

异戊橡胶IR-80在全钢载重子午线轮胎胎面胶中的应用

王 坤, 王晓雷

[双钱集团(新疆)昆仑轮胎有限公司, 新疆 乌鲁木齐 831400]

摘要: 研究异戊橡胶IR-80(简称IR-80)在全钢载重子午线轮胎胎面胶中的应用。结果表明:在全钢载重子午线轮胎胎面胶中使用15份IR-80等量替代天然橡胶,可延长胶料焦烧时间,改善混炼和挤出工艺性能;在保证硫化胶物理性能和成品轮胎耐久性能的同时可降低生产成本。

关键词: 异戊橡胶;全钢载重子午线轮胎;胎面胶;性能;成本

中图分类号: U463.341⁺.3/.6;TQ333.3

文献标志码: A

文章编号: 1006-8171(2020)10-0597-03

DOI: 10.12135/j.issn.1006-8171.2020.10.0597



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

轮胎消耗世界70%的天然橡胶(NR),而NR产量有限,因此轮胎企业积极寻找NR的替代品。NR中顺式-1,4-聚异戊二烯含量大,且NR主分子链规整度高,结晶性能优,相对分子质量大且分布宽,凝胶含量大^[1-2]。异戊橡胶是综合性能最接近NR的合成橡胶^[3-5]。

我公司地处中国最西部,70%以上的NR依赖进口,运输成本非常高,且运输周期长。克拉玛依市天利恒华石化有限公司生产的异戊橡胶IR-80(以下简称IR-80)综合性能较好,且该公司与我公司同在新疆,距离较近,运输成本大大降低,同时能降低我公司的原材料库存。本工作主要研究IR-80在全钢载重子午线轮胎胎面胶中的应用。

1 实验

1.1 原材料

IR-80,克拉玛依市天利恒华石化有限公司产品;NR,STR20,泰国产品;炭黑N234,嘉峪关大友嘉能化工有限公司产品;白炭黑955MP,无锡恒亨白炭黑有限责任公司产品;氧化锌(纯度99.7%)、硬脂酸、防老剂6PPD、防老剂TMQ、偶联剂Si69、

硫黄和促进剂均为市售工业品。

1.2 配方

胎面胶配方见表1。

表1 胎面胶配方

组 分	试验配方	生产配方
NR	85	100
IR-80	15	0
炭黑N234	39.5	38.5
白炭黑955MP	15	15
偶联剂Si69	3	3
氧化锌	3.5	3.5
硬脂酸	2	2
防老剂6PPD	1.5	1.5
防老剂TMQ	1.5	1.5
其他	4.65	4.62

1.3 主要设备和仪器

XK-150型开炼机,广东湛江机械厂产品;F370型和F270型密炼机,大连橡胶塑料机械股份有限公司产品;MDR2000E型无转子硫化仪和T2000型电子拉力机,美国阿尔法科技有限公司产品;VSMV-100B型门尼粘度计,上海诺甲仪器仪表有限公司产品;DIN磨耗测试仪和RH-2000型橡胶压缩生热试验机,中国台湾高铁检测仪器有限公司产品。

1.4 混炼工艺

小配合试验胶料在开炼机上混炼,加料顺序为:生胶→氧化锌、防老剂等小料→炭黑和白炭

作者简介: 王坤(1986—),男,宁夏石嘴山人,双钱集团(新疆)昆仑轮胎有限公司工程师,学士,主要从事轮胎配方研发和工艺管理工作。

E-mail: 76336998@qq.com

黑→下片→停放→硫黄和促进剂→下片,停放。

大配合试验胶料采用3段混炼,一段混炼在F370型密炼机中进行,初始转子转速为 $55 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,压砣压力为 0.6 MPa ,混炼工艺为:生胶→压砣(20 s)→部分炭黑、白炭黑及小料→压砣至 $145 \text{ }^\circ\text{C}$ →提压砣,保持10 s(转子转速调至 $25 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$)→排胶($156 \text{ }^\circ\text{C}$);二段混炼在F370型密炼机中进行,初始转子转速为 $50 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,压砣压力为 0.6 MPa ,混炼工艺为:一段混炼胶和剩余炭黑→压砣(40 s)→提压砣,保持10 s(转子转速调至 $20 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$)→排胶($153 \text{ }^\circ\text{C}$);三段混炼在F270型密炼机中进行,初始转子转速为 $40 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,压砣压力为 0.4 MPa ,混炼工艺为:二段混炼胶、硫黄和促进剂→压砣(25 s)→提压砣→压砣(40 s)→提压砣,保持10 s(转子转速调至 $20 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$)→排胶($118 \text{ }^\circ\text{C}$)。

