

低滞后炭黑 DZ-13 在载重轮胎胎面胶中的应用

林 浩,赵冬梅,程安仁,戢启国
(北京首创轮胎有限责任公司,北京 100096)

摘要:探讨低滞后炭黑 DZ-13 在载重轮胎胎面胶中的应用。结果表明,采用低滞后炭黑 DZ-13 部分替代炭黑 N234 并增大生胶体系 NR/BR 并用比,可使胎面胶的生热降低,拉伸性能、撕裂强度和回弹性提高,成品轮胎的速度性能显著改善,性能价格比提高。
关键词:低滞后炭黑;载重轮胎;胎面胶;生热;速度性能
中图分类号:TQ330.38⁺1;U463.341⁺.3 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8171(2006)05-0276-04

降低轮胎胶料,尤其是胎面胶生热是提高轮胎速度性能、减少肩空和脱层的有效措施。本工作从降低胎面胶生热的角度出发,探讨低滞后炭黑 DZ-13 在载重轮胎胎面胶中的应用。

1 实验

1.1 主要原材料

NR,SIR20[#],印度尼西亚产品;BR,牌号 9000,中国石化北京燕山石油化工股份有限公司产品;炭黑 N234,河北沙河炭黑厂产品;低滞后炭黑 DZ-13,中橡集团炭黑工业研究设计院产品;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,由偶联剂 Si69 与炭黑 N330 按 1:1 质量比混合制成,南京曙光化工集团有限公司产品。

1.2 配方

试验配方和生产配方见表 1。

1.3 主要设备和仪器

1.57 L 密炼机和 F270 型密炼机,英国本伯里公司产品;Φ150 mm×320 mm 开炼机,广东湛江机械厂产品;MV2000 型门尼粘度仪和 MDR2000 型硫化仪,美国孟山都公司产品;QLB-Q450 型平板硫化机,浙江湖州橡胶机械厂产品;XQ-250 型拉力机,江苏江都真武橡胶机械厂产品;YS-25-II 型压缩疲劳试验机,上海化工机械四

表 1 试验配方和生产配方 份

组 成	试验配 方 A	试验配 方 B	试验配 方 C	生产 配方
NR+BR	100	100	100	100
氧化锌	3.5	3.5	3.5	3.5
硬脂酸	3	3	3	3
防老剂	3	3	3	3
硫化体系	2.7	2.7	2.7	2.7
低滞后炭黑 DZ-13	50	32	47	0
炭黑 N234	0	20	0	50
白炭黑	0	0	5	0
芳烃油	6	5	4.5	6
硅烷偶联剂 Rsi-B	0	0	1	0
其它	5	5	5	5

厂产品。

1.4 胶料混炼工艺

(1)小配合试验

小配合试验胶料的一段混炼在 1.57 L 密炼机内进行,密炼机转子转速为 115 r·min⁻¹,压砵压力为 0.35 MPa,加料顺序为:生胶→炭黑和小料→芳烃油→清扫→排胶;二段混炼在开炼机上进行,开炼机辊筒速比为 1:1.4,加料顺序为:一段混炼胶(停放 16 h 后)→硫黄和促进剂→下片。

(2)大配合试验

大配合试验胶料的两段混炼均在 F270 型密炼机内进行。一段混炼的密炼机转子转速为 40 r·min⁻¹,压砵压力为 0.60 MPa,加料顺序与小配合试验胶料一段混炼相同,排胶温度为 165 ℃;二段混炼的密炼机转子转速为 20 r·min⁻¹,压砵压力为 0.60 MPa,加料顺序与小配合试验胶料二段混炼相同,排胶温度为 105 ℃。

