

低滚动阻力全钢载重子午线轮胎胎面胶配方的研究

杨维建, 胡录伟, 黄照力, 袁德彬
(四川凯力威科技股份有限公司, 四川 简阳 641400)

摘要: 研究低滚动阻力全钢载重子午线轮胎胎面胶的配方和性能。结果表明: 主体材料采用天然橡胶(NR)/顺丁橡胶(BR)/溶聚丁苯橡胶(SSBR)并用, 减小炭黑用量, 增大高分散性白炭黑用量, 胎面胶的混炼工艺和挤出工艺性能优良, 耐磨性能明显提高, 生热明显降低, 抗湿滑性能提高, 滚动阻力大幅下降; 成品轮胎的耐久性能提升, 滚动阻力降低。

关键词: 全钢载重子午线轮胎; 胎面胶; 高分散性白炭黑; 滚动阻力; 耐磨性能

汽车尾气对环境的污染与日俱增, 为进一步降低汽车燃料消耗量和尾气排放量, 欧盟各成员国和美国纷纷立法对轮胎滚动阻力提出限值要求, 因此低滚动阻力轮胎成为发展趋势。在轮胎所有部件中, 胎面胶对滚动阻力的影响最大(约占50%以上), 因此降低胎面胶滚动阻力是降低轮胎滚动阻力的主要措施。本工作研究低滚动阻力全钢载重子午线轮胎胎面胶的配方和性能。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR), 牌号SMR20, 马来西亚产品; 顺丁橡胶(BR), 牌号9000, 中国石油巴陵石油化工有限公司产品; 溶聚丁苯橡胶(SSBR), 牌号RC2564S(充油量37.5份), 中国石油独山子石化有限公司产品; 高分散性白炭黑和偶联剂, 赢创德固赛公司产品。

1.2 配方

生产配方: NR, 100; 炭黑, 40; 高分散性白炭黑, 15; 偶联剂, 3; 促进剂, 1.5; 硫黄, 1.2; 其它, 14.5, 合计, 175.2。

试验配方: NR, 60; BR9000, 20; SSBR, 27.5; 炭黑, 35; 高分散性白炭黑, 20; 偶联剂, 4; 促进剂, 1.5; 硫黄, 1.2; 其它, 14.5, 合计,

183.7。

1.3 主要设备与仪器

TY-160型开炼机、25 t平板硫化机、Y401A型热老化试验箱, 江苏天源试验设备有限公司产品; XM370型密炼机, 大连橡塑机械股份有限公司产品; GK255型密炼机, 益阳橡胶塑料机械集团有限公司产品; UL2010型无转子硫化仪、UL2050型门尼粘度仪、UT2060型电子拉力机和UD3500型炭黑分散度仪, 台湾优肯科技股份有限公司产品; GT-RH-2000型压缩生热试验机, 台湾高铁科技股份有限公司产品; MZ-4061型阿克隆磨耗试验机, 江苏明珠试验机械有限公司产品; UA-2087型四工位耐久试验机, 青岛高校测控技术有限公司产品; DMA/SDTA861e型动态热机械分析仪, 梅特勒-托利多公司产品。

1.4 试样制备

1.4.1 小配合试验

小配合试验胶料混炼分2段在开炼机上进行。一段混炼加料顺序为: 生胶→小料→炭黑和白炭黑→下片→停放4 h; 二段混炼加料顺序为: 一段混炼胶→促进剂和硫黄→下片。

1.4.2 大配合试验

大配合试验胶料分3段混炼。一段和二段混炼均在XM370型密炼机中进行, 转子转速40

$\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$; 三段混炼在GK255型密炼机中进行, 转子转速 $25 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 。一段混炼加料顺序为: 生胶→小料、1/3炭黑、白炭黑→排胶; 二段混炼加料顺序为: 一段混炼胶→剩余2/3炭黑→排胶; 三段混炼加料顺序为: 二段混炼胶→硫黄和促进剂→排胶。

1.5 性能测试

胶料各项性能均按照相应国家标准或企业标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 小配合试验

小配合试验胶料物理性能如表1所示。从表1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略短, M_L 略小, M_H 略大, 硫化时间略长; 定伸应力提高, 拉伸强度和撕裂强度略低, 拉断伸长率较小, 阿克隆磨耗量和压缩疲劳温升明显降低, $0 \text{ }^\circ\text{C}$ 时的 $\tan\delta$ 增大, $60 \text{ }^\circ\text{C}$ 时的 $\tan\delta$ 明显减小。总的来看, 试验配方胶料的耐磨性能明显提

