

# 贝壳吸声界面吸声性能试验研究

王 波<sup>1</sup>,陈有雄<sup>2</sup>,李美凤<sup>2</sup>,周 红<sup>1</sup>,廖铭顺<sup>2</sup>,钟 磊<sup>2</sup>,胡 赤<sup>1</sup>,王舒超<sup>1</sup>

(1. 厦门大学建筑与土木工程学院,福建 厦门 361005 2. 厦门市政集团有限公司,福建 厦门 361005)

**摘 要** 以贝壳、玻璃棉为主要材料,利用贝壳、玻璃棉、空腔组成一个吸声界面,通过驻波管吸声降噪的试验研究,探究不同厚度的贝壳层、玻璃棉层、空腔这三者的搭配组成的吸声界面的吸声频谱特性及变化规律,用于不同贝壳层厚度、不同玻璃棉厚度吸声性能的预测评估,为最终实现贝壳吸声产品研发提供参考。

**关键词** 贝壳 吸声界面 吸声性能 试验研究

## 0 引言

本试验以贝壳、玻璃棉为主要材料,利用贝壳、玻璃棉、空腔组成一个吸声界面,利用驻波管法测量不同样品的吸声系数并进行对比。样品有贝壳层厚度、玻璃棉厚度、空腔厚度 3 个变量,贝壳层有 30mm、50mm、70mm 共 3 种,玻璃棉厚度有 0mm、20mm、40mm 共 3 种,空腔厚度共有 0mm、15mm、30mm、45mm 共 4 种,即通过控制变量法,探讨贝壳层厚度、玻璃棉厚度、空腔厚度这 3 个变量对样品的吸声性能的影响,为贝壳吸声材料应用提供实验数据支持和参考。

## 1 驻波管法吸声系数测试

测试现场如图 1。



图 1 测试现场

本次试验设置了 36 组试样,图 2 为试样照片,具体试样信息如表 1 所示。



图 2 部分试样

表 1 试样编号及降噪系数

试样编号	玻璃棉厚度 /mm	空腔厚度 /mm	贝壳层厚度 /mm	降噪系数
1	0	0	30	0.277
2	0	15	30	0.316
3	0	30	30	0.239
4	0	45	30	0.183
5	20	0	30	0.328
6	20	15	30	0.431
7	20	30	30	0.458
8	20	45	30	0.510
9	40	0	30	0.617
10	40	15	30	0.612
11	40	30	30	0.620
12	40	45	30	0.689
13	0	0	50	0.232
14	0	15	50	0.304
15	0	30	50	0.331
16	0	45	50	0.264
17	20	0	50	0.502
18	20	15	50	0.488
19	20	30	50	0.518
20	20	45	50	0.530
21	40	0	50	0.530
22	40	15	50	0.637
23	40	30	50	0.647
24	40	45	50	0.656
25	0	0	70	0.328
26	0	15	70	0.327
27	0	30	70	0.334
28	0	45	70	0.428
29	20	0	70	0.390
30	20	15	70	0.497
31	20	30	70	0.527
32	20	45	70	0.520
33	40	0	70	0.561
34	40	15	70	0.619
35	40	30	70	0.620
36	40	45	70	0.535

试验根据驻波管的量程确定测试频率按 1/3 倍频程的中心频率取值,即 200、250、315、400、500、630、800、1000、1250、1600、2000、2500、3150 和 4000 Hz。分别测试各频率的吸声系数,以此作为基本试验数据进行分析。

## 2 试验数据分析

### 2.1 空腔厚度、玻璃棉厚度、贝壳层厚度的影响

本次试验的试样设计有 3 个变量:空腔厚度、玻璃棉厚度、贝壳层厚度。数据分析首先分别对这 3 个变量对试样的吸声性能的影响进行探讨。

#### 2.1.1 空腔厚度的影响

为了研究空腔厚度对试样的吸声性能的影响,选择了编号为 17、18、19、20 的试样和编号为 21、22、23、24 的试样作为代表,分别做出了他们的吸声曲线,如图 3。

50mm 贝壳层、20mm 玻璃棉的试样,当改变其空腔厚度

的时候,吸声曲线的变化并不显著,当增大空腔时,中低频的吸声性能略微变强,但高频的吸声性能变化规律不突出,没有递增或递减的现象。

50mm 贝壳层、40mm 玻璃棉的试样,当空腔厚度增大时,中低频的吸声性能明显增强,特别是 250~630Hz 频段,但高频的变化没有明显规律,有增强也有变弱。

结合其他组别分析,当玻璃棉的厚度较大时,空腔厚度从 0~45mm 变大的过程会增强试样在中低频段的吸声性能,当玻璃棉的厚度较小,或者不添加玻璃棉时,中低频段的增强效果不明显。同时,改变空腔大小,对高频的吸声性能改变没有明显规律。

