

全钢载重子午线轮胎上三角胶配方设计研究

郭 星,许建欣,谭建良,孙 蕾

[浦林成山(山东)轮胎有限公司,山东 荣成 264300]

摘要:从硫化体系、增塑体系和加工助剂三方面对全钢载重子午线轮胎上三角胶配方进行优化设计。结果表明:调整硫化体系以增大多硫键含量,在不影响工艺操作性能的前提下,减小芳烃油和增粘树脂用量,能显著提升全钢载重子午线轮胎上三角胶的耐疲劳性能,轮胎的胎圈耐久性能得到提升。

关键词:全钢载重子午线轮胎;上三角胶;配方设计;耐疲劳性能;耐久性能

中图分类号:U463.341⁺.3/.6

文章编号:1006-8171(2019)01-0037-03

文献标志码:A

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2019.01.0037

全钢载重子午线轮胎的三角胶分为上、下两种胶料,适应不同的性能要求^[1-2]。下三角胶以提高刚性为主,配以高用量的炭黑,提高胶料硬度,上三角胶作为到胎侧的过渡,应具有一定的耐疲劳性能和撕裂强度,工艺方面考虑与其他部件具有较好的粘性。

本工作主要对全钢载重子午线轮胎上三角胶配方进行优化设计,着重提高上三角胶的动态疲劳性能,以提升轮胎耐久性能。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),牌号SIR20,印度尼西亚产品;间接法氧化锌,山东潍坊龙达锌业有限公司产品;硬脂酸,南通市康桥油脂有限公司产品;促进剂TBBS,荣成市化工总厂有限公司产品;增粘树脂DHJH-C,华齐(中国)化工有限公司产品;不溶性硫黄IS-7520,江苏宏泰橡胶助剂有限公司产品;芳烃油,荣成市兴辰化工有限公司产品。

1.2 配方

1.2.1 设计思路

(1)硫化体系。根据选用容易生成多硫键的普通硫化体系能够提高硫化胶的耐疲劳性能的原则^[3],将不溶性硫黄IS-7520/促进剂TBBS用量比

由4.64提高到6.25,提高多硫键比例。

(2)增塑体系。根据加入对橡胶具有稀释作用的软化剂会降低橡胶的玻璃化温度,不利于拉伸结晶,减小芳烃油的用量,考虑到胶料加工性能方面的影响,芳烃油用量进行微调,减小0.5份。

(3)加工助剂。增粘树脂的加入会导致耐疲劳性能降低,硫化胶生热性变高^[4],因此在不影响加工性能的前提下,调整增粘树脂DHJH-C的用量为0.5份。

1.2.2 设计方案

生产配方:NR 100,炭黑 42,增粘树脂DHJH-C 3,芳烃油 2,不溶性硫黄IS-7520 2.83,促进剂TBBS 0.61,其他 7.2。

试验配方:NR 100,炭黑 42,增粘树脂DHJH-C 0.5,芳烃油 1.5,不溶性硫黄IS-7520 3.19,促进剂TBBS 0.51,其他 7.2。

1.3 主要设备和仪器

XK-160型开炼机,烟台橡胶机械股份有限公司产品;GK400N和GK270N型密炼机,益阳橡胶塑料机械集团有限公司产品;V502H-18-X型平板硫化机,迈克诺技术有限公司产品;AI-7000M型应力-应变拉伸试验机和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;MDR2000型无转子硫化仪,美国阿尔法科技有限公司产品。

1.4 试样制备

小配合试验采用两段混炼工艺,均在XK-160型开炼机上进行。一段混炼加料顺序:生胶→氧

作者简介:郭星(1991—),男,山东威海人,浦林成山(山东)轮胎有限公司工程师,学士,主要从事全钢子午线轮胎配方及工艺设计研究工作。

E-mail:xingxingbuyoushang@163.com

化锌、防老剂等小料→炭黑→下片。一段混炼胶停放8 h后进行二段混炼,加料顺序:一段混炼胶→不溶性硫黄、促进剂→下片,辊温为 (50 ± 5) ℃。

大配合试验采用两段混炼工艺。一段混炼工艺:生胶、小料、炭黑→压压砣20 s,转速为 $40\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ →芳烃油→压压砣15 s,转速为 $30\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ →提压砣→压压砣→排胶($155\text{ }^{\circ}\text{C}$)。二段混炼工艺:一段混炼胶、小料→压压砣35 s,转速为 $30\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ →提压砣→压压砣35 s→排胶。

