

长庆气田压缩机组次声问题的研究

徐广军¹ 常志波² 周艳杰² 卢宏伟¹ 李东升²

1.长庆油田公司气田开发处,陕西 西安 710018

2.西安长庆科技工程有限责任公司,陕西 西安 710018

摘要:

为有效降低次声,保护油气田增压站周围声环境,通过对压缩机组次声的产生及传播规律深入研究,并依据频谱分析,对压缩机组实施有针对性的噪声治理措施。通过现场调查、压缩机组噪声测量、数据及频谱分析、声学理论论证,确定了所测压缩机组辐射的噪声中确实含有声压级较高的次声。依据测得的噪声频谱图,设计可听声及次声治理方案。通过对比分析治理前后的噪声频谱图可知,经过治理后可听声及次声对周围声环境的影响已有明显改善。

关键词:

增压站;压缩机组;次声;噪声控制

文献标识码:B

文章编号:1006-5539(2012)05-0088-04

0 前言

增压压缩机组是低压气田及气田开发中后期集输生产过程中的核心设备。为提高管道输送能力,满足管输工艺及用户对天然气压力的需求,须对天然气进行多次增压,压缩机组在运行过程中会产生强烈噪声。此噪声会通过设备、地面及空气向外辐射,使机组周围的声环境受到不同程度的影响。不同型号的压缩机组,由于噪声频谱不同,在实施噪声治理时,所采取的降噪措施会有所不同。在对长庆气田西一增压站DPC-2803压缩机组噪声的治理前期调查中发现,该压缩机组可辐射高达90 dB(A)的全频带噪声,其中1/3倍频带18 Hz的次声声压级高达100 dB。次声波长长、振幅大,采用可听域频率范围内的吸声、隔声、消声等常规降噪措施难于奏效,且次声在空气中衰减小、传播距离远,对压缩机组周边产生严重的次声

干扰,高强度的次声将严重损害人体健康^[1]。因此,在做此项目的噪声治理设计时,除考虑可听范围内的噪声治理措施外,还应单独考虑次声的治理措施。依据DPC-2803压缩机组所产生的次声现象、频谱分析,确定有效治理次声的方法,成为该项目的重点和难点。

1 DPC-2803 次声现象及频谱分析

西一增压站内设置DPC-2803燃气驱动压缩机组一套,压缩机组运行时辐射强烈的噪声。在距压缩机组1 m处进行噪声测量时,振感较强烈,可明显感觉到心慌、胸闷;在距压缩机组80 m远的值班室内振感减轻;在距离机组237.5 m远的居民家里振感加强,门、窗有明显的振动,严重影响居民的日常生活及夜间睡眠质量。

为何在距离压缩机组237.5 m的居民家出现门、

收稿日期:

2012-03-04

基金项目:

气田压缩机组噪声治理技术研究(K2010-001)

作者简介:

徐广军(1978-),男,吉林永吉人,工程师,学士,主要从事气田地面集输净化技术管理工作。

窗的振动现象,而在距离压缩机组仅80 m的值班室内只有普通的振感呢?根据声学理论知识并结合以往积累的工程经验判断,该现象可能是由声压级较高的次声引起的。声学测量显示,西一增压站 DPC-2803 压缩机组辐射的噪声中确实含有声压级较高的次声。测点平面布置及频谱分析分别见图1、2。

从图2可以看出,DPC-2803 压缩机组运行时产生A声级较高的全频带噪声,其中伴有声压级较高的次声。在发动机排烟消声器1 m处测得的2号测点频谱曲线最为突出,其A声级为90 dB(A),并且在18 Hz附近出现次声声压级的峰值,其峰值为100 dB;在

