

抗切割型矿用轮胎胎面胶配方优化

刘勇伟

(风神轮胎股份有限公司,河南 焦作 454003)

摘要:对抗切割型矿用轮胎胎面胶的配方进行优化设计。结果表明:通过调整配方中炭黑的品种和用量以及活化和硫化体系,优化后胶料的硫化速度略快,硫化胶的拉伸强度、耐磨和抗切割性能与原配方胶料相当,压缩生热降低;成品轮胎的耐久性能提高,材料成本降低。

关键词:矿用轮胎;胎面胶;压缩生热;耐磨性能;抗切割性能

中图分类号:U463.341⁺.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-8171(2018)00-0000-03

为寻求更好的经济效益,矿业公司越来越趋向于大规模的采矿作业,迎合需要的新型矿山自卸车不断涌现。新型矿用车辆自身质量更小、装载容量更大、也更节油。工程机械轮胎工作环境恶劣,使用条件苛刻,负荷量大、车辆连续作业^[1],因此要求轮胎具有优良的耐磨、抗切割以及驱动性,同时要满足高速度、高载荷的特点。

我公司自卸车轮胎胎面胶虽然具有良好的耐磨和抗切割性能,但是生热较高。据介绍,胎面胶生热占轮胎生热的60%以上^[2],严重制约轮胎的耐久性能。为了提升矿用轮胎性能,本工作对胎面胶配方进行优化。

1 实验

1.1 主要原材料

丁苯橡胶(SBR),中国石油兰州石化公司产品;炭黑N220和N330,龙星化工股份有限公司产品;氧化锌,潍坊庆联氧化锌有限公司产品。

1.2 配方

试验配方和生产配方如表1所示。

1.3 主要设备和仪器

Φ160 mm×320 mm开炼机,广东湛江机械厂产品;BR1.61 L密炼机,英国法雷尔公司产品;PN370型密炼机,意大利POMINI S. P. A公司产品。

作者简介:刘勇伟(1987—),男,河南安阳人,风神轮胎股份有限公司工程师,学士,主要从事工程机械斜交轮胎配方设计和工艺管理工作。

E-mail:etolyw509@163.com

表1 试验配方和生产配方 份

组 分	试验配方				生产配方
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	
SBR	100	100	100	100	100
炭黑N220	0	30	30	30	60
炭黑N330	60	30	33	33	0
氧化锌和硬脂酸	4.5	4.5	4.5	4.5	6
防老剂RD和防护蜡	5	5	5	5	5
加工助剂和树脂	15	15	16	15	15
硫黄和促进剂	2.9	2.9	2.9	2.7	2.9

品;GK270型密炼机,益阳橡胶塑料机械集团有限公司产品;140 t平板硫化机,上海橡胶机械一厂产品;Tensile TECH型电子拉力机,美国德宝公司产品;MDR2000型硫化仪和MV2000型门尼粘度计,美国阿尔法科技有限公司产品;压缩生热试验仪,德国DOLI公司产品;阿克隆磨耗试验机,上海中艺机器厂产品;抗切割性能试验机,北京万汇一方科技发展有限公司产品。

1.4 试样制备

1.4.1 小配合试验

胶料采用两段混炼工艺,一段混炼在1.61 L密炼机中进行,混炼工艺为:生胶→加压1 min→炭黑→加压1 min→加小料→加压1 min→提压砣/加压(1.5 min)→排胶;二段混炼在开炼机上进行,混炼工艺为:母炼胶→薄通2次→硫黄和促进剂→薄通2次→捣胶2次→下片。

1.4.2 大配合试验

胶料采用三段混炼工艺,一段混炼在PN370型密炼机中进行,混炼工艺为:生胶、炭黑→转速为50 r·min⁻¹,加压1 min→加小料,转速为40

$\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$,反复提压砣,混炼2 min→排胶;二段混炼将一段母胶返炼,转速为 $40 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,反复提压砣,混炼1.5 min→排胶;三段混炼在GK270型密炼机中进行,混炼工艺为:二段母胶、硫黄和促进剂→转速为 $20 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,反复提压砣,混炼1.5 min→螺杆挤出机下片。