#### 2.1.2 玻璃棉厚度的影响

为了研究玻璃棉厚度对试样的吸声性能的影响,选择了编号为 1、5、9 的试样和编号为 14、18、22 的试样作为代表,

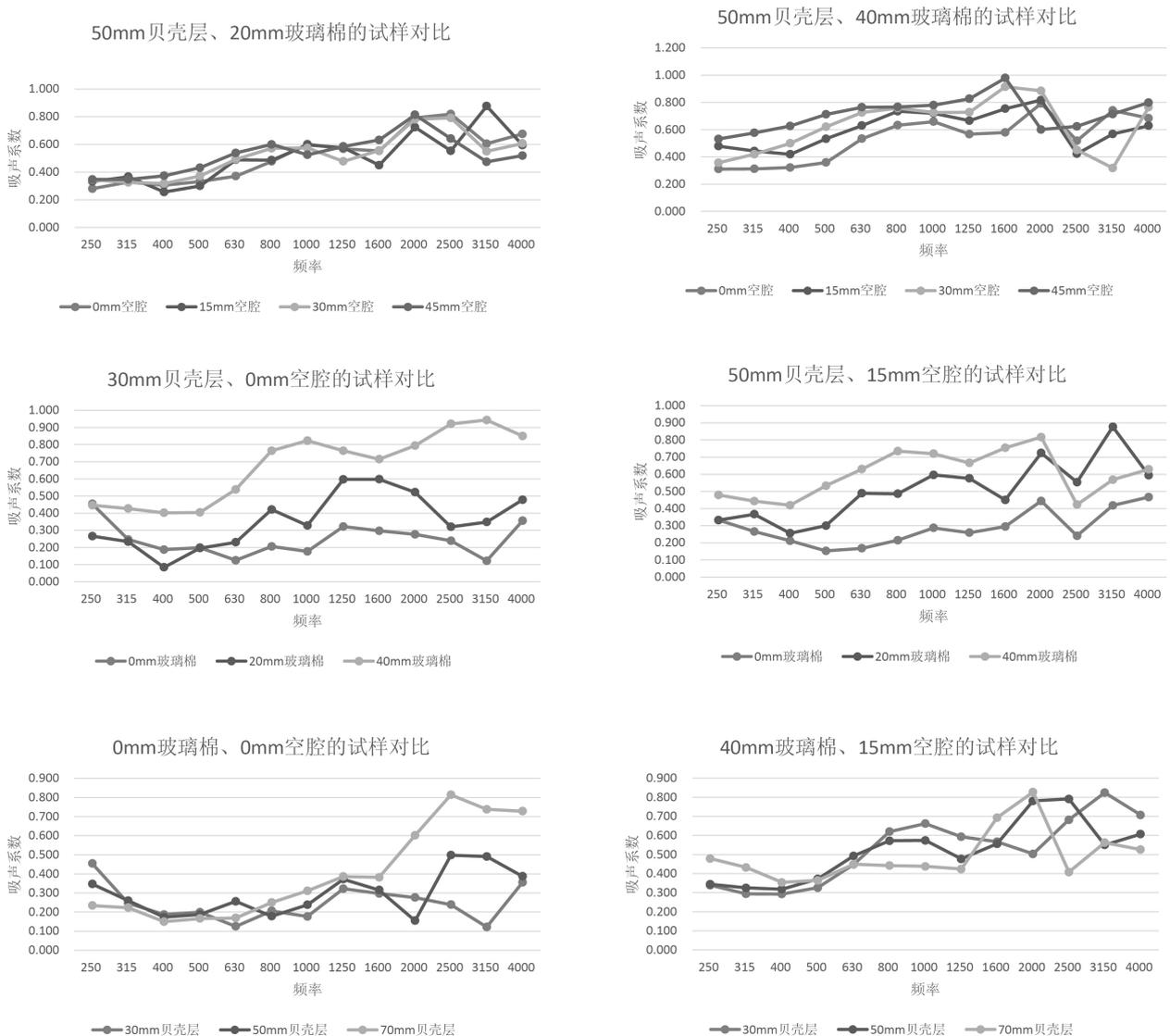


图 3 实验数据对比图

分别做出了他们的吸声曲线,如图3。

30mm 贝壳层、0mm 空腔的试样,当改变其玻璃棉厚度时,随着玻璃棉厚度的增加,试样的全频率吸声性能都得到了较显著的提升,除了从0mm 玻璃棉到20mm 玻璃棉的变化之中,250~500Hz的吸声性能变弱。

50mm 贝壳层、15mm 空腔的试样,当改变其玻璃棉厚度时,随着玻璃棉厚度的增加,试样的全频率吸声性能都得到了较显著的提升,除了从20mm 玻璃棉到40mm 玻璃棉的变化之中,2500~3150Hz的吸声性能变弱。

