

白炭黑在宽基工程机械轮胎胎面基部胶中的应用

霍柱辉

(中国化工橡胶桂林有限公司, 广西 桂林 541004)

摘要: 研究白炭黑部分替代炭黑在宽基工程机械轮胎胎面基部胶中的应用。结果表明: 采用适量白炭黑部分替代炭黑, 不加入偶联剂, 同时使用炭黑N330替代炭黑N220和炭黑N326, 胶料的300%定伸应力和撕裂强度提高, 压缩生热明显降低, 拉伸强度和拉伸伸长率有所降低, 但仍保持在较高的水平; 成品轮胎物理性能符合国家标准要求, 生产成本降低。

关键词: 白炭黑; 宽基工程机械轮胎; 胎面基部胶

白炭黑作为补强材料已在轮胎中广泛应用。用白炭黑部分或全部替代炭黑用于胎面胶中, 可以降低轮胎的滚动阻力, 同时提高抗刺扎、抗崩花掉块和抗湿滑性能。工程机械轮胎胎面基部胶要求具有低生热和良好的抗撕裂性能、耐热性能和耐疲劳性能。宽基工程机械轮胎由于行驶速度慢、行驶里程短, 胎面基部胶生热要求相对较低, 因此不少生产厂家仍然使用全炭黑胎面基部胶配方。近几年, 石油价格飞涨, 严重依赖石油产业的炭黑价格一直处于高位运行。相反, 随着白炭黑生产技术的进步和白炭黑应用技术的日趋成熟和推广, 炭黑与白炭黑的价格发生了逆转, 现在白炭黑价格仅为硬质炭黑价格的80%左右。白炭黑作为绿色环保材料, 适量代替炭黑用于胎面胶, 并调整配方, 可以在保证胎面胶性能的同时降低生产成本, 提高企业经济效益。本工作主要以降低成本为目的, 在宽基工程机械轮胎胎面基部胶中用适量白炭黑部分替代硬质炭黑, 并且不加入硅烷偶联剂, 研究宽基工程机械轮胎胎面基部胶性能的变化。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR), 云南昆明新高深橡胶有限

公司产品; 炭黑N220, N330和N326, 成都众一化工销售有限公司提供; 白炭黑N975[二氧化硅质量分数为0.91, 加热减量(105℃×2h)为5.7%, pH值为6.7, 150μm筛余物质量分数为 2.8×10^{-3} , 灼烧减量(900℃×2h)为6.3%], 山东联科白炭黑有限公司产品。

1.2 配方

生产配方: NR/合成橡胶, 100; 炭黑N220, 30; 炭黑N326, 20; 芳烃油, 5; 活性剂, 8; 防老剂, 4.5; 硫黄和促进剂, 2.4; 其它, 3.5; 合计173.4。

试验配方A: NR/合成橡胶, 100; 炭黑N330, 40; 白炭黑N975, 10; 芳烃油, 5; 活性剂, 8; 防老剂, 4.5; 硫黄和促进剂, 2.55; 其它, 3.5; 合计173.55。

试验配方B: 除用40份炭黑N220代替10份炭黑N330外, 其余组分与试验配方A相同。

1.3 主要设备与仪器

Φ160×320开炼机, 广东省湛江机械厂产品; BB-2型密炼机和BB370型密炼机, 日本神户制钢公司产品; GK270型密炼机, 上海昊华橡胶机械厂产品; XLB2Q型平板硫化机, 浙江湖州宏图机械有限公司产品; EKT-2001MC型门尼粘度仪, 晔中科技

有限公司产品；RHeometer（100S）型硫化仪，美国孟山都公司产品；微机控制拉力试验机，广西师范大学秀峰电器厂产品。

1.4 试样制备

小配合试验胶料混炼分2段进行。一段混炼在BB-2型密炼机中进行，混炼工艺为：生胶→提压砵^{50s}→活性剂、防老剂等^{20s}→炭黑、白炭黑^{30s}→芳烃油^{40s}→清扫、压压砵^{40s}→排胶，停放4 h。二段混炼在开炼机上进行，混炼工艺为：一段混炼胶→通过5次→硫黄、促进剂→薄通5次→通过3次→左右割刀3次→出片（总混炼时间约6 min）。

大配合试验胶料混炼分2段进行。一段混炼在BB370型密炼机中进行，转子转速 $50 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ ，混炼工艺为：生胶、小料、炭黑、白炭黑→提

