

罗茨鼓风机的噪声治理

何 凡 (沈阳环境科学研究所 沈阳 110005)

于文军 (东北第六制药厂环保处 沈阳 110043)

The Noise Control of Roots Blower

He Fan Yu Wenjun

摘 要 针对罗茨鼓风机的噪声特性,采用“负压冷却隔声间”隔声,并设计出重型隔声墙板以适应低频隔声的要求。

关键词 低频隔声 负压冷却 隔声墙板

Abstract Based on the noise characteristic of Roots blower, the application of insulation room of noise in Roots blower was expounded. The insulation plank of noise was designed to fit the requirement of low-frequency noise.

Key Words Insulation of low-frequency noise Motor cooling Insulation plank

东北第六制药厂污水处理场采用两段深层生化曝气处理制药废水,曝气所用的4台罗茨鼓风机安装在一间216m²的车间内,正常运行时开动其中两台,另两台备用。由于罗茨鼓风机在安装时没有采取有效的降噪消声措施,工作时车间内的噪声大大超过《工业企业噪声卫生标准》,严重地损害了操作工人的身心健康,噪声治理势在必行。

1 污染状况

罗茨鼓风机型号为SDS-36×36、SDS-36×45各两台,工作时风压P=0.1MPa,风量Q=60m³/min,输入功率160kW。

开动其中两台时,测试点的位置如图1所示,车间内A点的平均噪声级为117dB(A),更衣室内B点达92dB(A),休息室内C点为78dB(A)。

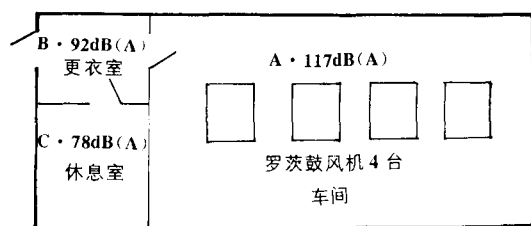


图1 鼓风机车间噪声污染状况示意

为了弄清罗茨鼓风机噪声污染特性,我们在距鼓风机1.0m处对其噪声频谱进行了测试(见表1)。

表1 噪声频谱

频率 (Hz)	31.5	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
声压级 (dB)	87	97	110	109	117	115	107	98	89

由表1可见该噪声在人耳听觉最敏感的频段(250~2 000Hz)声压级均在107~117dB之间,并且250Hz以下及2kHz以上倍频程声压级也较高,因此罗茨鼓风机的噪声属于宽频强噪声。

2 隔声设计方案

为适应罗茨鼓风机日常维护维修的要求将两台风机分成一组,并采用可拆式隔声墙板组成隔声间,见图2。隔声间的中间隔板采用轻型结构的隔声墙板,这样分隔在隔声门处形成了“声锁”结构,减轻了隔声门的漏声。对电动机的冷却散热采用“负压冷却”的方法来解决,即取消了原来的进风管道,利用鼓风机自身的吸入风量使隔声间内形成负压,负压下隔声间外的空气由地下进风道经进气消声器补入隔声间内,进入的空气流经电动机将其产生的热量带入罗茨鼓风机内排出。噪声的治理是一项综合

设计,因此为减轻罗茨鼓风机及管道的振动,在机座上加了橡胶减振垫,在出口管道上安装了阻性消声器并安装了金属波纹管弹性接头,以消除气流噪声及管道传声。同时对车间与休息室之间的隔墙作了吸声抹灰处理,进一步减轻休息室内的噪声

