

低滚动阻力轿车轮胎胎面胶配方的优化

张海盟,丁全勇,刘 鹏,焦文秀
(三角轮胎股份有限公司,山东 威海 264200)

摘要:对低滚动阻力轿车轮胎胎面胶配方进行优化。结果表明,通过调整生胶体系(采用天然橡胶/顺丁橡胶/溶聚丁苯橡胶并用胶),减小环保芳烃油RAE用量,胶料的门尼粘度减小,门尼焦烧时间延长,硫化速度加快,硫化胶的物理性能和耐老化性能提高,工艺性能良好,成品轮胎的耐久性能和高速性能达到国家标准要求,滚动阻力降低。

关键词:轿车轮胎;胎面胶;滚动阻力

中图分类号:U463.341⁺.4

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2019)01-0040-05

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2019.01.0040

近年来,由于汽车日益普及,造成二氧化碳排放量越来越大。二氧化碳的增加导致全球气候变暖,并且世界石油资源日益匮乏,因此一场降低油耗的汽车工业革命直接引发了汽车制造商要求降低轮胎的滚动阻力^[1-2]。

为满足欧盟标签法以及国内整车厂要求,前几年我公司开发了低滚动阻力轿车轮胎胎面胶配方,但该配方胎面挤出时表面不光滑,通过冷却系统后胎面不易吹干,卷取存有水分不易挥发,导致成型工序需要安排专人进行擦拭,既影响产量,又给轮胎质量带来隐患。针对以上问题,本工作对该胎面胶配方进行优化。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),SMR20,马来西亚产品;溶聚丁苯橡胶(SSBR),牌号2466,台橡股份有限公司产品;顺丁橡胶(BR),牌号9000,中国石化北京燕山石化公司产品;高分散性白炭黑,牌号7000Gr,赢创德固赛(中国)投资有限公司产品;硅烷偶联剂TESPT,山东文兴科技有限公司产品;氧化锌,潍坊龙达锌业有限公司产品;环保芳烃油RAE,牌号P70,道达尔公司产品;抗湿滑树脂TL100,德国吕特格公司产品;防老剂4020,荣成化工总厂有限公司产

品;促进剂CZ,山东圣奥化工股份有限公司产品。

1.2 配方

现用配方和试验配方如表1所示。

表1 现用配方和试验配方 份

组 分	配方编号		
	1 [#]	2 [#]	3 [#]
NR	0	10	0
BR	25	25	30
SSBR	65	65	70
热塑性弹性体	10	0	0
RAE油	9	7	5

注:配方其余组分及用量为炭黑 10,白炭黑 50,硅烷偶联剂TESPT 10,氧化锌 3,硬脂酸 1.5,防老剂4020 2,防老剂RD 1,防护蜡 1,其他 18.5。1[#]配方为现用配方;2[#]和3[#]配方为试验配方。

1.3 主要设备和仪器

XK-150型开炼机,大连中泰橡胶机械有限公司产品;1.5 L密炼机,德国克虏伯公司产品;GK255N型和GK400N型密炼机,益阳橡胶塑料机械集团有限公司产品;XLB-Q 400×400×2型平板硫化机,上海第一橡胶机械厂有限公司产品;Instron 3367Q8137型拉力试验机,美国英斯特朗公司产品;GT-7080-52型门尼粘度仪,中国台湾高铁检测仪器有限公司产品;MDR2000型硫化仪和DMA-TV型橡胶粘弹性分析仪,美国阿尔法科技有限公司产品。

1.4 试样制备

小配合试验胶料在1.5 L密炼机中进行混炼,一段混炼加料顺序为:生胶→炭黑、RAE油→小

作者简介:张海盟(1983—),女,陕西咸阳人,三角轮胎股份有限公司工程师,学士,主要从事轿车轮胎材料配方的研发工作。

E-mail:shs_823@163.com

料→排胶(140~145℃),混炼时间为310 s;一段混炼胶放置2 h后同样在小型密炼机中进行二段混炼,加料顺序为:一段混炼胶→排胶(140~145℃),混炼时间为180 s。冷却2 h后进行终炼,加料顺序为:二段混炼胶、硫黄和促进剂→排胶(95~105℃),开炼机下片。

