

# 天然气压缩机降噪工艺研究

贾宇<sup>1</sup> 张巍<sup>2</sup>

(1. 中国石油西南油气田分公司质量安全环保处; 2. 中国石油西南油气田分公司重庆气矿)

**摘 要** 通过天然气压缩机降噪治理,使增压站场厂界噪声达到 GB 12348—2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》2、3 类功能区排放限值,减少噪声污染,是一项重要的环保工作。文章分析了噪声测量方法、天然气压缩机噪声产生机理、压缩机原始噪声测试、降噪工艺技术为:合理选择消声器,合理选定压缩机安装位置等。该工艺在降噪过程中没有涉及压缩机的机体改造,从而不会因降噪而影响机组各种设备的使用性能;机组的操作、检修、观察及机械声音判断等要求没有受到影响。

**关键词** 天然气压缩机 降噪 工艺 研究

中图分类号: X505 文献标识码: A 文章编号: 1005-3158(2011)01-0030-03

## 0 引 言

天然气压缩机是一种往复式活塞式机械,因其具有压力适应范围广、效率高、适应性强等优点,在国内外油气领域得到广泛应用。目前西南油气田天然气压缩机应用范围涉及气举采油、集输和采气等工艺<sup>[1]</sup>。但在增压站场天然气压缩机是一个综合噪声源,剧烈的噪声一方面严重影响了场站职工和周边居民的身心健康,另一方面也对周边环境造成了污染,因此通过降噪治理,使厂界噪声达到 GB 12348—2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》2、3 类功能区排放限值要求。

## 1 天然气压缩机噪声分析

### 1.1 噪声表示方法与分类

按照 GB 12348—2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》要求噪声测量采用等效声级(等效连续 A 声级),根据定义,等效声级表示为<sup>[2]</sup>:

$$L_{eq} = 10 \lg \left( \frac{1}{T} \int_0^T 10^{0.1 \cdot L_A} dt \right)$$

式中:  $L_{eq}$ —等效 A 声级, dB(A);

$L_A$ — $t$  时刻的瞬时 A 声级, dB(A);

$T$ —规定的测量时间段。

天然气压缩机的噪声主要有以下几类:

- ◆ 运行过程中由于进(排)气阀不停地间歇开闭,气体间歇吸入和排出产生压力脉动而产生的噪声;
- ◆ 冷却风扇高速旋转与空气剧烈摩擦而产生的气流

噪声;

- ◆ 飞轮、活塞杆等设备的运动件相对于固定件的周期作用所激发的机械噪声;
- ◆ 燃料气爆燃产生的爆鸣。

### 1.2 压缩机原始噪声测试

在 ZTY265 增压机组和厂界周围设置监测点,测点布置情况见表 1。

经现场测试:在转速 380 r/min,负载 83%,不安装消声器等降噪措施的情况下,该机组排气管出口噪声高达 121.6 dB(A),厂界环境噪声四个监测点的最高噪声值为 96.9 dB(A),最低噪声值为 84.9 dB(A),均远超过 3 类区域昼间 65 dB(A)的标准值。测试过程中发现,在天然气压缩机排气出口,噪声对其他测点噪声监测影响最大,在 14 个测量点中,排气口噪声远高于其他测点。且通过噪声频率对比分析,发现在不同工况下排气口噪声的 1/3 倍频程噪声峰值对应频率均为 63 Hz。

因此在天然气压缩机原始运行状态下的主要噪声源为排气口,此时的厂界噪声值远高于标准要求,且噪声表现出低频比例较大的特点,现场人员普遍感觉难以忍受。

## 2 降噪工艺技术

根据天然气压缩机产生噪声的特性,决定了必须根据隔声、吸声、扩容、共振、减振等声学原理,利用外隔、内吸以及消声、减振等方法实现降噪目的,因此在现场多采用安装消声器、建造轻钢降噪厂房、合理选

