

# NBR 在 NR/BR 并用胶中的应用

宁凯军, 王小萍, 胡国栋, 贾德民

(华南理工大学 材料学院 广东 广州 510640)

**摘要:** 考察了在 NR/BR 并用胶中引入 NBR 对并用胶物理性能和动态力学性能的影响。结果表明, 适量引入 NBR, 对并用胶的力学性能无影响。NBR 用量为 15 份时, 并用胶的力学性能最佳。DMA 测试表明, 并用胶为微观不相容, 在  $-80 \sim 80$   $^{\circ}\text{C}$  范围内有两个  $\alpha$  转变峰, 分别对应于 NR 和 NBR 的玻璃化转变温度。通过调节并用胶中 NBR 的用量可调整 0 和 65  $^{\circ}\text{C}$  时  $\tan \delta$  值的大小, 从而得到湿抓着性较好、滚动阻力较小的轮胎胎面用橡胶材料。

**关键词:** NR; BR; NBR; 并用; 滚动阻力; 湿抓着性; 胎面

中图分类号: T Q333. 7; T Q333. 2; T Q332. 6 文献标识码: B 文章编号: 1000-890X(2001)11-0660-03

传统的非极性橡胶 (NR, BR, SBR) 并用胶已难以满足人们对胎面胶越来越苛刻的要求, 特别是不能解决轮胎胎面胶的滚动阻力和湿抓着性之间固有的矛盾<sup>[1]</sup>。开发具有某种特殊性能的新型橡胶<sup>[2]</sup>, 或打破传统的橡胶并用观念, 在传统非极性橡胶中并用极性橡胶、添加与橡胶有特殊作用的树脂或改性剂<sup>[3, 4]</sup>, 已成为近 10 年来国内外学者的尝试性研究内容之一。

NBR 的玻璃化转变温度在 0  $^{\circ}\text{C}$  左右, 可赋予胎面胶所需的湿抓着性, 同时, NBR 硫化胶具有和 NR 硫化胶相近的拉伸强度, 与 NR 并用时可以和 NR 同步硫化<sup>[5]</sup>。

本研究尝试以少量 NBR 作为改性剂用于 NR/BR 并用胶, 考察了 NBR 用量对并用胶物理性能和动态力学性能的影响。

## 1 实验

### 1.1 原材料

NR, 1<sup>#</sup> 标准胶, 马来西亚产品; BR, 上海高桥石油化工公司高桥化工厂产品; NBR, 牌号 Zeon-N41, 日本瑞翁公司产品; 其它为国产常用原材料。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (59933060) 和教育部博士点基金项目

作者简介: 宁凯军 (1970-) 男, 陕西富平人, 华南理工大学在读博士生, 从事聚合物共混和改性方面的研究工作。

### 1.2 基本配方

NR+BR+NBR 100; 硬脂酸 2.5; 氧化锌 4; 防老剂 4010NA 2; 炭黑 50; 石蜡 1.2; 芳烃油 10; 硫黄 1.5; 促进剂 DTDM 0.5; 促进剂 NOBS 0.4。

### 1.3 主要设备和仪器

XK-160 型双辊开炼机; 25 t 平板硫化机; LH-II 型硫化仪; DXLL-2500 型橡胶拉力试验机; LX-A 型硬度计; 美国 Universal V1.7F TA Instruments 动态力学分析仪。

### 1.4 试样制备

分别将 NR 和 NBR 塑炼, 然后和 BR 在开炼机上混炼, 混炼均匀后按常规顺序加入配合剂。用硫化仪测定正硫化时间 ( $t_{90}$ ), 用平板硫化机硫化, 硫化条件为: 143  $^{\circ}\text{C} \times t_{90}$ 。停放 24 h 后进行测试。

### 1.5 性能测试

物理性能按相应国家标准测定。

动态力学性能测试在动态力学分析仪上进行, 测试条件: 频率 10 Hz, 温度  $-100 \sim 100$   $^{\circ}\text{C}$ , 升温速率 3  $^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ , 采用拉伸夹具。

