

新型炭黑D11在低滚动阻力轮胎胎面胶中的应用

彭俊彪

(双钱集团上海轮胎研究所有限公司, 上海 200245)

摘要:研究商品名为Propel D11的新型炭黑(简称炭黑D11)在低滚动阻力轮胎胎面胶中的应用。结果表明,炭黑D11等量替代炭黑N375,胶料的耐磨性能和撕裂强度大幅提高,抗湿滑性能提高,定伸应力和拉伸强度略有提高,但压缩疲劳温升升高,滚动阻力有所升高。在低滚动阻力轮胎胎面胶中添加炭黑D11可以有效提高其耐磨性能和撕裂强度。

关键词:炭黑;胎面胶;耐磨性能;撕裂强度;压缩疲劳温升

中图分类号:TQ336.1;TQ330.38⁺1 **文献标志码:**A **文章编号:**2095-5448(2018)02-31-04

为了提高轮胎胎面胶的耐久性能,美国卡博特公司开发了商品名为Propel D11的炭黑(简称炭黑D11)。该炭黑的比表面积大,补强性能高,用于轮胎胎面胶可提高其抗切割性能、抗撕裂性能及耐磨性能,延长轮胎使用寿命。卡博特实验室测试结果表明,在相同的条件下,使用炭黑D11的天然橡胶(NR)胶料的耐磨性能比使用炭黑Vulcan 10H的胶料提高10%。炭黑D11主要用于卡客车轮胎和越野车轮胎胎面胶,也可以用于对耐久性要求特别高的乘用车轮胎和轻型卡车轮胎胎面胶。

本工作主要研究炭黑D11等量替代炭黑N375对低滚动阻力轮胎胎面胶性能的影响,以期轮胎企业开发耐久性能更高的低滚动阻力轮胎提供一种可选方案。

1 实验

1.1 主要原材料

NR, RSS3, 泰国产品;炭黑N375和炭黑D11, 上海卡博特化工有限公司产品。

1.2 试验配方

NR 100, 炭黑D11或N375 48, 氧化锌 4, 硬脂酸 2, 防老剂 2, 硫黄/促进剂 2, 其他 2。

作者简介:彭俊彪(1986—),男,江西崇仁人,双钱集团上海轮胎研究所有限公司工程师,硕士,主要从事轮胎配方研究工作。

1.3 主要设备和仪器

XK-160型开炼机,广东省湛江机械厂产品;BB430型密炼机,日本神户制钢公司产品;11D型密炼机,美国法雷尔公司产品;QLBD型平板硫化机,湖州橡胶机械厂产品;MDR2000型硫化仪和MV2000E型门尼粘度仪,美国阿尔法科技有限公司产品;H10KS型电子拉力机,美国Hounsfield公司产品;LAT100型室内磨耗试验机,荷兰VMI公司产品;GT-RH2000型压缩生热试验机,高铁检测仪器(东莞)有限公司产品;Diammd DNNA型动态力学分析仪,美国PE公司产品。

1.4 混炼工艺

小配合试验胶料在开炼机上按常规工艺进行混炼:先加入生胶,后加入炭黑,再依次加入各种小料,最后加入硫黄和促进剂,混炼均匀后薄通6次,下片备用。

大配合试验胶料采用两段混炼工艺在密炼机中进行混炼。一段混炼密炼机转子转速为 $50 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,混炼工艺为:先加入生胶,后加入炭黑,再依次加入各种小料,混炼均匀,160℃排胶。二段混炼密炼机转子转速为 $30 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,混炼工艺为:一段混炼胶混炼30 s,加硫黄和促进剂,混炼均匀,110℃排胶。

1.5 性能测试

(1)胶料拉伸性能测试按照GB/T 528—2009《硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定》进行,拉伸速率为 $50 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

(2) 胶料磨耗性能采用室内磨耗试验机进行测试,测试条件为:负荷 50 N,转速 $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,倾角 7° ,里程 2 km。

(3) 胶料压缩疲劳性能采用压缩生热试验机进行测试,圆柱体试样高度为25 mm,直径为18 mm,测试条件为温度 55°C ,负荷 1 MPa,冲程 4.45 mm,频率 30 Hz。

