

矿山专用全钢载重子午线轮胎胎面胶配方的开发

许建欣

[浦林成山(山东)轮胎有限公司, 山东 荣成 264300]

摘要:进行矿山专用全钢载重子午线轮胎胎面胶配方的开发。结果表明:抗刺扎、抗切割和抗崩花掉块综合性能较好的胎面胶配方为天然橡胶 80,丁苯橡胶 20,炭黑N115 48,白炭黑 7,莱茵塑分®GE3082 2,硫黄 1.8,促进剂CBS 1.2,其他 15.8。该胎面胶配方试验轮胎的实际里程试验损坏率比普通轮胎降低1%以上,综合里程延长约10%。

关键词:矿山轮胎;全钢载重子午线轮胎;胎面胶;抗刺扎;抗切割;抗崩花掉块

中图分类号:U463.341⁺.3/.6

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2021)07-0445-03

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2021.07.0445



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

进入21世纪,随着我国基础建设的快速发展,交通运输行业发生了巨大变化,载重车辆除了主要的大载荷、高速度、长距离运输外,短途、混合路面的运输方式增长较快。传统单一的公路轮胎已不能适应这种复杂路面和负荷特点的要求,往往出现局部性能过剩或者不足情况。形式相对单一、花纹通用性较大、专用性体现不明确的轮胎很难适应目前运输车辆对复杂路面特别是在矿山和非等级公路上的使用要求^[1-5]。

为满足运输业的发展需求,我公司通过市场调研,在轮胎产品设计上进行细分细化。为进一步提高矿山专用全钢载重子午线轮胎的抗刺扎、抗切割和抗崩花掉块性能,对其胎面胶配方进行了研发并进行了成品试制^[6-11]。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),STR20,泰国产品;丁苯橡胶(SBR),牌号1502,中国石油化工股份有限公司齐鲁分公司产品;炭黑N115,山东华东橡胶材料有限公司产品;白炭黑,山东联科新材料有限公司产品;莱茵塑分®GE3082,莱茵化学(青岛)有限公司产品;硫黄,无锡嘉鸿橡胶助剂有限公司产品;促进剂CBS,荣成市化工总厂有限公司产品。

作者简介:许建欣(1968—),男,山东乳山人,浦林成山(山东)轮胎有限公司工程师,主要从事轮胎配方设计及工艺管理工作。

E-mail:jxxu@prinxcengshan.com

1.2 试验配方

试验配方见表1。

组 分	表1 试验配方 份				
	配方编号				
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]
NR	100	85	80	80	70
SBR	0	15	20	20	30
炭黑N115	50	48	48	55	48
白炭黑	5	7	7	7	7
莱茵塑分®GE3082	2	2	2	2	2
硫黄	1.5	1.8	1.8	1.8	1.8
促进剂CBS	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
其他	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8

1.3 试验设备和仪器

GK400N型密炼机,德国克虏伯公司产品;GK270N型密炼机,益阳橡胶塑料机械集团有限公司产品;XK-160型开炼机和XLB-400-2000型平板硫化机,青岛科高橡塑机械技术装备有限公司产品;MDR2000E型硫化仪、MV2000型门尼粘度仪和Tensometer2000型电子拉力机,美国阿尔法科技有限公司产品;401B型老化箱,江都试验机械厂产品;四辊钢丝压延机,意大利RODOLFO公司产品;钢丝帘布90°裁断机,德国FISCHER公司产品;LCZ-2024型全钢载重子午线轮胎成型机,软控股份有限公司产品。

1.4 混炼工艺

大配合试验胶料分两段混炼,一段混炼在GK400N型密炼机中进行,转子转速为55 r·min⁻¹,排胶温度为155~165℃,加料顺序为:

NR、SBR、氧化锌、防老剂、炭黑、白炭黑、芳烃油等→排胶;二段混炼在GK270N型密炼机中进行,转子转速为 $20 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,加料顺序为:一段混炼胶、硫黄和促进剂→排胶($95 \sim 105 \text{ }^{\circ}\text{C}$)。

1.5 性能测试

各项性能均按照相关国家标准或行业标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 硫化特性

各配方胶料的硫化特性见表2。由表2可见:各配方胶料的门尼焦烧时间均偏长;除4[#]配方胶料的 $F_{\max}$ 偏大外,其他配方胶料的 $F_{\max}$ 和 F_L 均在标准范围内;除1[#]配方胶料的 t_{90} 在标准范围内,其他配方胶料的 t_{10} 和 t_{90} 均偏长。

