

# EPR 改性 PVC 泡沫材料吸声性能的研究

钱军民<sup>1</sup>, 李旭祥<sup>2</sup>

(1. 西安交通大学 材料科学与工程学院, 陕西 西安 710049; 2. 西安交通大学 环境与化学工程学院, 陕西 西安 710049)

**摘要:** 研究了 EPR 用量、发泡剂 AC 用量、泡沫材料厚度和发泡温度等因素对 EPR 改性 PVC 泡沫材料吸声性能的影响。结果表明, EPR 可显著改善 PVC 泡沫材料吸声性能, 随着 EPR 用量的增大, 泡沫材料低频吸声性能得到显著提高, 而高频吸声性能略有下降; 发泡剂 AC 用量的增大可明显改善泡沫材料的中高频吸声性能, 低频吸声性能有所降低; 材料厚度的增大可提高全频段吸声性能, 低频吸声性能的提高更为显著; 随着发泡温度的升高, 低频吸声性能提高, 中高频吸声性能则有所下降。

**关键词:** PVC; EPR; 共混; 吸声性能; 化学发泡

**中图分类号:** O631.2<sup>+</sup>5; TQ328.9; TU55<sup>+</sup>2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-890X(2001)08-0463-03

噪声污染与水污染、空气污染一起被称为当代三大污染<sup>[1]</sup>。关于噪声的具体危害已有文献报道<sup>[2,3]</sup>。噪声污染随着工业、交通运输业、建筑业的飞速发展而有显著增加的趋势, 因而引起了世界各国的广泛重视。

控制噪声污染最根本的方法是利用吸声材料达到吸声降噪的目的。目前, 吸声材料的种类很多, 主要有以下几种: 早期的天然有机物材料类, 如棉、麻、兽皮等; 无机纤维类, 如岩棉、玻璃棉、矿棉等; 金属类, 如泡沫铝、金属吸声尖劈等。最近, 又开发出以合成聚合物为基体的泡沫塑料吸声材料, 如聚苯乙烯泡沫、聚氨酯泡沫和聚丙烯泡沫等。而国内以橡胶聚合物改性泡沫塑料制造吸声材料的报道很少<sup>[4]</sup>。本课题研究了 EPR 用量、发泡剂 AC 用量、泡沫材料厚度和发泡温度等因素对 EPR 改性 PVC 泡沫材料吸声性能的影响。

## 1 实验

### 1.1 主要原材料

PVC, 牌号 S-853, 西安化工厂产品; EPR, 牌号 EPR21, 日本进口产品; 偶氮二甲酰胺(发泡剂 AC), 工业级, 陕西化工总厂产品; 三盐

(硬脂酸钙、硬脂酸钡和硬脂酸铅的混合物, 质量混合比为 1:1:1), 化学纯, 天津大学化工试验厂产品; 有机锡, 化学纯, 西安化学试剂厂产品; 氯化橡胶(阻燃剂), 氯的质量分数为 0.70, 化学纯, 浙江省高丽化工工业总公司产品; 三氧化二锑, 分析纯, 湖南益阳锑品冶炼厂产品; 邻苯二甲酸二丁酯(增塑剂 DBP), 工业级, 市售。

### 1.2 基本配方

基本配方为: PVC 100; EPR 30; 发泡剂 AC 6; 增塑剂 DBP 70; 三盐 0.6; 有机锡 1.5; 氯化橡胶 2; 三氧化二锑 1。

### 1.3 主要试验设备

SR-160B 型开放式炼塑机, 上海橡胶机械厂产品; 101-Z 型干燥箱, 上海市试验仪器总厂产品; ND-2 型滤波器, 国营红声器材厂产品; 2010 型外差分析仪, 丹麦 B. K. 公司产品; 驻波管, 自制。

### 1.4 试样制备

试样制备的工艺流程: 原材料准备→搅拌混合均匀→开炼机混炼→出片→切片→烘箱中发泡→脱模出片→试样外形尺寸测量。工艺条件为: 混炼温度 120℃; 混炼时间 8 min; 发泡温度 196℃; 发泡时间 10 min。

### 1.5 吸声因数的测定

泡沫材料的吸声因数采用驻波管法测定, 具体测试过程参见文献[5]。

作者简介: 钱军民(1976-)男(回族), 河南太康人, 西安交通大学在读博士研究生, 主要从事功能高分子材料制备与改性和先进无机材料的设计与优化方面的研究工作。

