

钕系顺丁橡胶在半钢子午线轮胎胎面胶中的应用

李海艳,秦怡如,郑涛*,龙飞飞,张宁

(山东丰源轮胎制造股份有限公司,山东 枣庄 277300)

摘要:研究钕系顺丁橡胶(BR)在半钢子午线轮胎胎面胶中的应用。结果表明,用牌号为CB24的钕系BR等量替代BR9000,胶料的耐磨性能和抗撕裂性能提高,生热减小,成品轮胎的制动性能提高,滚动阻力降低,符合轮胎节能、降耗的环保要求,轮胎性能大幅提高。

关键词:钕系顺丁橡胶;轮胎;耐磨性能;抗撕裂性能;生热;滚动阻力

中图分类号:TQ333.2

文章编号:2095-5448(2019)04-0231-03

文献标志码:A

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2019.04.0231

随着汽车保有量的增长和轮胎行业的高速发展以及欧盟轮胎标签法的实施,高性能轮胎的需求不断增长,轮胎工业对合成橡胶的品种和质量提出越来越高的要求,对轮胎的抗湿滑性能、环保以及节能要求更加苛刻^[1-2]。

稀土顺丁橡胶(BR)具有良好的耐磨性能、耐疲劳性能以及低生热和低滚动阻力等优势,符合轮胎节能、降耗的环保要求,受到国内外轮胎行业的重视,而且稀土BR与丁苯橡胶共混性好,用作轮胎原材料可以大幅提高轮胎的质量,需求量也越来越大^[3]。钕系BR具有链结构规整、线性好,相对分子质量高及相对分子质量分布可调的特点,是开发高性能轮胎和节能轮胎的优选胶种^[4]。

本工作主要研究钕系BR在半钢子午线轮胎胎面胶中的应用。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),SMR20,马来西亚产品;溶聚丁苯橡胶(SSBR,牌号RC2557S)和BR(牌号9000)中国石油独山子石化公司产品;钕系BR,牌号CB24,朗盛公司产品;炭黑N234,江西黑猫炭黑股份有限公司产品;白炭黑1115MP,索尔维罗地亚白炭黑(青岛)公司产品;环保油V700,德国汉圣公司

产品;微晶蜡Antilux111,莱茵化学(青岛)有限公司产品;氧化锌,安丘恒山锌业有限公司产品;硬脂酸,青岛旭谦进出口公司提供;促进剂CZ和防老剂4020,山东尚舜化工有限公司产品;防焦剂CTP,山东阳谷华泰化工有限公司产品。

1.2 配方

试验配方如表1所示。

表1 试验配方			份
组 分	试验配方	生产配方	
NR	20	20	
SSBR	55	55	
BR9000	0	25	
BR CB24	25	0	
炭黑N234	25	25	
白炭黑1115MP	45	45	

注:配方中其他组分和用量为:环保油V700 8,微晶蜡Antilux111 1.5,氧化锌和硬脂酸 5,防老剂4020 2,硫黄、促进剂CZ、防焦剂CTP和防老剂4020 5.7。

1.3 主要设备和仪器

X(S)M-1.5X型小密炼机、XK-160型开炼机和XLB-400-400型四立柱平板硫化机,青岛科高橡塑机械技术装备有限公司产品;低温一步法炼胶生产线,大连橡胶塑料机械有限公司和北京万向新元科技有限公司产品;MV3000型门尼粘度仪,德国Montech公司产品;M-3000A型无转子硫化仪,高铁检测仪器(东莞)有限公司产品;Zwick Z3130型硬度计和Zwick Z010型拉力试验机,德国Zwick公司产品。

作者简介:李海艳(1981—),女,山东枣庄人,山东丰源轮胎制造股份有限公司助理工程师,学士,主要从事轮胎现场工艺研究。

*通信联系人(xhmgc01@163.com)

1.4 试样制备

小配合试验胶料采用两段混炼。一段混炼在X(S)M-1.5X型密炼机中进行,加料顺序为:生胶→氧化锌、硬脂酸等小料→炭黑→排胶,停放4 h。二段混炼在XK-160型开炼机上进行,加料顺序为:一段混炼胶→硫黄、促进剂、防焦剂等→下片。