表2 胶料的硫化特性

项 目	配方编号					内控指标
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	
门尼焦烧时间 t_5 ($127 \text{ }^{\circ}\text{C}$)/min	41.4	43.4	43.3	38.9	42.9	20~28
硫化特性($151 \text{ }^{\circ}\text{C}$)						
F_L /($\text{dN} \cdot \text{m}$)	2.38	2.32	2.25	2.63	2.16	2.6 ± 0.6
$F_{\max}$ /($\text{dN} \cdot \text{m}$)	17.44	18.44	18.42	20.47	18.47	17.5 ± 2
t_{10} /min	8.15	9.13	9.45	8.79	9.49	7 ± 1
t_{90} /min	18.04	21.31	22.38	22.10	23.16	18 ± 2

2.2 物理性能

各配方胶料的物理性能见表3。由表3可见:与3[#]配方胶料相比,多加7份炭黑N115的4[#]配方胶料老化前后的密度、邵尔A型硬度、300%定伸应力、撕裂强度和耐磨性能明显提高,拉伸强度、拉伸伸长率和回弹值减小;其他组分相同时,随着SBR用量的增大,胶料的硬度和撕裂强度有上升的趋势,拉伸强度和回弹值有下降的趋势。

2.3 装车试验

将试验轮胎发往内蒙古包头进行装车试验,车型:3轴10轮自卸车,车载荷(包括自身质量)为 $65 \sim 75 \text{ t}$,充气压力为 1450 kPa ;作业:转运铁矿石,每日作业近 24 h ;作业路面:硬基石块路面和柏油路面;最高速度:矿区为 $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,柏油路为 $45 \sim 50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 。装车试验结果见表4。由表4得出以下初步结论。

(1) 1[#]配方胎面胶的抗刺扎、抗切割和抗崩花

表3 胶料的物理性能

项 目	配方编号				
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]
密度/($\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	1.133	1.140	1.139	1.156	1.142
邵尔A型硬度/度	68	69	69	73	70
300%定伸应力/MPa	11.5	12.1	11.7	13.3	12.3
拉伸强度/MPa	26.1	26.7	26.6	24.7	26.3
拉伸伸长率/%	561	538	560	506	524
拉伸永久变形/%	24	28	28	28	28
撕裂强度/($\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$)	70	96	102	105	103
回弹值/%	35	35	34	29	31
DIN磨耗指数/%	127	133	138	126	131
100 $^{\circ}\text{C} \times 48 \text{ h}$ 老化后					
邵尔A型硬度/度	72	74	74	77	75
300%定伸应力/MPa	14.4	15.3	15.6	16.2	16.0
拉伸强度/MPa	23.8	22.4	22.5	20.5	20.9
拉伸伸长率/%	486	433	422	376	377
拉伸永久变形/%	28	20	20	16	16
撕裂强度/($\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$)	94	51	46	47	46
回弹值/%	37	39	36	32	35
DIN磨耗指数/%	103	99	101	100	104

注:硫化条件为 $151 \text{ }^{\circ}\text{C} \times 30 \text{ min}$ 。

表4 装车试验结果

项 目	配方编号				
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]
成品轮胎胎面胶的					
邵尔A型硬度/度	68~69	69~70	69~70	71~72	68~69
蒙B48757					
剩余花纹深度/mm	16.4	15.2	16.2	16.4	16.8
抗刺扎、抗切割和抗崩					
花掉块综合评价排名	1	4	2	5	3
耐磨性能排名	2 (并列)	5	4	2 (并列)	1
蒙B56187					
剩余花纹深度/mm	16.3	16.6	17.4	16.5	17.6
抗刺扎、抗切割和抗崩					
花掉块综合评价排名	1	4	2	5	3
耐磨性能排名	5	3	2	4	1

注:蒙B48757和蒙B56187的行驶里程分别为 $8\,949$ 和 $10\,060 \text{ km}$ 。

掉块综合性能最好,其次为3[#]配方胎面胶,4[#]配方胎面胶最差,运行 10 d 左右就出现了明显的掉块现象。

(2) 其他组分相同时,SBR用量增大可提高胎面胶的耐磨性能。

(3) 硬度相对较小的胎面胶的抗刺扎、抗切割和抗崩花掉块综合性能较好。

2.4 里程试验

根据室内和装车试验结果,3[#]配方胎面胶综合性能较好。为验证矿山专用全钢载重子午线轮胎新产品的实际使用效果,将第1批采用3[#]配方胎面胶的11.00R20和12.00R20试验轮胎投放到陕西地

