

白炭黑轮胎胎面胶动态力学性能的研究

延 威, 杨文真

(赛轮金宇集团股份有限公司技术中心, 山东 东营 257300)

摘要: 对白炭黑Ultrasil 5000GR, Ultrasil 7500GR和Ultrasil 9000GR填充的轮胎胎面胶进行动态力学性能研究。结果表明: 在3种牌号白炭黑胎面胶中, 白炭黑Ultrasil 5000GR胎面胶的抗湿滑性能较好, 滚动阻力较低, 损耗模量较小, 生热较低。白炭黑Ultrasil 5000GR适合用于轮胎胎面胶; 用白炭黑Ultrasil 5000GR胎面胶制作的轮胎转速提高, 抗湿滑性能有所提高, 滚动阻力略有增大。

关键词: 白炭黑; 胎面胶; 动态力学性能; 抗湿滑性; 滚动阻力

近年来, 随着汽车安全性能和环保性能要求的日益提高, 轮胎胎面胶的抗湿滑性能、耐磨性能和滚动阻力研究越来越受重视, 而胎面胶的这3种性能可用其动态力学性能表征^[1-4]。本工作对3种牌号白炭黑胎面胶的动态力学性能进行研究。

1 实验

1.1 主要原材料

白炭黑, 牌号Ultrasil 5000GR, Ultrasil 7500GR和Ultrasil 9000GR, 德国赢创德固赛公司产品; 天然橡胶(NR), 越南产品; 溶聚丁苯橡胶(SSBR), 牌号2557S, 中国石油独山子石化公司产品。

1.2 主要设备与仪器

XKR-150型开炼机, 广东湛江机械厂产品; XLB-D 100T型平板硫化机, 湖州双力自动化装备科技有限公司产品; DMA/SDTA861型动态力学性能分析仪, 瑞士梅特勒-托利多利公司产品。

1.3 试验配方

试验所用轮胎胎面胶配方见表1。

1.4 试样制备

胶料先用密炼机混炼, 混炼工艺为: NR和SSBR混炼1 min后加入氧化锌、硬脂酸、偶联剂Si69、2/3白炭黑和C₅树脂混炼1.5 min, 再加入剩

表1 试验配方

组 分	配方编号		
	1	2	3
NR	30	30	30
SSBR 2557S	96	96	96
氧化锌	5	5	5
硬脂酸	2	2	2
C ₅ 树脂	1.8	1.8	1.8
促进剂DPG	2	2	2
硫黄	1.8	1.8	1.8
偶联剂Si69	12.8	12.8	12.8
白炭黑Ultrasil 5000GR	60	0	0
白炭黑Ultrasil 7500GR	0	60	0
白炭黑Ultrasil 9000GR	0	0	60
合计	211.4	211.4	211.4

余1/3白炭黑, 混炼1.5 min, 混炼温度不超过155℃; 胶料排出后在开炼机上过辊2次, 将辊距调至2.2 mm, 出片。胶料停放至室温后再在开炼机上终炼, 终炼工艺为: 将辊距调至2.5 mm, 胶料包辊均匀后加入硫黄和促进剂, 薄通6遍, 将辊距调至2.2 mm, 出片。胶料停放1.5 h后硫化, 硫化条件为168℃×10 min, 硫化胶停放16 h后进行动态力学性能测试。

2 结果与讨论

2.1 温度扫描

3种白炭黑胎面胶损耗因子 ($\tan\delta$) 与温度的关系如图1和表2所示。

从图1可以看出,随着温度升高,3种胶料的 $\tan\delta$ 均先增大后减小。3种胶料在玻璃化温度 (T_g) 时的 $\tan\delta$ 由大到小的顺序为白炭黑Ultrasil 5000GR胶料、白炭黑Ultrasil 7500GR胶料和白炭黑Ultrasil 9000GR胶料,这是由于白炭黑Ultrasil 5000GR在胶料中分散较均匀,胶料在玻璃态时能够有效运动的橡胶分子链段较多,因此其 $\tan\delta$ 较大;3种胶料的 T_g 相差 ($-5\text{ }^\circ\text{C}$ 左右) 不大,在冬季低温条件下3种胶料均会由橡胶态向玻璃态转变,从而导致成品轮胎操纵性能降低,因此这3种白炭黑适用于夏季轮胎胎面胶。

