

# 锅炉风机噪声治理

王光芦

(北方交通大学机械工程系)

李广顺

(山东 兖州机务段)

**摘要** 对锅炉风机采用隔声、吸声、消声、隔振等措施,使风机对周围环境和操作室的噪声完全达到标准。

**关键词** 锅炉 噪声 治理

## 1 引言

某电机厂两台 8-18-101 型 6<sup>#</sup> 高压离心风机 (3800m<sup>3</sup>∅h、13 3kPa、40kW) 是该厂锅炉通风的关键设备。其风机房位于厂边界线旁一幢三层楼的一楼,与一幢四层办公大楼相距仅 1.95m,厂边界围墙离办公大楼只有 30cm 左右。当高压离心风机运行时(一台运行,另一台备用),强烈的噪声在厂边界线围墙上方 1m 处为 107dB<sub>A</sub>,在机房楼上操作室为 102dB<sub>A</sub>,要求对其噪声进行治理,使厂界噪声达到工业区厂界白天 65adB<sub>A</sub> 的标准,二楼操作室噪声达到 85dB<sub>A</sub> 的工业企业噪声卫生标准。

## 2 噪声状况分析

高压离心锅炉风机的噪声主要是进气口和出气口辐射空气动力性噪声,机壳和管壁辐射机械性噪声,电动机辐射电磁噪声,同时风机座基础振动激励地板和墙壁辐射固体噪声。

厂界围墙上方 1m 处的噪声主要是高压离心风机的噪声通过开着散热的窗子直接辐射,同时还通过墙壁辐射。而墙壁辐射噪声来自两个方面:一是风机噪声透过墙壁辐射空气噪声;另一个则是风机振动通过地基传递到墙壁辐射固体噪声,而且是整个三层楼都辐射噪声。

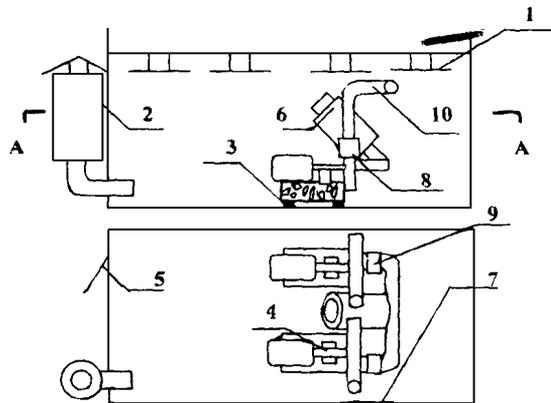
风机房上一层楼操作室的噪声主要是锅炉风机的噪声通过窗和门辐射到机房外的墙壁上,再由墙壁向操作室反射,并且还通过楼板和墙壁辐射。而楼板辐射噪声也来自两个方面:一是本楼机房的噪声直接通过楼板透射。另

一个则是风机振动通过地基传递到楼板和墙壁辐射。

## 3 噪声控制

### 3.1 隔声吸声

对于锅炉风机的空气动力性噪声,机械性噪声和电磁噪声,通过把原来风机房改造为隔声风机房(见图 1),阻挡并减弱对环境辐射的噪声。



12空间吸声体; 22进风消声器; 32隔振垫; 42风机; 52隔声门; 62进气口消声器; 72隔声窗; 82出风软接管; 92进风软接管; 102出风管道

图 1 噪声控制示意

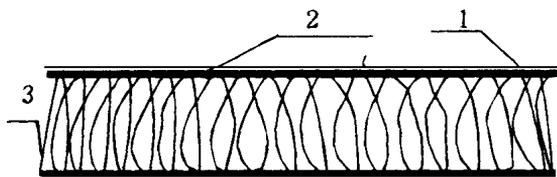
(1) 隔声门

利用公式(1)

$$TL_{\text{墙}} = TL_{\text{窗门}} + 10L_g \frac{S_{\text{墙}}}{S_{\text{窗门}}}, \text{dB} \quad (1)$$

式中  $TL_{\text{墙}}$ 、 $TL_{\text{窗门}}$  分别为墙和窗或门的隔声量, dB<sub>A</sub>;  $S_{\text{墙}}$ 、 $S_{\text{窗门}}$ ——分别为墙和窗或门的面积, m<sup>2</sup>。

估算隔声门所需的隔声量为 45dBA, 因此图 2 所示隔门的平均隔声量估计为 45dBA 左右。为了防止门扇与门框之间缝隙泄漏噪声, 门扇与门框之间缝隙可采用斜铲器加以密封, 再在接缝外边缘嵌有毛毡以提高隔声门的密封性能。



120 35 镀锌板; 22五合板; 32超细玻璃棉  
图 2 隔声门示意图

(2) 隔声窗

利用公式(1)计算出隔声窗所需的隔声量为 42dBA。采用一层玻璃为 3mm、另一层为 6mm, 中间为 100mm 空气层的双层玻璃隔声窗, 它的四周垫以橡胶等弹性材料使其接缝严密不透气, 其平均隔声量为 44.6dBA。两层玻璃厚度差别较大, 是为了弥补吻合效应引起的隔声低谷。机房内一层玻璃稍倾斜, 使空气层的上下厚度不一, 以消除低频共振。

(3) 吸声

采用空间吸声体对机房内进行吸声处理, 设计 8 块 1.4m × 1m、厚 7.5cm、内填密度为 20kg/m<sup>3</sup> 超细玻璃棉平板式空间吸声体, 占机房内平面面积 35.2%。空间吸声体吊装在机房高度的 60% 处。处理前后吸声量见表 1。

