

原材料·配方

间苯二甲酰肼在绿色轮胎胎面胶中的应用研究

王先宁, 廖发根*, 胡善军

(杭州中策橡胶有限公司, 浙江 杭州 310008)

摘要: 将间苯二甲酰肼(IDH)母胶CSC920用于绿色轮胎胎面胶中, 研究IDH对绿色轮胎胎面胶性能的影响。结果表明: 与未添加IDH母胶CSC920的混炼胶相比, 添加IDH母胶CSC920的混炼胶的Payne效应明显降低, 硫化速度加快, 焦烧时间缩短; 硫化胶的交联密度增大, 定伸应力、拉伸强度和耐屈挠疲劳性能提高, 拉伸伸长率、撕裂强度和耐磨性能降低, 损耗因子减小, 压缩生热和活化能下降, 老化后耐磨性能以及拉伸强度、拉伸伸长率和撕裂强度保持率提高。

关键词: 间苯二甲酰肼; 绿色轮胎; 胎面胶; Payne效应; 损耗因子; 交联密度

中图分类号: TQ330.38⁺7; TQ336.1

文献标志码: A

文章编号: 1000-890X(2021)05-0344-07

DOI: 10.12136/j.issn.1000-890X.2021.05.0344



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

近几十年来, 国内外对高性能轮胎的研究越来越多, 研究重点主要集中在滚动阻力^[1-3]、抗湿滑性能^[4-7]和耐磨性能^[8-10]等方面, 这三大性能也被称为轮胎的三大行驶性能。为了解决炭黑生热高的问题, 1992年米其林轮胎率先将白炭黑加入到胎面胶中, 与传统补强填料炭黑相比, 白炭黑用于胎面胶可以降低轮胎的滚动阻力并提高抗湿滑性能。尤其在胎面胶采用硅烷偶联剂原位改性白炭黑为填料^[11-13]的绿色轮胎工业化以后, 因其具有较低的滚动阻力和优异的抗湿滑性能, 使得对轮胎滚动阻力和抗湿滑性能的研究成为国际橡胶和轮胎行业日益关注的课题。

对于以天然橡胶(NR)为主体材料的载重轮胎胎面胶, 最佳填料必须兼具聚合物与填料之间相互作用大和填料与填料之间相互作用小的效果。前者确保胎面胶的耐磨性能好, 后者降低滞后损失, 从而降低滚动阻力^[14]。随着绿色轮胎的兴起, 白炭黑在轮胎中的应用日益广泛^[15-17], 虽然

白炭黑用于胎面胶中可以降低轮胎的滚动阻力和提高抗湿滑性能, 但其耐磨性能会降低, 同时胶料混炼也成为一大难题, 加入硅烷偶联剂虽然可以提高白炭黑在胶料中的分散性以及综合性能, 但是作用有限。

药物中间体间苯二甲酰肼(IDH)可以作用于NR分子链末端的醛基, 起到增长橡胶分子链、减少橡胶分子链末端运动、降低滞后损失的作用, 还可以有效地降低胶料的Payne效应。

本工作在绿色轮胎胎面胶配方的基础上, 研究IDH在绿色轮胎胎面胶中的应用, 希望对低滚动阻力胎面胶配方的开发提供借鉴。

1 实验

1.1 主要原材料

NR, RSS3[#], 泰国进口产品; 炭黑N234, 上海卡博特化工有限公司产品; IDH母胶, 牌号CSC920, 上海麒祥化工有限公司产品。

作者简介: 王先宁(1978—), 男, 辽宁灯塔人, 杭州中策橡胶有限公司工程师, 主要从事轮胎工艺技术的研究工作。

*通信联系人(345029304@qq.com)

引用本文: 王先宁, 廖发根, 胡善军. 间苯二甲酰肼在绿色轮胎胎面胶中的应用研究[J]. 橡胶工业, 2021, 68(5): 344-350.

Citation: WANG Xianning, LIAO Fagen, HU Shanjun. Application of isophthalic dihydrazide in green tire tread compound[J]. China Rubber Industry, 2021, 68(5): 344-350.

