

175GR 白炭黑在载重轮胎胎肩胶中的应用

程安仁, 林 浩, 赵冬梅

(北京首创轮胎有限责任公司, 北京 100240)

摘要: 探讨 175GR 白炭黑在载重轮胎胎肩胶中的应用。175GR 白炭黑应用对比实验结果表明, 175GR 白炭黑与炭黑采用适当的比例并用, 可使胎肩胶抗撕裂性能有显著提高, 抗屈挠龟裂性能明显得到改善, 压缩生热有所下降, 耐老化性能有所提高, 硫化速度略有下降。随着胶料性能的改善, 成品轮胎的高速性能提高了一个速度级别。

关键词: 白炭黑, 载重轮胎, 胎肩胶; 抗屈挠性能; 抗撕裂性能; 压缩生热

提高胶料的抗撕裂性能和抗屈挠性能, 降低轮胎胶料胶料生热, 是提高轮胎高速性能、减少肩空和脱层的有效措施。本工作从提高胶料的抗撕裂性能和抗屈挠性能, 降低胎肩胶生热的角度出发, 探讨 175GR 白炭黑在载重轮胎胎肩胶中的应用。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶, SIR 20[#], 印度尼西亚产品; 顺丁橡胶, BR9000, 中国石化北京燕山石油股份有限公司产品; 炭黑 N326 和炭黑 N660, 沙河市炭黑厂产品; 白炭黑, 牌号 175GR, 罗地亚白炭黑(青岛)有限公司产品; 硅烷偶联剂 Rsi-B, 南京曙光化工总厂产品; 其它原材料均为橡胶工业常用原材料。

1.2 配方

生胶(NR/BR) 100, 氧化锌 8, 硬脂酸 2, 防老剂 2.5, 硫化剂和促进剂 4, 增塑剂 4, 补强剂 变量(见表 1), 其它 1.15。

1.3 主要设备和仪器

1.57L 密炼机, 英国 Banbury 公司产品; $\Phi 150\text{ mm} \times 320\text{ mm}$ 开炼机, 广东省湛江机械厂产品; F270 型密炼机, 英国 Banbury 公司产品; QLB-Q450 型平板硫化机, 湖州橡胶机械厂产品; MV2000 型门尼粘度仪和 MDR2000 型硫化仪, 美国孟山都公司产品; 拉力机, XQ-250 型, 江苏省江都真武橡胶机械厂; 压缩疲劳试验机, YS-25-

表 1 补强剂用量 份

补强剂	生产配方	试验 配方 A	试验 配方 B	试验 配方 C
炭黑	45	40	35	30
白炭黑 175GR	—	5	10	15
Rsi-B	—	1	2	3

II 型, 上海化工机械四厂。

1.4 胶料混炼工艺

1.4.1 小配合试验

小配合试验胶料的一段混炼在 1.57 L 密炼机(转子转速 $115\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$, 压砣压力 0.35 MPa)中进行混炼, 加料顺序为: 生胶→白炭黑、炭黑和小料→清扫→排胶(排胶温度 $145\text{ }^{\circ}\text{C}$)。二段混炼在开炼机(速比为 1:1.4)上, 加料顺序为: 一段混炼胶(停放 16 h)→硫黄和促进剂→下片。

1.4.2 大配合试验

大配合试验胶料的混炼均在 F270 型密炼机内进行, 工艺如下。

大配合试验胶料的母胶混炼在 F270 密炼机转子转速为 $40\text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 、压砣压力为 0.6 MPa 的条件下进行。

生产配方进行两段混炼, 一段母胶的加料顺序为: 生胶→炭黑和小料→软化剂→清扫→排胶, 排胶温度 $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

试验配方进行三段混炼, 一段母胶的加料顺序为: 生胶→白炭黑、部分炭黑和小料→软化剂→清扫→排胶, 排胶温度 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$; 二段母胶的加料顺序为: 一段母胶→剩余炭黑→清扫→排胶, 排胶温度 $153\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

大配合胶料的终炼胶混炼均是在 F270 密炼机转子转速为 $20\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 、压砷压力为 0.6 MPa 的条件下进行混炼, 加料顺序为: 母胶、小料→排胶, 排胶温度 $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

1.5 性能测试

门尼粘度按照 ASTM D 1646-80 方法进行测定; 硫化特性按照 ASTM D 2084-81 方法进行测定; 其它各项性能测试均按相应国家标准进行测定。

