

实心轮胎胎芯胶配方的优化

姚 舫^{1,2}, 刘 坛², 朱 令²

(1. 青岛科技大学高分子科学与工程学院, 山东 青岛 266042; 2. 徐州徐轮橡胶有限公司, 江苏 徐州 221011)

摘要: 为提高实心轮胎的耐久性能, 优化其胎芯胶配方。结果表明, 主体材料采用天然橡胶部分替代顺丁橡胶、补强剂采用炭黑N660替代炭黑N330并适当调整硫化体系, 胎芯胶的生热降低, 轮胎的耐久性能明显提高。

关键词: 实心轮胎; 胎芯胶; 耐久性能; 生热

实心轮胎是一种适用于低速、高负荷和使用条件苛刻的工业车辆轮胎, 要求其安全性能、耐磨性能、散热性能、耐久性能和经济性能等较好, 使用寿命较长。

徐州徐轮橡胶有限公司过去生产的实心轮胎常出现早期脱空现象, 脱空部位为胎芯与荷兰带之间。原因是在实心轮胎使用过程中胎芯部位生热较大, 热量无法散出, 造成胎芯与荷兰带间脱层裂口。本工作对实心轮胎胎芯胶配方进行优化, 以降低轮胎在使用过程中胎芯部位的生热, 提高轮胎的耐久性能。

1 实验

1.1 原材料

天然橡胶(NR), 牌号SMR20, 印度尼西亚产品; 顺丁橡胶(BR), 牌号9000, 新疆蓝德精细石油化工有限公司产品; 炭黑N330和N660, 河北大光明实业集团产品; 粘合树脂, 杭州日盈化工有限公司产品; 其他原材料为轮胎生产常用原材料。

1.2 配方

实心轮胎胎芯胶优化试验配方和生产配方见表1。与生产配方相比, 试验配方的主体材料采用BR部分替代NR, 补强剂采用炭黑N660部分或全部替代炭黑N330。

表1 配方

组分	试验配方		生产配方
	A	B	
NR	80	80	100
BR	20	20	0
炭黑N330	20	0	58
炭黑N660	40	60	0
硫黄/促进剂	2.9	2.9	3.2
粘合树脂	3	3	2
芳烃油	6	6	6

注: 配方其余组分为氧化锌, 8; 硬脂酸, 2.5; 防老剂RD, 1; 防老剂4010, 2。

1.3 主要设备与仪器

XSM-1.5型智能实验室密闭式炼胶(塑)机, 青岛科高橡塑机械技术装备有限公司产品; XK-160型开炼机, 上海橡胶机械厂产品; 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; HV2-90E型智能型门尼粘度计, 无锡市鑫园电子化工设备有限公司产品; GT-M2000A型无转子硫化仪、TCS-2000型伺服控制电脑拉力试验机、GT-RH-2000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2段混炼工艺。一段混

炼在密闭式炼胶(塑)机中进行,转子转速为 $40 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,混炼工艺为:生胶、氧化锌、硬脂酸等→压压砣(40 s)→炭黑和芳烃油(30 s)→压压砣(30 s)→提压砣(10 s)→排胶。二段混炼在XK-160型开炼机上进行,混炼工艺为:一段混炼胶→硫黄和促进剂→排胶。

大配合试验胶料采用2段混炼工艺。一段混炼在F370型密炼机中进行,转子转速为 $40 \sim 45 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,混炼工艺为:生胶、氧化锌、硬脂酸等→压压砣(30 s)→1/2炭黑和芳烃油(30 s)→压压砣(30 s)→提压砣(20 s)→排胶。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→硫黄、促进剂→压压砣(10 s)→提压砣→压压砣(15 s)→

提压砣(10 s)→压压砣(10 s)→提压砣(10 s)→排胶。

硫化在平板硫化机上进行,硫化温度为 $143 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

1.5 性能测试

胶料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胶料的生热由生产配方胶料的 $31.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 分别下降为 $23.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $20.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$,但拉伸强度和300%定伸应力较生产配方胶料略有下降,然而完全满足生产要求。综合考虑,选取B配方进行大配合试验。