1.2 试验配方

1[#]配方为NR 100, 炭黑N234 50, 氧化锌 4, 硬脂酸 2, 防老剂 2, 硫黄和促进剂 2.5; 2[#]配方在1[#]配方的基础上添加1.2份IDH母胶CSC920。

1.3 设备和仪器

XK-160型开炼机, 广东湛江机械厂产品; QLBD型平板硫化机, 湖州橡胶机械厂产品; MDR2000型无转子硫化仪、MV2000E型门尼粘度仪和RPA2000橡胶加工分析仪, 美国阿尔法科技有限公司产品; H10KS型电子拉力机, 美国Hounsfield公司产品; XQ250型拉力试验机, 上海非金属试验机厂产品; ST-CN型热空气老化箱, 南通宏达试验仪器有限公司产品; Diammd DNNA型动态力学分析(DMA)仪, 美国PE公司产品; RH-2000型橡胶压缩生热试验机, 中国台湾高铁检测仪器有限公司产品; MRCDS-3500型交联密度谱仪, 德国Innovative Imaging公司产品。

1.4 试样制备

生胶在XK-160型开炼机上按常规工艺进行混炼, 依次加入小料, 待混炼均匀后薄通6次下片。

胶料在QLBD型平板硫化机上硫化, 硫化条件为151℃×30 min。

1.5 性能测试

(1) RPA分析。采用RPA2000橡胶加工分析仪分别对混炼胶和硫化胶进行应变扫描(温度 70℃, 频率 1 Hz)和温度扫描(应变 10%, 频率 1 Hz)。混炼胶测试后, 在151℃下硫化20 min后进行硫化胶测试。

(2) DMA分析。采用Diammd DNNA型DMA仪进行测试, 测试条件: 试样尺寸 10 mm×4 mm×2 mm, 频率 20 Hz, 温度范围 0~80℃, 升温速率 3℃·min⁻¹, 最大动态负荷 2 N, 最大振幅 120 μm, 采用双悬臂梁形变模式。

(3) 压缩疲劳性能。采用RH-2000型橡胶压缩生热试验机进行测试, 试样为高25 mm、直径18 mm的圆柱体, 测试温度 55℃, 负荷 25 kg, 频率 30 Hz。

(4) 交联密度。采用MRCDS-3500型交联密度谱仪进行测试, 测试时裁取宽度和厚度约5 mm、长度约7 mm的试样放到玻璃管顶端, 设定磁场温度为60℃, 插入磁场中稳定2~3 min, 设置测试参数并进行测试。

(5) 其他性能。按照相应国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 硫化特性

混炼胶的硫化特性如表1所示。

表1 混炼胶的硫化特性		
Tab. 1 Vulcanization characteristics of compounds		
项 目	1 [#] 配方	2 [#] 配方
门尼焦烧特性(127℃)		
门尼粘度最小值	61	67
t_5/min	27.025	20.217
t_{35}/min	30.535	23.048
硫化仪数据(151℃)		
$F_L/(\text{dN} \cdot \text{m})$	2.30	2.62
$F_{\text{max}}/(\text{dN} \cdot \text{m})$	16.06	16.89
t_{s2}/s	327.1	258.5
t_{10}/s	310.2	235.8
t_{30}/s	349.8	277.6
t_{60}/s	396.5	317.7
t_{90}/s	602.4	495.8
t_{100}/s	1 342.1	1 167.1
$R_{97}^{(1)}/\text{s}$	2 606.1	2 576.3

注: 1) R_{97} 为转矩达到最大值后下降到97%最大转矩的时间。

从表1可以看出: 添加IDH母胶CSC920后, 混炼胶的硫化速度明显加快, 焦烧时间缩短, 焦烧门尼粘度最小值也增大10%; 从 $F_{\text{max}}-F_L$ 差值得出, 添加IDH母胶CSC920后, 硫化胶的交联密度增大。

2.2 物理性能

硫化胶的物理性能如表2所示。

从表2可以看出: 添加IDH母胶CSC920后, 老化前硫化胶的定伸应力和拉伸强度提高, 拉断伸长率和撕裂强度下降; 老化后硫化胶的拉伸强度、拉断伸长率和撕裂强度保持率大幅提高, 硬度变化较小。分析其主要原因是IDH对NR分子链末端醛基进行封端, 延长了橡胶分子链长度和增大了硫化胶交联密度, 从而提高了硫化胶拉伸