(4) 胶料动态力学性能采用动态力学性能分析仪进行测试,试样尺寸为 $10 \text{ mm} \times 4 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$,测试条件为温度 $0 \sim 80^\circ\text{C}$,升温速率 $3^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$,最大动态负荷 2 N,最大振幅 $120 \mu\text{m}$,频率 10 Hz,采用双悬臂梁形变模式。

(5) 胶料其他性能按照相应国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 理化性能

炭黑D11的理化性能如表1所示。从表1可以看出,炭黑D11的吸碘值、压缩样DBP吸收值、氮吸附比表面积和统计吸附比表面积远大于炭黑N375,说明炭黑D11粒径小,结构度高。

表1 炭黑D11的理化性能

项 目	炭黑D11	炭黑N375
吸碘值/ $(\text{g} \cdot \text{kg}^{-1})$	125	90
吸油值 $\times 10^5/(\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1})$	128	114
压缩样DBP吸收值 $\times 10^5/(\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1})$	107	96
着色强度/%	127	116
氮吸附比表面积(NSA)/ $(\text{mm}^2 \cdot \text{g}^{-1})$	150	93
统计吸附比表面积(STSA)/ $(\text{mm}^2 \cdot \text{g}^{-1})$	134	91
筛余物(45 μm 筛)质量分数 $\times 10^6$	31	150
加热减量($125^\circ\text{C} \times 1 \text{ h}$)/%	0.6	1.5
灰分质量分数 $\times 10^2$	0.41	0.7
硫质量分数 $\times 10^2$	0.40	1.5
中位粒径(D_{50})/ μm	0.069	0.095

2.2 小配合试验

2.2.1 硫化特性

小配合试验胶料的硫化特性如表2所示。从表2可以看出,用炭黑D11等量替代炭黑N375,胶料的门尼粘度增大,门尼焦烧时间延长, F_L 和 F_{max} 略有提高, t_{10} 和 t_{90} 略有延长。

2.2.2 物理性能

小配合试验胶料的物理性能如表3所示。从

表2 小配合试验胶料的硫化特性

项 目	炭黑D11	炭黑N375
门尼粘度[ML(1+4)100 $^\circ\text{C}$]	68	56
门尼焦烧时间(125°C)		
t_5/min	19.10	15.50
t_{35}/min	22.20	18.50
硫化仪数据(150°C)		
$F_L/(\text{dN} \cdot \text{m})$	3.62	3.13
$F_{\text{max}}/(\text{dN} \cdot \text{m})$	30.57	29.42
t_{10}/min	4.35	3.61
t_{90}/min	11.61	10.87

表3 小配合试验胶料的物理性能

项 目	炭黑D11	炭黑N375
10%定伸应力/MPa	0.92	0.74
50%定伸应力/MPa	2.01	1.87
100%定伸应力/MPa	3.86	3.64
300%定伸应力/MPa	17.92	17.25
拉伸强度/MPa	30.59	28.38
拉断伸长率/%	464	440
撕裂强度/ $(\text{kN} \cdot \text{m}^{-1})$	100	70
VMI磨耗量/ cm^3	0.151 5	0.194 4
100 $^\circ\text{C} \times 48 \text{ h}$ 老化后		
10%定伸应力/MPa	0.99	0.91
50%定伸应力/MPa	2.29	2.09
100%定伸应力/MPa	4.65	4.39
300%定伸应力/MPa	20.13	19.51
拉伸强度/MPa	27.69	27.07
拉断伸长率/%	391	408
撕裂强度/ $(\text{kN} \cdot \text{m}^{-1})$	74	62

注:硫化条件为 $150^\circ\text{C} \times 35 \text{ min}$ 。

表3可以看出,用炭黑D11等量替代炭黑N375,胶料的定伸应力、拉伸强度、拉断伸长率和撕裂强度提高,耐磨性能提高22%。这说明炭黑D11对橡胶的补强作用更强,使用炭黑D11可以改善胶料的物理性能。