从表2可以看出,白炭黑Ultrasil 5000GR胶料 $0\text{ }^\circ\text{C}$ 时的 $\tan\delta$ 最大, $60\text{ }^\circ\text{C}$ 时的 $\tan\delta$ 最小,即3种胶料中白炭黑Ultrasil 5000GR胶料的抗湿滑性能最好,滚动阻力最低。

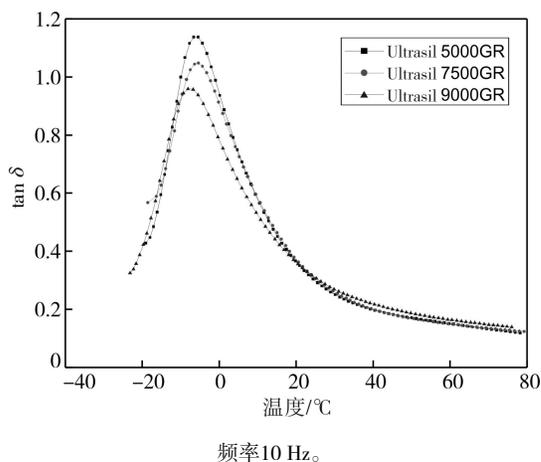


图1 3种胶料的 $\tan\delta$ 与温度的关系曲线

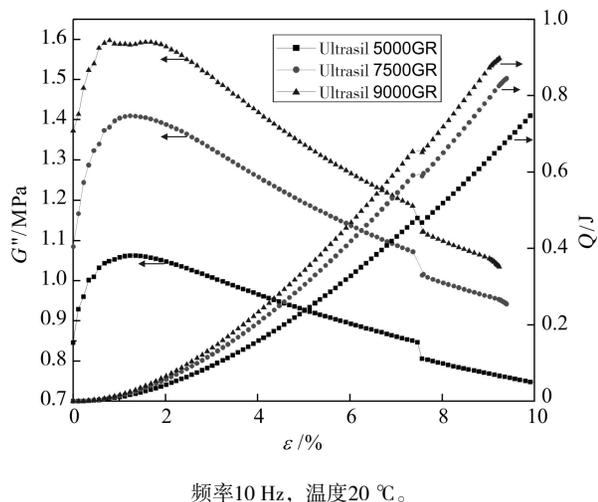
表2 3种胶料 $0\text{ }^\circ\text{C}$ 和 $60\text{ }^\circ\text{C}$ 时的 $\tan\delta$

白炭黑牌号	$0\text{ }^\circ\text{C}$ 时的 $\tan\delta$	$60\text{ }^\circ\text{C}$ 时的 $\tan\delta$
Ultrasil 5000GR	0.94	0.15
Ultrasil 7500GR	0.91	0.15
Ultrasil 9000GR	0.78	0.16

2.2 应变扫描

3种白炭黑胎面胶损耗模量 (G'') 和生热 (Q) 与应变 (ε) 的关系如图2所示。

从图2可以看出:3种胶料的 G'' 均是先增大后减小,这是因为橡胶分子链段之间的阻力较大,分子链段开始运动较难, G'' 较大,而当应变达到一定程度后,橡胶分子链段间的阻力降低, G'' 减小;3种胶料的 G'' 和 Q 由小到大的顺序均为白炭黑Ultrasil 5000GR胶料、白炭黑Ultrasil 7500GR胶料和白炭黑Ultrasil 9000GR胶料,说明白炭黑Ultrasil 5000GR适用于在粗糙路面上行驶的轮胎的胎面胶。



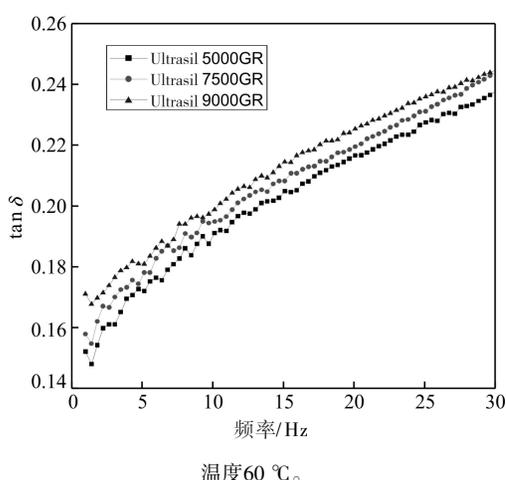
频率10 Hz, 温度 $20\text{ }^\circ\text{C}$ 。

