

绿色轮胎用低滞后炭黑性能的研究

李健,梁智彪,汪国栋,陈翌斌,胡琪,何宗霖

(江西黑猫炭黑股份有限公司,江西景德镇 333000)

摘要:研究X系列低滞后炭黑的结构和功能及其对胶料性能的影响,并与传统炭黑N234进行对比。结果表明:与炭黑N234相比,低滞后炭黑X2008和X2009的粒径更大,结构更高,着色强度更低,具有较宽的聚集体尺寸分布和较高的表面活性;在胎面胶中以低滞后炭黑X2008和X2009等量替代炭黑N234,硫化胶的综合性能改善,生热降低,0℃时的损耗因子($\tan\delta$)相当,60℃时的 $\tan\delta$ 降低,表明胶料的抗湿滑性能相当,滚动阻力降低。

关键词:低滞后炭黑;绿色轮胎;胎面胶;滞后性能;滚动阻力

中图分类号:TQ330.38⁺1;TQ336.1

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2020)09-0542-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2020.09.0542



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

绿色轮胎是节能、减排、有利于环保的新一代轮胎,其特点是滚动阻力低、抗湿滑性能和抗冰雪滑性能好,同时耐磨性能较好。绿色轮胎的应用极大地降低了车辆行驶所需的能耗,滚动阻力下降5%~6%,可降低车辆燃料消耗1%左右^[1-4]。近年来,随着对低能耗和低滚动阻力轮胎需求的不断增大以及国家对超载超速的限制,人们对轮胎的耐磨性能和安全性越来越重视。为平衡轮胎滚动阻力、抗湿滑性能和耐磨性能的“魔三角”关系,轮胎行业对原材料的要求越来越高,特别是对胎面用炭黑的要求,既要求其填充补强性好,又要求其生热低。

基于当前市场的变化尤其是电动汽车发展迅速的情况,低滞后炭黑的研发越来越迫切。本工作对我公司自主研发的X系列低滞后炭黑性能进行分析,并与胎面胶用传统炭黑N234进行对比,探讨炭黑对轮胎低滞后性能的影响。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),3[#]烟胶片,中昊黑元化工研究设计院有限公司提供;炭黑N234、低滞后炭

黑X2008和X2009,江西黑猫炭黑股份有限公司产品。

1.2 配方

生产配方:NR 100,炭黑N234 50,氧化锌 4,硬脂酸 2,防老剂4020 2,硫黄 0.85,促进剂TBBS 1.4。

试验配方分别以低滞后炭黑X2008和X2009等量替代炭黑N234,其他组分及用量同生产配方。

1.3 主要设备和仪器

XSM-1/10-120型密炼机,上海科创橡塑机械设备有限公司产品;XKL-150型开炼机,广东湛江机械厂产品;XLB-D400×400×2型平板硫化机,湖州东方机械有限公司产品;MDR Premier硫化仪和2020-DC型拉力试验机,美国阿尔法科技有限公司产品;GT-RH-2000N型压缩生热机、GT-7042-RE型回弹机和GT-7012-A型阿克隆磨耗机,中国台湾高铁检测仪器有限公司产品;EXP 500N型动态热力学分析(DMA)仪,德国GABO公司产品。

