

低滚阻改性剂 YG-G300 在航空轮胎胎圈护胶中的应用

周宝珍, 刘 峰, 金学云, 刘忠伟, 丁翠柳, 高 婷, 孙学杰

(山东玲珑轮胎股份有限公司, 山东 招远 265400)

摘要: 研究低滚阻改性剂 YG-G300 (简称 YG-G300) 在航空轮胎胎圈护胶中的应用。结果表明: YG-G300 可以增强炭黑与橡胶之间的作用力; 在胎圈护胶中加入 1~3 份 YG-G300, 胶料的门尼粘度、模量和交联密度增大, 焦烧时间略延长, 硫化速度稍减慢, 抗硫化返原性能显著提高; 硫化胶的硬度、定伸应力、拉伸强度和耐磨性能提高, 生热降低, 耐高温性能提高; YG-G300 用量为 2 份时, 胶料的耐高温性能最优, 同时综合物理性能较好。

关键词: 低滚阻改性剂 YG-G300; 航空轮胎; 胎圈护胶; 物理性能; 耐高温性能; 耐磨性能

中图分类号: TQ330.38⁺7; V226⁺.8

文献标志码: A

文章编号: 1006-8171(2023)10-0611-04

DOI: 10.12135/j.issn.1006-8171.2023.10.0611



OSID 开放科学标识码
(扫码与作者交流)

胎圈护胶位于轮胎的胎圈部位, 作为胎圈部位的保护层与轮辋直接接触, 传递来自轮辋与胎体的应力, 防止胎圈与轮辋接触部分因经受反复伸张和压缩应变而磨损, 起保护胎圈的作用。因此要求胎圈护胶具有较高的硬度、优异的耐磨性能以及较低的生热等。胎圈护胶的性能对轮胎的使用寿命起着举足轻重的作用。

航空轮胎作为飞机与地面接触的唯一部件, 是飞机在地面上的最主要的操纵系统。航空轮胎承载负荷, 向跑道传递制动力并为转向提供侧向力、缓冲飞机在起飞、降落和滑行时产生的巨大的震动力和冲击力以及辅助飞机在地面上的滑行, 具有充气压力和速度高、负荷和冲击大以及生热高等特点。航空轮胎使用条件十分苛刻^[1-4], 对胎圈护胶性能的要求较普通轮胎更高, 尤其需要胎圈护胶具有优异的耐高温性能。

目前, 关于轿车轮胎、全钢载重子午线轮胎及工程机械轮胎的胎圈护胶配方的研究报道相对较多^[5-11], 关于航空轮胎胎圈护胶配方的研究相对较少。低滚阻改性剂 YG-G300 (简称 YG-G300) 可以将炭黑与橡胶之间的物理吸附改变为化学键

吸附, 提高炭黑-橡胶之间的作用力, 从而提高炭黑-橡胶在高温下的稳定性, 降低炭黑补强胶料对高温的敏感性。本工作研究 YG-G300 在航空轮胎胎圈护胶中的应用。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR), RSS1[#], 泰国泰华树胶有限公司产品; 顺丁橡胶(BR), 牌号 9000, 中国石化齐鲁石油化工公司产品; 炭黑 N330, 上海卡博特化工有限公司产品; YG-G300, 台州市黄岩东海化工有限公司产品。

1.2 配方

试验配方(用量/份): NR 40, BR 60, 炭黑 N330 80, 氧化锌 4, 硬脂酸 3, 防老剂 6, YG-G300 变量, 其他 16。

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-1680I 型自动硬度计, 德国 Bareiss 公司产品; Zwick/Roell 5109 型拉力机

作者简介: 周宝珍(1985—), 女, 陕西商洛人, 山东玲珑轮胎股份有限公司工程师, 硕士, 主要从事轮胎配方开发、性能提升以及前瞻性研究等工作。

E-mail: zhoubaozhen2010@163.com

和5109型弹性试验机,德国Zwick Roell集团公司产品;EPLEXOR500N型动态粘弹谱分析仪,德国GABO公司产品;401A型热老化试验箱,江苏新真威试验机械有限公司产品;GT-7012-D型DIN磨耗试验机和GT-7012-A型阿克隆磨耗试验机,中国台湾高铁检测仪器有限公司产品。

1.4 试样制备

胶料采用两段混炼工艺混炼。一段混炼采用GK1.5N型密炼机,转子转速为 $60\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,混炼工艺为:生胶→炭黑→小料→排胶($165\text{ }^{\circ}\text{C}$);二段混炼在开炼机上进行,混炼工艺为:一段混炼胶→硫磺和促进剂→下片。