## 2 结果与讨论

### 2.1 EPR用量对泡沫材料吸声性能的影响

采用基本配方,其它组分用量不变,EPR用量对泡沫材料吸声性能的影响见图1。

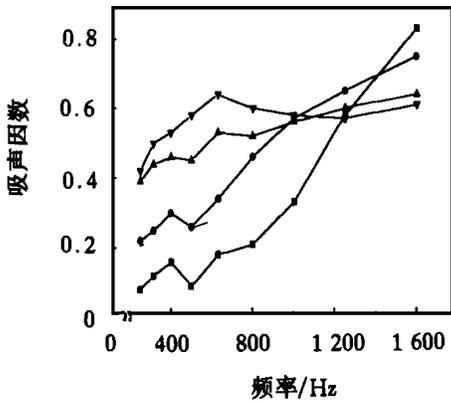


图1 EPR用量对泡沫材料吸声性能的影响  
■—0份;●—10份;▲—20份;▼—30份

由图1可见,随着EPR用量的增大,1000 Hz以下频率处的吸声因数呈增大趋势,而1000 Hz以上频率处的吸声因数呈递减变化趋势,与未添加EPR的泡沫材料相比,EPR可使泡沫材料的综合吸声性能(以平均吸声因数表示)提高,其原因是:①在常温下,EPR处于高弹态,当有声波作用时,其本身会发生弹性形变,从而消耗一些声波能量;②EPR大分子链上的链段和侧基在声波作用下产生运动,这种运动在分子内和/或分子间摩擦阻力较大,对声波能量的消耗显著。因此,EPR有利于材料综合吸声性能的提高。由于EPR的玻璃化转变温度远远低于PVC,引起EPR形变及其分子链段运动的能量相对较低,因此,在一定范围内,复合材料中EPR用量的增大,使相对较低频率处的吸声因数提高较为明显。但并不是EPR用量越大,材料的综合吸声性能越好,因为当EPR用量太大时,会造成发泡过程中体系粘度过小,随着发泡剂的快速分解,发泡气体迅速增多,泡孔生长迅速,泡壁也迅速变薄,造成相邻的泡孔发生并泡现象,泡孔结构恶化,造成孔隙率下降,材料吸声性能也随之降低。当并泡严重时还可导致泡孔塌陷,致使材料的孔隙

率急剧下降,严重影响材料的吸声性能。

### 2.2 发泡剂用量对泡沫材料吸声性能的影响

采用基本配方,其它组分用量不变,发泡剂AC用量对泡沫材料吸声性能的影响见图2。

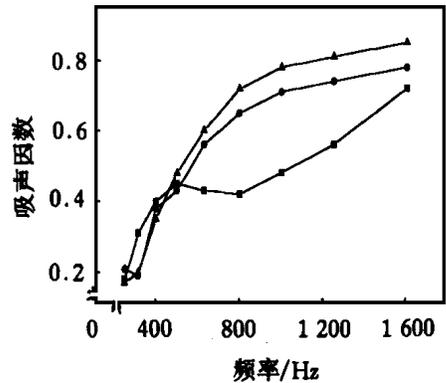


图2 发泡剂AC用量对泡沫材料吸声性能的影响  
■—4份;●—6份;▲—8份

由图2可见,随着发泡剂AC用量的增大,低频范围内吸声性能有所下降,在中高频范围内吸声性能则逐渐升高。这是因为随着发泡剂用量的增大,它在发泡时分解出的发泡气体增多,改善了泡沫材料内部的泡孔结构,提高了材料孔隙率。孔隙率对材料吸声性能影响的一般规律是:随着孔隙率的提高,中高频吸声性能得到提高,而低频吸声性能有所下降。本试验的结果与此基本规律是一致的。但发泡剂的用量不宜过多,否则可造成泡沫制品的泡孔结构粗糙或塌陷,致使材料吸声性能急剧下降。

### 2.3 材料厚度对泡沫材料吸声性能的影响

采用基本配方,材料厚度对试样吸声性能的影响见图3。

由图3可见,随着材料厚度的增大,吸声性能提高,并且低频范围内的吸声性能提高更为明显。这是因为厚度增大,声波在材料内部的吸声更充分,反射声波减少,吸声性能得到提高。但并不能仅靠增大材料厚度来提高吸声性能,因为随着厚度的增大,吸声性能的提高幅度在不断减小,而且材料厚度还受实际使用空间的限制。因此,材料厚度的选择应从吸声性能和使用空间等因素综合考虑。另外,还可通过改变材料背后的空腔深度来提高吸声性能<sup>[6]</sup>。

