

矿用载重子午线轮胎胎面胶的配方优化

康坤红

(贵州轮胎股份有限公司, 贵州 贵阳 550008)

摘要:对矿用载重子午线轮胎胎面胶配方进行优化。结果表明:通过调整胎面胶配方体系中炭黑的种类和用量以及硫化体系和活化体系,胶料的加工安全性大幅提高,拉伸强度、拉伸伸长率、撕裂强度、抗切割性能和耐磨性能明显提高,压缩疲劳温升降低;采用优化试验配方制备的成品轮胎耐久性能大幅提高,与生产轮胎相比较使用寿命延长,经过6个月的实际道路测试,试验轮胎胎面光滑平整,割口明显减少。

关键词:矿用载重子午线轮胎;胎面胶;配方优化;压缩疲劳温升;抗切割性能

中图分类号:TQ336.1

文章编号:2095-5448(2022)07-0336-04

文献标志码:A

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2022.07.0336



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

矿用载重轮胎的作业环境主要是矿山、采石场等,行驶路面多为混合路面,且行驶速度较快,从而导致轮胎生热高,易出现冠空、肩空等病象^[1-2]。此外,矿用载重轮胎工作环境十分恶劣,使用条件苛刻,在工作时胎面容易被尖利的矿石割伤、刺伤,使轮胎出现崩花掉块的现象,从而缩短使用寿命,因此矿用载重轮胎要求具有优异的抗切割性能^[3-5]和低生热性能^[6]。

本工作在现有配方的基础上,对矿用载重轮胎胎面胶进行优化设计,以期降低轮胎生热,提高胎面胶的抗切割性能。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),STR20,泰国普吉宏曼丽(橡胶)有限公司产品;丁苯橡胶(SBR),牌号1500E,中国石油兰州石化公司产品;炭黑N134和N234,江西黑猫炭黑股份有限公司产品。

作者简介:康坤红(1993—),男,贵州金沙人,贵州轮胎股份有限公司助理工程师,硕士,主要从事全钢子午线轮胎的配方设计工作。

E-mail:kangkunhong@gtc.com.cn

1.2 试验配方

试验配方如表1所示。

表1 试验配方

组 分	配方编号			
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]
NR	90	90	80	80
SBR	10	10	20	20
炭黑N134	0	0	0	47
炭黑N234	43	43	45	0
白炭黑	15	15	15	15
偶联剂Si69	3	3	3	3
氧化锌和硬脂酸	6	5.5	5.5	5.5
微晶蜡	1	1	1	0.8
防老剂TMQ	1.5	1.5	1.5	2
防老剂6PPD	1.4	2	1.5	1.2
其他	2.75	2.75	3.05	2.85

注:1[#]配方为生产配方。

1.3 主要设备和仪器

C型3 L密炼机、F270型密炼机和F370型密炼机,美国法雷尔公司产品;LJ-150型开炼机,青岛巨融机械技术有限公司产品;LP6000型平板硫化机,德国Mon Teck公司产品;MV2000型门尼粘度仪和MDR2000型无转子硫化仪,美国阿尔法科技有限公司产品;XHS型邵尔橡塑硬度计,营口市材料试验机有限公司产品;T2000E型电子拉力机

和Y3000E型压缩生热试验机,北京友深电子仪器有限公司产品;EPH-50型橡胶回弹仪,英国Satra Hampden公司产品;GT-7012-D型DIN磨耗试验机,中国台湾高铁检测仪器有限公司产品。

1.4 试样制备

小配合试验胶料分两段进行混炼。一段混炼在3 L密炼机中进行,转子转速为 $80 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,混炼工艺为:生胶和除硫黄、促进剂和防焦剂外的小料→压压砣 $\xrightarrow{30 \text{ s}}$ 提压砣→炭黑→压压砣→提压砣(温度 $115 \text{ }^\circ\text{C}$)→压压砣→排胶(温度 $145 \text{ }^\circ\text{C}$);二段混炼在LJ-150型开炼机上进行,混炼工艺为:一段混炼胶→硫黄、促进剂和防焦剂→薄通6次→打1个卷→下片。

大配合试验胶料分3段进行混炼,每段混炼之间胶料停放时间为 $8 \sim 12 \text{ h}$ 。一段和二段混炼均在F370型密炼机中进行,一段混炼转子转速为 $40 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,混炼工艺为:生胶→氧化锌、硬脂酸等小料→炭黑→排胶(温度 $135 \text{ }^\circ\text{C}$);二段混炼转子转速为 $40 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,混炼工艺为:加入一段混炼胶→排胶(温度 $165 \text{ }^\circ\text{C}$);三段混炼在F270型密炼机中进行,转子转速为 $25 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,混炼工艺为:二段混炼胶→硫黄、促进剂和防焦剂→排胶(温度 $100 \text{ }^\circ\text{C}$)。

胶料在LP6000型平板硫化机上硫化,硫化条件为 $151 \text{ }^\circ\text{C} \times 60 \text{ min}$ 。硫化胶在室温下停放 $16 \sim 24 \text{ h}$ 后进行性能测试。

