

我国木质吸音材料的发展现状分析

彭立民¹, 梁善庆¹, 傅峰¹, 张方文²

(1. 中国林科院木材工业研究所, 北京 100091; 2. 北新建材集团有限公司, 北京 100048)

摘要: 介绍我国主要木质吸音材料的研究与应用现状, 指出存在的问题, 并提出应对措施及木质吸音板今后的发展方向, 以促进我国木质吸音材料产业健康发展。

关键词: 木质吸音材料; 应用

中图分类号: TU552; TS65

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2012)03-0029-04

Status of Wood-based Sound-absorbing Materials in China

PENG Li-min¹, LIANG Shan-qing¹, FU Feng¹, ZHANG Fang-wen²

(1. Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;

2. Beijing New Building Material(Group) Co., Ltd, Beijing 100048, China)

Abstract: The authors summarized the current status of wood sound-absorbing material research and applications in China and abroad. They also analyzed the existing problems and proposed the future direction of developing efficient acoustic wood-based composites in China.

Key words: wooden sound-absorbing materials; application

噪声污染、水污染和大气污染, 被列为全球三大污染。随着工业、交通运输业的迅速发展, 噪声污染日趋严重。噪声不仅危害人的听觉系统, 而且还会加速建筑物、机械结构的老化, 影响设备及仪表的精度和使用寿命。

随着生活质量的提高以及环保意识的增强, 人们对降低环境噪音方面的需求日益增加, 在人口密集、经济发达的大中城市, 噪声污染已成为环境治理倍受关注的问题。大量吸音材料应用于影剧院、音乐厅、报告厅、会议室等场所。美国的一项调查表明, 71%的员工认为, 噪音是影响工作效率的首要因素。因此, 人们对吸音材料的性能提出了更高的要求, 吸音材料也从过去的单一吸音功能, 向吸音、装饰等多功

能方向转变。

针对具备吸音、装饰和环保等特点的木质吸音材料, 笔者讨论了国内外木质吸音材料行业的研究、生产与应用现状, 旨在开发适合我国国情的木质吸音材料, 制定相关行业标准, 以促进我国木质吸音材料产业的健康发展。

1 木质吸音材料的吸音机理和研究现状

1.1 吸音机理

吸音材料的吸音机理, 主要分为多孔吸音和共振吸音两种^[1]。多孔吸音机理是, 利用材料内部的大量微小连通孔隙, 使声波沿着这些孔隙深入材料内部, 与材料发生摩擦, 将声能转化为热能。如离心玻璃棉、岩棉、矿棉、植物纤维喷涂等。

共振吸音机理是, 利用材料中的共振结构在声波的激发下产生振动, 振动的物体由于自身的内摩擦和与空气的摩擦, 将部分声能转变成热能。与多孔吸音材料相比, 共振吸音的频带较窄。如穿孔的石膏板、

收稿日期: 2011-07-29; 修改日期: 2012-02-20

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(CAFINT2011C04)。

作者简介: 彭立民(1972—), 男, 中国林科院木材工业研究所副研究员, 博士。

人造板、金属板和狭缝砖等,其吸音机理均为亥姆霍兹共振,类似于暖水瓶,外部空间与内部空间通过窄的瓶颈连接,声波入射时,在共振频率上,与颈部的空气及内部空间之间,产生剧烈的共振作用,从而损失部分声能。

在工程中,常使用吸音系数(noise reduction coefficient,NRC)粗略地评价材料在语言频率范围内(500~4 000 Hz)的吸音性能。NRC 数值是材料分别在 125、250、500、1 000、2 000、4 000 Hz 六个频率的吸音系数的算术平均值。一般认为,平均吸音系数<0.2 的材料是反射材料,≥0.2 的材料才是吸音材料,>0.56 的材料是高效吸音材料(表 1)。

表 1 吸音材料的吸音性能分级

Tab. 1 Sound absorption classification of acoustic material	
等级	吸音系数 NRC
I	$NRC \geq 0.8$
II	$0.6 \leq NRC < 0.8$
III	$0.4 \leq NRC < 0.6$
IV	$0.2 \leq NRC < 0.4$

