

# 双密度毛毡吸声隔声性能影响因素分析

顾晓卓 韦贤毅 张发晖

(上汽通用五菱汽车股份有限公司,柳州 545000)

**摘要:**基于驻波管法和混响室-消声室法,系统研究了双密度毛毡吸声、隔声性能影响因素。采用驻波管法试验分析了平板件材料吸声和隔声性能随平板件材料密度、厚度和增加隔音膜变化规律,采用混响室-消声室法试验分析了成型件材料隔声性能随其密度和增加隔音膜的变化规律。结果表明,在无隔音膜情况下,平板件材料增加面密度与厚度均能提升吸声性能;增加体密度提升隔声性能。成型件材料增加隔音膜后,隔声性能提升。平板件材料增加隔音膜后,随着毛毡密度增加,平板材料隔声性能提升,成型件隔声性能无明显变化,成型件因加工工艺导致其材料骨架发生变化,需进一步研究样件流阻、孔隙率参数的影响。

**关键词:**双密度毛毡 吸隔声 厚度 密度 隔音膜

中图分类号:U465.9

文献标识码:B

DOI: 10.19710/J.cnki.1003-8817.20220300

## Analysis of Factors Affecting Acoustic Absorption and Insulation Performance for Double Density Felt

Gu Xiaozhuo, Wei Xianyi, Zhang Fahui

(SAIC-GM Wuling Automotive Co., Ltd., Liuzhou 545000)

**Abstract:** This paper studied systematically the factors affecting acoustic absorption and insulation performance of double density felt based on impedance tube method and reverberation-anechoic method. The change rule of acoustic absorbing and insulation properties of flat plate materials were analyzed by impedance tube test with the density, thickness and adding sound insulation film of flat plate materials. The rule of change of the acoustic insulation performance of the molding material with its density and adding sound insulation film was analyzed by reverberation-anechoic test. The test results show that the sound absorption performance can be improved by increasing the surface density and thickness of the plate material without sound insulation film. Increase density to improve sound insulation performance. With the addition of sound insulation film, the sound insulation performance is improved. With the addition of felt density, the sound insulation performance of the plate material is improved, and the sound insulation performance of the molding part has no significant change. The material skeleton of the molding part changes due to the processing technologies, so it is necessary to further study the influencing parameters such as flow resistance and porosity of the sample.

**Key words:** Double density felt, Acoustic absorption and insulation, Thickness, Density, Sound insulation membrane

### 1 前言

近年来,消费者对汽车乘坐舒适性要求日益提高,对汽车噪声水平的要求也日益提高。汽车

前围板是分隔发动机舱和车厢的重要部件,其隔声性能的好坏影响驾驶员受发动机等噪声干扰的程度,改善前围内隔音垫吸隔声性能具有重要意义。不同材质构成的前围内隔音垫会影响吸隔声

作者简介:顾晓卓(1988—),女,工程师,学士学位,研究方向为汽车声学包。

#### 参考文献引用格式:

顾晓卓,韦贤毅,张发晖.双密度毛毡吸声隔声性能影响因素分析[J].汽车工艺与材料,2023(5):50-54.

GU X Z, WEI X Y, ZHANG F H. Analysis of Factors Affecting Acoustic Absorption and Insulation Performance for Double Density Felt[J]. Automobile Technology & Material, 2023(5): 50-54.



### 2.2.2 混响室-消声室隔声测试

混响室-消声室法是将测试样件安装到混响室和消声室之间的隔声墙窗口上,以混响室作为发声室,声源放置其中,消声室作为接收室,示意图如图3。混响室内入射声功率  $W_i$  与消声室内透射过样件的声功率  $W_t$  差值就是样件的传递损失  $STL$ ,见式(14):

$$STL = 101gW_i - 101gW_t \quad (14)$$

在混响室中,通过平均声压计算入射声功率  $W_i$  计算如下:

$$W_i = \frac{P^2 S}{4\rho c} \quad (15)$$

式中,  $P$  为混响室中多点平均声强;  $S$  为试样的面积;  $\rho$  为空气密度;  $c$  为声速。

在接收室中,通过声强计算透射声功率  $W_t$  计算如下:

$$W_t = IS \quad (16)$$

式中,  $I$  为接收室的声强。

声学包零件插入损失  $IL$  是放入测试零件前后传递损失差值,计算如下:

$$IL = STL_2 - STL_1 \quad (17)$$

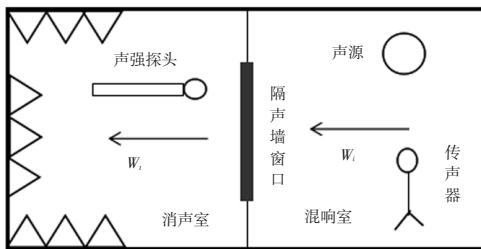


图3 混响室-消声室原理示意

## 3 材料级吸隔声性能测试

双密度毛毡由软层、硬层2种面密度毛毡组成,一般软层与硬层面密度比例为1:1.2~1:1.4。双密度毛毡相较EVA+聚氨酯发泡材料隔声性能差,吸声性能好。为提高隔声性能,在软层与硬层毛毡之间增加不同克重的PE或EVA隔声膜,隔音膜与毛毡热熔成形。本文验证密度、厚度、夹层隔音膜对双密度毛毡的吸隔声性能影响,使用的毛毡样件软、硬层面密度比例均为1:1.2。

