

NR/环氧化天然橡胶共混物的动态力学性能^{*}

赵旭升

(中国科学院广州化学研究所 510650)

贾德民 罗远芳 牛于华 傅伟文

(华南理工大学材料学院, 广州 510641)

摘要 研究了 NR/环氧化天然橡胶(ENR)共混物的动态力学性能。结果表明,在共混物中加入酚醛树脂后,仍只有两个动态力学损耗峰 $\tan \delta$ (分别对应着 T_{g1} 和 T_{g2})。随着树脂用量的增大(0~15份), T_{g1} 基本不变, T_{g2} 逐渐向高温方向移动; T_{g1} 对应的 $\tan \delta$ 峰值减小, T_{g2} 对应的 $\tan \delta$ 峰值则逐渐增大。因此, $\tan \delta$ 的大小和位置可以通过共混体系中树脂的并用量来调节,从而可获得湿抓着性能好、滚动阻力低的新型 NR/ENR 胎面材料。

关键词 环氧化天然橡胶, 动态力学性能, 湿抓着性, 滚动阻力, 胎面

同 NR 相比,环氧化天然橡胶(ENR)具有许多独特的性能,如耐油性好、湿抓着性优良、滚动阻力小等^[1]。许多专利报道,ENR 应用于轮胎胎面胶中,可以在不牺牲胎面耐磨性能的情况下,减小轮胎行驶时的滚动阻力,提高湿抓着性能。

本工作以动态力学分析(DMA)为主要研究手段,研究了 NR/ENR 共混物的滚动阻力和湿抓着性能。

1 实验

1.1 原材料

NR, 1[#] 标准胶,泰国产; ENR, 华南热带产品设计加工研究所提供; 酚醛树脂, 广州团结橡胶厂提供; 其它配合剂均为橡胶工业常用助剂。

1.2 配方

NR 80; ENR 20; 树脂 变量; 氧化锌 4; 硬脂酸 2; 防老剂 1.2; 促进剂 1.2; 炭黑 50; 芳烃油 10; 硫磺 2。

1.3 试样制备

先将 ENR 薄通数次,再同塑炼后的 NR 在 $\Phi 160$ mm 开炼机上混炼,并在混炼中期加入树脂,混炼均匀后按常规顺序加入其它配合剂。混炼胶用国产 IH-II 型硫化仪测定正硫化时间(t_{90}),用 25t 平板硫化机硫化试样,停放过夜

后进行测试。

1.4 测试

DMA 测试采用美国 Universal V1.7F TA Instruments 动态力学分析仪进行,测试条件:频率为 10 Hz, 温度为 $-100 \sim 150$ °C, 升温速率为 3 °C \cdot min⁻¹, 采用拉伸夹具。滚动阻力采用登录普旋转功率损耗仪测定,频率为 7 Hz, 负荷恒定为 15 kg, 以开机 30 min 后的滚动阻力表示。湿摩擦因数的测定采用江苏沭阳县公路工程仪器厂生产的摆式摩擦因数仪,摩擦路面为柏油砖,上面均匀洒水。

2 结果与讨论

2.1 树脂用量对共混物动态力学性能的影响

树脂用量对 NR/ENR 共混物 DMA 谱图的影响如图 1 所示。

由图 1 可见, NR/ENR (曲线 a) 有两个玻璃化转变温度(T_{g1} 和 T_{g2}), 其中 T_{g1} 为 -47.45 °C, 此为组分中 NR 的玻璃化转变温度; T_{g2} 为 -7.72 °C, 此为组分中 ENR 的玻璃化转变温度。由于加入炭黑的缘故, T_{g1} 和 T_{g2} 比 NR 和 ENR 非填充胶的 T_g 均有所上升。从共混物具有两个 T_g 可以得出, NR/ENR 体系的相容性较差。加入树脂(5~15份)后, 三组分共混物仍然只有两个玻璃化转变温度, 说明树脂不形成单独的一相, 而是分布在 ENR 或 NR 中, 并与之发生作用。