1.4 试样制备

胶料采用常规混炼工艺混炼,一段混炼在密炼机中进行,密炼室初始温度为90℃,转子转速为70 r·min⁻¹;二段混炼在开炼机上进行(加硫黄和促进剂)。

胶料采用平板硫化机硫化,硫化条件为150℃×30 min。

作者简介:李健(1989—),男,江西景德镇人,江西黑猫炭黑股份有限公司工程师,学士,主要从事炭黑、白炭黑等材料的生产研发和应用研究工作。

E-mail:leexunoo666@163.com

1.5 测试分析

胶料各项性能均按照相应国家标准测定。炭黑透射电子显微镜(TEM)分析委托四川轻化工大学进行。

2 结果与讨论

2.1 低滞后炭黑的性能表征

2.1.1 理化性能

X系列低滞后炭黑与炭黑N234的主要理化性能如表1所示。由表1可知,与炭黑N234相比,低滞后炭黑X2008和X2009的粒径更大,结构更高,着色强度更低。

表1 X系列低滞后炭黑与炭黑N234的主要理化性能

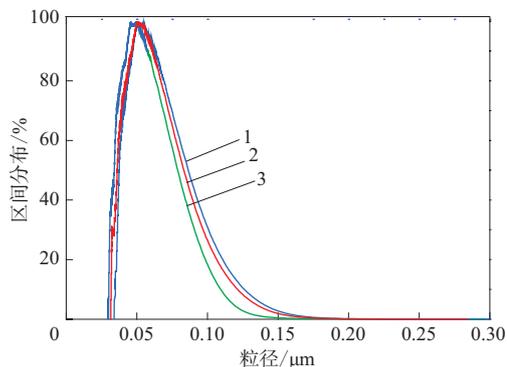
项 目	低滞后炭黑		炭黑N234
	X2008	X2009	
氮吸附比表面积/($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)	111.1	110.6	127.2
吸碘值/($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)	116.1	114.9	125.0
吸油值 $\times 10^5$ /($\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$)	133.7	132.6	126.9
压缩吸油值 $\times 10^5$ /($\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$)	101.8	102.3	97.3
甲苯透光率/%	97.2	98.2	98.6
着色强度/%	111.8	112.2	120.0

2.1.2 聚集体尺寸分布

X系列低滞后炭黑与炭黑N234的聚集体尺寸分布分析结果如图1和表2所示。

由图1可知,与炭黑N234相比,低滞后炭黑X2008和X2009有较明显的“拖尾”现象。

由表2可知,低滞后炭黑X2008和X2009的跨距(S)分别为0.970和0.984,炭黑N234的 S 为



1—低滞后炭黑X2008;2—低滞后炭黑X2009;3—炭黑N234。

图1 X系列低滞后炭黑与炭黑N234的聚集体尺寸分布分析结果

表2 X系列低滞后炭黑与炭黑N234的粒径分布

项 目	低滞后炭黑		炭黑N234
	X2008	X2009	
$D_{10}/\mu\text{m}$	0.044	0.042	0.039
$D_{50}/\mu\text{m}$	0.066	0.063	0.059
$D_{90}/\mu\text{m}$	0.108	0.104	0.092
S	0.970	0.984	0.898
D_{75}/D_{25}	1.626	1.627	1.609

注: D_{10} , D_{25} , D_{50} , D_{75} 和 D_{90} 分别为累计分布百分数达到10%, 25%, 50%, 75%和90%时所对应的粒径值; $S = (D_{90} - D_{10}) / D_{50}$ 。

0.898,低滞后炭黑X2008和X2009的聚集体尺寸分布比炭黑N234宽。

2.1.3 TEM分析

低滞后炭黑X2008和X2009与炭黑N234的TEM照片如图2所示。

从图2可以看出:与炭黑N234相比,低滞后炭

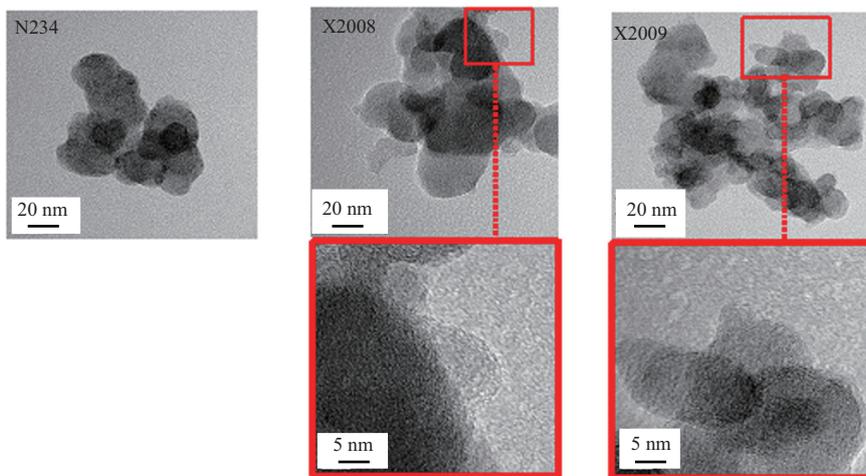


图2 低滞后炭黑X2008和X2009与炭黑N234的TEM照片

黑X2008和X2009的表面有较明显的大小不一的微晶结构嵌在炭黑粒子表面,这些微晶体即为反应生成的小聚集体,正是这些小颗粒的存在使得炭黑颗粒表面更为粗糙、凹凸不平,形成更多的活性点,增大了炭黑的表面活性。

