

# 低滚动阻力轮胎胎面胶的研究

潘大海,梅周蟒

(北京橡胶工业研究设计院,北京 100039)

**摘要:**采用正交试验方法,对胶料各组分进行优化,使胎面胶滚动阻力降低,同时又能保持良好的抗湿滑性能。试验结果表明,用溶聚丁苯橡胶替代乳聚丁苯橡胶和用白炭黑部分替代炭黑可以有效降低胎面胶的滚动阻力;填料总用量和芳烃油用量是影响滚动阻力和抗湿滑性能的最主要因素。

**关键词:**轮胎;胎面胶;滚动阻力;抗湿滑性

**中图分类号:** TQ336.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-8171(2000)09-0534-03

近年来,由于汽车日益普及,造成二氧化碳排放量越来越高。二氧化碳的增加导致了全球气候变暖,并且世界石油资源日益匮乏,因此一场降低油耗的汽车工业革命直接引发了汽车制造商降低轮胎滚动阻力的要求。

阻碍轿车前进的阻力中,滚动阻力占18%~30%,滚动阻力能耗占耗油量的14.4%,这意味着滚动阻力降低30%,则可节油4.5%~6%。据报道,仅由胎面产生的滚动阻力就占轮胎滚动阻力的49%,由胎面直接造成的油耗约占7.1%。目前,世界上许多大公司纷纷推出低滚动阻力轮胎,并冠以“绿色轮胎”的美名。虽然轮胎的各种标准中都还没有将轮胎滚动阻力的要求列入,但各汽车厂家(主要是美国)都已开始将轮胎的滚动阻力列为对原配胎质量的一项指标要求。

本研究的目的是最大可能地降低滚动阻力,同时又使抗湿滑性能不亚于甚至超过对比胶料。

## 1 实验

### 1.1 主要原材料

溶聚丁苯橡胶(S-SBR),牌号S-SBR2305,北京燕山石化公司产品;BR,牌号BR9000,北京燕山石化公司产品;沉淀法白炭黑,罗地亚

(青岛)白炭黑有限公司产品;偶联剂Si69,南京化工厂产品。

### 1.2 基本配方

胶料基本配方:生胶 100;填料 70~85;硬脂酸 2;氧化锌 4;防老剂 4020 1.5;硫磺 1.6。

### 1.3 试验仪器

DMTA-型动态粘弹谱仪,美国 Rheometric Scientific 公司产品;摆式摩擦因数测定仪,江苏省沐阳县公路工程仪器厂产品;Dunlop 旋转功率损失仪,加拿大宝兰山公司产品。

### 1.4 试样制备

用二段混炼法在实验室本伯里密炼机内混炼胶料。一段混炼顺序为:生胶 炭黑、白炭黑、Si69 油、氧化锌、硬脂酸、防老剂等。二段混炼加硫磺和促进剂。

### 1.5 试验方法

#### (1) 动态力学性能

试验条件:频率为30 Hz,应变为2%,温度范围为-60~+120,升温速率为5 $\cdot\text{min}^{-1}$ 。以0 下的 $\tan$  值表征胎面胶的抗湿滑性,以60 下的 $\tan$  值表征胎面胶的滚动阻力。

#### (2) 湿摩擦因数

试验条件:摩擦路面为沥青路面,上面均匀洒水。

#### (3) 滚动损失

试验条件:定负荷为150 N,频率为7 Hz。

## 2 结果与讨论

### 2.1 生胶体系

聚合物体系对胶料滞后损失的影响最大。对于低滚动阻力轮胎,聚合物体系在 0 左右应具有较高的  $\tan \delta$  值,这可使轮胎具有较好的抗湿滑性能;在 60 左右具有较低的  $\tan \delta$  值,这可使轮胎具有较低的滚动阻力。S-SBR 具有相对分子质量分布较窄、相对分子质量较大和分子链优越的特性,因此其滞后损失比乳聚丁苯橡胶(E-SBR)低,因而广泛用于低滚动阻力轮胎的胎面胶。表 1 中示出了 S-SBR 和 E-SBR 对胎面胶滚动阻力的影响。其中 1 号配方为对比胶料配方,与我国现用轮胎的胎面胶配方相当。从表 1 中可以看出,S-SBR 替代 E-SBR 可以显著降低轮胎胎面的滚动阻力。

