

耐久改性剂Acroad[®] DC-01在全钢载重子午线轮胎胎面胶中的应用

董建华,刘 强,单 振,张玉鉴,吴 霞,张 超

(八亿橡胶有限责任公司,山东 枣庄 277800)

摘要:研究耐久改性剂Acroad[®] DC-01在全钢载重子午线轮胎胎面胶中的应用。结果表明:加入1份耐久改性剂Acroad[®] DC-01,胎面胶的生热降低,耐磨性能有较大幅度提升,其他物理性能与生产配方胶料相差不大;试验配方成品轮胎的耐久性能提升13%,耐磨性能提升11%。

关键词:胎面胶;耐久改性剂;耐久性能;耐磨性能;生热

中图分类号: TQ330.38⁺7; TQ336.1

文章编号: 2095-5448(2023)07-0338-04

文献标志码: A

DOI: 10.12137/j.issn.2095-5448.2023.07.0338



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

胎面采用顺向四道沟花纹的全钢载重子午线轮胎适于高速路面行驶,对生热和耐磨性能要求较高^[1-3],胎面胶配方中生胶体系一般采用天然橡胶(NR)和顺丁橡胶(BR)并用,硫化体系选用有效硫化体系。耐久改性剂Acroad[®] DC-01是一种表面具有多种活性官能团的有机化合物,某些官能团可与碳原子以共价键结合,相当于在炭黑和橡胶之间起到桥梁作用,能够使炭黑和橡胶更紧密地结合起来^[4]。

本工作研究耐久改性剂Acroad[®] DC-01在全钢载重子午线轮胎胎面胶中的应用。

1 实验

1.1 主要原材料

NR, SMR20, 马来西亚产品; BR, 牌号9000, 中国石油化工股份有限公司北京燕山分公司产品; 耐久改性剂Acroad[®] DC-01, 大冢材料科技(上海)有限公司产品; 炭黑N134, 上海卡博特化工有限公司产品; 白炭黑, 无锡恒亨白炭黑有限责任公司产品。

作者简介:董建华(1988—),男,山东枣庄人,八亿橡胶有限责任公司工程师,学士,主要从事橡胶助剂研究和橡胶配方设计工作。

E-mail: huanghun_123@163.com

1.2 配方

生产配方: NR 70, BR 30, 炭黑N134 56, 硬脂酸和氧化锌 5, 硫黄和促进剂 2.6, 其他 12.8。

试验配方: 添加1份耐久改性剂Acroad[®] DC-01, 其余组分和用量同生产配方。

1.3 主要设备和仪器

XK-150型开炼机, 广东湛江机械厂有限公司产品; F270型密炼机, 大连橡胶塑料机械股份有限公司产品; XLB-D型平板硫化机, 湖州东方机械有限公司产品; LX-A型邵氏A型硬度计, 江都市腾达试验仪器厂产品; RPA2000橡胶加工分析仪(RPA)和disperGRADER+型炭黑分散仪, 美国阿尔法科技有限公司产品; 401AB型老化试验箱, 上海实验仪器有限公司产品; GT-7012-A型阿克隆磨耗试验机、GT-7080-S2型门尼粘度仪、GT-M2000-A型无转子流变仪、GT-XS-225A型微电脑比重天平、GT-RH-2000型压缩生热试验机、GT-AI7000M型电子拉力试验机和GT-7042-RE型回弹性试验机, 高铁检测仪器(东莞)有限公司产品。

1.4 试样制备

1.4.1 小配合试验

小配合试验胶料在开炼机上进行混炼, 加料顺序为: 生胶→耐久改性剂Acroad[®] DC-01等小

料→炭黑→氧化锌、硫黄、促进剂→下片。

1.4.2 大配合试验

大配合试验胶料采用低温一次法混炼工艺，加料顺序为：生胶（转子转速 $55\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ ）→压压砣（ 30 s ）→小料（转子转速 $45\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ ）→压压砣至 $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ →炭黑（转子转速 $40\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ ）→压压砣至 $145\text{ }^{\circ}\text{C}$ →提压砣（转子转速 $35\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ ）→压压砣至 $155\text{ }^{\circ}\text{C}$ →提压砣→排胶（转子转速 $55\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ ，排胶时间 10 s ）。