2.2 胶料性能

2.2.1 物理性能

生产配方和试验配方硫化胶的物理性能如表3所示。

表3 添加低滞后炭黑X2008和X2009与炭黑N234的硫化胶物理性能对比

项 目	低滞后炭黑		炭黑N234
	X2008	X2009	
邵尔A型硬度/度	65	65	65
300%定伸应力/MPa	16.47	16.20	15.58
拉伸强度/MPa	25.70	25.95	25.60
拉断伸长率/%	401	405	437
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	97	95	95
回弹值(23℃)/%	50	49	46
压缩疲劳温升 ¹⁾ /℃	41.3	43.6	45.9
阿克隆磨耗量/cm ³	0.1608	0.1627	0.1635

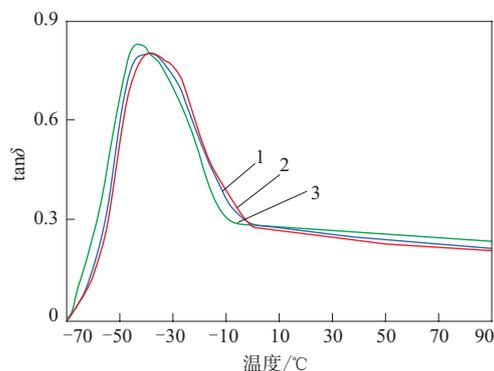
注:1)温度 (55±1)℃,冲程 (4.45±0.03)mm,时间 25 min,预应力 (1±0.03)MPa。

由表3可以看出:在胎面胶配方中用低滞后炭黑X2008和X2009等量替代炭黑N234后,硫化胶的300%定伸应力提高,拉伸强度略有提高,这可能与低滞后炭黑的结构较高有关;拉断伸长率减小,撕裂强度变化不大,回弹值增大,压缩疲劳温升和阿克隆磨耗量减小。分析认为,低滞后炭黑X2008和X2009具有较高的表面活性,其表面与聚合物分子结合更牢固,炭黑粒子间吸引力降低,从而有效地减少了炭黑网络形成,改善了炭黑的分散,且避免了橡胶分子的滑动,从而使胶料物理性能提高^[5]。

2.2.2 DMA

采用DMA仪对生产配方和试验配方硫化胶进行温度扫描,结果如图3和表4所示。

0℃时的损耗因子(tanδ)反映胶料的抗湿滑性能,其值越大,胶料的抗湿滑性能越好;胶料的滚动阻力可以用60℃时的tanδ来表征,tanδ越小,则滚动阻力越低^[6]。从图3和表4可以看出,添加低滞后炭黑X2008和X2009的试验配方硫化胶在0℃时的tanδ与添加炭黑N234的生产配方硫化胶基本相同,表明抗湿滑性能相当;但60℃时添加低



注同图1。

图3 NR硫化胶的tanδ-温度曲线

表4 NR硫化胶的tanδ

温度/℃	低滞后炭黑		炭黑N234
	X2008	X2009	
0	0.2866	0.2849	0.2860
60	0.2310	0.2240	0.2480

滞后炭黑X2008和X2009的试验配方硫化胶tanδ明显减小,且添加低滞后炭黑X2009的试验配方硫化胶tanδ较添加炭黑N234的生产配方硫化胶下降了10%左右。分析认为,滚动阻力的高低与橡胶分子的分子链间摩擦有关,低滞后炭黑的表面具有微晶体,增加了炭黑的表面活性,使得其与橡胶分子结合得更牢固,从而使60℃时的tanδ降低,即滚动阻力降低。

3 结论

(1)与炭黑N234相比,低滞后炭黑X2008和X2009的粒径更大,结构更高,着色强度更低,具有较宽的聚集体尺寸分布和较高的表面活性。

(2)在胎面胶中以低滞后炭黑X2008和X2009等量替代炭黑N234,硫化胶的综合性能改善,生热降低,可以达到节能减排的目的,提升产品的附加值。

(3)在胎面胶中以低滞后炭黑X2008和X2009等量替代炭黑N234,硫化胶0℃时的tanδ相当,60℃时的tanδ降低,即抗湿滑性能相当,滚动阻力降低。

参考文献:

- [1] Roland R. Rubber Compound and Tires Based on Such a Compound[P]. FR:EP 0501 227A1, 1992-09-02.

