

抗湿滑树脂对胎面胶性能的影响

孙冰冰, 李彦果, 马玉净, 邢 涛, 陈雪梅

(山东玲珑轮胎股份有限公司, 山东 招远 265400)

摘要: 研究不同抗湿滑树脂在白炭黑胎面胶中的应用。结果表明: 使用抗湿滑树脂等量替代环保芳烃油, 胶料的门尼粘度提高, 门尼焦烧时间略缩短, 拉伸性能和耐磨性能提高; 胶料的湿地抓着性能提升, 但滚动阻力略有增大; 使用氢化双环戊二烯树脂和改性甲基苯乙烯树脂可以有效改善胶料的湿地抓着性能, 而对滚动阻力影响较小。

关键词: 抗湿滑性能; 滚动阻力; 抗湿滑树脂; 硫化特性; 物理性能

中图分类号: TQ330.38⁺7

文献标志码: A

文章编号: 1006-8171(2022)03-0167-03

DOI: 10.12135/j.issn.1006-8171.2022.03.0167



OSID 开放科学标识码
(扫码与作者交流)

在轮胎行业技术发展的历程中, 滚动阻力和抓着力水平是轮胎重要的性能指标。在轮胎行驶过程中, 其50%的滚动阻力来自于胎面部位。在轮胎所有部件中, 胎面是唯一与地面产生接触的位置, 轮胎与路面的相互作用均由胎面进行传递, 因此轮胎胎面胶抓着性能的提升和滚动阻力的降低至关重要。

在欧盟轮胎标签法发布后, 日本、韩国和美国等国家也陆续制定了相应的标签法等级, 进一步规范进口或本国轮胎性能水平, 提高了对轮胎抓着力水平和滚动阻力性能的要求。

研究表明, 在胎面胶中应用抗湿滑树脂有利于提升轮胎的抓着性能, 但会对滚动阻力产生不利影响^[1-8]。

本工作研究不同类型的抗湿滑树脂对白炭黑填充胎面胶滚动阻力和抗湿滑性能的影响。

1 实验

1.1 主要原材料

顺丁橡胶(BR), 牌号9000, 中国石油天然气股份有限公司产品; 溶聚丁苯橡胶(SSBR), 牌号2550, LG化学有限公司产品; 炭黑N330, 上海安仑化工有限公司产品; 高分散性白炭黑, 福建正

盛无机材料股份有限公司产品; 硅烷偶联剂Si75, 江西宏柏新材料股份有限公司产品; 环保芳烃油(TDAE), 宁波汉圣化工有限公司产品。

1.2 配方

配方1: BR 30, SSBR2550 70, 炭黑N330 10, 高分散性白炭黑 80, 硅烷偶联剂Si75 6.4, TDAE 10, 防护体系 6, 其他 10。

配方2—5分别以抗湿滑树脂C₅、C₉、改性苯乙烯-甲基丙烯酸甲酯(MS)树脂和氢化双环戊二烯(DCPD)树脂等量替代TDAE, 其他组分及用量同配方1。

1.3 主要设备和仪器

GK1.5N型密炼机, 德国克虏伯公司产品; $\Phi 160\text{ mm} \times 320\text{ mm}$ 开炼机, 烟台橡胶机械厂产品; MDR2000型无转子硫化仪和MV2000型门尼粘度仪, 美国阿尔法科技有限公司产品; P-200-2PCD型平板硫化机, 中国台湾磐石油压工业股份有限公司产品; DKD-K-16801型自动硬度计, 德国Bareiss公司产品; CMT-4503型电子拉力试验机, 深圳新三思材料有限公司产品; 5109型弹性试验机, 德国Zwick公司产品; GT-7012-D型磨耗试验机, 中国台湾高铁检测仪器有限公司产品; Eplexor500N型动态粘弹谱分析(DMA)仪, 德国GABO公司产品。

1.4 试样制备

小配合试验胶料均采用3段混炼工艺, 一段和

作者简介: 孙冰冰(1986—), 男, 山东聊城人, 山东玲珑轮胎股份有限公司工程师, 硕士, 主要从事轮胎配方设计工作。

E-mail: 10678713@qq.com

二段混炼为非生产性混炼,在GK1.5N型密炼机中进行;三段混炼为生产性混炼,在开炼机上进行。

一段混炼工艺为:加入生胶(30 s,转子转速为 $80 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$)→加入白炭黑、分散剂ST、偶联剂Si75和树脂→提压砣→压砣至 125°C (转子转速为 $60 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$)→提压砣、 145°C 恒温90 s排胶,在开炼机上过辊冷却后停放4 h。

