

轮胎厂排气噪声的治理

顾军庭¹, 苏 超¹, 靳永健²

(1. 江苏轮胎厂, 江苏 徐州 221005; 2. 天津市风华橡塑机械调剂中心, 天津 300142)

摘要:根据轮胎厂打包机和硫化机排气噪声的产生机理, 设计出纯金属小孔喷注结构、宽频带排气噪声消声器, 且详细介绍了此消声器的小孔直径、消声量、小孔通流面积、小孔数量、孔间距和材质的确定原则。实际应用表明, 此种消声器从发声机理上通过升频效应, 把绝大部分声能转化为人类听觉以外的超高频谱范围, 使之对人类的干扰噪声大幅度减小, 具有消声频带宽、降噪量大、结构简单、坚固耐用及适用范围广等特点, 并可用于水蒸汽排放噪声的控制。

关键词:排气噪声; 绿色环保; 消声器; 升频效应

中图分类号: TB535⁺. 2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-8171(2002)02-0112-03

跨入 21 世纪, 人们在提高生活质量的同时, 对环境的要求也越来越高, 绿色环保备受瞩目。噪声污染是国际上公认的三大公害之一, 医学研究证明环境噪声能严重损害人类听力、神经和心血管等系统。轮胎厂使用的气动机械很多, 噪声污染较为严重。如 CL Z/30 型硫化机排气噪声脉冲有效值超过 115 dB(A), 打包机的排气噪声脉冲有效值也达 114 dB(A)。这不但有损于职工的身体健康, 也影响着厂区周围居民的正常生活。为改善劳动条件, 提高环境质量, 我厂设计出纯金属小孔喷注结构宽频带排气噪声消声器, 对排气噪声进行治理, 取得了显著效果。

1 噪声的调查分析

1.1 性能参数

(1) 排放气体质量流量

$G_1 = 0.22 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$ (打包机);

$G_2 = 0.40 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$ (硫化机);

(2) 额定工作压力

$P_1 = 0.8 \text{ MPa}$ (打包机);

$P_2 = 1.5 \text{ MPa}$ (硫化机)。

(3) 工艺要求

排气量影响小于 5%。

1.2 噪声源的监测

实际测得, 距打包机排气口 1 m, 与其轴线夹角为 45° 时, 脉冲噪声有效值为 114 dB(A); 距 CL Z/30 硫化机排气口 1 m, 与其轴线夹角为 45° 时, 脉冲噪声有效值达 115 dB(A)。硫化机脉冲噪声的声压级及其频谱曲线见图 1。从图 1 可以看出, 该排气噪声以高频为主, 而且从低频成分到高频成分都是比较丰富的连续宽频带噪声。

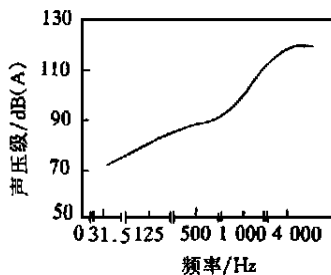


图1 脉冲噪声的声压级及其频谱曲线

1.3 排气噪声的产生机理

由于缸体内压力作用, 排气口将产生压力突变, 气体的体积剧烈膨胀。在排气口的气体直流区气流以声速流动并辐射出高频噪声; 在混合区气流冲击和剪切周围的静止空气, 引起剧烈的高频噪声; 在涡流区气流速度渐趋于零, 产生低频噪声。以上理论分析也表明, 排气噪声是一个从低频噪声至高频噪声都存在的连续宽频带噪声。这种噪声属于四级子声源, 辐射的声功率主要与排气速度、声源介质密度和排气管直径有关, 而声源介质密度是随压力的提高而增加的。因此, 对于

