压器孔口的速度接近亚音速,由于渐扩管段较短,气流速度梯度过大,气流流过渐扩管段后速度剧减而压力回升,造成激波,形成噪声。管道内气流速度远小于相应调压器出口端的流速,但也高于管道工艺设计控制流速。

2.5 汇管噪声

气流紊动、气流喷注噪声及调压器所产生的噪声在所相连的管道内会形成一个声场,进入汇管后被放大。在配气站现场,由于场地限制,一级调压及旁通进气管线与汇管的距离较短,调压阀或弯头处产生的噪声传递进入汇管,与进入汇管时空间增大所形成的喷注噪声、汇管内气流紊动噪声,加上通过远大于调压单元的表面积向外辐射,综合形成更为强烈的噪声。在设备多、进气及分配管线多的大型配气站,汇管噪声尤为突出。

值得一提的是调压阀下游管段和汇管并不是噪声

产生的主声源,只是因为处于主声源下游,并汇集了更多声源,加上远大于主声源部位的表面积,噪声向外辐射的能力增强,往往表现出比主声源更大的噪声,即“二次声源”。

2.6 孔板节流装置噪声

在孔板节流装置处,由于束流效应,同样会产生噪声,但由于孔板阀体厚度较大,噪声情况相对不突出,但在孔板内径与计量管段内径相差过大时,也会产生较大噪声。

2.7 筒式气体过滤器噪声

通过计算,在过滤分离器的进出管线上,实际流速并不高,以红岩村站为例,在进站压力 0.8 MPa ,处理量 $48 \times 10^4 \text{ Nm}^3/\text{d}$ (超过设计能力)时,进出口管线流速为 20 m/s 。过滤分离器的噪声主要是进入过滤器时的喷注噪声和内部的紊动噪声,由于表面积较大,噪声向外辐射能力强。

3 配气站噪声治理措施及效果分析

3.1 对现有配气站噪声的治理

3.1.1 超设计规模运行的站场实施工艺改造

对超设计规模运行的配气站,如条件允许应实行限量输送。在限量输送无法实现的情况下,应实施工艺改造,增加天然气分输流程,增加设备,降低单台设备的处理能力,降低天然气流速,减小天然气气流扰动,降低天然气气流噪声,从根本上降低噪声。如团校站2005年就采用工艺改造结合限量输送的方式降低了部分噪声。

3.1.2 对噪声源重点辐射部位进行局部吸声、隔声降噪处理

部分配气站由于无法实施工艺改造,或工艺改造达不到效果时,可以对站场调压器、调压器下游直管段、汇管等噪声辐射较强的部位,采用以隔声降噪治理工艺为主的降噪措施,这是目前较为有效的噪声治理措施,即使用玻璃棉等吸声隔声材料包裹或采用玻璃棉加隔声罩进行封罩,减小噪声辐射量。目前重庆气矿红岩村站、团校站、大石坝站等均采用了类似方式进行降噪处理,处理效果见表2。

从表2看出,三个站噪声经治理后,厂界噪声和设备噪声均得到不同程度降低,最大减少量达 28.8 dB(A) ,降噪效果十分明显,但同时又带来了管道和

表 2 红岩村等配气站隔声降噪治理前后效果分析

站名	噪声类型	测点编号	治理前		治理后		噪声降低值 (dB(A))	主要噪声源
			监测时间 输气量 ($\times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$)	噪声值 (dB(A))	监测时间及 输气量 ($\times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$)	噪声值 (dB(A))		
红岩村站	厂界噪声	1	2005 年 8 月 2 日, 输气量 45	77.4	2006 年 11 月 1 日, 输气量 40	58.4	19	气流声、 交通噪声
		2		70.6		60.9	9.7	
		3		64.2		52.9	11.3	
	设备噪声	1		101.2		79.3	21.9	气流声
		2		96		67.2	28.8	
团校站	厂界噪声	1	2005 年 5 月 22 日, 输气量 50	—	2006 年 11 月 1 日, 输气量 16.4	63.5	—	设备噪声、 交通噪声
		2		64.6		59.2	5.4	
		3		68.2		54.6	13.6	
	设备噪声	1		81.9		62.0	19.9	设备噪声
		2		—		68.6	—	
		3		78.2		65.2	13.0	
大石坝站	厂界噪声	1	2005 年 5 月 12 日, 输气量 160~180 左右	81.4	2006 年 11 月 1 日, 输气量 160~180 左右	67.2	14.2	设备噪声、 交通噪声、 生活噪声
		2		76.3		61.0	15.3	
		3		66		58.5	7.5	
		4		62.8		51.2	11.6	
	设备噪声	1		100.7		77.4	23.3	设备噪声
		2		99.8		76.2	23.6	
		3		98.9		78.3	20.6	
		4		103.1		84.8	18.3	

设备的防腐问题、密封面气体泄漏的安全问题等。

3.1.3 合理使用设备

在天然气的输配流程中，不要随意变更设备的使用性能。因为闸阀、平板阀、球阀等设备如果作为调节阀使用，将严重影响气流流态，增加气流扰动，加大噪声的产生，建议在生产实际中不要将闸阀、平板阀、球阀等全开全关，让阀门当作节流限压使用。如果确实需要对用户进行流量和压力调节，就应该加装调节类设备。

3.1.4 配气站综合降噪治理

对产生噪声较大的调压器、汇管等采取加装组合式隔声罩降噪；对站内设备及管道系统等形成的面声源安装敞开式吸声隔声棚降噪；对站外噪声敏感点方向加装吸声隔声屏阻挡噪声传播等综合治理措施。

