

轻型载重轮胎聚酯帘线胎体帘布胶的配方优化设计

姚 舫

(徐州徐轮橡胶有限公司, 江苏 徐州 221011)

摘要:针对轻型载重轮胎胎体脱空和帘布脱层问题,对聚酯帘线胎体帘布胶的配方进行优化。结果表明,主体材料采用天然橡胶并用部分顺丁橡胶、增大增粘体系用量并调整炭黑N660和硫化体系用量,胎体帘布胶的生热降低,粘合性能提高,成品轮胎的高速性能明显提高。

关键词:轻型载重轮胎;聚酯帘线;胎体帘布胶;粘合性能;高速性能

中图分类号:TQ330.38⁺9

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2020)10-0604-03

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2020.10.0604



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

相较于锦纶帘线,聚酯帘线具有形变小、模量高的特性^[1],可适用部分规格的轮胎。尤其对于轻型载重轮胎,要求其在行驶过程中胎体变形小,安全性和耐久性能良好,使用寿命长。因此,对于轻型载重轮胎来说,聚酯帘线是非常理想的骨架材料^[2]。

我公司生产的部分轻型载重轮胎在市场上出现胎体早期脱空和帘布脱层现象^[3-4]。为了解决这一问题,本工作对轻型载重轮胎胎体帘布胶的配方进行优化,以提高胎体帘布胶与聚酯帘线和胎面胶的粘合力,降低胎体生热,从而提高轮胎的高速性能。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),STR20,泰国产品;丁苯橡胶(SBR),牌号1502,中国石油抚顺石化公司产品;顺丁橡胶(BR),牌号9000,南京扬子石化有限公司产品;炭黑N330和N660,河北龙星化工有限公司产品;增粘树脂,聊城宝和化学科技有限公司产品;增粘剂,淄博鑫乐化工有限公司产品。

1.2 配方

胎体帘布胶优化试验配方和生产配方见表1。

与生产配方相比,试验配方中优化了生胶体

表1 配方

份

组 分	试验配方		生产配方
	A	B	
NR	80	70	60
SBR	0	20	20
BR	20	10	20
炭黑N330	10	10	10
炭黑N660	34	34	36
氧化锌	5	5	5
硬脂酸	2.5	2.5	2.5
操作油	10	12	12
防老剂	4	4	4
增粘树脂/增粘剂	5.5	5.5	2.5
不溶性硫黄/促进剂	3.4	3.5	3.5

系,调整了补强体系炭黑N660用量,增大了增粘体系用量。

1.3 主要设备和仪器

XSM-1.5型智能实验室密炼机,青岛科高橡塑机械技术装备有限公司产品;F370型和GK270型密炼机,大连橡胶塑料机械股份有限公司产品;25 t平板硫化机,上海第一橡胶机械厂产品;MDR2000型无转子硫化仪,优肯科技股份有限公司产品;TCS-2000型伺服控制电脑拉力试验机和GT-RH-2000型压缩生热机,高铁检测仪器有限公司产品。

1.4 试样制备

小配合试验胶料采用两段混炼工艺,均在小型智能实验室密炼机中进行。一段混炼初始转子转速为50 r·min⁻¹,混炼工艺为:生胶、氧化锌和硬脂酸等小料→压压砣(25 s)→转子转速降为45

作者简介:姚舫(1984—),男,江苏徐州人,徐州徐轮橡胶有限公司工程师,硕士,主要从事轮胎配方研究工作。

E-mail:yfycit@126.com

$\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ →炭黑→压压砣(20 s)→提压坨→压压砣(20 s)→提压砣(15 s)→操作油→压压砣(20 s)→提压砣(10 s)→压压砣→排胶(165 ℃)。二段混炼转子转速为 $20 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,混炼工艺为:一段混炼胶→混炼10 s→压压砣(15 s)→提压坨→硫黄和促进剂→压压砣(20 s)→提压坨(5 s)→压压砣→排胶(103 ℃)。

