

炭黑填充胎面胶的动态力学性能研究

何燕,张方良,马连湘
(青岛科技大学 机电工程学院,山东 青岛 266061)

摘要:对炭黑填充轮胎胎面胶的动态力学性能进行研究。结果表明,炭黑品种对胎面胶玻璃化温度(T_g)的影响不大,但不同品种炭黑填充的胎面胶的损耗因子($\tan\delta$)峰值却明显不同;炭黑 N351 填充胎面胶的滞后损失较小,冰、湿路面的抓着性能也较好;随着炭黑 N351 用量的增大,胎面胶的 $\tan\delta$ 峰值逐渐降低, T_g 向低温方向移动;在 20~80℃ 范围内,炭黑 N351 用量对胎面胶的储能模量和滞后性能影响较大;当炭黑 N351 用量为 75 份时,胎面胶综合性能较好。

关键词:炭黑;SBR;BR;胎面胶;动态力学性能
中图分类号:TQ330.38⁺1;TQ336.1**文献标识码:**B**文章编号:**1006-8171(2005)10-0591-04

轮胎的滚动阻力和轮胎与干湿路面的抓着性能有特别重要的意义。滚动阻力与轮胎胎面胶料的滞后生热有直接关系,低滞后的胶料有利于降低油耗;轮胎与干湿路面的抓着性能关系到轮胎的磨损和使用安全。这些性能在很大程度上决定了轮胎的使用寿命。炭黑是一种有效的补强剂,多年来国内外学者从不同方面就其对胶料性能的影响进行了广泛的研究^[1~3],但很少有资料就炭黑对胶料滞后损失的影响及其填充胎面胶与干湿路面的抓着性能进行直接研究。

本工作探讨炭黑品种和用量对胶料动态力学性能的影响,研究炭黑填充胎面胶的滞后损失、湿抓着性能和冰面抓着性能。

1 实验

1.1 主要原材料

BR(牌号 9000)和 SBR(牌号 1502 和 1712),中国石化齐鲁石油化工股份有限公司产品;炭黑 N339,N351 和 N375,天津海豚炭黑有限公司产品。

1.2 基本配方

SBR1502/SBR1712/BR 100,芳烃油 16,氧化锌 2.2,防老剂 5.5,硬脂酸 1.7,

促进剂 1.15,防焦剂 0.43,炭黑 变品种、变量。

1.3 主要仪器与设备

DMA242/1/F 型动态力学分析仪,德国耐驰公司产品;本伯里 1.7 L 密炼机,益阳橡胶塑料机械集团有限公司产品;X(S)K-160 型开炼机,上海双翼橡胶机械有限公司产品;HS-100T-FT-MO-2RT 型平板硫化机,佳鑫电子设备科技有限公司产品。

1.4 胶料制备

胶料混炼分两段进行,一段在密炼机中进行,二段在开炼机上进行。防老剂和芳烃油在一段混炼时加入,硫黄和促进剂在二段混炼时加入,胶料混炼均匀后压片。

混炼胶停放 48 h 后在平板硫化机上硫化,硫化条件为 160℃×15 min。硫化胶用模具压成标准试样以进行动态力学性能试验。

1.5 性能测试

动态力学性能测试温度范围为-100~100℃,频率为 10 Hz,应变振幅为 120 μm,升温速率为 3℃·min⁻¹。

2 结果与讨论

2.1 炭黑品种

炭黑品种(用量均为 80 份)对胎面胶动态力学分析(DMA)曲线的影响如图 1 所示。

作者简介:何燕(1973-),女,山东青州人,青岛科技大学讲师,华中科技大学在读博士研究生,主要从事轮胎温度场及材料热物理性能的分析研究。

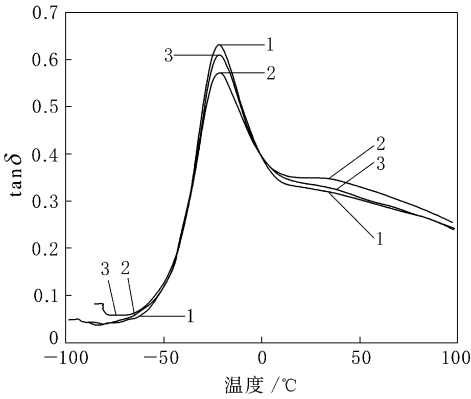


图 1 炭黑品种对胎面胶 DMA 曲线的影响

炭黑品种:1—N351;2—N339;3—N375。

从图 1 可以看出,不同品种炭黑填充的胎面胶均只有一个玻璃化温度(T_g),说明 3 种并用橡胶 SBR1502, SBR1712 和 BR 的相容性较好;炭黑品种对胎面胶 T_g 的影响不大且变化趋势基本相同;不同品种炭黑填充胎面胶的损耗因子($\tan\delta$)峰值却明显不同,这与炭黑的结构和比表面积有关。

