

文章编号:1005-0523(2000)02-0055-05

微穿孔板吸声体的实验研究

彭小云

(华东交通大学 土木建筑学院, 江西 南昌 330013)

摘要:通过对以微穿孔板饰面的吸声体的吸声性能的初步研究,为微穿孔板吸声体在工程中的应用提供了依据¹⁹。

关键词:吸声体;微穿孔板;吸声系数

中图分类号: TU55⁺² **文献标识码:** A

0 引言

空间吸声体投影面积吸声系数大,经济效益好,(在降噪工程中比平铺材料要节省50%左右的投资)不占用房屋围护结构内表面面积;而且吸声体可以预制,直接进行现场吊装,便于装卸和维修;因此,它广泛地应用于厅堂音质和噪声控制工程中¹⁹。

我国著名声学家马大猷先生提出了微穿孔吸声结构的完整理论¹⁹。微穿孔板具有一定的防尘、防火性能;以及抗拉强度高、质量轻的特点;且施工要求不高,实用性强,应用广¹⁹。1993年查雪琴教授利用微穿孔理论解决了波恩新建议会厅中的声聚焦现象,引起轰动¹⁹。

鉴于2种吸声结构上述优点,开展了合二为一的实验研究,使其具有更广泛的应用¹⁹。

1 吸声体构造

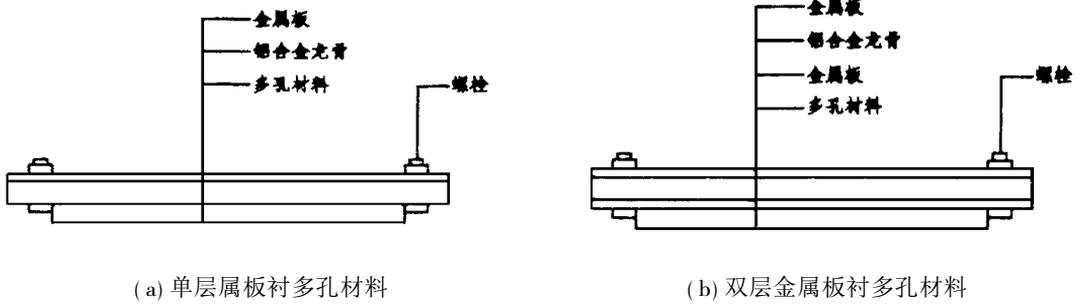
为了集合吸声体和微穿孔板的优点,充分提高吸声体的吸声效果,实验选择了吸声体的骨架,以微穿孔板饰面¹⁹。试件制作了方锥体和四棱台2种形状,(它们外表面积相同,空腔体积四棱台大于方锥体)饰面材料为金属板,厚度为0.3 mm,穿孔率分别为2%和1.03%²种,内衬的多孔材料为玻璃棉和矿棉¹⁹。具体构造见图1¹⁹。

2 试验的方法及公式

吸声体性能试验按我国“GBJ47-83混响室法吸声系数测量规范”进行¹⁹。仪器选用丹麦B&K公司的Building Acoustics Analyzer Type 4418, Rotation Microphone Boom Type 3923和Sound Source Type 4224。

收稿日期:1999-11-28;修订日期:2000-01-05

作者简介:彭小云(1970-),男,江西永新人,华东交通大学讲师,工学硕士¹⁹。
中国知网 <https://www.cnki.net>



注:只测金属板时未衬多孔材料

图1 吸声体构造示意图

吸声体的吸声系数

$$a_s = \frac{55.3V}{cS} \left(\frac{1}{T_{60-2}} - \frac{1}{T_{60-1}} \right) \quad (1)$$

其中: a_s 为吸声系数; C 为空气中声速, $m \cdot s^{-1}$; S 为试件面积, m^2 ; T_{60-1} 为未放入试件混响室混响时间, s ; T_{60-2} 为放入试件混响室混响时间, s ; V 为混响室体积, m^3

3 结果分析

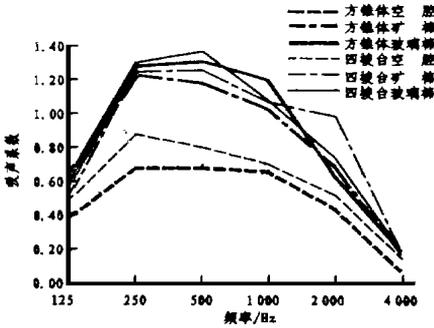


图2 双层微穿孔板两种试件的吸声系数比较 (穿孔率外层 1.03% 内层 2%)

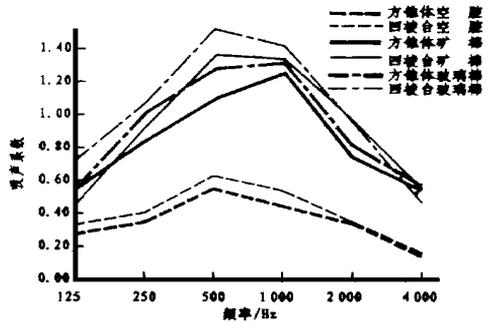


图3 穿孔率为 2% 的两种试件的吸声系数比较

1) 从图 2~4 曲线比较可知,金属板穿孔率和穿孔情况均相同的同一种吸声体,背后填多孔吸声材料比空腔吸声系数大有增加,且吸收频带加宽(13)

