

# 鼓风机房噪声综合治理技术应用

丛福滋 陈光华 毕远德 程友国

(瓦房店环保实业总公司)

瓦房店轴承厂煤气分厂在建设厂房的当时没有实现“三同时”，在一个不满 135m<sup>2</sup> 的房子内安装四台罗茨鼓风机，由于厂房狭窄，设备多，管道设置紊乱，公用管道共振涡流噪声通过管壁传到室外，造成严重的环境污染，车间职工以及厂界北侧 30m 居民区反映较为强烈。

根据室内声学原理和特点，声波遇到障碍物时，能发生反射、折射、干涉和衍射的“乱窜”和不规则状态，造成了室内扩散声场，如果采用单项只安装消声器或者只安装隔声设备等是达不到预期治理效果的。

## 一、鼓风机噪声源及控制现状

罗茨鼓风机噪声源根据它的辐射噪声的种类和部位来说，大致归纳为三个部分：1、进气和排气口辐射空气动力性噪声；2、机壳、管壁及电动机辐射的机械性噪声；3、通过基础振动辐射的固体声噪声。

根据实测机房内噪声为 100—120dB(A)，机房外管道、阀门太多，噪声在 85—95dB(A)，受其影响的北部厂墙(厂内)处噪声为 79—85dB(A)据现场观察所见，进、排气口各安装湖南长沙市消声器厂生产的直管式阻性消声器各

一台，其余均无消声设施。

## 二、控制噪声的主要技术措施

该鼓风机房的噪声治理以环保与劳保目标为出发点，考虑到机房的生特点，设备状况及未来发展，采取如下综合技术措施：

### 1、消声器的结构设计

消声器是一种允许气流通过而使声能衰减的装置，把消声器安装在空气动力设备的管道上，就可以降低罗茨鼓风机的噪声。一台好的消声器应在足够宽的频率范围内有足够大的消声量；具有阻力损失低或功率损耗小；具有足够的刚度及使用寿命；结构要简单，安装要方便。

#### (1) 阻抗复合式消声器

该消声器是由两段串联而成的阻抗复合式消声器，见图 1。其特点是消声频带宽，消声量大。第一段是阻性部分，主要用于消除中、高频噪声。在这段消声器通道周围，衬贴超细玻璃棉吸声材料。由于通道截面尺寸较大，故波长较短的高频噪声将以窄束状通过消声器，不与或很少与吸声材料发生接触，因而使消声性能大大下降。为此，在消声器通道中间，设置了一片阻性吸声层，并将该吸声层两端制成尖劈状，这样既可以减少阻力损失，又可以增加中、高频噪声的吸收效果。

第二段为抗性部分，是由两节长度不同的扩张室构成。主要用于消除 550Hz 以下的低频噪声，特别是用于消除罗茨鼓风机特有的 125 和 500Hz 两个峰值噪声。同时针对扩张室对某些频率不消声的缺点，在每节扩张室内从两端分别插入等于它的各自长度的 1/2 和 1/4 的插入管，并在插入管上衬贴吸声材料。为了提高扩

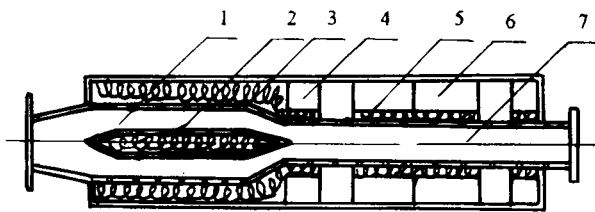


图 1 阻抗复合式消声器结构图  
1、阻性部分；2、尖劈层；4、6、扩张室空腔；  
3、5、超细玻璃棉；7、抗性部分

张室消声器的消声效果,改善气体动力特性,可把内插管用穿孔率高于30%的穿孔管连接起来。这样就可以使它的消声频率拉得宽一些。

阻抗复合式消声器对罗茨鼓风机的消声效果是十分明显的。据某市劳保科研所的现场测试数据(图2)可见,曲线a是未加消声器的噪声频谱,b是安装消声器后的噪声频谱,安装消声器后风机进气口1m处的噪声由118dB(A)降为88dB(A),消声器的消声值为30dB(A),总响度降低85%。

