

# 间苯二酚-甲醛树脂HT1005在全钢载重子午线轮胎胎体胶中的应用

薛彬彬,陈建军,倪海超

(山东华盛橡胶有限公司,山东 广饶 257300)

**摘要:**研究间苯二酚-甲醛树脂HT1005在全钢载重子午线轮胎胎体胶中的应用。结果表明:在胎体胶中以间苯二酚-甲醛树脂HT1005等量替代SL3022,胶料的硫化特性和硫化胶的物理性能相当,粘合性能略提高;成品轮胎的耐久性能满足国家标准要求,且可以降低胶料成本。

**关键词:**间苯二酚-甲醛树脂;全钢载重子午线轮胎;胎体胶;粘合性能

**中图分类号:**TQ330.38<sup>+</sup>7;U463.341<sup>+</sup>.3/.6

**文献标志码:**B

**文章编号:**2095-5448(2019)11-0629-03

**DOI:**10.12137/j.issn.2095-5448.2019.11.0629



OSID开放科学标识码  
(扫码与作者交流)

在子午线轮胎和工业橡胶制品生产中,增粘树脂是橡胶加工过程的重要助剂之一<sup>[1]</sup>,其主要作用是减少因粘性问题而导致的轮胎质量缺陷。目前轮胎行业广泛应用的增粘树脂是间苯二酚-甲醛树脂<sup>[2]</sup>。

间苯二酚-甲醛树脂HT1005是橡胶与钢丝帘线粘合的间-甲-白体系中的间苯二酚给予体,与亚甲基给予体粘合剂A和RA等配合使用,广泛用于提高橡胶与钢丝帘线和锦纶帘线等骨架材料的粘合性能,在使用过程中不会产生冒烟现象,符合我国对轮胎企业环保政策的要求<sup>[3]</sup>。

本工作研究间苯二酚-甲醛树脂HT1005等量替代SL3022在全钢载重子午线轮胎胎体胶中的应用,探讨其保持胶料综合性能和降低生产成本的可行性。

## 1 实验

### 1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),STR20,泰国产品。炭黑N326,山西三强新能源科技有限公司产品。新癸酸钴,大连爱柏斯化工有限公司产品。间苯二酚-甲醛树脂,牌号SL3022,国内某公司产品;牌号

HT1005,山东阳谷华泰化工股份有限公司产品。

### 1.2 配方

生产配方:NR 100,炭黑N326 58,氧化锌 8,新癸酸钴 0.3,间苯二酚-甲醛树脂SL3022 1.5,防老剂4020/RD 2,其他 11.5。

试验配方:以间苯二酚-甲醛树脂HT1005等量替代SL3022,其余均同生产配方。

### 1.3 主要设备和仪器

X(S)M-1.5X(0~120)型智能实验密炼机和XK-160型开炼机,青岛科高橡塑机械技术装备有限公司产品;GK255型和GK400型密炼机,益阳橡胶塑料机械集团有限公司产品;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;XL-800×800×2型平板硫化机,青岛光越橡胶机械制造有限公司产品;TD-401A型热老化试验机,江都市腾达试验仪器厂产品;GT-TCS-2000型电子拉力机和GT-505型炭黑分散分析仪,中国台湾高铁科技股份有限公司产品;胶料表面粘性分析仪,特拓(青岛)轮胎技术有限公司产品。

### 1.4 混炼工艺

#### 1.4.1 小配合试验

胶料分两段混炼,一段混炼在智能实验密炼机中进行,转子转速为70 r·min<sup>-1</sup>,压砣压力为25 MPa,混炼工艺为:生胶、氧化锌、间苯二酚-甲醛

**作者简介:**薛彬彬(1986—),男,山东滨州人,山东华盛橡胶有限公司工程师,学士,主要从事新材料的开发与应用工作。

**E-mail:**544528985@qq.com

树脂等小料→压压砣(80 s)→炭黑(100 s)→提压砣(95 s)→清扫(80 s)→提压砣(70 s),转子转速为 $65 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ →排胶( $130 \sim 140 \text{ }^\circ\text{C}$ )→薄通下片,停放4 h;二段混炼在开炼机上进行,加入一段混炼胶、促进剂和硫黄等过辊6—8次后薄通6次,混炼均匀后下片。

