

阻尼结构对复合结构阻尼性能的影响

谭亮红, 陈红, 罗伦科, 张亚新, 黄磊, 李广龙

(株洲时代新材料科技股份有限公司, 湖南 株洲 412007)

摘要:对比自由阻尼结构和约束阻尼结构的阻尼性能, 研究基板、阻尼层、约束层对约束结构阻尼性能的影响。结果表明: 约束结构阻尼性能相较于自由结构更好; 约束阻尼结构中, 基板越薄, 阻尼层和约束层越厚, 复合结构阻尼性能越优异。

关键词:复合结构; 约束阻尼; 自由阻尼; 阻尼性能

中图分类号: TB535⁺.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-890X(2014)02-0084-05

随着社会的发展和人类环保意识的提高, 人们对工作环境和生活质量越来越重视, 振动和噪声污染成为亟待解决的问题^[1]。减震降噪技术因此得以迅速发展, 相关研究成果在车辆、机械、船舶等领域得到实际应用^[2]。

对于选定的阻尼材料, 其本身的损耗因子($\tan\delta$)是一定的, 但不同阻尼结构具有不同的阻尼性能^[3]。本工作通过试验研究不同结构的阻尼性能, 探寻具有最佳阻尼性能的阻尼结构。

1 阻尼结构阻尼原理

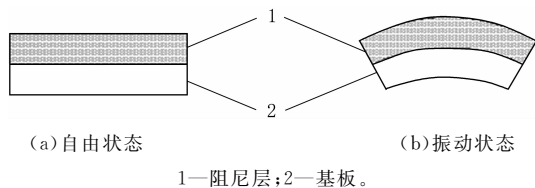
阻尼材料通过粘贴在钣金件表面达到结构阻尼、抑制共振、降低噪声的目的^[4]。根据阻尼材料使用方式主要分为自由阻尼结构和约束阻尼结构^[5]。

1.1 自由阻尼结构

将一层一定厚度的粘弹性阻尼材料粘结于基板表面, 由于粘弹性阻尼层外侧表面处于自由状态, 因此这种结构称为自由阻尼结构(见图1)。当结构产生弯曲振动时, 阻尼层随基板一起振动, 在阻尼层内部发生拉挤变形, 见图1(b)。根据阻尼层的耗能机理, 当阻尼材料内部发生交变应力时, 阻尼材料就会将有序的机械能转变为无序的热能, 达到耗能的目的^[6]。

1.2 约束阻尼结构

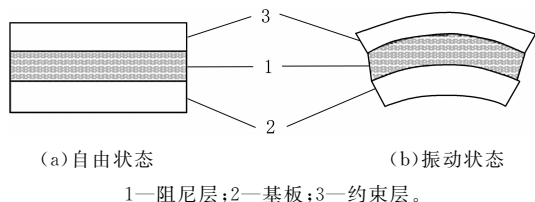
约束阻尼结构是在自由阻尼结构的基础上,



1—阻尼层; 2—基板。

图1 自由阻尼结构

阻尼层外侧再粘贴一层弹性模量远大于阻尼层的弹性层作为约束层(见图2)。当阻尼层随基板一起产生弯曲振动而使阻尼层内部产生拉挤变形时, 由于粘贴在外侧的约束层的弹性模量远大于阻尼层, 因此约束层将起到阻碍阻尼层拉挤变形的作用^[7]。由于阻尼层与基板接触面所产生的拉挤变形不同于阻尼层与约束层接触面所产生的拉挤变形, 因此在阻尼材料内部将产生剪切变形, 如图2(b)所示。在约束阻尼结构中, 阻尼层在拉挤变形的同时, 由于约束层与阻尼层弹性模量的不同而受到剪切变形, 两者把有序的机械能转变为无序的热能, 起到阻尼作用。



1—阻尼层; 2—基板; 3—约束层。

图2 约束阻尼结构

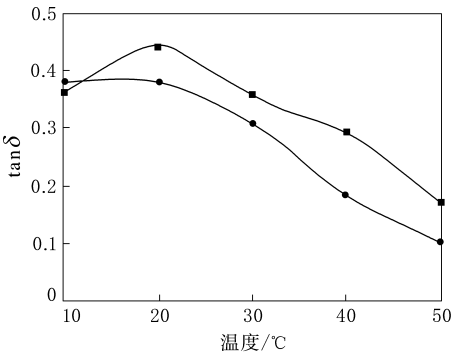
2 阻尼性能测试方法及原理

目前测试阻尼性能有强迫非共振法(DMA法)和强迫共振法两种方法^[8]。两种方法中的代

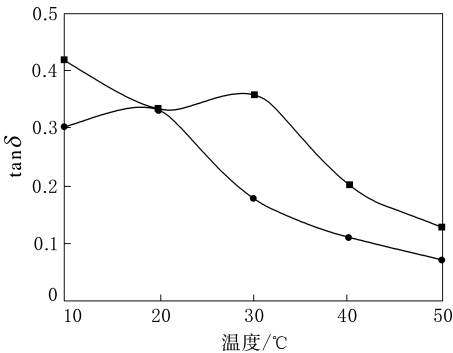
作者简介:谭亮红(1974—), 男, 湖南株洲人, 株洲时代新材料科技股份有限公司高级工程师, 硕士, 主要从事减振降噪功能材料的研究工作。