作者简介:林浩(1964-),女,北京人,北京首创轮胎有限责任公司高级工程师,学士,从事轮胎技术及企业管理工作。

1.5 性能测试

门尼粘度和门尼焦烧特性按 ASTM D 1646 测试,硫化特性按 ASTM D 2084 测试,其它性能按相应国家标准测试。

2 结果与讨论

2.1 理化分析

低滞后炭黑 DZ-13 的理化分析结果见表 2。
从表 2 可以看出,低滞后炭黑 DZ-13 的理化性能达到指标要求;比表面积较小、结构较高,这

有利于降低胶料生热和提高拉伸性能。

2.2 小配合试验

小配合试验结果见表 3 和 4。
从表 3 可以看出,与生产配方胶料相比,试验配方 A 胶料的门尼粘度较小,门尼焦烧时间较短,硫化速度较快; M_L 时的损耗因子($\tan\delta$)值较大, M_H 时的 $\tan\delta$ 略小,这表明胶料的混炼工艺性能较好,滚动阻力略低。试验配方 B 胶料的门尼

表 3 小配合试验未硫化胶性能

项 目	试验配 方 A	试验配 方 B	试验配 方 C	生产 配方
门尼粘度				
[ML(1+4)100 ℃]	45.9	47.2	54.3	53.8
门尼焦烧数据(127 ℃)				
门尼粘度最小值	35.5	38.0	43.3	44.2
t_5/min	31.85	35.03	26.47	36.01
t_{35}/min	37.13	43.12	30.42	45.57
硫化仪数据(185 ℃)				
$M_L/(\text{N}\cdot\text{m})$	0.89	0.76	0.59	1.52
$M_H/(\text{N}\cdot\text{m})$	8.56	6.29	6.80	10.76
t_{s1}/min	0.67	0.70	0.77	0.67
t_{90}/min	1.40	1.42	1.43	1.58
M_L 时的 $\tan\delta$	1.42	1.23	1.40	1.15
M_H 时的 $\tan\delta$	0.43	0.43	0.42	0.44

表 2 低滞后炭黑 DZ-13 的理化分析结果		
项 目	实测值	指标
杂质质量分数	0	
325 目筛余物质量分数 $\times 10^2$	0.03	≤ 0.1
灰分质量分数 $\times 10^2$	0.08	≤ 0.5
加热减量(105 ℃ $\times 2\text{ h}$)/%	0.48	≤ 2.5
吸碘值/($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)	72	70~88
DBP 吸收值 $\times 10^5/(\text{m}^3\cdot\text{kg}^{-1})$	129	120~140
300%定伸应力差值 ¹⁾ /MPa	+1.3	+0.2 $\pm$ 1.6

注:1)低滞后炭黑 DZ-13 硫化胶的测试值与参比炭黑 IRB 7# 硫化胶的测试值差值,鉴定配方(GB/T 3780.18—1998)为 NR 100,炭黑 50,氧化锌 5,硬脂酸 3,硫黄 2.5,促进剂 DM 0.6;硫化条件为 145 ℃ $\times 30\text{ min}$ 。

表 4 小配合试验硫化胶物理性能

项 目	试验配方 A		试验配方 B		试验配方 C		生产配方	
硫化时间(151 ℃)/min	30	40	30	40	30	40	30	40
密度/($\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$)		1.092		1.095		1.109		1.095
邵尔 A 型硬度/度	61	62	62	62	62	61	64	65
100%定伸应力/MPa	2.0	2.0	2.0	2.1	2.2	2.1	1.9	2.0
300%定伸应力/MPa	9.4	9.4	9.0	9.1	10.5	10.1	8.7	8.9
拉伸强度/MPa	21.1	21.5	19.8	19.9	20.0	19.7	21.5	21.4
拉伸伸长率/%	560	570	580	550	520	500	560	550
拉伸永久变形/%	18	16	18	18	16	14	24	20
撕裂强度/($\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$)		56		74		65		72
回弹值/%		54		52		55		47
阿克隆磨耗量/ cm^3		0.102		0.094		0.092		0.086
屈挠龟裂等级(30 万次)		1,1,1		0,1,2		1,1,2		1,1,1
压缩屈挠试验 ¹⁾								
温升/℃		22.1		23.3		20.0		27.2
永久变形/%		3.5		4.3		3.3		4.8
100 ℃ $\times 24\text{ h}$ 老化后								
拉伸强度变化率/%		-11		-13		-17		-14
拉伸伸长率变化率/%		-14		-17		-22		-18
阿克隆磨耗量/ cm^3		0.274		0.268		0.280		0.251

