

丁苯橡胶 SBR152 在超高性能胎面配方中的应用

张宁, 刘海林, 李海艳, 陈海龙

(山东丰源轮胎制造股份有限公司, 山东 枣庄 277300)

摘要: 本文主要研究了使用 SBR152 代替 SBR1723 应用于超高性能胎面配方中。结果表明: 丁苯橡胶 152 等质量份数代替丁苯橡胶 SBR1723 应用在半钢轮胎胎面配方中, 胶料的物理性能方面, 定伸应力 50%、100%、300%、拉伸强度、断裂伸长率、永久变形、撕裂强度等均有提升; 硫化性能方面, 替代后门尼黏度降低, 同时焦烧时间基本无差别, 这有利于胶料的塑化, 提升胎面胶料的加工性能; 成品性能方面, 试验轮胎的强度性能、耐久性能、高速性能均无明显差异变化; 但是资金角度考虑有利于节约, 企业生产经营成本呈现正向作用, 企业盈利空间增大。

关键词: 丁苯橡胶; 高速性能; 配方; 胎面

中图分类号: TQ333.1

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2025)04-0047-05

DOI:10.13520/j.cnki.rpte.2025.04.011

0 前言

近些年来世界经济走势持续低迷, 受全球疫情的影响, 各国经济都出现了不同程度降低, 甚很多出现了负增长, 轮胎行业受中美、欧洲等对外贸易摩擦加剧, 地缘冲突, 美元持续贬值, 随着全球经济发展, 各行业竞争加剧, 当前橡胶产业发展已经进入“红海”市场, 产能过剩、结构不合理、中低端竞争激烈等。从经济大环境来看, 人民币升值、海运费暴涨、原材料价格大幅攀升, 未来碳达峰、碳中和的到来必将会倒逼产业转型升级, 谁在“红海”市场中把握先机、先行一步, 谁就能先迈入“蓝海”市场, 赢得先机。

当前我国汽车保有量居高不下, 其中 SUV 代指运动型多用途汽车, 泛指城郊多用途汽车, 是拥有旅行车般的空间机能, 配以货卡车的越野能力的车型, SUV 具备动力强、越野性、舒适宽敞性能的同时兼具良好的载物、载客功能, 可以说 SUV 兼具豪华轿车的舒适精细与越野车的本性, 是轿车与越野车的混血后裔, 搭乘人数通常为 5~7 人。世界顶级 SUV 车型有美国的吉普大切诺基、英国的路虎揽胜、德国的奔驰 G 级等。SUV 的热潮最早从美国延烧开来, 不仅欧美地区在流行, 连远在亚洲日本和韩国的汽车厂商也开始开发 SUV 的车款。由于受到休闲汽车休旅风气的影响, SUV 的高空间机能和越野能力, 已经取代旅行车

成了休闲旅游的主要车型, 成了当时最受欢迎的车款。SUV 的发展虽然经历了高低起伏的几个阶段, 但作为汽车市场重要的一支力量, SUV 市场竞争尚未充分, 无论是从产品自身还是厂家对市场的开发, 市场容量还远未到达极限, 依然有很大的提升空间。国内 SUV 市场一直是合资品牌和自主品牌两分的局面, 两者之间各有各的市场, 自主品牌 SUV 生产商迅速发展的同时, 竞争压力凸显。国际各大汽车制造商纷纷鏖战中国市场, 新车型不断上市, 汽车价格不断降低, 竞争十分激烈, 与之配套的轮胎竞争也就显得尤为激烈。

山东丰源轮胎制造股份有限公司作为轮胎制造商之一, 为了满足市场需求, 开发的 SUV 专用轮胎具备以下特点:

- (1) 四条直排水沟槽, 能够迅速而有效地排水, 保证了湿地驾驶的安全性。
- (2) 分布细小沟槽的中心花纹条, 刚性合理, 平衡了高速性能和湿地抓地力。
- (3) 多刀槽花纹设计, 轮胎的湿地抓地力和湿地操控性能极佳。
- (4) 紧密型的胎肩设计, 操控性好, 且噪声低。