一个排气管直径确定的喷口,排气噪声的强度随着排气的压力和流速的增大而加大。

2 消声器类型的选择

若选用阻性消声器,当吸声材料吸入压缩空气中的油、水等物质后会增大排气阻力,降低其吸声性能,影响消声效果;而抗性消声器不适于高频噪声。因此,选用小孔喷注结构消声器(具体结构见图2)。这种消声器结构简单,并可通过升频效应将大部分声能移入人耳不敏感的高频范围。从所测A计权等响曲线(见图3)可以看出,大于8 000 Hz的噪声都有较大的衰减;同时,由于大气对高频的吸收要比中频大得多,因此,随着传播距离的加大,高频噪声也大大衰减。

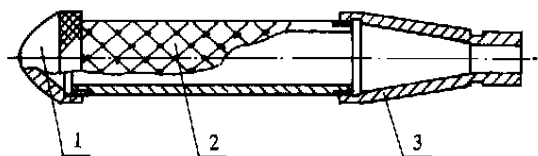


图2 消声器结构简图

1—反射体;2—喷注体;3—扩容器

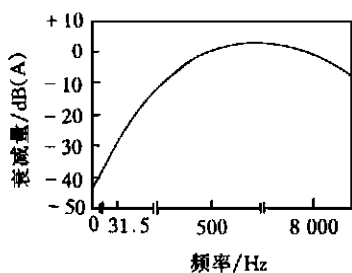


图3 A计权等响曲线

3 小孔喷注消声器的设计

3.1 特点

(1) 空气动力性能好,可以满足排气量小于5%的工艺要求。

(2) 可以降低排气压力,减小排气速度,具有相当大的声阻,当声能通过小孔喷注时损失较大。

(3) 具有升频效应,将大部分声能移到人耳不敏感的频率范围或人耳无感觉的超声频范围,使干扰噪声大大降低。

3.2 小孔直径

根据理论推导,当超压比大于1.89时,在排气噪声的频谱上有明显的峰值,其频率为:

$$f_p = S_0 \frac{U}{d}$$

式中 f_p ——峰值;

S_0 ——斯哈拉脱因数;

U ——声速;

d ——喷口直径,mm。

经计算,当喷口直径为1 mm,斯哈拉脱因数为0.2时,其峰值频率为68 kHz,而人耳的声频范围一般在20 Hz~20 kHz,显然已进入超声频范围,因此消声器喷口直径取1 mm。

3.3 消声量

(1) 消声量的确定

根据ISO推荐的标准和国家卫生部、国家劳动总局颁发的《工业企业噪声卫生标准》,工业企业的生产车间和作业场所的工作点噪声标准为85 dB(A)。由于噪声等效持续时间不到2 h,按标准为91 dB(A),而硫化机的排气噪声脉冲有效值超过115 dB(A),因此消声量 ΔL 要大于24 dB(A)。

(2) 消声量计算

当满足条件 $0.01 < \lambda < 100$ (λ 为消声器气室压力与标准大气压的比值), $d \leq 1$ mm时,消声量为^[1]:

$$\Delta L = 10 \lg \left[\frac{4}{3\pi} \left(0.165 d \frac{V}{C} \right)^3 \right]$$

式中 V ——排气速度。

经计算 $\Delta L = 27.2$ dB(A),符合要求。

3.4 小孔通流截面积

联立以下两式组成方程可求解小孔通流截面积:

$$S_i = A \mu G_i \sqrt{\frac{V_i}{P_0}}$$

$$P_i V_i = R T_i$$

式中 A ——介质因数,此处介质为空气, $A = 13$;

P_0 ——标准大气压;

i —— $i = 1, 2$;

μ ——流量修正因数, $\mu = 1.8$;

T_1 —— 温度, $T_1 = 293$ K;

