

[文章编号] 1004-0609(2002)S1-0091-03

泡沫铝的气流噪声降噪性能^①

王录才, 王芳, 游晓红, 于利民

(太原重型机械学院 材料科学与工程分院, 太原 030024)

[摘要] 研究了通孔泡沫铝孔结构及成形方法对气流冲击所产生噪声的降噪性能的影响。结果表明, 泡沫铝在0.125~16 kHz范围内均具有较好的降噪作用, 平均降噪效果可达10~35 dB, 最高可达48 dB。其降噪效果受孔结构影响, 孔径为0.1 mm, 孔隙率为60%泡沫铝试样的降噪效果最佳。

[关键词] 泡沫铝; 孔结构; 气流降噪

[中图分类号] TG 146.2⁺1

[文献标识码] A

在工业生产中由于气体管道和气动工具元件排气阀排气而产生气流噪声是一种非常普遍的现象。消除气流噪声的较为普遍的方法是在消声管道中填充吸声材料, 或者采用扩张室、共振腔、微穿孔板以及它们的组合等技术, 以达到吸收、衰减气流噪声的目的。而采用这些方法, 其消声量都会随着气流速度的增加而减小, 甚至不起作用。

实验表明, 用渗流法和熔模铸造法制作的泡沫铝, 孔隙三维贯通, 允许气流通过并起分散作用, 因而对气流冲击所产生的噪声能起消声作用^[1~7], 是一种较理想的降低气流噪声的材料。本文作者在成功制备通孔泡沫铝试样的基础上, 重点探讨了孔结构对泡沫铝降噪效果的影响程度及机理。

1 实验方法

泡沫铝采用渗流铸造法制备, 泡沫铝对气流噪声的控制测试原理如图所示1。泡沫铝消声器结构如图2所示。

用 $L_{16}(3^4)$ 正交实验研究孔径、孔隙率及成形方法对降噪性能的影响。

2 结果与分析

2.1 极差分析结果

对实验所得数据进行极差分析, 得到各因素对总体降噪效果的影响的强弱顺序为孔径>孔隙率>成形方法。实验条件下的最佳工艺参数为孔径

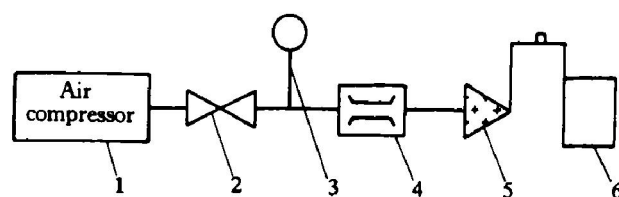


图1 泡沫铝对气流噪声控制测试原理图

Fig. 1 Testing principle of gas noise damping property of foamed aluminum

1—Sound resource; 2—Switch; 3—Pressure gauge;
4—Regulating flow plate; 5—Foamed aluminum silencer;
6—Noise meter

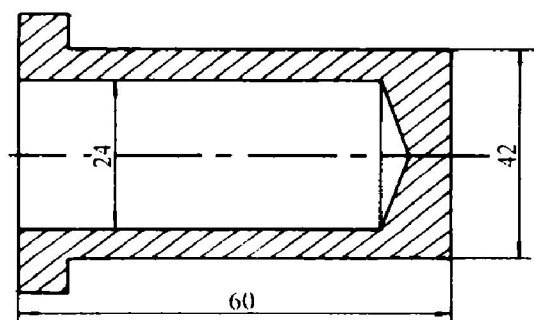


图2 泡沫铝消声器结构

Fig. 2 Structure of foamed aluminum silencer

0.1 mm, 孔隙率60%, 成形方法用散粒子。在此工艺条件下, 总体降噪效果 ΔL_p 可达43.5 dB。

2.2 孔结构影响机理分析

孔径对降噪效果的影响趋势如图3所示, 孔隙率对降噪效果的影响趋势如图4所示。可以看出,

① [基金项目] 机械部教育司科技基金资助项目(95250211)

[收稿日期] 2002-03-26; [修订日期] 2002-04-05

[作者简介] 王录才(1965-), 男, 教授。

无论是总体降噪还是对单频率噪音的降噪,随孔径和孔隙率减小,降噪效果均呈增加趋势。孔径为0.1 mm和孔隙率为60%的降噪效果最好。同一结构消声器,对不同频率噪音的降噪效果不相同,频率为500 Hz, ΔL_p 最大,2000 Hz次之,而125 Hz明显较弱,说明降噪值对频率敏感。不同结构消声器消音效果随频率变化基本规律一致,但在量上有所差别。泡沫铝对气流噪声的控制,可由小孔消声理论解释^[8,10]:当气流流经泡沫铝中的微孔时,大股的气流被分散成无数小的气流,流速迅速减小,出口压力降低,避免或者减弱了气体中的湍流,从而使气流的冲击噪声减小;另外,泡沫铝对气流流动的阻尼作用,将使出口流量减小,背压增加,也使噪声降低,故而会出现上述规律。