2 结果与讨论

2.1 理化分析

175GR 白炭黑的理化分析结果见表 2, 可以

表 2 175 白炭黑理化分析及物性分析结果

项 目	实测值	企业标准
外观	白色或浅黄色颗粒	白色或浅黄色颗粒
SiO ₂ 含量/ %	89. 1	> 87
煅烧减量/ %	10. 3	< 11. 0
pH 值	5. 8	5. 5~7. 0
105℃热质量损失/ %	6. 39	4. 00~7. 00
水溶物含量/ %	2. 05	< 2. 50
硫化时间(150℃)/ min	15	15
拉伸强度/ MPa	20. 9> 16. 0	
500%定伸强度/ MPa	5. 2	5. 0~8. 5
拉断伸长率/ %	840	> 675

看出, 175GR 白炭黑的理化性能达到指标要求。

2.2 小配合试验

小配合试验结果见表 3 和表 4。

表 3 小配合试验胶料的焦烧及硫变特性

项 目	生产配方	试验配方 A	试验配方 B	试验配方 C
门尼粘度				
[ML(1+4)100℃]	54. 6	55. 6	60. 6	64. 3
30 s 后门尼值下降率	0. 90	0. 89	0. 87	0. 85
门尼焦烧数据(127℃)				
<i>t</i> ₅ / min	23. 95	24. 48	24. 12	23. 03
<i>t</i> ₃₅ / min	34. 54	34. 07	33. 98	33. 15
硫化仪数据(185℃)				
<i>M</i> _L / (dN·m)	1. 18	1. 28	1. 42	1. 42
<i>M</i> _H / (dN·m)	12. 78	12. 65	11. 69	12. 46
<i>t</i> ₅₁ / min	0. 60	0. 62	0. 63	0. 65
<i>t</i> ₉₀ / min	1. 33	1. 33	1. 35	1. 45
<i>M</i> _L 之 tan δ 值	1. 21	1. 15	1. 09	1. 09
<i>M</i> _H 之 tan δ 值	0. 4	0. 41	0. 39	0. 40

表 4 小配合试验硫化胶物理性能

项 目	生产配方		试验配方 A		试验配方 B		试验配方 C	
硫化时间(151℃)/ min	20	30	20	30	20	30	20	30
邵尔 A 型硬度/ 度	60	60	60	61	62	61	61	62
100%定伸应力/ MPa	2. 5	2. 4	2. 6	2. 4	2. 6	2. 5	2. 5	2. 4
300%定伸应力/ MPa	11. 9	11. 7	11. 4	11. 7	12	11. 8	11. 8	11. 6
拉伸强度/ MPa	20. 6	21. 1	21. 2	19	20	21. 5	24. 1	22. 1
拉断伸长率/ %	460	470	480	430	450	470	530	490
拉断永久变形/ %	18	16	18	12	18	16	24	18
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)		43		46		49		57
回弹值/ %		65. 2		66. 0		65. 4		64. 8
压缩永久变形/ %		2. 8		3. 2		2. 8		2. 8
压缩疲劳生热/℃		15. 0		14. 0		14. 0		13. 3
屈挠龟裂等级/(万次/ 6 型)		11		13		21		30b
密度/(Mg·m ⁻³)		1. 122		1. 128		1. 131		1. 138
100℃× 24 h 老化后								
拉伸强度下降率/ %		16. 1		15. 3		15. 3		10. 4
拉断伸长率下降率/ %		26. 8		22. 6		22. 5		17. 4
抗撕裂强度下降率/ %		25. 6		19. 6		12. 2		19. 6

注: 压缩生热条件为负荷 1. 0 MPa, 冲程 5. 71 mm, 温度 55℃; 试验配方 C 在 30 万次屈挠试验后屈挠龟裂等级为 3 型。

从表 3 可以看出,在相同的密炼工艺下,与生产配方胶料相比,试验配方胶料的门尼粘度较生产配方胶料大,而且随着白炭黑的用量增大而增大,在 100 °C 下门尼结束后松弛 30 s 后的门尼粘度值下降率表明,白炭黑胶料的门尼粘度值下降率较生产配方胶料小,而且下降率随着白炭黑的用量增大而减小,表明加入白炭黑后胶料的流动性能变差,需要改善混炼工艺;在 127 °C 下,试验配方胶料的门尼焦烧时间在白炭黑用量为 5 份时较生产配方略长,但随着白炭黑的用量延长, t_5 和 t_{35} 有逐步缩短的趋势,这可能与 Rsi-B 用量增大有关;在 185 °C 下,试验配方胶料焦烧时间 t_{51} 随白炭黑的用量增大逐步增大,正硫化时间 t_{90} 也随白炭黑的用量增大逐步延长,而且均比生产配方胶料大,说明在此温度下,加入白炭黑硫化速度有变慢的趋势;从 M_L 之 $\tan \delta$ 值(表示未硫化胶在转矩达到最低时的 $\tan \delta$ 值)来看,试验配方胶料均比生产配方胶料小,这表明试验配方胶料的混炼工艺性能较差,这与门尼松弛试验结果一致;从 M_H 之 $\tan \delta$ 值(表示硫化胶在转矩达到最高时的 $\tan \delta$ 值)来看,试验配方胶料与生产配方胶料相当,这表明滚动阻力变化不大。