图 2 所示为树脂用量对共混物 T_g 的影响。

^{*}教育部博士点基金和广东省自然科学基金资助项目。

作者简介 赵旭升,男,33岁。博士,助理研究员。在《橡胶工业》、《合成橡胶工业》等杂志上发表论文 5 篇。

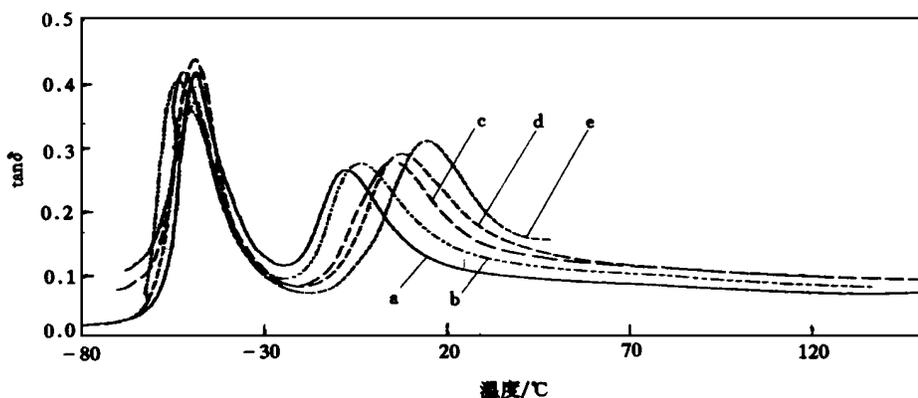


图1 NR/ENR 共混物的 DMA 谱图

树脂用量: a-0 份; b-5 份; c-7.5 份; d-10 份; e-15 份

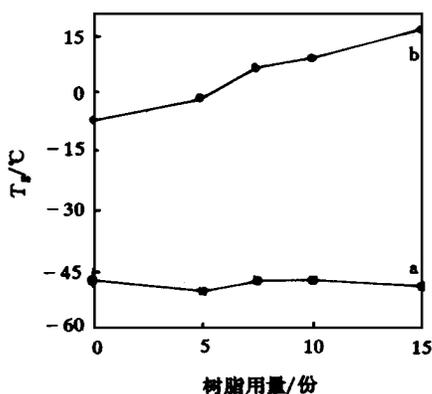


图2 树脂用量对共混物 T_g 的影响

a- T_{g1} ; b- T_{g2}

由图2可见,随着树脂用量的增大, T_{g1} 近似不变(曲线 a), 而 T_{g2} 明显向高温方向移动(曲线 b), 说明树脂主要同 ENR 发生作用, 使其玻璃化转变温度逐渐升高。

图3所示为树脂用量对共混物 T_{g1} 和 T_{g2} 时 $\tan \delta$ 峰值的影响。

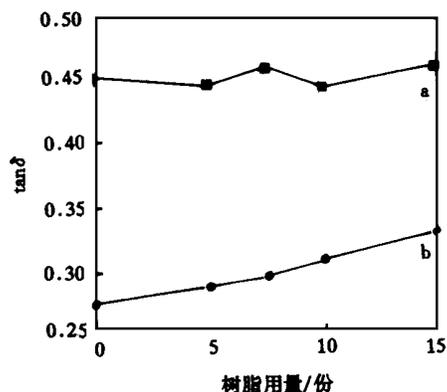


图3 树脂用量对 T_g 时 $\tan \delta$ 峰值的影响

a- T_{g1} 时 $\tan \delta$ 峰值; b- T_{g2} 时 $\tan \delta$ 峰值

由图3可见, T_{g1} 时 $\tan \delta$ 的峰值有点起伏变

化(曲线 a); T_{g2} 时 $\tan \delta$ 峰值逐渐增大(曲线 b), 说明树脂不仅使 T_{g2} 升高, 同时使其 $\tan \delta$ 峰值也相应增大。由此可以推测, 树脂主要分布在 ENR 相中, 与 ENR 发生反应, 而对 T_{g1} 及其 $\tan \delta$ 峰值影响不大。

通常, 以 1~110 Hz 下 0 °C 附近的 $\tan \delta$ 值预测胶料的湿抓着性能, 相同频率下 50~80 °C 时的 $\tan \delta$ 预测胶料的滚动阻力^[2]。在本工作的实验条件下, 以 10 Hz, 0 和 65 °C 下的 $\tan \delta$ 值分别表征胶料的湿抓着性能和滚动阻力^[3,4]。图4所示为树脂用量对 NR/ENR 共混物不同温度下 $\tan \delta$ 的影响。

