

轨道阻尼垫板的研制

李 聪, 吴彩云, 张喜亮, 吴驰飞

(华东理工大学 材料科学与工程学院 高分子合金研究室, 上海 200237)

摘要: 在保证满足 HG1 1281 80 标准的前提下, 在传统橡胶垫板中添加适量的石油树脂, 对其阻尼性能进行了改善。在一宽广的温度范围内通过 DMA 分析, 发现阻尼垫板较传统橡胶垫板具有更高的损耗因子。因此, 该垫板有望成为新型的高阻尼橡胶垫板, 达到减振降噪的目的。

关键词: 阻尼垫板; 损耗因子; 噪声

现代铁路正朝着高速度、高密度、重载荷的方向发展, 这必然需要铁路具有良好的稳定性和合理的线路弹性。由于橡胶垫板具有良好的高弹性, 可以提供轨道结构中所必需的缓冲、减振、绝缘等功能, 从而成为铁路轨道中必不可少的部件。

由于要在一定振幅和交变频率载荷下工作, 橡胶垫板的动态力学性能就变得格外重要了。而损耗因子是材料动态力学性能的一个非常重要的性能指标。它反映了应变相对于应力的滞后程度。损耗因子越大, 材料的阻尼性能越好, 越有可能实现减振降噪, 缓冲轮轨应力。但是, 铁道部目前还没有这样一项指标来评测橡胶垫板的动态力学性能。因此, 我们提出了阻尼垫板这一概念, 希望能够在满足 HG1 1281 80 标准的前提下, 通过提升垫板材料的损耗因子来实现减振降噪的目的。

1 实验

1.1 原材料与实验配方

橡胶垫板常用的橡胶有天然橡胶、丁苯橡胶、顺丁橡胶、氯丁橡胶。综合各种情况, 我们选择了性能较好、价格便宜的丁苯橡胶作为主体材料, 适当并用少量的天然橡胶。按照 HG1 1281 80 标准要求, 工作电阻要 $\geq 10^6 \Omega$, 如果添加炭黑, 橡胶垫板在力学性能提高的同时会导致工作电阻下降, 因此可以用白炭黑替代部分炭黑, 在补强的同时还可以减缓电阻的下降。相比炭黑而言, 白炭

黑表面积更高, 粒子更细。表面积大则活性高, 硫化胶的拉伸强度、撕裂强度、耐磨性能也会高。

另一方面, 由于白炭黑表面含有大量硅醇基团, 使填料之间相互作用增强, 导致白炭黑在橡胶中的分散不如炭黑, 致使硫化胶定伸应力下降, 邵氏硬度大幅度提高。因此, 要加入少量的硅烷偶联剂, 增加白炭黑与基体的相互作用, 减少白炭黑之间的团聚, 从而提高白炭黑填充胶的物理性能。按照 HG1 1281 80 标准要求, 200%定伸应力 $\geq 9.5 \text{ MPa}$, 邵氏硬度在 72~82 之间。因此, 白炭黑和炭黑的配比有个合适的比例。笔者通过大量试验发现, 当炭黑 N330 和白炭黑的比例在 60:40 左右时, 材料具有较好的综合性能。

硫化体系我们选择主促进剂 DM、副促进剂 TMTD 的 AA 型并用体系。特点是硫化开始前, 促进剂的性能相互抑制, 改善胶料焦烧性能, 但在硫化温度下, 仍可发挥快速硫化作用。

添加石油树脂到橡胶基体中可以提高整个体系的阻尼性能, 并使损耗因子的峰值向高温方向移动。不同牌号、不同软化点的石油树脂对整个体系阻尼性能的改善也不相同。为此, 我们选择 E1102(上海金森化学公司)和 P140(Arakawa Chemical Industries)两种石油树脂, 比较对整个垫板体系性能的影响。具体配方见表 1。

1.2 试样制备

在双辊开炼机上将橡胶基体、填充体系、补强体系依次加入, 混炼均匀, 再加入硫化体系继续混

炼 3min, 下片。混炼好的胶料采用 MDR2000 型硫化仪测定正硫化时间, 并据此在 50t 电热硫化机上于 10MPa×150℃硫化条件下硫化。

表 1 两种石油树脂橡胶垫板配方

编 号	1	2
天然橡胶(NR)	20	20
丁苯橡胶(SBR)	80	80
氧化锌(ZnO)	5	5
硬脂酸	2	2
防老剂 4010	2	2
促进剂 DM	2	2
促进剂 TM TD	0.1	0.1
P140	0	20
E1102	20	0
硫黄	2.5	2.5
硅烷偶联剂	2.5	2.5
炭黑 N330	60	60
白炭黑	40	40

1.3 实验方法

拉伸性能按 GB/T 528 1998 测定。动态力学性能通过动态力学分析仪 DMA, 在 11Hz 下改变温度获得。

2 结果与讨论

图 1 所示为普通垫板与阻尼垫板的损耗因子 tan δ 在 11Hz 时随温度变化的比较。由图可知, 在一宽广的温度范围内, 2 号的损耗因子明显高于普通垫板, 而 1 号未达到这种效果。石油树脂软化点越高, 损耗因子的峰值则越向高温方向偏移。2 号使用的石油树脂是 P140, 其软化点为 140℃, 而 1 号使用的石油树脂是 E1102, 其软化点为 100℃, 所以 2 号损耗因子的峰值相比 1 号向更高的温度方向偏移, 也致使了损耗因子在 40~70℃的宽广温度范围内高于普通垫板。

2 号其它的性能测试结果见表 2。

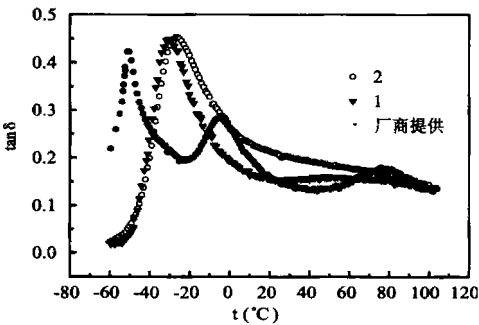


图 1 11Hz 时 1 号、2 号阻尼垫板与普通垫板的 tan δ

表 2 2 号阻尼垫板的其它性能

性能	数值
拉伸强度/MPa	15.12
扯裂伸长率/%	282.2
200%定伸应力/M Pa	11.1
邵氏 A 型硬度 /度	72
体积电阻/Ω	3.2×10 ⁶

上表的各项指标均已达到了 HG11281-80 标准的规定要求。

3 结论

在传统橡胶垫板配方的基础上, 添加适量的石油树脂, 使其在满足基本力学性能的前提下, 可以进一步提高阻尼性能, 有望研制出新型的高阻尼橡胶垫板, 达到更佳的减振降噪效果。

参考文献: 略

RCD- II 型

橡 胶 炭 黑 分 散 度 测 定 仪

北京万汇一方科技发展有限公司 橡胶技术部

电话: 010 68049822 68040705

传真: 010 68016773

E-mail: info@rubberinfo.com.cn