二段混炼工艺为:加入一段混炼胶(30 s,转子转速为 $70 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$)→加入防老剂、硬脂酸和炭黑→提压砣→压砣至 125°C → 150°C 排胶,在开炼机上过辊冷却后停放4 h。

三段混炼工艺为:按照GB/T 6038—2006进行开炼机混炼。

终炼胶停放12 h后,在平板硫化机上进行硫化,硫化条件为 $151^\circ\text{C} \times 30 \text{ min}$ 。

1.5 性能测试

胶料的DMA测试条件为:温度 $-60 \sim 80^\circ\text{C}$, 频率 10 Hz , 应变 0.25% , 升温速率 $2^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

胶料的硫化特性和物理性能测试均按照相应的国家标准进行。

2 结果与讨论

2.1 硫化特性

胶料的硫化特性如表1所示。

表1 胶料的硫化特性

项 目	配方编号				
	1	2	3	4	5
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	60	64	65	66	68
门尼焦烧时间 t_5 (127℃)/min	19.30	18.50	18.92	18.35	18.27
硫化仪数据(150℃)					
F_L /(dN·m)	3.02	3.10	3.29	3.28	3.42
$F_{\max}$ /(dN·m)	20.35	20.93	21.42	20.69	22.68
$F_{\max} - F_L$ /(dN·m)	17.33	17.83	18.13	17.41	19.26
t_{10} /min	3.43	3.35	3.49	3.34	3.47
t_{25} /min	4.15	4.28	4.47	4.38	4.53
t_{90} /min	11.25	11.43	11.02	10.72	11.42
$t_{90} - t_{10}$ /min	7.82	8.08	7.53	7.38	7.95

由表1可见:使用不同类型的树脂均可以提高终炼胶的门尼粘度,缩短门尼焦烧时间,并对硫化速度无明显影响;使用氢化DCPD树脂(配方5)胶料的门尼粘度最高,使用改性MS树脂(配方4)胶料其次,使用 C_5 树脂(配方2)和 C_9 树脂(配方3)胶

料的门尼粘度接近;使用不同种类树脂胶料的门尼焦烧时间在同一水平;使用DCPD树脂可以提高胶料的 $F_{\max}$, F_L 和 $F_{\max} - F_L$ 。

2.2 物理性能

硫化胶的物理性能如表2所示。

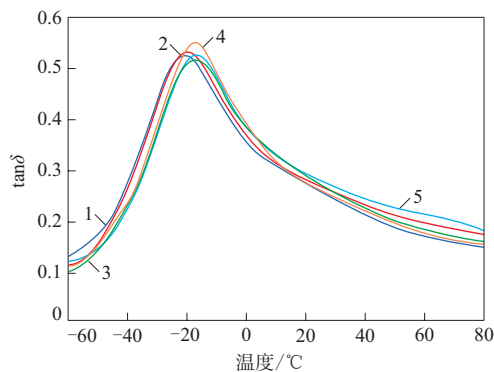
表2 硫化胶的物理性能

项 目	配方编号				
	1	2	3	4	5
邵尔A型硬度/度	71	74	76	75	76
100%定伸应力/MPa	2.97	2.93	3.07	3.08	3.19
300%定伸应力/MPa	12.33	12.22	12.51	12.58	13.05
拉伸强度/MPa	15.68	16.46	17.39	17.82	17.48
拉伸伸长率/%	381	396	404	414	395
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	48	48	50	51	49

从表2可以看出:相比于配方1硫化胶,使用 C_5 树脂(配方2)硫化胶的邵尔A型硬度、拉伸强度和拉伸伸长率提高;使用氢化DCPD树脂(配方5)硫化胶的邵尔A型硬度、100%定伸应力和300%定伸应力最大,可有效改善胶料的操控性能;使用改性MS树脂(配方4)硫化胶的拉伸强度、拉伸伸长率和撕裂强度最高。由此可以看出,使用氢化DCPD或改性MS树脂可明显改善硫化胶的物理性能。

2.3 动态力学性能

胶料的DMA曲线如图1所示, $\tan\delta$ 为损耗因子。



1—配方1;2—配方2;3—配方3;4—配方4;5—配方5。

图1 胶料的DMA曲线

湿地抓着性能是轮胎重要的性能之一,在频率 $1 \sim 100 \text{ Hz}$ 范围内 0°C 时的 $\tan\delta$ 可用于表征胶料的湿地抓着性能,其数值越大,湿地抓着性能越好; 60°C 时的 $\tan\delta$ 可用于表征胶料的滚动阻力,其数值越小,滚动阻力越低^[9-10]。由图1可以看出,

