

空气压缩机的噪声治理

姜堰市环境检测站 姜堰市减震降噪研究所
蒋芝 李建华 洪网林

一、前言

姜堰市区在机电、化工、轻工、食品等行业中使用各类型号空气压缩机有数十台套,其中大部分位于厂界处,运转时排放噪声干扰了市民的正常工作与休息,通过全面的调查、测试、分析,分别作出了相应的治理措施。使这类设备排放噪声大大降低。现以姜堰市分析仪器厂生产中使用的2台3L-10/8型空气压缩机为例,略谈对空气压缩机运转时排放噪声的治理方法。该厂空压机房北隔6m的行人道与工人新村住宅楼群相邻。当空压机运行时,声源

噪声达96dB(A),居民住宅户外环境噪声为78dB(A),严重地污染了周围环境。

为解决噪声扰民的问题,在对该空压机排放的噪声进行测试、分析的基础上,提出综合治理方案。

二、噪声源分析

空气压缩机是提供较稳定气流的气动工具动力源。一般空压机声源噪声级在90~100dB(A)间,且以低频脉动噪声为主,用ND2精密声级计测得该机频谱如表1所示。

表1 噪声频谱

频率(Hz)	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000
声压级(dB)	92	95	98	94	89	87	86	83

低频噪声辐射距离远,影响较大,而且噪声源是综合性,可归纳为下列几个方面。

1. 空压机进气口噪声

由空压机气缸进气阀门的间断开启,气流也间断地被吸入气缸,在进气口附近产生压力波动,以声波的形式从进气口向外辐射,产生了进气口噪声,空压机进气口噪声的基频 $f = \frac{2n}{60}$ (n 为空压机每分钟转数),3L-10/8型空压机的噪声基频为16Hz左右,可见该空压机进口噪声为低频特性。

2. 空压机排气噪声

随着气体从气缸排气阀门间断地排出,气流产生扰动,形成排气口噪声。同时,气体进入储气罐时,激发

储气罐内气体共振,通过气罐壳体向外辐射较强烈的噪声。

3. 机械噪声

空压机在运转过程中,很多部件快速旋转和往复运动,产生摩擦、冲击,引起机件振却,发出机械噪声。

另外,还有电机冷却风扇引起的气流噪声等。

三、噪声治理措施

通过对空压机噪声源的分析,有针对性地进行逐项控制,运用减振、隔振、吸声、消声、隔声技术,进行综合治理

1. 减振、隔振治理

根据3L-10/8型空气压缩机运转时辐射的噪声固有低频特性,采用金属弹簧隔振器,合理地安装在机座和地基之间,有效地达到了减震缓冲作用,同时,在设备基础四周加开隔震沟,在沟内充填颗粒状细玻璃,以减少因振动引起的声波通过地基传播。

2. 消声治理

因空压机排气口与储气罐相接,压缩气体激发储气罐产生共振。采用了两级微穿孔板消声器,将其安装在储气罐内侧,同时在储气罐外壁的周围缠绕粘弹阻尼材料,降低了储气罐共振噪声。其结构形式见图1,消声效果见图2。

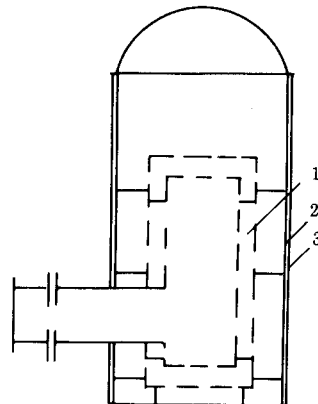


图1 储气罐消声治理结构

1. 微穿孔板消声器 2. 储气罐 3. 粘弹阻尼材料

3. 隔声治理

在隔声治理工程中,为使该机房内两台空压机的操作、维修方便并从空压机的通风散热出发,借助了该机房四周为砖墙,屋顶为钢筋混凝土结构,确定在机房内墙四周和屋顶内壁,贴吸声材料,并安装双屋隔声玻璃窗和复合结构隔声门,进行消声、隔声。同时,构筑了观察控制室,将操作室与机房隔开,综合治理系统见图3。

