

白炭黑/炭黑并用对 SIBR 胎面胶性能的影响

蒋志强,梅周蟒
(北京橡胶工业研究设计院,北京 100039)

摘要 采用动态力学谱(DMTA)等方法研究白炭黑/炭黑并用体系对 SIBR 胎面胶滚动阻力、抗湿滑性和耐磨性的影响。结果表明,随着并用体系中白炭黑用量增大,滚动阻力下降,抗湿滑性能提高,耐磨性能基本不变;采用高分散白炭黑和硅烷偶联剂填料体系的胶料实现了滚动阻力、抗湿滑性和耐磨性三者较高水平的平衡。

关键词 胎面 集成橡胶 白炭黑 炭黑
中图分类号 :TQ336. 1 ;TQ333 ;TQ330. 38 **文献标识码** B **文章编号** 1006-8171(2005)06-0339-04

轮胎滚动阻力所引起的能量损耗占轮胎前进阻力的 14.8%,其中 5.7% 由胎面胶滞后引起^[1]。于是人们把注意力投入合成新型的胎面胶种上,希望该胶种既能降低滚动阻力和生热,节省燃油,又能提高抗湿滑性能,同时保证轮胎经久耐用。本试验分析了白炭黑和炭黑变量体系对 SIBR(苯乙烯-异戊橡胶-丁二烯集成橡胶)胎面胶耐磨性、抗湿滑性和滚动阻力的影响。

1 实验

1.1 主要原材料

SIBR,中国石化北京燕山石油化工研究院产品;白炭黑,牌号 Z1165,MP HDRS RHODIA USA 公司产品;硅烷偶联剂,牌号 HP-669,Hung Pai 化学公司产品。其它均为橡胶工业常用国产原材料。

1.2 试验配方

试验配方见表 1。

1.3 主要仪器和设备

WML-76 型阿克隆磨耗试验机,江都市试验机械厂产品;固特里奇压缩生热试验机,北京橡胶院机电技术开发有限公司产品;XP-16 型橡胶疲劳试验机,北京化工机械实验厂产品;DMTA Mark IV 型动态粘弹谱仪,美国 Rheometric Scientific,Inc. 产品;DUNLOP 旋转功率损失仪,

表 1 试验配方 份

项 目	配方编号					
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]
SIBR	100	100	100	100	100	100
炭黑 N375	70	60	50	40	20	0
白炭黑	0	10	20	30	50	70
硅烷偶联剂	0	1.6	3.2	4.8	8	11.2
促进剂 D	0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

注 配方其它组分为硬脂酸 2,氧化锌 4,防老剂 4020 2,防老剂 RD 1,石蜡 1.5,塑解剂 Z210 2,防焦剂 PVI 0.2,硫黄 1.6,促进剂 NS 1.7,芳烃油 5。

加拿大 POLYSAN 产品;VMI LANG LAT 100 型实验室磨耗试验机,荷兰 VMI EPE HOLLAND BU 产品。

1.4 试样制备

1[#]和 2[#]配方胶料采用两段混炼,3[#]~6[#]配方胶料采用三段混炼。一段混炼在密炼机中进行,密炼机预热至 80℃,转子转速为 80 r·min⁻¹,加料顺序为:生胶/小料/炭黑/油/排胶。1[#]和 2[#]配方胶料二段混炼在开炼机上进行,3[#]~6[#]配方胶料二段混炼在密炼机中进行,三段混炼在开炼机上进行。

1.5 性能测试

(1) 抗湿滑性能

采用 Corundum 180 摩擦盘。测试条件:速度 1.5 km·h⁻¹,负荷 75 N,角度 -15°,温度 22℃。

(2) 耐磨性能

采用 Corundum 60 摩擦盘。条件 1:速度 10 km·h⁻¹,负荷 75 N,角度 -9°。条件 2:速度

作者简介 蒋志强(1977-),男,江苏宜兴人,北京橡胶工业研究设计院硕士,主要从事集成橡胶胎面胶配方的研究工作。

25 km · h⁻¹, 负荷 75 N, 角度 -16°。

(3) 滚动阻力

测试条件 负荷 150 N, 频率 7 Hz。装好胶轮试样后, 将其预热到 38 ℃, 开动电机使转鼓旋转。滚动损失以 $\Delta E(\text{J} \cdot \text{r}^{-1})$ 表示。

