

高结构炭黑NC8515在全钢子午线轮胎胎面胶中的应用

陈新中¹, 柳云点², 丁利虎¹, 刘明燕¹, 孙鲁光¹, 唐俊萍²

(1. 山东耐斯特炭黑有限公司, 山东 东营 257506; 2. 山东万达宝通轮胎有限公司, 山东 东营 257506)

摘要:研究高结构炭黑NC8515在全钢子午线轮胎胎面胶中的应用。结果表明:炭黑NC8515的氮吸附比表面积和外表面积均较炭黑N234小,但吸油值和压缩样吸油值大于炭黑N234,结构高;炭黑NC8515的粒径略大于炭黑N234,但其聚集体及粒径分布无明显差别;添加炭黑NC8515的混炼胶的门尼焦烧时间延长,加工安全性提高,硫化胶的生热和滚动阻力降低,耐磨性能提高;成品轮胎路试结果差异不大,单位磨耗行驶里程为22 600~24 000 km。

关键词:全钢子午线轮胎;胎面胶;高结构炭黑;粒径分布;耐磨性能;生热

中图分类号:TQ330.38⁺1;U463.341⁺.6 **文章编号:**2095-5448(2021)11-0540-04

文献标志码:A

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2021.11.0540



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

近年来,人们对低能耗和低滚动阻力轮胎的需求不断增大。鉴于国家加强对汽车超载超速的限制,汽车企业对轮胎的耐磨性能、抗湿滑性能和生热性能也越来越重视^[1-4]。

本工作研究炭黑对轮胎“魔三角”性能的影响,通过改善炭黑产品结构、扩大聚集体粒径分布和增大炭黑粒径等研究炭黑对轮胎胎面胶性能的影响^[5-6]。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),1[#]标准胶,泰国进口产品;顺丁橡胶(BR),牌号9000,万达石化有限公司产品;丁苯橡胶(SBR),牌号1502,中国石化齐鲁石油化工公司产品;炭黑N234和NC8515,山东耐斯特炭黑有限公司产品;防老剂4020、防老剂RD、防护蜡和增塑剂A,山东阳谷华泰化工股份有限公司产品;氧化锌、硫黄、防焦剂CTP和促进剂TBBS,宁波

艾克姆新材料有限公司产品。

1.2 配方

生产配方:NR 70, BR 20, SBR 10, 炭黑N234 55, 氧化锌 3.5, 硬脂酸 2, 防老剂4020 1.5, 防老剂RD 1.5, 防护蜡 1, 增塑剂A 3, 防焦剂CTP 0.3, 硫黄 1.5, 促进剂TBBS 0.8。

试验配方:采用高结构炭黑NC8515等量替代炭黑N234,其余组分和用量同生产配方。

1.3 主要设备和仪器

XK-160型开炼机,上海橡胶机械厂有限公司产品;XSM-500型密炼机,上海科创橡塑机械设备有限公司产品;HS100T-RTMO型全自动平板硫化机,佳鑫电子设备科技(深圳)有限公司产品;BL-90Plus型炭黑粒径分析仪,美国布鲁克海文仪器公司产品;MZ-4016B型门尼粘度计和MZ-4065型橡胶回弹试验机,江苏明珠试验机械有限公司产品;GT-M3000A型无转子硫化仪、GT-GS-MB型邵氏硬度计、GT-7017-E型热空气老化试验机、GT-RH-2000型橡胶压缩生热试验机、GT-7011-DLH型硫化橡胶高低温屈挠试验机和AI-3000型拉力试验机,中国台湾高铁科技股份有限公司产

作者简介:陈新中(1970—),男,安徽安庆人,山东耐斯特炭黑有限公司技术总监,学士,主要从事炭黑生产及其在轮胎中的应用研究工作。

E-mail:xinzhongchen2008@163.com

品;Q800型动态热机械分析仪(DMA),美国TA仪器公司产品。

1.4 试样制备

胶料一段混炼在密炼机中进行,初始温度设置为50℃,转子转速设置为77 r·min⁻¹。混炼工艺:NR→压压砣混炼30 s→提压砣→促进剂TBBS→压压砣混炼30 s→提压砣→硬脂酸→压压砣混炼60 s→提压砣→氧化锌和1/2炭黑→压压砣混炼60 s→提压砣→剩余炭黑→压压砣混炼90 s→提压砣→硫磺→压压砣混炼90 s→提压砣→清扫→压压砣混炼60 s→排胶。二段混炼在开炼机上进行,初始辊距调整为0.6 mm,左右各割刀3次,打三角包6遍,将开炼机的辊距调整为2 mm,下片。