排胶后，胶料经初级开炼机降温后，在次级开炼机上加入硫黄、促进剂，混炼 900 s 。

1.5 性能测试

胶料各项性能按照相应国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 小配合试验

2.1.1 硫化特性和物理性能

小配合试验胶料的硫化特性和物理性能分别如表1和2所示。

从表1可以看出，加入耐久改性剂Acroad®

表1 小配合试验胶料的硫化特性（ $151\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）

项 目	生产配方	试验配方
$F_L/(\text{dN}\cdot\text{m})$	2.66	3.20
$F_{\max}/(\text{dN}\cdot\text{m})$	16.88	17.16
t_{10}/min	2.89	3.00
t_{30}/min	3.63	3.60
t_{60}/min	4.51	4.46
t_{90}/min	7.40	6.94

DC-01的试验配方胶料的 F_L 和 $F_{\max}$ 略有增大， t_{90} 缩短，硫化速度加快。

从表2可以看出：与生产配方胶料相比，加入耐久改性剂Acroad® DC-01的试验配方胶料老化前的压缩疲劳温升和阿克隆磨耗量降低，撕裂强度提高，其他物理性能与生产配方胶料相近；试验配方胶料的耐热老化性能较好。

2.1.2 RPA分析

小配合试验胶料的RPA分析结果如图1和2所示， G' 为储能模量， $\tan\delta$ 为损耗因子。

从图1可以看出，试验配方胶料的 G' 大于生产配方胶料，这是因为耐久改性剂Acroad® DC-01在炭黑与橡胶之间起到桥梁作用，增强了其相互作用

表2 小配合试验胶料的物理性能

项 目	生产配方				试验配方			
硫化时间（ $151\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）/min	20	30	40	60	20	30	40	60
密度/（ $\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ）		1.116				1.114		
邵尔A型硬度/度	67	67	66	66	66	65	66	65
100%定伸应力/MPa	2.8	2.8	2.6	2.8	2.7	2.6	2.4	2.4
300%定伸应力/MPa	14.6	14.5	14.1	14.4	14.4	14.0	13.2	13.5
拉伸强度/MPa	27.4	27.2	25.7	25.5	26.6	26.1	26.5	24.7
拉伸伸长率/%	514	511	494	490	494	500	517	487
拉伸永久变形/%	24.8	22.0	19.6	18.0	20.0	18.8	18.8	16.0
撕裂强度/（ $\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$ ）		97				137		
回弹值/%		44				48		
压缩疲劳温升/ $^{\circ}\text{C}$		26.93				22.73		
阿克隆磨耗量/ mm^3			111.5				106.3	
100 $^{\circ}\text{C}\times 48\text{ h}$ 老化后								
密度/（ $\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ）		1.112				1.112		
邵尔A型硬度/度		72				68		
100%定伸应力/MPa		3.8				3.6		
300%定伸应力/MPa		17.0				17.4		
拉伸强度/MPa		21.8				22.4		
拉伸伸长率/%		381				391		
撕裂强度/（ $\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$ ）		42				58		
回弹值/%		47				50		
压缩疲劳温升/ $^{\circ}\text{C}$		26.03				23.63		
阿克隆磨耗量/ mm^3		125.9				120.3		