性能的影响,约束阻尼结构参数见表 3, $\tan\delta$ -温度曲线见图 5。

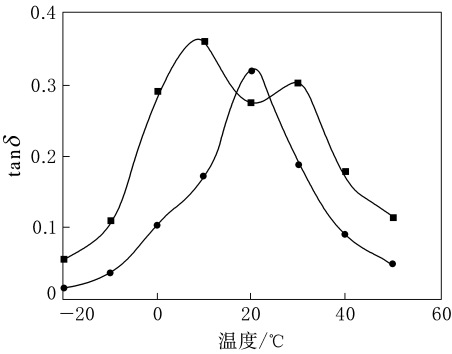
从图 5 可见,阻尼层厚度越大,约束结构阻尼性能越好,这不仅体现在 $\tan\delta$ 随阻尼层厚度的增大而增大,还体现在阻尼层更厚的阻尼结构在更大的温度范围内拥有较大的 $\tan\delta$ (0.2 以上)。这



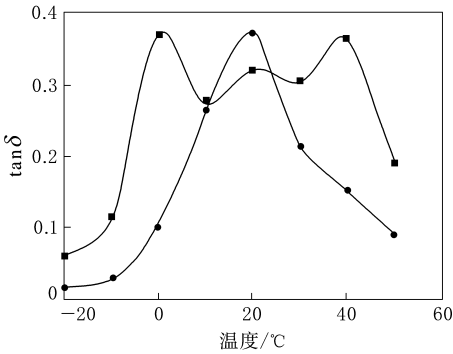
(a) C组



(b) D组



(c) E组



(d) F组

阻尼层厚度/mm:●—0.4;■—0.8。

图 5 不同阻尼层厚度的约束阻尼结构 $\tan\delta$ -温度曲线

是由于发生剪切运动时,阻尼层越厚,克服剪切力做功消耗的振动动能越多,因此减震作用更明显。

3.2.2 约束层

保持基板和阻尼层一致,研究约束层厚度和材质对约束结构阻尼性能的影响,约束阻尼结构参数见表 4, $\tan\delta$ -温度曲线见图 6。

从图 6 可见,当约束层越厚或约束层刚度越大时,试样拥有更高的 $\tan\delta$ 或更宽的高阻尼范围,即拥有更佳的阻尼性能。因为越厚或者刚度越大的约束层与阻尼层的弹性模量相差越大,构成的约束结构发生剪切运动时转变为热能和位能的能力越强,使复合结构的振动能量更多地转化为内能,达到更好的制振目的。

表 3 阻尼层影响测试时约束阻尼结构各部位厚度

结构部位	C 组		D 组		E 组		F 组	
基板(Fe)	0.7	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7
阻尼层	0.8	0.4	0.8	0.4	0.8	0.4	0.8	0.4
约束层	0.7 ¹⁾	0.7 ¹⁾	1.0 ¹⁾	1.0 ¹⁾	0.7 ²⁾	0.7 ²⁾	0.7 ²⁾	0.7 ²⁾

注:1)材质为 Fe;2)材质为 Al。

表 4 约束层影响测试时约束阻尼结构各部位厚度

结构部位	同材质不同厚度				同厚度不同材质			
	G 组		H 组		I 组		J 组	
基板(Fe)	0.7	0.7	1.0	1.0	0.7	0.7	0.7	0.7
阻尼层	0.8	0.8	0.4	0.4	0.8	0.8	0.4	0.4
约束层	0.7 ²⁾	1.0 ²⁾	0.7 ²⁾	1.0 ²⁾	0.7 ¹⁾	0.7 ²⁾	0.7 ¹⁾	0.7 ²⁾

