

特种炭黑BL104与炭黑N115在全钢巨型工程机械子午线轮胎胎面胶中的应用对比

黄晶晶, 余团清, 张文标, 陈国松, 王晓六, 陈 宇

(福建省海安橡胶有限公司, 福建 莆田 351254)

摘要:研究特种炭黑BL104在全钢巨型工程机械子午线轮胎胎面胶中的应用,并与炭黑N115进行对比。结果表明:与炭黑N115相比,特种炭黑BL104在胶料中的分散性较好;与炭黑N115补强硫化胶相比,特种炭黑BL104补强硫化胶的生热较低,工艺性能、耐磨性能和耐热老化性能较好,成品轮胎连续行驶后的胎面温升较低,使用寿命更长。

关键词:全钢巨型工程机械子午线轮胎;胎面胶;炭黑

中图分类号:TQ336.1;TQ330.38⁺1

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2016)11-0661-04

全钢巨型工程机械子午线轮胎作业环境苛刻,要求胎面胶具有优异耐磨性能、耐热性能和抗崩花掉块性能。炭黑是胎面胶中重要的补强填料,可极大改善胶料的物理性能,其用量仅次于生胶。

炭黑N115为超耐磨炭黑,具有较大的比表面积,能够提高胶料的硬度、定伸应力和耐磨性能。但炭黑N115在胶料中的分散性差,对硫化胶的物理性能影响较大;生热高,容易使轮胎胎面热剥离,从而影响轮胎使用寿命。山东贝斯特化工有限公司开发的特种炭黑BL104具有较低吸碘值,与其他粒径尺寸相似炭黑相比,其表面活性较高。与炭黑N115相比,特种炭黑BL104的粒径分布较窄,着色强度和定伸强度较高,其补强硫化胶具有优异的耐磨性能和抗崩花掉块性能。

本工作研究特种炭黑BL104在全钢巨型工程机械子午线轮胎胎面胶中的应用,并与炭黑N115进行比较。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),3[#]烟胶片,泰国产品;氧化锌,泉州中泰锌业有限公司产品;特种炭黑BL104,山东贝斯特化工有限公司产品;易分散型白炭黑175FFG,确成硅化学股份有限公司产品;硅烷偶联

剂,赢创岚星化学工业有限公司产品;B型防护蜡,青岛莱茵化工有限公司产品;防老剂4020,江苏圣奥化学科技有限公司产品;防老剂RD,中石化南京化工有限公司产品;增塑剂A50P,上海彤程化工有限公司产品。

1.2 配方

生产配方:NR 100,炭黑N115 40,白炭黑175FFG 10,氧化锌 3,防护蜡 1.5,硅烷偶联剂 2,防老剂4020和RD 3,增塑剂A50P 2,其他 8。

试验配方:除特种炭黑BL104等量替代炭黑N115外,配方其余组分和用量均同生产配方。

1.3 主要设备和仪器

X(S)M-1.5×(10~100)型智能实验密炼机和XK-160型开炼机,大连橡胶塑料机械股份有限公司产品;GK-270N型和GK-400N型密炼机,益阳橡胶塑料机械集团有限公司产品;UT-2080型拉力试验机和UD-3500型炭黑分散仪,台湾优肯科技股份有限公司产品;GT-M2000A型无转子硫化仪,台湾高铁检测仪器有限公司产品;LX-A型硬度计和401A型热老化试验箱,江都精成测试仪器厂产品;平板硫化机,泉州金鹰机械有限公司产品;橡胶压缩生热试验机,北京澳玛琦科技发展有限公司产品。

1.4 试样制备

1.4.1 小配合试验

胶料混炼分3段进行。一段和二段混炼在1.5 L

作者简介:黄晶晶(1987—),女,福建莆田人,福建省海安橡胶有限公司助理工程师,主要从事全钢巨型工程机械子午线轮胎配方设计工作。

密炼机中进行。一段混炼转子转速为 $55\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,加料顺序为:NR→2/3炭黑和小料→排胶[(155±5)℃];二段混炼转子转速为 $40\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,加料顺序为:一段混炼胶→剩余炭黑和小料→排胶[(150±5)℃]。三段混炼在开炼机上进行,辊温为30~40℃,总混炼时间为15 min,加料顺序为:二段混炼胶→硫黄和促进剂→薄通→下片(辊距为2.0 mm)。各段混炼胶停放时间不少于8 h。

混炼胶在平板硫化机上进行硫化。

1.4.2 大配合试验

胶料混炼分4段进行。一段、二段和三段混炼在GK-400N型密炼机中进行,转子转速为 $40\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 。一段混炼为塑炼,加料顺序为:NR→塑炼→排胶[(140~150)℃]。二段和三段混炼加料顺序和混炼工艺与小配合试验一段和二段混炼相同。四段混炼在GK-270N型密炼机中进行,转子转速为 $20\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,加料顺序为:三段混炼胶→硫黄和促进剂→排胶[(90~105)℃]。各段混炼胶料停放时间不少于8 h。