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 小配合试验

2.1.1 硫化特性

小配合试验胶料的硫化特性如表2所示。

表2 小配合试验胶料的硫化特性					
项 目	试验配方				生产配方
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	
门尼粘度[ML(1+4) 100 ℃]	54	60	57	61	61
门尼焦烧时间 (130 ℃)/min	24.41	24.21	24.10	25.22	25.04
硫化仪数据(143 ℃)					
$F_L/(\text{dN} \cdot \text{m})$	1.83	2.32	2.15	2.44	2.48
$F_{\text{max}}/(\text{dN} \cdot \text{m})$	14.64	15.94	15.64	15.72	16.36
t_{10}/min	10.34	8.91	8.57	10.54	10.47
t_{50}/min	17.30	15.66	15.45	17.37	18.21
t_{90}/min	35.41	33.21	33.12	35.67	38.55

从表2可以看出:与生产配方胶料相比,除全部换用炭黑N330的试验配方胶料的门尼粘度略有减小外,其他采用炭黑N220和N330并用的试验配方胶料的门尼粘度和焦烧时间基本不变;试验配方胶料的硫化时间略有缩短,硫化曲线平坦性较好。

2.1.2 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:在生胶体系以SBR为主的配方中,炭黑N330的补强性能不及炭黑N220,胶料的拉断伸长率明显减小,但是对耐磨和抗切割性能的影响不大。

对比1[#]配方、2[#]配方和生产配方可以看出:随着炭黑N330/N220并用比的增大,胶料的拉伸强度、耐磨和抗切割性能基本不变,生热降低,压缩变形减小。

综合考虑胶料的拉伸性能和压缩生热以及

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
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	
密度/($\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	1.162	1.164	1.166	1.164	1.163
邵尔A型硬度/度	66	68	68	68	68
300%定伸应力/MPa	9.8	10.2	12.4	11.8	10.1
拉伸强度/MPa	18.9	21.0	21.7	22.0	22.1
拉断伸长率/%	549	576	500	527	559
拉断永久变形/%	20	20	16	19	20
撕裂强度/($\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$)	57	62	54	59	60
回弹值/%	27	24	23	23	20
阿克隆磨耗量/ cm^3	0.08	0.07	0.07	0.07	0.08
切割量 ¹⁾ /g	0.83	0.74	0.81	0.70	0.65
固氏压缩生热试验 ²⁾					
变形/%	4.0	5.3	5.5	5.5	6.1
温升/℃	48.8	54.9	53.6	52.1	57.1
100 ℃×24 h老化后					
邵尔A型硬度/度	66	69	72	72	73
300%定伸应力/MPa	11.6	12.3	14.7	13.5	11.8
拉伸强度/MPa	16.7	16.2	21.2	21.9	22.5
拉断伸长率/%	446	423	436	496	549
撕裂强度/($\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$)	55	56	62	62	63

注:1) 转速 $720 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$, 频率 $120 \text{ 次} \cdot \text{min}^{-1}$, 时间 20 min;2) 冲程 4.45 mm, 负荷 1 MPa, 温度 55 ℃。硫化条件为 $143 \text{ ℃} \times 60 \text{ min}$ 。

老化前后胶料性能的变化,选择4[#]配方进行后续试验。

2.2 大配合试验

2.2.1 硫化特性

大配合试验胶料的硫化特性如表4所示。

表4 大配合试验胶料的硫化特性		
项 目	试验配方	生产配方
门尼粘度[ML(1+4) 100 ℃]	70	69
门尼焦烧时间(130 ℃)/min	34.36	35.56
硫化仪数据(143 ℃)		
$F_L/(\text{dN} \cdot \text{m})$	2.44	2.50
$F_{\text{max}}/(\text{dN} \cdot \text{m})$	16.83	16.46
t_{10}/min	8.24	11.12
t_{90}/min	36.54	40.31