考虑到可能存在的偶然性误差,可以得出,当玻璃棉厚度从0增加到20mm,再增加到40mm的过程中,试样的全频率吸声性能大体上均得到了提升。

### 2.1.3 贝壳层厚度的影响

为了研究贝壳层厚度对试样的吸声性能的影响,选择了编号为1、13、25的试样和编号为10、22、34的试样作为代表,分别做出了他们的吸声曲线,如图3。

0mm 玻璃棉、0mm 空腔的试样,当贝壳层厚度改变时,315~1600Hz 频段变化较小,2000Hz 及以上频段差异较大,且70mm 贝壳层的试样吸声性能明显强于30mm 和50mm 贝壳层的试样。

40mm 玻璃棉、15mm 空腔的试样,当贝壳层厚度改变时,250~800Hz 频段和1250~1600Hz 变化较小,800~1250Hz 频段,30mm 贝壳层的试样吸声性能最好,70mm 贝壳层的试样吸声性能最差。1600~4000Hz 频段,吸声性能随贝壳层厚度变化较大。

### 2.2 降噪系数

降噪系数(noise reduction coefficient, NRC),是在250Hz、500Hz、1000Hz、2000Hz 测得的吸声系数的平均值,能够体现材料的综合吸声性能。计算每组的降噪系数见表1。

表1 可以看到,降噪系数最高的试样是40mm 玻璃棉、45mm 空腔、30mm 贝壳层的试样,对降噪系数影响最大的因素是玻璃棉层的厚度。大体上来说,玻璃棉控制着试样在整个频段的吸声性能,空腔厚度和贝壳层厚度主要用来调整特殊频段的吸声性能。

### 3 结语

本次试验针对贝壳吸声界面,通过驻波管吸声性能试验研究,探讨不同厚度、不同空腔以及不同玻璃棉厚度的贝壳吸声界面吸声性能的频谱特性及变化规律。

当玻璃棉的厚度较大时,空腔厚度从0~45mm 变大的过程会增强试样在中低频段的吸声性能,当玻璃棉的厚度较小,或者不添加玻璃棉时,中低频段的增强效果不明显。

降噪系数最高的试样是40mm 玻璃棉、45mm 空腔、30mm 贝壳层的试样。玻璃棉厚度指标控制着试样在整个频段的吸声性能,空腔厚度和贝壳层厚度指标主要用来调整特殊频段的吸声性能。

当玻璃棉厚度为0mm,空腔为0mm时,当贝壳层厚度改变时,315~1600Hz 频段变化较小,2000Hz 及以上频段差异较大,且70mm 贝壳层的试样吸声性能明显强于30mm 和50mm 贝壳层的试样。

当玻璃棉厚度为40mm 玻璃棉、空腔为15mm 时,当贝壳层厚度改变时,250~800Hz 频段和1250~1600Hz 变化较小,800~1250Hz 频段,30mm 贝壳层的试样吸声性能最好,70mm 贝壳层的试样吸声性能最差。1600~4000Hz 频段,吸声性能随贝壳层厚度变化较大。

由于贝壳形状及大小差异,试样养及种类有限,试验数据可能存在离散现象,需要后期试验加以完善。

使用贝壳下脚料制成贝壳吸声界面,每年有望消耗掉数量可观的贝壳垃圾,变废为宝。此举必将为贝壳资源化探索出一条新路,实现城市垃圾减量化,同时可节约数额巨大的相关垃圾处理费用,符合节能减排的大政方针。

### 参考文献

- [1] 柳孝图.建筑物理(第二版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2000:278-296.
- [2] 王波,霍亮,高建明.多孔陶瓷地砖吸声性能试验研究[J].声学与电子工程(增刊),2003:186-189.
- [3] 王波,霍亮,高建明.透水性混凝土铺装吸声降噪试验研究[J].四川建筑科学研究,2004(4):85-86.

(上接第96页)

- 工业出版社,2013.
- [3] 黄有达.探讨高大模板支撑体系施工安全及质量控制具体方法[J].河南建材,2017,2(06):72-79.
  - [4] 朱小雄.高大模板支撑体系施工安全质量与控制[J].江西建材,2015,17(02):31-38.
  - [5] 何礼生,邓斌.某高大模板钢管支撑体系设计与施工管理[J].施工技术,2010,6(10):95-96.
  - [6] 刘雅琼,曹霞,金凌志.某高校报告厅高大模板设计与施

- 工[J].工程建设,2010,5(02):15-21.
- [7] 王胜,刘汉进,刘斌.坡屋面混凝土结构高大模板设计与施工[J].施工技术,2014,9(02):52-57.

作者简介:徐林炎,1983年生,男,大学本科,工程师,从事项目施工管理。