图2 3种胶料 G'' 和 Q 与 ε 的关系曲线

2.3 频率扫描

扫描频率是试样在测试过程中单位时间内受到周期性剪切应力的次数。车辆在路面上行驶,速度加快,其轮胎胎面与地面接触的频率随之增大,设轮胎直径61 cm,则轮胎周长为1.92 m,当汽车行驶速度为 $200\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 时,胎面与地面接触的频率为29 Hz,为此本研究测试了3种胶料在 $0\sim 30\text{ Hz}$ 下的 $\tan\delta$,结果如图3所示。

从图3可以看出:随着频率升高,3种胶料的 $\tan\delta$ 增大,说明用这3种胎面胶制备的轮胎速度提高,滚动阻力增大;在 $0\sim 30\text{ Hz}$ 频率范围内,3种胶料 $\tan\delta$ 由小到大的顺序为白炭黑Ultrasil 5000GR胶料、白炭黑Ultrasil 7500GR胶料和白炭黑Ultrasil

图3 3种胶料扫描频率与 $\tan\delta$ 的关系曲线

9000GR胶料, 即白炭黑Ultrasil 5000GR作补强填充剂的胎面胶滚动阻力较小, 油耗较低。

2.4 变温变频下白炭黑Ultrasil 5000GR填充胎面胶的动态热力学性能

以上试验表明白炭黑Ultrasil 5000GR更适合用作胎面胶补强填充剂。白炭黑Ultrasil 5000GR胶料在不同扫描频率下 $\tan\delta$ 与温度的关系如图4和表3所示。其中, 频率10 Hz, 20 Hz和30 Hz分别对应车辆行驶速度 $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, $130 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 和 $200 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

从图4和表3可以看出, 随着频率升高, 白炭黑Ultrasil 5000GR胶料的抗湿滑性能有所提高, 滚动阻力略有增大, T_g 由 $-6.86 \text{ }^\circ\text{C}$ 上升为 $-5.27 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

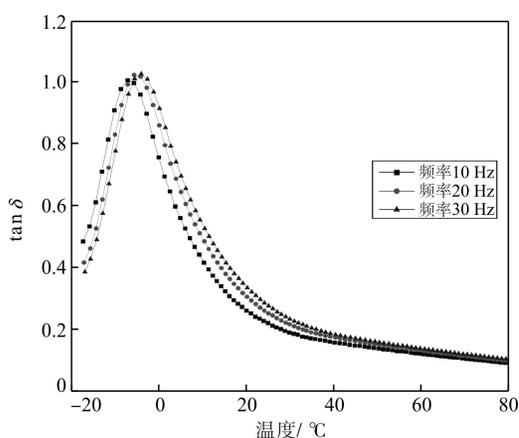
图4 白炭黑Ultrasil 5000GR胶料在不同扫描频率下 $\tan\delta$ 与温度的关系曲线

表3 白炭黑Ultrasil 5000GR胶料在不同扫描频率下

0 $^\circ\text{C}$ 和60 $^\circ\text{C}$ 时的 $\tan\delta$			
频率/Hz	0 $^\circ\text{C}$ 时的 $\tan\delta$	60 $^\circ\text{C}$ 时的 $\tan\delta$	$T_g/^\circ\text{C}$
10	0.75	0.15	-6.86
20	0.86	0.15	-5.27
30	0.92	0.16	-5.27

由此说明, 用白炭黑Ultrasil 5000GR胎面胶制作的轮胎转速提高, 抗湿滑性能有所提高, 油耗量略有增大, 操纵性有所下降, 但下降并不明显。

3 结论

(1) 在白炭黑Ultrasil 5000GR胶料、白炭黑Ultrasil 7500GR胶料和白炭黑Ultrasil 9000GR胶料中, 白炭黑Ultrasil 5000GR胶料 T_g 和0 $^\circ\text{C}$ 时的 $\tan\delta$ 较大, 60 $^\circ\text{C}$ 时的 $\tan\delta$ 较小, 即胶料分散性能和抗湿滑性能较好, 滚动阻力较低; G'' 和 Q 较小。白炭黑Ultrasil 5000GR适合用作轮胎胎面胶补强填充剂。

