

# NR/NBR 共混物动态力学性能研究

赵旭升 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** 对 NR/NBR 共混物的动态力学性能进行了研究。结果表明, 加入改性剂 A 后, 共混物在两个玻璃化温度 ( $T_{g1}$ ,  $T_{g2}$ ) 下有两个动态力学损耗因子 ( $\tan \delta$ ) 峰。随着体系中改性剂 A 用量的增大 (5~20 份),  $T_{g1}$  基本不变, 其对应的  $\tan \delta$  峰值下降;  $T_{g2}$  则向高温方向移动, 其对应的  $\tan \delta$  峰值增大。因此,  $\tan \delta$  的大小和位置 ( $T_{g2}$ ) 可以通过控制共混物各组分的用量来调节, 从而获得抗湿滑性能好、滚动阻力低的材料。

**关键词** NR, NBR, 共混物, 动态力学性能, 抗湿滑性, 滚动阻力

NR 与 NBR 是两种极性差异显著的聚合物, 二者之间的相容性也较差。目前有关 NR/NBR 共混体系及其动态力学性能研究的报道较少。Sattelmeyer<sup>[1,2]</sup> 近年把 NBR 和少量酚醛树脂同时加入轮胎胎面胶中, 发现同传统胎面胶相比, 这样可以明显提高胶料 0 °C 附近的力学损耗因子 ( $\tan \delta$ ) 而 60 °C 附近的损耗因子变化不大, 从而较大地提高了胎面胶的抗湿滑性, 同时保持轮胎的滚动阻力基本不变。

本工作着重研究了 NR/NBR 共混物中橡胶并用比及改性剂用量对共混物动态力学性能的影响。

## 1 实验

### 1.1 原材料

NR, 1<sup>#</sup> 标准胶, 泰国产品; NBR, 牌号 N41, 日本瑞翁公司产品; 改性剂 A, 一种能与 NR 和 NBR 发生反应的改性酚醛树脂低聚物; 其它配合剂均为橡胶工业常用助剂。

### 1.2 配方

NR+NBR 100; 树脂 变量; 氧化锌 4; 硬脂酸 2; 防老剂 4010NA 2; 促进剂 CZ 1.2; 炭黑 N330 50; 芳烃油 10; 硫黄 2.2。

### 1.3 试样制备及测试

共混物的混炼工艺为: NBR 薄通 20 次, 再同塑炼后的 NR 在  $\Phi 160$  mm 开炼机上混炼, 并在混炼中期加入改性剂 A, 然后按常规顺序加入其它配合剂。

所有混炼胶都用国产 LH-II 型硫化仪测出正硫化时间 ( $t_{90}$ ), 用 25 t 平板硫化机硫化试样 (硫化条件为: 143 °C  $\times$   $t_{90}$ )。动态力学分析 (DMA) 采用美国产 Universal V1.7F TA Instruments 动态力学分析及拉伸夹具, 测定条件为: 频率 10 Hz, 温度 -100 ~ 150 °C, 升温速率 3 °C  $\cdot$  min<sup>-1</sup>。