作者简介: 张宁 (1984—), 男, 本科, 工程师, 主要从事轮胎经营管理及结构配方相关研究。

(5) 耐磨型胎面配方,使得轮胎的行驶里程更长。

(6) 特殊的胎侧结构,提升了胎侧的支撑性和耐久性,进而改善操控性和延长轮胎使用寿命。

本文主要研究 SUV 专业轮胎胎面配方的优化应用过程。

1 实验部分

1.1 主要原材料及助剂

20[#]天然橡胶 NR, TSR20 泰国进口; SBR1723 和 SBR173, 中国石化齐鲁股份有限公司橡胶厂产品; SBR1502, 中国石化齐鲁股份有限公司橡胶厂产品; 炭黑 N234, 卡博特公司; 沉淀法白炭黑 SIL1115MP, 青岛罗地亚白炭黑有限公司; 芳烃环保油 V700, 德国汉圣公司产品; 微晶蜡等其他小料均为市售产品。

1.2 胶料配方

运动型多用途汽车轮胎专用胎面配方中使用 SBR152 替代 SBR1723, 同时调整相应的油的含量, 保持胶和油的含量不变, 配方总份数不变。

表 1 运动型多用途汽车轮胎专用胎面配方

原材料	质量份数	
	TM 原	TM 试验
STR20	34.5	34.5
SBR1739	39.5	39.5
SBR1723	50	/
SBR152	/	36.4
V700	/	13.6
N234	40	40
1115MP	45	45
微晶蜡等其他小料	12.1	12.1
合计	221.1	221.1

1.3 主要设备与检测仪器

X(S)M-1.5X 型小密炼机、XK-160 型开炼机、XLB-400-400 型四立柱平板硫化机, 青岛科高橡塑机械技术装备公司产品; 干热收缩仪, SG625, 常州市双固顿达机电科技有限公司恒温恒湿箱, YG751E-1, 武汉国量仪器有限公司、数字式纱线黏度仪, TN11548, 东莞市通铭检测科技有限公司; XM370 型密炼机、XM305 型开炼机, 高校软控股份有限公司产品; 门尼黏度仪, MV3000, 德国 Montech 公司; 拉力试验机, Zwick Z010, 德国 Zwick 公司; 硬度计, Z3130, 德国 Zwick 公司检测设备。

1.4 胶料试样制备

混炼胶的制备:

小配合试验, 采用 X(S)M-1.5X 型小密炼机进

行母胶混炼, 然后采用 XK-160 型开炼机进行终炼胶加硫。一段母炼胶: 天然橡胶 (NR) 等生胶 → 石蜡与微晶蜡的混合物 (Antilux111)、硬脂酸 (SAD) 等小料 → 炭黑 / 白炭黑 → 160 °C 排胶; 母炼胶料需进行停放 (5 h), 而后进行开炼机加硫终炼, 二段开炼机混炼加料及操作顺序为: 一段母炼胶 → 硫磺、促进剂 CZ、防焦剂 CTP 等小料 → 胎面终炼胶下片。

大料车间试验, 采用 SSM 低温一步法炼胶工艺, 天然橡胶等生胶料与硬脂酸、促进剂等小料在 XM370 型密炼机中进行预混合混炼, 然后排胶到 XM305 型开炼机 (双驱全自动) 上, 初步塑炼并压制成片, 然后分流给 4 组全自动混炼开炼机进行进一步混炼, 胎侧胶料在每组混炼开炼机上进行自动混炼, 过程包含补充混炼、胶料冷却、胶料收取等步骤。

硫化胶的制备: 采用平板硫化机 (XLB-400-400 型四立柱平板硫化机, 青岛科高橡塑机械技术装备有限公司) 进行硫化得到硫化胶, 硫化设定温度 155 °C, 硫化设定时间 45 min。

然后测试各项性能, 标准执行相应的国家标准。

1.5 测试与表征

胶料性能测试, 其中硫化特性按照 GB/T16584—1996 进行测定、门尼黏度按照 GB/T1232.1—2016 进行测定、硬度按照 GB/T531.1—2008 进行测定、拉伸性能按照 GB/T528—2009 进行测定、撕裂强度按照 GB/T529—2008 进行测定、炭黑分散等级按照 GB/T6030—2006 进行测定等。

2 结果与讨论

2.1 胶料属性结果

SUV 轮胎所用丁苯橡胶的基本性能, 详见表 2:

表 2 运动型多用途汽车轮胎使用丁苯橡胶基本性能

名称	苯乙烯含量 / %	充油 / 份	门尼黏度
SBR1723	23.5	37.5	49
SBR152	23.5	0	52

如上所示: SBR152 和 SBR1723 的苯乙烯含量相同, 二者主要是是否充油的差别, 由于 SBR1723 充 37.5 份的油, SBR152 不充油, 造成 SBR152 门尼黏度略高, 但二者胶料组分相同, 基本不会对配方的性能造成较大影响, 可能有工艺上的差别, 替换后成本将降低约 0.22 元 / kg。