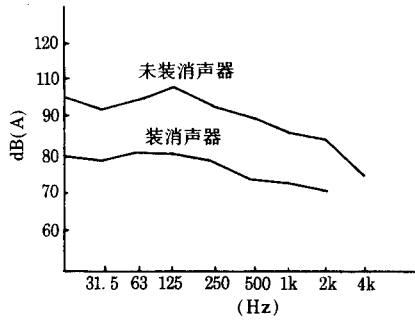


图2 储气罐安装消声器前后噪声特性

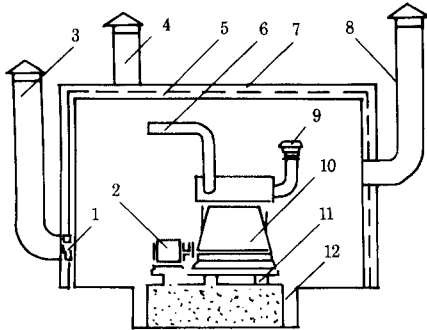


图3 空压机房隔声降噪系统

1. 通风机 2. 电动机 3. 进风消声器 4. 出风消声器
5. 复合穿孔吸声板 6. 排气管 7. 砖墙混凝土隔声体 8. 进风消声器 9. 空滤器 10. 空压机 11. 减振器 12. 隔声沟

按照该市《城市区域环境噪声标准》的划定,确定总降噪量为 28dB(A)以上,根据隔声量的经验公式

$$R_{\text{实}} = R_{\text{围}} + 10 \lg \bar{a} \quad (1)$$

式中: $R_{\text{围}}$ ——砖墙隔声量 $R_{\text{围}1}$ 和顶盖钢筋混凝土隔声量 $R_{\text{围}2}$ 之和;

\bar{a} ——两个隔声间平均吸声系数。

$$R = 18 \lg m + 18 \lg f - 44 \quad (2)$$

式中: m ——为墙体、顶盖面密度;

240mm 砖墙面密度, $m = 480 \text{kg/m}^2$

100mm 混凝土板面密度, $m = 80 \text{kg/m}^2$

f ——空压机主要噪声频率, 16Hz。

$$R_{\text{围}1} = 25.84 \text{dB(A)} \quad R_{\text{围}2} = 11.8 \text{dB(A)}$$

隔声间的透声系数 $\tau = 10^{-R/10}$

$$\bar{\tau}_1 = 10^{-4} \quad \bar{\tau}_2 = 10^{-3}$$

隔声间总平均透声系数为

$$\bar{\tau}_{\text{总}} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{\tau}_i S_i}{\sum_{i=1}^n S_i} = 4.28 \times 10^{-4}$$

式中: S_i ——隔声间隔声构件表面积;

$$R_{\text{围}} = 10 \lg \frac{1}{\bar{\tau}_{\text{总}}} = 33.68 \text{dB(A)}$$

考虑到该空压机呈低频特性,选用三合宝丽穿孔板作护面板,五合穿孔板为吸声板,中间填 50mm 厚超细玻璃棉作吸声材料,将其固定在墙壁四周和屋顶的龙骨上,五合穿孔板的背面留 200mm 空腔。形成薄板共振吸声结构,其特点就是能较大地吸收低频噪声,吸声系数见表 2。

表2 复合穿孔板结构吸声系数

材料名称	厚度 (mm)	密度 (kg/m)	频率 (Hz)						
			63	125	250	500	1000	2000	
			吸声系数						
三合板	3	2.6							
五合板	5	3.4	0.92	0.95	0.54	0.92	1.00	0.93	
玻璃棉	50	30							

整个隔声间的平均吸声系数分别以 125Hz 和 250Hz 为计算频率。

$$\bar{a} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{a}_i S_i}{\sum_{i=1}^n S_i}$$

$$a_{125} = 0.7 \quad a_{250} = 0.45$$

并将 $R_{\text{围}} = 33.68 \text{dB(A)}$ 一起代入(1)式,得:

$$R_{\text{实}(125)} = 32.1 \text{dB(A)} \quad R_{\text{实}(250)} = 29.9 \text{dB(A)}$$

经上述治理措施后,机房内及环境噪声降低达到预期效果。

4. 通风散热治理

在对噪声治理的同时,考虑到空压机房内需要一定的气流量和散热效果。为了保证室内空气畅通,采用了低噪声通风机加装进风消声器对机房内进行换气,其换气量由下式计算。

$$L = Q / C_p \cdot \rho \cdot \Delta t (\text{m}^3/\text{h})$$

式中: Q ——机器散热量, kcal/h;

C_p ——空气比热, kcal/(kg·°C);

ρ ——空气密度, kg/m³;

Δt ——机房内外温差, °C。

采用以上方法后,确保机房内有充足的气流量,解决了机房内温升的问题。

四、结论

通过采用上述噪声控制措施后,经测量,机房内设备噪声由原来的 96dB(A)降到 80dB(A),操作控制室的环境噪声降到 55dB(A),居民住宅环境噪声由原来的 78dB(A)降到 48.5dB(A)。经过两年多的运行,噪声治理效果仍保持工程刚验收时状况,这为继续开展噪声治理工程提供了技术依据。