大配合试验胶料混炼采用SSM低温一步法炼胶工艺,生胶和小料在密炼机中初步混炼后,排放到双驱全自动开炼机上,压制成片后分流给4组全自动开炼机,胶料在每组全自动开炼机上自动补充混炼、冷却、收取。

胶料在平板硫化机上硫化,硫化条件为150℃×40 min。

1.5 性能测试

胶料和成品轮胎性能测试均按照相应国家标准或企业标准进行。

2 结果与讨论

2.1 小配合试验

2.1.1 硫化特性

小配合试验胶料的门尼粘度和硫化特性如表2所示。

表2 小配合试验胶料的门尼粘度和硫化特性

项 目	试验配方	生产配方	企业指标
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	80	70	77±5
门尼焦烧时间 t_5 (130℃)/min	20.6	18.0	22±6
硫化仪数据(150℃)			
F_L /(dN·m)	2.7	2.5	2.5±0.5
F_{max} /(dN·m)	19.2	15.1	16.0±3
t_{10} /min	6.2	6.3	6.3±1
t_{50} /min	10.1	10.0	10±1.0
t_{90} /min	19.3	16.8	17±3.0

从表2可以看出,使用牌号为CB24的钕系BR等量替代BR9000,胶料的门尼粘度增大,门尼焦烧时间延长14.4%,胶料加工安全性提高,最小转矩和最大转矩分别提高8%和27.2%,正硫化时间延长14.9%。

2.1.2 物理性能

小配合试验胶料的物理性能如表3所示。

从表3可以看出:采用CB24等量替代BR9000,胶料硬度增大,定伸应力和撕裂强度大幅提高,回弹值略有提升,阿克隆磨耗量减小,炭黑分散等级

表3 小配合试验胶料的物理性能

项 目	试验配方	生产配方	企业指标
密度/(Mg·m ⁻³)	1.137	1.147	1.135±0.02
邵尔A型硬度/度	63	59	77±3
50%定伸应力/MPa	1.87	1.20	1.4±0.5
100%定伸应力/MPa	3.30	2.18	2.3±1.0
300%定伸应力/MPa	12.52	10.68	11±5
拉伸强度/MPa	17.45	17.24	≥16
拉断伸长率/%	406	459	420±60
拉断永久变形/%	12	12	12±4
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	44	39	≥38
回弹值/%	43	41	41±5
炭黑分散等级(X)	9	8	≥5
压缩疲劳温升 ¹⁾ /℃	20.3	22.5	
阿克隆磨耗量/cm ³	0.103	0.117	

注:1)冲程 5.71 mm,负荷 1 MPa,温度 55℃,压缩频率 30 Hz,预热时间 30 min,试验时间 25 min。

提高;钕系BR的低生热性能得到体现,压缩疲劳温升降低了9.8%,有利于提高轮胎的高速性能和安全性。

2.2 大配合试验

2.2.1 硫化特性

大配合试验胶料的门尼粘度和硫化特性如表4所示。

表4 大配合试验胶料的门尼粘度和硫化特性

项 目	试验配方	生产配方
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	79	70
门尼焦烧时间 t_5 (130℃)/min	20.5	18.4
硫化仪数据(150℃)		
F_L /(dN·m)	2.7	2.6
F_{max} /(dN·m)	19.0	15.2
t_{10} /min	6.3	6.3
t_{50} /min	10.1	10.0
t_{90} /min	19.1	16.9

从表4可以看出,使用CB24等量替代BR9000,胶料的门尼粘度增大,门尼焦烧时间延长11.4%,胶料加工安全性提高,最小转矩和最大转矩分别提高3.8%和25%,正硫化时间延长13%。大配合试验与小配合试验结果基本一致。