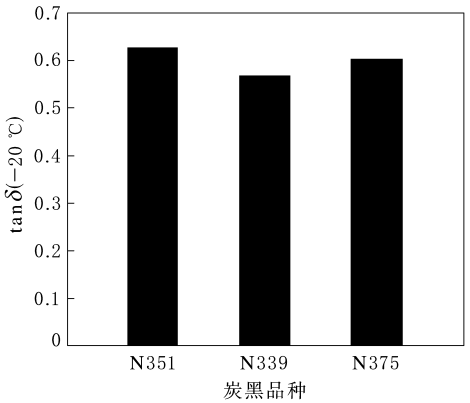
通常用 1~110 Hz 下, $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右胎面胶的 $\tan\delta$ 值表征轮胎在冰路面上的抓着性能, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右胎面胶的 $\tan\delta$ 值表征轮胎的抗湿滑性能, $50\sim 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 胎面胶的 $\tan\delta$ 值表征轮胎的滚动阻力^[4,5]。本研究在试验条件下分别用 $-20, 0$ 和 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下胎面胶的 $\tan\delta$ 值来表征轮胎的冰面抓着性能、抗湿滑性能和滚动阻力。

在试验条件下,炭黑品种对胎面胶冰面抓着性能、抗湿滑性能和滚动阻力的影响如图 2 所示。从图 2 可以看出,在 3 种炭黑填充的胎面胶中,炭黑 N351 填充胎面胶的冰面抓着和抗湿滑性能较好,其滚动阻力也最小。

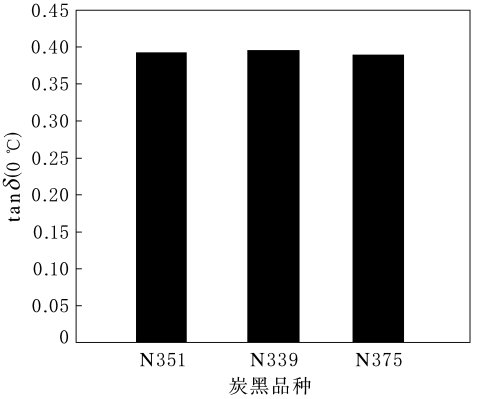
综合图 1 和 2 可以看出,不同品种炭黑填充胎面胶 $\tan\delta$ 峰值越大,滚动阻力越小,而抗湿滑和冰面抓着性能越好。

$\tan\delta$ 也是橡胶材料滞后性能的衡量指标。在 $20\sim 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内,不同品种炭黑填充胎面胶的 $\tan\delta$ 值和储能模量(E')的关系如图 3 所示。

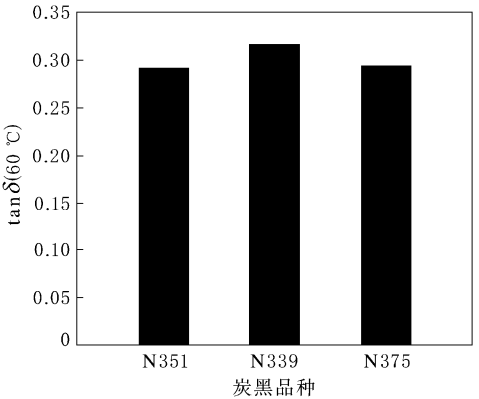
从图 3 可以看出,炭黑 N351 和 N375 填充胎面胶的 $\tan\delta$ 值和 E' 的关系变化趋势基本一致,但在相同的温度下,炭黑 N351 填充胎面胶的 E' 大



(a)冰面抓着性能



(b)抗湿滑性能



(c)滚动阻力

图 2 炭黑品种对胎面胶性能的影响

于炭黑 N375 填充胎面胶,而 $\tan\delta$ 值却与之相反;在相同的 E' 下,炭黑 N351 填充胎面胶的 $\tan\delta$ 值小于其它 2 种炭黑填充胎面胶。炭黑 N339 填充的胎面胶在同样的 E' 下的 $\tan\delta$ 值比其它 2 种炭黑填充的胎面胶大很多,说明炭黑 N339 填充胎面胶的粘性最大,其滞后损失也最为严重。