区进行4个月的实际里程试验,并与普通轮胎进行对比。试验轮胎使用里程超过40 000 km。

2.4.1 试验安排

试验协作单位为陕西恒悦公司。试验地点及条件如下:11. 00R20轮胎投放于陕西富平县的双桥载重车,运输货物为碎石等,行驶路面为河道碎石路与柏油路面为主,载质量为40 t以上,使用条件相对恶劣且载荷大;12. 00R20轮胎投放于陕西山阳地区的单桥载重车,运输货物为沙石等建筑材料,行驶道路以山路为主,载质量为30 t左右,载荷大。

2.4.2 试验结果

(1) 返回量的统计分析。11. 00R20轮胎共投放100条,损坏6条,其中胎圈损坏4条、冠部损坏2条,损坏时间均在使用接近3个月、行驶里程接近40 000 km时,损坏率为6%;12. 00R20轮胎投放100条,损坏5条,其中胎圈损坏3条、胎肩损坏1条、胎冠损坏1条,损坏时间均在使用接近4个月、行驶里程接近50 000 km时,损坏率为5%。从轮胎试验地区和损坏的特征、数量等情况来看,长时间行驶和大载荷以及恶劣路况是造成轮胎损坏的关键因素。

(2) 试验效果评价。据试验地区轮胎经销商反映,陕西地区11. 00R20普通轮胎在该地区的退赔率达到7%以上,12. 00R20普通轮胎的退赔率达到6%以上,试验轮胎的综合损坏率相比降低1%以上。此外用户评价试验轮胎的抗刺扎性能和驱动性能与普通轮胎相比有明显提高,平均单耗可以提高10%以上,综合里程延长10%左右,使用寿命

延长,使用效果满意。

3 结论

进行了矿山专用全钢载重子午线轮胎胎面胶配方的开发。结果表明,NR/SBR并用比为80/20的3[#]配方胎面胶的抗刺扎、抗切割和抗崩花掉块综合性能较好,试验轮胎的实际里程试验损坏率比普通轮胎下降1%以上,综合里程延长约10%。

参考文献:

- [1] 北京橡胶工业研究所. 橡胶制品工业[M]. 北京:石油化学工业出版社,1997:221-222.
- [2] 危银涛. 轮胎热力学分析及耐久性评价[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,1997.
- [3] 苏泽浩. 基于热疲劳寿命理论的轮胎结构改进设计[D]. 北京:北京林业大学,2020.
- [4] 及川晃. 工程车轮胎的寿命及提高寿命的方法[J]. 李汉堂,译. 轮胎研究与开发,1989(4):52.
- [5] 张士齐. 轮胎力学与热学[M]. 北京:化学工业出版社,1988:144.
- [6] 陈勇前,何庆,杨林,等. 甲基乙烯基硅橡胶/溶聚丁苯橡胶并用胶在轮胎胎面胶中的应用研究[J]. 橡胶工业,2019,66(3):199-202.
- [7] 梁守智,徐丽君,陈良恩,等. 橡胶工业手册 第四分册[M]. 北京:化学工业出版社,1989:230-232.
- [8] 杨清芝. 现代橡胶工艺学[M]. 北京:中国石化出版社,2004.
- [9] 贾红兵,金志刚,吉庆敏,等. 锡偶联型溶聚丁苯橡胶/天然橡胶共混物的性能[J]. 合成橡胶工业,2000,23(2):81-84.
- [10] 马秀菊,付友健,徐艺,等. 炭黑补强ESBR1502/SSBR2466并用胶的性能研究[J]. 轮胎工业,2020,40(2):102-105.
- [11] 徐文总,郝文涛,马得柱,等. 丁苯橡胶/天然橡胶复合体系动态力学性能[J]. 应用化学,2001,18(1):44-47.

收稿日期:2021-01-27

Development of Tread Compound Formula of Truck and Bus Radial Tire for Mine

XU Jianxin

[Prinx Chengshan(Shandong) Tire Co., Ltd, Rongcheng 264300, China]

Abstract: The development of the tread compound formula of truck and bus radial tire for mine was carried out. The results showed, the formula of tread compound with better comprehensive performance of puncture resistance, cut resistance and chipping resistance was as follows: natural rubber 80, styrene butadiene rubber 20, carbon black N115 48, silica 7, Rheinland® GE3082 2, sulfur 1.8, accelerator CBS 1.2, others 15.8. In the actual mileage test, the damage rate of the test tire with this tread compound formula was reduced by above 1% compared with ordinary tires, and the comprehensive mileage was extended by about 10%.

Key words: mine tire; truck and bus radial tire; tread compound; puncture resistance; cut resistance; chipping resistance