#### 1.4.2 大配合试验

胶料分4段混炼,一段塑炼在GK400型密炼机中进行,转子转速为 $55 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ ,压砣压力为12 MPa,混炼工艺为:生胶→压压砣(30 s)→1/3炭黑(30 s)→提压砣(30 s)→排胶[( $170 \pm 5$ )  $^\circ\text{C}$ ];二段混炼在GK400型密炼机中进行,转子转速为 $55 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ ,压砣压力为12 MPa,混炼工艺为:塑炼胶、1/3炭黑、氧化锌、间苯二酚-甲醛树脂等→压压砣(40 s)→提压砣(30 s),转子转速为 $50 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ →排胶[( $165 \pm 5$ )  $^\circ\text{C}$ ];三段混炼在GK400型密炼机中进行,转子转速为 $50 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ ,压砣压力为12 MPa,混炼工艺为:二段混炼胶、剩余炭黑、新癸酸钴→压压砣(30 s)→提压砣(30 s)→排胶( $150 \text{ }^\circ\text{C}$ 以下);四段混炼在GK255型密炼机中进行,转子转速为 $30 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ ,压砣压力为12 MPa,混炼工艺为:三段混炼胶、1/2促进剂、硫黄和防焦剂→压压砣(15 s)→提压砣(45 s)→剩余促进剂、硫黄和防焦剂→提压砣(45 s)→排胶[( $110 \pm 5$ )  $^\circ\text{C}$ ]。各段混炼胶停放时间不短于4 h。

#### 1.5 性能测试

各项性能均按相应的国家或企业标准测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 理化分析

间苯二酚-甲醛树脂HT1005和SL3022的理化分析结果如表1所示。

从表1可以看出:间苯二酚-甲醛树脂HT1005的各项理化性能均与SL3022相当,且符合企业标

表1 两种树脂的理化分析结果

项 目	实测值		企业标准
	HT1005	SL3022	
外观	红棕色颗粒	红棕色颗粒	红棕色/浅黄色颗粒
加热减量(65 $^\circ\text{C}$ )/%	0.06	0.12	$\leq 1.00$
软化点(环球法)/ $^\circ\text{C}$	100	103	95~109

准要求。

### 2.2 小配合试验

小配合试验结果如表2所示。

表2 小配合试验结果

项 目	试验配方	生产配方
门尼粘度[ML(1+4) 125 $^\circ\text{C}$ ]	62	62
门尼焦烧时间 $t_5$ (125 $^\circ\text{C}$ )/min	19.0	20.0
硫化仪数据(151 $^\circ\text{C}$ )		
$F_L$ /(dN·m)	2.32	2.23
$F_{max}$ /(dN·m)	26.98	27.47
$t_{10}$ /min	4.03	4.23
$t_{90}$ /min	16.95	17.39
硫化胶性能(151 $^\circ\text{C} \times 30 \text{ min}$ )		
密度/( $\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )	1.175	1.180
邵尔A型硬度/度	75	74
100%定伸应力/MPa	5.3	5.3
300%定伸应力/MPa	21.1	21.1
拉伸强度/MPa	24.2	24.0
拉断伸长率/%	346	347
撕裂强度/( $\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$ )	56	58
回弹值/%	58.6	59.2
炭黑分散等级	8.7	8.8
粘合强度 <sup>1)</sup> /( $\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$ )	49.2	49.1
附胶率/%	90	90
100 $^\circ\text{C} \times 48 \text{ h}$ 老化后		
邵尔A型硬度/度	81	81
100%定伸应力/MPa	9.4	9.4
拉伸强度/MPa	18.3	18.0
拉断伸长率/%	185	181
撕裂强度/( $\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$ )	43	45
粘合强度 <sup>1)</sup> /( $\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$ )	50.9	50.5

注:1)按GB/T 16586—2014《硫化橡胶与钢丝帘线粘合强度的测定》测试,钢丝帘线规格为 $3 \times 0.24/9 \times 0.225\text{CCHT}$ 。

从表2可以看出,与生产配方胶料相比,试验配方胶料的门尼焦烧时间和正硫化时间略短,硫化胶的物理性能和粘合性能相当。

### 2.3 大配合试验

大配合试验结果如表3所示。

从表3可以看出,与生产配方胶料相比,试验配方胶料的门尼粘度略高,门尼焦烧时间和正硫化时间略短,硫化胶的物理性能相当,粘合性能略提高,大配合试验结果与小配合试验结果基本一致。