1.2 木质吸音材料的研究现状

木质材料具有吸音性能,及良好的装饰效果,在为音乐厅、歌剧院等高档场所选择降噪材料时,常被优先考虑。虽然木质类吸音材料及相关功能产品极具市场前景,但目前有关木质材料吸音特性的研究尚不系统和完善,仅见有关个别树种的木材、人造板等的报道。

1.2.1 国内研究现状

东北林业大学的学者采用驻波管法,对实木、胶合板、刨花板和纤维板等的吸音特性,及其影响因素进行了研究,发现上述各类板材的吸音能力表现为:纤维板>胶合板>刨花板>实木,虽然仅对几种木质材料的吸音性能进行了测试,没有涉及专用的木质吸音材料,但为木质吸音材料的研发,提供了一定的科学依据^[2]。

同济大学声学研究所对木质装饰微孔板的声学特性进行了研究,获得了各项结构参数与表面声阻抗率和法向吸音系数之间的关系模型^[3]。通过预测,可以获得开槽深度、条纹的宽度与间隔等因素,对木质微孔板吸音性能的影响,为其结构优化提供了依据。木质微孔吸音板作为一种新型结构的木质吸音板,通过改变材料的结构,从而实现改善木质穿孔板声学性

能的目的,为木质吸音板性能的改善,提供了新的研究思路。

台湾学者采用国际通用的混响室法,测试花旗松穿孔板的穿孔率、板材厚度等因素,对木质穿孔板吸音特性的影响^[4];制定了标准 CNS 10468-83《吸音用软质纤维板》。我国大陆地区虽然也有软质纤维板的产品标准,但其中并未设置板材的吸音性能指标。CNS 10468-83 对我国软质纤维板用于吸音板的制作,提供了参考。

中国林科院木材工业研究所正在进行利用木纤维和聚酯纤维,制造高性能复合吸音材料的研发。另外,与浙江省质检院和中国建筑装饰协会材料委员会联合,制定行业标准《木质吸音人造板》。

1.2.2 国外研究现状

国外对吸音材料的研究,多集中于高速公路的隔音屏障和建筑物覆面吸音材料、多孔吸音材料等,对木质吸音材料的研究很少。

美国科研人员最近研发得到的一种新型吸音材料,是以经过化学处理的木质纤维为原料,制成一种喷覆式装饰吸音材料。利用高压喷涂的方法,将木质纤维和胶黏剂在空中形成混合体,贴覆在物体表面,成为具有一定吸音能力的涂层,可用于室内吸音和室外隔音^[5]。

韩国研究人员将不同配比的稻草和木材纤维混合,制造出一种多孔材料,并检测该材料的吸音性能。结果证明,在稻草和木纤维质量比为 1:9 和 2:8 的情况下,在 500~8 000 Hz 的音频范围内,该复合材料的平均吸音系数超过了传统的纤维板、胶合板和刨花板;在质量比为 3:7 时,在 1 000~8 000 Hz 的音频范围内时,吸音系数低于刨花板^[6]。另外,还研制出一种阻燃吸音材料,是由黄麻、亚麻、竹丝与有机纤维混合压制而成。

2 木质吸音材料的应用现状

建筑材料不仅要实现一定的使用功能,同时要有装饰作用。对于吸音建筑材料,在综合考虑吸音板的吸音、装饰效果、安全、环保等因素时,外形美观、结构轻便、性能优越、绿色安全的特点,已成为关注的热点。

我国木质吸音材料近年发展迅速,据不完全统计

计,2011年木质吸音材料的产量超过1 000万 m²,主要使用的木材树种为速生材,主要生产厂商集中在上海、北京、江苏和广东等地区。木质穿孔吸音板、水泥木丝板和轻质纤维板等,是目前较为常用的木质吸音材料品种。

