

LSR-395树脂在全钢载重子午线轮胎带束层胶和胎体帘布胶中的应用

江伟,金振涣,徐伟,陈家辉

(中策橡胶集团股份有限公司,浙江 杭州 310018)

摘要:研究LSR-395树脂在全钢载重子午线轮胎带束层胶和胎体帘布胶中的应用。结果表明:在带束层胶和胎体帘布胶中以LSR-395树脂等量部分替代间苯二酚-80,间苯二酚-80在胶料中的分散性和使用效率提高;胶料的各项物理性能相当;湿热老化条件下胶料对钢丝帘线的粘合力 and 覆胶率稍低,其他测试条件下胶料对钢丝帘线的粘合力 and 覆胶率相近或有提高;成品轮胎的室内耐久性能相当。

关键词:全钢载重子午线轮胎;带束层胶;胎体帘布胶;LSR-395树脂;间苯二酚-80;粘合性能

中图分类号:TQ330.38⁺7;U463.341⁺.3/.6

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2023)03-0164-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2023.03.0164



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

目前全钢载重子午线轮胎的胶料粘合配方大部分采用间苯二酚-甲醛粘合体系,间苯二酚-80是主要粘合剂^[1-3]。间苯二酚是苯间位两个氢被羟基取代后形成的化合物,具有较强的毒性,且价格昂贵^[4-7],因此如何合理有效地使用间苯二酚-80成为轮胎行业一个重要课题。

LSR-395树脂是一种类液体橡胶树脂,是具有多官能团的大分子极化树脂、具有高反应活性的交联剂^[8-10]。LSR-395树脂所特有的极性羧基和酯基官能团与间苯二酚具有很好的相容性,在钢丝帘线压延和硫化过程中可以促进间苯二酚向钢丝帘线表面迁移,从而提高胶料的交联密度和粘合强度。

本工作研究LSR-395树脂在全钢载重子午线轮胎带束层胶和胎体帘布胶中的应用。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),STR20,泰国产品;LSR-395树脂,宝蓝科技有限公司产品;间苯二酚-80,华奇化工有限公司产品;炭黑326,宝化炭黑有限公司

产品;炭黑375,龙星化工股份有限公司产品。

1.2 试验配方

带束层胶配方1(用量/份):NR 100,炭黑N375 44,间苯二酚-80 1.5,其他 34。配方2以1份LSR-395树脂等量替代间苯二酚-80,其余组分及用量同配方1。

胎体帘布胶配方3(用量/份):NR 100,炭黑N326 58,间苯二酚-80 1.5,其他 22.5。配方4以1份LSR-395树脂等量替代间苯二酚-80,其余组分及用量同配方3。

1.3 主要设备和仪器

XLB-400×400型平板硫化机,湖州宏侨橡塑机械有限公司产品;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;XY-1型橡胶硬度计,北京化工机修厂产品;GT-TCS-2000型拉力试验机,中国台湾高铁检测仪器有限公司产品;老化试验箱,东莞市松恕检测仪器有限公司产品;动态热机械分析(DMA)仪,德国GABO公司产品。

1.4 试样制备

大配合胶料混炼采用两段混炼工艺,一段混炼在550 L双转子密炼机中进行,二段混炼在370 L双转子密炼机中进行。

一段混炼转子转速为50 r·min⁻¹,混炼工艺如

作者简介:江伟(1987—),男,浙江杭州人,中策橡胶集团股份有限公司工程师,学士,从事全钢子午线轮胎配方设计和工艺管理工作。

E-mail:sweetk77@126.com

下:生胶及炭黑等粉料(35 s)→操作油→升降压砣2次→130 ℃排胶,经双辊开炼机返炼后出片。

二段混炼转子转速为35 r·min⁻¹,混炼工艺如下:一段混炼胶及硫黄和促进剂→升降压砣2次→100 ℃排胶,经双辊开炼机返炼后出片。

胶料在实验室平板硫化机上硫化,硫化条件为151 ℃×(t₉₀+2 min)。

1.5 性能测试

(1) 物理性能。胶料的硬度按照GB/T 23651—2009《硫化橡胶或热塑性橡胶 硬度测试 介绍与指南》进行测试,拉伸性能按照GB/T 528—2009《硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测定》进行测试。