2) 从图 2 可知,对于双层微穿孔金属板空间吸声体,填充多孔吸声材料,其吸声系数增大,但是跟单层金属板空间吸声体比较,其增加的幅度要小(图 3、图 4 比较得)

3) 由图 2、图 3 比较得,方锥体和四棱台两形状空间吸声体,在饰面材料相同,背衬材料相同的情况下,其吸声性能都是四棱台形状的吸声体优于方锥形的吸声体(19)

4) 由图 5、图 6 曲线比较得,无论是四棱台还是方锥体,空腔情况下,在中、低频段,穿孔率小的穿孔板吸声性能优于穿孔率大的;高频段,穿孔率大的穿孔板吸声性能优于穿孔率小的(19).背衬多孔材料情况下,穿孔率大的穿孔板的吸声性能不论在低、中、高频段都优于穿孔率小的(19)

5) 由图 7 曲线比较知,对于微穿孔板空间吸声体,三种不衬多孔材料的情况下的吸声性

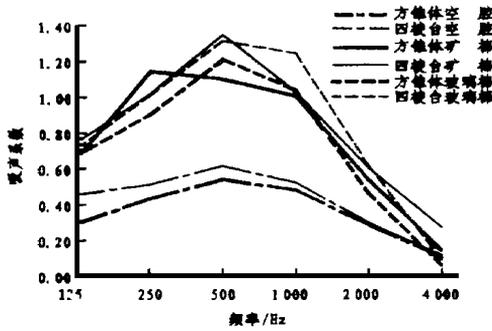


图 4 穿孔率为 1.03% 的两种试件的吸声系数比较

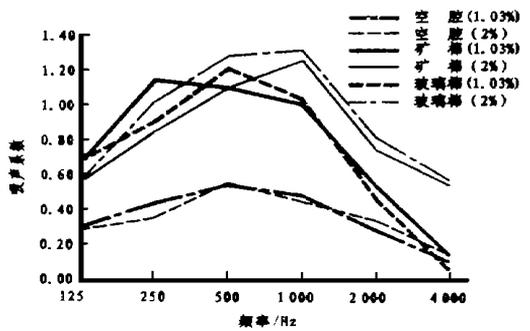


图 5 两种穿孔率的方锥体的吸声系数比较(单层)

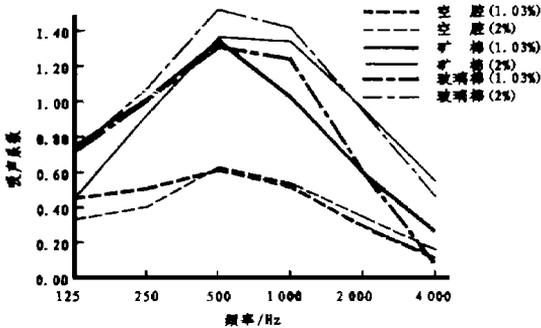


图 6 两种穿孔率的四棱锥台的吸声系数比较(单层)

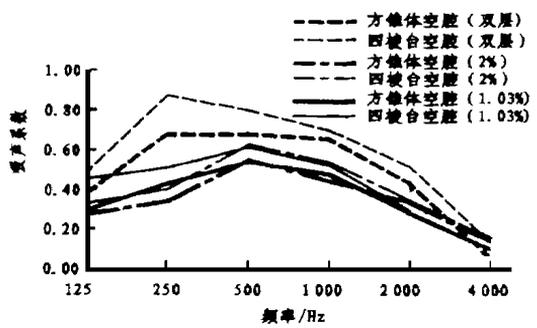


图 7 三种空腔情况下吸声系数比较

能,总的趋势,双层微穿孔板的吸声性能远优于两种单层金属穿孔板的吸声性能¹⁹.

6) 从所有的曲线图看出,微穿孔金属板吸声体的吸收峰值在中频段¹⁹.

4 理论分析

通过对上述几种情况的吸声系数比较,得出由于穿孔板穿孔率,背后多孔材料填充情况以及由于吸声体的形状和空腔体积不同而引起了微穿孔板吸声体吸声性能的不同¹⁹.下面对其原因作一分析¹⁹.

1) 多孔吸声材料的影响

因为穿孔板吸声是依靠其孔颈的空气柱产生强烈振动,在振动过程中,由于克服摩擦阻力而消耗声能¹⁹.因此,摩擦阻力的大小,决定了吸声性能的好坏,在板后填充多孔吸声材料,增加了孔颈的阻力,因而,提高了整个吸声结构(吸声体)的吸声性能,所以,没有衬多孔材料时吸声性能没有填充玻璃棉和矿棉时那么好¹⁹.