大配合试验采用三段混炼工艺,一段混炼在GK400N型密炼机中进行,转子转速为50 r·min⁻¹,加料顺序为:生胶、小料→炭黑→RAE油→排胶(140~145℃);二段混炼在GK400N型密炼机中进行,转子转速为47 r·min⁻¹,加料顺序为:一段混炼胶→排胶(140~145℃);三段混炼在GK255N型密炼机中进行,转子转速为25 r·min⁻¹,加料顺序为:二段混炼胶、硫黄和促进剂、防焦剂→排胶(95~105℃)。

混炼胶在平板硫化机上硫化,硫化条件为150℃×*t*₉₀。

1.5 性能测试

(1) 硫化特性、物理性能和耐热空气老化性能均按相应的国家标准进行测试。

(2) 动态力学性能。测试条件为:应变0.25%,频率10 Hz,温度范围30~80℃,升温速率3℃·min⁻¹。

2 结果与讨论

2.1 小配合试验

2.1.1 硫化特性

小配合试验胶料的硫化特性如表2所示。

从表2可以看出:与1[#]配方胶料相比,2[#]配方胶料的门尼粘度减小,门尼焦烧时间延长,加工安全

表2 小配合试验胶料的硫化特性

项 目	配方编号		
	1 [#]	2 [#]	3 [#]
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	64	62	74
门尼焦烧时间 <i>t</i> ₅ (125℃)/min	21.29	28.93	25.03
硫化仪数据(150℃)			
<i>F</i> ₁ /(dN·m)	2.02	2.12	2.74
<i>F</i> _{max} /(dN·m)	15.07	14.93	20.83
<i>t</i> _{s1} /min	5.70	5.57	4.44
<i>t</i> _{s2} /min	6.61	6.46	5.38
<i>t</i> ₁₀ /min	8.46	8.25	7.40
<i>t</i> ₂₅ /min	6.07	5.91	5.26
<i>t</i> ₉₀ /min	18.73	18.17	18.30

性好,*t*₉₀相当;3[#]配方胶料的门尼粘度增大,这是由于配方中的RAE油用量较小,使橡胶与填料没有完全润滑,塑性较高,影响了胶料的加工性能。

2.1.2 物理性能

小配合试验硫化胶的物理性能如表3所示。

表3 小配合试验硫化胶的物理性能

项 目	配方编号		
	1 [#]	2 [#]	3 [#]
邵尔A型硬度/度	65	65	63
100%定伸应力/MPa	3.0	2.6	3.9
300%定伸应力/MPa	12.3	12.3	17.4
拉伸强度/MPa	17.5	18.3	19.3
拉断伸长率/%	395	421	324
拉断永久变形/%	22	20	20
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	41	40	38
DIN磨耗量/cm ³	0.127	0.136	0.121
回弹值/%			
25℃	40	42	41
100℃	60	62	59
100℃×48 h老化后			
邵尔A型硬度/度	71	70	71
100%定伸应力/MPa	5.4	4.3	6.5
拉伸强度/MPa	15.9	17.8	16.8
拉断伸长率/%	252	298	207

从表3可以看出:与1[#]配方硫化胶相比,2[#]配方硫化胶的拉伸强度和拉断伸长率增大;3[#]配方硫化胶的硬度、拉断伸长率和撕裂强度减小,这可能是由于配方中增大了双末端改性的SSBR用量而导致物理性能下降。

2.1.3 动态力学性能

胎面胶在0℃左右的损耗因子(tanδ)可以表征轮胎的抗湿滑性能,其值越大,轮胎的抗湿滑性能越好;60℃左右的tanδ可以表征轮胎的滚动阻力,其值越小,轮胎的滚动阻力越低^[3-4]。小配合试验硫化胶的动态力学性能如表4所示。

