

橡胶改性 PP 阻燃泡沫材料吸声性能的研究^{*}

赵书兰 朱荣凯 张凤敏 张军^{**} 孙文艳

(哈尔滨工程大学 150001)

摘要 研究了 EPR 改性 PP 阻燃泡沫材料的吸声特性,探讨了 EPR、交联剂、发泡剂用量及泡沫材料厚度和材料背后空腔厚度对其吸声性能的影响。结果表明,当交联剂用量为 0.67 份时,泡沫材料最大吸声系数为 0.94;随着泡沫材料厚度和背后空腔厚度的增大,吸声性能有所提高,且最大吸声系数特征频率向低频区域移动。

关键词 EPR, 改性 PP, 阻燃, 吸声性能

随着城市交通的发展,噪声污染在世界各国显著增加的趋势。噪声不仅危害人的听觉系统,长期在噪声环境下,会使人疲倦、耳聋,甚至危害人的生命^[1];而且还会加速建筑、机器结构的老化和损坏,影响设备和仪表的使用精度与寿命。例如,噪声会使军舰船声呐和雷达的性能降低,导致向水中辐射的噪声增大而暴露目标,从而招致敌人的攻击。噪声控制已成为世界各国科技工作者研究的重要课题,在多孔类吸声材料研究及应用方面领先于世界的英国,正广泛开展有机类酚醛泡沫等品种吸声材料的研究开发和应用,改变增韧橡胶聚合物构件的长度、厚度及多孔分布,增强其吸声性能,减少噪声的危害^[2]。

PP 是一种应用广泛的通用塑料,具有密度小、强度高、耐酸碱、耐潮、耐热、易加工、价格便宜及原料易得等优点。为了拓宽改性

PP 的应用范围,我们在以前工作^[3~5]的基础上,用 EPR 改性 PP 研制出阻燃泡沫吸声材料,并考察了 EPR、交联剂、发泡剂用量对吸声性能的影响。

1 实验

1.1 主要原材料

PP1300,北京燕山石化公司化工二厂产品;EPR,日本产品。

1.2 仪器与设备

CJ-1 型开放式双辊混炼机;YY200A 型 200 t 油压式压力试验机;WD-1 型万能电子拉力试验机;B &K 型驻波管声学测试仪;KYKY-1000B 型扫描电子显微镜。

1.3 试样制备

试样按以下流程制备:原材料准备→双辊混炼→出片→剪碎称重→模压发泡→脱模出片→测量试样外形尺寸→声学性能测试。

1.4 声学性能测试

采用驻波管法测定吸声系数,试样安装分为试样与刚性壁直接接触、试样与刚性壁留有空间(即试样背后留有空腔)2 种方式。

2 结果与讨论

2.1 EPR 用量对泡沫材料吸声性能的影响

在材料泡孔分布、孔径、孔隙率等因素基

^{*} 船舶工业国防科技应用、基础研究基金项目。

^{**} 现在大连理工大学攻读博士学位。

作者简介 赵书兰,女,1937 年出生。教授。1961 年毕业于东北师范大学化学系高分子物化专业。主要从事聚丙烯的改性及应用研究工作,所研制的聚丙烯合成纸被列为国家重点攻关项目。获国家科技进步一等奖(集体)和省教委科技进步三等奖各一项。著有《高分子材料》一书,已发表论文 30 余篇。

本相同时, EPR 用量是影响其吸声性能的一个重要因素。当交联剂和发泡剂用量相同时, EPR 用量对材料吸声性能的影响如图 1 所示。

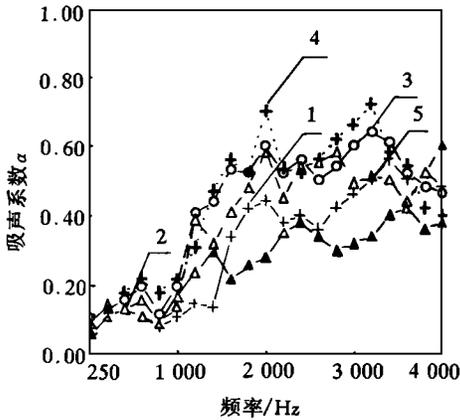


图 1 EPR 用量对泡沫材料吸声性能的影响

1—0 份; 2—6.7 份; 3—13.3 份; 4—20.0 份;