从表 4 可以看出,与生产配方胶料相比,试验配方胶料抗撕裂强度和抗屈挠性能明显提高,压缩疲劳温升有所降低,从老化后强度、拉断伸长率和抗撕裂强度的下降率来看,耐老化性能有所提高,其它性能基本相当。

从上述数据来看,加入 175GR 白炭黑后,除工艺性能和硫化速度需要进行调整外,其它性能都能达到或优于生产配方。

2.3 大配合试验

根据小配合试验结果,综合胶料的硫化性能和硫化机硫化测温数据,确定采用试验配方 C 进行大配合试验,同时对硫化体系稍加调整。为了改善试验配方 C 的工艺性能,我们将混炼工艺由普通胎肩胶的二段混炼改为三段混炼(见 1.4 节胶料混炼工艺)。大配合试验结果见表 5 和表 6。

从表 5 可以看出,与生产配方胶料相比,试验配方胶料的门尼粘度略低,硫化速度稍慢,试验配方胶料的模量略大于生产配方胶料,焦烧时间和

混炼工艺性能基本相同,滚动阻力也相当。

表 5 大配合试验胶料的焦烧及硫化特性

项 目	生产配方	试验配方
门尼粘度[ML(1+4)100 °C]	65.5	62.7
门尼焦烧数据(127 °C)		
t_5 /min	20.30	20.22
t_{35} /min	28.77	3126
硫化仪数据(185 °C)		
M_L /(dN · m)	1.72	1.70
M_H /(dN · m)	13.83	14.21
t_{51} /min	0.55	0.60
t_{90} /min	1.40	1.50
M_L 之 $\tan \delta$ 值	1.08	1.08
M_H 之 $\tan \delta$ 值	0.39	0.40

表 6 大配合试验硫化胶物理性能

项 目	生产配方		试验配方	
硫化时间(151 °C)/min	30	40	30	40
邵尔 A 型硬度/度	62	61	65	65
100%定伸应力/MPa	2.6	2.7	2.8	2.7
300%定伸应力/MPa	12.4	12.5	12.8	12.6
拉伸强度/MPa	21.4	20.6	22.2	20.2
拉断伸长率/%	460	450	490	470
拉断永久变形/%	16	12	18	16
撕裂强度/(kN · m ⁻¹)		46		52
回弹值/%		64.0		67.0
压缩永久变形/%		2.5		1.9
压缩疲劳生热/°C		16.3		13.0
屈挠龟裂/(万次/6 型)		11		24
密度/(Mg · m ⁻³)		1.127		1.129
100 °C × 24 h 老化后				
拉伸强度下降率/%		12.1		9.4
拉断伸长率下降率/%		26.8		22.3
撕裂强度下降率/%		26		25

从表 6 可以看出,与生产配方硫化胶相比,试验配方硫化胶最显著的优点是:耐屈挠龟裂性能明显提高(涨幅 118%),抗撕裂性能提高 13%,回弹性能有所提高,压缩疲劳温升较低,压缩永久变形较小,硬度、定伸应力和拉断伸长率高于生产配方硫化胶,老化性能略好于生产配方硫化胶,其它性能基本相当。

另外,与生产配方胶料相比,试验配方胶料混炼时包辊性能良好,胶片表面平整、光亮,复合成型时粘合良好,挤出温度相当。

2.4 成品轮胎性能

结合公司试验安排,为了合理地利用资源,我们将试验胎肩胶和另一试验胎冠配方的胎冠胶同时进行成品试验并与生产配方成品进行对比,生产 10 00—20 16PR 试验轮胎 6 条,从中选取两条