表4 小配合试验硫化胶的动态力学性能

项 目	配方编号		
	1 [#]	2 [#]	3 [#]
0℃时			
tanδ	0.448	0.443	0.447
tanδ指数	100	99	100
60℃时			
tanδ	0.084	0.077	0.089
tanδ指数	100	92	106
tanδ最大值	0.643	0.673	0.634
玻璃化温度/℃	-12.4	-13.9	-11.3

从表4可以看出:与1[#]配方硫化胶相比,2[#]配方硫化胶0℃时的tan δ 指数相当,60℃时的tan δ 指数减小了8%,表明轮胎的滚动阻力减小;3[#]配方硫化胶0℃时的tan δ 指数相同,60℃时的tan δ 指数增大了6%,表明轮胎的滚动阻力增大。

2.2 大配合试验

通过小配合试验得出2[#]配方胶料的综合性能较好,因此选用2[#]配方进行大配合试验。

2.2.1 硫化特性

大配合试验胶料的硫化特性如表5所示。

表5 大配合试验胶料的硫化特性

项 目	配方编号	
	1 [#]	2 [#]
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	66	63
门尼焦烧时间 t_5 (125℃)/min	15.67	17.47
硫化仪数据(150℃)		
F_L /(dN·m)	2.21	2.25
F_{max} /(dN·m)	14.44	15.06
t_{s1} /min	4.46	3.43
t_{s2} /min	5.26	4.02
t_{10} /min	4.78	3.64
t_{50} /min	5.94	5.36
t_{90} /min	15.71	13.04

从表5可以看出:与1[#]配方胶料相比,2[#]配方胶料的门尼粘度减小,门尼焦烧时间延长,加工更安全; t_{90} 稍短,硫化速度加快。

2.2.2 物理性能

大配合试验硫化胶的物理性能如表6所示。

表6 大配合试验硫化胶的物理性能

项 目	配方编号	
	1 [#]	2 [#]
邵尔A型硬度/度	65	64
100%定伸应力/MPa	3.4	3.2
300%定伸应力/MPa	13.6	14.2
拉伸强度/MPa	17.3	18.6
拉断伸长率/%	368	397
拉断永久变形/%	16	18
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	38	44
DIN磨耗量/cm ³	0.148	0.143
回弹值/%		
25℃	38	40
100℃	59	62
100℃×48h老化后		
邵尔A型硬度/度	70	69
100%定伸应力/MPa	4.7	4.3
拉伸强度/MPa	16.0	17.1
拉断伸长率/%	254	266

从表6可以看出,与1[#]配方硫化胶相比,2[#]配方硫化胶的拉伸强度、拉断伸长率、撕裂强度和高温回弹值均增大,耐老化性能提高。

2.2.3 动态力学性能

大配合试验硫化胶的动态力学性能如表7所示。

表7 大配合试验硫化胶的动态力学性能

项 目	配方编号	
	1 [#]	2 [#]
0℃时		
tan δ	0.457	0.438
tan δ 指数	100	96
60℃时		
tan δ	0.094	0.089
tan δ 指数	100	94

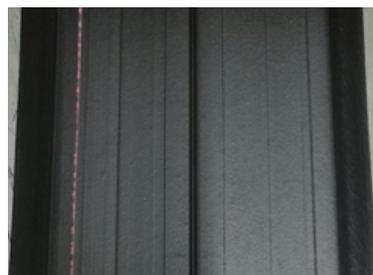
从表7可以看出,与1[#]配方硫化胶相比,2[#]配方硫化胶60℃时的tan δ 指数减小了6%,表明胶料的生热降低,轮胎的滚动阻力减小,这与小配合试验结果一致。