2.1 木质穿孔吸音板

由饰面材料、芯材和吸音薄毡组成,根据声学原理加工而成,分为孔木吸音板和(图1)和槽木吸音板(图2)两种类型。

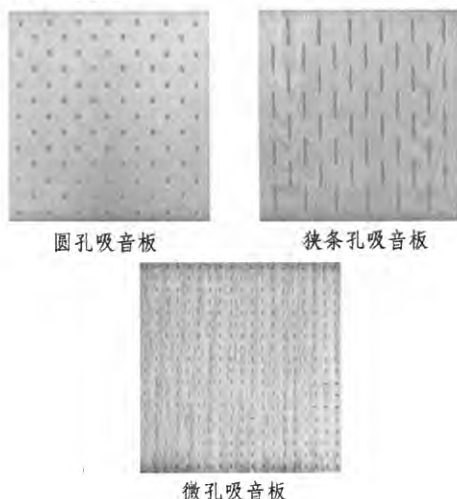


图1 孔木吸音板

Fig. 1 Perforated sound-absorbing panels

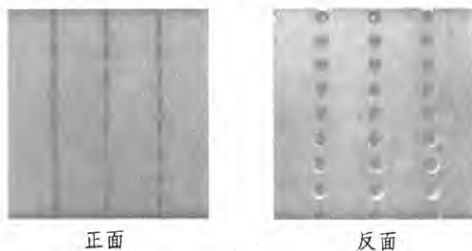


图2 槽木吸音板

Fig. 2 Grooved sound-absorbing panel

孔木吸音板是一种人造板的正、背表面均开孔的共振吸音材料,表面的孔形包括圆孔、狭条孔和微孔等。其中,微孔的孔径 <0.8 mm,最小可达0.02 mm,通过调节孔的疏密程度,提高穿孔率,可改变吸音板的吸音性能。

槽木吸音板为在人造板的正面开槽、背面开孔的共振吸音材料。

木质穿孔吸音板的吸音频带较宽,对中频的吸音

能力最强,吸音系数NRC为0.4~0.6。

木质穿孔吸音板的表面装饰材料大致可分为:

- ① 三聚氰胺胶膜纸或防火板;
- ② 实木薄木或人造薄木;
- ③ 金属板。

其中以三聚氰胺胶膜纸应用较多。

常用的木质穿孔吸音板的芯材主要有:中密度纤维板(MDF)、胶合板、定向刨花板、普通刨花板及指接板等。其中中密度纤维板的应用最为广泛,从20世纪80年代至2009年,累计市场使用量已超过800万 m²。

木质穿孔吸音板的使用始于50~60年代,当时采用穿孔的胶合板、硬质纤维板作为芯材,由于芯材较薄,通常直接涂刷油漆进行装饰,表面色彩比较单调,且硬质纤维板受潮后容易翘曲变形,目前已很少使用。

90年代初期,一些对室内装修要求较高的建筑,使用了进口木质穿孔吸音板。该板以中密度纤维板为芯材,采用薄木或三聚氰胺贴面,正面开槽、背面钻孔,制成表面新颖别致的条形穿孔装饰吸音板。90年代后期,国产条形穿孔装饰吸音板面世,且价格远低于进口板。

木质穿孔装饰吸音板通过改变板材的穿孔率、空腔大小及填充材料,获得所需的吸音频率特性,且表面美观,比同等性能的金属穿孔板价格可降低1/3以上,多用于体育馆、音乐厅、影剧院、多功能厅、广播录音室、专业吸音室、法院、审判庭厅等有声学设计要求的工程装修中^[7]。

2.2 水泥木丝板

水泥木丝板属于环保型建材,以水泥作为交联剂,木丝作为纤维增强材料,加入添加剂后压制而成。要求采用节子少且小的木材,通过刨丝机床顺木材纤维方向刨得木丝,然后对其进行矿化处理,再与水泥搅拌均匀。常用的矿化剂是氯化钙、熔融的脱水氯化钙等,通常使用不低于500号的硅酸盐水泥。若使用阔叶材刨削的木丝时,须用快干500号或600号以上的快干水泥。水泥木丝板的吸音系数NRC在0.6左右。

40年代,水泥木丝板在欧洲广泛应用,其不但具有一定的吸音效果,而且防腐、耐热、耐蚁蚀、环保、易

加工,木丝与水泥、石灰、石膏配合性好。荷兰、芬兰、德国、奥地利和俄罗斯等国家,有大量此类板材的专业制造公司及设备制造厂家^[8]。

我国生产木丝水泥板仅有数十年的历史,发展相对较慢,上海、南京、北京等地区近几年才开始使用。随着我国推广绿色建筑进程的加快,木丝板的市场前景广阔^[8]。

目前,水泥木丝板的应用领域:①公共场所的吸音与装饰,如影剧院、体育馆、会议室、候车室等;②用于消音降噪,如高速公路、铁路的噪声屏障,工业降噪机房。

2.3 轻质纤维板

轻质纤维板指密度 $<0.4\text{ g/cm}^3$ 的纤维板,因为该产品密度低且多孔隙,因而具有良好的吸音和隔热性能,主要用于高档建筑,如剧院等的吸音结构。但是由于轻质纤维板一般采用湿法生产,工艺复杂,遇水易变形,环保性不佳,所以产量有限。此类吸音板的NRC范围为0.5~0.7。