表 1 机房隔声、吸声处理前后吸声量

材 料	处 理 前			处 理 后		
	S <sub>1</sub>	a	A <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	a	A <sub>2</sub>
墙(抹灰)	45.72	0.03	1.37	52.71	0.03	1.58
混凝土	56.21	0.02	1.12	56.34	0.02	1.12
玻 璃	7.24	0.08	0.58	1.45	0.08	0.12
木 门	3.21	0.09	0.29	2	0.09	0.18
吸声体				11.2	0.85	9.52

S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> 为传声结构的表面积, m<sup>2</sup>; a 为吸声系数; A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> 为吸声量, m<sup>2</sup>—赛宾。

通过采取隔声、吸声措施以后, 机房内的吸声量增加 7.8m<sup>2</sup>赛宾, 由公式(2)计算出机房内的吸声降噪量为 5.7dBA。

$$SL = 10Lg \frac{A_2}{A_1}, \text{dBA} \quad (2)$$

(4) 实际隔声量

对机房采取隔声、吸声措施以后, 机房某一隔声构件的实际隔声量由公式(3)计算得到。

$$TL_{\text{实}} = \overline{TL} 10Lg \frac{A_2}{S}, \text{dBA} \quad (3)$$

式中 S 为传声结构的表面积, m<sup>2</sup>;  $\overline{TL}$  为隔声构件的平均隔声量 dBA, 对于组合隔声构件, 平均隔声量由公式(4)计算。

$$\overline{TL} = 10Lg \frac{\sum_{i=1}^n S_i t_i}{\sum_{i=1}^n S_i}, \text{dBA} \quad (4)$$

式中 S<sub>i</sub> 隔声构件各组成部分的面积, m<sup>2</sup>; t<sub>i</sub> 隔声构件各组成部分的透声系数; n——第 i 个隔声构件。

经计算, 靠厂边界围墙方向机房墙的实际隔声量为 51.6dBA, 比机房未隔声、吸声处理前的隔声量提高约 43dBA。具有隔声门和隔声窗的组合墙, 其实际隔声量分别为 49.6 和 48.8 dBA。另一堵墙的实际隔声量为 52.6dBA 并且这堵墙和楼板的实际隔声量均比机房隔声、吸声处理前增加了 5.7dBA。由此可见, 隔声机房的隔声量比原来大大地提高了, 四周的隔声量约为 49dBA 以上。

3.2 消声

锅炉风机运行时, 其进气口辐射的空气动力性噪声比风机机壳、管道以及电动机辐射的机械性噪声和要高 10-20dBA。因此降低其空气动力性噪声, 就能减少整个锅炉风机辐射的噪声。

由于两台锅炉风机是轮流运行, 于是我们把两台风机的进气口通过一个三通管道并接在一个消声器上。在连接两台风机进气口的管道中各安装一个阀门。连接风机进气口的管道, 三通管道以消声器内径均稍大于风机的进气口,

以减少其阻力损失。由于机房较矮,安装消声器稍倾斜,其轴线指向一空间吸声体,对降低二楼操作室的噪声有一定的作用。

根据锅炉风机进气口空气动力性噪声的频率分布,采用直管式阻性消声器。该消声器有效长度为1.6m,其消声量估算值约为24dBA。

由于隔声机房是密闭的,锅炉风机向锅炉鼓风就没有空气来源,同时风机运行时产生热量使房内温度升高,将影响设备正常运行。对此,在机房隔声门旁边的墙上安装一个进风消声器,使机房内外相接通,利用机房内锅炉风机的运行时产生的负压,使机房外的空气通过该消声器源源不断地进入机房内,冷却电动机以后,经风机送进锅炉内。进风消声器的通道直径大于锅炉风机进气口消声器通道直径,是为了保证供风量和不使消声器内因风速过大而降低消声量,以及减少阻力损失等因素的影响。该消声器的通道直径为0.3m,利用等透射量方法,由公式(1)计算出其消声量约需26.1dBA。

### 3.3 通风散热

锅炉风机散热所需的通风量按公式(5)计算为 $2488\text{m}^3\text{ö}h$ 。

$$Q = \frac{860N \cdot a}{rC_p(t_1 - t_2)}, \text{m}^3\text{ö}h \quad (5)$$

式中 $N$  设备的功率, kW;  $a$  散热系数;  $r$  空气密度,  $\text{kg}\text{ö}m^{-3}$ ;  $C_p$  空气热容量,  $\text{kcal}\text{ö}k\text{g}$ ;  $t_2$ 、 $t_1$  分别为风机房内、外空气温度,  $^{\circ}\text{C}$ 。

因锅炉风机的通风量为 $3800\text{m}^3\text{ö}h$ ,大于自身散热所需风量,故能保证设备正常运行。

### 3.4 隔振降噪

锅炉风机运行时直接激励基础、地板、墙壁振动,并向外辐射噪声,因此在两个混凝土机座下面均匀安装4个SD双层橡胶隔振垫进行隔振。频率比 $f/f_0 = 3.6$ ,可知振动传递率 $T < 0.1$ ,隔振效率 $G > 90\%$ 。

对锅炉风机机座隔振以后,在两台锅炉风机的进、出气口与管道之间,均用软连接的办法进行管道隔振,这样就减弱了振动能量的传递,从而达到隔振降噪的目的。

## 4 治理效果

通过对锅炉风机采取隔声、吸声、消声、隔振等综合措施,锅炉风机的噪声在厂边界围墙上方1m处,由107降至65dBA,二楼操作室噪声由102降至84dBA,完全达到了白天工业区噪声排放标准和工业企业噪声卫生标准。