2.2.3 压缩疲劳温升和动态力学性能

小配合试验胶料的压缩疲劳温升和动态力学性能如表4所示。从表4可以看出,用炭黑D11等量替代炭黑N375,胶料的压缩疲劳温升略有升高,

表4 小配合试验胶料的压缩疲劳温升和动态力学性能

项 目	炭黑D11	炭黑N375
压缩疲劳温升/ $^\circ\text{C}$	24.75	22.10
损耗因子($\tan\delta$)		
0°C	0.150 8	0.135 8
60°C	0.117 8	0.097 9
80°C	0.116 5	0.096 5

注:同表3。

$\tan\delta$ 增大,这说明胶料的抗湿滑性能提高,滚动阻力有所增大。分析原因,与炭黑N375相比,炭黑D11的吸碘值大,比表面积大,粒径小,而填料粒径越小,分散越难,胶料的生热越高,因此炭黑D11胶料的生热和滚动阻力比炭黑N375胶料高。

2.3 大配合试验

2.3.1 硫化特性

大配合试验胶料的硫化特性如表5所示。从表5可以看出,用炭黑D11等量替代炭黑N375,胶料的门尼粘度增大,门尼焦烧时间延长, F_L 和 F_{max} 略有提高, t_{10} 和 t_{90} 延长,这与小配合试验结果一致。

表5 大配合试验胶料的硫化特性

项 目	炭黑D11	炭黑N375
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	64	62
门尼焦烧时间(125℃)		
t_5/min	20.50	15.70
t_{35}/min	23.40	17.60
硫化仪数据(150℃)		
$F_L/(\text{dN}\cdot\text{m})$	3.82	3.68
$F_{max}/(\text{dN}\cdot\text{m})$	27.38	26.87
t_{10}/min	4.32	3.71
t_{90}/min	11.30	10.20

2.3.2 物理性能

大配合试验胶料的物理性能如表6所示。从表6可以看出,采用炭黑D11等量替代炭黑N375,胶料的100%定伸应力、300%定伸应力、拉断伸长率和拉伸强度提高,撕裂强度大幅提高,耐磨性能提高25%,这与小配合试验结果基本一致。

2.3.3 压缩疲劳温升和动态力学性能

大配合试验胶料的压缩疲劳温升和动态力学性能如表7所示。从表7可以看出,用炭黑D11等量替代炭黑N375,胶料的压缩疲劳温升升高, $\tan\delta$ 增大,这与小配合试验结果一致。

表6 大配合试验胶料的物理性能

项 目	炭黑D11	炭黑N375
10%定伸应力/MPa	0.67	0.66
50%定伸应力/MPa	1.58	1.53
100%定伸应力/MPa	2.92	2.85
300%定伸应力/MPa	16.30	15.80
拉伸强度/MPa	30.68	30.35
拉断伸长率/%	524	488
撕裂强度/($\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$)	102	77
VMI磨耗量/ cm^3	0.3061	0.4085
100℃×48h老化后		
10%定伸应力/MPa	0.74	0.65
50%定伸应力/MPa	1.70	1.65
100%定伸应力/MPa	3.32	3.30
300%定伸应力/MPa	17.70	17.69
拉伸强度/MPa	29.69	29.52
拉断伸长率/%	468	452
撕裂强度/($\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$)	73	64

注:同表3。

表7 大配合试验胶料的压缩疲劳温升和动态力学性能

项 目	炭黑D11	炭黑N375
压缩疲劳温升/℃	22.35	17.85
$\tan\delta$		
0℃	0.1719	0.1453
60℃	0.0706	0.0433
80℃	0.0701	0.0375

注:同表3。

3 结论

(1) 炭黑D11等量替代炭黑N375用于低滚动阻力轮胎胎面胶,胶料的耐磨性能和撕裂强度大幅提高,定伸应力、拉伸强度和拉断伸长率提高。

(2) 与炭黑N375胶料相比,炭黑D11胶料的抗湿滑性能提高,但压缩疲劳温升升高,滚动阻力有所升高。在可以牺牲一定滚动阻力的胎面胶中可以添加炭黑D11以提高其耐磨性能和撕裂强度。