若采取上述措施仍不能达标，则建议对整个场站进行搬迁，以避免噪声对周边居民造成干扰。

3.2 新建或改扩建站场噪声控制措施

3.2.1 规划设计时应充分考虑中远期的供气量

现在城市发展快，用气增长迅猛，因此在对配气站规划时，应充分考虑到今后该地区的发展，考虑用户用气量的增加。在输气量的考虑上，重点关注高峰时段的瞬时流量。设备选型要留有余量，要有增加气量的供气通道。一旦高峰流量超设计最高瞬时流量时，就应该考虑实施工艺改造，增加分输流程。

3.2.2 站场设计时应控制好流量、流速

在设计时，如果不考虑天然气在输送过程中的流速问题，只考虑其流量是否符合要求，就容易造成当流量达到要求时，其流速过大，如红岩村站，其核算流速已接近亚音速。所以，在进行配气站站场设计时应将流量和流速两个关键控制参数进行综合考虑，作为工艺设计的前期调研应充分结合开发区、工厂等的远期用气规划，在站场征地、线路优选、设备选型等方面统筹考虑。

3.2.3 选择具有消音功能的调压器

调压设备的选型计算非常重要，在选择调压器的最大流量时，调压器的最大通过能力如下：

$$Q_p = 1.2 Q_j$$

Q_p ——调压器的最大流量, m^3/h

Q_j ——为单位流量, m^3/h

应尽量保证工作流量为 $(0.3 \sim 0.8) Q_p$ 。过低的工作流量 $(< 0.3 Q_p)$ 有可能造成调压器的振动, 增加噪声。因此建议优选噪声低或有消声功能的调压设备。

3.2.4 优化汇气管进气管路

首先, 加长调压器后端直管段, 可使天然气在因为调压期的调节造成紊乱流态的直管段中逐步趋于平稳, 并降低气流流速, 使气流进入汇管时的扰动减小, 也就降低了汇管气流噪声的产生。

其次, 加大汇管进气管口径, 增大直管段通径, 减小二者比值, 使气流不至因发生太大突变, 造成很大扰动, 形成噪声, 同时也有利于气量增加后的扩容。

另外, 对于处理量大的配气站, 应考虑多设天然气进入汇管的通道, 或设多根汇管, 通过多设置进气通道, 降低单通道的进气量, 减少气流流速, 降低高速气流进入汇管引起的喷流, 减小涡流扰动, 从而降低气流产生的噪声。

3.3 增加储气能力

主城区配气站供气的主要对象是重庆市燃气(集团)有限责任公司, 市燃气公司由于拥有大量民用燃气用户, 用气高峰期间流量相当大, 这给配气站带来了很大的供气难度。建议市燃气公司增加储气能力, 增强用气高峰时的调峰能力, 降低天然气流速, 减小气流扰动, 也可适当降低噪声量。

4 结论与建议

4.1 结论

◆ 天然气流动中, 因节流降压或改变流动形态, 或与钢质管壁摩擦等, 必然产生气流噪声。

◆ 城区配气站输气量的增长, 造成现有设备处理量远大于设计能力, 引起天然气流速超高, 是配气站噪声超标的主要原因。因此, 保持配气站在设备的额定工作流量范围内运行是保证其噪声达标的前提。

◆ 噪声值大小与气流速度呈正比例关系, 同时随着

传播距离增加, 以及介质的吸收及障碍物的屏蔽作用等会发生衰减。

◆ 实施工艺改造是解决配气站噪声超标的主要途径, 是治本。采用玻璃棉等吸声材料制作隔声套、隔声罩, 安装吸声隔声棚, 对站外噪声敏感点方向加装吸声隔声屏阻挡噪声传播等降噪治理工艺, 是目前较为有效的噪声治理手段。从目前的治理效果看, 噪声降低最大值接近 30 dB(A), 但同时引发出管道和设备的防腐问题。

4.2 建议

◆ 将噪声指标列为配气站初始设计、设备选型的一个关键控制指标, 要求设计人员充分结合该配气站的中远期发展规划, 对设备参数核算准确, 控制好流量和流速两个参数。

◆ 站场设计时, 不仅要考虑日均输气量, 更应该关注日高峰瞬时输气量对噪声的影响。

◆ 当站场处理量超过设计能力引起噪声超标时, 就应该首先考虑工艺改造。因此选择主要设备时必须考虑余量, 要有扩容的通道口。

◆ 定时开展站场噪声监测, 避免引起环保投诉。

◆ 开展配气站噪声防治的模拟研究。研究气量与流速、噪声之间的关系; 研究汇气管与进气直管段通径的比例与噪声大小的关系; 研究天然气流态对噪声的影响; 试验配气站噪声防治的方法, 如将噪声较大的汇管、调压设备、管道等进行埋地工艺处理等。

参考文献

- [1] 城镇燃气设计规范 GB 50028—2006
- [2] 城市燃气法规标准汇编. 北京: 建筑工业出版社, 1999
- [3] 姜正候. 燃气工程技术手册. 上海: 同济大学出版社, 2000
- [4] 邓渊. 煤气规划设计手册. 北京: 建筑工业出版社, 2001
- [5] 工业企业厂界噪声标准 GB 12348—90

(收稿日期 2008-07-23)

(编辑 李娟)

环境税有望开征 相关政策制定中

(摘编自 <http://news.qq.com/> 2008-09-13)