注:同表 3。

3.2.3 基板

保持约束层和阻尼层相同,研究基板厚度对约束结构阻尼性能的影响,约束阻尼结构参数见表 5, $\tan\delta$ -温度曲线见图 7。

从图 7 可见,基板厚度越小,复合结构的阻尼

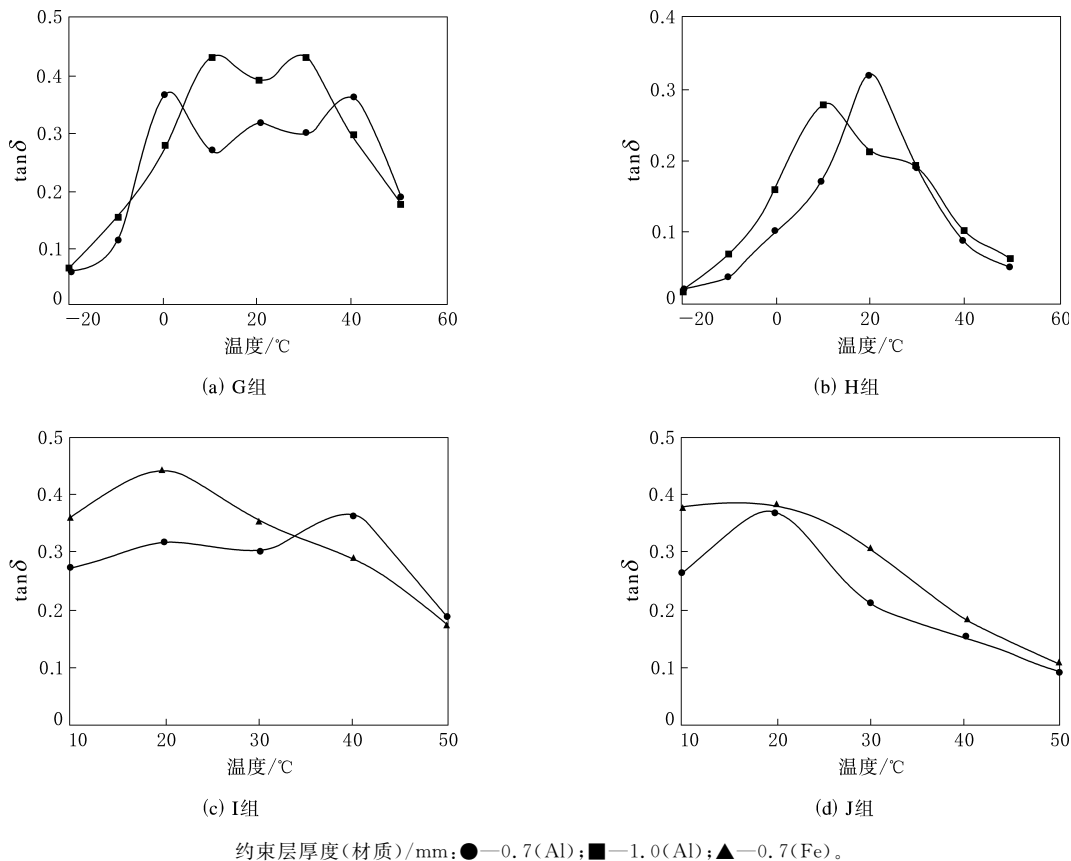


图 6 不同约束层厚度和材质的约束阻尼结构 $\tan\delta$ -温度曲线

表 5 基板影响测试时约束阻尼结构各部位厚度 mm

结构部位	K 组		L 组	
基板(Fe)	1.0	0.7	1.0	0.7
约束层	1.0 ¹⁾	1.0 ¹⁾	1.0 ²⁾	1.0 ²⁾

注:1)材质为 Fe,2)材质为 Al;阻尼层厚度为 0.8 mm。

性能越好。这是由于基板厚度越小,刚度也越小,一般而言,振动基板开始传递振动,刚度越小的基

板其振动能量越低,阻尼层和约束层能更好地减弱复合材料的振动,达到制振的目的。因此基板越薄,复合结构的制振效果越好。

4 结论

(1)由于约束层具有阻碍阻尼层运动、增大剪切运动能耗的作用,因此与自由阻尼结构相比,约

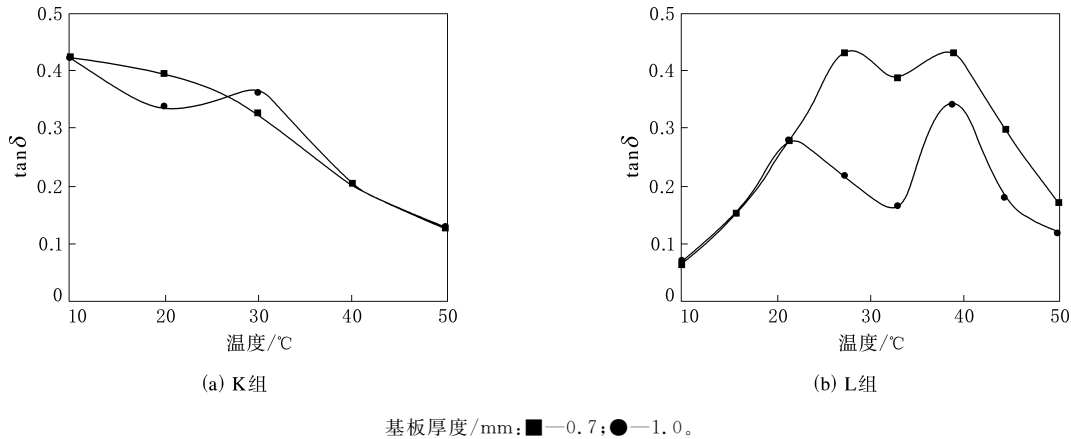


图 7 不同基层厚度的约束阻尼结构 $\tan\delta$ -温度曲线

束阻尼结构制振效果更好。

(2)基板、阻尼层、约束层均对约束结构阻尼性能有影响。基板越薄、阻尼层和约束层越厚,则刚度越高,阻尼性能越优异。

参考文献:

- [1] Byoung Sam Kim, Chang Heon Chi, Tae Keun Lee. A Study on Radial Directional Natural Frequency and Damping Ratio in Vehicle Tire[J]. Applied Acoustics, 2007, 68(5): 538-556.
- [2] 刘强,裴高林,米志安,等. 国内外约束阻尼带的粘结性能和阻尼性能研究[J]. 材料工程, 2010(1): 9-12.
- [3] 杨雪,王源升,朱金华,等. 多层粘弹阻尼复合结构阻尼性能的研究[J]. 海军工程大学学报, 2005, 17(2): 72-75.
- [4] Mehta C R, Tewari V K. Damping Characteristics of Seat Cushion Materials for Tractor Ride Comfort[J]. Journal of Terramchanics, 2010, 47(6): 401-406.

- [5] Mohan D Rao. Recent Applications of Viscoelastic Damping for Noise Control in Automobiles and Commercial Airplanes [J]. Journal of Sound and Vibration, 2003, 262(3): 457-474.
- [6] 陈冲,岳红,张慧军,等. 高分子阻尼材料的研究进展[J]. 中国胶粘剂, 2009, 18(10): 57-61.
- [7] 杨靖波,华旭刚,陈政清,等. 约束阻尼层在输电塔风振控制中的应用[J]. 振动工程学报, 2010, 23(4): 389-396.
- [8] Fan R P, Meng G, Yang J, et al. Experimental Study of the Effect of Viscoelastic Damping Materials on Noise and Vibration within Railway Vehicle[J]. Journal of Vibration, 2009, 319(1-2): 58-76.