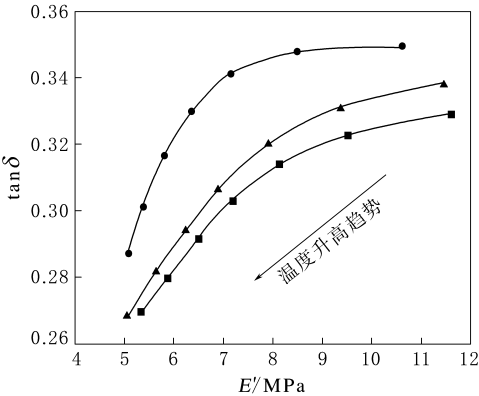


图 3 不同品种炭黑填充胎面胶的 $\tan\delta$ 和 E' 的关系
曲线初始温度以及温度间隔相同,均随图中所示温度升高方向依次升高。炭黑品种:■—N351; ●—N339; ▲—N375。

在同样的 E' 下,3 种炭黑填充胎面胶在低温时 $\tan\delta$ 值的变化均小于高温时的变化,说明随着温度的升高,胎面胶的粘性越来越高。

2.2 炭黑用量

炭黑 N351 用量对胎面胶 DMA 曲线的影响如图 4 所示。

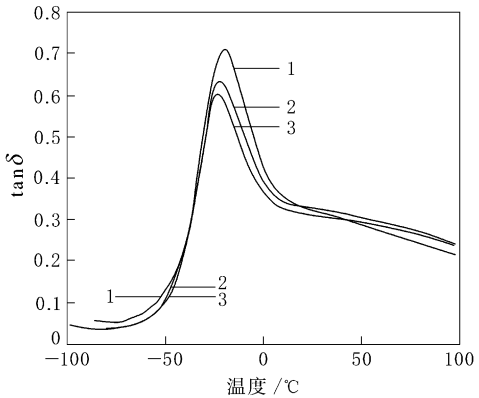


图 4 炭黑 N351 用量对胎面胶 DMA 曲线的影响
炭黑 N351 用量(份):1—75;2—80;3—85。

从图 4 可以看出,随着炭黑 N351 用量的增大,胎面胶的玻璃化转变区域逐渐变窄, $\tan\delta$ 峰值逐渐变小,且 T_g 也逐渐降低。

在不同温度下,炭黑 N351 用量对胎面胶 $\tan\delta$ 值的影响如图 5 所示。从图 5 可以看出,随着炭黑 N351 用量的增大, -20 和 0 °C 胎面胶的 $\tan\delta$ 值逐渐降低,说明轮胎的冰面抓着和抗湿滑性能均随炭黑 N351 用量的增大逐渐降低;而 60

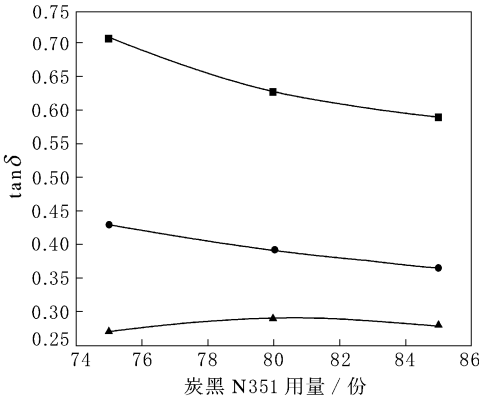


图 5 炭黑 N351 用量对胎面胶 $\tan\delta$ 的影响
温度(°C):■—20;●—0;▲—60。

°C 下胎面胶的 $\tan\delta$ 值先增大后减小,说明轮胎滚动阻力随炭黑 N351 用量的增大呈现先增大后减小的趋势。

炭黑 N351 用量为 75 份时,胎面胶的 T_g 最高,其干湿路面抓着性能最好,滞后损失也最小。

炭黑 N351 用量对 20 ~ 80 °C 下胎面胶的 $\tan\delta$ 值和 E' 的影响如图 6 所示。

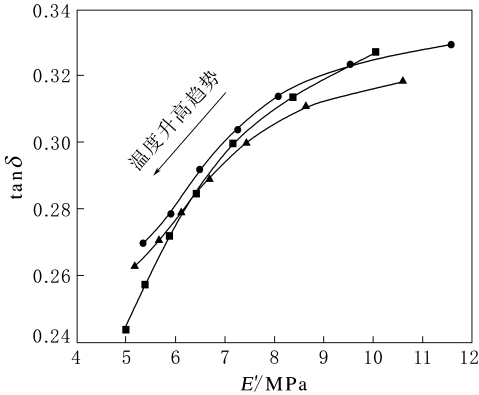


图 6 炭黑 N351 用量对胎面胶 $\tan\delta$ 和 E' 的影响
曲线初始温度以及温度间隔相同,均随图中所示温度升高方向依次升高。炭黑 N351 用量(份):■—75;●—80;▲—85。