1.5 性能测试

各项性能均按照相应的国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 小配合试验

2.1.1 硫化特性

小配合试验胶料硫化特性如表2所示。

从表2可以看出:与其余3个配方胶料相比,3[#]配方胶料的 t_5 和 Δt_{30} 最长,同时其 t_{10} 、 t_{50} 和 t_{90} 最长,说明其加工安全性能较好。

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:3[#]配方胶料的回弹值最大、压缩疲劳温升最低,说明该配方可以有效地降低轮胎在行驶过程中产生的热量。1[#]—4[#]配方胶料的

表2 小配合试验胶料的硫化特性

项 目	配方编号			
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]
门尼粘度[ML(1+4)100 °C]	66	57	59	71
门尼应力松弛率	0.34	0.36	0.38	0.37
127 °C门尼焦烧时间/min				
t_5	15.77	18.5	42.66	33.46
Δt_{30}	6.12	13.85	15.45	4.57
硫化仪数据(151 °C)				
F_L /(dN·m)	2.50	2.62	2.59	3.45
F_{max} /(dN·m)	19.04	17.63	17.45	18.33
t_{10} /min	4.98	6.10	8.76	7.28
t_{50} /min	8.68	14.10	15.50	10.14
t_{90} /min	22.30	28.44	29.88	19.12

表3 小配合试验胶料的物理性能

项 目	配方编号			
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]
密度/($\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	1.150 5	1.156 0	1.143 7	1.132 6
邵尔A型硬度/度	65	64	66	63
100%定伸应力/MPa	3.0	2.5	2.9	2.8
拉伸强度/MPa	23.6	21.4	25.7	26.0
拉伸伸长率/%	482	535	565	562
撕裂强度/($\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$)	49	45	117	100
回弹值/%	44.9	40.2	47.2	43.8
阿克隆磨耗量/ cm^3	0.173 5	0.188 2	0.174 3	0.175 8
切削减量/g	0.013 0	0.026 8	0.013 7	0.020 1
切割深度/mm	17.64	15.60	14.70	15.28
压缩疲劳温升/ $^\circ\text{C}$	43	46	40	44

邵尔A型硬度和100%定伸应力均差别不大,3[#]和4[#]配方胶料的拉伸强度和拉伸伸长率差别不大,但3[#]配方胶料的撕裂强度最大、切割深度最小,磨耗量较小,说明该配方胶料的韧性好,抗切割性能和耐磨性能较好。

2.2 大配合试验

大配合试验胶料性能如表4所示。

从表4可以看出,1[#]—4[#]配方大配合试验胶料的硫化特性和物理性能的变化趋势与相应小配合试验胶料基本一致。

2.3 成品性能

2.3.1 耐久性能

以试验配方试制12.00R20规格轮胎,按企业标准进行耐久性试验,试验条件如表5所示,结果如表6所示。

从表6可以看出,采用3[#]配方胎面胶生产的轮胎耐久性能最好。

表4 大配合试验胶料性能

项 目	配方编号			
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	65	59	60	70
门尼应力松弛率	0.36	0.40	0.40	0.39
127℃门尼焦烧时间/min				
t_5	15.85	18.68	43.15	32.68
Δt_{30}	6.23	14.55	15.03	4.36
硫化仪数据(151℃)				
F_L /(dN·m)	2.72	2.66	2.61	3.41
F_{max} /(dN·m)	19.01	17.66	17.43	18.35
t_{10} /min	4.98	6.10	8.76	7.28
t_{50} /min	8.71	14.06	15.45	10.11
t_{90} /min	22.23	28.38	29.85	19.16
密度/(Mg·m ⁻³)	1.150 8	1.155 8	1.143 4	1.132 6
邵尔A型硬度/度	65	63	64	64
100%定伸应力/MPa	3.0	2.3	2.8	2.7
拉伸强度/MPa	23.2	21.7	26.3	26.0
拉伸伸长率/%	477	553	567	556
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	42	40	115	99
回弹值/%	44.6	39.1	45.6	42.5
阿克隆磨耗量/cm ³	0.174 1	0.187 7	0.162 6	0.166 9
切削减量/g	0.016 0	0.024 8	0.015 8	0.019 4
切削深度/mm	17.12	16.32	16.00	16.10
压缩疲劳温升/℃	43	44	41	42

表5 成品轮胎的耐久性试验条件

试验阶段	负荷率/%	速度/(km·h ⁻¹)	时间/h
1	70	50	7
2	85	60	15
3	100	80	跑坏为止

表6 成品轮胎的耐久性能

项 目	配方编号			
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]
累计行驶时间/h	120.5	124.6	133.5	130.2
试验结束时轮胎状况	胎肩鼓包	胎肩裂口	胎肩鼓包	胎肩鼓包

