

白炭黑在阻燃轮胎胎面胶中的应用

余腾龙

(贵州轮胎股份有限公司, 贵州 贵阳 550008)

摘要:将白炭黑作为添加型无机阻燃剂应用于阻燃轮胎胎面胶中,研究其对胎面胶阻燃性能的提高效果。结果表明:白炭黑作为传统的橡胶填充剂,能够明显提高胎面胶的阻燃性能,胎面胶的其余性能未有明显下降;成品轮胎道路试验阻燃性能优异,车辆安全性提高。

关键词:白炭黑;添加型无机阻燃剂;填充剂;阻燃轮胎;胎面胶

中图分类号:TQ330.38⁺2/⁺3;TQ336.1

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2021)04-0233-03

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2021.04.0233



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

在焦炭厂、金属冶炼厂等高温作业场地,工程机械车辆需要装配耐高温性能和阻燃性能优异的轮胎。

目前市场上的橡胶阻燃剂众多,按使用方法分为添加型阻燃剂和反应型阻燃剂。添加型阻燃剂通过机械混合方法加入到聚合物中,使聚合物具有阻燃性能,主要按照有机阻燃剂和无机阻燃剂,或者卤系阻燃剂(有机氯化物和有机溴化物)和非卤阻燃剂分类^[1-3]。有机阻燃剂是以溴系、磷氮系、氮系和红磷及其化合物为代表的阻燃剂,无机阻燃剂主要包括三氧化二锑、氢氧化镁^[4-5]、氢氧化铝、硅系等阻燃体系。反应型阻燃剂则作为一种单体参与聚合反应,从而使聚合物本身含有阻燃成分,其优点是对聚合物材料使用性能影响较小,阻燃性能持久。

在众多阻燃剂中,唯有白炭黑是橡胶传统的填充剂,不会对橡胶性能带来负面影响^[6-7],因此,本研究将白炭黑应用到阻燃轮胎胎面胶中,以期得到阻燃性能优异的轮胎。

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;高分散性白炭黑,牌号VN3,德国赢创德固赛公司产品;炭黑N234,江西黑猫炭黑股份有限公司产品。

1.2 配方

白炭黑阻燃轮胎胎面胶配方如表1所示。

表1 白炭黑阻燃轮胎胎面胶配方

组 分	配方编号		
	1 [#] (原始配方)	2 [#]	3 [#]
炭黑N234	60	30	10
白炭黑	0	40	70

注:配方其余组分及用量为NR 100,氧化锌 5,硫黄和促进剂 3.5,其他 15。

1.3 主要设备和仪器

3 L密炼机和F270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;PX-420型密炼机,意大利Pomini公司产品;LP3000型平板硫化机,德国MonTech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;T2000E型电子拉力机,北京友深电子仪器有限公司产品;JF-3型氧指数检测仪,北京中航鼎力仪器设备有限公司产品。

1.4 混炼工艺

1.4.1 小配合试验

小配合试验胶料在3 L密炼机上采用一段法进行混炼,转子转速为80 r·min⁻¹,混炼工艺为加入橡胶及除硫黄、促进剂和防焦剂外所有小料→压

作者简介:余腾龙(1987—),男,湖南双峰人,贵州轮胎股份有限公司工程师,学士,主要从事工程机械轮胎的配方研发及生产工艺管理工作。

E-mail:shetenglong@gtc.com.cn

压砷30 s→加入全部炭黑和白炭黑→压压砷→110℃提压砷→155℃排胶;在开炼机上加硫黄和促进剂,薄通6次,打1个卷后下片。

1.4.2 大配合试验

大配合试验胶料采用四段混炼工艺混炼,一至三段混炼在PX-420型密炼机中进行,每段混炼之间胶料停放8~12 h。一段混炼转子转速为40 r·min⁻¹,混炼工艺为加入生胶→全部炭黑和白炭黑→氧化锌等小料→110℃提压砷→155℃排胶;二段混炼转子转速为40 r·min⁻¹,混炼工艺为加入一段混炼胶→剩余小料→150℃排胶;三段混炼转子转速为25 r·min⁻¹,混炼工艺为加入二段混炼胶→145℃排胶。四段混炼在F270型密炼机中进行,转子转速为20 r·min⁻¹,混炼工艺为加入三段混炼胶、硫黄、促进剂等→105℃排胶。

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 结果与分析

2.1 小配合试验

小配合试验胶料的各项性能如表2所示。

表2 小配合试验胶料的各项性能

项 目	配方编号		
	1 [#]	2 [#]	3 [#]
门尼粘度[ML(1+4) 100℃]	77	83	90
应力松弛斜率[(1+4) 100℃]	-0.345	-0.320	-0.325
门尼焦烧时间(127℃)/min			
t_5	13.40	14.03	14.30
Δt_{30}	5.38	6.49	7.21
硫化仪数据(151℃)			
$F_L/(dN \cdot m)$	2.48	2.75	3.06
$F_{max}/(dN \cdot m)$	13.32	15.90	16.32
t_{10}/min	2.98	3.15	3.24
t_{50}/min	7.35	8.95	9.15
t_{90}/min	15.25	16.25	17.23
100%定伸应力/MPa	4.72	4.86	5.12
300%定伸应力/MPa	16.13	16.33	16.15
拉伸强度/MPa	23.13	23.72	22.79
拉伸伸长率/%	442	460	443
氧指数/%	18.1	23.3	28.5