1.5 性能测试

胶料各项性能均按相应国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 理化分析

特种炭黑BL104与炭黑N115的理化分析结果如表1所示。从表1可以看出,特种炭黑BL104与炭黑N115的各项指标均达到企业标准要求。

表1 特种炭黑BL104与炭黑N115的理化分析结果

项 目	特种炭黑BL104		炭黑N115	
	测试值	标准值 ¹⁾	测试值	标准值 ¹⁾
吸碘值/(g·kg ⁻¹)	123	122±5	160	160±5
吸油值×10 ⁵ / (m ³ ·kg ⁻¹)	113	114±5	114	113±5
压缩吸油值×10 ⁵ / (m ³ ·kg ⁻¹)	95	98±5	95	97±5
氮吸附比表面积×10 ⁻³ / (m ² ·kg ⁻¹)	129	130±5	139	137±5
STSA比表面积×10 ⁻³ / (m ² ·kg ⁻¹)	118	120±5	124	124±5
着色强度/%	127	126±5	123	123±5

注:1)参照贝斯特产品标准。

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,与生产配方胶料相比,试验配方胶料的 M_L 和 M_H 较小,焦烧时间短,硫化速率较大。这可能是因为特种炭黑BL104的吸碘值和氮吸附比表面积小于炭黑N115,着色强度大于炭黑N115。

表2 小配合试验胶料的硫化特性(143℃)

项 目	试验配方	生产配方
M_L /(dN·m)	6.21	6.70
M_H /(dN·m)	30.86	31.75
t_{10} /min	8.32	9.11
t_{50} /min	13.43	14.54
t_{90} /min	26.10	26.10
t_{100} /min	61.40	61.42

2.2.2 物理性能

小配合试验硫化胶的物理性能如表3所示。从表3可以看出:与生产配方硫化胶相比,试验配

表3 小配合试验硫化胶的物理性能

项 目	试验配方	生产配方
正硫化(143℃×50 min)		
邵尔A型硬度/度	64	63
100%定伸应力/MPa	2.24	2.58
300%定伸应力/MPa	11.83	12.25
拉伸强度/MPa	27.47	26.87
拉断伸长率/%	575	555
生热 ¹⁾ /℃	41.8	46.5
100℃×36 h老化后		
邵尔A型硬度/度	69	68
100%定伸应力/MPa	3.22	3.08
300%定伸应力/MPa	14.06	13.05
拉伸强度/MPa	21.54	20.13
拉断伸长率/%	447	476
生热 ¹⁾ /℃	42.6	47.1
过硫化(143℃×120 min)		
邵尔A型硬度/度	67	66
100%定伸应力/MPa	2.03	2.22
300%定伸应力/MPa	10.93	11.03
拉伸强度/MPa	25.84	26.49
拉断伸长率/%	587	567
阿克隆磨耗量/cm ³	0.547	0.613
生热 ¹⁾ /℃	43.1	47.6
100℃×36 h老化后		
邵尔A型硬度/度	69	68
100%定伸应力/MPa	3.02	2.79
300%定伸应力/MPa	14.29	12.30
拉伸强度/MPa	20.64	19.45
拉断伸长率/%	434	455
生热 ¹⁾ /℃	44.8	48.3

注:1)试验条件为冲程 4.45 mm,负荷 1.00 MPa,恒温室温度 55℃,压缩频率 30 Hz。

方硫化胶的邵尔A型硬度和拉断伸长率较大,定伸应力小,生热较低,这是因为特种炭黑BL104的吸碘值和比表面积小于炭黑N115;阿克隆磨耗量略小,这是因为炭黑N115与特种炭黑BL104结构相当,但特种炭黑BL104的着色强度较高,其补强硫化胶的耐磨性能更好;老化后,与生产配方硫化胶相比,试验配方硫化胶的耐热老化性能较好,这是因为特种炭黑BL104的粒径大于炭黑N115^[1]。

2.3 大配合试验

2.3.1 工艺性能

试验配方胶料挤出成型后表面光滑,挤出工艺尺寸稳定,工艺性能较好。

2.3.2 硫化特性

大配合试验胶料的硫化特性如表4所示。从表4可以看出,大配合试验结果与小配合试验结果基本一致。

表4 大配合试验胶料的硫化特性 (143 ℃)		
项 目	试验配方	生产配方
$M_L/(dN \cdot m)$	5.89	6.12
$M_H/(dN \cdot m)$	29.26	31.18
t_{10}/min	8.12	9.01
t_{50}/min	14.03	14.41
t_{90}/min	25.10	25.78
t_{100}/min	59.76	60.65

2.3.3 物理性能

大配合试验硫化胶的物理性能如表5所示。从表5可以看出,大配合试验结果与小配合试验结果基本一致。

2.3.4 炭黑分散性

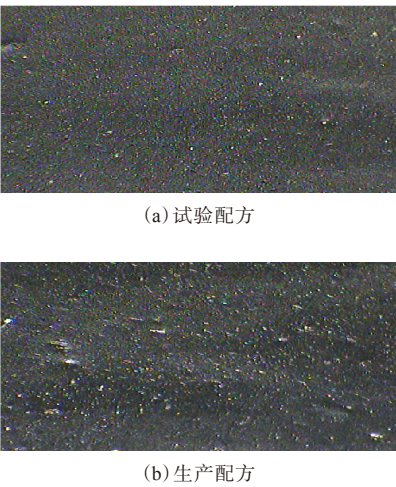
大配合试验硫化胶中炭黑分散性如图1和表6所示。从图1和表6可以看出,与生产配方硫化胶相比,试验配方硫化胶的Y值较小,X值较大,说明特种炭黑BL104在胶料中的分散性较好。分析认为:特种炭黑BL104的吸碘值较小,有助于分散;炭黑N115结构团较多、粒径较大,分散性较差。