## 2 结果与讨论

### 2.1 并用比对共混物动态力学性能的影响

图 1 和 2 分别为 NR 和 NBR 硫化胶的 DMA 谱图。

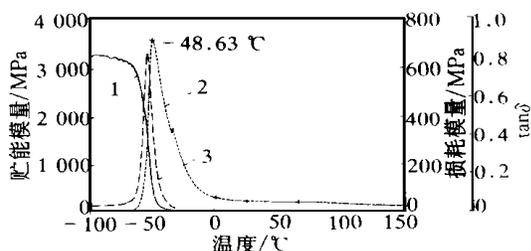


图 1 NR 硫化胶的 DMA 谱图

1—贮能模量, 2— $\tan \delta$  3—损耗模量

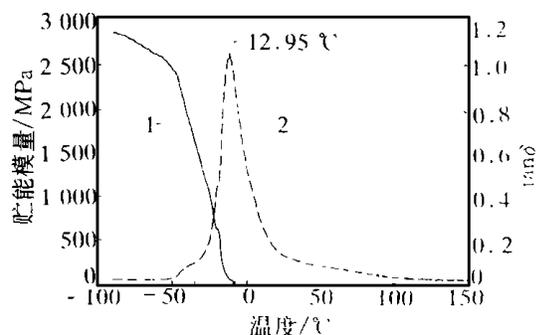


图 2 NBR 硫化胶的 DMA 谱图

1—贮能模量, 2— $\tan \delta$

由图 1 和 2 可见, NR 和 NBR 均只有一个

作者简介 赵旭升, 男, 32 岁。博士研究生。主要从事高分子改性与复合材料的研究工作。已在《橡胶工业》等刊物发表论文多篇。

玻璃化转变温度( $T_g$ )。由于加入了炭黑,各自的 $T_g$ 都比非填充胶有所提高。

图3为改性剂A用量为5份的NR/NBR共混物的DMA谱图。

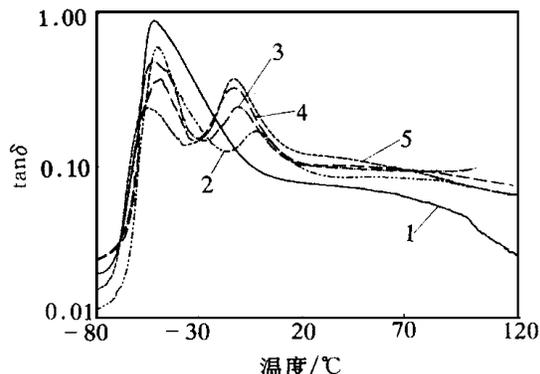


图3 改性剂A用量为5份的NR/NBR共混物的DMA谱图

NR/NBR用量比: 1—100/0; 2—90/10

3—80/20; 4—70/30; 5—60/40

由图3可见, NR/改性剂A体系只有一个 $T_g$ ( $-49.96^\circ\text{C}$ ), 说明改性剂A同NR完全相容, 不形成另外一相。NR/NBR/改性剂A的三元共混物均有两个玻璃化转变温度( $T_{g1}$ 和 $T_{g2}$ ), 其中改性剂A也不形成独立相。当改性剂A的用量固定为5份, NBR用量从10份增大到40份时,  $T_{g1}$ 基本不变, 而其 $\tan\delta$ 峰值逐渐下降(从0.622降至0.250);  $T_{g2}$ 有所降低(由 $-3.18^\circ\text{C}$ 降低到 $-13^\circ\text{C}$ 左右), 并趋近于纯NBR的 $T_g$ , 其 $\tan\delta$ 峰值依次增大(从0.172增至0.380)。

图4所示为改性剂A用量增大到10份时的情况。

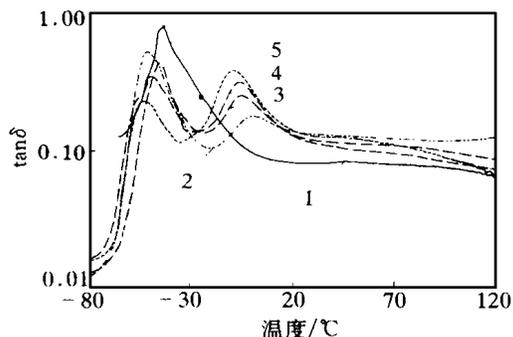


图4 改性剂A用量为10份的NR/NBR共混物的DMA谱图

注同图3

由图4可见, 随着NBR用量增大(10~40份),  $T_{g1}$ 近似不变, 但均低于NR/改性剂A体

系, 其 $\tan\delta$ 峰值逐渐减小;  $T_{g2}$ 有所降低而其 $\tan\delta$ 峰值则逐渐增大, 这同上面的结论一致。

由此得出结论: NBR用量增大, 可使 $T_{g1}$ 时的 $\tan\delta$ 峰值下降,  $T_{g2}$ 时的 $\tan\delta$ 峰值增大;  $T_{g1}$ 基本不变, 而 $T_{g2}$ 略有降低。