本文使用直径为100 mm和29 mm的驻波管,裁剪样件尺寸直径为100 mm和29 mm,每个样件

截取3组,测试结果取3组吸声和隔声数据的平均值。

### 3.1 无隔音膜方案对比

选取3种密度、厚度不同的无隔音膜双密度毛毡进行吸、隔声测试,试验样件参数见表1,吸、隔声测试结果如图4、图5。

表1 毛毡参数

序号	面密度/g·m <sup>-2</sup>	厚度/mm	密度/kg·m <sup>-3</sup>
样件1	2 718	17.5	155
样件2	2 431	17.5	139
样件3	2 374	13.0	183

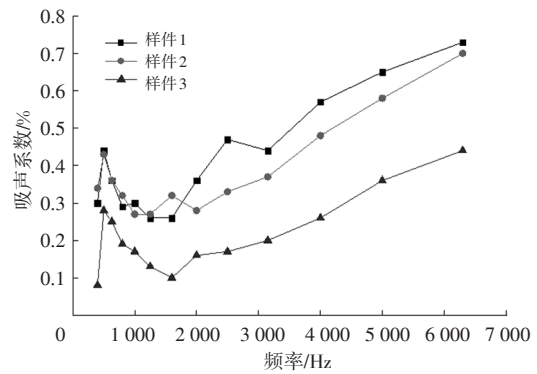


图4 吸声测试结果

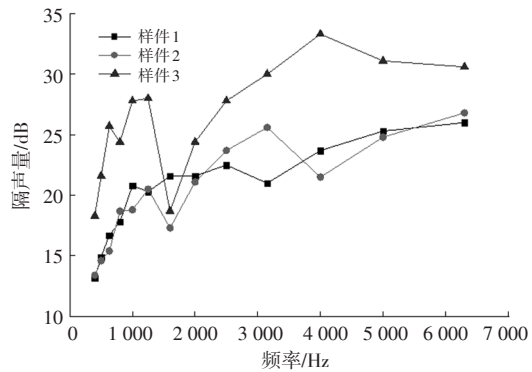


图5 隔声测试结果

由样件1、样件2的吸声测试结果可知,在厚度相等时,面密度增加,吸声性能在中高频段随之增强;样件2、样件3在面密度接近情况下,厚度增加,吸声性能随之增强。

由样件1、2的隔声测试结果可知,厚度相等时,面密度较大的隔声性能较高,但不明显,二者材料密度接近。由样件2、样件3的隔声测试结果可知,面密度相接近情况下,材料密度增大,隔声效果增强。

### 3.2 隔音膜方案对比

在样件4、样件5夹层中增加EVA隔音膜, EVA隔音膜面密度为500 g/m<sup>2</sup>, 测试相同厚度不同面密度毛毡有隔音膜时吸声、隔声性能; 样件6与样件7毛毡密度接近, 样件6夹层无隔音膜, 样件7夹层增加面密度为100 g/m<sup>2</sup>的PE隔音膜, 测试有无隔音膜对吸隔声性能的影响, 样件参数见表2。

序号	面密度/g·m <sup>-2</sup>	厚度/mm	密度/kg·m <sup>-3</sup>	隔音膜面密度/g·m <sup>-2</sup>
样件4	2 926	15.5	189	无
样件5	3 515	15	234	500(EVA)
样件6	2 619	17	158	无
样件7	2 408	15	160	100(PE)

由图6可知, 在频率大于1 000 Hz时, 夹层无隔音膜的样件6吸声性能明显高于其余3样件; 在频率大于2 000 Hz时, 样件4、样件5、样件7随着密度增加, 中高频段吸声性能下降。

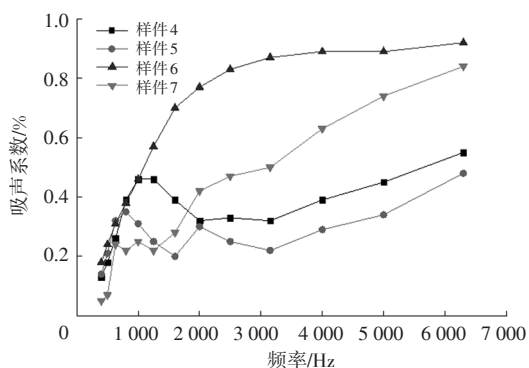


图6 吸声测试结果

隔声测试结果见图7。由图7可知, 样件6无隔音膜, 隔声性能最差, 样件6与样件7表明增加隔音膜隔声性能提升; 样件4与样件5表明增加毛毡密度, 隔声性能增强。由吸声系数和隔声量测试结果可以看出, 毛毡夹层内增加隔音膜, 提高毛毡面密度均能提高隔声性能, 但是吸声性能降低。

