

Preparation and Properties of a Kind of Epoxy Constrained Damping Material

Zan Wu, Yan Qin, Zhi-xiong Huang, Dan Meng

School Of Materials Science and Engineering of Wuhan University of Technology, Wuhan, China

Email: jhwuzan@hotmail.com

Abstract: This paper prepare a kind of epoxy constrained damping material, and studied the modulus, damping layer, constrained layer of different material selection for the damping properties of system, Obtained when the damping layer modulus is small, the damping layer thickness is small, the damping effect is improved, and choice different constrained layer damping material is also have some effect for the structure.

Keywords: damping; constrained damping; loss factor; insertion loss

一种环氧基约束阻尼材料的制备和性能研究

吴赞, 秦岩, 黄志雄, 孟丹

武汉理工大学材料学院, 武汉, 中国, 430070

Email: jhwuzan@hotmail.com

摘要: 本文制备一种环氧基约束阻尼材料, 并研究了模量, 阻尼层厚度, 不同约束层材料的选择等因素对体系阻尼性能的影响, 得出当阻尼层材料模量较小时, 阻尼层厚度较小时, 阻尼效果较好, 同时不同的约束层材料的选择对约束阻尼结构的阻尼性能也有一定的影响。

关键词: 阻尼; 约束阻尼; 损耗因子; 插入损失

1 引言

阻尼材料由于具有变形耗能的性质,被广泛应用于现代航空、航天、航海、交通运输、大型机械等领域控制宽频带随机噪声激励产生的振动和噪声。但是大多数粘弹性材料的弹性模量很低,它们不能直接成为工程中的结构材料,因此必须将它们粘附于需要作减振降噪处理的构件上组成阻尼复合结构,才能发挥减振降噪的作用^[1]。复合结构的基本类型有自由阻尼和约束阻尼两种,因此派生出工程上所说的自由阻尼材料和约束阻尼材料。约束阻尼材料由于振动时发生剪切变形而具有更大的结构损耗,因而在振动与噪声控制工程中得到了越来越广泛的应用^[2]。本文制备了环氧基约束阻尼复合材料,并对体系的阻尼性能进行了研究。

2 试样的制备及测试

基金项目: The Natural Science Foundation of China (No.50772083); CHINA-JAPAN Cooperation programs (No. 2010DFA51270)

2.1 试样的制备

2.1.1 实验材料

双酚 A 型液体环氧树脂/CYD-127, 多乙烯多胺(分析纯), 标准钢片 220mm×10mm×(1, 2, 3, 4) mm。铝片 220mm×10mm×1 mm。

2.1.2 阻尼层的制备

以环氧树脂为基体, 加入多乙烯多胺, 搅拌均匀后, 进行抽真空去气泡, 然后浇注成型, 固化条件: 室温固化 4H, 80°C 2H, 然后静置备用。阻尼层样条规格 220mm×10mm×(1, 2, 3, 4) mm。

2.1.3 约束阻尼复合材料的制备

在环氧阻尼材料样条的上下表面用环氧粘接剂分别与经过去油去锈的标准钢片, 铝片粘结。然后固化, 静置备用^[3]。

2.2 试样的测试

试样测试采用北京东方振动和噪声技术研究所研

制的 DASP 测试软件进行测试，执行标准 GB/T 16406-1996。

3 实验结果及分析

3.1 阻尼层厚度变化对体系阻尼性能的影响

在此实验中约束层和基层材料选择为钢片厚度固定为 2mm，阻尼层厚度分别为 1, 2, 3, 4mm，分别记为试样 A, B, C, D。经过振动梁法进行测试分析。