表2 硫化胶的物理性能
Tab. 2 Physical properties of vulcanizates

项 目	1 [#] 配方	2 [#] 配方
邵尔A型硬度/度	65	65
50%定伸应力/MPa	0.8	0.9
100%定伸应力/MPa	1.8	1.9
200%定伸应力/MPa	5.8	6.2
300%定伸应力/MPa	12.4	13.1
拉伸强度/MPa	29.9	31.4
拉断伸长率/%	566	554
拉断永久变形/%	15	15
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	145	130
100℃×48 h老化后		
邵尔A型硬度/度	66	65
50%定伸应力/MPa	1.1	1.0
100%定伸应力/MPa	2.6	2.4
200%定伸应力/MPa	7.8	7.3
300%定伸应力/MPa	14.4	14.3
拉伸强度/MPa	24.5	29.0
拉断伸长率/%	445	503
100℃×96 h老化后		
邵尔A型硬度/度	67	65
50%定伸应力/MPa	1.2	1.0
100%定伸应力/MPa	2.5	2.1
200%定伸应力/MPa	7.1	6.5
300%定伸应力/MPa	13.2	12.4
拉伸强度/MPa	19.0	23.2
拉断伸长率/%	398	452
拉断永久变形/%	17.4	18.2
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	70	91
100℃高温下性能		
邵尔A型硬度/度	66	67
50%定伸应力/MPa	2.3	2.4
100%定伸应力/MPa	2.4	3.0
200%定伸应力/MPa	6.1	6.8
300%定伸应力/MPa	11.6	12.5
拉伸强度/MPa	22.5	21.8
拉断伸长率/%	429	468
拉断永久变形/%	11.2	14.6

强度。

从表2还可以看出,加入IDH母胶CSC920后,高温下硫化胶的定伸应力提高,但拉伸强度下降,拉断永久变形增大。

2.3 动态性能

2.3.1 RPA分析

混炼胶的剪切储能模量(G')和损耗因子($\tan\delta$)随应变(ϵ)的变化曲线分别如图1和2所示。

从图1和2可以看出,添加IDH母胶CSC920后,混炼胶的 G' 大幅下降, $\tan\delta$ 大幅减小。此外,混炼胶的 $\Delta G'$ 大幅下降,说明加入IDH母胶CSC920可以