胶料在实验室停放至少8 h后在平板硫化机上进行硫化,条件为 $145\text{ }^{\circ}\text{C}\times 50\text{ min}$ 。

1.5 性能测试

胶料各项性能均按照相应国家标准测试。

2 结果与讨论

2.1 YG-G300的理化性能

YG-G300的外观呈类白色或黄色片状,其理化性能按照GB/T 11409—2008《橡胶防老剂、硫化促进剂试验方法》进行测试,结果如下:熔点 $\geq 65.0\text{ }^{\circ}\text{C}$,灰分质量分数 $\leq 28.0\%$,加热减量($60\text{ }^{\circ}\text{C}\times 2\text{ h}$) $\leq 6.0\%$ 。

2.2 门尼粘度和硫化特性

YG-G300用量对胶料门尼粘度和硫化特性的影响如表1所示。

从表1可以看出:加入YG-G300后,胶料的门

表1 YG-G300用量对胶料门尼粘度和硫化特性的影响

项 目	YG-G300用量/份			
	0	1	2	3
门尼粘度[ML(1+4)100 $^{\circ}\text{C}$]	80	81	84	85
门尼焦烧时间 t_5 ($127\text{ }^{\circ}\text{C}$)/min	16.8	18.1	18.9	18.7
硫化仪数据($145\text{ }^{\circ}\text{C}$)				
$F_L/(\text{dN}\cdot\text{m})$	4.68	4.73	4.81	4.90
$F_{\max}/(\text{dN}\cdot\text{m})$	26.56	27.32	27.83	27.86
$F_{\max}-F_L/(\text{dN}\cdot\text{m})$	21.88	22.59	23.02	22.96
t_{10}/min	4.7	4.9	5.2	5.3
t_{25}/min	5.7	6.3	6.6	6.7
t_{90}/min	11.5	12.8	13.4	13.5
t_{100}/min	26.2	30.8	32.9	33.0
$t_{90}-t_{10}/\text{min}$	6.8	7.9	8.2	8.2
$t_{R3}^{1)}/\text{min}$	53.3	68.4	70.6	70.8

注:1) 胶料硫化返原3%时所用的时间。

尼粘度、 F_L 、 $F_{\max}$ 和 $F_{\max}-F_L$ 增大,说明胶料的模量和交联密度升高,门尼焦烧时间略延长,硫化速度略减慢, t_{R3} 显著延长,表明胶料的抗硫化返原性能显著提高;随着YG-G300用量的增大,胶料的门尼粘度、 F_L 和 $F_{\max}$ 增大, t_{R3} 延长。

2.3 Payne效应

YG-G300用量对胶料损耗模量(G')-应变曲线的影响如图1所示。

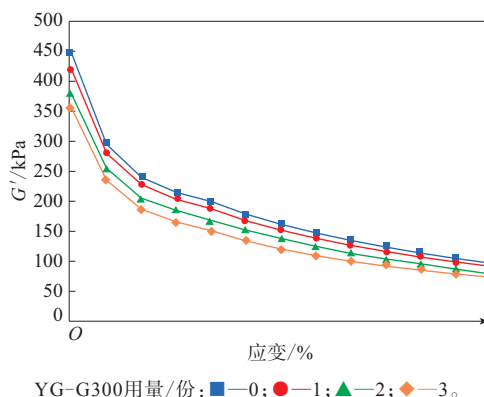


图1 YG-G300用量对胶料 G' -应变曲线的影响

从图1可以看出,添加YG-G300后,胶料的Payne效应减弱,说明炭黑与橡胶之间的相互作用力增强。

2.4 物理性能

YG-G300用量对硫化胶物理性能的影响如表2所示。

从表2可以看出:添加YG-G300后,硫化胶的硬度、定伸应力和拉伸强度略提高,说明胶料抵抗外力变形的能力提高;拉断伸长率略降低;阿克隆磨耗量减小,DIN磨耗指数增大,表明胶料的耐磨性能提升;密度、撕裂强度和脆性温度相当;高温回弹值略提高,说明胶料生热降低;当YG-G300用量为2份时,胶料的综合物理性能较好;当YG-G300用量为3份时,硫化胶的硬度、定伸应力、拉伸强度和耐磨性能继续提升不明显。

2.5 高温拉伸性能

将硫化胶在 $100\text{ }^{\circ}\text{C}\times 48\text{ h}$ 条件下老化后,测试其在 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下的高温拉伸性能。YG-G300用量对硫化胶高温拉伸性能的影响如表3所示。