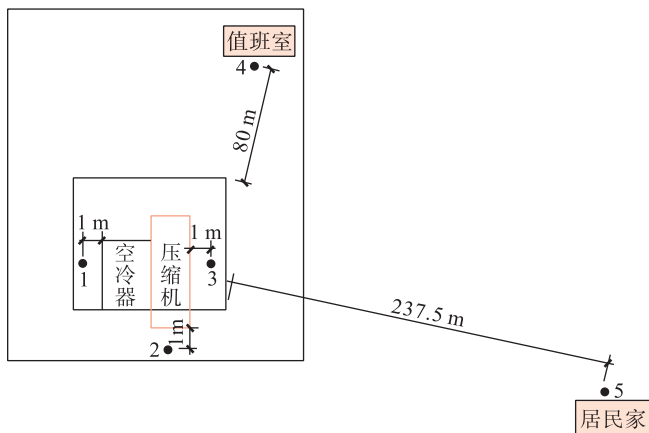


图1 西一增压站 DPC-2803 压缩机组噪声测量平面布置图

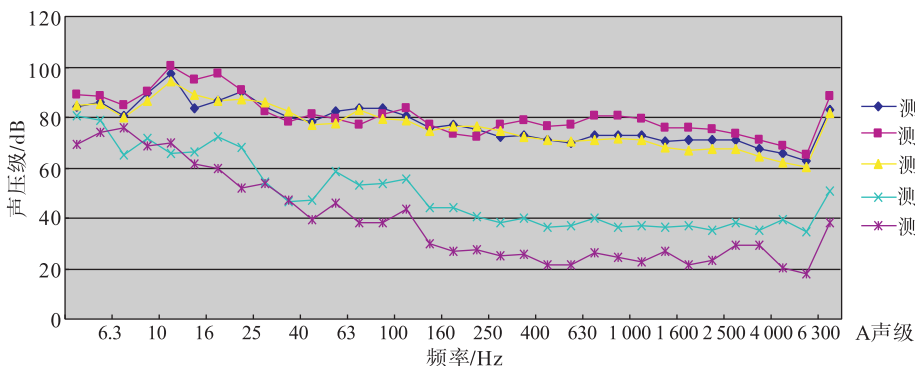


图2 西一增压站 DPC-2803 压缩机组噪声频谱分析图

值班室内测得的4号测点A声级50.7 dB(A),18 Hz附近次声声压级为66 dB;在居民家内测得的5号测点A声级38 dB(A),18 Hz附近次声声压级为70 dB。

那么,居民家门、窗的振动是怎样发生的呢?在此首先提出驻波的概念。在自由空间中有一面反射性的墙,一定频率的声音入射到此墙面上,产生反射,入射波与反射波形成“干涉”。即在入射波与反射波相位相同的位置上,振幅因相加而增大;在相位相反的位置上,振幅因相减而减小,这就形成了位置固定的波腹与波节,这就是“驻波”。

对于声压而言,距墙面1/2波长处和距墙面1/2波长的整数倍处,声压最大,称为声压的波腹。波腹距离反射面的距离为:

$$L=n \cdot \frac{\lambda}{2} \quad (1)$$

式中 L ——波腹距反射面的距离,m;

n ——1,2,3,...,∞的正整数;

λ ——声波的波长,m。

现以频率为18 Hz的声波为例计算,18 Hz声波的波长为19 m,故根据公式:

$$L=n \cdot \frac{\lambda}{2}=n \cdot \frac{19}{2}=9.5n \quad (2)$$

当 $n=25$ 时, $L=237.5$ m

由式(2)计算结果可以看出,压缩机组距居民家

的距离正好为9.5 m(频率为18 Hz声波的半波长)的整数倍。根据驻波的概念,距墙面1/2波长处和距墙面1/2波长的整数倍处声波的声压最大。因此,当频率为18 Hz的声波传至居民家墙面时声压被最大程度加强了,并且在频谱图中频率为18 Hz的声波声压级最突出。基于以上两种因素,压缩机组辐射的18 Hz次声引发了居民家门、窗的振动。而压缩机组距值班室距离为80 m,不是半波长9.5 m的整数倍,当频率为18 Hz的声波传至值班室墙面时声压没有被最大程度加强,故值班室内的振动现象没有居民家严重^[2]。

2 次声的危害

次声是频率低于20 Hz的声音,范围在0.000 1~20 Hz之间。正常人耳听不到次声,但次声广泛存在于自然环境、工业环境、交通环境和人类活动中。次声具有穿透能力强、传播远、衰减小等特点。次声的频率与人体器官的固有频率相近(人体各器官的固有频率为3~17 Hz,如头部的固有频率为8~12 Hz,腹部内脏的固有频率为4~6 Hz等)。当次声波作用于人体时,人体器官容易发生共振,引起人体功能失调或损坏,血压升高,全身不适;头脑的平衡功能会遭到破坏,使人恶心难受。次声的危害性会随着次声波强度的增强而增大。如果次声波的强度很强,人体受其影响后,便会呕吐不止、呼吸困难、肌肉痉挛、神经错乱、失去知觉,

甚至内脏血管破裂而丧命^[3]。

3 次声的产生及传播

通过以上测试及频谱分析可知,压缩机组在进气、压缩、燃烧、膨胀、排气的过程中,可产生高达 90 dB(A)的全频带噪声,其中包含声压级可高达 100 dB 的次声。

次声的传播分两部分:一部分通过机体外表面以及与其外表面相连的刚性零件的振动向外辐射。从图 2 中可以看出测点 2 的频谱曲线高于测点 1、3 的频谱曲线。由于压缩机组外表面为密度较大的刚性金属材料结构,所以从机体外表面辐射出来的次声声压级已有明显降低。另一部分通过排烟消声器的表面振动及其出口向外辐射。从图 2 测点 2 可以看出频率为 18 Hz 的声波声压级高达 100 dB,其半波长为 9.5 m。排烟消声器的高度为 6.3 m,低于频率为 18 Hz 声波的半波长,因衍射效应,18 Hz 的声波很容易绕过阻挡,直接从消声器的排气口辐射出去。