终炼胶在平板硫化机上硫化,硫化条件为145℃/10 MPa×30 min。

1.5 性能测试

硫化特性按GB/T 16584—1996进行测试,测试温度为150℃;密度按GB/T 533—2008进行测试;硬度按GB/T 531.1—2008进行测试;拉伸强度按GB/T 528—2009进行,试样为哑铃形,拉伸速率为500 mm·min⁻¹;压缩生热及压缩永久变形按GB/T 7759.1—2015进行测试,先测量试样厚度,选择合适的压缩模板,然后将老化箱温度调整到70℃,时间为48 h;回弹值按GB/T 1681—2009进行测试;撕裂强度按GB/T 529—2008进行测试,试样为直角形,拉伸速率为500 mm·min⁻¹;DIN磨耗量按GB/T 9867—2008进行测试,取3个试样的平均值;DMA测试条件为应变 0.25%,频率 10 Hz,升温速率 3 K·min⁻¹。

其他性能按相应国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 炭黑理化性能

炭黑理化分析结果如表1所示。

从表1可以看出,炭黑NC8515的氮吸附比表面积和外表面积均较炭黑N234小,表明其粒径略大于炭黑N234,但炭黑NC8515的吸油值和压缩样吸油值较炭黑N234高,即可以吸收邻苯二甲酸二丁酯的量,炭黑结构高。

2.2 炭黑粒径分布

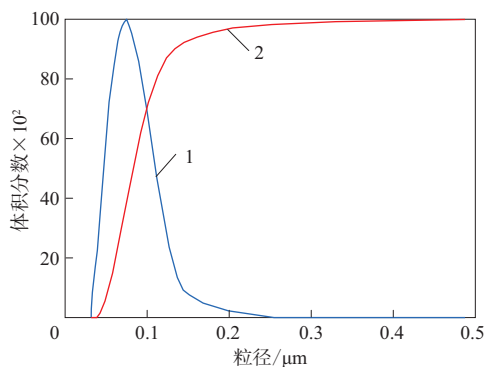
炭黑N234和炭黑NC8515的粒径分布分别如

表1 炭黑理化分析结果

项 目	炭黑NC8515	炭黑N234
吸碘值/(g·kg ⁻¹)	96.1	119.8
吸油值×10 ⁵ /(m ³ ·kg ⁻¹)	134.8	123.2
压缩样吸油值×10 ⁵ /(m ³ ·kg ⁻¹)	107.4	100.3
氮吸附比表面积×10 ³ /(m ² ·kg ⁻¹)	100.4	116.8
外表面积×10 ³ /(m ² ·kg ⁻¹)	92.2	112.3
着色强度/%	109.2	118.8
pH值	7.0	7.8
挥发分质量分数×10 ²	1.35	1.56
加热减量(125℃×1 h)/%	0.40	0.56
灰分质量分数×10 ²	0.32	0.45
45 μm筛余物/(mg·kg ⁻¹)	0.010 0	0.012 0
150 μm筛余物/(mg·kg ⁻¹)	0.001 1	0.002 3
500 μm筛余物/(mg·kg ⁻¹)	0	0
杂质 ¹⁾	无	无
甲苯透光率/%	87.2	93.6
平均粒子强度/cN	28	32
倾注密度/(kg·m ⁻³)	316	333
细粉 ²⁾ 质量分数×10 ²	3.0	6.8

