

中低频宽带穿孔腔结构及其吸声性能研究

陈兆华, 周国建, 田秀杰, 黄威, 朱可达
无锡吉兴汽车声学部件科技有限公司, 无锡, 江苏, 中国

简介: 针对普通多孔吸声材料低频吸声性能较差的特性, 结合赫尔姆兹共振吸声的原理, 利用COMSOL软件计算了不同单元组合时的吸声系数, 最终设计了一种中低频宽带穿孔腔结构, 本文对实现低频大宽带吸声具有一定指导意义。

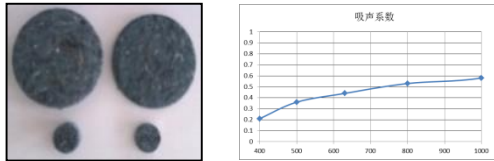


图 1. 多孔吸声材料

计算方法: 利用COMSOL中压力声学模块建立仿真模型, 可采用狭窄区域声学模型计算小孔内空气的损耗特性, 这相对于使用热粘性声学大大加快了计算速度, 对初期结构的设计有很大的帮助, 狭窄区域声学理论模型如下:

$$\nabla \cdot \left(-\frac{1}{\rho_c} (\nabla p_t - q_d) \right) - \frac{k_{eq}^2 p_t}{\rho_c} = Q_m$$

本结构几何模型如下图所示:

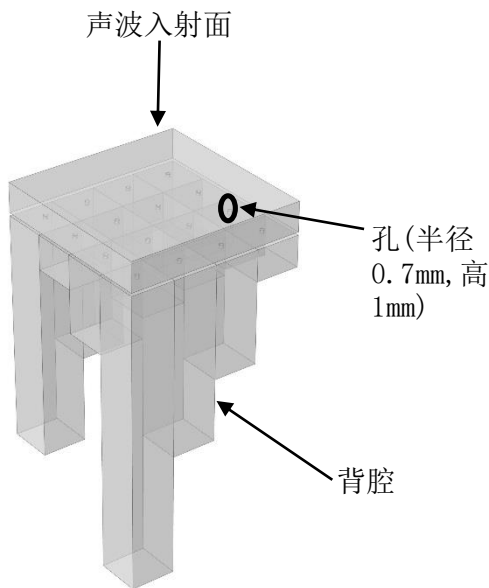


图 2. 4x4穿孔腔结构

结果: 输出288Hz下声腔内声压级分布及声强流线图:

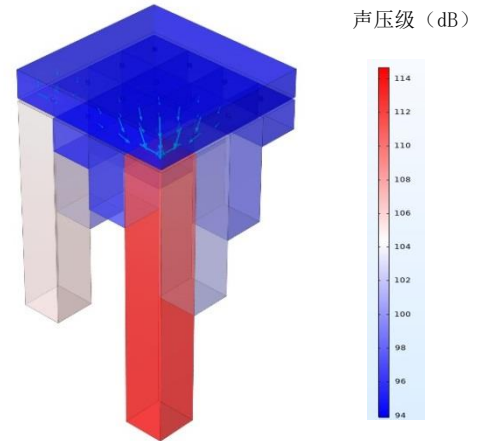


图 3. 288Hz下声压级分布及声强流线图

共振单元	背腔尺寸 (mm)	共振单元	背腔尺寸 (mm)
单元1	15*15*100	单元9	15*15*19
单元2	15*15*76	单元10	15*15*16.7
单元3	15*15*59	单元11	15*15*15
单元4	15*15*47	单元12	15*15*13
单元5	15*15*38	单元13	15*15*11.5
单元6	15*15*31	单元14	15*15*10.5
单元7	15*15*26	单元15	15*15*9.5
单元8	15*15*22	单元16	15*15*8.6

表 1. 共振单元背腔尺寸

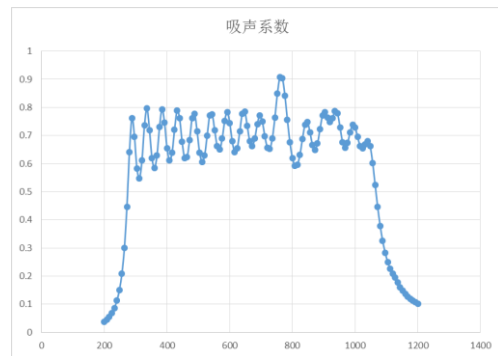


图 4. 吸声系数

结论: 设计的4x4穿孔腔结构共有16个吸声单元, 每个吸声单元具有各自的共振频率, 在各单元共振频率处其背腔具有较强的虹吸效应, 可以将声能转化为小孔处空气的动能与热能, 从而达到吸声效果。本结构具有16个共振峰值, 可实现在280-1050Hz间的中低频的高效吸声, 该结构在汽车、航空等领域具有较高的应用价值。

参考文献:

1. 吴九汇, 马富银, 张思文, 沈礼. 声学超材料在低频减振降噪中的应用评述[J]. 机械工程学报, 2016, 52(13): 68-78.
2. 吴晓, 刘崇锐, 王轲, 蔡永庆, 吴九汇. 声学超结构低频宽带协同耦合高效吸声机理[J]. 西安交通大学学报, 2019, 53(10): 122-127.