- [9] Yamaguchi T, Kurosawa Y, Enomoto H. Damped Vibration Analysis Using Finite Element Method with Approximated with Approximated Model Damping for Automotive Double Walls with a Porous Material[J]. Journal of Sound and Vibration, 2009, 325(1-2): 436-450.
- [10] GB/T 18258—2000. 阻尼材料阻尼性能测试方法[S].

收稿日期: 2013-09-03

Effect of Damping Structure on Damping Property of Composite Structure

TAN Liang-hong, CHEN Hong, LUO Yi-ke, ZHANG Ya-xin, HUANG Lei, LI Guang-long

(Zhuzhou Times New Material Technology Co., Ltd, Zhuzhou 412007, China)

Abstract: The damping properties of free and constrained damping structures were comparatively investigated as well as the effects of substrate, damping layer and constraint layer on the damping properties of constrained structure. The results showed that the damping property of constrained structure was better than that of free structure. In the constrained structure, when the substrate was thinner, and the damping layer and constraint layer were thicker, the damping property was better.

Key words: composite structure; constrained damping; free damping; damping property

橡胶行业首个仲裁中心在青岛成立

中图分类号: TQ336.3 文献标志码: D

中国橡胶行业应对国际知识产权纠纷迈出重要步伐。2013年12月20日,全国橡胶行业首个调解仲裁中心——青岛仲裁委员会化工橡胶行业调解仲裁中心在青岛橡胶谷挂牌成立。今后业内企业若发生涉及专利等知识产权方面的纠纷,将可以直接通过橡胶行业调解仲裁中心,在短时间内完成仲裁,免去漫长的诉讼。

调解仲裁中心主要负责处理橡胶行业内贸易纠纷、知识产权纠纷、合同纠纷等企业日常经

营过程中产生的纠纷,同时协助仲裁委宣传仲裁制度。

近年来国际贸易摩擦愈演愈烈,橡胶行业国际间知识产权纠纷呈增多之势。以前碰到国际诉讼要到新加坡等地,今后则可以直接通过调解仲裁中心来进行。据介绍,调解仲裁作为除诉讼之外的最重要的法律调解机制,有着不可替代的重要作用。与其他行业相比,橡胶行业的调解仲裁具有明显的国际性特点,从国际角度看,仲裁裁决更容易被执行。

(摘自《中国化工报》,2013-12-23)