表1 小配合试验胶料物理性能

项 目	试验配方				生产配方	
门尼焦烧时间 (127 $^\circ\text{C}$) /min	15.38				15.88	
硫化仪数据 (151 $^\circ\text{C}$)						
M_L / (dN · m)	2.87				2.96	
M_H / (dN · m)	21.13				20.60	
t_{10} /min	3.28				3.15	
t_{90} /min	13.23				12.88	
炭黑分散等级	7.0				7.1	
硫化时间 (151 $^\circ\text{C}$) /min	20	30	40	20	30	40
密度 / (g · cm ⁻³)	1.14				1.14	
邵尔A型硬度/度	67	67	68	68	68	69
100%定伸应力/MPa	3.9	4.1	4.0	2.9	3.0	2.9
300%定伸应力/MPa	14.8	15.2	15.5	12.7	13.2	13.1
拉伸强度/MPa	23.3	24.6	23.1	24.3	25.5	24.1
拉断伸长率/%	460	480	436	520	536	515
阿克隆磨耗量/cm ³	0.149				0.260	
撕裂强度 / (kN · m ⁻¹)	126				129	
压缩疲劳温升 ¹⁾ / $^\circ\text{C}$	19.7				24.6	
0 $^\circ\text{C}$ 时的 $\tan\delta$	0.235				0.224	
60 $^\circ\text{C}$ 时的 $\tan\delta$	0.122				0.168	
100 $^\circ\text{C}$ × 48 h热空气老化后						
邵尔A型硬度/度	72				73	
100%定伸应力/MPa	6.2				4.2	
300%定伸应力/MPa	20.2				16.9	
拉伸强度/MPa	21.5				21.2	
拉断伸长率/%	326				396	
阿克隆磨耗量/cm ³	0.246				0.372	
撕裂强度 / (kN · m ⁻¹)	103				112	

注: 1) 负荷1.0 MPa, 冲程4.45 mm, 温度55 $^\circ\text{C}$, 压缩频率30 Hz。

高,生热明显降低,抗湿滑性能提高,滚动阻力大幅下降,能有效避免胎肩和胎冠出现使用缺陷,达到设计目标。

2.2 大配合试验

2.2.1 物理性能

大配合试验胶料物理性能如表2所示。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略短,硫化时间略长;定伸应力明显提

高;拉伸强度略低,拉断伸长率和撕裂强度较小,但能满足使用要求;耐磨性能明显提高,生热明显降低,抗湿滑性能提高,滚动阻力大幅下降。大配合试验结果与小配合试验结果基本一致。

2.2.2 工艺性能

(1) 一段混炼

一段混炼工艺参数如表3所示。与生产配方胶料相比,试验配方胶料的白炭黑和偶联剂用量较

表2 大配合试验胶料物理性能

项目	试验配方				生产配方	
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	59.2				58.3	
门尼焦烧时间(127℃)/min	15.35				15.81	
硫化仪数据(150℃)						
M_L /(dN·m)	2.19				2.08	
M_H /(dN·m)	21.47				20.88	
t_{10} /min	3.61				3.45	
t_{90} /min	13.51				13.18	
炭黑分散等级	7.4				7.5	
硫化时间(152℃)/min	20	30	40	20	30	40
密度/(g·cm ⁻³)	1.14				1.14	
邵尔A型硬度/度	67	68	67	67	68	67
100%定伸应力/MPa	3.5	3.6	3.6	2.9	3.3	3.1
300%定伸应力/MPa	15.2	15.9	16.2	12.8	13.2	12.9
拉伸强度/MPa	23.6	24.0	22.9	24.7	26.2	25.1
拉断伸长率/%	445	434	413	524	545	537
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	128				134	
阿克隆磨耗量/cm ³	0.161				0.224	
压缩疲劳温升 ¹⁾ /℃	19.3				24.2	
0℃时的tanδ	0.249				0.244	
60℃时的tanδ	0.121				0.162	
100℃×48h热空气老化后						
邵尔A型硬度/度	73				72	
100%定伸应力/MPa	5.9				5.1	
300%定伸应力/MPa	19.8				18.4	
拉伸强度/MPa	21.2				22.1	
拉断伸长率/%	317				378	
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	109				115	
阿克隆磨耗量/cm ³	0.320				0.425	

注:1)同表1。

表3 一段混炼工艺参数

项目	试验配方	生产配方
混炼能量/(kW·h)	15.8	15.0
转子转速/(r·min ⁻¹)	38	40
排胶温度/℃	152	155
混炼时间/s	155	139
下片情况	易下片	易下片
胶料表面情况	略粗糙	略粗糙

大。从表3可以看出：为保证硅烷化反应完全，试验配方胶料混炼时转子转速降低，排胶温度降低；由于添加白炭黑后胶料升温较慢，试验配方胶料的混炼时间较长。

(2) 挤出工艺

用大配合试验配方胶料和生产配方胶料挤出生产11R22.5 14PR全钢载重子午线轮胎胎面胶，挤出工艺参数如表4所示。从表4可以看出，在挤出线速度相同的情况下，与生产配方胶料相比，试验配方胶料挤出温度较低，其它工艺参数基本一致，且非常稳定。