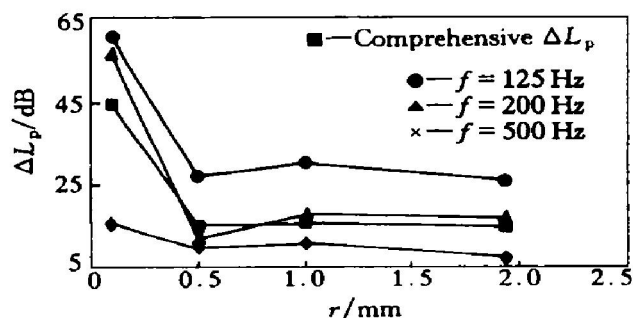


图3 孔径对降噪效果的影响

Fig. 3 Influence of pore diameter on gas noise damping

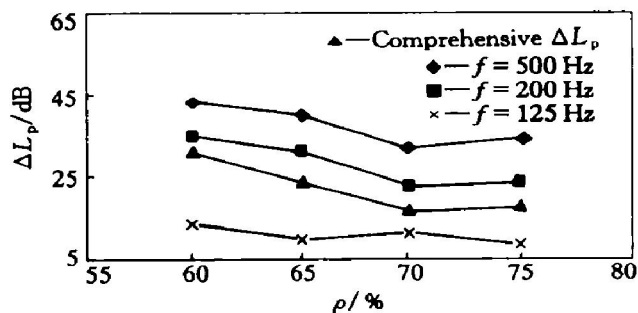


图4 孔隙率对降噪效果的影响

Fig. 4 Influence of porosity on gas noise damping

图5所示为孔径取0.1 mm时,不同孔隙率泡沫的降噪值随频率变化的情况。图6所示则为孔隙率取定值60%,不同孔径时降噪值随频率变化的情况。

由图5和图6可以看出,在整个频率范围内,泡沫铝均具有降噪效果,降噪值随频率的不同有很大的起伏,在高频段范围内的降噪效果优于低频段的,在频率0.5 kHz和4.0 kHz时,出现两个峰值,在

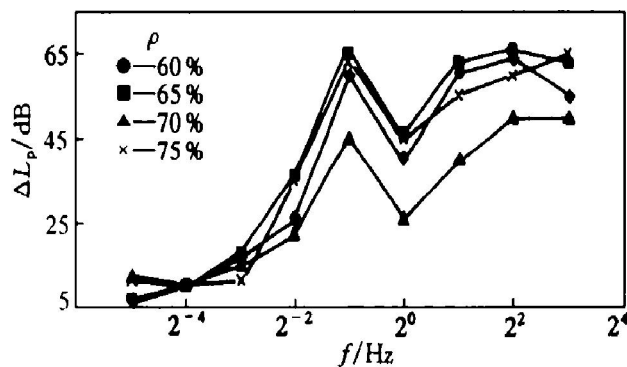


图5 孔隙率对降噪效果影响的频谱

Fig. 5 Sound frequency influence of porosity on gas noise damping

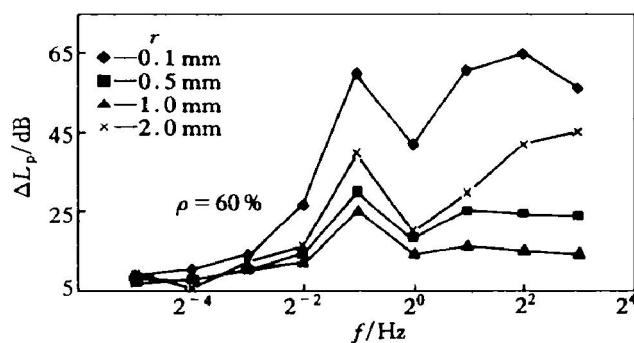


图6 孔径对降噪效果影响的频谱

Fig. 6 Sound frequency influence of pore structure on gas noise damping

1.0 kHz时,出现一个凹谷。各消声器随频率变化的规律基本相同,但在各个频率点上的降噪量明显不同。由图5看出,孔隙率70%的在整个频率范围内降噪效果弱于其它三者,而孔隙率65%的整体降噪效果最好。由图6看出,孔隙率60%、孔径0.1 mm时总体降噪效果明显优于其它三者,相互之间消声效果的差别在整个频率范围内基本一致,但在各个频率上差别的程度不同,且在个别频率上还有交叉。这也说明降噪效果对频率敏感。另一方面,图5和图6所显示的结果和正交实验的结果不一致,说明孔径和孔隙率有很强的交互作用,二者的合理搭配可获得好的降噪效果。