2.2 小配合试验

2.2.1 胶料的硫化特性

混炼胶硫化特性如表 3 所示。

表 3 运动型多用途汽车轮胎胎面胶小配合试验胶料的硫化特性

检测条件	检测项目	标准	TM 原	TM 试验 1	TM 试验 2	均值	提升率
门尼黏度 130 °C 焦烧	$M_L(1+4)100\text{ }^{\circ}\text{C}$	75±6	75.8	72.3	71.9	72.1	-4.9%
	t_s/min	16±4	17.1	17.1	17.1	17.1	0%
	$M_L/(\text{dN}\cdot\text{m})$	2.6±0.5	2.7	2.6	2.7	2.6	-3.7%
	$M_H/(\text{dN}\cdot\text{m})$	14.5±2.0	14.3	14.4	14.3	14.3	0.0%
硫变仪 150 °C ×40 min	T_{10}/s	6.0±1.0	5.9	5.9	5.9	5.9	0.0%
	T_{50}/s	9.0±1.5	8.6	8.3	8.3	8.3	-3.5%
	T_{90}/s	15.5±2.0	14.9	15.2	15.1	15.2	2.0%

从表 3 我们可以看出，运动型多用途汽车轮胎专用胎面配方优化后的门尼黏度降低，约为 -4.9%，同时焦烧时间无差别，这将有利于胶料的塑化，提升胎面胶料的加工性能；优化后的配方， M_L 略低，差值约

为 3.7%， M_H 无差别，优化后的配方，正硫化时间 T_{90} 略有延长，约为 0.3 min、2%。

2.2.2 胶料的物理性能

硫化胶料的物理性能如表 4 所示。

表 4 运动型多用途汽车轮胎胎面胶小配合试验胶料的物理特性

试验项目 条件	标准	SUV 原	SUV 试 1	SUV 试 2	SUV 试 3	均值	提升率
硬度 /(邵尔 A)	62±3	62	62	62	61	62	0.00%
定伸应力 /MPa	50%	1.3±0.5	1.24	1.28	1.26	1.27	2.40%
	100%	2.5±1.0	2.13	2.22	2.2	2.2	3.30%
	300%	11.0±2.0	10.2	10.35	10.3	10.31	1.20%
拉伸强度 /MPa	≥18.0	19.9	20.53	20.5	20.4	20.48	2.90%
断裂伸长率 /%	500±60	531	572	576	568	572	7.70%
永久变形 /%	16±4	16	20	19	18	19	18.80%
撕裂强度 /MPa		42	43	43	42	43	2.40%
炭黑分散	≥ 7	8	8	7	8	8	0.00%
回弹 /%		33	30	31	30	30	-9.10%
阿克隆磨耗 $/[\text{cm}^3\cdot(1.61\text{ km})^{-1}]$	≤ 0.200	0.098	0.102	0.11	0.108	0.107	9.20%
压缩生热 /°C	/	36.4	37.6	36.2	36.3	36.7	0.80%
压缩永久变形 /%	/	7.54	8.84	8.8	8.76	8.8	16.70%
比重 $/(\text{kg}\cdot\text{m}^{-3})$	1.170 ±0.015	1.172	1.176	1.175	1.175	1.175	0.30%

从表 4 运动型多用途汽车轮胎胎面胶 物理特性，我们可以看出，胎面胶料优化前后硬度无差别；定伸应力方面略有提升，50%、100%、300% 分别提升 2.4%、3.3%、1.2%；拉伸强度略有提升，提升约为 1.2%；断裂伸长率略有提升，提升约为 7.7%；永久变型提升较大，约为 18.8%；撕裂强度略有提升，提升约为 2.4%；炭黑分散度无变化；回弹性略有降低，降低约为 9.1%；阿克隆磨耗性能，提高了约 9.2%，说明胶料的耐磨性，略有降低；压缩生热基本一致，差值约为 0.8%，属于误差范围内；压缩永久变形提升较大，提升约为 16.7%；比重值基本一致，差值约为 0.3%，属于误差范围内。

2.3 大配合试验

2.3.1 大配合胶料的硫化特性

从表 5 我们可以看出，运动型多用途汽车轮胎胎面胶大配合胶料的硫化特性，与小配合相差不大，胎面配方优化后的门尼黏度降低约为 4.8%，小于小配合

的 5%，同时焦烧时间无差别，这将有利于胶料的塑化，提升胎面胶料的加工性能；大配合优化后的配方， M_L 、 M_H 检测数据趋于一致，优化后的配方，正硫化时间 T_{90} 略有延长，约为 0.2 min、1.3%。