### 2.2 补强体系

以前白炭黑主要用在越野轮胎胎面胶中以提高耐刺穿和抗切割能力,或作为粘合体系的一部分用在钢丝覆胶和胎体帘布胶中,但现在白炭黑已被广泛应用于低滚动阻力轮胎胎面胶中作补强剂。白炭黑和硅烷偶联剂并用可以有效降低轮胎胎面的滚动阻力,如表 1 所示。

表 1 胶种及补强填料对胎面滚动阻力的影响

项 目	配方编号			
	1	2	3	4
SBR	E-SBR	类型 S-SBR	S-SBR	S-SBR
白炭黑用量/份	0	0	5	10
偶联剂 Si69 用量/份	0	0	0.5	1.0
$\tan \delta$				
0	0.390	0.357	0.328	0.318
60	0.367	0.281	0.266	0.253
滚动损失/( $J \cdot r^{-1}$ )	2.43	1.73	1.67	1.63
湿摩擦因数指数	100	98	97	100

注:SBR、BR 和炭黑的用量分别为 70、30 和 70 份。

### 2.3 正交试验分析及各组分的优化组合

为确定各组分的最佳组合,使综合性能达到最佳匹配,设计了有 5 个独立变量的正交试验,考察了它们对胎面胶抗湿滑性能和滚动阻力的影响。这 5 个变量为: 填料总用量(炭黑+白炭黑) 70~85 份; 白炭黑用量 10~

25 份; 偶联剂 Si69 用量 0.5~2.0 份; 促进剂 NS 用量 1.4~2.3 份; 芳烃油用量 10~25 份。正交试验分析结果如图 1 所示。根据正交试验分析结果,得到如下结论:

(1) 对抗湿滑性能来说,填料总用量是最主要的影响因素,其次是芳烃油的用量。随着填料总用量增大,抗湿滑性能下降;而随着芳烃油用量增大,抗湿滑性能提高。

(2) 对于滚动阻力,芳烃油的用量是最主要的影响因素,其次是填料总用量。随着芳烃油用量增大,滚动阻力提高;而随着填料总用量增大,滚动阻力下降。

(3) 其余 3 个变量虽然对抗湿滑性能和滚动阻力有不同程度的影响,但其影响比填料总用量和芳烃油用量这两个因素小得多。一般来说,随着白炭黑用量增大,抗湿滑性能变化不大,滚动阻力略有下降。

### 2.4 与国外同类轮胎胎面胶的对比

通过正交试验分析,确定了最佳配方,据此试制了轮胎,并且在同样条件下与国外同类轮胎及国内现用轮胎的胎面胶进行了取样比较,结果见图 2 及表 2。

从图 2 和表 2 可以看出,我们研制的低滚动阻力胎面胶已经基本达到国外同类产品水平;与国内现用的轮胎胎面胶相比,0 的  $\tan \delta$  值即抗湿滑性能提高了大约 40%,而 60 的  $\tan \delta$  值即滚动阻力降低了大约 32%。