大配合胶料采用两段混炼工艺。一段混炼在F370型密炼机中进行,初始转子转速为 $50 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,混炼工艺为:生胶、氧化锌和硬脂酸等小料→压压砣(25 s)→转子转速降为 $45 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ →炭黑→压压砣(25 s)→提压坨→压压砣(20 s)→提压砣(15 s)→操作油→压压砣(20 s)→提压砣(10 s)→压压砣→排胶(165 ℃)。二段混炼在GK270型密炼机中进行,转子转速为 $20 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,混炼工艺为:一段混炼胶→混炼10 s→压压砣(15 s)→提压坨→硫黄和促进剂→压压砣(20 s)→提压坨(5 s)→压压砣→排胶(103 ℃)。

胶料在平板硫化机上硫化,硫化条件为143 ℃/10 MPa×40 min。

1.5 性能测试

各项性能均按相应的国家标准进行测试。

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:试验配方A和B胶料的H抽出力由生产配方胶料的193.7 N分别提高至240.2和231.6 N,分别提升了24%和20%;覆胶率也由生产配方胶料的71%分别提高到84%和81%,压缩温升由生产配方胶料的30.5 ℃分别下降至24.5和26.7 ℃,拉伸强度和拉断伸长率较生产配方胶料都有所提升。试验配方A和B胶料的老化后综合性能也优于生产配方胶料。

综合考虑,选取试验配方A进行大配合试验。

2.2 大配合试验

考虑到胶料在加工过程中的安全性,在进行大配合试验时在试验配方A中加入0.2份防焦剂CTP,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,试验配方胶料的H抽出力和覆胶

表2 小配合试验结果

项 目	试验配方		生产配方
	A	B	
门尼焦烧时间 t_5 (120 ℃)/min	13.0	13.5	14.1
硫化仪数据(143 ℃)			
F_L /(dN·m)	2.23	2.31	2.37
F_{max} /(dN·m)	19.43	19.15	19.06
t_{10} /min	4.5	4.7	4.7
t_{90} /min	11.7	12.0	12.2
硫化胶性能			
邵尔A型硬度/度	59	60	60
300%定伸应力/MPa	6.8	7.0	7.3
拉伸强度/MPa	21.7	21.2	20.2
拉断伸长率/%	575	550	540
H抽出力/N	240.2	231.6	193.7
覆胶率/%	84	81	71
压缩温升 ¹⁾ /℃	24.5	26.7	30.5
100 ℃×24 h老化后			
邵尔A型硬度/度	63	65	65
300%定伸应力/MPa	9.1	9.3	9.7
拉伸强度/MPa	16.2	15.9	15.5
拉断伸长率/%	440	425	420
H抽出力/N	181.7	176.2	147.5

注:1)冲程 4.45 mm,负荷 1.0 MPa,温度 55 ℃。

表3 大配合试验结果

项 目	试验配方	生产配方
门尼焦烧时间 t_5 (120 ℃)/min	12.4	13.7
硫化仪数据(143 ℃)		
F_L /(dN·m)	2.37	2.31
F_{max} /(dN·m)	19.55	19.39
t_{10} /min	4.5	4.8
t_{90} /min	11.7	12.3
硫化胶性能		
邵尔A型硬度/度	59	60
300%定伸应力/MPa	7.1	7.4
拉伸强度/MPa	21.5	20.3
拉断伸长率/%	570	540
H抽出力/N	207.9	169.2
覆胶率/%	84	72
压缩温升 ¹⁾ /℃	25.1	32.0
100 ℃×24 h老化后		
邵尔A型硬度/度	62	63
300%定伸应力/MPa	9.5	9.9
拉伸强度/MPa	15.7	15.1
拉断伸长率/%	435	415
H抽出力/N	159.3	130.5