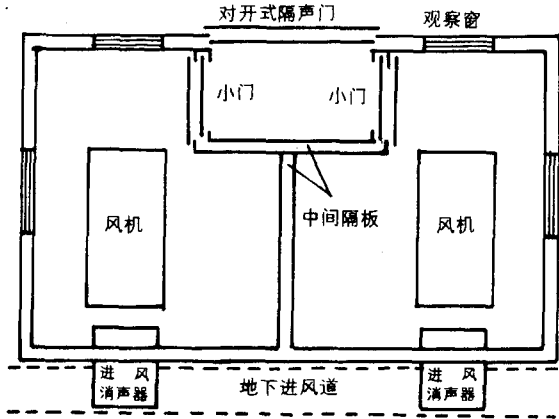


图2 隔声间示意

3 墙板的设计及结构

隔声间的隔声效果取决于隔声板的隔声量。对于低频噪声的隔声困难在于出现共振现象隔声墙板的隔声量会大大降低,在轻型墙板的使用上甚至会出现噪声放大的现象。而隔声墙板低频的隔声量并不完全遵循质量定律,在共振频率以上是质量控制区,在共振频率以下

则是劲度控制区,它的隔声效果完全由板的劲度决定。根据劲度定律,对于矩形隔板来说,板的最低共振频率由下式决定:

$$f_0 = 0.48 \sqrt{\frac{Et^3}{m}} \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} \right) \quad (\text{Hz})$$

式中: a, b 为矩形板的长和宽, m;
t 为板的厚度, m;
m 为板的面密度, kg/m²;
E 为板的弹性模量, N/m²。

对于矩形板来说,板的劲度 K 与 Et³ 成正比。由此可见,在 m 相同的条件下,劲度越大共振频率越高,劲度越小则共振频率越低。当板出现低频共振时通过在板的一侧焊加强筋,使振幅减小,板的劲度增加,从而使其共振频率提高,共振点移向易于控制的高频,再通过增加阻尼来抑制高频从而达到低频隔声的效果。加筋时应注意使分割的各块面积不等,从而产生不同的共振频率,以避免扰动频率的共振。

低频噪声引起的共振对墙板的隔声是不利的,然而可以利用这一特性的吸声作用吸收低频噪声,共振的板材作为膜片进行工作,由于它在声场中的变形,使得噪声的能量转化成吸声共振体的变形能而消耗掉,从而达到降低噪声声压的目的。

按照上述原理我们在隔声墙板的设计上采用如图3所示结构。墙板内侧的薄板①作为共

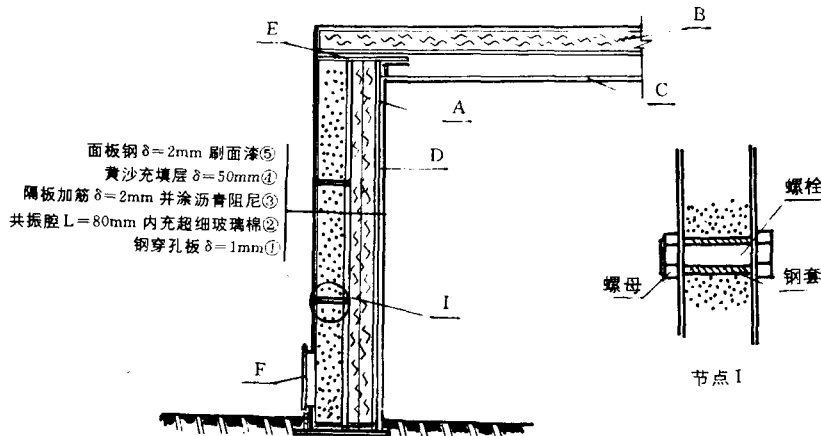


图3 隔声墙板结构及节点示意

A. 隔声墙板 B. 顶板 C. 吸声吊顶 D. 隔声间支承架 E. 填沙口 F. 排沙口

振吸声体,中间的夹层②作为共振腔。为降低固有振动频率提高对低频噪声的吸收并使共振腔内产生的驻波减弱,在共振腔内填充超细玻璃棉作吸声材料。填加吸声介质后共振吸声体的固有振动频率 f_0 。由下式决定:

$$f_0 = \frac{600}{\sqrt{mL}} \quad (\text{Hz})$$

式中: L 为共振腔的厚度, cm 。

我们选择 $\delta=1\text{mm}$ 的薄钢板穿孔, 作为共振吸声体, 共振腔的厚度定为 8cm , 由上式计算共振吸声体的共振频率为 75Hz , 由有关图表可查得共振吸声体的吸声系数可达 0.4 (125Hz), 有效地消除了罗茨鼓风机噪声的低频峰值。空腔之后的隔声板③我们选择 $\delta=2\text{mm}$ 的钢板, 并在其一侧焊接上筋提高板的劲度, 在其另一侧涂沥青阻尼材料。为进一步增加阻尼并增大隔声墙板的整体面密度提高隔声量, 我们在墙板的外层设计了重型填料层, 由钢板制成 5cm 厚的空腔填以黄沙。墙板的整体面密度达到 $135\text{kg}/\text{m}^2$ 。隔声墙板的组合均采用交错拼口, 在每块板的拼接处均加橡胶垫密封, 以防止漏声。为减轻墙板的振动, 墙板与地面的接触处用橡胶垫隔振。墙板的相互连接采用箱式扣件形式, 必要时可方便地拆开。隔声间顶部的盖板由于其固定方式为边缘自由式, 因此选用定型的 Z₂ 型轻型隔声板。为降低隔声间内的混响, 顶棚用苯板作了一层吸声顶。

4 应用情况及结论

该工程结束后, 由沈阳市环境监测中心站

对改造后的鼓风机车间噪声进行了测试, 隔声间外侧为 $84\text{dB}(\text{A})$, 更衣室内为 $61\text{dB}(\text{A})$, 休息室内为 $48\text{dB}(\text{A})$ 。全部测点的测试结果均达到了预期的目的: 车间内噪声低于 $90\text{dB}(\text{A})$ 的国家标准(《工业噪声设计控制规范》 GBJ87-85)。当设备需要大修时, 不得不拆开墙板时, 为拆卸方便减轻墙板的重量, 黄沙层采用螺栓加套夹持结构, 如图 3 所示, 墙板下部设插板式放沙口, 可打开放沙口放出沙子后再拆卸墙板; 当墙板安装时, 可将墙板安装后打开上部的填沙口充填沙子, 这样方便了隔声间的分解与组合。实测表明, 加隔声间前后电动机的温度没有变化。这种隔声间的设计, 特别是重型隔声墙板的使用对宽频带噪声的隔声效果明显, 运行时墙体外侧无振感。

参考文献

- 1 吕如榆. 谈谈隔声罩低频隔声性能的改进. 噪声与振动控制, 1985, (2)
- 2 孙广荣. 机械振动的声辐射及其控制. 噪声与振动控制, 1984, (6)
- 3 梁其和. 隔声罩结构的选择. 噪声与振动控制, 1985, (6)

(收稿 1996-04-29)

作者简介 何 凡: 工程师, 39 岁, 从事环保工程设计及环保产品开发, 主持完成各类环保工程 30 余项, 发表论文 10 余篇。

于文军: 工程师, 34 岁, 从事环保管理及监测工作。

(本栏责任编辑 侯春陶)

征订 启事

西部探矿工程 (双月刊)

是新疆地矿局(第一主办单位)联合我国岩土、钻掘和矿业工程等 80 多个单位共同主办的综合性钻掘工程技术刊物, 公开发刊。

主要刊登国内外钻掘工程新理论、新技术、新方法和工程实例, 介绍钻掘工程发展动向。辟有石油钻探、岩土工程、矿业工程、爆破工程、隧道工程、地质灾害治理工程、钻掘机械、选矿工程、管理和安全工程等十个专栏。新疆优秀科技期刊。

每期定价 5.00 元, 请向新疆乌鲁木齐友好北路 16 号《西部探矿工程》编辑部索取征订单。

邮汇: 乌鲁木齐友好北路 16 号《西部探矿工程》编辑部刘德凤, 邮政编码: 830000。信汇户名: 《西部探矿工程》广告信息部, 开户行: 乌鲁木齐工商银行友好路分理处转诚信城市信用社, 帐号: 993-201-80。