从图 6 可以看出,随着温度的升高,胎面胶的 $\tan\delta$ 值和 E' 均呈下降的趋势,即胎面胶的性能呈下降趋势。但随着炭黑 N351 用量的改变,胎面胶性能下降的幅度不同:炭黑 N351 用量越大,胎面胶性能下降的幅度越小,说明随着炭黑 N351 用量的减小,胎面胶滞后性能的变化趋势比 E' 明显。

3 结论

(1)炭黑品种对胎面胶 T_g 的影响不大,但不同炭黑填充胎面胶的 $\tan\delta$ 峰值却明显不同;炭黑 N351 填充胎面胶的滚动阻力较小,冰、湿路面抓着性能也较好。

(2)炭黑 N339 填充胎面胶的粘性较大,其滞后损失也较为严重。在同样的 E' 下,3 种炭黑填充的胎面胶在低温时 $\tan\delta$ 值的变化均小于高温时的变化。

(3)炭黑 N351 填充胎面胶的 $\tan\delta$ 峰值随其用量的增大而降低,其位置也随炭黑 N351 用量的增大而向低温方向移动。

(4)75 份炭黑 N351 填充胎面胶的干湿路面抓着性能较好,滚动阻力也较小。

(5)在 20~80 $^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内,随着温度的升高,胎面胶的 E' 和 $\tan\delta$ 值均表现出下降的趋势,但随着炭黑 N351 用量的不同降幅也不同,炭

黑用量越大,降幅越小。

参考文献:

- [1] Caruthers J M, Cohen R E. Effect of carbon black on hysteresis of rubber vulcanizates; equivalence of surface area and loading[J]. Rubber Chemistry and Technology, 1976, 49(4): 1 076-1 094.
- [2] Nakajima N, Bowerman H H, Collins E A. Nonlinear viscoelastic behavior of butadiene-acrylonitrile copolymers filled with carbon black[J]. Rubber Chemistry and Technology, 1978, 51(2): 322-334.
- [3] 方庆红, 谭惠丰, 张大山. 轮胎胎面胶耐磨性能的研究[J]. 橡胶工业, 2002, 49(7): 397-399.
- [4] 赵旭升, 贾德民, 罗远芳, 等. NR/NBR 共混物动态力学性能研究[J]. 橡胶工业, 1999, 46(2): 75-77.
- [5] 佚名. 按胎面胶动态试验确定充气轮胎的滚动阻力和抓着性能[J]. 毕莲英译. 世界橡胶工业, 2001, 28(1): 44-49.

收稿日期: 2005-05-17

Dynamic properties of CB-filled tread compound

HE Yan, ZHANG Fang-liang, MA Lian-xiang

(Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266061, China)

Abstract: The dynamic properties of CB-filled tread compound were investigated. The results showed that the kinds of carbon black gave little effect on the T_g of tread compound, but remarkable effect on the peak $\tan\delta$; the N351 black-filled tread resulted in lower hysteresis and better ice and wet traction; the peak $\tan\delta$ of tread compound decreased gradually and the T_g shifted to the low temperature region as the addition level of N351 black increased; the addition level of black N351 gave significant effect on the storage modulus and hysteresis of tread compound; and a tread compound with good comprehensive properties was obtained when 75 phr N351 black was used.

Keywords: carbon black; SBR; BR; tread; dynamic properties

万达集团全钢载重轮胎项目 二期工程在建

中图分类号: U463.341⁺.6 文献标识码: D

山东万达集团公司总投资 36 亿元、年产能力 360 万套的全钢载重子午线轮胎项目, 目前正在进行二期工程建设。三期工程 2006 年年底完成后, 该项目将成为万达集团的支柱项目。

该项目分三期建设, 一期投资 12 亿元, 主要设备达到年产能力 120 万套, 已于 2004 年 12 月

投产; 投资 12 亿元、年产 120 万套全钢载重子午线轮胎的二期工程将于 2005 年年底如期投产; 2006 年年底该项目将全部完成。

万达集团公司全钢载重子午线轮胎项目采用具有国际先进水平的北京橡胶工业研究设计院整套生产技术, 工艺和设备都将达到国内外先进水平, 产品在满足国内市场需求的的同时, 还将出口国外。

(摘自《中国化工报》, 2005-08-25)