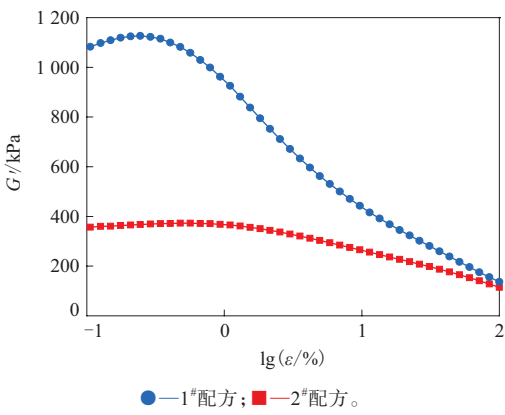


图1 混炼胶的 G' -lg ϵ 曲线
Fig. 1 The G' -lg ϵ curves of compounds

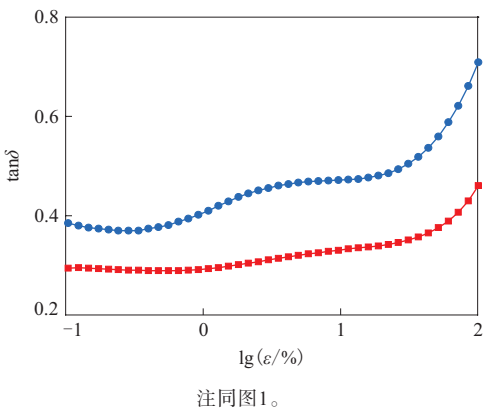


图2 混炼胶的 $\tan\delta$ -lg ϵ 曲线
Fig. 2 The $\tan\delta$ -lg ϵ curves of compounds

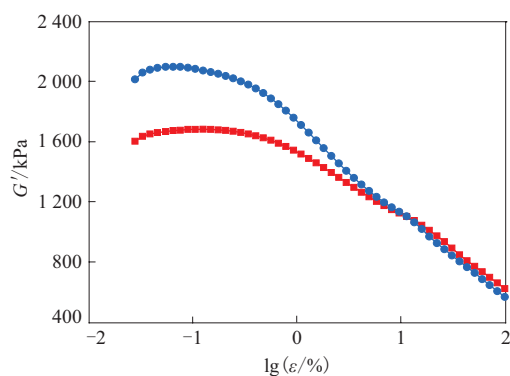
有效降低Payne效应,减小填料与填料之间的相互作用,提高炭黑分散性。分析其主要原因在于IDH与炭黑表面的活性基团进行了反应,提高了橡胶与填料之间的结合能力,同时减小了填料与填料之间的相互作用。

硫化胶的 G' 、剪切损耗模量(G'')和 $\tan\delta$ 随 ϵ 的变化曲线分别如图3—5所示。

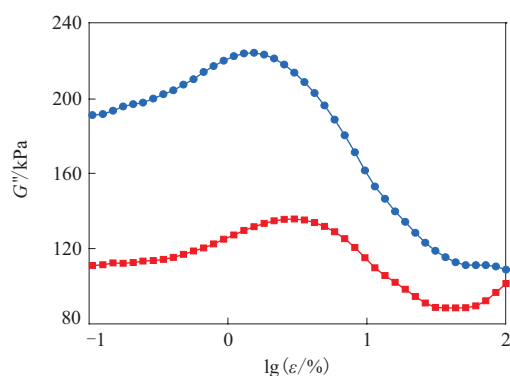
从图3—5可以看出,添加IDH母胶CSC920后,硫化胶的 G' 和 G'' 降低, $\tan\delta$ 减小,这主要可能在于IDH对NR末端进行封端,导致NR末端自由基减少,硫化胶的滞后损失减小。

硫化胶的 G' 、 G'' 和 $\tan\delta$ 随温度的变化曲线分别如图6—8所示。

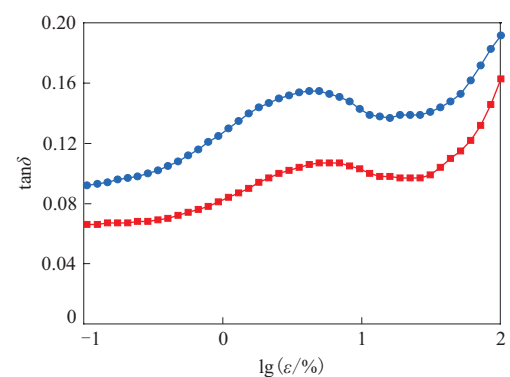
从图6可以看出:40~60℃温度下,添加IDH母胶CSC920的硫化胶的 G' 与未添加CSC920的硫化胶相比较;当温度高于60℃时,添加IDH母胶



注同图1。

图3 硫化胶的 G' - $\lg \varepsilon$ 曲线Fig. 3 The G' - $\lg \varepsilon$ curves of vulcanizates

注同图1。

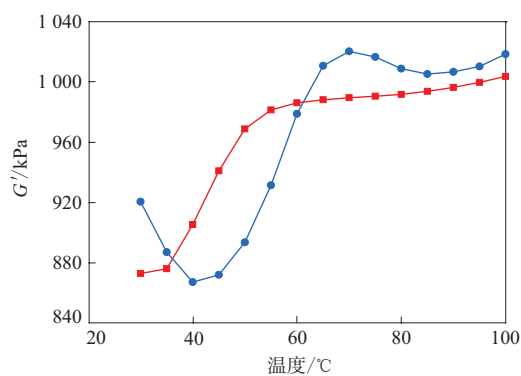
图4 硫化胶的 G'' - $\lg \varepsilon$ 曲线Fig. 4 The G'' - $\lg \varepsilon$ curves of vulcanizates