### 4 成型件隔声性能测试

采用混响室-消声室法测试了某SUV由双密度毛毡制作的前围内隔音垫成型件插入损失数据。成型件共有6种方案, 方案组成双面密度毛毡(3 000 g/m<sup>2</sup>)及夹层EVA隔音膜(1 500 g/m<sup>2</sup>)描述

为毛毡3000+EVA1500, 其余方案按此方式描述。具体方案见表3。

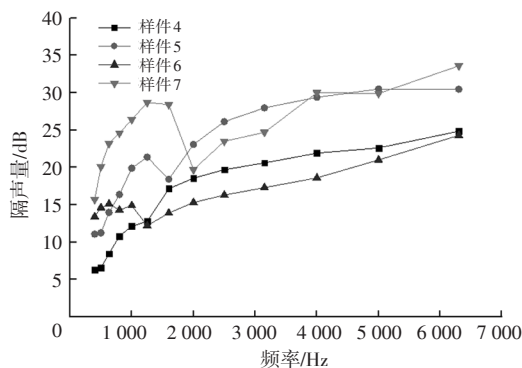


图7 隔声测试结果

序号	方案组成	理论面密度/g·m <sup>-2</sup>	实际面密度/g·m <sup>-2</sup>
样件8	毛毡3000+EVA1500	4 500	4 374
样件9	毛毡3000+PE100	3 100	3 284
样件10	毛毡3000	3 000	2 942
样件11	毛毡2600+EVA1500	4 100	4 196
样件12	毛毡2600+PE100	2 700	2 902
样件13	毛毡2600	2 600	2 688

成型件6个方案插入损失测试结果如图8所示。由图8可知, 双密度毛毡面密度为3 000 g/m<sup>2</sup>的3种方案, 夹层内有EVA和PE隔音膜的2个样件隔声性能相当, 均优于无隔音膜的样件; 双密度毛毡面密度为2 600 g/m<sup>2</sup>的3种方案, 夹层内有EVA膜的方案隔声结果最好, 其次为夹层有PE膜的方案, 无隔音膜的方案隔声结果最差。增加隔音膜的毛毡隔声性能优于无隔音膜的毛毡。夹层内有PE隔音膜, 增加毛毡的密度, 隔声性能在中、高频段提升; 夹层内无隔音膜, 增加毛毡的密度, 隔声性能在中、高频段提升。夹层内有EVA隔音膜, 随着毛毡密度增加, 隔声性能未提升。

成型件与平板件材料隔声测试结论产生偏差的原因有:

a. 实际面密度与理论面密度有偏差;

b. 成型件与平板件面密度相同, 但是受热压成型工艺影响, 零件厚度变化导致两者密度不同, 影响整个样件的流阻、孔隙率参数, 进而影响吸隔声性能。

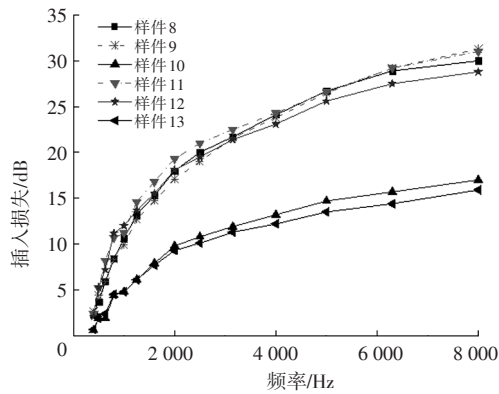


图8 成型件6个样品插入损失测试结果

### 5 结束语

本文基于双密度毛毡分析了密度、厚度、隔音膜对吸隔声性能的影响,得出以下结论:

a.在无隔音膜情况下,增加面密度与厚度均能提升吸声性能;减小厚度,增加材料密度可提升隔声性能。

b.有隔音膜的毛毡隔声优于相同密度的无隔

音膜毛毡。

c.增加隔音膜后,随着毛毡密度增加,平板材料隔声性能提升,成型件隔声未能提升。成型样品因高温烘烤热压成型导致材料骨架发生变化,需进一步研究样件的流阻、孔隙率影响参数。

#### 参考文献:

[1] 马大猷. 噪声与振动控制工程手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.

[2] 马大猷. 现代声学理论基础[M]. 北京: 科学出版社, 2004.

[3] 曲波, 朱蓓丽. 驻波管中隔声量的四传感器测量法[J]. 噪声与振动控制, 2002(6): 44-46.

[4] 董明磊. 声学材料隔声量测量系统的研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2008.

[5] 田秀杰, 黄威, 朱可达, 等. 汽车车内隔音垫中PE膜对其吸声性能的影响分析[C]// 2012全国环境声学学术会议论文集, 2012: 381-384.