3.1.1 损耗因子分析

试样 A, B, C, D 的振动梁法测试得到的实验图谱如下图 1, 2, 3, 4 所示。

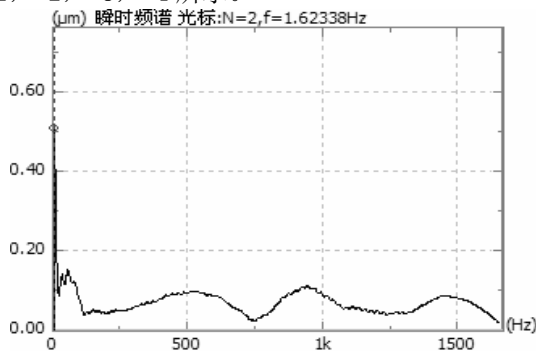


图 1. 阻尼层厚度为 1mm 时的振动图谱

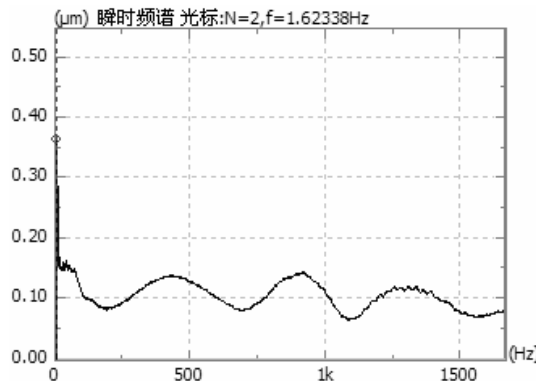


图 2. 阻尼层厚度为 2mm 时的振动图谱

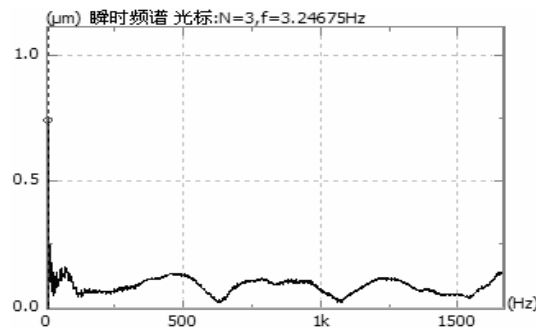


图 3. 阻尼层厚度为 3mm 时的振动图谱

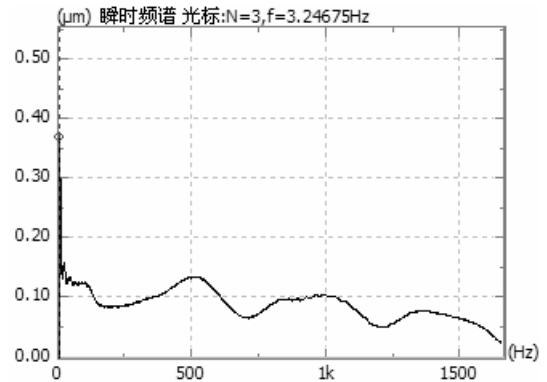


图 4. 阻尼层厚度为 4mm 时的振动图谱

通过 DASP 分析软件中的阻尼分析模块对上面 4 个图谱进行分析，运用频带整体阻尼的方法计算能够得到试样 A, B, C, D 的前 3 阶模态损耗因子，实验结果如下图 5 所示。

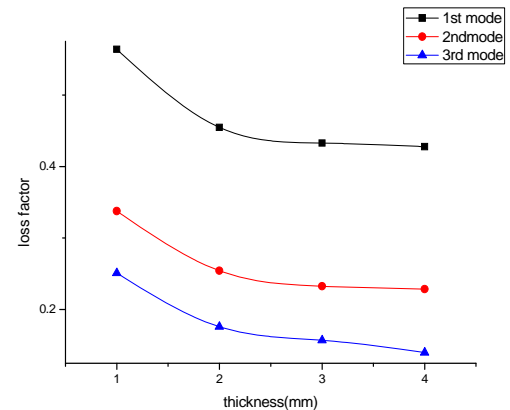


图 5. 不同阻尼层厚度材料的各阶厚度-损耗因子图谱

由图 5 可知随着阻尼层材料厚度的增加，体系损耗因子反而减小，笔者认为这是由于阻尼材料本身的模量较小，材料比较软，因此在材料厚度较小时，在体系受到外力作用时发生的剪切变形较大，因此阻尼能力较强，整个体系的阻尼效果也较好，即是损耗因子在阻尼层厚度较小时比阻尼层厚度较大时要大^[4,5]。