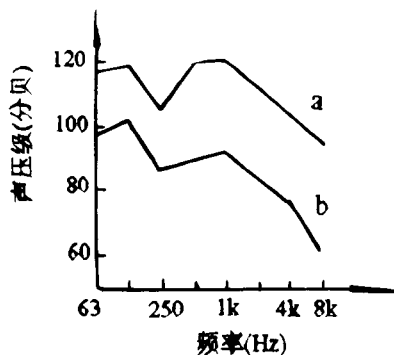


图2 罗茨鼓风机消声器效果  
(2)迷宫式消声器

为了消除室内高压排气噪声的声波在室内“乱窜”,我们设计迂迴角度大,气流路线长,阻损较大的尖劈迷宫式消声器。消声器内膛宽度是吸声尖劈的长度,呈交错型安装在北面的门及窗密封凹处的气流通道。这种吸声结构同整个消声器一样(见图3),外加金属网架、内填超细玻璃棉组成,它除具有阻性消声作用外,通过凹室小断面扩大与缩小,还具有抗性作用,因此消声频率范围宽,这种消声器能吸收直达和反射声,达到了更加理想的消声效果。

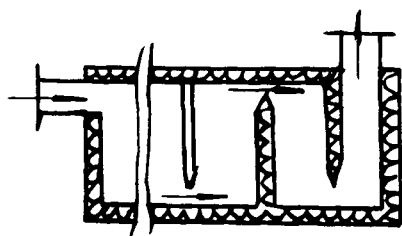


图3 尖劈迷宫式消声器示意图  
(3)蜂窝式消声器

蜂窝式消声器是由许多平行方孔形消声器并联组合而成,如图4所示,其计算公式与直管式消声器相同,因为是并联,所以只计算一个方孔的消声量即可。蜂窝式消声器的截面可选为管流通截面的1.5—2倍即可。

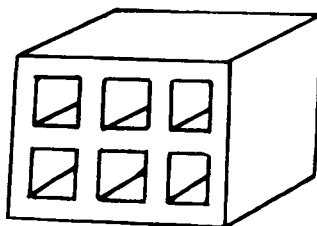


图4 蜂窝式消声器示意图

## 2. 隔声

隔声是噪声控制工程中主要技术措施之一。应用隔声结构,减弱噪声的传递,使叫闹的噪声环境与安静环境分离开来,这种方法称为隔声。常用的隔声元件很多,我们选用的有隔声门、隔声窗和隔声屏等,分别说明如下:

### (1)隔声门的结构设计

隔声门的设计原则是要有足够的隔声量,同时还应保证开启轻便。为满足这两个条件,选用了推拉式多层轻型隔声结构,如图5所示,其隔声性能基本达到了设计要求,一般可以隔声40dB(A)左右,甚至更高。

### (2)隔声窗的结构及设计原则

在设计隔声窗时,我们注意了以下四点原则:

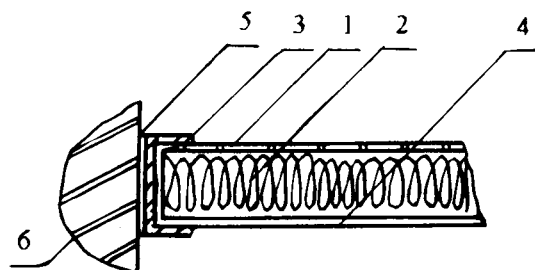


图5 隔声门断面结构示意图

- 1、吸声面板;2、超细玻璃棉;3、软橡皮条;
- 4、门框钢板;5、乳胶密封;6、砖墙

第一、为了消除高频吻合效应的影响,多层窗选用厚度不一的玻璃板;