从表 6 运动型多用途汽车轮胎胎面胶 物理特性，我们可以看出，胎面胶料优化前后硬度无差别；定伸应力方面略有提升，50%、100%、300% 分别提升 1.6%、2.3%、2.8%；拉伸强度略有提升，提升约为 3.4%；断裂伸长率略有提升，提升约为 7.9%；永久变型提升较小配合有降低，约为 11.7%；撕裂强度略有提升，提升约为 2.3%；炭黑分散度无变化；回弹性略有降低，降低约为 3.1%；阿克隆磨耗性能，提高了约 2.0%，说明胶料整体的耐磨性，差别不大；压缩生热基本一致，差值约为 0.1%，属于误差范围内；压缩永久变形提升较大，提升约为 16.0%；比重值基本一致，差值约为 0.2%，属于误差范围内。

2.4 成品性能分析

表 5 运动型多用途汽车轮胎胎面胶大配合试验胶料的硫化特性

检测条件	检测项目	标准	SUV 原	SUV 试 1	SUV 试 2	SUV 试 3	均值	提升率
门尼黏度 130 °C 焦烧	$M_L(1+4)100^\circ\text{C}$	75±5	75.1	71.3	71.8	71.4	71.5	-4.8%
	t_2/min	16±4	17.1	17.2	17.1	17.1	17.1	
	$M_L/(\text{dN}\cdot\text{m})$	2.5±0.5	2.6	2.6	2.6	2.7	2.6	
	$M_H/(\text{dN}\cdot\text{m})$	14.0±2.0	14.4	14.4	14.3	14.5	14.4	
硫变仪 150 °C ×40 min	T_{10}/s	6.0±1.0	5.8	5.8	5.8	5.9	5.8	
	T_{50}/s	8.5±1.5	8.6	8.3	8.4	8.4	8.4	-2.3%
	T_{90}/s	15.0±2.0	14.9	15.1	15.1	15.2	15.1	1.3%

表 6 运动型多用途汽车轮胎胎面胶大配合试验胶料的物理特性

试验项目 条件	标准	SUV 原	SUV 试 1	SUV 试 2	SUV 试 3	均值	提升率
硬度 /(邵尔 A)	62±3	61	61	62	61	61	0
定伸应力 /MPa	50%	1.2±0.5	1.25	1.28	1.27	1.27	1.60%
	100%	2.4±1.0	2.14	2.19	2.21	2.17	2.30%
	300%	11.0±2.0	10	10.2	10.3	10.35	2.80%
拉伸强度 /MPa	≥18.0	20.1	21.3	20.8	20.2	20.8	3.40%
断裂伸长率 /%	510±70	530	570	580	565	572	7.90%
永久变形 /%	16±4	17	19	18	19	19	11.70%
撕裂强度 /MPa		43	44	43	44	44	2.30%
炭黑分散	≥ 7	8	8	8	8	8	
回弹 /%		32	30	31	31	30	-3.10%
阿克隆磨耗 / $[\text{cm}^3\cdot(1.61\text{ km})^{-1}]$	≤ 0.200	0.098	0.099	0.105	0.103	0.1	2.00%
压缩生热 /°C	/	36.3	36.9	36.3	36.5	36.6	0.10%
压缩永久变形 /%	/	7.5	8.6	8.8	8.7	8.7	16.00%
比重 / $(\text{kg}\cdot\text{m}^{-3})$	1.170 ±0.015	1.173	1.175	1.175	1.175	1.175	0.20%

运动型多用途汽车轮胎胎面胶优化前后,分别生产试验轮胎后进行测试,测试轮胎规格 195/65R17。SUV 原胎面配方生产的试验轮胎命名为 Y, SUV 试胎面配方生产的试验轮胎命名为 Z。

2.4.1 强度性能

强度性能测试,依据 Q/B A1-2020《轿车子午线轮胎强度试验方法》,测试轮胎的充气压力为 180 kPa,测试的数据,X、Y 第 1~第 4 点破坏能,都达到标准值,X 第五点破坏能 598.9J、Y 第五点破坏能 602.1J,无明显差异,均超过标准值,Y、Z 试验轮胎强度性能测试,均达到企业标准要求。