从表2可以看出:2[#]和3[#]配方胶料的门尼粘度比1[#]配方胶料增大,2[#]配方胶料增大较小,3个配方胶料的应力松弛斜率的绝对值相近;3个配方胶料的 t_5 相当,说明3个配方胶料的加工性能和焦烧安

全性变化不大。3[#]配方胶料的 Δt_{30} 和 t_{10} , t_{50} , t_{90} 均最长,表明其操作安全性最好。

从表2还可以看出:3个配方胶料的定伸应力和拉伸强度均比较接近;3[#]配方胶料的氧指数最大,阻燃性能最好。

2.2 大配合试验

大配合试验胶料的各项性能如表3所示。

表3 大配合试验胶料的各项性能

项 目	配方编号		
	1 [#]	2 [#]	3 [#]
门尼粘度[ML(1+4) 100℃]	74	80	87
应力松弛斜率[(1+4) 100℃]	-0.354	-0.358	-0.347
门尼焦烧时间(127℃)/min			
t_5	12.21	14.33	15.12
Δt_{30}	5.58	6.09	7.32
硫化仪数据(151℃)			
$F_L/(dN \cdot m)$	2.50	2.62	2.98
$F_{max}/(dN \cdot m)$	13.22	15.29	16.23
t_{10}/min	3.15	3.22	3.23
t_{50}/min	7.29	8.81	9.22
t_{90}/min	15.31	16.33	17.24
100%定伸应力/MPa	4.24	4.67	4.34
300%定伸应力/MPa	16.78	16.82	16.96
拉伸强度/MPa	23.78	23.32	23.51
拉伸伸长率/%	452	475	485
氧指数/%	18.2	23.1	28.4

从表3可以看出:3个配方胶料大配合试验结果与小配合试验结果一致性很好;3[#]配方胶料的阻燃性能最好。

2.3 成品轮胎道路试验

采用阻燃性能最好的3[#]配方制备成品轮胎进行道路试验,路试地点为某钢铁冶炼厂,轮胎规格为23.5R25装载机轮胎,作业环境如图1所示。经过2个月对比试验,结果如图2所示。

从图2可以看出,道路试验结束后,1[#]配方



图1 试验轮胎路试作业环境



(a) 1#配方



(b) 3#配方

图2 成品轮胎阻燃效果

(原始配方)成品轮胎胎面已经燃烧得可见带束层钢丝;3#配方成品轮胎胎面胶完好,阻燃效果非常明显。

3 结论

将白炭黑作为添加型无机阻燃剂应用于阻燃轮胎胎面胶中,胎面胶的阻燃性能明显提高,其余性能无明显下降。将该胎面胶配方轮胎用于焦炭厂、金属冶炼厂等工况环境可以有效阻止轮胎燃烧,在延长轮胎使用寿命的同时,还能避免车辆火灾的发生。

参考文献:

- [1] 何程,杨俊坤,许培俊,等. 微胶囊红磷对电气用硅橡胶的阻燃改性研究[J]. 橡胶工业,2018,65(7):761-764.
- [2] 赵卓,郭德明,付腾,等. 水性聚氨酯的高效阻燃研究[J]. 化学研究与应用,2020,32(9):1672-1676.
- [3] 袁文杰,赵海波. 含溴大分子阻燃剂的设计制备及其阻燃聚苯乙烯研究[J]. 化学研究与应用,2020,32(9):1552-1556.
- [4] 闫闯,程庆魁,白鹏翔,等. 无卤复配阻燃剂在天然橡胶胶料中的应用[J]. 橡胶工业,2020,67(3):200-204.
- [5] 张鑫雨. 卡拉胶/金属化合物对天然橡胶阻燃及力学性能影响的研究[D]. 沈阳:沈阳化工大学,2020.
- [6] 王丹灵,宋义虎,冯杰,等. 白炭黑的特性及其硅烷化反应机理和混炼工艺[J]. 轮胎工业,2020,40(9):515-525.
- [7] 邱明华,李强,念保义,等. 白炭黑表面改性研究现状及进展[J]. 矿产综合利用,2020(3):40-47.

收稿日期:2020-12-17

Application of Silica in Tread Compound of Flame Retardant Tire

SHE Tenglong

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

Abstract: Silica was used as an inorganic flame retardant additive in the tread compound of flame retardant tire, and its effect on the flame retardancy of the tread compound was studied. The results showed that, as a traditional rubber filler, silica could significantly improve the flame retardancy of the tread compound, and the other properties of the tread compound did not decrease obviously. The finished tire had excellent flame retardant performance in the road test, which improved the safety of the vehicle.

Key words: silica; inorganic flame retardant additive; filler; flame retardant tire; tread compound

启事 《轮胎工业》《橡胶工业》《橡胶科技》不向作者收取审稿费。任何机构、个人以任何名义向作者收取审稿费均为诈骗行为。请广大作者互相转告,勿信诈骗信息。有任何疑问请及时与编辑部联系。《轮胎工业》《橡胶工业》《橡胶科技》投稿渠道为官方网站<http://www.rubbertire.com.cn>与<http://www.rubbertire.cn>,任何其他网上投稿渠道均为假冒。