第二、在多层窗玻璃板之间留有较大的空

气层,并做了吸声处理;

第三、玻璃窗的里层玻璃有一定的倾斜度,以利消除驻波;

第四、玻璃窗的密封要严实,在其周边采用橡胶条压紧,一则起到密封的作用,二则起到有效阻尼作用减少玻璃受声激振透声。

隔声窗结构见图6。

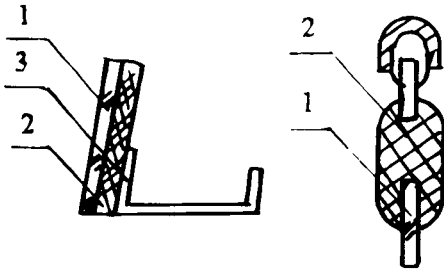


图6 隔声窗结构示意图

1、玻璃板;2、橡胶条;3、倾斜框

### (3)隔声屏的结构及其应用

室内电动机、鼓风机等设备由于维修、操作和通风散热等原因而不能采用全密封隔声罩时,我们在四台电动机旁侧设置了四台隔声屏的有效措施。

隔声屏的高度一般高于声源设备,最好要高于人耳(因为隔声屏的作用是拦截从声源到人耳的声线,它只能起衰减声音的作用)制作材料除金属骨架外内部充填超细玻璃棉。

根据定义夫累涅尔(Fresnel)公式计算,在自由声场中实际最大降噪量不超过24dB(A)。

### (4)鼓风机房墙壁隔声材料的选择

墙壁四周设置了25mm厚度的超细玻璃棉,呈垂直型安装。当隔墙处于自由声场条件时,其墙壁的实际隔声量为:

$$NR = TL - 6$$

通过实测求得,在关窗时所测A声级的平均有效隔声量为20dB(A)左右,开窗时的隔声量为10dB(A),那么墙壁的隔声量一般采用10—20dB(A)。

### 3. 水平吊挂空间吸声板的设计及应用

鼓风机房建筑面积135m<sup>2</sup>,层高4.8m,内有四根钢筋混凝土柱,房顶盖为混凝土槽型板,

侧墙为混砖抹灰,水泥石英砂磨光地坪。

设计规定:共悬挂空间吸声板36块,每块约5kg,总质量约为180kg。

经过治理后声级的衰减量见表1,实际测量平均噪声下降9.4dB(A),总响度级低48%左右。

表1 频率与降噪量对应表

倍频程中心频率 (Hz)	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
降噪量 $\Delta L_{dB(A)}$	5.6	5.4	4.2	4.1	5.5	5.6	6.8	7.2

通过这次空间吸声板的设计与应用,证明双面吸声新技术有以下四个特点:

第一、利用双面吸声原理,使超细玻璃棉材料节约数量可达到50%左右;

第二、使吸声板自重大大减轻,对老厂房噪声治理创造了十分有利的条件;

第三、投资可比常规方法节省约40%;

第四、加工安装简便,便于推广应用。

总之,若在建筑设计中配合协调,并注意采光、通风和美观等,则可取得更加完美的效果。

### 4. 基础隔振与隔振器的选择

基础隔振就是减少机器振动通过基础传给建筑物,通常是采用消除振动源与基础之间的刚性连接的技术。

为了考虑安全、稳定性能好、维护方便等因素,我们原设计时是选用剪切型JG-7型隔振器,因为该隔振器是以剪切受力为主的隔振器,其垂直方向变形较大,可以获得较低的固有频率(5Hz),其工作温度为-5—50℃,阻尼系数为0.07—0.20。

后来,厂方考虑生产时间紧迫,建议挖防振沟来代替基础隔振。为了补救它的不足,只好另设置四台隔声屏协助防振沟降噪。

## 三、治理效果及评价

瓦房店轴承厂煤气分厂鼓风机房噪声综合治理工程,自1992年6月开始着手,至1995年

(下转第38页)