通常, 可以用1~110 Hz下、 $0^\circ\text{C}$ 左右的 $\tan\delta$ 值表征胶料抗湿滑性的大小, 相同频率下 $50\sim 80^\circ\text{C}$ 的 $\tan\delta$ 值表征胶料的滚动阻力<sup>[3,4]</sup>。在此研究的实验条件下, 分别以10 Hz、 $0^\circ\text{C}$ (或室温 $24^\circ\text{C}$ )和 $65^\circ\text{C}$ 下的 $\tan\delta$ 值来表征抗湿滑性和滚动阻力。由图3可知, 改性剂A用量为5份时, 随NBR用量增大,  $0^\circ\text{C}$ 及 $24^\circ\text{C}$ 时 $\tan\delta$ 值逐渐增大, 而 $65^\circ\text{C}$ 时 $\tan\delta$ 值增大较小, 说明胶料的抗湿滑性增大, 而滚动阻力增大不多。从图4可见, 当改性剂A用量为10份时, 随着NBR用量增大, 共混物在 $0^\circ\text{C}$ 时 $\tan\delta$ 值逐渐增大, 而 $65^\circ\text{C}$ 时 $\tan\delta$ 值有下降的趋势, 说明胶料的抗湿滑性提高而滚动阻力减小。

## 2.2 改性剂用量对共混物动态力学性能的影响

为了研究方便, 选择并用比为80/20的NR/NBR共混物进行研究, 改性剂A用量在0~20份内变化。图5为共混物的DMA谱图。

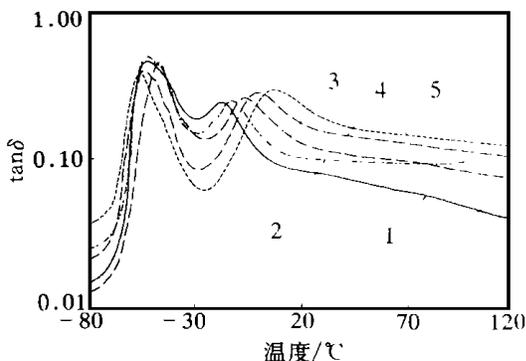


图5 不同改性剂A用量的NR/NBR

(共混比80/20)共混物的DMA曲线

改性剂A用量: 1—0份; 2—5份;

3—10份; 4—15份; 5—20份

由图5可见, 随着改性剂用量增大(5~20份),  $T_{g1}$ 的峰值略有下降, 但位置变化不大;  $T_{g2}$ 的 $\tan\delta$ 峰值略有增大, 但峰位置( $T_{g2}$ )明显向高温方向移动(从 $-12.00^\circ\text{C}$ 移至 $8.27^\circ\text{C}$ ), 而且改性剂用量每增大5份, 峰位置向高温方向移动约 $6.8^\circ\text{C}$ , 间隔近似相同, 表现出很好的规律性(如图6所示)。另外,  $0^\circ\text{C}$ 及 $24^\circ\text{C}$ 时的

$\tan \delta$  值随改性剂 A 用量增大而逐渐增大, 表明胶料的抗湿滑性提高; 65 °C 时  $\tan \delta$  值随着改性剂 A 用量增大而增大的幅度小 (特别是改性剂用量在 10 份以下时), 表明滚动阻力的变化较小 (如图 7 所示)。

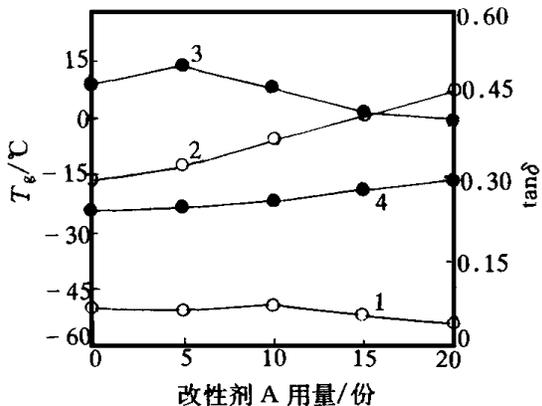


图 6 改性剂 A 用量对  $T_{g1}$  和  $T_{g2}$  及  $\tan \delta$  峰值的影响

1- $T_{g1}$ ; 2- $T_{g2}$ ; 3- $T_{g1}$  时  $\tan \delta$  峰值; 4- $T_{g2}$  时  $\tan \delta$  峰值