## 2 结果与讨论

### 2.1 NBR 用量对硫化胶物理性能的影响

NBR 用量对硫化胶物理性能的影响见表

1。

表 1 NBR 用量对 NR/BR/NBR 并用胶  
硫化胶物理性能的影响

| 项 目                                   | NR/NBR 并用比 |       |       |       |       |
|---------------------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|
|                                       | 80/0       | 70/10 | 65/15 | 60/20 | 55/25 |
| 硫化仪数据(143 ℃)                          |            |       |       |       |       |
| $t_{10}/\text{min}$                   | 10.5       | 9.5   | 10.0  | 9.5   | 10.0  |
| $t_{90}/\text{min}$                   | 22.0       | 19.5  | 21.0  | 22.0  | 21.0  |
| 硫化胶性能(硫化条件: 143 ℃ $\times$ $t_{90}$ ) |            |       |       |       |       |
| 邵尔 A 型硬度/度                            | 62         | 62    | 63    | 63    | 63    |
| 拉伸强度/MPa                              | 22.6       | 21.3  | 22.0  | 20.3  | 19.7  |
| 300%定伸应力/MPa                          | 9.5        | 9.0   | 8.7   | 8.1   | 7.9   |
| 扯断伸长率/%                               | 650        | 604   | 633   | 597   | 637   |
| 扯断永久变形/%                              | 32         | 34    | 32    | 34    | 34    |
| 撕裂强度/(kN $\cdot$ m <sup>-1</sup> )    | 94.5       | 97.1  | 93.4  | 91.8  | 91.5  |

注: BR 用量为 20 份。

从表 1 可以看出,随着 NBR 用量的增大(0~25 份),并用胶的拉伸强度、300%定伸应力和撕裂强度略有下降,而扯断伸长率、扯断永久变形和邵尔 A 型硬度无明显变化。表明随着 NBR 用量的增大,并用胶基本保持了原有的优良的物理性能。

2.2 NBR 用量对硫化胶动态力学性能的影响

NBR 用量对硫化胶动态力学行为的影响见图 1。

由图 1 可以看出,在-80~80 ℃范围内,NBR 用量为零时,阻尼-温度曲线(DMA 曲线)

只有一个  $\alpha$  峰(即玻璃化转变峰),峰值大约为-40.2 ℃,此为 NR/BR 并用胶中 NR 的玻璃化转变温度。NBR 加入之后,由于 NBR 相和 NR 相极性相差较大,属于微观不相容,因此,DMA 曲线显示为两个  $\alpha$  峰。在加入 NBR 的硫化胶的 DMA 谱中, $\alpha_1$  峰峰温为-41.0 ℃左右,此为组分中 NR 的玻璃化转变温度; $\alpha_2$  峰峰温为-9.0 ℃左右,此为组分中 NBR 的玻璃化转变温度。 $\alpha_1$  和  $\alpha_2$  转变峰的峰强受并用胶中 NR 相和 NBR 相相对质量分数的影响。相对质量分数越大,则其  $\alpha$  转变峰的峰强越大。从图 1 中可以看出, $\alpha_1$  峰的峰强随 NR 相对质量分数的减小而减小,而  $\alpha_2$  峰的峰强随 NBR 相对质量分数的增大而增大。

通常情况下,以 10 Hz 和 0 ℃条件下的  $\tan \delta$  值可以预测硫化胶的湿抓着性,10 Hz 和 65 ℃条件下的  $\tan \delta$  值可以预测硫化胶的滚动阻力,这是根据轮胎在行驶过程中与湿抓着性和滚动阻力相关的频率和温度变化由时温等效原理转化而来的一种实验室判据。

BR 用量为 20 份、NR+NBR 用量为 80 份时,NBR 用量对  $\tan \delta$  值的影响见图 2。

从图 2 可以看出,随着 NBR 用量的增大,

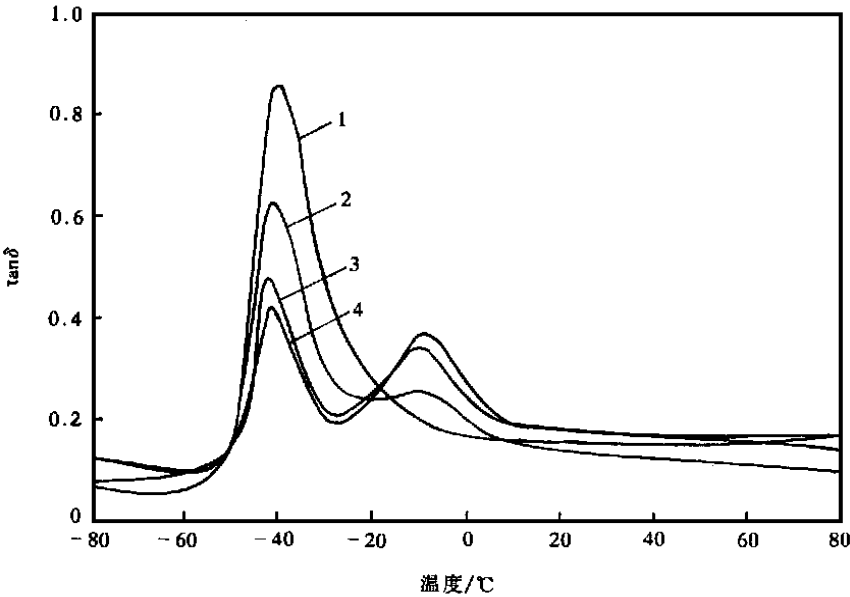


图 1 NR/BR/NBR 并用胶的 DMA 谱图  
BR 用量为 20 份。NR/NBR 并用比: 1—80/0; 2—70/10; 3—60/20; 4—55/25