(4) 动态粘弹性能

测试条件 频率 10 Hz, 应变 0.5%, 温度范围 -80 ~ +100 ℃, 升温速率 2 ℃ · min⁻¹。其它性能测试按相应的国家标准进行。

2 结果与讨论

2.1 物理性能

胶料物理性能测试结果示于表 2。
由表 2 可以看出, 各种胶料的硬度接近;

1[#] ~ 5[#] 配方胶料定伸应力接近, 6[#] 配方胶料定伸应力略有下降, 这是因为白炭黑与橡胶分子的相互作用力弱, 补强效果不佳。拉伸强度接近, 其中 5[#] 配方胶料的拉伸强度最大; 各种胶料的拉断伸长率、撕裂强度和回弹值总体上随着白炭黑用量的增大呈现上升趋势。

2.2 抗湿滑性能

胶料在湿表面上的摩擦与滞后损失有关, 然而所涉及的频率达到 10⁵ ~ 10⁷ Hz。采用 WLF 频率/温度转换, 试验在 0 ℃ 和 10 Hz 条件下进行, 通常采用 0 ℃ 下的 $\tan\delta$ 表征抗湿滑性能。0 ℃ 下的 $\tan\delta$ 值越大, 轮胎在湿路面上的牵引性能越好。试验结果示于图 1 和 2。

由图 1 可以看出, 随着白炭黑用量的增大, 胶

表 2 胶料物理性能

项 目	配方编号					
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]
邵尔 A 型硬度/度	74	73	74	72	74	73
100% 定伸应力/MPa	3.68	3.88	4.01	3.94	4.01	3.26
300% 定伸应力/MPa	15.84	15.74	15.39	17.18	16.31	13.85
拉伸强度/MPa	17.80	18.09	18.32	17.76	19.07	17.77
拉断伸长率/%	330	350	359	309	346	375
拉断永久变形(3 min 后)/%	10	11	13	7	12	12
撕裂强度/(kN · m ⁻¹)	48	44	44	48	49	52
回弹值/%	23	26	27	29	28	29
阿克隆磨耗量/cm ³	0.11	0.08	0.11	0.07	0.10	0.13
固特里奇压缩屈挠试验						
温升/℃	37.1	34.9	33.8	29.4	30.2	26.0
永久变形/%	4.9	4.3	4.8	2.7	3.8	3.7
终动压缩率/%	7.6	7.8	8.2	6.3	6.4	7.2
VMI 单位磨耗/(mg · km ⁻¹)						
10 km · h ⁻¹ / -9°	1 175.0	1 166.8	1 175.1	1 134.0	1 121.5	1 039.7
25 km · h ⁻¹ / -16°	3 111.4	3 263.1	3 214.4	2 984.5	3 022.0	2 883.3

注 1[#] ~ 5[#] 配方胶料的硫化条件为 150 ℃ × 20 min 6[#] 配方胶料的硫化条件为 150 ℃ × 25 min。

料的侧向力因数不断增大, 显示出胶料具有更好的抗湿滑性能。这是由于白炭黑胶料的模量在应变极小的区域内变小, 而与路面的接触面积增大, 致使粘附摩擦力提高。

从图 2 可以看出, 本试验所测得的 $\tan\delta$ 与抗湿滑性能相关性不是很好, 特别是对于不同填料体系更是如此, 文献[2] 对此也有报道。

2.3 耐磨性能

橡胶的磨耗是非常复杂的摩擦破坏过程, 影响因素很多。一般认为, 橡胶的磨耗有 4 种形式:

磨蚀磨耗、疲劳磨耗、卷曲磨耗和热分解磨耗, 这

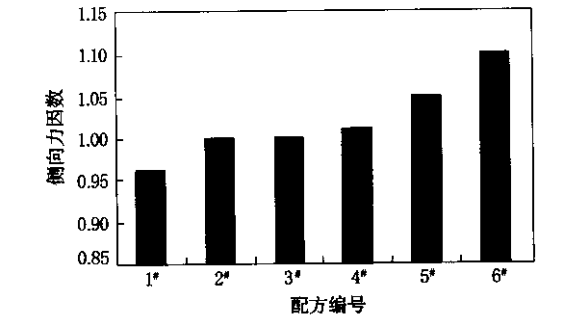


图 1 填料对抗湿滑性能的影响

4 种磨损形式分别代表了 4 种磨损机理。各种磨损机理对轮胎总磨损作用的大小取决于各种因素,例如路面、速度、负荷、偏离角和温度。从图 3 和 4 可以看出,在两种测试条件下,随着白炭黑用量的增大,胶料的耐磨性能并没有显著下降,而呈现出提高的趋势。这是由于使用的是高分散性白炭黑和硅烷偶联剂,提高了白炭黑与橡胶的作用力,从而提高了分散性,使耐磨性能提高。