2.2.2 物理性能

大配合试验胶料的物理性能如表5所示。

从表5可以看出,采用CB24等量替代BR9000,胶料耐磨性能、抗撕裂性能提高,压缩疲劳温升降低。大配合试验与小配合试验结果基本一致。

2.3 成品轮胎性能

采用试验配方胶料生产225/40ZR18 FRD26

表5 大配合试验胶料的物理性能

项 目	试验配方	生产配方
密度/(Mg · m ⁻³)	1. 138	1. 146
邵尔A型硬度/度	63	60
50%定伸应力/MPa	1. 84	1. 16
100%定伸应力/MPa	3. 10	2. 19
300%定伸应力/MPa	12. 40	10. 50
拉伸强度/MPa	17. 43	17. 38
拉伸伸长率/%	408	456
拉伸永久变形/%	12	12
撕裂强度/(kN · m ⁻¹)	43	39
回弹值/%	43	41
炭黑分散等级(X)	9	8
压缩疲劳温升 ¹⁾ /℃	20. 0	22. 3
阿克隆磨耗量/cm ³	0. 104	0. 118

注:同表3。

超高性能(UHP)轮胎,并送至安徽德技汽车检测中心进行成品轮胎性能测试。

2.3.1 制动性能

制动性能测试分湿路面和干路面测试,借助P-BOX设备准确测量车辆制动时的减速度、制动时间及制动距离。湿路面制动测试时车速由80 km · h⁻¹降至20 km · h⁻¹。干路面制动测试时车速由100 km · h⁻¹降至零。

成品轮胎的制动性能如表6所示。

从表6可以看出,试验轮胎干、湿路面制动性能均优于生产轮胎,湿路面制动距离缩短5. 3%,干路面制动距离缩短4. 1%。

表6 成品轮胎的制动距离 m

项 目	试验轮胎	生产轮胎
湿路面制动距离	24. 46	25. 83
干路面制动距离	37. 10	38. 70

2.3.2 滚动阻力

试验轮胎和生产轮胎的滚动阻力系数分别为6. 61和7. 87 N · kN⁻¹。试验轮胎滚动阻力测试结果为B级,接近A级,比生产轮胎的C级高一个等级。如果进一步优化工艺和配方,可使成品轮胎的滚动阻力达到A级,这有利于轮胎品牌升级。

3 结语

将CB24等量替代BR9000用于半钢子午线轮胎胎面胶,具有耐磨性能和耐疲劳性能好、生热和滚动阻力低等优势,符合轮胎节能、降耗的环保要求,有利于提高轮胎产品附加值和市场竞争力。

参考文献:

[1] 杨树田,许广森,包喜英,等. 钕系BR的基本性能与实用性能研究[J]. 轮胎工业,2001,21(12):713-719.
[2] 邹明清,傅建华,李永炽. 钕系顺丁橡胶在轮胎胎冠胶中的应用[J]. 轮胎工业,2001,21(1):32-35.
[3] 刘海燕,胡尊燕,王中亚,等. 钕系顺丁橡胶的性能研究[J]. 橡胶工业,2015,62(5):294-297.
[4] 崔小明. 稀土顺丁橡胶国内外发展现状及前景分析[J]. 中国橡胶,2015(5):14-17.

收稿日期:2018-09-22

Application of Neodymium-based Cis-polybutadiene Rubber in Tread Compound of Semi-steel Radial Tire

LI Haiyan, QIN Yiru, ZHENG Tao, LONG Feifei, ZHANG Ning
(Shandong Fengyuan Tire Manufacturing Co. ,Ltd,Zaozhuang 277300, China)

Abstract: The application of neodymium-based cis-polybutadiene rubber (BR) in the tread compound of semi-steel radial tire was investigated. The results showed that, by using neodymium-based BR CB24 to equally replace traditional BR9000 in the tread compound, the wear resistance and tear resistance of the compound were improved, the heat build-up was reduced, the braking performance of the finished tire was improved, the rolling resistance was reduced, and the overall tire performance was greatly improved. The application of neodymium-based BR reduced the energy consumption of tire and met the requirements of environmental protection.

Key words: neodymium-based cis-polybutadiene rubber; tire; wear resistance; tear resistance; heat build-up; rolling resistance