- [2] 王梦蛟. 绿色轮胎的发展及推广应用[J]. 橡胶工业, 2018, 65(1): 105-111.
- [3] 蒋鹏程, 陈福林, 曹有名, 等. 绿色轮胎胎面胶配方研究进展[J]. 合成橡胶工业, 2009, 32(4): 332-338.
- [4] 张海盟, 丁全勇, 刘鹏, 等. 低滚动阻力轿车轮胎胎面胶配方的优化[J]. 轮胎工业, 2019, 39(1): 40-44.
- [5] 刘其林, 董长征. 降低轮胎滚动阻力方法的初步探讨[J]. 轮胎工业, 1999, 19(3): 131-136.
- [6] Halasa A F, Gross B B, Hsu W L. Multiple Glass Transition Terpolymers of Isoprene, Butadiene and Styrene[J]. Rubber Chemistry & Technology, 2010, 83(4): 380-390.

收稿日期: 2020-04-16

Study on Properties of Low Hysteresis Carbon Black for Green Tire

LI Jian, LIANG Zhibiao, WANG Guodong, CHEN Yibin, HU Qi, HE Zonglin

(Jiangxi Black Cat Carbon Black Co., Ltd, Jingdezhen 333000, China)

Abstract: The structure and function of X series low hysteresis carbon black were studied and compared with traditional carbon black N234, and the effect of X series carbon black on rubber compound properties were investigated. The results showed that compared with carbon black N234, low hysteresis carbon black X2008 and X2009 had larger particle size, higher structure, lower coloring strength, wider aggregate size distribution and higher surface activity. Using low hysteresis carbon black X2008 and X2009 to replace carbon black N234 in the tread compound by equal weight, the comprehensive properties of the vulcanizates were improved, the heat generation was reduced, the loss factor ($\tan\delta$) at 0 °C was the same, and the $\tan\delta$ at 60 °C was reduced, indicating that the compound possessed similar wet skid resistance and reduced rolling resistance.

Key words: low hysteresis carbon black; green tire; tread compound; hysteresis performance; rolling resistance

玲珑轮胎研发基地落户济南

日前, 山东玲珑轮胎股份有限公司(简称玲珑轮胎)与济南市人民政府签署合作协议, 将玲珑轮胎研发科创基地落户济南。

玲珑轮胎研发科创基地落户济南后, 将充分利用济南市经济集聚、交通便利和人才集中优势, 发挥公司创新研发力和品牌影响力, 吸纳海内外技术和人才, 加快企业新旧动能转换, 实现高质量发展。

同时, 以面向全球的研发科创基地为依托, 玲珑轮胎将优化集聚高端科创资源, 激发市场主体创新活力, 推进相关产业链上下游研发, 促进区域大数据、智能制造等产业发展, 为济南加快建设工业强市赋能增效, 实现共享共赢。

玲珑轮胎在全球已设立7个研发机构, 突破多项核心和关键技术, 荣获多个国家级、省级科技奖项, 打破多个国际一线品牌产品垄断。

(摘自《中国化工报》, 2020-07-22)

一种低噪音的全路况轮胎

由安徽佳通乘用车子午线轮胎有限公司申请的专利(公布号 CN 110576707A, 公布日期 2019-12-17)“一种低噪音的全路况轮胎”, 涉及的全路况轮胎包括胎面, 胎面沿轮胎周向设置周向沟槽、沿轮胎宽度方向设置横向沟槽, 横向沟槽由内向外依次包括内侧肩部横向沟槽、内侧中央横向沟槽、中央横向沟槽、外侧中央横向沟槽以及外侧肩部横向沟槽。

本发明通过在轮胎胎面上设置多条周向沟槽和横向沟槽, 使轮胎胎面保持花纹块较大、沟槽较深等特点, 从而使轮胎具有良好的通过性能、排水性能和抓着性能; 同时, 通过对各横向沟槽在轮胎胎面上的整体布局进行合理安排、对各横向沟槽的形状及角度进行合理配置, 以减小轮胎在行驶过程中产生的噪声, 使其满足全路况轮胎噪声限值的规定。

(本刊编辑部 储 民)