在对次声做降噪设计时,应从压缩机组整体的降噪设计及排烟消声器的降噪设计两部分考虑。其中,排烟消声器的降噪设计要重点考虑。

4 次声的治理措施

4.1 压缩机组整体的治理措施

对于可听范围内的噪声,工程上可采用半封闭式降噪型压缩机厂房,既解决降噪问题,同时兼顾通风换热,即:

a) 在压缩机组四周设置金属吸隔声屏障围护结构^[4],为保证降噪效果,金属吸隔声屏障本体隔声量不小于 35 dB(A)。

b) 在屏障相应位置安装隔声门、隔声窗,隔声门与隔声窗的本体隔声量均不小于 35 dB(A),以避免因门、窗透声而导致金属吸隔声屏障的整体降噪效果下降。

c) 厂房顶棚设置顶棚吸声体或悬挂空间吸声体,用以治理室内混响声,顶棚吸声体或空间吸声体的吸声系数不小于 0.85。

d) 厂房顶棚与屏障之间留有 700 mm 的空隙,以利于半封闭式降噪型压缩机厂房的进排风。

e) 为保证空冷器足够的进风量,在空冷器进风口对应的金属吸隔声屏障位置配置相应的进风消声装置,进风消声装置的设计消声量不小于 35 dB(A)。

西一增压站 DPC-2803 压缩机组噪声治理平面、立面图分别见图 3、4。

由于刚性外表面的阻挡作用,由机组外表面以及与其外表面相连的刚性零件的振动辐射的次声已有所

降低,因此通过采取以上声学措施,可有效治理此部分次声^[5]。

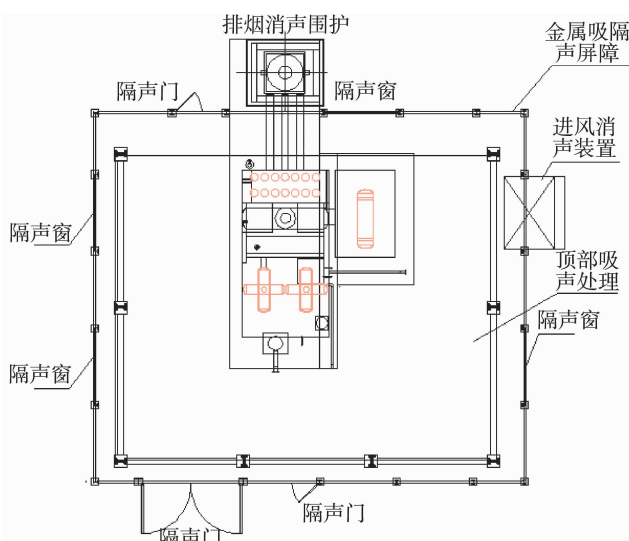


图 3 西一增压站 DPC-2803 压缩机组噪声治理平面图

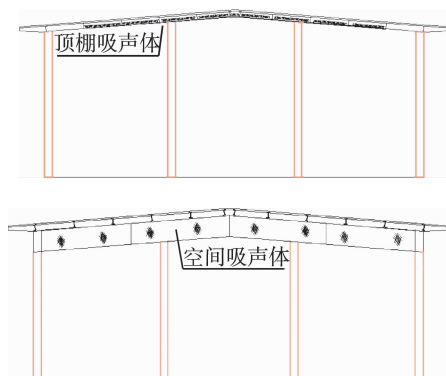


图 4 西一增压站 DPC-2803 压缩机组噪声治理立面图

4.2 排烟消声器的治理措施

根据声屏障的隔声原理,设计在排烟消声器四周安装排烟消声围护结构,以阻挡排烟消声器外表面振动及出口辐射的噪声。为降低次声的绕射,重点需考虑排烟消声围护结构的高度。

4.2.1 排烟消声围护结构的确定

排烟消声围护结构本体隔声量不小于 40 dB,在原有的金属吸隔声屏障基础上增添了内夹镀锌钢板的双层耐高温吸声棉,内包陶瓷纤维吸声布。排烟消声围护结构平面及内部构造见图 5、6。

4.2.2 排烟消声围护结构高度的确定

根据声波的传播特性,屏障的高度在不小于声波的半个波长时,才可对声波起到明显的阻挡作用。由图 2 可以看出,频率为 18 Hz 声波的声压级最突出。因此,排烟消声围护结构高出排烟消声器出口的高度至少应等于频率为 18 Hz 声波的半波长。