2.4 成品试验

分别采用试验配方胶料与生产配方胶料生产规格为37.00R57的工程机械子午线轮胎各8条,然后投放矿山,并安装到相同车型进行试验,跟踪两种配方成品轮胎磨耗和胎面部位温升情况,统计

表5 大配合试验硫化胶的物理性能		
项 目	试验配方	生产配方
正硫化 (143 ℃ × 50 min)		
邵尔A型硬度/度	65	64
100%定伸应力/MPa	2.04	2.41
300%定伸应力/MPa	11.78	12.12
拉伸强度/MPa	26.16	26.67
拉断伸长率/%	580	564
生热 ¹⁾ /℃	41.1	45.6
100 ℃ × 36 h老化后		
邵尔A型硬度/度	67	66
100%定伸应力/MPa	3.12	3.06
300%定伸应力/MPa	13.89	12.78
拉伸强度/MPa	21.65	20.02
拉断伸长率/%	456	480
生热 ¹⁾ /℃	42.3	46.7
过硫化 (143 ℃ × 120 min)		
邵尔A型硬度/度	68	65
100%定伸应力/MPa	2.00	2.12
300%定伸应力/MPa	10.24	11.01
拉伸强度/MPa	24.78	25.89
拉断伸长率/%	589	576
阿克隆磨耗量/cm ³	0.489	0.573
生热 ¹⁾ /℃	43.7	46.9
100 ℃ × 36 h老化后		
邵尔A型硬度/度	69	67
100%定伸应力/MPa	3.01	2.67
300%定伸应力/MPa	13.78	12.02
拉伸强度/MPa	20.81	19.13
拉断伸长率/%	447	468
生热 ¹⁾ /℃	45.1	47.8

注:同表3。



按ISO 11345—2006《橡胶 炭黑和炭黑/硅土分散性的评估 快速比较法》进行测试。

图1 大配合试验硫化胶中炭黑分散照片

表6 大配合试验硫化胶中炭黑分散性

项 目	试验配方	生产配方
X值	5.93	5.05
Y值	4.02	5.13

结果如表7所示。从表7可以看出,试验配方轮胎的磨耗速率较大,其耐磨性能较好;连续行驶后,试验轮胎的胎面温升较低。

表7 成品轮胎投放矿山使用后测试结果

项 目	试验配方	生产配方
载质量/t	180	180
平均累计行驶时间/h	405	500
磨耗速率/(h·mm ⁻¹)	40.46	38.60
平均剩余花纹深度/mm	83	80
平均胎面温度 ¹⁾ /℃		
连续行驶16 h	86	88
连续行驶20 h	87	90
试验结束时轮胎状况	未损坏	未损坏

注:1)胎面温度为打孔测温,打孔深度为95 mm。

对试验配方轮胎和生产配方轮胎进行抽查,检查其运行40 d后轮胎的胎面局部状况,结果如图2和3所示。从图2和3可以看出,与生产配方轮胎相比,试验配方轮胎的耐磨性能较好,预计使用寿命更长。

3 结论

与炭黑N115相比,特种炭黑BL104在胶料中的分散性较好。与炭黑N115补强硫化胶相比,特种炭黑BL104补强硫化胶的生热较低,工艺性能、



图2 试验配方轮胎的胎面局部状况



图3 生产配方轮胎的胎面局部状况

耐磨性能和耐热老化性能较好,成品轮胎连续行驶后的胎面温升较低,使用寿命更长。

参考文献:

[1] 柴克鹏,沈惠玲. 炭黑对橡胶耐热老化性能的影响[J]. 橡胶科技, 2015, 13(4): 19-23.

收稿日期: 2016-08-09

Application of Special Carbon Black BL104 and N115 in Tread Compound of All-steel Giant Off-The-Road Radial Tire

HUANG Jingjing, YU Tuanqing, ZHANG Wenbiao, CHEN Guosong, WANG Xiaoliu, CHEN Yu
(Fujian Haian Rubber Co., Ltd, Putian 351254, China)

Abstract: The application of special carbon black BL104 in the tread compound of all-steel giant off-the-road radial tire was investigated, and compared with carbon black N115. The results showed that, compared with carbon black N115, the dispersion of carbon black BL104 was better. Compared with carbon black N115 reinforced vulcanizate, the heat built-up of carbon black BL104 reinforced vulcanizate was lower and processing property, wear resistance and heat aging resistance were better. With carbon black BL104, the temperature rise of the tread after continuous running was lower, and the service life of tire was longer.

Key words: all-steel giant off-the-road radial tire; tread compound; carbon black