

特种气相法白炭黑 SIDISTAR®R300 在全钢载重子午线轮胎胎侧胶中的应用

周磊,黄义钢,姜杰,高绪风,林向阳

(青岛双星轮胎工业有限公司,山东 青岛 266400)

摘要:研究特种气相法白炭黑 SIDISTAR®R300 在全钢载重子午线轮胎胎侧胶中的应用。结果表明:在全钢载重子午线轮胎胎侧胶中加入白炭黑 R300,可以改善硫化胶的物理性能和耐疲劳性能;当白炭黑 R300 用量为 3 份时,硫化胶的综合物理性能较好,老化后耐疲劳性能提高;成品轮胎的耐久性能达到正常生产轮胎水平。

关键词:气相法白炭黑;全钢载重子午线轮胎;胎侧胶;耐疲劳性能

中图分类号:TQ330.38⁺1;U463.341⁺.3/.6 **文献标志码:**B **文章编号:**1006-8171(2013)07-0412-04

SIDISTAR®R300 是一种通过高温气相法制造的特种气相法白炭黑,其平均粒径为 150 nm,比表面积约为 $20 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ 。与传统填充剂相比,特种气相法白炭黑 SIDISTAR®R300(以下简称白炭黑 R300)的初级粒子较大,粒子之间的接触面积较小,粒子之间主要通过较弱的范德华力而非较强的化学键连接,且粒子呈球形,因而非常容易分散,粒子间内摩擦力也较小,可以有效提高硫化制品的耐疲劳性能。周平等^[1]研究表明,白炭黑 R300 可使天然橡胶(NR)的疲劳寿命提高 50%。全钢载重子午线轮胎胎侧柔软,使用伸长变形大,经受的屈挠疲劳严重,但剪切应变小,因此要求胎侧胶具有优异的耐屈挠性能、耐热氧老化性能和耐臭氧老化性能以及良好的粘合性能。

本工作研究白炭黑 R300 在全钢载重子午线轮胎胎侧胶中的应用。

1 实验

1.1 主要原材料

NR,SMR20,马来西亚产品;顺丁橡胶(BR),牌号 9000,中国石化北京燕山分公司产品;炭黑 N375,卡博特化工(天津)有限公司产品;白炭黑 R300,上海怡创化工有限公司产品。

作者简介:周磊(1980—),男,山东苍山县人,青岛双星轮胎工业有限公司工程师,硕士,主要从事轮胎配方研究与工艺管理工作。

1.2 配方

生产配方:NR 45,BR 55,炭黑 N375 47,氧化锌 3.5,硬脂酸 2,芳烃油 8,防老剂 4020 3,防老剂 RD 2,B 型微晶蜡 2,硫化剂 1.5,其他 1.5。

试验配方 A~D 是在生产配方基础上分别增加 1~4 份白炭黑 R300。

1.3 主要设备和仪器

1.5 L 智能实验室密炼机,青岛科高橡塑机械技术装备有限公司产品;XKR-150 型开炼机,广东湛江机械厂产品;GK400N 型密炼机,德国克虏伯公司产品;GK255N 型密炼机,益阳橡胶塑料机械集团有限公司产品;MV2000 型门尼粘度仪,MDR2000E 型硫化仪和 Tensometer 2000 型电子拉力机,美国阿尔法科技有限公司产品;1.0 MN 蒸汽平板硫化机,上海第一橡胶机械厂产品;401B 型老化试验箱,江都试验机械厂产品;DMA/SDTA 861° 型动态热力学分析(DMA)仪,瑞士梅特勒-托利多公司产品;De Mattia 疲劳裂口试验机,意大利 Gibitre 公司产品。

1.4 试样制备

1.4.1 小配合试验

小配合试验胶料采用两段混炼工艺进行混炼。一段混炼在 1.5 L 智能实验室密炼机中进行,加料顺序为:生胶→氧化锌、硬脂酸、防老剂等小料和白炭黑 R300→炭黑→芳烃油→排胶→