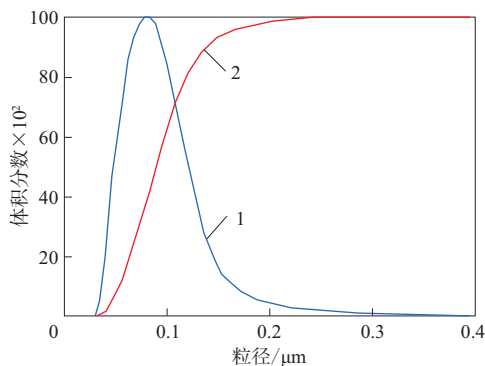
注:1)指如铁锈等非炭黑成分;2)指炭黑中所包含的炭黑粉末。

图1和2所示。



1—粒径分布微分曲线;2—粒径分布累积曲线。

图1 炭黑N234的粒径分布曲线



注同图1。

图2 炭黑NC8515的粒径分布曲线

由图1和2可知,炭黑N234的 D_{10} (累计粒径分布达到10%时对应的粒径)为 $0.051\ \mu\text{m}$, D_{50} (中位粒径)为 $0.081\ \mu\text{m}$, D_{90} (累计粒径分布达到90%时对应的粒径)为 $0.130\ \mu\text{m}$,炭黑NC8515的 D_{10} 为 $0.054\ \mu\text{m}$, D_{50} 为 $0.088\ \mu\text{m}$, D_{90} 为 $0.138\ \mu\text{m}$ 。炭黑NC8515粒径整体上较炭黑N234大,但其分布类似,这说明两种炭黑聚集体及粒径分布无明显差别。

2.3 胶料硫化特性和物理性能

胎面胶的硫化特性和物理性能如表2所示。

从表2可以看出:添加炭黑NC8515的试验配方胶料的门尼焦烧时间延长,加工安全性提高,底

表2 胎面胶的硫化特性和物理性能

项 目	试验配方	生产配方
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	42	44
门尼焦烧时间 t_5 (135℃)/min	37.25	28.09
密度/($\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$)	1.150	1.156
邵尔A型硬度/度	67	68
100%定伸应力/MPa	2.68	2.80
200%定伸应力/MPa	7.72	7.90
300%定伸应力/MPa	13.34	13.13
拉伸强度/MPa	19.48	19.98
拉断伸长率/%	445	470
拉断永久变形/%	14.2	15.2
回弹值/%	26	22
撕裂强度/($\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$)	45	45
DIN磨耗量/ mm^3	85.69	88.33
DIN磨耗指数/%	173.15	167.97
底部温升/℃	31.90	36.45
压缩永久变形/%	8.1	8.7
损耗因子		
0℃	0.132	0.126
20℃	0.120	0.113
30℃	0.117	0.110
60℃	0.102	0.105
100℃×48h老化后		
邵尔A型硬度/度	71	72
100%定伸应力/MPa	3.97	3.83
200%定伸应力/MPa	8.66	8.41
300%定伸应力/MPa	16.95	16.74
拉伸强度/MPa	19.01	18.50
拉断伸长率/%	400	404
拉断永久变形/%	9.2	8.4
撕裂强度/($\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$)	34	29
DIN磨耗量/ mm^3	97.43	105.06
DIN磨耗指数/%	152.28	141.22
底部温升/℃	30.45	34.20
压缩永久变形/%	3.44	4.86

部温升明显降低,耐磨性能有所提高;试验配方胶料0℃的损耗因子较大,60℃的损耗因子较小,说明炭黑NC8515的滞后性能优于炭黑N234,硫化胶具有较低的滚动阻力和较好的抗湿滑性能;老化后,试验配方胶料具有更高的定伸应力、拉伸强度和撕裂强度,耐磨性能较好,生热较低。

2.4 成品轮胎道路试验

将试验配方和生产配方应用于12R22.5全钢子午线轮胎胎面胶中,将炭黑NC8515生产的轮胎标识为1,炭黑N234生产的轮胎标识为2,安装于同一辆油罐车上进行道路试验。共计22条轮胎,标识为1的轮胎为11条,其编号分别为1-101到1-111,标识为2的轮胎为11条,其编号分别为2-201到2-211,油罐车轮胎安装序号如图3所示,具体的安装情况如表3所示。



图3 油罐车轮胎安装序号

表3 油罐车轮胎安装情况

安装位置	轮胎编号					
	①	②	③	④	⑤	⑥
左轮1	101	202	104	206	108	210
左轮2		102	204	106	109	211
右轮1	201	103	205	107	208	110
右轮2		203	105	207	209	111

跟踪油罐车行驶里程,结合行车记录仪数据对轮胎的磨耗量进行测量,再结合理论计算评估轮胎的耐磨性能,成品轮胎路试结果如表4所示。

从表4可以看出,添加2种炭黑的成品轮胎安装在油罐车不同部位进行试验,轮胎行驶10万km后测得的花纹磨耗量相差不大,单位磨耗行驶里程为22 600~24 000 km,无明显差异。