2.4 滚动阻力

填料体系对滚动阻力的影响示于图 5。随着

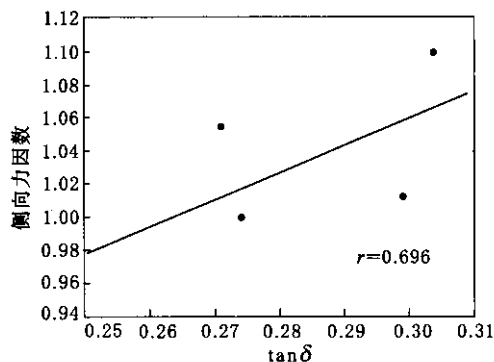


图 2 侧向力因数和 $\tan \delta$ 的相关性

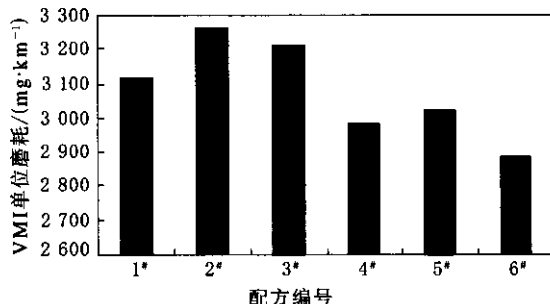


图 3 模拟轮胎在苛刻条件下的耐磨性能
测试条件: $25 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} / -16^\circ$ 。

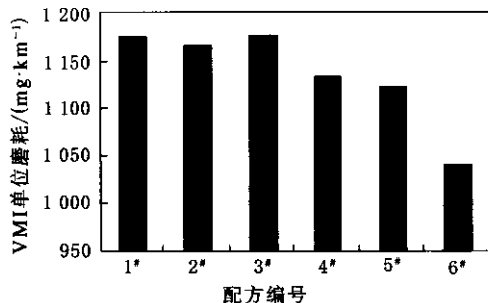


图 4 模拟轮胎在普通条件下的耐磨性能
测试条件: $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1} / -9^\circ$ 。

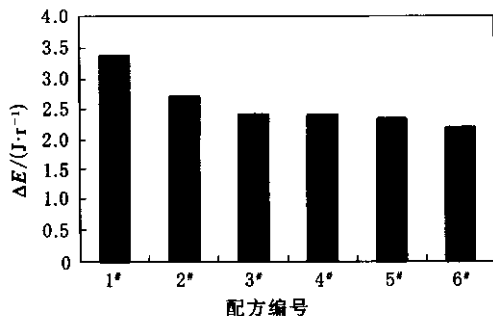


图 5 填料对胶料滚动损失的影响

白炭黑用量的增大,滚动阻力逐渐减小。滚动阻力是轮胎在低频变形下的粘弹行为造成的,此时变形频率在 $10 \sim 100 \text{ Hz}$ 以内,温度为 $50 \sim 70^\circ \text{C}$ 。本试验采用的橡胶为锡偶联,偶联之后,一方面硫化胶中分子链自由末端数目减小,另一方面,炭黑和白炭黑粒子在橡胶中的分散状况得到改善,降低了滚动阻力。同时硅烷偶联剂使沉淀法白炭黑和橡胶结合在一起,从而减弱了填充剂之间的相互作用。

2.5 动态粘弹性能

试验结果表明,随着白炭黑用量的增大,胶料 60°C 的 $\tan \delta$ 呈现下降趋势,这与滚动阻力测试结果吻合。从图 6 可以看出,6# 胶料具有最大的 0°C 的 $\tan \delta$ 和最小的 60°C 的 $\tan \delta$,这样的现象正反映了白炭黑填料对胶料性能的影响。