注:1)冲程 5.71 mm,负荷 1.0 MPa,温度 55 ℃。

粘度、硫化速度和混炼工艺性能介于生产配方胶料与试验配方 A 胶料之间。试验配方 C 胶料的门尼粘度较高,硫化速度较快,滚动阻力较低。

从表 4 可以看出,与生产配方相比,试验配方 A 硫化胶的硬度和压缩温升较低,定伸应力较高,变形较小,回弹性较好,但撕裂强度较低,耐磨性较差,其它性能相当。试验配方 B 硫化胶的撕裂强度较高,拉伸强度较低,其它性能基本介于生产配方硫化胶与试验配方 A 硫化胶之间。试验配方 C 硫化胶的压缩温升较低,定伸应力较高,回弹性较好,变形较小,但拉断伸长率较小,耐屈挠龟裂性能和耐老化性能较差。

2.3 大配合试验

根据小配合试验结果,同时综合胶料的工艺性能和成本,确定采用试验配方 B 进行大配合试验。为提高硫化胶的拉伸强度和进一步改善抗撕裂性能,大配合试验时对试验配方 B 的生胶体系进行了调整,增大了 NR/BR 并用比。大配合试验结果见表 5 和 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,焦烧时间较短,硫化速度较快,混炼工艺性能较好,滚动阻力略小。

从表 6 可以看出,与生产配方硫化胶相比,试验配方硫化胶的压缩温升较低,硬度略低,定伸应力、拉伸强度、拉断伸长率和撕裂强度较高,压缩永久变形较小,回弹性、耐磨性能和耐屈挠龟裂性能略好,即试验配方硫化胶具有生热低、拉伸性能和回弹性好、撕裂强度高的特点。

表 5 大配合试验未硫化胶性能

项 目	试验配方	生产配方
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	63.0	66.3
门尼焦烧数据(127℃)		
门尼粘度最小值	52.0	56.1
t_5 /min	23.53	32.63
t_{35} /min	36.70	43.70
硫化仪数据(185℃)		
$M_L/(N\cdot m)$	1.34	1.98
$M_H/(N\cdot m)$	8.81	10.99
t_{s1} /min	0.55	0.72
t_{90} /min	1.42	1.72
M_L 时的 $\tan\delta$	1.11	1.06
M_H 时的 $\tan\delta$	0.39	0.40

表 6 大配合试验硫化胶物理性能

项 目	试验配方		生产配方	
硫化时间(151℃)/min	30	40	30	40
密度/(Mg·m ⁻³)	1.120		1.102	
邵尔 A 型硬度/度	64	64	65	66
100%定伸应力/MPa	2.3	2.5	2.1	2.2
300%定伸应力/MPa	11.1	11.0	10.2	10.3
拉伸强度/MPa	23.6	21.9	21.5	21.0
拉断伸长率/%	580	550	570	490
拉断永久变形/%	26	22	22	20
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	91		83	
回弹值/%	50		47	
阿克隆磨耗量/cm ³	0.139		0.150	
屈挠龟裂等级(30万次)	1,2,3		2,2,3	
压缩疲劳试验 ¹⁾				
温升/℃	24.3		27.7	
永久变形/%	3.8		4.5	
100℃×24h老化后				
拉伸强度变化率/%	-11		-13	
拉断伸长率变化率/%	-19		-19	
阿克隆磨耗量/cm ³	0.235		0.223	

注:同表 4。

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,挤出口型温度略低,胶片表面平整、光亮。

2.4 成品轮胎性能

采用试验配方生产 6 条 10.00-20 16PR 轮胎,从中选取 3 条轮胎分别进行解剖、高速性能和耐久性试验,结果见表 7 和 8。高速性能试验条件:气压 810 kPa,额定负荷 2 630 kg,先分别以 55,60,70,80,90,100 和 110 km·h⁻¹ 的速度各运行 2 h,然后以 120 km·h⁻¹ 的速度运行