表2 小配合试验结果

项 目	试验配方A		试验配方B		生产配方	
门尼焦烧时间 t_5 （120 ℃）/min	32		31		29	
硫化仪数据（143 ℃）						
M_L /(dN · m)	2.13		2.45		2.03	
M_H /(dN · m)	19.43		19.72		19.02	
t_{50} /min	6.4		6.2		6.1	
t_{90} /min	14.8		14.5		14.2	
硫化时间/min	20	40	20	40	20	40
邵尔A型硬度/度	63	63	64	65	66	67
300%定伸应力/MPa	10.9	11.0	11.3	11.5	12.1	12.9
拉伸强度/MPa	19.8	20.1	20.5	20.8	21.0	21.2
拉断伸长率/%	520	530	510	510	510	520
压缩生热 ¹⁾ /℃	23.0		20.2		31.2	

注:1)冲程4.45 mm,负荷1.0 MPa,温度 $55 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

2.2 大配合试验

为提高胶料加工的安全性能,大配合试验时在试验配方中添加0.1份防焦剂CTP,试验结果如表3所示。从表3可以看出,大配合结果与小配合结果基本一致,试验配方胶料的生热明显低于生产配方胶料。

2.3 成品轮胎耐久性能

采用试验配方和生产配方制备7.00-12实心轮

胎,成品轮胎的机床耐久性能试验结果如表4和5所示。从表4和5可以看出,试验配方试制的实心轮胎胎芯部位在试验各阶段的生热较生产配方实心轮胎平均下降 $30.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$;试验配方实心轮胎的耐久性能累计试验时间由生产配方实心轮胎的6.52 min延长到9.26 min,耐久性能显著提高。

将试验实心轮胎投放市场,经过一年多的实际

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	31		30	
硫化仪数据 (143 ℃)				
M_L /(dN · m)	2.58		2.07	
M_H /(dN · m)	19.83		18.94	
t_{50} /min	6.5		6.8	
t_{90} /min	14.3		14.5	
硫化时间/min	20	40	20	40
邵尔A型硬度/度	64	65	66	67
300%定伸应力/MPa	11.6	11.8	12.3	12.6
拉伸强度/MPa	20.3	20.5	21.2	21.0
拉断伸长率/%	510	500	530	515
压缩生热 ¹⁾ /℃	21.5		33.1	

注: 1) 同表1。

使用, 试验实心轮胎未出现脱空等质量问题。

2.4 成本分析

以2013年5月原材料市场价格计算, 与生产配方胶料相比, 优化试验配方胶料每千克成本下降0.6元。

3 结语

徐州徐轮橡胶有限公司对实心轮胎胎芯胶配方优化后, 产品质量明显提高, 有效提高了公司实心

表4 成品实心轮胎耐久性能

项 目	试验轮胎	生产轮胎
试验速度/(km · h ⁻¹)	16.1	16.1
试验负荷/kg	1091	1091
累计行驶时间/h	6.52	9.26
累计行驶里程/km	111.5	152.1
试验结束时轮胎状况	胎侧脱层	胎侧脱层

表5 成品实心轮胎耐久性能试验胎肩部位升温情况

试验阶段	试验配方轮胎		生产配方轮胎	
	试验时间/h	胎肩温度/°C	试验时间/h	胎肩温度/°C
1	1	56.1	1	75.5
2	1	75.5	1	105.2
3	1	85.5	1	114.3
4	1	93.8	1	126.3
5	1	99.2	1	133.3
6	1	100.3	1	140.2
7	1	117.1	0.52	146.3
8	2.26	208.0		

注: 试验配方轮胎和生产配方轮胎分别在第8阶段负荷增大到2180 kg和第7阶段负荷增大到1636 kg后试验至破坏。轮胎在市场上的地位。

Optimization of the Inner Compound of Solid Rubber Tire

Yao Fang^{1,2}, Liu Tan², Zhu Ling²

(1. College of Polymer Science and Engineering, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266042, China;

2. Xuzhou Xugong Tires Co., Ltd., Xuzhou 221011, China)

Abstract: In this study, the inner compound of solid tire was optimized in order to improve the tire durability. In the compound formulation, part of the BR was replaced by NR, carbon black N660 was used instead of N330, and the curing system was also adjusted. After the optimization, the heat build-up of the inner compound was reduced and the tire durability was significantly improved.

Keywords: solid tire; inner compound; durability; heat build-up