2.3 成品轮胎性能

2.3.1 耐久性能

采用大配合试验配方胶料试制一批11R22.5 14PR

表4 胎面挤出工艺参数

项目	试验配方	生产配方
挤出线速度/(r·min ⁻¹)	13	13
挤出温度/℃	85~90	88~93
断面气孔量	较小	很小
边部情况	无烂边	无烂边
质量和尺寸波动	合格，波动很小	合格，波动很小

全钢载重子午线轮胎，按照GB/T 4501—2008《载重汽车轮胎性能室内试验方法》进行成品轮胎耐久性能试验，结果如表5所示。从表5可以看出，试验轮胎的耐久性能优于生产轮胎，均超过GB/T 4501—2008的要求。

表5 成品轮胎耐久性能试验结果

项目	试验轮胎	生产轮胎	GB/T 4501—2008
试验速度/(km·h ⁻¹)	70	70	
累计行驶时间/h	118	112	≥47
试验结束时轮胎状况	胎肩脱层	胎肩脱层	

注：行驶47 h后，每10 h负荷率增大10%，至150%时不再增加，试验至轮胎损坏。

2.3.2 滚动阻力

成品轮胎的滚动阻力按ISO 28580：2009《轮胎滚动阻力测试方法》中稳态测力法进行检测，试验轮胎和生产轮胎在25℃下在直径为2 m的转鼓上测得的滚动阻力系数分别为5.45 N·kN⁻¹与7.94 N·kN⁻¹，均达到欧盟轮胎标签法规2012年的要求，其中试验轮胎的滚动阻力系数已达到欧盟轮胎标签法规2016年的要求。

3 结论

在全钢载重子午线轮胎胎面胶中，主体材料采用NR/BR/SSBR并用，减小炭黑用量，增大高分散性白炭黑用量，胶料的混炼工艺和挤出工艺性能优良，耐磨性能明显提高，生热明显降低，抗湿滑性能提高，滚动阻力大幅下降；成品轮胎的耐久性能提升，滚动阻力降低，这为我公司轮胎产品顺利出口到欧盟奠定了坚实的基础。

Tread Compound Formulation of TBR Tire with Low Rolling Resistance

Yang Weijian, Hu Luwei, Huang Zhaoli, Yuan Debin
(Sichuan Kalevei Technology Co., Ltd., Jianyang 641400, China)

Abstract: In this study, the formulation and properties of the tread compound of TBR tire with low rolling

resistance tire were investigated. The experimental testing results showed that, when NR/BR/SSBR blend was used as the base material, the amount of carbon black was reduced and the amount of highly dispersible silica was increased, the tread compound showed good mixing property and extrusion property, the vulcanizates possessed significantly improved abrasion resistance, reduced heat build-up, increased wet skid resistance and low rolling resistance. The endurance performance of the finished tire was improved and the rolling resistance was reduced.

Keywords: TBR tire; tread compound; highly dispersible silica; rolling resistance; abrasion resistance



中策橡胶在安吉建10万t炭黑项目

中策橡胶(安吉)有限公司决定投资1.91亿元在浙江安吉建设年产10万t硬质炭黑项目。该项目占地2.7万m²,将新建2条年产3万t硬质炭黑生产线和1条年产4万t硬质炭黑生产线,配备2台处理能力为75 t·h⁻¹的炭黑尾气焚烧锅炉,预计于2015年12月投产。

中策橡胶(安吉)有限公司是杭州中策橡

胶公司的子公司,主要从事轮胎、履带、输送带等生产和销售。该公司从杭州迁建至安吉,年产200万条全钢载重子午线轮胎生产线及橡胶制品生产线的搬迁和扩建工程正在进行中。年产10万t炭黑项目是为轮胎生产线迁建项目而投资兴建的。

郭毅

2014年世界炭黑会议在西班牙召开

2014年10月20-22日,由史密瑟斯·若珀拉(Smithers Rapra)公司主办的世界炭黑会议在西班牙巴塞罗那召开。2014年国际炭黑会议是历届会议中规模最大的一次,来自炭黑生产商及客户、原料和设备供应商、投资公司和咨询机构的275位代表参加了会议。

诺奇(Notch)咨询公司发表了《全球炭黑展望与趋势》的主题演讲,分析了炭黑供求现状及前景,归纳了影响炭黑行业的三大因素:

- (1) 美国环保署对美国炭黑工厂废气排放法规的执法力度;
- (2) 中国炭黑出口量激增;
- (3) 炭黑与白炭黑在轮胎胎面胶中应用的比

例。一家轮胎产业研究咨询公司发表了《世界各地轮胎工业的需求:宏观刺激源和潜在的未来出路》的演讲。印度菲利普炭黑公司介绍了特种炭黑的应用情况;俄罗斯鄂木斯克炭黑集团介绍了俄罗斯炭黑行业情况;美国理查德森公司介绍了北美炭黑工业的概况;卡博特公司介绍了美国环保署在北美的活动情况;Ganpads公司阐述了炭黑生产技术和工艺问题,提出提高炭黑收率和减小生产废物排放量的措施。会上还讨论了行业可持续发展和回收炭黑的加工与利用问题。

郭隽奎