注:同表2。

量均高于生产配方胶料,而压缩温升明显低于生产配方胶料。

2.3 成品轮胎高速性能

采用试验配方A和生产配方胎体帘布胶制备

6. 50—16-10T2轻型载重轮胎,成品轮胎的胎体粘合力试验结果如表4所示。

表4 成品轮胎胎体粘合力试验结果 $\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$

项 目	试验配方	生产配方
胎面与胎体帘布间	13.6	12.9
胎体帘布层之间	12.0	10.7
胎侧与胎体帘布层间	12.4	11.5

从表4可以看出,试验配方成品轮胎的胎体粘合性能明显优于生产配方成品轮胎。

成品轮胎室内高速性能试验结果见表5和6。

表5 成品轮胎室内高速性能试验基本数据

项 目	试验轮胎	生产轮胎
试验速度/ $(\text{km} \cdot \text{h}^{-1})$	170	170
试验负荷/kg	878	878
累计行驶时间/h	4.3	3.6
累计行驶里程/km	558.0	469.3
试验结束时轮胎状况	胎冠脱层	胎冠脱层

从表5和6可以看出:试验轮胎胎肩部位在各试验阶段的生热较生产轮胎平均下降 $12\text{ }^{\circ}\text{C}$;试验轮胎的高速性能试验累计行驶时间由生产轮胎的3.6 h延长至4.3 h,时间延长19%,高速性能显著提高。

将试验轻型载重轮胎投放市场,经过近2年的市场验证,轮胎未出现胎体早期脱空、帘布脱层等质量问题。

3 结语

通过对聚酯帘线胎体帘布胶的配方优化,我

表6 成品轮胎高速性能试验胎肩部位升温情况

试验阶段	试验轮胎		生产轮胎	
	试验时间/ min	胎肩温度/ $^{\circ}\text{C}$	试验时间/ min	胎肩温度/ $^{\circ}\text{C}$
1	10	26.3	10	38.5
2	10	32.0	10	44.3
3	10	37.2	10	49.6
4	30	45.1	30	57.6
5	30	52.1	30	63.8
6	30	57.9	30	70.2
7	30	63.2	30	74.5
8	30	70.3	30	81.7
9	30	73.8	30	85.6
10	30	75.5	6	87.1
11	20	89.3		

注:轮胎第1阶段试验速度为 $0\sim 90\text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,第2—10阶段试验速度从 $90\text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 开始,每阶段速度增大 $10\text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 。第10阶段试验完成后,保持试验速度为 $170\text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,继续试验直至轮胎破坏。

公司轻型载重轮胎的胎体粘合性能和轮胎高速性能显著提升,产品质量明显提高,减小了轮胎退赔率,有效提高了公司轻型载重轮胎在市场上的占有率。

参考文献:

[1] 薛芳峰,杨峰,王洪斌,等. 改性聚酯帘布的制备工艺[J]. 轮胎工业,2010,30(1):51-53.
[2] 黄凯. 高模量低收缩聚酯工业丝和浸胶帘子布的工艺研究[D]. 苏州:苏州大学,2004.
[3] 陈键,罗建刚,李冬,等. 高模量低收缩聚酯帘布在轻型载重子午线轮胎胎体中的应用[J]. 橡胶科技市场,2008,6(11):14-15.
[4] 张又文,马良清,李红伟,等. 老化对轮胎及轮胎材料性能的影响[J]. 橡胶工业,2018,65(5):548-551.

收稿日期:2020-04-06

Optimized Formulation Design of Polyester Cord Carcass Ply Compound for Light Truck and Bus Tire

YAO Fang

(Xuzhou Xulun Rubber Co., Ltd, Xuzhou 221011, China)

Abstract: Aiming at the problems of carcass void and cord delamination of light truck and bus tires, the formulation of polyester cord carcass ply compound was optimized. The results showed that, with the use of natural rubber/butadiene rubber blend as the main material, by increasing the amount of tackifier system and adjusting the amount of carbon black N660 and vulcanization system, the heat build-up of the carcass ply compound was reduced, the adhesion performance was improved, and the high speed performance of the finished tire was significantly improved.

Key words: light truck and bus tire; polyester cord; carcass ply compound; adhesion; high speed performance