

环保吸声材料的研制

Study on Environment-concern Sound Absorption Material

撰文 闻小明 张荣初 杨文文 张华 南京常荣噪声控制环保工程有限公司

摘 要 通过对环保材料的研究,开发出超微孔吸声膜、高强超微孔吸声板、金属超微孔蜂窝吸声板、金属超微孔吸声垂片等吸声材料,新开发的系列吸声产品具有清洁、环保、可再生利用、无污染等特点,能广泛应用于声学装修和噪声治理领域。

关键词 环保吸声材料 再生利用 声学装修 噪声治理

引言

随着全社会环保意识的不断提高,人们不仅对建筑物内部的声环境质量有所要求,还对改善室内声环境质量的吸声材料的环保性能和装饰性能提出更高的要求^[1]。目前建筑物内声学装修仍广泛使用传统的多孔纤维性吸声材料,如常见的离心玻璃棉,这些材料容易老化成粉末状,污染环境,对人的皮肤和呼吸道都有严重的危害。此外,多孔吸声材料会改变建筑物的原设计风格,如使玻璃幕墙等失去透明采光的功能。因此,研制清洁环保、可再生的、具有吸声和装饰效果的新型吸声材料非常有必要。

南京常荣噪声控制环保工程有限公司根据声学专家马大猷院士的微穿孔板理论,成功研制了由各种超微孔基材按不同方式组合成的多个系列化产品及适用于各种使用场所和功能要求的环保型吸声材料。该类材料最大的优点就是使用性能稳定,不会产生二次污染,材料能重复利用。

1 超微孔吸声膜及构件

根据马院士的微孔板理论,孔径越小时,声阻就越大,吸声结构的吸声系数就越高^[2, 3]。但受加工工艺的限制,过去孔径还无法达到超微孔,一般穿孔孔径为0.6~1.0mm、厚度为0.5~1.0mm的铝板、钢板、不锈钢板、镀锌板、PC板、胶合板、纸板等材料,无法在较宽频带范围内具有较高的吸声系数。

超微孔吸声膜是在非金属薄膜上加工一定数量的超微孔而成,超微孔吸声膜的孔径达到了0.05~0.2mm,吸声系数和吸声频带宽度又有了新的提高。在研究中还发现,膜的厚度比板的厚度薄,能引起薄膜的共振吸声,超微孔吸声膜集成了超微孔共振吸声和膜共振吸声的两大原理。

超微孔吸声膜优越的声学性能见表1中科院声学所测试报告数据。根据实际要求,可选用透明或不透明薄膜基材,加工成透明或不透明超微孔吸声膜。透明超微孔吸声膜作为一款环保吸声材料,其独特的透明度和轻质的特点,可满足个性化的装饰需求。

表1 超微孔吸声膜吸声系数报告表

频率 (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
吸声系数	0.15	0.29	0.36	0.57	0.86	0.82	1.03	0.85	0.77
频率 (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
吸声系数	0.69	0.67	0.72	0.81	0.83	0.90	0.90	0.89	0.98

NRC=0.80



图1 透明超微孔吸声膜

透明超微孔吸声膜组合成的透明空间吸声体已成功应用于上海帝斯曼(中国)有限公司扩建餐厅的声学装修(图1)。该餐厅兼做会议厅,墙体与屋顶为玻璃幕墙结构。

透明超微孔吸声膜安装后,扩建餐厅内中高频混响时间为0.9~1.0s,各频带混响时间基本一致,声场分布均匀,混响时间不超过1.2s,达到了预期的设计目标,业主对声学性能和装饰的美观程度均非常满意。

透明吸声构件在满足声学要求的同时,实现了透明、开阔的空间视觉效果,且具有寿命长、重量轻、安装方式简单等优点,尤其适于安装在大面积玻璃幕墙(立面或者侧面)的厅堂内,如会议厅、演播厅、体育馆、影剧院、展厅、高档办公场所等。

2 高强超微孔吸声板及构件

高强超微孔吸声板是在聚碳酸酯中空板表面加工一定数量的超微孔而成,可根据使用要求,选用透明或亚光中空板(也可选用其它颜色)。高强超微孔吸声板与超微孔吸声膜相比,保留了透明采光的特点,提高了材料的强度,可实现标准化作业。

利用微穿孔板吸声原理,在厚度为4~12mm的PC空腔板(单板厚0.3~0.5mm,中间腔宽4~12mm组成的两层或多层结构)上穿制0.3mm以下的超微孔,达到微孔吸声的效果;在两层不同厚度、孔径、穿孔率的PC微孔空腔板之间再设置一定厚度的空腔,再用型材包边固定,从而形成结构强度高、吸声系数高的吸声构件材料。材料平均吸声系数达到0.8以上。图2与图3为清华大学建筑环境检测中心高强超微孔吸声板的测试照片与测试曲线。



图2 高强超微孔吸声板

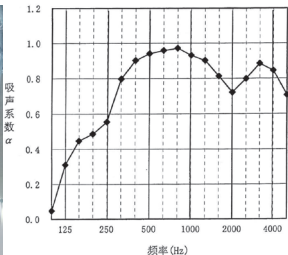


图3 高强超微孔吸声板吸声系数

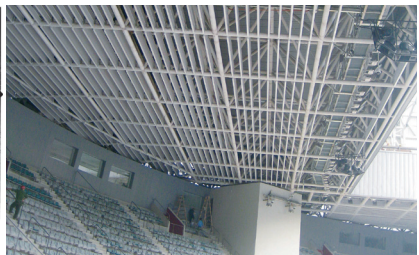


图4 高强超微孔吸声板在国家网球中心新馆安装



图5 金属超微孔吸声垂片

高强超微孔吸声板构件主要适用于各种公共建筑的天花吸声吊顶，也适用于透明声屏障的吸隔声屏体材料。高强超微孔吸声板已成功应用于国家网球新馆的声学装修（图4），作为屋顶的主要吸声材料，满足网球馆内扩声系统所要求的语言清晰度。