注同图1。

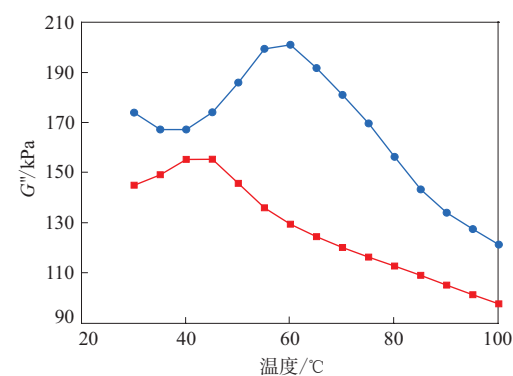
图5 硫化胶的 $\tan \delta$ - $\lg \varepsilon$ 曲线Fig. 5 The $\tan \delta$ - $\lg \varepsilon$ curves of vulcanizates

CSC920的硫化胶的 G' 与未添加CSC920的硫化胶相比较低。

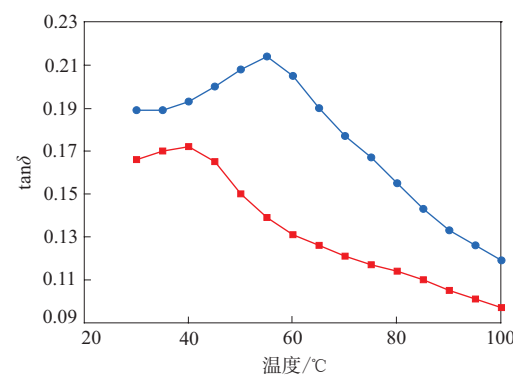
从图7可以看出,在温度不低于50℃时,添加IDH母胶CSC920的硫化胶的 G'' 一直下降,而未添



注同图1。

图6 硫化胶的 G' -温度曲线Fig. 6 The G' -temperature curves of vulcanizates

注同图1。

图7 硫化胶的 G'' -温度曲线Fig. 7 The G'' -temperature curves of vulcanizates

注同图1。

图8 硫化胶的 $\tan \delta$ -温度曲线Fig. 8 The $\tan \delta$ -temperature curves of vulcanizates