3.1.2 插入损失分析

通过 DASP 分析软件中的传递函数分析模块进行分析可知，当阻尼层厚度为 1mm 时，体系整体插入损失峰值能够达到近 -20dB，且整体平均插入损失都在 -15dB 以下，整体阻尼能力较强，随着阻尼层厚度的增加，由体系整体插入损失曲线可知，插入损失峰值在降低，而且整体平均插入损失也在降低，由此可见，随着阻尼层厚度的增加，体系的整体阻尼性能在下降，这与前面的测试结果相一致。

3.2 不同约束层材料对体系阻尼性能的影响

结合实验 3.1.1, 我们选择约束层材料为铝片, 尺寸为 220mm×10mm×2mm, 基层材料仍为钢片, 尺寸为 220mm×10mm×2mm, 记为试样 E, 通过振动梁法进行测试, 得到的实验结果, 试样 E 和前面试样 B 进行比较, 试样 E 和试样 B 进行比较, 考察约束层材料的变化对体系阻尼性能的影响。

根据振动梁法测试的实验图谱, 我们依据 DASP 分析软件中的阻尼分析模块计算得到试样 E,B 的前 3 阶损耗因子如下表 1 所示。

表 1. 试样 A. I 前 3 阶损耗因子

模态	A	I
1 阶	0.5688	0.4765
2 阶	0.3429	0.2874
3 阶	0.2658	0.1884

由上表可知, 当约束层材料分别选择为钢片和铝片时, 试样 B 和 E 的前 3 阶损耗因子呈现吃的趋势是选择钢片做约束层时的前 3 阶损耗因子比选择铝片做约束层时对应的各阶损耗因子都要大。

4 实验结论

通过上述实验得到结论有:

(1) 约束阻尼结构的阻尼性能和阻尼层的模量和厚度息息相关, 当阻尼层材料模量较小时, 阻尼层厚度较小时, 材料会产生较大的剪切变形, 因此在一定范围内, 会比相对较厚的相同材料具有更好的阻尼性能。

(2) 当选择钢片作为约束层材料时, 约束阻尼材料整体前 3 阶损耗因子比选择铝片作为约束层材料时

对应的各阶损耗因子要大, 具体原因应该这是由于钢片和铝片材料本身的差异有关, 在约束阻尼材料的设计中, 我们一般应保证阻尼层材料和基层, 约束层材料的自身阻尼能力差异越大越好, 这样对整个体系的阻尼性能的提升能有一定的作用。

References (参考文献)

- [1] ZHANG Zhong-ming, LIU Hong-zhao, WANG Jing-cheng, YANG Gen-cang. Damping of materials and progress in the damping materials. [J] JOURNAL OF FUNCTIONAL MATERIALS. 2001, 32(3):227-230.
张忠明, 刘宏昭, 王锦程, 杨根仓. 材料阻尼及阻尼材料的研究进展 [J]. 功能材料, 2001, 32(3):227-230.
- [2] ZHANG Ren-de, ZHAO Jun-liang. Damping Material of Reducing Vibration and Noise and it's Application [J]. Shanghai Metals. 2002, 24(2):18-2
张人德, 赵钧良. 减振降噪阻尼材料及其应用 [J]. 上海金属, 2002, 24(2):18-2
- [3] YANG Xue, WANG Yuan-sheng, ZHU Jin-hua, YU Hong-wei. Study on damping properties of damping structures with multi-layer viscoelastic materials. [J]. JOURNAL OF NAVAL UNIVERSITY OF ENGINEERING. 2005, 17(2): 72 - 74.
杨雪, 王源升, 朱金华, 余红伟. 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 - 74.
- [4] wang Hui-cai, ZHAO De-you. Dynamic analysis and experiment of viscoelastic damped sandwich plate. Journal of Ship Mechanics. 2005, 9(4):110-118.
王慧彩, 赵德有. 粘弹性阻尼夹层板动力特性分析及其试验研究. 船舶力学, 2005, 9(4):110-118
- [5] ZHANG Hai-yan. Structural dynamic characteristics of composite plates. Master Thesis, Wuhan University of Technology. 2005
张海燕. 复合夹板结构动力特性研究. 武汉理工大学硕士学位论文, 2005