高强度,又达到降噪效果,由于某些原因这次安装外层尼龙阻尼板未包贴,所以实际治理后只达到 93—95dB,治理降噪效果也已相当明显。

4、渐开线扣瓦较好地实现了提高安全性目的和产品、产量、质量问题,较大改善了工人的工作环境。新的扣瓦舍弃了传统上盖启闭形式且辊道实行一阀操作,提高了操作的准确性,上料工不用担心为送管配合不当造成伤害,也避免了由于操作不当二段上盖单独动作闭合不及时造成的钢管敲伤的质量事故,操作方便简单,提高了工作效率。

## 五、结 论

经过阻尼处理的渐开线扣瓦的运用是符合钢管矫直生产实际的,它在降噪和提高工作效率,减少伤害事故方面上具有独到之处,受到使用工人的肯定,取得了一些经验,也为下一步完善打下了基础。

(上接第 46 页)

5月竣工验收,前后历经近三年的时间(中间因资金不到位诸多因素),总造价为 22 万元。该鼓风机房经过这次综合治理,基本上达到了工业企业噪声的卫生许可标准以及工业区域厂界噪声的环境标准(GB3096—93)。

由表 2 可见,车间内昼夜噪声降噪量  $\Delta L$  均在 20dB(A)左右,昼间厂界 8 号及 9 号点位分别由 76 与 75dB(A)降至 58 与 60.3dB(A);夜间分别由 73 与 71dB(A)降至 51.5 与 54.8dB(A),均达到了昼间 65dB(A)、夜间 55dB(A)的国家标准。车间及厂界处的环境质量得到了明显的改善,厂内职工及厂外居民普遍反映良好。

## 四、结 语

通过这次对瓦轴煤气分厂鼓风机房噪声的综合治理实践及其效果表明:所选用的综合治理的技术方案是完全正确的,尤其是应用了双

## 四、改进后的使用效果比较

时间 项目	改进前	改进后
降 噪	105~115dB	93~95dB
运转维护	1、尼龙衬板一季度更换损坏部分。 2、扣瓦钢体剖分后因强度不够时常断裂。 3、扣瓦上盖由于较重引起气泵杠杆故障多。	1、尼龙衬板半年~一年更换损坏部分。 2、扣瓦钢体整体性能强度大大增加,不会出现断裂现象。 3、彻底消除故障。
工作效率 %	1、二组气阀操作,动作繁琐。 2、较大弯曲的钢管不能进入扣瓦矫直。	1、一组气阀操作,辊道升降平稳,工作效率提高了 100%。 2、较大弯曲的钢管能顺利进入扣瓦正常矫直。
安 全	发生二起伤害事故(永久伤残)	彻底消除伤残事故

面吸声原理不仅节省了 50%的较为贵重的超细玻璃棉材料,还利用了新技术,新工艺,既简化了结构,便于安装与维修,又降低了工程造价近十万元,在以后的噪声治理中值得推广和应用。

表 2 治理前后噪声测定数据对照表 dB(A)

监测 点位	昼 间		夜 间		备 注
	治理前	治理后	治理前	治理后	
1	113	94.6	112	94.2	点位在鼓风机房室内
2	115	87.9	113	86.1	点位在鼓风机房室内
3	87	66.0	85	67.7	点位在鼓风机房墙外 2m 处
4	86	67.2	84	64.6	点位在鼓风机房墙外 2m 处
5	82	62.0	83	62.7	点位在鼓风机房墙外 10m 处
6	76	55.0	74	54.1	点位在厂界外 30m 处居民住宅
7	73	50.6	72	52.3	点位在厂界外 30m 处居民住宅
8	76	58.0	73	51.5	点位在厂界外 1m 处
9	75	60.3	71	54.8	点位在厂界外 1m 处