下片,停放 4 h;二段混炼在开炼机上进行,加料顺序为:一段混炼胶→硫黄、促进剂等小料→下片。

1.4.2 大配合试验

大配合试验胶料采用两段混炼工艺进行混炼。一段混炼在 GK400N 型密炼机中进行,转子转速为 $55\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,加料顺序为:生胶→氧化锌、硬脂酸、防老剂等小料和白炭黑 R300→炭黑→芳烃油→排胶($155\sim165\text{ }^{\circ}\text{C}$);二段混炼在 GK255 型密炼机中进行,转子转速为 $22\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,加料顺序为:一段混炼胶→硫黄、促进剂→排胶($95\sim105\text{ }^{\circ}\text{C}$)。

1.5 性能测试

胶料性能均按相应的国家标准进行测试。
DMA 分析:测试频率为 5 Hz,加热速率为 $3\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$,温度扫描范围为 $-20\sim+80\text{ }^{\circ}\text{C}$,力的

最大振幅为 6 N,位移的最大振幅为 $3\text{ }\mu\text{m}$,预应力为零。

2 结果与讨论

2.1 理化分析

白炭黑 R300 的理化分析结果如表 1 所示。

表 1 白炭黑 R300 的理化分析结果

项 目	实测结果	企业标准
外观	浅灰色小颗粒	浅灰色颗粒
二氧化硅质量分数	0.968	$0.96\sim0.99$
灼烧减量/%	0.9	≤ 1.8
pH 值	7.8	$7.0\sim9.0$
加热减量($105\text{ }^{\circ}\text{C}$)/%	0.3	≤ 0.8

从表 1 可以看出,白炭黑 R300 的理化分析结果达到企业标准要求。

2.2 小配合试验

小配合试验结果如表 2 所示。

表 2 小配合试验结果

项 目	试验配方				生产配方
	A	B	C	D	
白炭黑 R300 用量/份	1	2	3	4	0
门尼焦烧时间 t_5 ($127\text{ }^{\circ}\text{C}$)/min	31.58	31.40	31.33	30.62	31.92
硫化仪数据($151\text{ }^{\circ}\text{C}\times30\text{ min}$)					
M_L /($\text{dN}\cdot\text{m}$)	1.63	1.78	1.77	1.92	1.58
M_H /($\text{dN}\cdot\text{m}$)	11.41	11.52	11.64	12.12	11.19
t_{10} /min	7.29	7.22	7.24	7.30	7.28
t_{50} /min	10.66	10.74	10.70	10.64	10.70
t_{90} /min	17.05	17.24	17.06	16.95	17.49
t_{100} /min	28.20	28.39	28.71	29.09	28.66
硫化胶性能($151\text{ }^{\circ}\text{C}\times30\text{ min}$)					
密度/($\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$)	1.115	1.122	1.122	1.126	1.115
邵尔 A 型硬度/度	57	57	57	57	56
100%定伸应力/MPa	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
300%定伸应力/MPa	6.1	6.0	5.8	6.2	6.2
拉伸强度/MPa	16.1	16.0	16.2	16.5	16.5
拉断伸长率/%	595	595	586	598	607
拉断永久变形/%	16	16	16	12	16
撕裂强度/($\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$)	61	63	65	63	61
回弹值/%	46.9	45.8	46.0	43.4	46.2
30 万次屈挠疲劳裂口长度/mm	0	0	0	0	0
100 $^{\circ}\text{C}\times48\text{ h}$ 老化后					
邵尔 A 型硬度/度	65	64	65	66	64
100%定伸应力/MPa	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
300%定伸应力/MPa	10.4	10.4	10.3	10.4	10.6
拉伸强度/MPa	10.7	11.0	11.2	11.3	11.5
拉断伸长率/%	309	318	328	327	327
拉断永久变形/%	4	4	4	4	4

续表 2

项 目	试验配方				生产配方
	A	B	C	D	
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	28	28	28	29	28
回弹值/%	47.2	47.6	47.3	46.4	48.2
30 万次屈挠疲劳裂口长度/mm	6.5	7.5	针刺点	5.8	8.0