(2) 用白炭黑Ultrasil 5000GR胎面胶制作的轮胎转速提高, 抗湿滑性能有所提高, 滚动阻力略有增大。

参考文献:

- [1] Sae-oui P, Sirisinaba C, Thepsuwan U, et al. Comparison of Reinforcing Efficiency between Si-69 and Si-264 in a Conventional Vulcanization System[J]. Polymer Testing, 2004, 23 (9): 871-879.
- [2] Ten Brink J W. Mechanistic Aspects of the Role of Coupling Agents in Silica-rubber Composites[J]. Composites Science and Technology, 2003, 63: 1165-1174.
- [3] 牟守勇, 程利, 姜萍, 等. SSBR改善胎面胶动态力学性能的研究[J]. 特种橡胶制品, 2009, 30 (3): 37-40.
- [4] 赵艳芳, 赵银梅, 廖小雪, 等. 白炭黑对NR/ENR并用胶性能的影响[J]. 橡胶科技市场, 2010, 8 (22): 8-11.

Study on Dynamic Mechanical Properties of Silica Filled Tire Tread Compounds

Yan Wei, Yang Wenzhen

(Technical Center, Sailun Co., Ltd., Dongying 257300, China)

Abstract: In this study, the dynamic mechanical properties of tire tread compounds filled with different silica fillers were experimentally investigated. The silica fillers were Ultrasil 5000GR, Ultrasil 7500GR and Ultrasil 9000GR. The results showed that the tread compound filled with Ultrasil 5000GR possessed better wet skid resistance, lower rolling resistance, lower loss modulus and less heat build-up. Using the tread compound with Ultrasil 5000GR in the tire, the high speed performance and wet skid resistance of the tire were improved, while the rolling resistance increased slightly.

Keywords: silica; tread compound; dynamic mechanical properties; wet skid resistance; rolling resistance



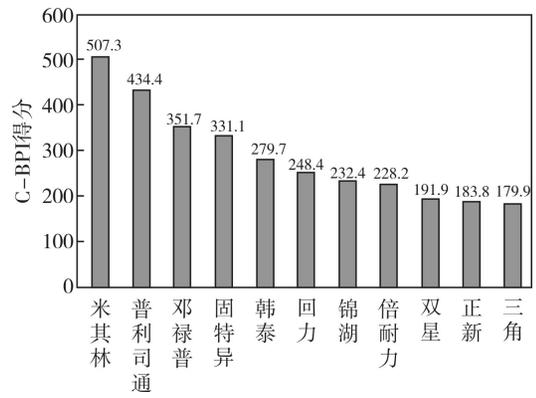
信息·资讯

中国汽车轮胎品牌力指数排行榜

2014年中国汽车轮胎行业C-BPI (China Brand Power Index, 中国品牌力指数) 排行榜日前公布(如图1所示), 共有11个轮胎品牌上榜。其中, 外资轮胎品牌仍占多数, 米其林第3年蝉联榜首, 我国大陆自主轮胎品牌仅有回力、双星、三角上榜, 而我国台湾正新轮胎品牌首次上榜。我国上榜轮胎品牌少、得分较低的主要原因是我国品牌轮胎给消费者的印象一直停留在技术含量较低、质量较差层面上, 同时品牌的传播度也较小。

中国品牌力指数调查是由工信部联合中国企业品牌研究中心及直属研究咨询机构联袂发起的, 是在我国消费者对使用或拥有过的产品或服务反馈意见基础上进行的独立无偏见的评选活动, 可在一定程度上反映品牌产品在我国

受欢迎的程度和市场占有率。中国品牌力指数调查作为一个连续的年度调研项目于2011年首次实施。



品牌	C-BPI得分
米其林	507.3
普利司通	434.4
邓禄普	351.7
固特异	331.1
韩泰	279.7
回力	248.4
锦湖	232.4
倍耐力	228.2
双星	191.9
正新	183.8
三角	179.9

图1 中国汽车轮胎品牌力指数排名

本刊编辑部