为了保证试验结果的准确性,采用同批次原材料,试验配方和生产配方胶料在同一班次先后在同一台密炼机中混炼。

1.5 性能测试

胶料各项性能按照相应的国家标准进行测试。成品轮胎耐久性能按企业标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 小配合试验

小配合试验结果如表2所示。

从表2可以看出:与生产配方胶料相比,试验配方胶料门尼粘度增大,门尼焦烧时间延长,硫化仪数据中各时间均延长,这是由于IR-80门尼粘度较NR稳定,相对分子质量分布窄;试验配方胶料的定伸应力降低,拉伸伸长率提高,拉伸强度、压缩疲劳温升和DIN磨耗量相当。

2.2 大配合试验

大配合试验结果如表3所示。

从表3可以看出,大配合试验结果与小配合试验结果基本一致,试验配方胶料门尼粘度较大,硫化仪数据中各项时间均延长,定伸应力相对偏低,其他性能接近。

2.3 工艺性能

试验配方胶料混炼工艺性能较好,排胶后没有出现散料的情况,下片后胶料表面光滑。

表2 小配合试验结果

项 目	试验配方			生产配方		
门尼粘度[ML(1+4)100 °C]	72			71		
门尼焦烧时间 t_5 (130 °C)/min	14.43			13.25		
硫化仪数据(151 °C)						
F_1 /(dN·m)	2.60			2.55		
F_{max} /(dN·m)	15.66			16.03		
t_{10} /min	5.22			4.66		
t_{30} /min	6.56			6.29		
t_{60} /min	8.42			7.86		
t_{90} /min	13.45			12.63		
t_{100} /min	27.69			24.97		
$R_{97}^{1)}$ /min	44.98			42.90		
t_{s2} /min	5.80			5.31		
硫化时间(151 °C)/min	30	40	60	30	40	60
密度/($\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	1.130			1.130		
邵尔A型硬度/度	66	65	66	65	66	66
50%定伸应力/MPa	1.81	1.84	1.92	1.85	1.91	2.03
100%定伸应力/MPa	3.14	3.26	3.27	3.22	3.32	3.50
200%定伸应力/MPa	7.82	7.91	8.40	8.11	8.34	9.15
300%定伸应力/MPa	13.46	13.30	13.87	14.13	14.66	15.41
拉伸强度/MPa	28.94	28.33	28.14	28.66	28.16	28.53
拉伸伸长率/%	579	569	547	553	542	536
撕裂强度/ ($\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$)	147	137	104	161	123	110
压缩疲劳温升 $^{2)}$ /°C	27.2	28.35	28.6	26.15	28.4	27.1
DIN磨耗量/ mm^3	129.0	138.6	134.9	132.1	131.0	130.7

注:1) R_{97} 为转矩达到最大值后下降到97%最大扭矩的时间;

2) 冲程 4.45 mm, 负荷 1.0 MPa, 温度 55 °C。

试验配方胶料挤出温度与生产配方胶料相当,挤出胎面半成品表面光滑、无麻面、无破边,没有出现断料等现象,尺寸变化小,挤出胎面气孔率没有差异。

在胎面胶中使用15份IR-80等量替代NR可改善混炼和挤出工艺性能。

2.4 成品性能

使用试验配方和生产配方制备12.00R20 18PR KT269全钢载重子午线轮胎,成品轮胎耐久性能按企业标准进行测试,测试条件为:充气压力 830 kPa,额定负荷 3 750 kg,速度 $55 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,室温 $35 \text{ }^\circ\text{C}$ 。按照国家标准要求试验47 h后,每10 h行驶速度增大 $5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,负荷增大10%,直至轮胎损坏为止。

