

玻纤增强铅网/橡胶复合材料的阻尼性能

吕丽² 王进¹ 彭立群¹ 白书欣² 张虹² 肖加余² 杨军¹

1. 株洲新时代材料科技股份有限公司, 湖南株洲, 412007

2. 国防科学技术大学航天与材料工程学院, 湖南长沙, 410073

关键词: 玻纤增强铅网 阻尼 损耗因子 减振

利用粘弹类材料的阻尼特性将振动能转化为热能耗散^[1,2], 从而减小振动的影响是一种简便、有效的控制振动和降低噪音的措施。铅是减振阻尼性能最好的金属之一, 并能很好地和橡胶复合。将铅与玻璃纤维复合, 再将这种复合丝与橡胶复合, 制成三维复合结构材料, 不仅可以保持粘弹基体的阻尼特性, 而且可以大幅度提高复合材料的刚度。由图 1 中橡胶 (NR)、铅丝、玻纤增强铅丝和玻纤增强铅丝/NR 的损耗因子随频率的变化, 可见, 玻纤增强铅丝/NR 的损耗因子高于纯 NR 橡胶。本文在上述研究基础上, 考察了不同试验条件下, 玻纤增强铅网/NBR 橡胶复合材料的阻尼性能。

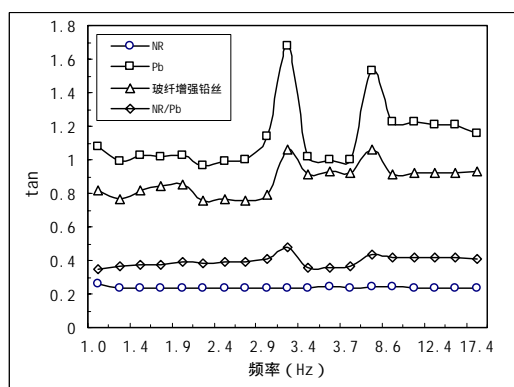


图 1 玻纤增强铅网/NR 复合材料的 DMTA 曲线

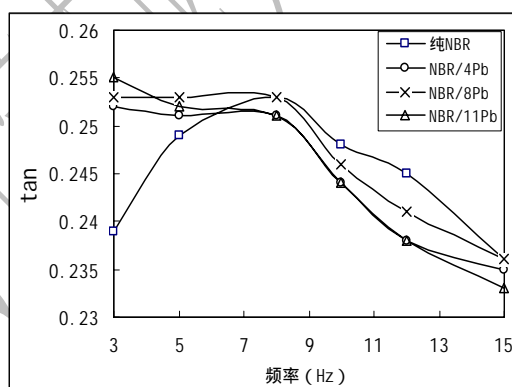


图 2 玻纤增强铅网/NBR 复合材料的损耗因子-频率曲线

图 2 是试验方向垂直于 Pb 网铺层的不同铺层数玻纤增强铅网/NBR 复合材料的损耗因子。相同频率条件下, 复合材料的损耗因子随玻纤增强铅网铺层数的增加呈现出不同的变化趋势。频率低于 5Hz 时, 复合材料的损耗因子随玻纤增强铅网铺层数的增加有增加的趋势, 并且铺层数继续增加, 损耗因子也几乎不变。而频率高于 8Hz 时, 复合材料的损耗因子随玻纤增强铅网铺层数的增加有下降的趋势。表明, 低频条件下, 玻纤增强铅网铺层数在 4-8 层时, 复合材料有较好的阻尼性能。这可能由于 Pb 网的加入带来了两种结果: 一方面, 随着增强相 (层数) 的增加, 在橡胶基体中引入了更多的能耗机制, 阻尼损耗必然增大, 称为正效应; 而另一方面, 增强相的增加使材料刚度相应地增大, 相同载荷引起的变形量减小, 能耗随之减少, 即产生了负效应。两种作用竞争的结果使得材料的刚度增达到一定程度时, 负效应超过正效应, 表现为阻尼性能下降。

图 3 是振动台上试验方向垂直和平行于 Pb 网铺层的玻纤增强铅网/NBR 复合材料的损耗

因子。当试验方向垂直于铅网铺层时,随配重的增加,纯 NBR 和复合材料的损耗因子先减小,在配重为 90kg 时达到极小值,而后又逐渐增大,配重超过 115.8kg 后基本保持不变。相同配重条件下,随铅网铺层数的增加,损耗因子逐渐增大。当试验方向平行于铅网铺层时,随配重的增加,损耗因子逐渐增大,并且配重大于 90kg 后,损耗因子显著高于试验方向垂直于铅网铺层的情况。表明,当铅网的铺层方向与作用方向平行时,复合材料的阻尼性能优于铺层方向与作用方向垂直的情况。

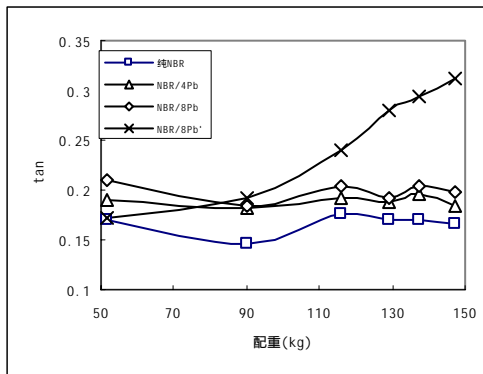


表 1 玻纤增强铅网/NBR 复合材料的损耗因子

配重 (kg)	纯 NBR	NBR/4Pb	NBR/8Pb	NBR/8Pb'
147.25	0.165	0.185	0.197	0.312
137.5	0.17	0.195	0.204	0.294
129.1	0.169	0.189	0.192	0.279
115.8	0.176	0.191	0.203	0.241
90	0.146	0.183	0.184	0.191
51.67	0.169	0.19	0.211	0.173

图 3 玻纤增强铅网/NBR 复合材料的损耗因子-配重曲线

注: NBR/8Pb' 为试验方向平行于铅网铺层方向

参考文献

- [1] 戴德沛. 阻尼减振降噪技术[M], 西安交通大学出版社, 1986: 48-61
 [2] 李伟洲, 张培强, 阮剑华. 低温下纤维增强复合材料阻尼的若干影响因素, 中国科学技术大学学报, 2000, V30(4): 393-400

Study on Damping Properties of GF Reinforced Lead/Rubber Composite

Lv Li² Wang Jin¹ Peng Liqun¹ Bai Shuxin² Zhang Hong² Xiao Jiayu² Yang Jun¹

1. Zhuzhou Times New Material Technology Co. Ltd., Hunan Zhuzhou, 412007

2. National University of Defense Technology, Hunan Changsha, 410073

Abstract: The damping properties of glass fiber reinforced lead/rubber composite were studied. Compared with NBR rubber, at the same frequency, the loss factor was changed differently with different layer number of GF reinforced lead. The loss factor of composite increased with increasing layer number at the frequency lower than 5Hz. While the loss factor decreased with increasing layer number at the frequency higher than 8Hz. The results indicated the composite had better damping property at the layer number between 4~8 and at the lower frequency. Increasing mass of load in the direction vertical to the lead layer, the loss factor increased first, reaching maximum at the mass of 90kg, and then decreased. At the same mass of load, the loss factor increased with increasing layer number of GF reinforced lead. Increasing mass of load in the direction parallel to the lead layer, the loss factor increased remarkably.

Keywords: glass fiber reinforced lead, damp, loss factor, vibration control