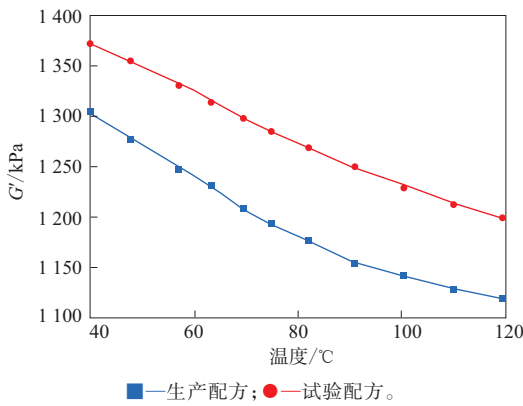


图1 小配合试验胶料的 G' -温度曲线
用力,使炭黑和橡胶更紧密地结合起来。

从图2可以看出,试验配方胶料的 $\tan\delta$ 明显小于生产配方胶料,胶料生热明显降低,这是因为耐久改性剂Acroad® DC-01降低了炭黑粒子之间的相互作用力。

2.2 大配合试验

2.2.1 硫化特性和物理性能

大配合试验胶料的硫化特性和物理性能分别如表3和4所示。

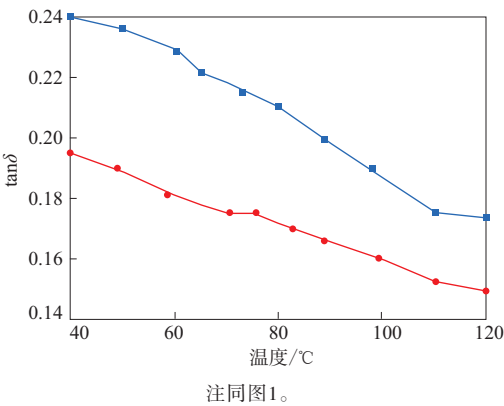


图2 小配合试验胶料的 $\tan\delta$ -温度曲线

表3 大配合试验胶料的硫化特性 (151 °C)

项 目	生产配方	试验配方
$F_L/(\text{dN} \cdot \text{m})$	2.98	3.32
$F_{\max}/(\text{dN} \cdot \text{m})$	18.34	19.29
t_{10}/min	5.01	3.08
t_{30}/min	6.89	3.97
t_{60}/min	8.85	5.41
t_{90}/min	14.80	10.60
t_{100}/min	30.92	23.72

表4 大配合试验胶料的物理性能

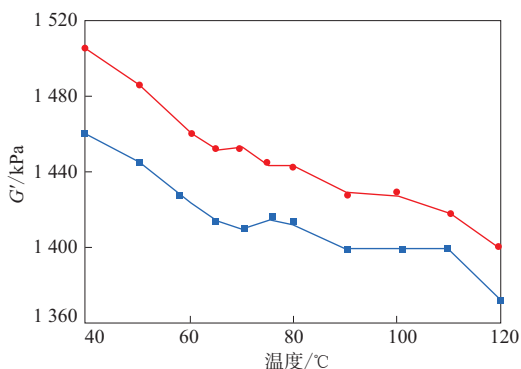
项 目		生产配方				试验配方			
硫化时间 (151 °C)/min	20	30	40	60	20	30	40	60	
密度/(Mg · m ⁻³)		1.142				1.146			
邵尔A型硬度/度	65	66	65	65	67	66	66	64	
100%定伸应力/MPa	2.6	2.8	2.8	2.8	3.0	3.0	3.2	3.0	
300%定伸应力/MPa	13.2	13.6	14.8	14.1	15.0	15.5	15.7	15.5	
拉伸强度/MPa	26.4	25.5	25.6	26.3	27.2	28.3	26.9	25.8	
拉断伸长率/%	545	522	494	510	520	535	510	486	
拉断永久变形/%	22.8	19.2	16.0	16.0	20.0	16.8	19.2	14.0	
撕裂强度/(kN · m ⁻¹)		121				157			
回弹值/%		44				49			
压缩疲劳温升/°C		14.0				12.0			
阿克隆磨耗量/mm ³			123.4				108.8		
100 °C × 48 h 老化后									
密度/(Mg · m ⁻³)		1.144				1.146			
邵尔A型硬度/度		69				70			
100%定伸应力/MPa		4.0				4.4			
300%定伸应力/MPa		17.2				19.2			
拉伸强度/MPa		22.4				24.0			
拉断伸长率/%		407				402			
撕裂强度/(kN · m ⁻¹)		59				74			
回弹值/%		46				49			
压缩疲劳温升/°C		13.1				11.3			
阿克隆磨耗量/mm ³		144.2				130.4			