分别进行高速和耐久性能试验, 试验结果见表 7。

表 7 成品高速性能试验条件

项 目	试验配方	生产配方
高速性能试验 ¹⁾		
通过速度/(km · h ⁻¹)	110	100
最高速度/(km · h ⁻¹)	120	110
累计行驶时间/h	14. 75	12. 54
轮胎损坏情况	胎冠脱层	胎冠脱层
耐久性能试验 ²⁾		
试验速度/(km · h ⁻¹)	50	50
累计行驶时间/h	100	100
轮胎情况	完好	完好

注: 1) 试验条件为气压 810 kPa, 检验负荷 2 630 kg, 先分别以 55、60、70、80、90、100 和 110 km · h⁻¹ 的速度运行 2 h, 然后以 120 km · h⁻¹ 的速度运行至轮胎破坏; 2) 试验条件为气压 810 kPa, 检验负荷 2 630 kg, 先分别在 65%, 85%, 100%, 110%, 120%, 130% 和 140% 的负荷下分别运行 7、16、24、10、10、10 和 10 h, 然后在 150% 的负荷率下运行至 100 h。

从表 7 可以看出, 试验轮胎与正常轮胎相比, 试验轮胎的高速性能得到改善(提高一个速度级别), 耐久性能相当。从损坏形式来看, 两条轮胎均为脱空, 而且均为胎冠胶与缓冲层脱空。就斜交轮胎而言, 通过 110 km · h⁻¹ 检验, 最高行驶速

度达到 120 km · h⁻¹, 已经算是斜交轮胎中的精品了。

2.5 效益分析

采用试验胎冠胶和试验胎肩胶配方生产的轮胎成本比采用生产配方生产的轮胎略有增长, 如采用试验配方生产的每条 10 00—20 16PR 轮胎成本增长约 3 元。但试验配方胶料的工艺性能较好, 轮胎高速性能显著提高, 这对重视改进载重轮胎高速性能的今天具有重要的意义。

3 结论

采用 175G R 白炭黑与炭黑并用, 可在降低载重轮胎胎冠胶生热的同时显著提高胎肩胶的耐屈挠龟裂性能和抗撕裂性能, 回弹性能有所提高, 硫化速度略有下降; 随着胶料性能的改善, 成品轮胎的高速性能也得到显著改善, 提高了成品轮胎的性能价格比。

参考文献: 略

NDI 公司推出
Eurostone Sirius 冬季轮胎

Nordisk Dak Import A/S (NDI) 公司是欧洲地区主要的轮胎和轮辋供应商, 创建于 1970 年。公司专业生产工业和农业车辆用车轮及从事翻胎业务。公司下属的 Euroband 公司是丹麦最大的载重汽车轮胎、公共汽车轮胎、托运车辆轮胎和矿用车辆轮胎的翻胎制造商。

NDI 公司已在欧洲市场(瑞典、挪威、英国和德国)取得了较好的成绩。Eurostone 是 NDI 公司旗下的自有产品品牌。Eurostone 系列产品受到英国广大消费者的欢迎。Eurostone Sirius 是公司推出的一款冬季轿车轮胎, 这种轮胎适用于所有冬季条件。该款轮胎采用独特的配方, 大大地提高了轮胎在湿路面和干路面条件下的稳定性、转向性和制动性。

Eurostone Sirius 冬季轮胎的规格有 145/80R13 75Q, 155/80R13 79Q, 165/80R13 83Q, 155/70R13 75T, 165/70R13 79T, 175/70R13 82T,

165/70R14 81T, 175/65R14 82T, 175/70R14 84T, 185/65R14 86T, 185/65R15 88T, 195/65R15 91T, 205/65R15 94T, 185/60R14 82T, 195/60R15 88T 和 205/55R16 91H。

苏 博

北橡院巨型全钢工程机械子午线轮胎
二次法成型机试产成功

近日, 由北京橡胶工业研究设计院总体设计, 该院与福建建阳龙翔科技开发有限公司共同研制的巨型全钢工程机械子午线轮胎二次法成型机在山东某轮胎厂试产成功。

该成型机主要依据北橡院轮胎开发中心研发的 27.00R49, 36.00R51, 37.00R57 和 40.00R57 等规格巨型全钢工程机械子午线轮胎产品的工艺条件进行设计。能够生产钢丝圈直径为 1 244.6 ~ 1 295.4 mm (49 ~ 51 英寸) 及 1 295.4 ~ 1 447.8 mm (51 ~ 57 英寸) 的全钢工程机械子午线轮胎。首条下线轮胎的规格为 47.00R57, 是目前我国最大的全钢工程机械子午线轮胎。

樊文茹