从表3可以看出,加入YG-G300后,胶料高温下的定伸应力、拉伸强度和拉断伸长率提高,说明

项 目	YG-G300用量/份			
	0	1	2	3
密度/(Mg·m ⁻³)	1.161	1.162	1.165	1.168
邵尔A型硬度/度	78	80	82	80
100%定伸应力/MPa	3.4	3.5	3.7	3.6
300%定伸应力/MPa	10.9	11.1	11.5	11.3
拉伸强度/MPa	17.2	17.9	18.2	17.5
拉断伸长率/%	460	425	445	431
撕裂强度(直角形)/ (kN·m ⁻¹)	81	80	82	81
阿克隆磨耗量/cm ³	0.055	0.051	0.043	0.048
DIN磨耗指数/%	225	232	241	238
回弹值(100℃)/%	41.9	43.5	44.6	43.6
脆性温度/℃	≤-70	≤-70	≤-70	≤-70
玻璃化温度/℃	-66.3	-66.5	-66.4	-66.6
70℃×24h老化后				
邵尔A型硬度/度	82	84	86	84
100%定伸应力/MPa	3.7	3.8	4.0	3.9
300%定伸应力/MPa	11.5	11.7	12.1	11.9
拉伸强度/MPa	16.6	17.3	17.6	16.9
拉断伸长率/%	435	400	420	406
撕裂强度(直角形)/ (kN·m ⁻¹)	79	80	81	80

项 目	YG-G300用量/份			
	0	1	2	3
100%定伸应力/MPa	4.7	4.8	5.1	4.9
拉伸强度/MPa	12.3	12.3	12.5	12.4
拉断伸长率/%	263	272	285	273

其耐高温性能提高,进一步证实了加入 YG-G300 后提高了炭黑-橡胶之间的作用力,增强了胶料的高温稳定性。YG-G300 用量为 2 份时,胶料的耐高温性能最佳。

2.6 动态生热

YG-G300 用量对胶料损耗因子(tanδ)-温度曲线的影响如图 2 所示。

从图 2 可以看出:添加 YG-G300 后,试验温度范围内胶料的 tanδ 减小,表明胶料的生热降低,这与高温回弹值测试结果一致;当 YG-G300 用量为 3 份时,胶料 60℃ 时的 tanδ 值继续略有减小。

3 结论

(1) YG-G300 作为一种新型助剂,可以增强炭黑-橡胶之间的作用力。

(2) 在航空轮胎胎圈护胶中加入 1~3 份 YG-G300,胶料的门尼粘度、模量和交联密度增大,门

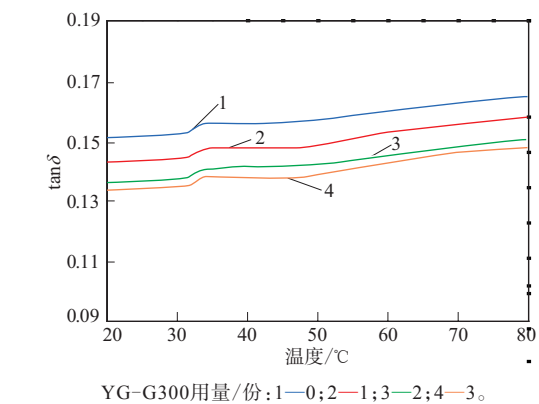


图 2 YG-G300 用量对胶料 tanδ-温度曲线的影响
尼焦烧时间略长,硫化速度略慢,抗硫化返原性能显著提高。

(3) 在航空轮胎胎圈护胶中加入 YG-G300,可以有效提高胶料的硬度、定伸应力、拉伸强度以及耐磨性能,降低胶料的生热,提高胶料的耐高温性能。当 YG-G300 用量为 2 份时,胶料的耐高温性能最优,同时综合物理性能较好。

参考文献:

[1] 王松威,关伟平.全球航空轮胎业现状与发展趋势[J].轮胎工业,2009,29(11):643-648.

[2] 杨小姐,陈兆彬,王晓建,等.一种以合成橡胶为基础胶的胎面胶及其制备方法与应用[P].中国:CN 112358662A,2021-02-12.

[3] 吴春齐,俞华英,刘蓉,等.一种大型航空子午线轮胎胎圈护胶[P].中国:CN 108864506A,2018-11-23.

[4] 陆宁,周胜,李善荣,等.一种抗静电及耐磨的航空轮胎胎面胶料及其制备方法[P].中国:CN 111073067A,2022-04-28.

[5] 王传铸,赵君,王银竹,等.36.00R51 阻燃巨型工程机械子午线轮胎的研制[J].橡胶工业,2022,69(6):455-458.