T_2 —— 温度, $T_2 = 303$ K。

G_1, G_2, P_1 和 P_2 —— 同 1.1。

计算求得小孔通流截面积为:

$$S_1 = 59.5 \text{ mm}^2;$$

$$S_2 = 58.7 \text{ mm}^2。$$

从计算所得的 s 值可见,其排气量影响小于 5%,符合生产工艺要求。

3.5 小孔数量

根据以上算式所得数值,联立以下两公式组成方程,可求解出小孔数量。

$$n = \left(\frac{D}{d} \right)^2$$

$$C = 2 \sqrt{S/\pi}$$

经计算求出小孔数量为 78.5 个。考虑到介质为水蒸汽时也可使用,将小孔数量增至 91 个。

3.6 孔间距

由空气动力学可知,喷注气体一般以 8° 左右的角度扩张,且相同方向气流相互吸引,并有汇合成单个喷注的趋势,因此必须考虑气流的干涉。根据理论分析和试验结果,孔间距 b 大于 8 mm 时,可以避免这种干涉。

3.7 材质

考虑到腔体承受压力及金属的电腐蚀和水蒸汽腐蚀,选取 ZL103 (Al-Si 合金共晶体) 材料,用金属型铸造方式制造消声器,以使之坚固耐用。铸件通过“时效硬化”法处理,以提高其强度。也可以选取 ZL102 材质,但在浇铸前应作处理,即在金属溶液中加入合金质量的 2%~3% 的变质剂(一般可用 $2/3\text{NaF} + 1/3\text{NaCl}$),使铸造合金的金相组织显著细化,退火后材料的强度极限 σ_b 由 140 MPa 提高到 150 MPa 以上,延伸率 e 由 3% 提高到 4% 以上。该材料的铸造性能及抗腐蚀性能更加优异。

4 实际使用效果

安装该消声器后,打包机噪声的脉冲有效值降为 82 dB(A),降噪量为 32 dB(A) (插入损失法);硫化机噪声的脉冲有效值为 92 dB(A),降噪量为 23 dB(A)。实际消声量至少达到 28 dB(A) (声源的指向性所致)。从所测频谱及脉冲有效值(如图 4 所示)可见,该消声器的移频效果较理想,消声频带较宽,消声量超过了设计要求。

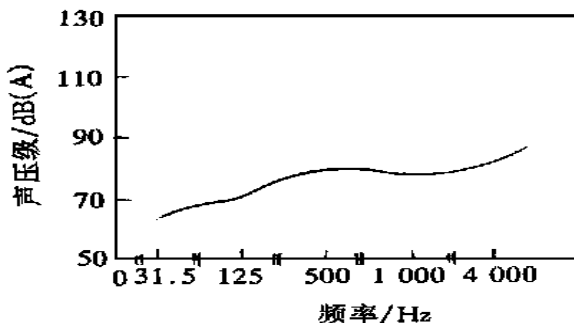


图 4 噪声频谱及脉冲有效值

5 结语

本次研制的小孔喷注消声器从发声机理上通过升频效应,把绝大部分声能转化为人类听觉以外的超高频谱范围,使之对人类的干扰噪声大幅度减小,具有消声频带宽、降噪量大、结构简单、坚固耐用及适用范围广等特点,并可用于水蒸汽排放噪声的控制。

参考文献:

- [1] 方丹群,王文奇,孙家麒. 噪声控制[M]. 北京:北京出版社, 1986. 733-740.

致谢:本工作在完成过程中得到徐州市环境科学研究所和徐州市环保局的有关专家的协助,在此表示衷心的感谢。

收稿日期:2001-08-08

荣成荣达公司周明君等 3 人获 9 项国家专利

中图分类号:U463.341 文献标识码:D

2001 年 10 月,国家知识产权局授予荣成荣达橡胶制品有限公司董事长周明君等 3 人 9 项实用新型专利证书。

这 9 项专利分别是水胎、轮胎胎圈包布、轮胎钢丝圈、胶囊、轮胎填充料混炼机、轮胎钢丝圈卷成盘、轮胎包圈机、轮胎罐式水胎硫化自动装置和轮胎清模机。

(荣成荣达橡胶制品有限公司
姜学光供稿)