5—26.7 份。材料厚度均为 10.0 mm

由图 1 可以看出, 当 EPR 用量低于 20 份时(试样 1~4), 随着 EPR 用量的增大, 吸声系数 α 在中低频(250~2000 Hz)范围内有不同程度的提高。原因是 EPR 处于高弹态, 在声波作用下链段产生运动, 因链段阻力大, 其内耗大, 使声波能量损耗增大; 其次由于 EPR 大分子链上存在侧基, 加大了内摩擦阻力, 使内耗增大, 声波能量损耗也增大; 再次, EPR 弹性体在声波作用下产生变形, 也要消耗部分声能。因此, EPR 用量的增大可提高泡沫材料的吸声性能和明显改善中低频吸声性能。如 EPR 用量为 20 份(试样 4)与未加 EPR(试样 1)相比, 在 800~1400 Hz 内, 其吸声系数提高 1 倍。

通过大量试验发现, 对于 PP/EPR 体系, EPR 用量为 6.7~20.0 份(试样 3~5)时, 该泡沫材料具有优良的吸声性能和物理性能。

2.2 交联剂用量对泡沫材料吸声性能的影响

交联-发泡过程是通过控制泡沫材料的

孔隙率、孔径大小、开孔率等来提高泡沫材料的吸声性能。当发泡剂和 EPR 用量一定时, 交联剂用量对泡沫材料吸声性能的影响如图 2 所示。

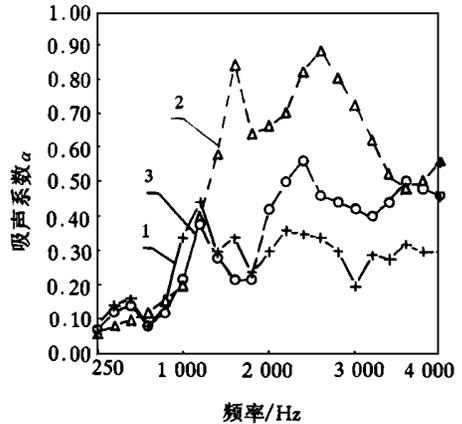


图 2 交联剂用量对泡沫材料吸声性能的影响

1—0 份; 2—0.67 份; 3—1.13 份。材料厚度均为 10.0 mm

由图 2 可以看出, 交联剂用量在 250~1000 Hz 内, 对材料吸声系数影响不大, 但在 1000~4000 Hz 内, 交联剂用量对其吸声系数影响较大。加入交联剂(曲线 2 和 3)与未加交联剂(曲线 1)相比, 其吸声系数显著提高。这是因为加入交联剂后, 材料大分子之间发生部分交联, 限制了发泡的气孔(使气孔不能过大), 使泡孔均匀化, 提高了材料的吸声性能; 其次, 交联剂的用量并非越多越好, 图 2 曲线 3 与曲线 2 相比, 吸声系数不仅没有提高, 反而降低。说明交联剂用量对材料吸声性能的影响有个最佳范围。因为材料泡孔的形成如果不受限制会使材料泡孔大小不均匀; 如受到限制太大, 泡孔虽然均匀, 但泡孔太小不能充分吸收声波。因此, 交联剂用量过大, 反而使吸声性能变差。试验结果表明, 当交联剂用量为 0.67 份时其吸声性能最佳。