(2) 粘合性能。胶料的粘合性能依据GB/T 3513—2001《硫化橡胶与单根钢丝粘合力的测定 抽出法》进行测试。

2 结果与讨论

2.1 带束层胶

2.1.1 门尼粘度和硫化特性

带束层胶的门尼粘度和硫化特性测试结果见表1。

表1 带束层胶的门尼粘度和硫化特性			
项 目		配方1	配方2
门尼粘度[ML(1+4) 100 ℃]		85	83
门尼焦烧时间 t_5 (127 ℃)/min		12.33	12.78
硫化仪数据(151 ℃)			
$F_L/(\text{dN} \cdot \text{m})$		3.09	3.25
$F_{\max}/(\text{dN} \cdot \text{m})$		30.09	28.17
$F_{\max}-F_L/(\text{dN} \cdot \text{m})$		27.00	24.92
t_{10}/min		3.97	4.07
t_{90}/min		13.76	14.00

由表1可以看出,与配方1胶料相比,配方2胶料的门尼粘度略有下降,门尼焦烧时间、t₁₀和t₉₀略有延长。这说明以LSR-395树脂替代间苯二酚-80后胶料的加工安全性略有提升。

2.1.2 物理性能

带束层胶的物理性能测试结果如表2所示。

由表2可以看出,与配方1胶料相比,配方2胶料老化前后的定伸应力下降,拉伸强度和拉断伸长率提高。这说明LSR-395树脂的加入提高了间苯二酚的使用效率,胶料的物理性能相当。

表2 带束层胶的物理性能		
项 目	配方1	配方2
邵尔A型硬度/度	75	74
100%定伸应力/MPa	2.3	2.0
300%定伸应力/MPa	17.9	14.3
拉伸强度/MPa	20.1	21.9
拉断伸长率/%	336	437
100 ℃×48 h老化后		
邵尔A型硬度/度	86	85
100%定伸应力/MPa	8.2	7.8
拉伸强度/MPa	10.9	13.7
拉断伸长率/%	132	170

2.1.3 动态力学性能

带束层胶配方1和2胶料在60 ℃时的损耗因子(tanδ)测试(拉伸模式,频率为10 Hz,应变为10%±2%)结果分别为0.124 4和0.119 5。可见使用LSR-395树脂的胶料tanδ减小,说明LSR-395树脂的活化性能能够提高胶料中间苯二酚的分散性。

2.1.4 粘合性能

带束层胶的粘合性能测试结果见表3。

表3 带束层胶的粘合性能				
项 目	配方1		配方2	
	粘合力/N	覆胶率/%	粘合力/N	覆胶率/%
未老化	923	90	900	90
热老化 ¹⁾ 后				
3 d	757	90	687	90
7 d	359	90	595	90
12 d	295	90	293	90
湿热老化 ²⁾ 后				
7 d	480	55	307	33
14 d	320	53	236	22
21 d	308	27	303	22
盐水老化 ³⁾ 后				
7 d	520	72	533	78
14 d	540	65	499	63
21 d	468	60	449	52

注:硫化条件为151 ℃×20 min;1)温度为100 ℃;2)温度为80 ℃,相对湿度为95%;3)氯化钠溶液质量分数为10%。

由表3可以看出,与配方1胶料相比,配方2胶料热老化7 d后的粘合力明显提高,湿热老化条件下7和14 d后的粘合力及覆胶率减小,其他测试条件下的粘合力及覆胶率相差不大。

2.2 胎体帘布胶

2.2.1 门尼粘度和硫化特性

胎体帘布胶的门尼粘度和硫化特性测试结果见表4。

由表4可以看出,与配方3胶料相比,配方4胶

表4 胎体帘布胶的门尼粘度和硫化特性

项 目	配方3	配方4
门尼粘度[ML (1+4) 100 ℃]	88	90
门尼焦烧时间 t_5 (127 ℃)/min	13.49	15.03
硫化仪数据 (151 ℃)		
F_L /(dN·m)	3.01	3.20
F_{max} /(dN·m)	31.06	23.80
$F_{max}-F_L$ /(dN·m)	28.05	20.60
t_{10} /min	3.41	4.03
t_{90} /min	14.14	17.17