3 结论

(1) 炭黑NC8515的氮吸附比表面积和外表面积均较炭黑N234小,但吸油值和压缩样吸油值大于炭黑N234,结构高。

(2) 炭黑NC8515粒径略大于炭黑N234,但其聚集体及粒径分布无明显差别。

表4 成品轮胎路试结果

轮胎编号	花纹深度/mm		磨耗高度/ mm	单位磨耗行 驶里程/km
	初始	行驶10万km后		
101	16.02	11.82	4.20	23 809
102	16.04	11.82	4.22	23 696
103	16.01	11.70	4.31	23 202
104	16.00	11.68	4.32	23 148
105	16.03	11.65	4.38	22 831
106	16.04	11.73	4.31	23 202
107	16.02	11.66	4.36	22 936
108	15.99	11.72	4.27	23 419
109	16.02	11.67	4.35	22 909
110	15.98	11.63	4.35	22 909
111	15.96	11.63	4.33	23 095
201	15.98	11.72	4.26	23 474
202	16.03	11.68	4.35	22 909
203	16.05	11.66	4.39	22 779
204	16.04	11.62	4.42	22 624
205	16.02	11.65	4.37	22 883
206	16.01	11.66	4.35	22 909
207	15.95	11.61	4.34	23 041
208	15.97	11.61	4.36	22 936
209	16.00	11.58	4.42	22 624
210	16.02	11.64	4.38	22 831
211	16.01	11.72	4.29	23 310

(3) 在全钢载重子午线轮胎胎面胶中采用炭黑NC8515等量替代炭黑N234,混炼胶的门尼焦烧时间延长,加工安全性好,硫化胶耐磨性能提高,生热和滚动阻力降低,抗湿滑性能提高。

(4) 成品轮胎路试结果差异不大,单位磨耗行驶里程为22 600~24 000 km。

参考文献:

- [1] 包崇美. 绿色轮胎滚动阻力性能分析及影响因素研究[D]. 长春: 吉林大学, 2020.
- [2] 张帅. 节能胎面胶及其纳米复合材料的结构设计、制备与性能研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2014.
- [3] 颜晋钧, 陈宏. 胎面胶对轮胎滚动阻力的影响[J]. 轮胎工业, 2007, 27(1): 11-14.
- [4] 顾培霜, 郑昆, 陈松. 低滚动阻力高抗湿滑轿车胎的开发[J]. 世界橡胶工业, 2014, 41(12): 1-3.
- [5] 高洋, 黄义钢, 吴洪全, 等. 炭黑N134与N234在全钢载重子午线轮胎胎面胶中的应用对比研究[J]. 橡胶科技, 2016, 14(6): 28-31.
- [6] 陈新中. 低生热NC1301炭黑在胎面胶中应用研究[J]. 中国橡胶, 2017, 33(21): 42-44.

收稿日期: 2021-05-18

Application of High Structure Carbon Black NC8515 in Tread Compound of All-steel Radial Tire

CHEN Xinzong¹, LIU Yundian², DING Lihu¹, LIU Mingyan¹, SUN Luguang¹, TANG Junping²

(1. Shandong NAIST Carbon Black Co., Ltd, Dongying 257506, China; 2. Shandong Wanda Boto Tyre Co., Ltd, Dongying 257506, China)

Abstract: The application of high structure carbon black NC8515 in the tread compound of all-steel radial tire was studied. The results showed that, the nitrogen adsorption specific surface area and external surface area of carbon black NC8515 were smaller than those of carbon black N234, but the oil absorption value and compressed oil absorption value were higher. The particle size of carbon black NC8515 was slightly larger than that of carbon black N234, but there was no significant difference in aggregate and particle size distribution. The Mooney scorch time of the compound with carbon black NC8515 was prolonged, the processing safety was improved, the heat build-up and rolling resistance of the vulcanizate were reduced and the wear resistance was improved. The road test results of the finished tire with carbon black NC8515 filled tread compound had little difference from the tire with carbon black N234, and the driving mileage per unit wear was between 22 600~24 000 km.

Key words: all-steel radial tire; tread compound; high structure carbon black; particle size distribution; wear resistance; heat build-up

欢迎关注微信公众号“橡胶工业传媒”
免费在线阅读最新6期电子刊