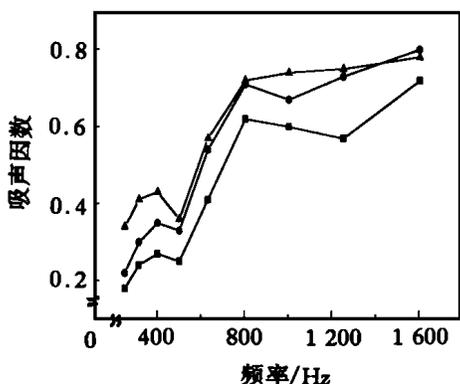


图 3 材料厚度对泡沫材料吸声性能的影响

■—6 mm; ●—9 mm; ▲—12 mm

#### 2.4 发泡温度对泡沫材料吸声性能的影响

除配方组分用量外, 制备工艺条件对材料吸声性能也有重要的影响。发泡温度对吸声性能的影响见图 4。

由图 4 可知, 随着发泡温度的升高, 低频范围内的吸声因数不断升高, 而中高频范围内的吸声因数则略有下降。这是因为随着发泡温度的升高, 发泡剂的分解更完全, 它在体系中的残留量减少, 改善了体系的泡孔结构, 提高了低频范围内的吸声因数, 而中高频声波是在材料的表面进行吸收, 随着温度的升高, 材料表面可能发生热降解等化学、物理作用, 恶化了表面的结构, 使材料对高频声波的吸收有所下降。

### 3 结论

(1) EPR 可显著改善 PVC 泡沫材料吸声性能。随其用量的增大, 泡沫材料低频吸声性能显著提高, 而高频吸声性能略有下降。

(2) 发泡剂用量的增大可明显改善中高频

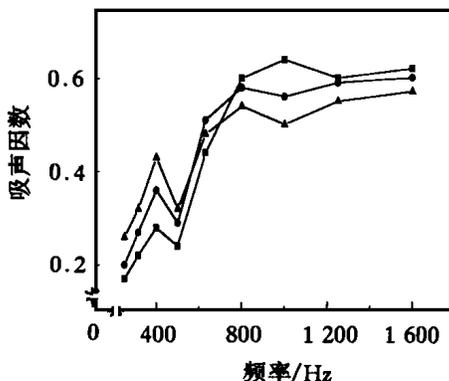


图 4 发泡温度对泡沫材料吸声性能的影响

■—190 °C; ●—196 °C; ▲—202 °C

吸声性能, 但低频吸声性能有所降低。

(3) 材料厚度的增大可提高全频段吸声因数, 对低频吸声因数的提高更为显著。

(4) 随着发泡温度的升高, 低频吸声性能得到提高, 中高频吸声性能则有所下降。

#### 参考文献:

- [1] 司继进. 聚氨酯声学材料的研制与应用[J]. 噪声与振动控制, 1990(3): 29-31.
- [2] 曾德芳, 皇甫月红, 何礼林, 等. 我国城市道路交通噪声污染及其对策[J]. 噪声与振动控制, 1998(2): 23-26.
- [3] 黄秀莲. 环境分析与监测[M]. 北京: 高等教育出版社, 1989. 270.
- [4] 赵书兰, 朱荣凯, 张凤敏, 等. 橡胶改性 PP 阻燃泡沫材料吸声性能的研究[J]. 橡胶工业, 1997, 44(12): 711-714.
- [5] 王月. 泡沫铝的吸声性能及影响因素[J]. 材料开发与应用, 1999, 14(4): 15-18.
- [6] 钟祥璋, 祝培生, 莫方朔. 超轻质硅酸铝棉板吸声性能的研究[J]. 新型建筑材料, 1999, (5): 40-42.

收稿日期: 2001-03-27

《化工标准、计量、质量》杂志创刊 20 周年

《化工标准、计量、质量》杂志近日迎来创刊 20 周年纪念日。该刊由中化化工标准化研究所、中国标协化工标准化协会主办, 是中国化工标准化领域最具权威的刊物, 主要刊发《中国化

工行业标准批准发布公告》, 及时发布国家有关化工标准、质量、计量、认证等工作的方针、政策, 追踪报道国外标准化信息, 研讨化工标准化基础理论和技术, 报道国内外标准化热点问题, 为企业提高产品质量和经济效益提供依据。