成品轮胎耐久性试验结果如表4所示。由表4可见,试验轮胎的耐久性能略优于生产轮胎。

表3 大配合试验结果

项 目	试验配方			生产配方		
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	81			76		
门尼焦烧时间 t_5 (130℃)/min	11.06			9.93		
硫化仪数据(151℃)						
F_L /(dN·m)	2.62			2.49		
F_{max} /(dN·m)	16.43			16.60		
t_{10} /min	5.93			5.52		
t_{30} /min	7.12			7.23		
t_{60} /min	8.57			8.79		
t_{90} /min	14.16			13.42		
t_{100} /min	23.56			22.31		
$R_{97}^{1)}/min$	43.36			41.96		
t_{s2}/min	6.21			5.31		
硫化时间(151℃)/min	30	40	60	30	40	60
密度/(Mg·m ⁻³)	1.130			1.130		
邵尔A型硬度/度	65	65	66	67	65	66
50%定伸应力/MPa	1.44	1.41	1.42	1.48	1.48	1.45
100%定伸应力/MPa	2.57	2.44	2.55	2.61	2.60	2.49
200%定伸应力/MPa	7.91	7.77	8.13	8.02	8.51	8.44
300%定伸应力/MPa	13.15	12.59	12.95	13.38	13.57	12.98
拉伸强度/MPa	27.49	26.33	27.20	28.23	26.83	25.67
拉断伸长率/%	568	539	543	563	538	549
撕裂强度/ (kN·m ⁻¹)	112	103	99	119	109	105
压缩疲劳温升 ²⁾ /℃	27.8	27.1	28.7	28.8	28.2	29.3
DIN磨耗量/mm ³	120.3	124.6	125.1	126.8	128.1	129.6

注:同表2。

2.5 成本分析

按市场价格计算,在全钢载重子午线轮胎胎

表4 成品轮胎耐久性试验结果

项 目	试验轮胎	生产轮胎
累计行驶时间/h	92.22	91.70
试验结束时轮胎损坏情况	胎肩鼓包	胎肩鼓包

面胶中使用15份IR-80等量替代NR,生产成本下降0.1元·kg⁻¹,同时IR-80产地较近,运输费用大幅降低,具有良好的经济效益。

3 结论

在全钢载重子午线轮胎胎面胶中使用15份IR-80等量替代NR,可延长胶料焦烧时间,改善混炼和挤出工艺性能,在保证硫化胶物理性能和成品轮胎耐久性能的同时可降低生产成本。试验轮胎自2018年投入使用后,未出现胎面胶掉块或者不耐磨的现象,市场反馈良好。

参考文献:

- [1] 李花婷,陈名行,蔡尚脉.绿色轮胎用橡胶材料功能化的研究概况[J].橡胶工业,2019,66(7):483-488.
- [2] 谢遂志.橡胶工业手册 第1分册:生胶与骨架材料[M].北京:化学工业出版社,1989.
- [3] 牛忠福,辛欣,郎秀瑞,等.高性能轮胎用聚异戊二烯橡胶的研究进展[J].轮胎工业,2018,38(9):520-527.
- [4] 崔小明.我国聚异戊二烯橡胶生产技术进展[J].橡胶科技,2019,17(11):605-611.
- [5] 陈晓丽,苏志魁,马松凯.结构调节剂对液体聚异戊二烯橡胶结构的影响[J].橡胶工业,2018,65(11):1257-1260.

收稿日期:2020-04-30

Application of Polyisoprene Rubber IR-80 in Tread Compound of Truck and Bus Radial Tire

WANG Kun, WANG Xiaolei

[Double Coin Group (Xinjiang) Kunlun Tyre Co., Ltd, Urumqi 831400, China]

Abstract: The application of polyisoprene rubber IR-80 (IR-80 for short) in the tread compound of truck and bus radial tire was studied. The results showed that, by using 15 phr IR-80 to replace equal amount of natural rubber in the tread compound, the scorch time of the compound was prolonged, the mixing and extrusion process properties were improved; in ensuring the physical properties of the vulcanizate and durability of the finished tire, the production cost was reduced.

Key words: polyisoprene rubber; truck and bus radial tire; tread compound; property; cost