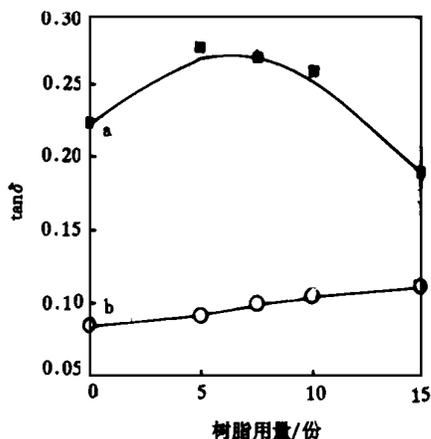


图4 树脂用量对 NR/ENR 共混物不同

温度下 $\tan \delta$ 的影响

a-0 °C; b-65 °C

由图4可见, 0 °C 时 $\tan \delta$ 值开始上升, 随后下降; 65 °C 时 $\tan \delta$ 值增幅很小, 可认为基本不变。即是说, 选择适当的树脂用量时, 共混胶的抗湿滑性可以明显提高, 而滚动阻力变化不大。以上分析说明, 在 NR/ENR 共混物中加入适量

的树脂,可以明显改善胶料的湿抓着性能,而滚动阻力则可以维持基本不变。特别是共混胶在不同温度下的 $\tan \delta$ 值可以通过改变树脂的用量进行调节,使其 0°C 附近的 $\tan \delta$ 较大,而 65°C 附近的 $\tan \delta$ 较小,从而得到湿抓着性能好、滚动阻力小的橡胶材料。

2.2 滚动阻力和湿摩擦因数的测定

表 1 所示为 NR/ENR 共混物滚动阻力(以滚动能量损失表征)和湿摩擦因数的直接测定结果,其中胎面胶为轮胎厂提供的共混胶。

表 1 现有胎面胶和 NR/ENR 共混物的滚动阻力及湿摩擦系数比较

胶 料	滚动能量损失/($\text{J}\cdot\text{r}^{-1}$)	湿摩擦因数	
		测定值	相对比例/%
现有胎面胶	2.43	0.094	100
NR/ENR/树脂			
80/20/0	1.80	0.100	117
80/20/5	2.43	0.120	128
80/20/15	—	—	—

由表 1 可见,同现有胎面胶相比, NR/ENR 共混物的滚动阻力基本未变(甚至有所降低),而抗湿滑性能提高 $17\% \sim 28\%$ 。这一结论进一步验证了前面的 DMA 分析结果。

3 结 论

(1) NR/ENR/树脂体系只有两个 $\tan \delta$ 峰 (T_{g1} 和 T_{g2}), 其中 T_{g2} 时 $\tan \delta$ 峰值大小随 ENR 并用量的增大而增大,其位置 (T_g) 随树脂并用量的增大向高温方向移动。

(2) 通过控制共混物中酚醛树脂的用量,可以调节共混胶在 0°C 及 65°C 附近的 $\tan \delta$ 大小,从而得到湿抓着性能好、滚动阻力较小的胎面橡胶材料。

致谢 北京橡胶工业研究设计院协助进行滚动阻力和湿摩擦因数的测定,博士生宁凯军参加了部分工作,特此谨致谢忱!

参 考 文 献

- 1 Baker C S L, Gelling I R, Newell R. Epoxidized natural rubber. *Rubber Chem and Technol.*, 1985, 58(1): 67
- 2 Nordsiek K H. The "integral rubber" concept—an approach to an ideal tire tread rubber. *Kauts. Gummi. Kunst.*, 1985 38(3): 178
- 3 赵旭升, 贾德民, 罗远芳, 等. NR/NBR 共混物的动态性能研究. *橡胶工业*, 1999, 46(2): 75~77
- 4 赵旭升. 高性能轮胎用橡胶共混物的研究.[学位论文]. 广州: 华南理工大学, 1998

收稿日期 1999-03-05

Study on Dynamic Mechanical Properties of NR/ENR Blends

Zhao Xusheng

(Guangzhou Institute of Chemistry, Chinese Academy of Sciences 510650)

Jia Demin, Luo Yuanfang, Niu Yuhua and Fu Weiwen

(South China University of Technology, Guangzhou 510641)

Abstract The dynamic mechanical properties of NR/ENR blends were investigated. The results showed that there were only two dynamic loss ($\tan \delta$) peaks (T_{g1} , T_{g2}) for the NR/ENR blend with the addition of resin; T_{g1} changed little and T_{g2} shifted gradually to the high temperature region, the $\tan \delta$ peak value corresponding T_{g1} reduced and the $\tan \delta$ peak value corresponding T_{g2} increased gradually as the resin level increased (from 0 ~ 15 phr). Therefore, the $\tan \delta$ value and location could be adjusted by resin level to obtain a new NR/ENR tread with good wet hold and low rolling resistance.

Keywords ENR, dynamic mechanical property, wet hold, rolling resistance, tread

启事 编辑部尚有剩余《1999 年中国轮胎市场研讨会论文集》出售。每本收工本费 200 元,有需要者请与张川同志联系,电话: (010)68156717。