2.3.2 实际道路测试

分别采用试验配方胶料和生产配方胶料生产12.00R20规格轮胎进行实际道路测试,使用6个月后,胎面情况如图1所示。

从图1可以看出:使用6个月后,采用1[#]、2[#]和4[#]配方胶料生产的轮胎的胎面和肩部均有不同程度的割伤和啃伤,割口较多,剩余花纹深度平均为13.4 mm;采用3[#]配方胶料生产的轮胎胎面平整光滑,割口明显减少,剩余花纹深度为15.2 mm,轮胎使用寿命明显延长。



图1 轮胎实际道路测试情况

3 结论

通过对矿用载重轮胎胎面胶配方体系中炭黑的种类和用量以及硫化体系和活化体系进行优化设计,优化后胶料的加工安全性能好,抗切割性能和耐磨性能明显提高,同时有效地降低了胶料的生热,成品轮胎的耐久性能提高,延长了使用寿命。

参考文献:

[1] 丁震,王铁军,孟峰,等.巨型矿用轮胎全寿命管理研究[J].中国煤

炭,2014(z1):125-129.

[2] 吴晓辉,李佰发,王益庆,等.粘土/天然橡胶纳米复合材料在矿用轮胎胎面胶中的应用[J].橡胶工业,2017,64(4):223-227.

[3] 刘勇伟.抗切割型矿用轮胎胎面胶配方优化[J].轮胎工业,2018,38(7):423-425.

[4] 吕强,邓旺,王丽娥,等.抗切割轮胎胎面胶的配方优化[J].橡胶科技,2016,14(12):24-27.

[5] 李可萌,张洪.改进胎面胶配方提高工程机械轮胎抗切割性能[J].轮胎工业,2007,27(9):552-554.

[6] 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.

收稿日期:2022-01-07

Formulation Optimization of Tread Compound of Truck Radial Tire for Mining

KANG Kunhong

(Guizhou Tire Co., Ltd., Guiyang 550008, China)

Abstract: The tread compound formula of truck radial tire for mining applications was optimized. The results showed that, by adjusting the type and amount of carbon black in the formula system, as well as the vulcanization system and activation system, the processing safety of the obtained compound was greatly improved, the tensile strength, elongation at break, tear strength, cutting resistance and wear resistance were also significantly improved, and the compression fatigue temperature rise was reduced. The durability of the finished tire prepared with the optimized test formula was greatly improved, and the service life was increased compared with the production tires. After 6 months of actual road test, the tread of the test tire was smooth and flat with significantly fewer cuts.

Key words: truck radial tire for mining; tread compound; formulation optimization; compression fatigue temperature rise; cutting resistance

圣奥化学打造可持续发展的供应链服务

2022年4月27日,圣奥化学科技有限公司(简称圣奥化学)正式加入全球性倡议组织“携手可持续发展”(Together for Sustainability,简称TfS),成为继万华化学之后,第2家加入TfS的中国本土企业,将进一步打造可持续发展的供应链服务。

TfS倡议是一项聚焦化工供应链采购的全球性倡议,至今已汇聚36家全球领先化工企业。它制定并实施“全球供应商”计划,以评估、审计和改进化工行业供应链各环节的可持续性,规范化工行业可持续供应链标准,致力于提升化工企业和供应商的可持续发展水平。

当前,越来越多的大型公司将可持续性导入供应链管理,通过和上下游企业沟通与合作等方式,使供应链上的企业从战略高度系统性地协调经济效益、环境保护和社会责任,以降低企业之间的合作风险,保护公司的品牌和声誉,并为企业和社会创造更多的价值。

圣奥化学是全球领先的聚合物添加剂服务商,加入TfS,企业能够更好地履行社会责任,积极推动并改善化工行业供应链可持续发展;建立更多发展链接,形成更多合作关系;夯实可持续发展内部基础,提高运营收益,稳健发展;与全球顶级企业形成共同语言,齐心协力实现行业愿景;

提高上下游产业链整体可持续发展水平,提升自身产业链领导力;展示企业发展成果,提高行业影响力。

圣奥化学把可持续发展理念有效融入到采购活动和供应链中,2018年制定了“集约管控、智能管理、将采购管理重心从事务性处理向战略性管理推进,全面提升可持续采购管理竞争力”的采购战略,积极推进采购管理战略转型。在此基础上还制定了可持续采购管理中长期目标——到2025年实现原料供应商风险评估率达到100%,实现100%的供应商签署《供应商行为准则》,到2030年原料供应商TfS评估覆盖率超过30%,实现超过50%的供应商完成可持续供应链培训。为此,圣奥化学建立可持续采购管理团队,以“全生命周期”管理理念为指引,从供应商准入、评估、培训及交流、可持续采购实践及后评价等多个方面着手,全面推进可持续采购管理体系建设。

圣奥化学表示,要实现产品的全生命周期总成本达到最优,需要企业和上下游合作伙伴密切配合,共同努力,实现全产业链共赢。加入TfS是圣奥化学履行社会责任,积极推动并提升化学工业供应链可持续发展的需要。公司将借助TfS平台,改进可持续发展实践,实现行业良好互动。

(圣奥化学科技有限公司)