从表 2 可以看出:与生产配方相比,试验配方胶料的 t_5 , t_{10} 和 t_{90} 相近, M_H 略有增大,硫化胶的硬度增大,拉断伸长率减小,老化后 30 万次屈挠疲劳裂口长度减小;随着白炭黑 R300 用量的增大,硫化胶的 300%定伸应力和拉伸强度先减小后增大,撕裂强度先增大后减小;当白炭黑 R300 用量为 3 份时,硫化胶的撕裂强度最大,耐疲劳性能最好。

白炭黑 R300 用量对胶料储能模量(E')的影响如图 1 所示。从图 1 可以看出:随着白炭黑 R300 用量的增大,胶料在 0 和 60 ℃时的 E' 均呈增大趋势;当白炭黑 R300 用量为 3 份时,胶料的 E' 最大。

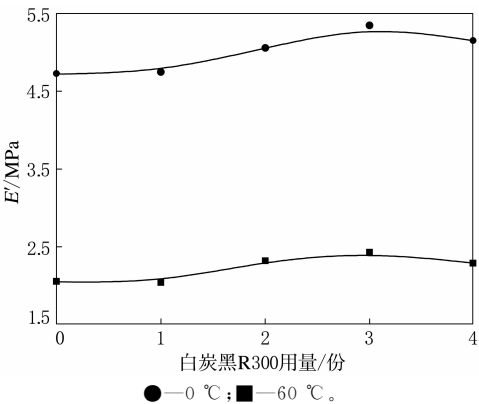


图 1 白炭黑 R300 用量对胶料 E' 的影响

2.3 大配合试验

根据小配合试验结果,确定采用试验配方 C 进行大配合试验,试验结果如表 3 所示。

从表 3 可以看出:与生产配方相比,试验配方胶料的 t_5 缩短, t_{10} 和 t_{90} 延长;硫化胶的硬度和 300%定伸应力略有增大,拉伸强度和拉断伸长率略有减小,撕裂强度增大。

硫化胶经 100 ℃×48 h 老化后的耐疲劳性能如图 2 所示。从图 2 可以看出,与生产配方相比,试验配方胶料的裂口长度减小,耐疲劳性能提高。

表 3 大配合试验结果

项 目	试验配方			生产配方		
门尼焦烧时间 t_5 (127 ℃)/min	33.78			39.53		
硫化仪数据(151 ℃×40 min)						
M_L /(dN·m)	1.72			1.76		
M_H /(dN·m)	11.22			10.60		
t_{10} /min	8.64			7.53		
t_{50} /min	12.54			11.41		
t_{90} /min	19.18			18.01		
t_{100} /min	30.58			29.37		
硫化时间(151 ℃)/min	20	30	40	20	30	40
密度/(Mg·m ⁻³)	1.126			1.124		
邵尔 A 型硬度/度	57	57	58	56	56	56
100%定伸应力/MPa	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.4
300%定伸应力/MPa	5.6	5.5	5.4	5.4	5.2	5.0
拉伸强度/MPa	17.1	16.5	16.6	17.8	17.9	16.7
拉断伸长率/%	645	636	644	673	682	665
拉断永久变形/%	20	20	16	20	20	20
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	63			60		
回弹值/%	41.5			41.1		
30 万次屈挠疲劳						
裂口长度/mm	0			0		
100 ℃×48 h 老化后						
邵尔 A 型硬度/度	66			65		
100%定伸应力/MPa	2.7			2.5		
300%定伸应力/MPa	9.8			9.1		
拉伸强度/MPa	13.7			14.2		
拉断伸长率/%	399			437		
拉断永久变形/%	12			12		
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	31			32		
回弹值/%	43.2			45.6		