表1 声学性能测点布置

噪声分类	序号	测点位置	备注
压缩机组	1	飞轮左侧十字头中心线外 0.5 m	高度方向未特别说明的各测点,均分布在离地面高 1.2 m 处。参考 GB/T 4980—2003《容积式压缩机噪声的测定》
	2	飞轮右侧十字头中心线外 0.5 m	
	3	一级压缩缸余隙调节手轮中心线外 0.5 m	
	4	二级压缩缸外 0.5 m	
	5	空冷器排气口与气流轴向成 45°外 0.5 m	
	6	空气滤清器进气口与气流轴向成 45°外 0.5 m	
	7	消声器进气管中线距动力缸 1.7 m,高 0.37 m	
消声器	8	消声器排气口与气流轴向成 45°外 0.5 m	GB/T 4759—2009《内燃机排气消声器测量方法》
厂界环境	9	东面安全门正对围墙外 1 m 处,距机组 36 m	GB 12348—2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》
	10	南面消声器正对围墙外 1 m 处,距机组 20 m	
	11	西面空冷器正对围墙外 1 m 处,距机组 5 m	
	12	北面污水池正对围墙外 1 m 处,距机组 57 m	
	13	大门口处	
	14	值班室中央门窗关闭状态	

注:1. 测试仪器为 GB/T 3785—1983《声级计的电声性能及测定方法》规定的 I 型或 I 型以上的声级计;

2. 待测参数为 A 计权声压级和 1/3 倍频程噪声。

定压缩机安装位置、提高压缩机基础装配质量和修筑隔声墙等措施,使厂界噪声达到标准要求<sup>[3]</sup>。

## 2.1 合理选择消声器

目前与西南油气田整体式压缩机组配套的消声器有工业型、降噪型和宽频型三种,其中工业型应用时间最长、也最为普遍,而降噪型和宽频型则是近年才开始应用,尤其是宽频型在 2008 年 10 月才开始试用。在国内其他油气田整体式压缩机配套的消声器也以工业型为主。

### 2.1.1 三款消声器的主要技术状况

#### 2.1.1.1 工业型消声器

采用声能转移的方法来降低压缩机组排气噪声,基于声波在截面突变处发生反射而衰减的原理设计而成,是典型的多节扩张式抗性消声器。其基本组成元件是管和室,共四个腔室,声波在管道中传播时,通过截面积的突变引起声波的反射,起到降低声能的效果。根据不同机型和消声量要求,扩张室尺寸也不同。该消声器采用微穿孔板,具有一定的宽频消声特性,但在使用中发现对低频的降噪效果较差,尤其是对 25 Hz 以下频段的降噪效果较差。

#### 2.1.1.2 降噪型消声器

其基本原理与工业型消声器相同,严格讲应属于

工业型消声器的升级换代产品。主要是石油行业对增压场站降噪要求不断提高后的一种改进,产品除外形尺寸、重量有一定增加外,没有根本性进步<sup>[4]</sup>。

#### 2.1.1.3 宽频型消声器

其基本原理与工业型相同,但在设计方面增加了对阻性的考虑,即将声能转换为热能,属于阻性和扩张室复合的消声器。阻性以消减中高频为主,扩张室(抗性)以消减低频段噪声为主,具有对较宽频段噪声衰减的能力。宽频型的另一个重大结构变化是采用内筒套外筒的形式,因外筒内壁的微孔结构可以减少传递到环境的辐射噪声,外筒对由内筒表面辐射的噪声声波进行封堵。按照宽频型的上述设计理念,其直径和高度尺寸都较前两种产品有大幅度增加,其消声效果也大幅度提高。

#### 2.1.2 阻抗复合新型消声器

为进一步提高消声器的消声能力,西南油气田分公司以噪声原始频谱和能耗测试数据开展针对性设计,研制了阻抗复合型消声器。该类消声器采取对动力缸排气管汇、消声器上端封头和消声器排气口都进行降噪处理,逐级衰减噪声。如排放的尾气首先经排气管进行第一次消声,再进入消声器进行第二次消声,或消声器排气口采用弯头形式,以及在消声器排

气口设计活动雨帽等。

### 2.1.2.1 排气管汇消声

针对排气管汇的结构特点,采用阻性消声器方式既能实现消声目的,又能起到很好的隔声、隔热效果。阻性消声基于吸收性原理,利用声波在多孔性吸声材料中传播时产生摩擦,从而将声能转化为热能而衰减掉,从而达到消声的目的。