加IDH母胶CSC920的硫化胶的 G'' 先提高,到60℃时开始下降。

从图8可以看出,添加IDH母胶CSC920的硫化胶高温下的 $\tan \delta$ 下降幅度较大。

2.3.2 DMA分析

硫化胶60℃的拉伸储能模量(E')、拉伸损耗模量(E'')和 $\tan\delta$ 随 ε 的变化曲线分别如图9—11所示。

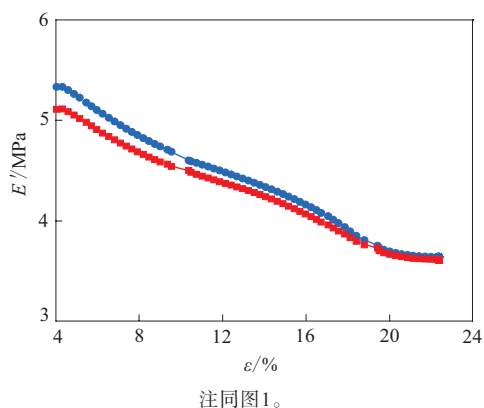


图9 硫化胶的 E' - ε 曲线

Fig. 9 The E' - ε curves of vulcanizates

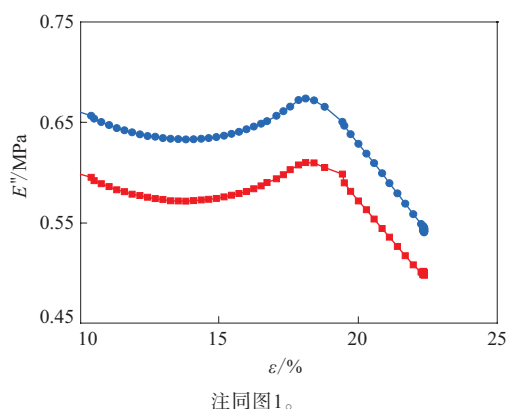


图10 硫化胶的 E'' - ε 曲线

Fig. 10 The E'' - ε curves of vulcanizates

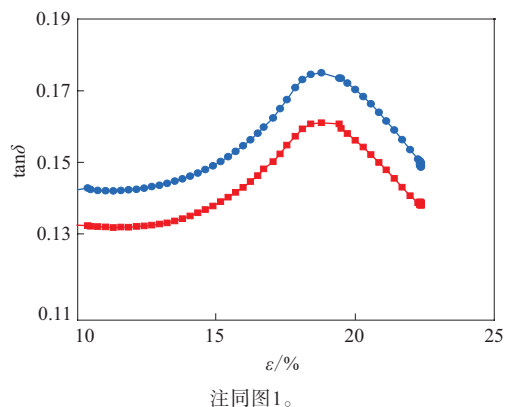


图11 硫化胶的 $\tan\delta$ - ε 曲线

Fig. 11 The $\tan\delta$ - ε curves of vulcanizates

从图9—11可以看出,添加IDH母胶CSC920的硫化胶的 E' 略有下降, E'' 下降幅度较大, $\tan\delta$ 在应变为19%附近有1个极大值。

2.3.3 压缩疲劳性能

硫化胶的压缩疲劳性能如表3所示。

表3 硫化胶的压缩疲劳性能

Tab. 3 Compression fatigue properties of vulcanizates

项 目	1#配方	2#配方
压缩疲劳温升/℃	25.2	22.6
永久变形/%	-4.5	-4.4
压缩变形率/%		
静压缩	-20.9	-19.5
初动压缩	-13.8	-12.3
终动压缩	-14.9	-13.5

从表3可以看出:添加IDH母胶CSC920的硫化胶的压缩疲劳温升大幅下降,降幅高达10%;永久变形变化不大。

2.4 耐磨性能

硫化胶的耐磨性能如表4所示。

表4 硫化胶的耐磨性能

Tab. 4 Wear resistance of vulcanizates

项 目	1#配方	2#配方
阿克隆磨耗量/ cm^3		
老化前	1.009	1.018
100℃×48 h老化后	0.728	0.692
DIN磨耗指数/%		
老化前	178.6	170.0
100℃×48 h老化后	143.2	146.7

从表4可以看出,与未添加IDH母胶CSC920的硫化胶相比,添加IDH母胶CSC920的硫化胶老化前的耐磨性能略有下降,老化后的耐磨性能有所提高。

2.5 耐屈挠疲劳性能

硫化胶的耐屈挠疲劳性能如图12所示。

从图12可以看出,添加IDH母胶CSC920的硫化胶的耐屈挠疲劳性能大幅提高。

2.6 交联网络

松弛是一种定量表征交联网络结构的有效方法,低磁场核磁共振(NMR)技术通过测定氢质子间的残存偶极相互作用来提供有关交联网络的化学结构和分子运动性的信息,通过对高分子链上分子运动性的分析可以研究硫化胶的交联密度及

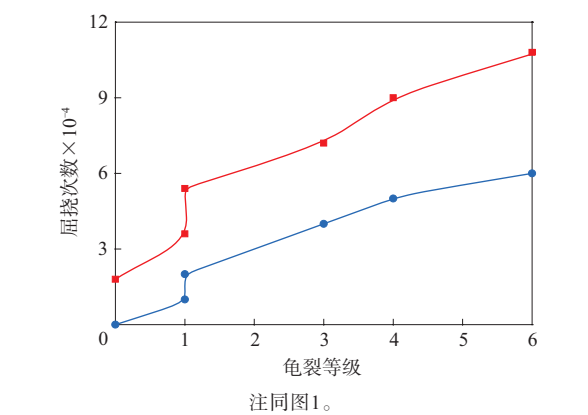


图12 硫化胶的耐屈挠疲劳性能
Fig. 12 Flexural fatigue resistance of vulcanizates
其均匀性^[14],低磁场NMR松弛参数与硫化胶结构间的关系已经建立^[18]。

硫化胶的交联密度参数如表5所示。

表5 硫化胶的交联密度参数		
Tab. 5 Crosslinking density parameters of vulcanizates		
项 目	1 [#] 配方	2 [#] 配方
自由小分子质量占比/%	14. 60	13. 76
网链质量占比/%	84. 63	85. 26
交联密度×10 ⁻⁴ /(mol·cm ⁻³)	1. 30	1. 34

从表5可以看出,添加IDH母胶CSC920的硫化胶的交联密度增大,运动性高的自由小分子含量有所降低。

2.7 活化能

测试不同硫化温度下混炼胶的t₉₀,通过阿伦尼乌斯公式可以计算出1[#]配方和2[#]配方硫化胶的活化能,分别为127. 89和122. 69 kJ·mol⁻¹。可以看出,添加IDH母胶CSC920的硫化胶的活化能降低。