2.3 工艺性能

1[#]和2[#]配方胶料胎面挤出情况如图1所示。



(a) 1[#]配方



(b) 2[#]配方

图1 胎面挤出情况

从图1可以看出,与1[#]配方胶料相比,2[#]配方胶料胎面挤出表面光滑不粗糙,尺寸稳定性良好,这是由于2[#]配方中加入了NR,它与其他橡胶的相容

性较好,易吃料,对配合剂的湿润性和分散性好,有利于胶料的加工性能。

2.4 成品性能

采用2[#]配方胶料试制205/65R15低滚动阻力轿车轮胎,并对其进行耐久性能、高速性能和滚动阻力测试。

2.4.1 耐久性能

成品轮胎的耐久性能按GB/T 4502—2016《轿车轮胎性能室内试验方法》进行测试,试验条件和结果如表8所示。

表8 成品轮胎的耐久性能试验条件和结果

项 目	试验阶段					
	1	2	3	4	5	6
负荷率/%	85	90	100	100	105	110
试验时间/h	4	6	24	1.5	3	31.5
1 [#] 配方轮胎	4	6	24	1.5	3	31.5
2 [#] 配方轮胎	4	6	24	1.5	3	31.5

注:试验速度 120 km·h⁻¹,充气压力 220 kPa。

从表8可以看出,1[#]和2[#]配方轮胎的累计行驶时间均为70 h,达到了国家标准要求(>34 h),试验结束时轮胎均未损坏。

2.4.2 高速性能

成品轮胎的高速性能按GB/T 4502—2016进行测试,试验结果如表9所示。

从表9可以看出,1[#]和2[#]配方轮胎的高速性能均达到了国家标准要求,试验结束时轮胎无异常。

表9 成品轮胎的高速性能试验结果

项 目	1 [#] 配方轮胎	2 [#] 配方轮胎	国家标准
试验速度/(km·h ⁻¹)	210	210	≥210
试验时间/min	25	25	≥20
试验结束时轮胎状态	无异常	无异常	

注:试验负荷 448 kg,充气压力 320 kPa。

2.4.3 滚动阻力

成品轮胎的滚动阻力按GB/T 29040—2012《汽车轮胎滚动阻力测试方法》进行测试,试验条件和结果如表10所示。

表10 成品轮胎的滚动阻力测试条件和结果

项 目	1 [#] 配方轮胎	2 [#] 配方轮胎
试验速度/(km·h ⁻¹)	80	80
升温行驶时间/min	30	30
滚动半径/m	0.284	0.284
25℃下2 m转鼓		
滚动阻力/N	43.85	41.06
滚动阻力系数/(N·kN ⁻¹)	8.79	8.23

注:充气压力 230 kPa,试验负荷 336 kg。

从表10可以看出,试验配方轮胎的滚动阻力系数比生产配方轮胎减小6%,成品轮胎的滚动阻力明显降低。

3 结论

对现用低滚动阻力胎面胶配方进行优化,通过调整生胶体系,减小RAE油用量,既改善了胶料挤出存在的工艺问题,同时又降低了成品轮胎的滚动阻力。该配方在我公司通过试验后现已批量投产1年多,截至目前无异常质量反馈。

参考文献:

- [1] 王梦蛟. 绿色轮胎的发展及其推广应用[J]. 橡胶工业,2018,65(1):105-112.
- [2] 顾培霜,郑昆,陈松. 低滚动阻力抗湿滑轿车胎的开发[J]. 世界橡胶工业,2014,41(12):1-3.
- [3] 刘琦,孙学红,李文东,等. 低滚动阻力胎面胶配方优化设计[J]. 轮胎工业,2017,37(8):471-474.
- [4] 周宏斌,王宝全,张元洪,等. 低滚动阻力载重子午线轮胎配方开发[J]. 橡胶工业,2017,64(2):99-103.

收稿日期:2018-07-30

Formulation Optimization of Tread Compound for Low Rolling Resistance Passenger Car Tire

ZHANG Haimeng, DING Quanyong, LIU Peng, JIAO Wenxiu

(Triangle Tyre Co., Ltd, Weihai 264200, China)

Abstract: The formulation of tread compound for low rolling resistance passenger car tire was optimized. The results showed that, by adjusting the raw rubber system (blend of natural rubber/cis-butadiene rubber/

solution polymerized styrene-butadiene rubber) and decreasing the addition level of environmental friendly aromatic oil RAE, the Mooney viscosity of the compound decreased, the Mooney scorching time was extended and the curing rate increased. The physical properties and aging resistance of the vulcanizate were improved, and the processability was good. The endurance and high speed performance of the finished tire met the requirements of the national standard and the rolling resistance decreased.