表 7 10.00-20 16PR 成品轮胎胎面物理性能

项 目	试验配方		生产配方	
	上层胶	下层胶	上层胶	下层胶
密度/(Mg·m ⁻³)	1.112		1.109	
邵尔 A 型硬度/度	60	60	60	61
300%定伸应力/MPa	11.4	11.0	10.9	10.2
拉伸强度/MPa	23.0	23.2	21.8	21.4
拉断伸长率/%	540	540	500	510
拉断永久变形/%	18	16	18	18
阿克隆磨耗量/cm ³	0.126		0.114	
与缓冲层粘合强度/ (kN·m ⁻¹)	19.4		16.8	
100℃×24h老化后				
拉伸强度变化率/%	-4	-1	-8	-6
拉断伸长率变化率/%	-9	-7	-4	-6

表 8 成品轮胎高速性能和耐久性试验结果

项 目	试验配方	生产配方
高速性能试验		
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	14.90	12.54
轮胎损坏情况	肩空	胎面脱层
耐久性试验		
累计行驶时间/h	100	100
轮胎情况	完好	完好

至轮胎破坏。耐久性试验条件为:气压 810 kPa, 额定负荷 2 630 kg, 先分别在 65%,85%,100%,110%,120%,130%和 140%的负荷率下以 50 km·h⁻¹的速度运行 7,16,24,10,10,10 和 10 h,然后在 150%的负荷率下运行 13 h(总运行 100 h)。

从表 7 可以看出,与生产配方相比,试验配方胎面的定伸应力、拉伸强度和拉断伸长率较高,与缓冲层的粘合性能较好,但耐磨性能稍差,老化后拉断伸长率下降率稍大。

从表 8 可以看出,与生产配方轮胎相比,试验配方轮胎的速度性能改善(提高一个速度级别),耐久性能相当。

2.5 效益分析

采用试验配方生产的轮胎成本比采用生产配方略有增加,如采用试验配方生产 1 条 10.00—20 16PR 轮胎的成本增加 2.5 元左右,但试验配方胶料的工艺性能较好,轮胎的速度性能显著提高,这对重视载重轮胎速度性能的今天具有重要意义。

3 结语

采用低滞后炭黑 DZ-13 部分替代炭黑 N234 并增大生胶体系 NR/BR 并用比,可在降低载重轮胎胎面胶生热的同时提高拉伸性能、撕裂强度和回弹性,显著改善成品轮胎的速度性能,提高性能价格比。

收稿日期:2005-12-08

Application of low hysteresis carbon black DZ-13 in tread compound of truck tire

LIN Hao,ZHAO Dong-mei,CHENG An-ren,JI Qi-guo
(Beijing Capital Tire Co.,Ltd,Beijing 100096,China)

Abstract: The application of a low hysteresis carbon black DZ-13 in the tread compound of truck tire was investigated. The results showed that the heat build-up of tread decreased, the tensile strength, tear strength and resilience increased, the speed performance of finished tire improved significantly, and the performance/price ratio increased by using low hysteresis carbon black DZ-13 partly instead of black N234 and increasing NR/BR blending ratio.

Keywords: low hysteresis carbon black; truck tire; tread compound; heat build-up; speed performance

固特异在中国大连厂生产跑气保用轮胎

中图分类号:TQ336.1 文献标识码:D

英国《欧洲橡胶杂志》2005 年 187 卷 5 期 28 页报道:

固特异宣布,将在大连厂投资 1 800 万美元生产跑气保用轮胎,从而使其成为在中国生产跑气保用轮胎的第一家轮胎公司。产品将供应中国原配轮胎和替换轮胎市场,同时也供出口。

固特异的 RunOnFlat 跑气保用轮胎采用特

制的刚性胎侧,不像其竞争对手产品一样需要特殊的轮辋。预计该产品将于 2007 年投产,5 年内在中国的内销量和出口量将达到 20 万条。

固特异欧洲分公司正积极向宝马、梅塞德斯、奥迪、大众和法拉利等汽车公司推销其 RunOn-Flat 跑气保用轮胎。

2004 年固特异销售了 130 多万条跑气保用轮胎,2005 年销售量可望达到 200 万条。

(涂学忠摘译)