2.3 发泡剂用量对泡沫材料吸声性能的影响

当交联剂用量一定时, 增大发泡剂用量会使材料发泡率、孔隙率增大, 其吸声性能有

所提高,但并不是发泡剂用量越高吸声系数越大。

发泡剂用量对材料吸声性能的影响如图 3 所示。

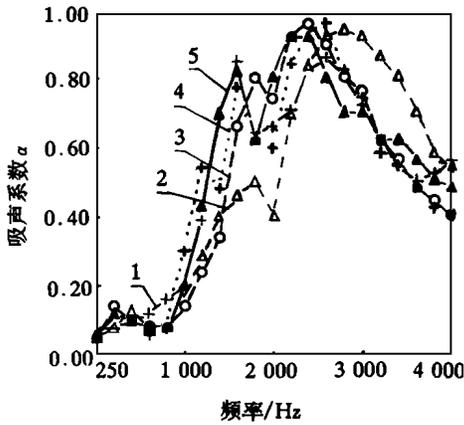


图 3 发泡剂用量对泡沫材料吸声性能的影响
1—5.3 份; 2—6.7 份; 3—8.0 份; 4—9.3 份;
5—10.7 份。材料厚度均为 10.0 mm

由图 3 可知,随着发泡剂用量的增大,在 2 000~4 000 Hz 内吸声系数 α 有较大提高,如曲线 1 最大吸声系数为 0.88,而曲线 2 为 0.94,但在 250~2 000 Hz 内发泡剂用量对吸声性能的影响不明显。同时发现,随着发泡剂用量的继续增大(如曲线 3~5),其最大吸声系数虽然没有明显提高,但最大吸声系数的频率均向低频方向移动。说明不同容重的吸声材料具有其自身的特征吸声频率,这对于根据不同噪声环境设计所需的吸声材料具有重要价值。

2.4 泡沫材料厚度对吸声性能的影响

不同厚度的泡沫材料的吸声性能如图 4 所示。

由图 4 可以看出,当材料厚度由 3.0 mm 增至 5.0 mm 时,在频率为 2 000 Hz 附近,其吸声性能有明显改善。吸声系数由 0.1 增至 0.5,提高近 5 倍,但在其它频率下材料厚度对吸声性能影响不大;其次,随着材料厚度的增大最大吸声系数都出现在 4 000 Hz 左右;当材料厚度由 3.0~5.0 mm 增到 10.0 mm

时,在 300~3 800 Hz 内,吸声系数显著提高,最大吸声系数为 0.94。此外,最大吸声系数的特征频率向中低频方向移动(由 4 000 Hz 移至 2 800 Hz 附近)。可见,增大材料厚度有利于提高材料的吸声系数和在中低频区域的吸声性能。