Key words: passenger car tire; tread compound; rolling resistance

横滨2018年前3个季度利润下降、 销售额增长

中图分类号:TQ336.1;F27 文献标志码:D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntiredealer.com)2018年11月9日报道:

横滨橡胶有限公司公布其2018年前3个季度(截止2018年9月30日)的净收入为163亿日元,净销售额为4 608亿日元;2017年同期的净收入为218亿日元,净销售额为4 555亿日元。

根据2018年9月30日的汇率,横滨的销售额为40亿美元,净收入为1.43亿美元,收入/销售比为3.6%。

该公司的收益同比下降了25.5%,这一下降与横滨美国轮胎生产子公司——横滨轮胎制造公司密西西比有限责任公司112亿日元的资产减值费用有关。

净销售额同比增长1.2%,是公司历史上前3个季度的最高水平,营业收入增长13.4%,达到创纪录的356亿日元。

在横滨轮胎业务板块,日本和海外的原配胎销售收入下降,这一下降反映了横滨轮胎多车型产品转换的影响以及中国汽车产量的下滑。

横滨称,通过大力推广全球旗舰品牌Advan豪华级轮胎、BluEarth系列节能轮胎和其他高附加值产品,在日本替换胎市场的销售量有所增长。由于不利的气候变化趋势、一些新兴经济体的货币不稳定以及中美贸易摩擦对需求产生的负面影响,日本以外替换胎业务量下降。

在ATG(联盟轮胎集团)业务板块,销售收入的增长得益于原配胎业务的增长,这些增长反映了对农业机械需求的复苏。

横滨已经下调了2018年2月19日公布的全年销售和收益的财政预测。这些修正与中国、俄罗斯和中东的轮胎销售量低于预期、建筑密封领域

的多种业务板块销售量低于预期以及美国轮胎制造厂的资产减值费用有关。

横滨修订的销售和盈利预测要求净利润为360亿日元,较2017年下降9.9%,较前期预测下降10%;营业收入为615亿日元,较2017年增长5.6%,较前期预测下降2.4%;销售额为6 500亿日元,较2017年增长0.6%,较前期预测下降3.0%。

(赵敏摘译 吴秀兰校)

桂林橡机助力邓禄普航空工业轮胎生产

中图分类号:TQ336.1 文献标志码:D

桂林橡胶机械有限公司成功与英国邓禄普飞机轮胎有限公司签订订单协议,将为其在英国本土的工厂提供硫化机设备,助力其航空工业轮胎的生产。这是桂林橡机GRM品牌首次服务英国本土客户。

本次为邓禄普提供的设备为2 159 mm(85英寸)机械式硫化机,是桂林橡机的传统优势机型,具有性能稳定、生产效能高等优点,已多次出口东南亚等地,客户使用效果良好。为了更好地提供定制化服务,桂林橡机将按照欧洲安全标准进行技术选型设计与优化。

2018年11月8日,英国邓禄普飞机轮胎有限公司CEO戈登·罗珀先生来到桂林橡机进行实地考察。他充分肯定了桂林橡机在客户服务、加工水平和质量控制等方面的表现。他表示,与桂林橡机签订的此次合作对其非常重要。设备的引进将有助于邓禄普扩大现有的产能和产量,帮助其生产出更高品质的飞机工业轮胎产品。邓禄普选择桂林橡机作为供应商,是因为桂林橡机的硫化机品质非常高,并且能提供很短的交货期和具有竞争力的价格。他展望未来双方开展更多合作,也希望桂林橡机更多参与到邓禄普的业务增长中。

(摘自《信息早报(化工专刊)》,2018-11-20)