从表4可以看出,与生产配方胶料相比,试验配方胶料的门尼粘度和焦烧时间相当,硫化速度略快,硫化特性与小配合试验结果吻合。

2.2.2 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保持一致,试验配方胶料的定伸应力增大,拉断伸长率略有减小,生热降低,其他物理性能基

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
密度/(Mg·m ⁻³)	1.167	1.168
邵尔A型硬度/度	70	68
300%定伸应力/MPa	10.2	9.5
拉伸强度/MPa	21.3	22.0
拉断伸长率/%	543	593
拉断永久变形/%	23	23
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	57	61
回弹值/%	23	21
阿克隆磨耗量/cm ³	0.09	0.10
切割量 ¹⁾ /g	0.80	0.74
固氏压缩生热试验 ²⁾		
变形/%	4.5	6.1
温升/℃	51.5	56.4
100℃×24h老化后		
邵尔A型硬度/度	73	74
300%定伸应力/MPa	12.3	10.5
拉伸强度/MPa	20.6	21.2
拉断伸长率/%	506	570
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	60	62

注:同表3。

本相当。在成型过程中,缠绕站挤出胶片温度降低,减小了胶料焦烧风险。

2.3 成品性能

采用试验配方试制18.00—25 G-10轮胎,按企业标准进行耐久性试验,试验结果如表6所示。

从表6可以看出,试验轮胎的耐久性能比生产轮胎明显提高。耐久性试验后轮胎鼓包部位断面对比发现,试验轮胎和生产轮胎的基部胶均未损坏,缓冲层帘布端点脱层。

2016年12月试制20条轮胎发往市场,经过半

表6 成品轮胎的耐久性试验结果		
项 目	试验轮胎	生产轮胎
累计行驶时间/h	124.60	109.88
累计行驶里程/km	2 257.0	1 962.2
初始外直径/mm	1 597	1 596
初始断面宽/mm	515	515
第3阶段轮胎外直径/mm	1 622	1 623
第3阶段轮胎断面宽/mm	530	530
外直径变化率/%	1.6	1.7
断面宽变化率/%	2.98	3.06
试验结束时轮胎状况	胎肩鼓包	胎肩鼓包

注:标准气压为575 kPa。

年多的使用,2017年8月调查发现试验轮胎的使用寿命与生产轮胎相当,在使用过程中无鼓包现象发生。

3 结论

在不改变胶料的拉伸强度、耐磨和抗切割性能的前提下,通过调整炭黑的品种和用量,同时调整活化和硫化体系,可以使胶料的生热降低,轮胎的耐久性能提升。试验配方中氧化锌等活性剂用量的减小,可减小胶料密度,降低材料成本,减少锌对环境的污染,对公司降本增效具有重要意义。

参考文献:

[1] 董秀玲,刘亮亮,孙宝兴,等. 低生热型矿用工程机械子午线轮胎胎面胶的配方优化[J]. 轮胎工业,2017,37(4):216-218.

[2] 李可萌,张洪. 改进胎面胶配方解决工程机械轮胎脱层问题[J]. 轮胎工业,2005,25(10):601-603.

收稿日期:2017-10-31

Optimization of Tread Compound for Cut-resistant Mining Tire

LIU Yongwei

(Aeolus Tyre Co., Ltd., Jiaozuo 454003, China)

Abstract: The tread compound for cut-resistant mining tire was optimized. The results showed that, by adjusting the type and addition level of carbon black as well as the activation and curing systems in the formula, the curing speed of the compound was slightly faster, the tensile strength, wear resistance and cut resistance of the vulcanizate changed little, and compression heat build-up decreased. The endurance performance of the finished tire improved, and the material cost was reduced.

Key words: mining tire; tread compound; compression heat build-up; wear resistance; cut resistance