3 金属超微孔蜂窝吸声板及构件

利用金属超微孔板和蜂窝结构复合成为金属超微孔蜂窝吸声板，面板选用优质铝板为基材，面板厚度为0.5~0.8mm，芯材为六角形铝蜂窝芯，面板上分布孔径为0.2mm的超微孔，利用蜂窝芯材网格细化超微孔背后空腔分割，形成亥姆霍兹共振吸声结构，有效提高了吸声构件的声学性能。由于蜂窝板固有的高强度和装饰性能，表面采用氟碳喷涂，很好地解决了室内声学装修材料需要良好的声学性能和表面强度的难题。经权威部门检测：平均吸声系数达到0.98，防火等级达到A2级。金属超微孔蜂窝吸声板的吸声性能更好，表2为中科院声学所测试报告数据。

表2 100Hz~5000Hz之间各频段的吸声系数表

频率 (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
吸声系数 α	0.22	0.35	0.38	0.50	0.70	0.95	1.07	1.12	1.09
频率 (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
吸声系数 α	1.08	1.09	1.11	1.05	1.01	0.93	0.84	0.79	0.75

NRC = 0.98

金属超微孔蜂窝吸声板具有以下特点：1）具有很好的隔热、隔声效果，耐候性佳，冷热温差形变小，结构稳定；2）能制作成各种造型，材料质量轻、刚度大、强度高、抗风压效果好、易安装；3）防火A级、环保。由于该材料的声学性能和装饰性能表现十分优异，能制作成各种造型，可适用于科技馆、火车站大厅、候机大厅、游泳馆、多功能厅、图书馆、剧院、净化厂房、试验室等墙面和顶面的吸声。金属超微孔蜂窝吸声板已成功应用于中国空间技术研究院卫星总装净化测试厂房的墙体、屋顶的净化吸声材料，满足净化等级8级和吸声降噪要求。

4 金属超微孔吸声垂片及构件

金属超微孔吸声垂片由超微孔铝板加工而成，外形为长条矩形体，体内布置带超微孔的吸声结构，两端有密封盖板。当声波入射到金属超微孔吸声垂片表面时，面板上超微孔和内壁附加的吸声结构共振吸声，形成了多个共振频率，加宽吸声频带。该吸声材料

参考文献

- [1] 张守梅, 曾令可, 黄其秀. 环保吸声材料的发展动态及展望[J]. 陶瓷学报, 2002 (1): 56-61.
- [2] 马大猷. 微穿孔板结构的设计[J]. 声学学报, 1988, 13 (3): 174-180.
- [3] 马大猷. 微穿孔板吸声体的准确理论和设计[J]. 声学学报, 1997, 22 (5): 385-393.

全部为金属制成，表面用氟碳喷涂，防火等级A级。

金属超微孔吸声垂片的吸声性能见图6与表3中科院声学所测试报告数据。

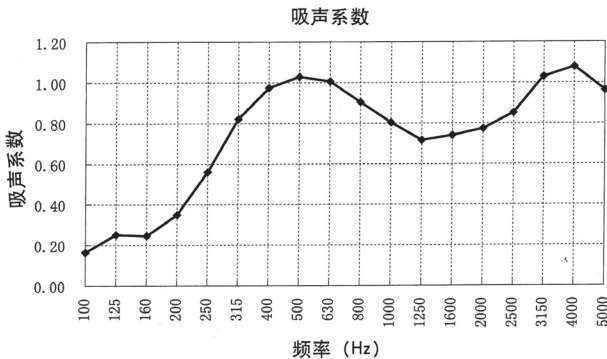


图6 100~5000Hz之间各频段的吸声系数图

表3 金属超微孔吸声垂片的测试数据

频率 (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
吸声系数	0.15	0.29	0.36	0.57	0.86	0.82	1.03	0.85	0.77
频率 (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
吸声系数	0.69	0.67	0.72	0.81	0.83	0.90	0.90	0.89	0.98

NRC=0.80

目前，大量公共建筑采用垂片作为吊顶材料，金属超微孔吸声垂片良好的装饰效果和吸声效果得到了普遍认可，主要适用于各种公共建筑场所的吊顶吸声。

5 展望

通过对新研发的环保吸声材料系列的检测和工程应用，超微孔系列环保吸声材料达到了以玻璃棉为代表的传统吸声材料的声学性能，而且在中低频的声学性能更为优越，可以替代传统的多孔吸声材料，为声学工程师提供了更多更好的选择。

环保吸声材料具有强吸声能力、阻燃防火、防潮、防腐、防紫外线等多种功能，而且有较好的装饰效果。不仅可用于一般降噪场所，还可适用于净化要求和装饰要求高的场所，如体育场馆、演播厅、多功能厅、会议厅、净化机房、医院等。

环保吸声材料采用了聚碳酸酯材料（简称PC）和铝合金材料，可以实现材料的多次重复利用，符合资源可持续利用的要求。AT

作者简介

闻小明，江苏南京常荣噪声控制环保工程有限公司副总工程师，主要从事新型声学材料研究与应用方面的工作。