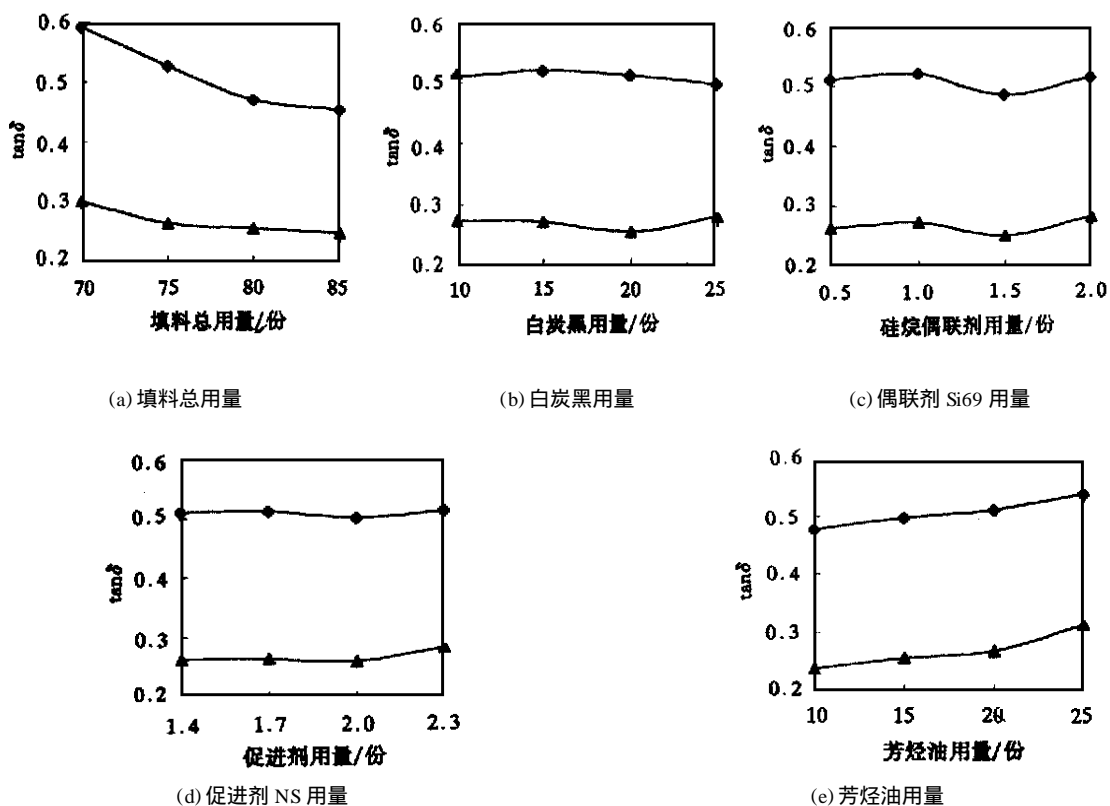
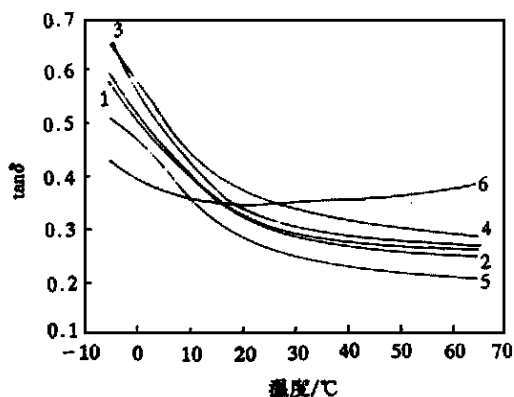
## 3 结论

(1) 用 S-SBR 替代 E-SBR 和白炭黑部分替

表 2 几种胎面胶  $\tan \delta$  值的比较

$\tan \delta$	0	60
1 <sup>#</sup>	0.568	0.264
2 <sup>#</sup>	0.520	0.234
3 <sup>#</sup>	0.512	0.268
4 <sup>#</sup>	0.586	0.294
5 <sup>#</sup>	0.478	0.216
6 <sup>#</sup>	0.390	0.367

注:1<sup>#</sup>—试制轮胎-1;2<sup>#</sup>—试制轮胎-2;3<sup>#</sup>—国外轮胎-1;4<sup>#</sup>—国外轮胎-2;5<sup>#</sup>—国外轮胎-3;6<sup>#</sup>—国内现用轮胎。

图1 各组分用量对  $\tan \delta$  值的影响—0 下的  $\tan \delta$  值; —60 下的  $\tan \delta$  值图2 不同轮胎胎面胶  $\tan \delta$  的比较

图中曲线序号同表2中轮胎编号

代炭黑均可以有效降低胎面胶的滚动阻力。

(2) 填料总用量和芳烃油用量是影响滚动阻力和抗湿滑性能的最主要因素。随着填料总用量增大,抗湿滑性能下降,而滚动阻力降低;随着芳烃油用量增大,抗湿滑性能提高,而滚动阻力提高。

(3) 各组分通过合理匹配可以使胎面胶既具有较低的滚动阻力,又具有较高的抗湿滑性能。

收稿日期:2000-03-28

## Study on tread compound of low rolling resistance tire

PAN Da-hai, MEI Zhou-mang

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

**Abstract:** The various ingredients in tread compound were optimized with the orthogonal experi-

mental method to lower the rolling resistance of tire tread without sacrificing its wet traction. The test results showed that the rolling resistance of tire tread could be significantly decreased by using S-SBR instead of E-SBR, and silica partly instead of carbon black; and the total level of fillers and the level of aromatic oil were the main factors affecting the rolling resistance and wet traction of tire.

**Key words** :tire ;tread compound ;rolling resistance ;wet traction