料门尼焦烧时间、 t_{10} 和 t_{90} 延长,说明使用LSR-395树脂后胶料的加工安全性提升。

2.2.2 物理性能

胎体帘布胶的物理性能测试结果见表5。

表5 胎体帘布胶的物理性能

项 目	配方3	配方4
邵尔A型硬度/度	78	75
100%定伸应力/MPa	4.9	4.5
300%定伸应力/MPa	18.1	16.8
拉伸强度/MPa	22.1	23.9
拉断伸长率/%	395	419
100 ℃×48 h老化后		
邵尔A型硬度/度	87	86
100%定伸应力/MPa	9.5	9.7
拉伸强度/MPa	13.8	13.7
拉断伸长率/%	143	143

由表5可以看出,与配方3胶料相比,配方4胶料老化前的定伸应力下降,拉伸强度和拉断伸长率提升,老化后各项性能基本一致。这说明LSR-395树脂的加入,提高了间苯二酚的使用效率,能保持胎体帘布胶的相应性能。

2.2.3 动态力学性能

胎体帘布胶配方3和4胶料在60 ℃时的 $\tan\delta$ 测试(拉伸模式,频率为10 Hz,应变为10%±2%)结果分别为0.121 43和0.116 37。由此可见使用LSR-395树脂后胶料的 $\tan\delta$ 减小,说明LSR-395树脂的活化性能能够提高胶料中间苯二酚的分散性。

2.2.4 粘合性能

胎体帘布胶的粘合性能测试结果见表6。

由表6可以看出,与配方3胶料相比,配方4胶料湿热老化条件下的粘合力及覆胶率较小,盐水老化7和14 d后的粘合力及覆胶率较高,其他测试条件下的粘合力及覆胶率相当。

表6 胎体帘布胶的粘合性能

项 目	配方3		配方4	
	粘合力/N	覆胶率/%	粘合力/N	覆胶率/%
未老化	837	90	786	90
热老化 ¹⁾ 后				
3 d	677	90	665	90
7 d	593	90	542	90
12 d	277	90	285	90
湿热老化 ²⁾ 后				
7 d	578	65	522	52
14 d	471	48	410	25
21 d	444	37	307	25
盐水老化 ³⁾ 后				
7 d	342	50	372	60
14 d	382	47	463	63
21 d	374	48	360	48

注:同表3。

2.3 成品轮胎的室内耐久性能

采用不同配方胶料试制12.00R20 18PR成品轮胎,每个轮胎测试2次,轮胎的室内耐久性能测试结果见表7。

表7 成品轮胎的累计耐久性测试时间 h

试验轮胎编号	配方1/3	配方2/4
1	100	109
2	99	96

由表7可见,使用配方2和4的试验轮胎的室内耐久性能与使用配方1和3的正常轮胎基本一致。

3 结语

LSR-395树脂在全钢载重子午线轮胎带束层胶和胎体帘布胶中的应用研究表明:LSR-395树脂能够有效提升间苯二酚-80在胶料中的分散性和使用效率;以LSR-395树脂等量部分替代间苯二酚-80,胶料的各项物理性能相当;湿热老化条件下的胶料对钢丝帘线的粘合力及覆胶率稍低,其他测试条件下胶料对钢丝帘线的粘合力及覆胶率相近或有提高;成品轮胎的室内耐久性能相当。

参考文献:

[1] 吴洪全,黄义钢,王洋,等. 间苯二酚-甲醛树脂在全钢载重子午线轮胎带束层胶中的应用[J]. 轮胎工业,2018,38(2):98-101.
[2] 梁守智,钟延堃,张丹秋. 橡胶工业手册(修订版) 第四分册 轮胎[M]. 北京:化学工业出版社,1989.
[3] 刘豫皖,杨艳平,刘磊,等. 粘合体系对全钢载重子午线轮胎胎体钢丝粘合胶性能的影响[J]. 轮胎工业,2010,30(5):283-286.