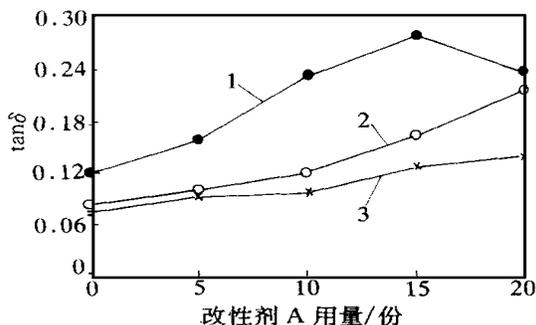


图 7 改性剂 A 用量对不同温度  $\tan \delta$  的影响  
1-0 °C; 2-24 °C; 3-65 °C

以上的研究说明, NR/NBR/改性剂 A 混合物有两个  $\tan \delta$  峰 ( $T_{g1}$ ,  $T_{g2}$ ),  $T_{g1}$  位于 -50 °C 左右, 为组分中 NR/改性剂 A 的玻璃化转变,  $T_{g2}$  在 -16.0 ~ 8.5 °C 之间, 对应着组分中的 NBR/改性剂 A 的玻璃化转变。其中  $T_{g1}$  变化不大, 随着改性剂 A 用量的增大, 其  $\tan \delta$  峰值下降;  $T_{g2}$  时  $\tan \delta$  峰的大小和位置可以通过 NBR 和改性剂 A 用量来调节, 使之在 0 °C (或 24 °C) 附近的  $\tan \delta$  明显增大, 而 65 °C 附近的  $\tan \delta$  下降或增大不多, 从而获得抗湿滑性能优良和滚动阻力较小的橡胶材料。

### 3 结论

(1) NR/NBR/改性剂 A 体系只有两个  $\tan \delta$  峰, 其中  $T_{g2}$  时  $\tan \delta$  峰值的大小随 NBR 用量的增大而增大, 其位置 ( $T_{g2}$ ) 则随改性剂 A 用量的增大而向高温方向移动。

(2) 通过控制 NBR 及改性剂 A 的用量, 可以调节共混物在 0 °C (或 24 °C) 和 65 °C 附近  $\tan \delta$  的大小, 从而得到抗湿滑性能优良、滚动阻力较小的轮胎用橡胶材料。

### 参考文献

- Sattelmeyer R. Novolak resins in tread compounds. *Kauts. Gummi Kunstst.*, 1994, 47(9): 659
- Sattelmeyer R. 胎面胶料最佳化研究. 杨邦正译. *轮胎工业*, 1995, 15(4): 205
- Nordsiek K H. The "integral rubber" concept — an approach to an ideal tire tread rubber. *Kauts. Gummi Kunstst.*, 1985, 38(3): 178
- 陈士朝. 轮胎的性能要求与合成橡胶的发展. *合成橡胶工业*, 1995, 18(5): 260

收稿日期 1998-08-02

## Study on Dynamic Mechanical Properties of NR/NBR Blends

Zhao Xusheng, Jia Demin, Luo Yuanfang, Niu Yuhua and Fu Weiwen  
(South China University of Technology, Guangzhou 510641)

**Abstract** The dynamic mechanical properties of NR/NBR blends were investigated. The results showed that the blends had two peak dynamic loss factors ( $\tan \delta$ ) at two glass transition temperatures ( $T_{g1}$ ,  $T_{g2}$ ) by the addition of modifier A.  $T_{g1}$  changed little and its corresponding peak  $\tan \delta$  decreased, but  $T_{g2}$  shifted to the high temperature region and its corresponding peak  $\tan \delta$  increased as the modifier A in the system increased from 5 ~ 20 phr. So, the magnitude and region of  $\tan \delta$  at  $T_{g2}$  could be controlled by adjusting the blending ratio and the modifier level to obtain a material with good wet skid resistance and low rolling resistance.

**Keywords** NR, NBR, blend, dynamic mechanical properties, wet skid resistance, rolling resistance