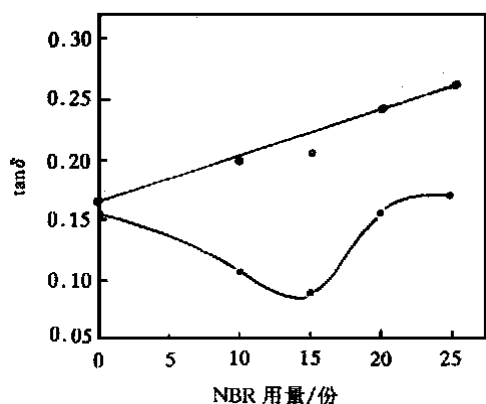


图2 NBR用量对  $\tan \delta$  值的影响

○—0 °C; ●—65 °C

0 °C时,  $\tan \delta$  值表现为线性增大; 65 °C时, NBR用量小于 20 份时的  $\tan \delta$  值小于未添加 NBR 时的  $\tan \delta$  值, NBR 用量为 25 份时的  $\tan \delta$  值略大于未添加 NBR 时的  $\tan \delta$  值。由此可见, NBR 的引入可使并用胶的滚动阻力下降或基本保持不变, 而湿抓着力大幅度提高。

### 3 结论

(1) 在 NR/BR 并用胶中以一定量 NBR 代

替并用胶中的 NR 组成三元并用胶时, NR/BR 并用胶保持原有的优良的力学性能。NBR 用量为 15 份时 NR/BR/NBR 并用胶的力学性能最佳。

(2) 通过调整并用胶中 NBR 的并用量, 可以调节并用胶 0 和 65 °C 时的  $\tan \delta$  值, 从而得到湿抓着力较好、滚动阻力较小的胎面用橡胶材料。

### 参考文献:

- [1] 赵旭升. 高性能轮胎用橡胶共混物的研究[D]. 广州: 华南理工大学, 1998.
- [2] Nordsiek K H. The "integral rubber" concept—an approach to an ideal tire tread rubber[J]. Kautsch. Gummi Kunstst., 1985, 38(3): 178.
- [3] Sattelmeyer R. Novolak resins in tread compounds[J]. Kautsch. Gummi Kunstst., 1994, 47(9): 659.
- [4] 赵旭升, 贾德民, 罗远芳, 等. NR/NBR 共混物的动态性能研究[J]. 橡胶工业, 1999, 46(2): 75.
- [5] 王小萍, 张安强, 曹 斌, 等. NR/NBR 并用胶硫化体系的研究[J]. 橡胶工业, 1999, 46(9): 521.

收稿日期: 2001-05-08

### 国内外简讯 6 则

△AES 公司开发成功全新 Santoprene 系列热塑性弹性体(TPVs), 适合生产汽车内部饰品, 如垫子、钱带盒、把手、茶杯架等, 其特点是无臭、干燥、不出油、不刺眼, 成型后外观无接合线、无料头痕迹。

PRA, 16[102], 4(2001)

△由于原材料和能源费用上涨, 美国大湖化学公司其阻燃剂 BA-59P 的全球价格上调 0.13 美元·kg<sup>-1</sup>, 在欧洲、中东和非洲 DF-71 和 DE-60FS 的价格分别上调 10%~20%。

PRA, 16[102], 20(2001)

△根据 1999 年到 2004 年生胶需求量推算, 全球炭黑消耗量到 2004 年将增至 820 万 t, 年增长率为 3%。

PRA, 16[103], 31(2001)

△泰国、印度尼西亚和马来西亚这三大世

界产胶国达成协议, 明年将 NR 产量削减 4%, 以提高生胶价格。但此举是否能获成功尚有疑问, 因为许多胶园规模较小, 对其产量很难加以控制。

TA, [8], 6(2001)

△去年 9 月原油价格达到 10 年以来的最高水平, 为每桶 37 美元, 而到今年 7 月中旬已下降了 35%, 降至每桶 24.23 美元。这对轮胎工业来说是个好消息, 因为轮胎中有 40% 的材料来自原油。

TA, [8], 6(2001)

△福特公司去年 8 月曾宣布召回 650 万条普利司通-费尔斯通轮胎, 今年又计划耗资 21 亿美元召回 1 300 万条有质量问题的费尔斯通轮胎, 从而使普利司通-费尔斯通于 6 月 21 日宣布与福特断绝长达 95 年的合作关系。

Tyremen, 32[4], 13(2001)