- [4] 王梦蛟, 龚怀耀, 薛广智. 橡胶工业手册(修订版) 第二分册 配合剂[M]. 北京: 化学工业出版社, 1989.
- [5] 刘晓庆, 赵贵哲, 刘亚青, 等. 酚醛树脂/氯丁橡胶胶粘剂的制备及其对45°钢与天然橡胶粘接性能的影响[J]. 橡胶工业, 2021, 68(4): 269-275.
- [6] 王彬, 田可旺, 刘婷, 等. 无机粒子改性碳/酚醛树脂基复合材料抗烧蚀性能研究进展[J]. 塑料科技, 2022, 50(4): 108-111.
- [7] 张文洁. 间苯二酚树脂粘合体系在天然橡胶中的作用机理[D]. 青岛: 青岛科技大学, 2018.
- [8] 王银龙. 环氧化液体橡胶的制备及其在环氧树脂改性中的应用[D]. 杭州: 浙江大学, 2022.
- [9] 焦俊卿. 液体橡胶增韧改性环氧树脂的研究进展[J]. 广东化工, 2016, 43(5): 109-111.
- [10] 李宇, 任亮, 刘伯军, 等. 液体橡胶改性环氧树脂的微观结构与力学性能[J]. 塑料, 2015, 44(4): 37-39, 31.

收稿日期: 2022-11-16

Application of LSR-395 Resin in Belt Compound and Carcass Cord Compound of Truck and Bus Radial Tire

JIANG Wei, JIN Zhenhuan, XU Wei, CHEN Jiahui

(Zhongce Rubber Group Co., Ltd, Hangzhou 310018, China)

Abstract: The application of LSR-395 resin in the belt compound and carcass cord compound of truck and bus radial tires was studied. The results showed that by using LSR-395 resin to partly replace resorcinol-80 in equal weight, the dispersibility and use efficiency of resorcinol-80 were improved. Meanwhile, the physical properties of the compound were comparable. Under the condition of damp and heat aging, the adhesive force and the coated compound rate of the compound to steel cord were slightly lower, and under other test conditions, the adhesive force and the coated compound rate were similar or even increased. The indoor durability of the finished tire was comparable.

Key words: truck and bus radial tire; belt compound; carcass cord compound; LSR-395 resin; resorcinol-80; adhesion

玲珑轮胎入选智造示范工厂揭榜单位

日前,工业和信息化部、国家发展和改革委员会、财政部、国家市场监督管理总局四部门联合公布2022年度智能制造示范工厂揭榜单位名单。山东玲珑轮胎股份有限公司(简称玲珑轮胎)高端轮胎智能制造示范工厂上榜。

2022年度智能制造试点示范行动旨在遴选出一批智能制造水平处于国内领先地位、具有较强示范引领作用的智能工厂,推进智能制造高质量发展。玲珑轮胎以数据驱动产品设计优化、车间智能排产、质量精准追溯、智能协同作业等8个典型场景给出了可复制、可推广的轮胎产品智能制造解决方案,成功赢得肯定。

近年来,玲珑轮胎聚焦轮胎主业,全面推进自动化、无人化、数字化、智能化工厂建设,以研发管理PLM/TDM、供应链管理SRM/WMS/TMS、智能工厂MES/SCM、销售/售后/服务系统CRM/

EDI、质量管理体系QMS、企业资源管理SAP、组织保障、管理支持BPM/BI、自动排产系统APS八大系统为框架支撑,结合AGV自动小车、自动输送线等智能化物流运输及立体库的建设,实现轮胎设计、生产、管理、物流和营销等环节的信息采集、共享、分析、决策一体化,逐渐打造全领域智能化、全流程自动化、全方位绿色化的轮胎工厂。

玲珑轮胎智能制造工厂上榜国家级名单,进一步彰显了玲珑轮胎在数字化、智能化转型上的强劲创新力、持续拓展力和对高质量发展的卓越追求。据悉,公司未来将持续运用工业互联网、大数据、边缘计算、人工智能等,实现各类业务系统在研发设计、生产制造、经营管理、运维服务等环节数字化、网络化、智能化,并实现信息互联互通,智能工厂信息集成形成闭环,打造独有的精益管理模式和智能制造工厂,提升制造能力和产品质量。

(摘自《中国化工报》,2023-01-11)