2.4 成品性能

采用试验配方 C 胶料试制 12R22.5 DSR266 全钢载重子午线轮胎,抽取其中 1 条轮胎进行耐久性能试验,试验结果如表 4 所示。

从表 4 可以看出,试验轮胎的耐久性能与生产轮胎基本一致,且均高于国家标准要求,这表明白炭黑 R300 的使用对轮胎的耐久性能影响不大。

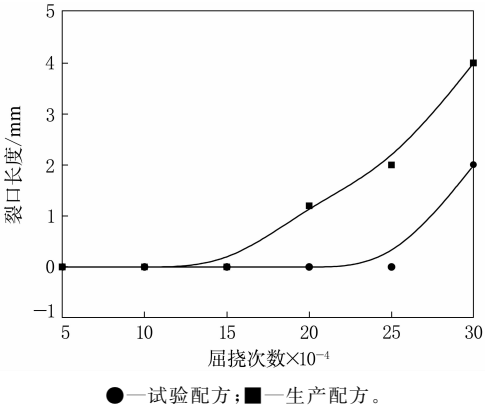


图 2 胶料屈挠疲劳裂口长度与屈挠次数之间的关系

3 结论

在全钢载重子午线轮胎胎侧胶中应用白炭黑 R300,可以有效改善硫化胶的物理性能和耐疲劳性能;当白炭黑R300用量为3份时,胶料的综合

表 4 成品轮胎的耐久性能试验结果

项 目	试验轮胎	生产轮胎
累计行驶时间/h	77	77
累计行驶里程/km	5 390	5 390
试验结束时轮胎状况	完好	完好

注:按 DST/QAC 7. 3-03711 企业标准进行试验。充气压力为 830 kPa,试验速度为 70 km · h⁻¹,额定负荷为 3 350 kg;以 65%,85%,100%和 110%的负荷率分别运行 7,16,24 和 10 h 后,每运行 10 h 负荷率增大 10%,直至负荷率增大至 130%,累计运行 77 h 后试验结束。

物理性能较好,老化后耐疲劳性能提高;成品轮胎的耐久性能达到正常生产轮胎水平。

参考文献:

[1] 陈平,晏美娟,黄自华. 特种气相法白炭黑 R300 在天然橡胶中的应用[J]. 橡胶科技市场,2010,8(1):11-13.

第 17 届中国轮胎技术研讨会论文

Application of Special Fumed Silica SIDISTAR® R300 in Sidewall Compound of Truck and Bus Radial Tire

ZHOU Lei ,HUANG Yi-gang ,JIANG Jie ,GAO Xu-feng ,LIN Xiang-yang
(Qingdao Double Star Tire Co. ,Ltd,Qingdao 266400,China)

Abstract: The application of special fumed silica SIDISTAR® R300 in the sidewall compound of truck and bus radial tire was investigated. The results showed that,by adding silica R300 in the side-wall compound,the physical properties and fatigue resistance of the vulcanizates were improved. When the addition level of silica R300 was 3 phr,the comprehensive physical properties of the vulcanizates were good,and the fatigue resistance after aging was improved. The endurance performance of the finished tire reached the same level of normal product.

Key words: fumed silica;truck and bus radial tire;sidewall compound;fatigue resistance

风神轮胎“冬季卡客车轮胎”获
实用新型专利

中图分类号:TQ336.1 文献标志码:D

风神轮胎股份有限公司自主开发设计的“冬季卡客车轮胎”获实用新型专利(公开号 CN 202413300U,公开日期 2012-09-05),该专利技术对轮胎花纹块进行革新,在其上设置凸起,使胎面花纹块呈现双曲折结构,加大轮胎对路面的咬合力,增大了轮胎行驶时的纵向和横向刚性,解决了现有冬季轮胎在垂直于行驶面方向上的花纹块

无啮合结构、刚度小的难题,保证了轮胎滚动时花纹块刀槽轴向开放自如,有利于轮胎在冬季路面上作业。

该专利技术已应用到生产中,经有限元分析验证表明采用该结构花纹块比一般二维钢片结构花纹块纵、横向刚性均提高 50%以上。经实地装车路试验证,该专利产品操纵性明显提高,用户反映良好。该专利现已推广应用到 ADW81 和 ADW82 等花纹上。

(风神轮胎股份有限公司 陈丽萍)