2.4 木塑吸音板

木塑吸音板在市场上也称为生态吸音板,是以木塑复合材料为基材,用冲床冲出通透、致密的小孔,背面覆盖吸音薄毡,使其具有一定的吸音功能。在实际安装时,在吸音板后面需要留有足够的声腔,一般预留30 cm以上的空间,才能充分将声波挡住,以避免其被反射。

该类型的吸音板目前我国仍处于起步阶段。由于木塑吸音板环保性能好,制造工艺简单,具有广阔的发展空间。但是从吸音性能来看,木塑吸音板的全频均衡性有待提高;高音吸音系数较小,不适合用于音响室。

2.5 非木质吸音板

目前常用的非木质吸音板,主要指聚酯纤维吸音板,是一种由聚酯纤维热压而成的多孔吸音材料。聚酯纤维由聚对苯二甲酸乙二醇酯制成,是当前非常普遍的一种合成纤维。聚酯纤维吸音板的吸音系数达0.9以上,但价格相对亦较高^[9],且属于非环保类化工产品。

3 木质吸音材料的发展趋势

吸音材料的研究与应用,对噪声污染的治理具有

重要意义。多孔吸音材料对中、高频噪声的吸音效果较好,而共振吸音材料则主要用于降低中、低频段的噪声。因此,进行新材料、新工艺、新结构等方面的研究,开发适合各种场合需求的吸音材料,是今后发展的趋势。

木质穿孔装饰吸音板表面美观、富有装饰性,同时具有良好的吸音特性,且价格经济,目前已成为国际上室内装饰广泛使用的材料。木质吸音板近年来在我国虽然发展迅速,但产品工艺、性能和推广方面,仍有待改进和提高。目前大多数的产品还是简单模仿现有的吸音板结构进行生产,且我国尚未出台吸音人造板的行业标准或国家标准,对其吸音性能没有科学的评价依据;此外,对高性能的木质吸音材料的重视程度普遍不高。

继续走单一材料结构的模式,其发展将会遇到瓶颈。建议相关研究机构和有科研实力的企业,对木质吸音板的结构、材料,及二者对吸音性能的影响,进行深入系统地研究;开发木质材料与其他材料相复合,将多孔吸音与共振吸音功能相结合,制造高性能的木质吸音材料;降低生产成本,实现产品规模化、生产优质化,及增加吸音材料的阻燃等性能^[10]。

参考文献:

- [1] 何琳,朱海潮,邱小军,等.声学理论与工程应用[M].北京:科学出版社,2006.
- [2] 于海鹏,刘一星,江贵军.木质类建材的自身吸声特性及影响因素[J].建筑材料学报,2008,11(1):70-75.
- [3] 盛胜我,莫方翔.木质装饰微孔板声学特性的预测[J].声学技术,2008,27(2):251-254.
- [4] 蔡冈廷,赖荣平.花旗松穿孔构造吸音性能之研究[J].中华民国建筑学会,2009(6):1-14.
- [5] 吕强.浅谈建筑师如何选用体育场馆室内声学材料[J].华中建筑,2008,26(5):53-56.
- [6] Han Seung Yang, Dae Jun Kim, Hyun Jong. Rice straw - wood particle composite for sound absorbing wooden construction materials[J]. Kim Bioresource Technology, 2003, 86 (2): 117-121.
- [7] 钟祥瑞.木质穿孔装饰吸音板及其应用[J].音响技术,2008(8):27-30.
- [8] 许辽宁.浅析水泥木丝[J].科技与经济发展,2008(10):48.
- [9] 林蕊,王鸣义.聚酯产业链的产品开发和市场前景[J].合成纤维,2005,34(9):1-6.
- [10] 苑改红,王宪成.吸声材料研究现状与展望[J].机械工程师,2006(6):17-19.

(责任编辑 张一萍、姜征)