压砵^{40s}→芳烃油^{30s}→清扫、压压砵^{45s}→排胶（ $170 \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ）。二段混炼在GK270型密炼机中进行，转子转速 $20 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ ，混炼工艺为：一段混炼胶→硫黄、促进剂^{60s}→清扫、压压砵^{50s}→清扫、压压砵^{20s}→排胶（ $105 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ）。

1.5 性能测试

胶料各项性能测试均按相应国家标准进行。

2 结果与讨论

2.1 小配合试验

小配合试验结果见表1。

从表1可以看出：与生产配方胶料相比，使用10份白炭黑等量替代炭黑的试验配方胶料门尼粘度增大，这是白炭黑表面结构高且没有加入偶联剂所

表1 小配合试验结果

项 目	试验配方A			试验配方B			生产配方		
门尼粘度[ML（1+4）120℃]	29.59			32.37			28.87		
门尼焦烧时间（120℃）/min	39.03			35.98			43.55		
硫化仪数据（151℃）									
$M_L/（dN\cdot m）$	8.0			9.0			8.0		
$M_H/（dN\cdot m）$	56.0			59.0			58.0		
t_{s2}/min	3.1			3.1			3.2		
t_{90}/min	6.8			6.6			6.4		
硫化时间（142℃）/min	30	40	60	30	40	60	30	40	60
邵尔A型硬度/度	66	65	65	66	66	66	66	66	66
300%定伸应力/MPa	9.0	8.6	9.7	8.8	8.5	8.4	8.0	8.5	8.1
拉伸强度/MPa	24.8	24.5	23.8	24.6	25.4	23.5	26.2	25.7	25.0
拉断伸长率/%	570	560	540	550	580	530	580	580	570
拉断永久变形/%	28	24	24	28	22	20	30	30	20
撕裂强度/（kN·m ⁻¹ ）		152	134		157	134		149	125
压缩生热/℃		26.6				27.7		31.4	
压缩永久变形/%		5.6				5.5		5.4	
100℃×24h热空气老化后									
邵尔A型硬度/度		68			70			70	
拉伸强度/MPa		20.5			19.8			20.9	
拉断伸长率/%		490			480			510	
撕裂强度/（kN·m ⁻¹ ）		124			124			120	

致；焦烧时间缩短，这是因为在配方设计时考虑到白炭黑对促进剂的吸附作用而增大促进剂用量所致，使用炭黑N220的试验配方B胶料的焦烧时间比使用炭黑N330的试验配方A胶料更短；其他硫化特性相差不大；硬度和耐热老化性能基本相当；拉伸强度和拉断伸长率稍有降低，但仍然保持较好的水平；300%定伸应力及撕裂强度有所提高。根据配方设计经验，在炭黑N220，N330和N326胶料中，炭黑N330胶料一般具有较高的300%定伸应力，试验配方A胶料的300%定伸应力也说明了这一点，试验配方A胶料使用炭黑N330替代炭黑N220及N326，还弥补了添加白炭黑引起胶料300%定伸应力下降的缺点；试验配方A胶料的压缩生热明显降低，这是因为炭黑N330和白炭黑配合比炭黑N220和N326配合更有利于降低胶料生热；试验配方B胶料除

300%定伸应力比试验配方A胶料稍低外，其余性能与试验配方A胶料相近。

根据小配合试验结果，采用试验配方A进行大配合试验，并适当调整促进剂用量。

2.2 大配合试验

大配合试验结果见表2。

从表2可以看出：与生产配方胶料相比，试验配方胶料的门尼粘度稍高；试验配方胶料的促进剂用量调整后，焦烧时间与生产配方胶料的焦烧时间基本一致，保证了加工安全性；试验配方胶料的硬度和耐热老化性能基本相当，拉伸强度和拉断伸长率稍降低，300%定伸应力和撕裂强度提高，压缩生热明显降低，这有利于减少肩空、脱层等质量缺陷。大配合试验结果与小配合试验结果基本一致。