1.5 性能检测

各项性能均按相应的国家或企业标准测试。

2 结果与讨论

2.1 小配合试验

小配合试验结果见表1。

从表1可以看出:与生产配方胶料相比,试验

配方胶料硫化速率无显著变化;300%定伸应力、拉断伸长率和回弹值均有小幅度提升;疲劳寿命延长47%。这是因为不溶性硫黄IS-7520/促进剂TBBS比例提高,促使硫化胶体系中多硫键含量增大,同时减小芳烃油和增粘树脂的用量,均可使胶料300%定伸应力、拉断伸长率、回弹值得到提升以及疲劳寿命得到延长。

2.2 大配合试验

大配合试验结果见表2。

从表2可以看出,大配合试验结果与小配合试验结果基本一致。试验配方胶料的300%定伸应力、拉断伸长率和回弹值均有所提升,疲劳寿命延长42%,验证了提高不溶性硫黄IS-7520/促进剂TBBS比例,减小芳烃油和增粘树脂用量三方面优化设计对提升全钢载重子午线轮胎上三角胶耐疲劳性能效果显著。

表1 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℃]	43	42
门尼焦烧时间 t_5 (127℃)/min	25.14	23.37
硫化仪数据(145℃)		
F_L /(dN·m)	1.14	1.21
F_{max} /(dN·m)	13.71	13.02
t_{10} /min	7.98	8.34
t_{60} /min	13.21	13.08
t_{90} /min	19.91	19.39
硫化胶性能(145℃×40 min)		
邵尔A型硬度/度	60	59
100%定伸应力/MPa	2.3	2.0
300%定伸应力/MPa	11.0	10.0
拉伸强度/MPa	26.5	25.5
拉断伸长率/%	597	586
拉断永久变形/%	28.0	28.8
回弹值/%	58	54
100℃×48 h老化后		
邵尔A型硬度/度	62	62
100%定伸应力/MPa	2.9	2.5
300%定伸应力/MPa	13.9	12.3
拉伸强度/MPa	16.8	17.4
拉断伸长率/%	423	407
拉断永久变形/%	11.6	14.0
回弹值/%	51	51
压缩生热 ¹⁾ /℃	16.59	16.47
压缩疲劳试验 ²⁾		
疲劳寿命/min	92.8	48.8
最终疲劳变形/mm	9.97	9.98

注:1)试验条件为冲程 4.45 mm,负荷 1 MPa,温度 55℃;
2)试验条件为冲程 4.45 mm,负荷 1.5 MPa,温度 100℃。

表2 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℃]	45	40
门尼焦烧时间 t_5 (127℃)/min	23.33	27.50
硫化仪数据(145℃)		
F_L /(dN·m)	1.11	0.95
F_{max} /(dN·m)	13.06	11.72
t_{10} /min	7.62	9.12
t_{60} /min	12.95	13.98
t_{90} /min	20.31	20.48
硫化胶性能(145℃×40 min)		
邵尔A型硬度/度	60	58
100%定伸应力/MPa	2.5	2.4
300%定伸应力/MPa	12.1	11.8
拉伸强度/MPa	26.9	26.1
拉断伸长率/%	554	539
拉断永久变形/%	28.0	27.2
回弹值/%	57	55
100℃×48 h老化后		
邵尔A型硬度/度	63	62
100%定伸应力/MPa	3.4	2.9
300%定伸应力/MPa	14.9	13.3
拉伸强度/MPa	16.4	17.9
拉断伸长率/%	324	382
拉断永久变形/%	15.2	15.2
回弹值/%	55	54
压缩生热 ¹⁾ /℃	11.42	12.69
压缩疲劳试验 ²⁾		
疲劳寿命/min	93.15	53.48
最终疲劳变形/mm	9.96	9.97