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{340}{18} \approx 19 \text{ m} \quad (3)$$

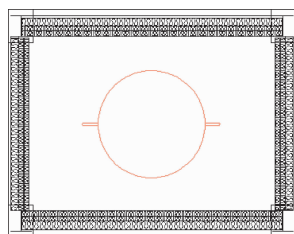


图5 排烟消声围护结构平面图

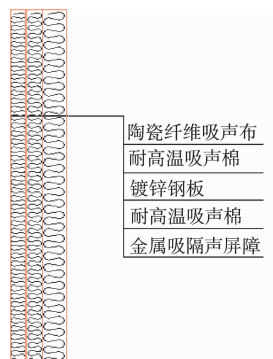


图6 排烟消声围护结构内部构造

式中 λ ——声波的波长,m;
 c ——声速,m/s,空气中的声速在1个标准大气压下约为340 m/s;
 f ——声波的频率,m。

通过式(3)计算出:排烟消声器辐射的18 Hz声波的波长为19 m。

根据以上分析可知,排烟消声围护结构高出排烟消声器出口的高度 H'_1 应至少等于19 m的一半,即:

$$H'_1 = \frac{\lambda}{2} = \frac{19}{2} = 9.5 \text{ m} \quad (4)$$

原压缩机组^[6]排烟消声器的高度 H'_2 经测量确定为6.3 m,则排烟消声围护结构总高的理论计算值 H' 应为 H'_1 与 H'_2 之和,即:

$$H' = H'_1 + H'_2 = 9.5 + 6.3 = 15.8 \text{ m} \quad (5)$$

因此,确定排烟消声围护结构的实际高度为16 m。排烟消声围护结构立面图见图7,噪声频谱分析图见图8。

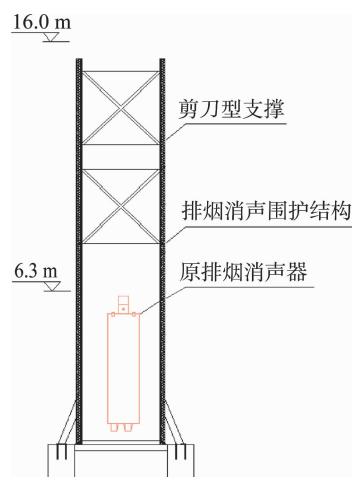


图7 排烟消声围护结构立面图

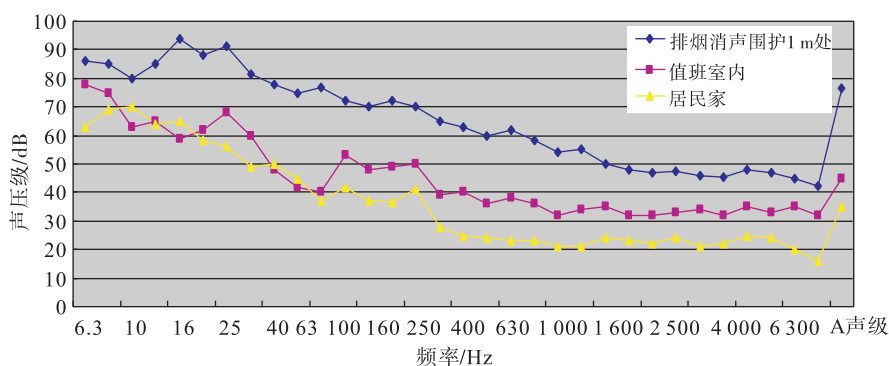


图8 治理后噪声测量频谱分析图

5 结论

对DPC-2803压缩机组实施以上治理措施后,再次对声源及敏感点处噪声进行测量,排烟消声围护1 m处A声级为75 dB(A),18 Hz附近次声声压级为92 dB;值班室内A声级为45 dB(A),18 Hz附近次声声压级为59 dB;居民家A声级35 dB(A),18 Hz附近次声声压级为65 dB,已无门、窗振动现象发生。

参考文献:

[1] 谷嘉锦.高声强次声和低频声的研究[J].噪声与振动控制,

1999,19(2):6-8.

[2] 秦佑国,王炳麟.建筑声环境(第2版)[M].北京:清华大学出版社,1999,31-34.

[3] 杜宝东,刘淑芳.次声对人体及动物影响的研究进展[J].国外医学耳鼻咽喉科学分册,2001,25(2):99-102.

[4] 张弛.噪声污染控制技术[M].北京:中国环境科学出版社,2007,143-147.

[5] 杨波,王国新,王磊,等.天然气门站噪声治理工程与效果[J].天然气与石油,2010,28(4):8-10.

[6] 徐广军,周艳杰,池坤,等.靖边气田上、下古气藏合采地面集输工艺[J].天然气与石油,2011,29(3):7-10.