使用树脂胶料0℃时的 $\tan\delta$ 增大,即湿地抓着性能提升,但60℃时的 $\tan\delta$ 也增大,即滚动阻力性能变差。在配方2—5中,使用C₅树脂(配方2)和C₉树脂(配方3)后,胶料的湿地抓着性能提升,但滚动阻力性能下降;使用氢化DCPD树脂(配方5)的胶料具有最优的0℃的 $\tan\delta$ 和60℃的 $\tan\delta$ 值,可综合提升胶料的湿地抓着力和滚动阻力性能;使用改性MS树脂(配方4)与使用氢化DCPD树脂(配方5)的胶料动态性能接近。

2.4 耐磨性能

配方1—5胶料的DIN磨耗指数分别为116, 132, 132, 126和123。由此可以看出:使用树脂可以提高胶料的耐磨性能;使用C₅和C₉树脂(配方2和3)胶料的DIN磨耗指数一致,耐磨性能最优;使用改性MS树脂和氢化DCPD树脂(配方4和5)胶料的耐磨性能相对较差。

3 结论

(1)以抗湿滑树脂替代TDAE,胶料的门尼粘度提高,门尼焦烧时间略缩短。

(2)使用氢化DCPD或改性MS树脂可明显改善硫化胶的物理性能,使用C₅和C₉树脂胶料的耐磨性能最优。

(3)使用抗湿滑树脂等量替代TDAE可以改善胶料的湿地抓着性能,但滚动阻力性能降低。氢

化DCPD树脂胶料的抗湿滑性能和滚动阻力综合性能最优,改性MS树脂与氢化DCPD树脂基本在同一水平,在改善湿地抓着性能的同时,滚动阻力性能变化最小。

参考文献:

- [1] 鲁代仁,张坤,张成,等. 碳氢树脂在高性能轮胎胎面胶中的应用[J]. 轮胎工业,2017,37(11):671-676.
- [2] 陈建军,侯小倩. 功能性石油树脂对轮胎胎面胶性能的改进[C]. “科迈杯”第12届全国橡胶助剂生产和应用技术研讨会论文集. 北京:中国化工学会橡胶专业委员会,2016:225-231.
- [3] 吴忠诚,李红卫,刘华侨,等. 功能性树脂在轮胎胎面胶中的应用研究[J]. 橡胶科技,2018,16(4):17-21.
- [4] 张伟杰,邹华,刘娜. 丁苯橡胶胶料损耗因子的影响因素研究[J]. 橡胶工业,2020,67(5):330-334.
- [5] 孙征,张静,王子琪,等. 抗湿滑树脂在轮胎胎面胶中的应用研究[J]. 橡胶科技,2020,18(12):686-690.
- [6] 贾凌雁. 抗湿滑树脂在高性能轮胎胎面胶中的应用[J]. 中国橡胶,2019,35(8):43-46.
- [7] 冯坤豪. 功能树脂对白炭黑填充SSBR/BR抗湿滑性能的影响[D]. 广州:华南理工大学,2019.
- [8] 房师涛,赵菲. Sylvatraxx 4202树脂对半钢子午线轮胎胎面胶性能的影响[J]. 弹性体,2016,26(1):44-47.
- [9] 刘俊杰,陈亚婷,周磊,等. 轿车轮胎滚动阻力的研究[J]. 轮胎工业,2020,40(2):84-87.
- [10] 王国林,乔磊,周海超,等. PCR轮胎接地性态对噪声与滚动阻力影响研究[J]. 机械工程学报,2019,55(16):123-131.

收稿日期:2021-09-02

Effect of Anti-wet Skid Resin on Property of Tread Compound

SUN Bingbing, LI Yanguo, MA Yujing, XING Tao, CHEN Xuemei

(Shandong Linglong Tire Co., Ltd., Zhaoyuan 265400, China)

Abstract: The application of different anti-wet skid resins in silica filled tread compound was studied. The results showed that using the same amount of anti-wet skid resins to replace environmentally friendly aromatic oil, the Mooney viscosity of the compound was increased, the Mooney scorch time was slightly shortened, and the tensile properties and abrasion resistance were improved. The wet grip performance of the compound was improved, but the rolling resistance was slightly increased. The use of hydrogenated dicyclopentadiene resin and modified methyl styrene resin could effectively improve the wet grip performance of the compound, but had little impact on rolling resistance.

Key words: wet skid resistance; rolling resistance; anti-wet skid resin; vulcanization characteristic; physical property