表2 大配合试验结果

项 目		试验配方				生产配方	
门尼粘度[ML（ 1+4 ） 120 ℃]		46.21				43.59	
门尼焦烧时间（ 120 ℃ ）/min		45.55				45.52	
硫化仪数据（ 151 ℃ ）							
M_L /（ dN · m ）		15.0				14.0	
M_H /（ dN · m ）		57.5				58.5	
t_{s2} /min		3.4				3.6	
t_{90} /min		8.1				7.1	
硫化时间（ 142 ℃ ）/min	30	40	60	30	40	60	
邵尔A型硬度/度	62	64	64	64	65	65	
300%定伸应力/MPa	8.8	9.4	9.7	9.2	9.1	8.7	
拉伸强度/MPa	22.3	22.9	23.5	22.6	24.0	24.0	
拉断伸长率/%	520	510	510	530	530	550	
拉断永久变形/%	20	20	20	16	20	28	
撕裂强度/（ kN · m ⁻¹ ）		137		127		133 123	
压缩生热/℃		27.7				31.4	
压缩永久变形/%		3.9				4.5	
100 ℃ × 24 h热空气老化后							
邵尔A型硬度/度		68				68	
拉伸强度/MPa		18.0				18.2	
拉断伸长率/%		470				490	
撕裂强度/（ kN · m ⁻¹ ）		107				101	

2.3 工艺性能

按照大配合试验混炼工艺, 炭黑和白炭黑同时加入, 共混炼5车试验配方胶料, 一段混炼胶排胶温度与生产配方胶料并无异常, 基本在167~172℃, 排胶时胶料呈连续块状, 出片平整光滑, 胶片断面无明显的白炭黑颗粒, 说明白炭黑分散良好; 终炼胶未出现焦烧、收缩、粗糙现象, 胶片表面光滑, 断面较细腻。用热喂料挤出机挤出工程机械轮胎胎面基部胶片, 胶料稍硬, 但包辊性能良好, 挤出工艺正常, 挤出温度低于110℃, 挤出胶片表面未出现熟胶、豁边等质量问题, 表面较光滑, 尺寸及质量均符合工艺技术要求。轮胎成型工序中, 试验胶料的胶片贴合成型时, 与缓冲层粘合性能良好, 接头平整。

2.4 成品性能

用试验配方胶料试制23.5—25 16PR L-3工程机械轮胎, 成品轮胎物理性能如表3所示。

从表3可以看出, 试验轮胎的物理性能良好, 达到国家标准要求, 胎面与缓冲胶的粘合强度远高于国家标准要求。

2.5 成本分析

经测算, 与采用生产配方相比, 采用试验配方生产的宽基工程机械轮胎胎面基部胶每车胶料成本降低37.9元, 每千克胶料成本降低0.219元, 按每条

表 3 23.5—25 16PR L-3 试验轮胎的物理性能

项 目	实测值	国家标准 ¹⁾
胎面基部性能		
邵尔A型硬度/度	66	≥55
300%定伸应力/MPa	9.8	
拉伸强度/MPa	22.9	≥16.5
拉断伸长率/%	520	≥350
拉断永久变形/%	20	
胎面-缓冲胶粘合强度/(kN·m ⁻¹)	14.2	≥8.0

注: 1) GB/T1190-2009《工程机械轮胎技术要求》。

23.5—25 16PR L-3工程机械轮胎胎面基部胶质量为48.7 kg计算, 每条轮胎成本可降低约10元, 按年产10万条轮胎计算, 每年可节约成本100万元。

3 结论

(1) 采用适量白炭黑部分替代炭黑, 不加入偶联剂, 同时使用炭黑N330替代炭黑N220和N326, 胶料的300%定伸应力和撕裂强度有所提高, 压缩生热明显降低, 拉伸强度和拉断伸长率有所降低, 但仍保持较高的水平; 成品轮胎物理性能符合国家标准要求, 且生产成本降低。

(2) 在宽基工程机械轮胎胎面基部胶中使用10份白炭黑部分替代炭黑是可行的。根据试验结果, 结合不同规格宽基工程机械轮胎的特定使用条件, 通过改进配方可以进一步提高白炭黑用量。

Application of Silica in the Tread Base Compound of Wide Base OTR Tire

Huo Zhuhui

(Chem China Guilin Tire Co., Ltd., Guilin 541004, China)

Abstract: In this study, the application of silica in the tread base compound of wide base OTR tire was investigated. The experimental testing results showed that when carbon black N220 and N326 in the original formulation were replaced by using silica and carbon black N330, without the use of silane coupling agent, the modulus at 300% elongation and tear strength of the vulcanizates increased, the heat build-up decreased significantly; the tensile strength and elongation at break decreased, but still remained at high levels. The physical properties of the finished tire met the requirements of national standards, and the production cost was reduced.

Keywords: silica; wide base OTR tire; tread base compound