[6] 王浩,邹陈,贺爱华.高反式-1,4-丁二烯-异戊二烯共聚橡胶的结构表征及其在轿车轮胎胎圈护胶中的应用研究[J].高分子学报,2015(12):1387-1395.

[7] 徐召来,刘震,王小菊,等.一种连续式制备的橡胶母炼胶在轿车胎圈护胶中的应用[P].中国:CN 104327327A,2015-02-04.

[8] 张正伟,张绍鹏,刘晓芳,等.12.00R20 载重轮胎用圆形钢丝圈的研究[J].橡胶工业,2022,69(7):499-505.

[9] 赵江华,周平,周丽琰,等.加强型全钢子午线轮胎胎圈护胶及其制备方法[P].中国:CN 108530698A,2018-09-14.

[10] 董秀玲,孙宝兴,刘亮亮,等.巨型工程子午线轮胎复合胎圈护胶橡胶组合物[P].中国:CN 105968443A,2016-09-28.

[11] 姜在胜,孙宝兴,张元赞,等.工程子午线轮胎橡胶组合物[P].中国:CN 104829883A,2015-08-12.

Application of Low Rolling Resistance Modifier YG-G300 in Bead Compound of Aircraft Tire

ZHOU Baozhen, LIU Feng, JIN Xueyun, LIU Zhongwei, DING Cuiliu, GAO Ting, SUN Xuejie

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

Abstract: The application of low rolling resistance modifier YG-G300 (abbreviated as YG-G300) in the bead compound of aircraft tires was studied. The results showed that YG-G300 could enhance the force between carbon black and rubber. Adding 1~3 phr YG-G300 to the bead compound, the Mooney viscosity, modulus and crosslinking density of the compound increased, the scorching time was slightly prolonged, the curing rate was slightly slowed down, and the anti-reversion property was significantly improved. The hardness, modulus, tensile strength and wear resistance of the vulcanizate were improved, the heat build-up was reduced, and the high temperature resistance was improved. When the dosage of YG-G300 was 2 phr, the high temperature resistance of the compound was the best, and the comprehensive physical properties were good.

Key words: low rolling resistance modifier YG-G300; aircraft tire; bead compound; physical property; high temperature resistance; wear resistance

第二十一届中国国际橡胶技术展览会 在上海举办

2023年9月4—6日,第二十一届中国国际橡胶技术展览会(RubberTech China 2023)在上海新国际博览中心举办。

9月4日上午,原化学工业部副部长李勇武,原农业部党组成员、中国天然橡胶协会会长杨绍品,中国石油和化学工业联合会党委书记李云鹏,中国橡胶工业协会会长徐文英,以及各相关协会组织负责人、参展商代表出席了巡展活动。

本届展会聚焦橡胶行业最新智能装备和热点新材料,参展产品涵盖橡胶机械设备、橡胶原材料和化学品、轮胎和非轮胎橡胶制品、橡胶循环利用全产业链等。橡胶行业头部企业有软控股份有限公司、飞迈(烟台)机械有限公司、德国H-F公司、萨驰智能装备股份有限公司、阿朗新科高性能弹性体(常州)有限公司、美国派克洛德公司、圣奥化学科技有限公司、山东尚舜化工有限公司、山东阳谷华泰化工有限公司、彤程新材料集团股份有限公司、确成硅化学股份有限公司、海南天然橡胶产业

集团股份有限公司、浙江双箭橡胶股份有限公司等参展。

此外,展会还推出综合性大型会议活动“Rubber Talk”,演讲主题包含双碳背景下橡胶材料发展趋势、新发展形式下轮胎原材料研发与应用、低碳智能环保解决方案、新型检测设备、高校研究成果转化、橡胶轮胎行业运行数据变化、轮胎生产工艺和性能改善等多个方面,展会促进了技术交流、信息发布与产学研对接。

中国化工学会橡胶专业委员会、《橡胶工业》《轮胎工业》《橡胶科技》三刊编辑部受邀参展,在展会期间赠阅三刊杂志,宣传2023年国际橡胶会议(IRC 2023)、行业技术研讨会和培训活动,推广公众号“橡胶工业传媒”和电子刊,展位观众络绎不绝。三刊编辑部新媒体平台“橡胶工业传媒”还借此展会采访或走访了数家企业展位。

本届展会展出面积为5万m²,参展企业810余家,参观人次超过5万,展会规模与品质再创新高。第二十二届中国国际橡胶技术展览会将于2024年9月19—21日在上海举办。

(本刊编辑部)