2) 穿孔板穿孔率的影响

微穿孔板后面有空腔,每个小孔背后对应有空腔,此时,整个穿孔板结构相当于许多并联的亥姆霍兹共振器,因此,其吸声性能的好坏是由单位面积上的总的声阻决定的,对于确定了孔径的穿孔板,孔距的变化直接影响其吸声特性,孔距小,孔多,总的声阻增大,其吸声特性曲线向高频移动¹⁹. <https://www.cnki.net>

对于双层或多层穿孔板,由于每层穿孔板对应有一个空腔深度,每层穿孔板的穿孔率不同(也可相同),使整个吸声性能的频带加宽,同时,吸声系数增大¹⁹。

从所有的曲线来看,由于微穿孔板穿孔率小,多孔吸声材料(玻璃棉、矿棉)在整个频带上并未充分发挥其优良的吸声性能,尤其是双层穿孔板的情况下¹⁹。

3) 不同形状的吸声体影响

a. 本实验制作的试件表面积相同,投影响面积相同,空腔体积四棱台大于方锥体¹⁹。

因为,增加穿孔板后面的空气层,相当于增加了材料的有效厚度,从而使低、中频吸声系数增大,对高频影响不大,但仍有影响¹⁹。吸声体的空腔相当于穿孔板背后的空气层,因此,能提高吸声体的吸声性能,对于空腔体积大的吸声体,影响更大,因此,四棱台吸声体的吸声性能优于方锥体,尤其是在低、中频段非常明显¹⁹。

b. 根据穿孔板共振频率计算式

$$f_0 = \frac{c}{2\pi} \frac{p}{(t + 0.8d)L} \quad (2)$$

其中: L 为板后空气层厚度,cm; t 为板的厚度,cm; d 为孔径,cm; c 为声速,cm/s; p 为穿孔率

对于 t, d, c, p 已确定了的穿孔板,背后空气层的厚度 L 直接影响着共振频率 f_0 ⁽¹³⁾而空间吸声体的内部空腔厚度尺寸是变化的(变截面体),因此,其共振频率也是变化的,共振频率变化范围比直接平铺的穿孔板要宽得多⁽¹³⁾因此,平铺的微穿孔板的吸声特性曲线非常陡峭,而以微穿孔板饰面的吸声体有较平缓的吸声特性曲线⁽¹³⁾

同时,四棱台有5个面,而方锥体只有4个面面向声波方向,虽然,其总表面积相同,但,四棱台有一个平行于地面的表面,这样的面有利于接收更多的声波,从而吸收更多的声能,提高吸声体的吸声性能⁽¹³⁾

5 结 论

通过实验结果比较及理论分析,归纳得出以下结论:

1) 穿孔板的背后填充多孔吸声材料,可以提高吸声体的吸声性能,可使吸声频带加宽,并且,吸声性能与多孔材料的吸声特性有一定的关系,但是,由于微穿孔板穿孔率太小,多孔材料未能充分发挥其吸声性能;

2) 穿孔板的穿孔率影响着吸声体的吸声性能,低频段,穿孔率小的吸声性能好,高频段,穿孔率大的吸声性能好;

3) 空气层(空腔)影响着吸声体的吸声性能,相同表面积的吸声体,空腔体积大的,其吸声效果比体积小的要好,因此,在设计吸声体时,相同表面积,相同底面积的吸声体,应选用空腔体积大的;

4) 双层(或多层)微穿孔板吸声体在空腔(不衬多孔材料)时的吸声性能比单层的好得多,同时,吸收频带也较宽¹⁹。

6 应用

由于微穿孔板吸声体集合了微穿孔板和空间吸声体的优点,具有吸声效能高,经济效益好,安装、施工、维修容易等特点,因此,应用非常广泛,可以用于所有的噪声控制工程和厅堂音质设计¹⁹同时,也可使用耐火等级高,防潮,防腐蚀的材料制作吸声体框架和面层(穿孔板)¹⁹使其更适合于各种高温、高湿、灰尘多,腐蚀性强的工业厂房的降噪,也适合于防火要求高的民用建筑和防潮要求高的公共建筑的厅堂音质设计等¹⁹。

由于多孔材料在高温、灰尘多,高湿的环境中,吸声性能不稳定,最好不要采用¹⁹。

吸声体可以和装饰材料结合起来,把微穿孔板作一些艺术处理,改变吸声体结构造型,来提高装饰效果,从而取得吸声和装饰的双重效果¹⁹。

[参 考 文 献]

- [1] 章奎生 国内外空间吸声体发展与应用综述·环境工程[J].1983(3),42~48¹⁹。
- [2] 章奎生 空间吸声体降噪工程技术经济效益的综合评价与探讨·噪声与振动控制[J].1987(1),13~19¹⁹。
- [3] 黄险峰等·微穿孔板吸声结构的机理及应用探讨¹⁹第七届全国建筑物理学术会议论文¹⁹。
- [4] 彭小云,吴雪峰·微穿孔金属板空间吸声体的吸声特性[J]·华东交通大学学报,2000,17(1).12~16¹⁹。

Study on Absorbers of Micropeperforated Panels

PENG Xiao-yun

(School of Civil Engineering and Architecture, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: It provides scientific ground for absorber's use in the projects through preliminary researched on the absorptive properties of absorbers of microperforated panels·

Key words: absorber microperforated panel; sound absorption coefficient