2.4.2 耐久性能

表 7 试验轮胎耐久性能

试验阶段	试验轮胎负荷率 /%	测试时间 /h	
		Y 试验胎	Z 试验胎
普通耐久阶段			
1	85	4	4
2	90	6	
6			
3	100	24	24
低气压耐久阶段			
4	100	1.5	1.5
5	100	8	8
6	120	0.5	0.5
7	120	20	20
8	120	8	9

从表 7 可以看出,试验轮胎累计行驶分别为 72 h、73 h 后发生损坏,停止试验,损坏部位均为胎肩与胎

面边界部位,成品轮胎耐久性能均达到企业标准要求。

2.4.3 高速性能

表 8 试验轮胎高速性能

试验阶段	试验速度 / $(\text{km}\cdot\text{h}^{-1})$	行驶时间 /min	
		Y 试验胎	Z 试验胎
1	0~210	10	10
2	210	10	10
3	220	10	10
4	230	10	10
5	240	20	20
6	250	10	10
7	260	10	10
8	270	10	10
9	280	10	10
10	290	10	10
11	300	2	3

注:充气压力为 280 kPa,负荷率为 80%。

从表 8 可以看出,轮胎累计行驶 112 min、113 min 后发生损坏,停止试验,损坏部位均为胎肩部位,成品轮胎高速性能均达到企业标准要求。

3 结论

(1) 运动型多用途汽车轮胎专用胎面配方优化后的门尼黏度降低,同时焦烧时间无差别,这将有利于胶料的塑化,提升胎面胶料的加工性能;

(2) 其他各项性能,定伸应力方面略有提升,50%、100%、300% 分别提升 1.6%、2.3%、2.8%;拉伸强度略有提升,提升约为 3.4%;断裂伸长率略有

提升,提升约为 7.9%;永久变形提升较小配合有降低,约为 11.7%;撕裂强度略有提升,提升约为 2.3%;炭黑分散度无变化;回弹性略有降低,降低约为 3.1%;阿克隆磨耗性能,提高了约 2.0%,说明胶料整体的耐磨性,差别不大,同时从资金节约方面考虑,使用

SBR152 替代 SBR1723,替换后成本将降低约 0.22 元/kg,有利于节约企业生产经营成本,降低企业负担;

(3) 成品性能方面,强度性能、耐久性能、高速性能均均达到企业标准要求。

Application of styrene butadiene rubber SBR152 in ultra-high performance tread formulation

Zhang Ning, Liu Hailin, Li Haiyan, Chen Hailong

(Shandong Fengyuan Tire Manufacturing Co. LTD., Zaozhuang 277300, Shandong, China)

Abstract: This article focuses on the effect of replacing SBR1723 with SBR152 in the application of ultra-high performance tread formulations. The results showed that the physical properties of rubber compound in the semi steel tire tread formula were significantly improved, including the constant tensile stress (50%, 100%, 300%), tensile strength, elongation at break, permanent deformation, tear strength and other indicators. In terms of vulcanization performance, the Mooney viscosity of rubber compound after replacement decreased, while the scorch time remained basically unchanged, which was conducive to improving the plasticizing effect of rubber compound, thus enhancing the processing performance of tread rubber compound. In terms of finished product performance, there were no significant changes in the strength, durability, and high-speed performance of the test tires. However, from a cost perspective, this alternative solution helps to reduce the production and operation costs of enterprises and has a positive impact on their profit margins.

Key words: styrene butadiene rubber; high speed performance; formula; tread

(R-03)

晓星新材料拟建立印度帘线工厂

Xiaoxing New Materials plans to establish an Indian cord factory

近日,晓星新材料公司与印度马哈拉施特拉邦政府,签署谅解备忘录。

这家韩国企业,计划在当地建设一座轮胎帘线工厂。晓星新材料公司首席执行官成洛阳,与当地官员一同出席签约仪式。

据了解,该项目总投资额,为 174 亿卢比(约合人民币 14.5 亿元)。为建设工厂,晓星新材料公司,计划收购 70~100 英亩土地。目前,土地转让手续已经准备好,只需要最后签字完成。

数据显示,晓星新材料公司,占印度轮胎帘线市场份额的 56%。截至 2021 年,印度汽车拥有率全球最低,每 1 000 人拥有 22 辆汽车。

自 2022 年起,该国汽车销量开始暴增,每年增长超过 20%。

2024 年,晓星新材料公司表示,要培育印度轮胎帘线生产基地。

摘编自“轮胎世界网”

(R-03)