3 结论

- (1)与未添加IDH母胶CSC920的混炼胶相比,添加IDH母胶CSC920的混炼胶的Payne效应明显下降,硫化速度加快,焦烧门尼粘度最小值增大,焦烧时间缩短。
- (2)与未添加IDH母胶CSC920的硫化胶相比,添加IDH母胶CSC920的硫化胶的定伸应力、拉伸强度和耐屈挠疲劳性能提高,拉断伸长率和撕裂强度降低,老化后拉伸强度、拉断伸长率和撕裂强度保持率提高,tanδ减小,压缩生热降低,耐磨性能

老化前下降、老化后有所提高。
(3)与未添加IDH母胶CSC920的硫化胶相比,添加IDH母胶CSC920的硫化胶的交联密度增大,运动性高的自由小分子含量下降,活化能降低。

参考文献:

[1] 王国林,陈晨,周海超,等. 胎面与胎体间接触特性对轮胎滚动阻力影响的研究[J]. 橡胶工业,2020,67(6):403-409.
WANG G L, CHEN C, ZHOU H C, et al. Study on influence of contact characteristics between tread and carcass on tire rolling resistance[J]. China Rubber Industry, 2020, 67(6): 403-409.

[2] 李昭,韩冬礼,朱华健,等. 载重子午线轮胎滚动阻力的热力耦合分析及试验验证[J]. 橡胶工业,2019,66(10):730-738.
LI Z, HAN D L, ZHU H J, et al. Thermo-mechanical coupling analysis and experimental verification of rolling resistance for TBR tire[J]. China Rubber Industry, 2019, 66(10): 730-738.

[3] 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.
LIU J J, CHEN Y T, ZHOU L, et al. Study on the rolling resistance of passenger car tire[J]. Tire Industry, 2020, 40(2): 84-87.

[4] 郭庆,尚志强,陈晓博,等. 抗湿滑、低滚动阻力环保型溶聚丁苯橡胶SOL RC2557TH生产技术和性能研究[J]. 橡胶科技,2020,18(2):101-106.
GUO Q, SHANG Z Q, CHEN X B, et al. Research on production technology and property of environment-friendly SSSR SOL RC2557TH with wet skid resistance and low rolling resistance[J]. Rubber Science and Technology, 2020, 18(2): 101-106.

[5] 张海盟,焦文秀,赵光芳,等. 抗湿滑树脂TL100在轿车轮胎胎面胶中的应用[J]. 轮胎工业,2018,38(9):556-559.
ZHANG H M, JIAO W X, ZHAO G F, et al. Application of wet skid resistance resin TL100 in tread compound of passenger car tire[J]. Tire Industry, 2018, 38(9): 556-559.

[6] 臧孟炎,段扶摇,周涛,等. 复杂花纹轮胎湿滑路面制动距离FEM仿真分析及评价[J]. 中国机械工程,2013,24(16):2257-2261.
ZANG M Y, DUAN F Y, ZHOU T, et al. FEM simulation analysis and estimation on wet-road braking distance of complex-patterned tire[J]. China Mechanical Engineering, 2013, 24(16): 2257-2261.

[7] 张丽霞,郑超艺,杨朝会,等. 湿滑路面汽车轮胎滑水性能影响因素仿真[J]. 科学技术与工程,2020,20(30):12589-12595.
ZHANG L X, ZHENG C Y, YANG Z H, et al. Simulation on factors affecting hydroplaning performance of vehicle tire on wet pavement[J]. Science Technology and Engineering, 2020, 20(30): 12589-12595.