### 2.4 工艺性能

试验配方混炼胶表面光滑,韧性好,均匀致密,胶料分散良好。

胎体压延半成品检测结果:试验配方胶料的

表3 大配合试验结果

项 目	试验配方	生产配方
门尼粘度[ML(1+4) 125 °C]	73	70
门尼焦烧时间 $t_5$ (125 °C)/min	19.3	19.5
硫化仪数据(151 °C)		
$F_L$ /(dN·m)	2.96	2.80
$F_{max}$ /(dN·m)	27.51	27.11
$t_{10}$ /min	4.30	4.48
$t_{90}$ /min	17.78	17.89
硫化胶性能(151 °C×30 min)		
密度/(Mg·m <sup>-3</sup> )	1.175	1.173
邵尔A型硬度/度	73	72
100%定伸应力/MPa	5.0	4.8
300%定伸应力/MPa	20.5	19.7
拉伸强度/MPa	24.5	24.3
拉断伸长率/%	363	361
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	60	59
回弹值/%	59.3	58.1
炭黑分散等级	7.5	7.8
粘合强度 <sup>1)</sup> /(kN·m <sup>-1</sup> )	49.4	48.4
附胶率/%	95	90
100 °C×48 h老化后		
邵尔A型硬度/度	78	79
100%定伸应力/MPa	10.0	9.5
拉伸强度/MPa	17.1	16.4
拉断伸长率/%	159	159
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	45	44
粘合强度 <sup>1)</sup> /(kN·m <sup>-1</sup> )	48.0	47.9

注:同表2。

表面粘合力为23.4 N,生产配方胶料为22.1 N;试验配方胶料的剥离强度为0.435 kN·m<sup>-1</sup>,生产配方胶料为0.417 kN·m<sup>-1</sup>。试验配方半成品部件的压延表面光滑平整,尺寸稳定,表面粘性以及气体含量均满足现场生产工艺要求。

成型工艺正常,试验配方半成品接头(对接)粘性和胎坯挺性良好。

## 2.5 成品性能

采用试验配方胶料试制一批12.00R20 18PR全钢载重子午线轮胎,并按照GB/T 4501—2016进行成品轮胎耐久性试验,充气压力为830 kPa,额定负荷为3 750 kg,试验速度为55 km·h<sup>-1</sup>,试验结果

如表4所示。

表4 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	102.20	101.05
累计行驶里程/km	5 621.0	5 557.75
试验结束时轮胎损坏形式	肩部开裂	肩部开裂

从表4可以看出,试验轮胎通过耐久性试验,且与生产轮胎检测结果相当,表明在全钢载重子午线轮胎胎体胶中以间苯二酚-甲醛树脂HT1005等量替代SL3022可以满足使用要求。

## 2.6 成本分析

间苯二酚-甲醛树脂HT1005的价格低廉,以其等量替代SL3022,在胶料含胶率保持不变的情况下,可以降低生产成本。如依据目前市场材料价格计算,以间苯二酚-甲醛树脂HT1005等量替代SL3022,胶料成本可降低1.3元·kg<sup>-1</sup>。

## 3 结论

在全钢载重子午线轮胎胎体胶中以间苯二酚-甲醛树脂HT1005等量替代SL3022,胶料的硫化特性和硫化胶的物理性能相当,粘合性能提高;工艺性能正常,半成品部件压延表面光滑平整、尺寸稳定、表面粘性以及气体含量均满足现场生产工艺要求;成品轮胎的耐久性能相当,满足国家标准要求,且降低了胶料成本。

## 参考文献:

- [1] 万纪君,李英哲,李卓,等.增粘树脂对间苯二酚-甲醛-胶乳体系浸渍连续玄武岩纤维帘线/橡胶粘合性能的影响[J].橡胶工业,2018,65(7):756-760.
- [2] 徐正润,朱家顺.几种增粘树脂在半钢子午线轮胎胶料中的应用[J].轮胎工业,2017,37(11):680-683.
- [3] 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.

收稿日期:2019-05-23

**启事** 《橡胶科技》《橡胶工业》《轮胎工业》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。

《橡胶科技》《橡胶工业》《轮胎工业》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。