注:同表1。

2.3 成品性能

采用8. 25R16 16PR规格轮胎进行试验, 成品轮胎高速和耐久性能试验条件和结果分别如表3和4所示。

表3 成品轮胎高速性能试验条件和结果		
项 目	试验轮胎	生产轮胎
试验速度/(km·h ⁻¹)	140	140
累计行驶时间/min	118	101
累计行驶里程/km	233	195
试验结束时轮胎状况	胎冠起鼓	胎冠起鼓

注:按企业标准进行测试。

表4 成品轮胎耐久性试验条件和结果		
项 目	试验轮胎	生产轮胎
试验速度/(km·h ⁻¹)	30	30
累计行驶时间/h	184. 6	145. 5
累计行驶里程/km	5 537. 5	4 365. 0
试验结束时轮胎状况	胎圈裂口	胎圈裂口

注:按企业内部耐久性试验ETB标准, 打磨胎面后, 专门对胎圈耐久性能进行评价。

从表3和4可以看出, 与生产轮胎相比, 试验轮胎高速性能和耐久性能均得到提升, 胎圈耐久性提升更为明显, 约提高27%。

3 结论

通过提高不溶性硫磺IS-7520/促进剂TBBS比例, 提升多硫键含量, 在不影响工艺操作性能的前提下, 减小芳烃油和增粘树脂的用量, 能显著提升全钢载重子午线轮胎上三角胶的耐疲劳性能以及胎圈耐久性性能。

参考文献:

[1] 王芳,何晨光,靳胜,等. 三角胶热敷贴工艺在315/80R22. 5轮胎中的应用[J]. 轮胎工业,2016,36(9):561-563.
[2] 黄黔,黄凯. 液体异戊橡胶在全钢载重子午线轮胎下三角胶中的应用[J]. 轮胎工业,2017,37(11):668-670.
[3] 杨清芝. 现代橡胶工艺学[M]. 北京:中国石化出版社,1997.
[4] 林向阳,宋传江,王俊霞,等. 几种增粘树脂在全钢载重子午线轮胎胶料中的应用[J]. 轮胎工业,2000,20(7):403-406.

收稿日期:2018-07-13

Study on Formula Design of Upper Bead Filler for Truck and Bus Radial Tire

GUO Xing,XU Jianxin,TAN Jianliang,SUN Lei
[Prinxchengshan (Shandong) Tire Co.,Ltd,Rongcheng 264300,China]

Abstract:The formula of upper bead filler for truck and bus radial tire was optimized from the aspects of curing system, plasticizing system and processing aid. The results showed that, by adjusting the curing system,increasing the content of polysulfide bonds,reducing the addition level of aromatic oil and tackifying resin without affecting the operating performance of the process,the fatigue resistance of the upper bead filler was improved and the durability of tire bead was improved.

Key words:truck and bus radial tire;upper bead filler;formula design;fatigue resistance;durability

国内外简讯3则

△大陆轮胎美洲公司将于2019年1月7日提高其大陆和通用品牌轿车和轻型载重轮胎价格, 提价幅度因轮胎和规格而异, 反映了原材料、能源和物流成本的持续提升。

MTD(www. moderntiredealer. com),
2018-11-08

△米其林将于2020年年中关闭其位于苏格兰邓迪已有47年历史的轮胎厂。因市场需求已转向

较大规格轮胎, 而该厂生产406 mm(16英寸)及其以下规格的消费轮胎, 故难以为继。

MTD(www. moderntiredealer. com),
2018-11-06

△在美国销售的锦湖品牌轿车轮胎、轻型和中型载重轮胎于2018年10月1日最高提价6%。价格调整反映出诸如原材料成本增长等经济因素。

MTD(www. moderntiredealer. com),
2018-09-12