从表3和4可以看出,大配合试验结果与小配合试验基本一致。

2.2.2 RPA分析

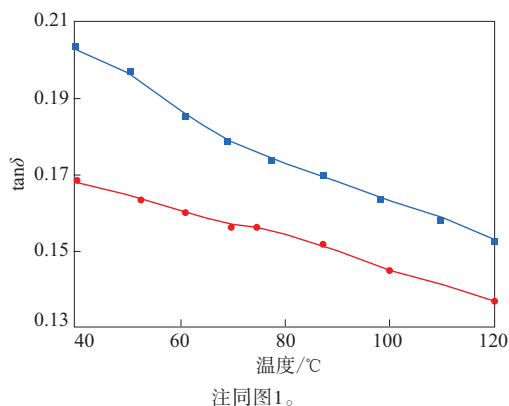
大配合试验胶料的RPA分析结果见图3和4。

从图3和4可以看出,大配合试验胶料的 G' 和



注同图1。

图3 大配合试验胶料的 G' -温度曲线



注同图1。

图4 大配合试验胶料的 $\tan \delta$ -温度曲线

$\tan \delta$ 随温度变化的趋势与小配合试验胶料一致。

2.3 成品性能

2.3.1 耐久性能

对成品轮胎进行室内机床耐久性能试验。

试验结果表明:生产配方轮胎累计行驶时间为71.4 h,累计行驶里程为4 160 km;试验配方轮胎累计行驶时间为78.0 h,累计行驶里程为4 701 km,耐久性能提高13%。

2.3.2 道路试验

对成品轮胎进行实际道路试验。试验结果表明,生产配方轮胎单位行驶里程为28 123.9 km,试验配方轮胎单位行驶里程为31 279.3 km。试验配方轮胎的耐磨性能提升11%。

3 结论

在全钢载重子午线轮胎胎面胶中加入1份耐久改性剂Acroad® DC-01,胎面胶的生热降低,耐磨性能有较大幅度提升,其他物理性能与生产配方胶料相差不大;试验配方成品轮胎的耐久性能提升13%,耐磨性能提升11%。

参考文献:

- [1] 王洁,李钊,李子然.全钢载重子午线轮胎胎面磨损行为研究[J].浙江大学学报(工学版),2021,55(9):1615-1624.
- [2] 李园园,梁垂燕,邢正涛,等.12R22.5全钢载重子午线轮胎的设计[J].轮胎工业,2022,42(3):146-148.
- [3] 韩菁,于国鸿,曲家玉,等.12.00R24全新混合型全钢载重子午线轮胎的设计[J].橡胶科技,2021,19(8):397-400.
- [4] 刘文国,董康,陈亚婷,等.橡胶改性剂IDH在低滚动阻力轿车子午线轮胎中的应用[J].轮胎工业,2021,41(10):635-640.

收稿日期:2023-02-19

Application of Durability Modifier Acroad® DC-01 in Tread Compound of All-steel Truck and Bus Radial Tire

DONG Jianhua, LIU Qiang, SHAN Zhen, ZHANG Yujian, WU Xia, ZHANG Chao

(Bayi Rubber Co., Ltd, Zaozhuang 277800, China)

Abstract: The application of durability modifier Acroad® DC-01 in the tread compound of all-steel truck and bus radial tire was investigated. The results showed that, adding 1 phr DC-01, the heat build-up of the tread compound was reduced, the wear resistance was greatly improved, and other physical properties were similar with those of the production formula compound. The durability and wear resistance of the finished tires increased by 13% and 11%, respectively.

Key words: tread compound; durability modifier; durability; wear resistance; heat build-up