3 结论

1) 泡沫铝对0.125~16 Hz范围内的气流噪声均有降噪作用。降噪效果对频率很敏感,在高频段($f > 500$ Hz)的降噪值大于低频($f < 500$ Hz)的降噪值,在频率为500 Hz时出现峰值,然后随频率提高

又有所降低。低频段的平均降噪值为 10~ 15 dB, 最高可达 20 dB。高频段的降噪值为 25~ 35 dB, 最高可达 48 dB。

2) 泡沫铝的降噪效果受孔结构(孔径、孔隙率)的影响很大。实验条件下获得的最佳工艺参数是孔隙率为 60%, 孔径为 0.1 mm, 降噪值 ΔL_p 达 43 dB, 降噪效果还与试样的宏观结构、原始噪音等有关。合适的孔结构参数应根据具体条件确定。

[REFERENCES]

- [1] Davies G J, Shu Z. Metallic foams: their production, properties and applications [J]. Journal of Materials Science, 1983(18): 1899– 1911.
- [2] Tetsuji Miyoshi, Masao Itoh. Alporas aluminum foam: production process, properties and applications [J]. Advanced Engineering Materials, 2000, 2(4): 179– 183.
- [3] Nagata S, Akiyama S, Veno H. The development and application of porous metal [J]. Surface, (in Japanese), 1989, 27(8): 679– 686.
- [4] 王 芳, 王录才. 泡沫金属的研究与发展[J]. 铸造设备研究, 2000(3): 48– 51.
WANG Fang, WANG Lucai. The research and development of metallic foams [J]. Research Studies on Foundry Equipment, 2000(3): 48– 51.
- [5] 吴炳尧, 杨明峰, 颜肖龙. 熔体发泡法泡沫铝制备的研究[J]. 铸造, 1994(6): 30– 33.
WU Bing-yao, YANG Ming-feng, YAN Xiao-long. The research on the production of aluminum foam in molten state [J]. Foundry, 1994(6): 30– 33.
- [6] Baumeister J, Banhart J, Weber M. Aluminium foams for transport industry [J]. Materials & Design, 1997 (18): 217– 220.
- [7] LU G, LU G Q, XIAO Z M. Mechanical properties of porous materials [J]. Journal of Porous Materials, 1999, 6: 359– 368.
- [8] 刘培生, 李铁藩, 傅 超. 多孔金属材料的应用[J]. 功能材料, 2001, 3: 12– 15.
LIU Pei-sheng, LI Tie-fan, FU Chao. Applications of porous metal materials [J]. Function Material, 2001, 3: 12– 15.
- [9] 颜肖龙, 吴炳尧, 季 馨. 泡沫金属控制气流噪声源的研究与分析[J]. 东南大学学报, 1993(23): 119– 122.
YAN Xiao-long, WU Bing-yao, JI Xin. Experimental research and analysis of controlling the source of gas noise by foam metal [J]. Journal of Southeast University, 1993(23): 119– 122.
- [10] 王录才, 柴跃生, 张 琰, 等. 泡沫铝消音性能的初步研究[J]. 热加工工艺, 1996, 5: 46– 47.
WANG Lucai, CHAI Yue-sheng, ZHANG Yan, et al. The primary study of sound absorbent property of aluminum foam [J]. Hot Working technology, 1996, 5: 46– 47.

Gas noise damping property of foamed aluminum

WANG Lucai, WANG Fang, YOU Xiao-hong, YU Li-min

(Branch of Materials Science and Engineering, Taiyuan Heavy Machinery Institute, Taiyuan 030024, China)

[Abstract] The influence of pore structure and processing methods of porous Al-foam on gas noise damping was studied. The results show that Al-foam has good gas noise damping property in 0.125~ 16 kHz, the average value of noise damping is 10~ 35 dB, the maximum is 48 dB. The noise damping property is influenced by pore structure and processing methods. The Al-foam body, which pore diameter is 0.1 mm, porosity is 60%, is the best for damping gas noise.

[Key words] foamed aluminum; pore structure; gas noise damping

(编辑 吴家泉)