收稿日期:2017-07-19

Application of New Type Carbon Black D11 in Tread Compound of Low Rolling Resistance Tire

PENG Junbiao

(Shuangqian Group Shanghai Tire Research Institute Co., Ltd, Shanghai 200245, China)

Abstract: The application of new type carbon black under the trade name Propel D11 (referred to as

carbon black D11) in the tread compound of low rolling resistance tire was studied. The results showed that, compared with carbon black N375 filled compound, the wear resistance and tear strength of the compound with the same amount of carbon black D11 were better, the wet skid resistance was improved, the tensile modulus and tensile strength increased, but the temperature rise in dynamic compression fatigue test increased, and the rolling resistance also increased slightly. It was concluded that the addition of carbon black D11 to the tread compound of low rolling resistance tire could effectively improve the wear resistance and tear strength.

Key words: carbon black; tread compound; abrasion resistance; tear strength; compression fatigue temperature rise

益阳橡机一步式智能炼胶生产线签新订单

中图分类号:TQ330.4⁺3 文献标志码:D

益阳橡胶塑料机械集团有限公司实施蓝海战略,推动一步式智能炼胶生产线在橡胶制品行业中的应用,一年多来收益颇大,在成功签订4条总包线订单基础上,日前又与世界十强电缆企业——上上电缆公司成功签单。至此,益阳橡机共签订了应用于橡胶制品行业的5条总包线,订单价值近1亿元。

一步式智能炼胶生产线是益阳橡机将轮胎行业已成熟应用的一步式炼胶技术装备通过创新而推广到橡胶制品行业的炼胶生产线,它可满足橡胶制品行业对胶料混炼的环保、安全、高效、节能、智能化发展的要求。与传统炼胶技术相比,一步式智能炼胶技术采用串联式密炼机一步完成胶料混炼,产能提高1倍;采用管理系统控制工艺,混炼胶质量均匀、稳定;填充粉料及小料助剂采用密闭式输送,胶料采用密闭式混炼,混炼过程污染少;新型耐磨环的密封装置采用自润滑复合材料制备,不需要润滑油,避免了润滑油对胶料及环境的污染;减少了开炼机的使用数量及降低了机台规格,同时降低了胶片冷却设备规格;密炼机采用串联式布局,生产线占地面积小,减少了土建投资;一个班组可完成所有炼胶工序,炼胶人员可以减少1/2;智能化开炼机可变辊速、变辊间间隙、高速薄通,自动翻胶、捣胶,补充混炼效果好,具有自动、连续出片功能;在线自动滤胶机的温升低,滤胶前后胶料的门尼粘度变化小,滤胶品质极大提升,且滤胶过程中不产生烟气,现场作业环境好。

益阳橡机的一步式智能炼胶生产线已用于航空航天橡胶密封件、汽车和航天胶管、汽车发动机同步带和电缆等橡胶制品的生产,其将给橡胶制品行业转型升级带来革命性的变革。

(李中宏)

土耳其对华轮胎做出第2次反倾销日落复审终裁

中图分类号:TQ336.1;F74 文献标志码:D

2017年12月2日,土耳其经济部发布第2017/33号公告,对原产自中国的用于轿车、客车、卡车、农用车及施工机械的轮胎作出第2次反倾销日落复审终裁,决定对中国的涉案产品继续征收60%的反倾销税,自公告发布之日起生效。本案涉及9个税号产品。

数据显示:在土耳其进口轮胎中,中国轮胎进口量居第2位,罗马尼亚轮胎进口量居首位;中国轮胎价格最低,德国轮胎价格最高。

(本刊编辑部)

印度对华氟橡胶启动反倾销立案调查

中图分类号:TQ333.93;F74 文献标志码:D

印度商工部日前发布公告,应印度企业Gujarat Fluorochemicals公司提交的申请,决定对原产于或进口自中国的氟橡胶启动反倾销立案调查。

本案倾销调查期为2016年7月1日~2017年6月30日(12个月),产业损害调查期包括2014~2015年、2015至2016年、2016—2017年以及本次倾销调查期。本案涉及印度海关税目3904项下产品。

(本刊编辑部)