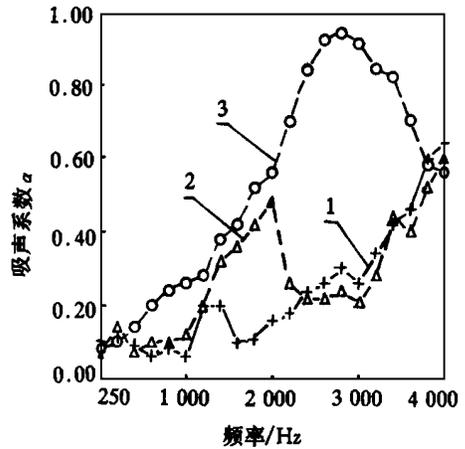


图 4 不同厚度的泡沫材料对吸声性能的影响
1—3.0 mm; 2—5.0 mm; 3—10.0 mm

2.5 材料背后空腔厚度对泡沫材料吸声性能的影响

材料背后空腔厚度对其吸声性能有较大的影响,其影响规律如图 5 所示。

由图 5 可见,未留空腔的泡沫材料在

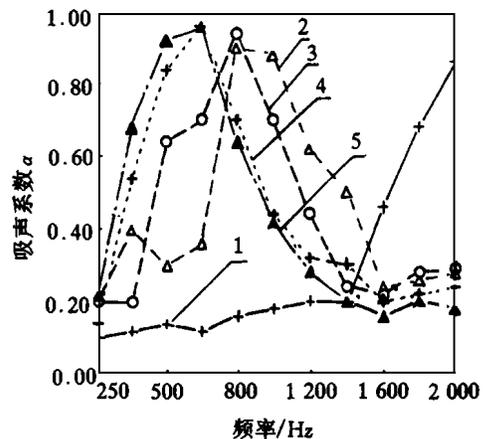


图 5 材料背后空腔厚度对吸声性能的影响
1—0.0 mm; 2—20.0 mm; 3—40.0 mm;
4—60.0 mm; 5—80.0 mm

1 600~2 000 Hz 内吸声性能良好,最大吸声

系数为 0.9 (2 000 Hz), 但在 1 000 Hz 以下吸声系数较小, 平均吸声系数仅为 0.11 左右; 当空腔厚度增为 20.0 mm 时, 最大吸声系数的特征频率明显地向低频区域移动, 在 800 Hz 下的最大吸声系数为 0.92, 比未留空腔在该频率下的吸声系数提高近 10 倍。随着空腔厚度的继续增大, 其最大吸声系数的特征频率也继续向低频方向移动 (为 800, 600 和 500 Hz), 其最大吸声系数均达到 0.9 以上。可见, 增大材料背后空腔厚度对于提高泡沫材料的低频吸声性能有较显著的效果。

3 结论

(1) 交联剂用量为 0.67 份时, 所研制的泡沫材料具有良好的吸声性能, 最大吸声系数为 0.94。

(2) EPR 是影响泡沫材料吸声性能的重要因素。在 PP/EPR 中, EPR 用量为 6.7 ~ 20 份时, 随着 EPR 用量的增大, 其吸声性能得到明显改善。在 250 ~ 4 000 Hz 内, EPR 用量为 20 份与未加 EPR 相比, 其吸声系数

提高约 1 倍。

(3) 当发泡剂用量达到一定程度后, 泡沫材料的最大吸声系数频率随其用量的增大向中低频区域移动, 说明不同容重的泡沫材料有其自身的吸声特征频率。

(4) 泡沫材料厚度和背后空腔厚度都是影响吸声性能的重要因素, 随着其厚度的增大, 吸声性能有所提高, 且最大吸声系数特征频率向低频区域移动。

参考文献

- 1 方丹群, 王文奇, 孙家麒. 噪声控制. 北京: 北京出版社, 1986. 2 ~ 15
- 2 Bucknall C B Marchetti A. A novel hysteresis test for studying crazing and shear yielding in rubber-toughened polymers. *Polymer Engineering and Science*, 1984, 24(7): 535 ~ 540
- 3 赵书兰, 薛开, 周玉明, 等. 聚丙烯三元共混体力学性能的研究. 哈尔滨船舶工程学院学报, 1994, 15(2): 57 ~ 63
- 4 赵书兰, 刘学和, 薛开. 聚丙烯共混改性的研究. 橡胶工业, 1995, 42(2): 72 ~ 75
- 5 赵书兰, 刘岩峰, 谭淑媛, 等. 改性 PP 三元共混体阻燃性能的研究. 塑料工业, 1995, 23(6): 13 ~ 15

收稿日期 1997-06-13

Study on Acoustic Property of Flame Retardant PP Foam Modified with EPR

Zhao Shulan, Zhu Rongkai, Zhang Fengmin, Zhang Jun and Sun Wenyan

(Haerbin Engineering University 150001)

Abstract A study was made on the acoustic property of a flame retardant PP foam modified with EPR. The influence of the level of EPR, crosslinking agent and blowing agent, the foam thickness and the cavity depth at the foam back on the acoustic property was investigated. The results showed the sound absorption coefficient of the foam came up to 0.94 when the 0.67 phr of crosslinking agent was used; the acoustic property improved and the characteristic frequency of the upper sound absorption coefficient shifted to the low frequency region as the foam thickness and the cavity depth at the foam back increased.

Keywords EPR, modified PP, flame retardant, acoustic property