[8] 刘华侨,王中江,李红卫,等. 不同使用路况的出租车轮胎胎面胶耐

- 磨性能研究[J]. 轮胎工业, 2020, 40(1): 20-23.
- LIU H Q, WANG Z J, LI H W, et al. Study on wear resistance of tread compound of taxi tire with different road conditions[J]. Tire Industry, 2020, 40(1): 20-23.
- [9] 赵亚元, 王伟. 带束层帘线对载重子午线轮胎胎面耐磨性能的影响[J]. 橡胶工业, 2017, 64(4): 232-235.
- ZHAO Y Y, WANG W. Influence of belt cord on tread wear resistance of truck and bus radial tire[J]. China Rubber Industry, 2017, 64(4): 232-235.
- [10] 刘琦, 李文东, 李辉, 等. 超耐磨全钢载重子午线轮胎胎面胶配方的优化[J]. 轮胎工业, 2017, 37(10): 612-615.
- LIU Q, LI W D, LI H, et al. Optimization of tread formulation in ultra-wear resistant truck and bus radial tire[J]. Tire Industry, 2017, 37(10): 612-615.
- [11] 邵亚诗, 张鹏程, 魏雪峰, 等. 原位改性纳米级白炭黑填充天然橡胶性能及低滚阻机理分析[J]. 化工新型材料, 2019, 47(S1): 150-153.
- SHAO Y S, ZHANG P C, WEI X F, et al. Properties of in-situ modified nano silica filled natural rubber and its low rolling resistance mechanism analysis[J]. New Chemical Materials, 2019, 47(S1): 150-153.
- [12] 陶燕春. 偶联剂Si747原位改性白炭黑增强溶聚丁苯橡胶复合材料的结构与性能研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2016.
- TAO Y C. Structure and properties of solution polymerized styrene butadiene rubber composites reinforced with silica modified by coupling agent Si747[D]. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2016.
- [13] 林维昇, 徐颖惠, 龚新怀. 原位法制备改性白炭黑研究[J]. 非金属材料, 2013, 36(1): 53-54, 67.
- LIN W S, XU Y H, GONG X H. Study on in-situ preparation of modified silica[J]. Non-Metallic Mines, 2013, 36(1): 53-54, 67.
- [14] KINSEY R A. Solid-state NMR of elastomers[J]. Rubber Chemistry and Technology, 1990, 63: 407-425.
- [15] 胡源, 牟成乾, 李建勋, 等. 白炭黑在全钢载重子午线轮胎胎面基部胶中的应用[J]. 轮胎工业, 2020, 40(8): 483-487.
- HU Y, MU C Q, LI J X, et al. Application of silica in tread base compound of truck and bus radial tire[J]. Tire Industry, 2020, 40(8): 483-487.
- [16] 李再琴, 刘强, 单振, 等. 炭黑和白炭黑对全钢载重子午线轮胎胎面胶生热和动态力学性能的影响[J]. 橡胶科技, 2019, 17(6): 348-352.
- LI Z Q, LIU Q, SHAN Z, et al. Effect of carbon black and silica on heat build-up and dynamic mechanical properties of tread compound of truck and bus radial tire[J]. Rubber Science and Technology, 2019, 17(6): 348-352.
- [17] 郭轶琼, 朱春雨. 绿色轮胎用高分散白炭黑发展现状[J]. 无机盐工业, 2018, 50(4): 1-5.
- GUO Y Q, ZHU C Y. Development status of highly-dispersed silica for green tire[J]. Inorganic Chemicals Industry, 2018, 50(4): 1-5.
- [18] ADDAD J P C, PELLICOLI L, NUSSELDER J J H. End-linked calibrated polypropylene-oxide chains: NMR approach to segmental fluctuations[J]. Polymer Gels and Networks, 1997, 5(2): 201-221.

收稿日期: 2021-01-29

Application of Isophthalic Dihydrazide in Green Tire Tread Compound

WANG Xianning, LIAO Fagen, HU Shanjun

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

Abstract: The effect of isophthalic dihydrazide (IDH) on the properties of the green tire tread compound was studied by using IDH master compound CSC920. The results showed that, compared with the compound without IDH masterbatch CSC920, the Payne effect of the compound with CSC920 was significantly reduced, the curing speed was accelerated, and the scorch time was shortened. For the compound with CSC920, the crosslinking density, modulus, tensile strength and flexural fatigue resistance of the vulcanizate increased, the elongation at break, tear strength and wear resistance decreased, the loss factor, compression heat generation and the activation energy were reduced, the wear resistance and the retention rates of tensile strength, elongation at break and tear strength after aging were improved.

Key words: isophthalic dihydrazide; green tire; tread compound; Payne effect; loss factor; crosslinking density