3 结论

(1) 除 6# 配方全白炭黑体系胶料外,随着白炭黑用量的提高,其它配方胶料物理性能基本不变,滚动阻力呈现下降趋势,抗湿滑性能呈现不断提高的趋势,磨损性能基本不变。

(2) 高分散性白炭黑和硅烷偶联剂并用体系克服了白炭黑难分散的缺点,只有全白炭黑体系胶料的定伸应力和拉伸强度略有下降,但耐磨性能等得到了显著的改善。

参考文献:

- [1] 陈士朝. 轮胎性能的发展和要求[J]. 橡胶工业,1997,44(1): 45-49.
- [2] John T B. Filler for balancing passenger tire tread property[J]. Rubber Chemistry and Technology,2002,75(3).

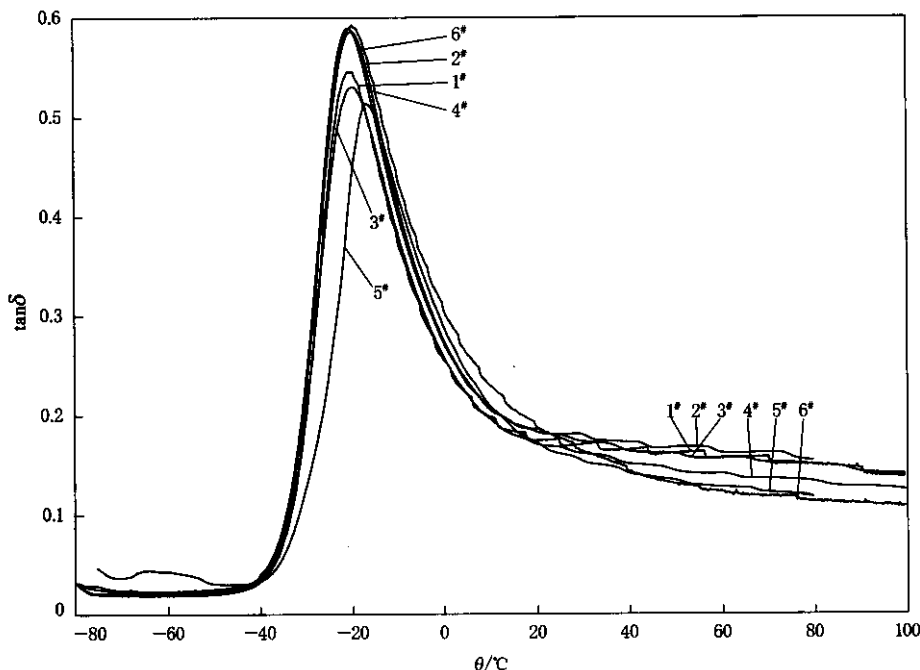


图 6 填料对 $\tan\delta$ 值(60 °C,10 Hz)的影响

第 13 届全国轮胎技术研讨会论文

Influence of silica/carbon black systems on properties of SIBR tread

JIANG Zhi-qiang, MEI Zhou-mang

(Beijing Research and Design Institute of Rubber Industry, Beijing 100039, China)

Abstract The influence of the silica/carbon black systems on the rolling resistance, wet traction and wear resistance of SIBR tread was investigated. The results showed that the rolling resistance decreased, the wet traction improved, and the wear resistance changed little as the silica proportion in the silica/carbon black systems increased; and a SIBR tread with higher level balance of rolling resistance, wet traction and wear resistance was obtained by using high dispersive silica and silane coupling agent.

Keywords tread; SIBR; silica; carbon black

神户制钢开发轮胎高速均匀性试验机

中图分类号: TQ330.4+92 文献标识码: D

英国《欧洲橡胶杂志》2005 年 187 卷 1 期 13 页报道:

日本神户制钢公司说,其最新型的轮胎均匀性试验机可以精确地测量时速高达 200 km 轮胎的不平衡度。

神户制钢说,为实验室试验开发的 100D26-

LH 高速轮胎均匀性试验机,由于采用水平方向操作,因此重心较低。此外,由于设计中采用了强度较高的部件和材料,因而消除了机器和轮胎产生的震动。新试验机的固有频率为 350 Hz,是普通试验机的两倍。与普通轮胎均匀性试验机相比,新型试验机能更精确地测量高速下的轮胎不平衡度。

(涂学忠摘译)