### 2.1.2.2 消声器消声

根据中、低频噪声为主、高频为辅的特性,消声器采用抗性、阻性全效设计。抗性消声设计为不同的扩张室,当发动机的高温废气以高速经排气管进入消声器时,由于消声筒的容积增大,气流得以膨胀,流速降低,强大的脉动噪声得以衰减。当气流继续流经各膨胀室时,由于隔板的阻挡,气流只能从隔板上的导流管通过,于是气流突然被压缩,后又突然膨胀,如此多次突变,声能大大衰减,从而起到降低排气噪声的作用。

针对消声器的阻性消声方面,由于充分考虑了截面周长、通道面积、有效长度以及吸声材料的消声系数等因素,部分单位在内胆包裹吸声材料并采用进口吸声材料,对衰减结构振动而辐射出来的噪声、气流再生噪声、高频噪声有较好的消声效果。

通过对几家单位设计的新型消声器进行对比实验,新型消声器 A 声级明显优于在用的老式工业型消声器,在同机组相同工况条件下,其 A 声级差值最大为 19.5 dB(A),降噪幅度达 21.7%。与未装消声器时的原始噪声相比,按照安装消声器前后通过消声器辐射的声功率级之差(通常用 A 声级代替声功率级)进行计算,新型消声器安装后噪声降低值高达 51.9 dB(A),降噪效果显著。

## 2.2 建设轻钢降噪厂房

天然气压缩机降噪厂房由轻钢结构和夹心彩钢板及消声结构组成,机房屋顶设计有通风排气副窗,并安装有轴流风机,机房墙体设计有透明隔声窗和进风噪声通道,并做吸隔声处理,使整个空间形成下部进风、上部排气和强制通风,并借助空冷器排气风力实现冷热空气自然流动。在机房的前后面墙体上设计有滑动式带小门的两扇吸隔声大门,在左面墙体上设计有两扇外开式吸隔声小门;在右面墙体上各设计有一扇移动式吸隔声大门和一扇外开式吸隔声小门。采用降噪型机房控制噪声外传量,能使厂界噪声降低 5~10 dB(A),在西南油气田分公司已广泛采用且使用效果较好。

## 2.3 合理选定压缩机安装位置

为保证安全生产,西南油气田分公司要求压缩机

组及厂房距井口装置不应小于 20 m,距仪控值班室不应小于 25 m,距辅助生产厂房不应小于 15 m,而限于井场大小,压缩机一般都安装在井场边缘位置,因此,安装压缩机一侧的厂界噪声控制到标准范围内的难度更大。因此在油气井站场建设时要充分考虑开采后期增压功能,提前对增压规模和增压形式进行预测,合理选择增压场站,在选择的增压站场上合理安排天然气压缩机组的安装位置,充分利用声波的距离衰减特性使厂界噪声降低最多。

## 2.4 其他方面

由于天然气压缩机的活动部件较多,提高压缩机基础装配质量能有效降低压缩机的低频振动,从而达到降噪目的。而按照现场情况,沿周边居民聚居方向修筑隔声墙、设置振动缓冲带等措施对降低厂界噪声也有一定作用。

## 3 应用情况

西南油气田分公司蜀南气矿付 1 井站场上有两台 ZTY265 天然气压缩机。该井通过修筑轻钢降噪厂房,更换新型消声器和修筑隔音墙等措施,经实地监测,厂界昼间最高噪声值为 49.5 dB(A),已完全符合 GB 12348—2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》2 类区域排放限值要求。

## 4 结束语

通过对天然气压缩机进行降噪治理,使增压站场厂界噪声达到 GB 12348—2008《工业企业厂界环境噪声排放标准》2、3 类区域排放限值要求,减少了噪声污染,改善了井站员工和周边居民的生活环境。同时,该工艺在降噪过程中没有涉及压缩机的机体改造,从而不会因降噪而影响机组各种设备的使用性能;机组的操作、检修、观察及机械声音判断等要求没有受到影响。

### 参考文献

- [1] 张强. 活塞式压缩机的降噪治理[J]. 健康安全和环境, 2009, 9(8): 12-14.
- [2] 钟朝前. 增压机噪声治理的研究[J]. 石油与天然气化工, 1997, 26(2): 16-18.
- [3] 雷彬. 黄葛增压站的噪声综合治理[J]. 油气田环境保护, 2006, 17(2): 14-16.
- [4] 彭玲生. 工厂噪声控制技术与应用[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1987.

(收稿日期 2010-05-28)

(编辑 李娟)