

全路面起重机用445/95R25工程机械轮胎胎体胶和胎圈填充胶配方优化

高利, 刘娟, 周勇

(三角轮胎股份有限公司, 山东威海 264200)

摘要: 对全路面起重机用445/95R25工程机械轮胎胎体胶和胎圈填充胶配方进行优化。结果表明: 优化后胶料弹性提高、压缩生热和动态损耗因子减小; 采用优化后胎体胶和胎圈填充胶配方生产的成品轮胎耐久时间延长至130 h, 达到主机厂标准要求; 高速性能满足欧洲经济委员会关于F速度级别产品标准要求; 成品轮胎路试无异常质量问题。

关键词: 全路面起重机; 工程机械轮胎; 胎体胶; 胎圈填充胶; 耐久性能

中图分类号: U463.341⁺.5

文献标志码: A

文章编号: 1006-8171(2020)05-0299-03

DOI: 10.12135/j.issn.1006-8171.2020.05.0299



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

全路面起重机是一种兼具汽车起重机和越野起重机特点的高性能车辆, 它既能像汽车起重机一样快速转移、长距离行驶, 又可满足在狭小和崎岖不平或泥泞场地作业的要求^[1]。近年来, 随着物流行业的发展, 越来越多的移动式起重机需要进行高速长途作业, 这对其轮胎的高速性能提出了更高要求, 诸如385/95R25和445/95R25规格的传统轮胎E速度级别的产品已不能满足实际需求, 国外轮胎巨头纷纷开发速度级别为F(80 km·h⁻¹)的产品。与此同时, 各大主机厂为确保车辆行驶安全性, 对轮胎高速和耐久性能的要求已不满足欧洲经济委员会(ECE)关于F速度级别轮胎产品的认证标准, 制定了企业自身高速耐久性能标准^[2]。

本工作通过对全路面起重机用F速度级别的445/95R25轮胎进行胎体胶与胎圈填充胶配方优化, 旨在提升胶料弹性并降低动态生热, 以改善胎圈部位脱层质量问题。

1 病象分析

全路面起重机用445/95R25轮胎材料分布如图1所示。

按照主机厂耐久性测试方法在轮胎室内耐久

作者简介: 高利(1984—), 男, 山东潍坊人, 三角轮胎股份有限公司工程师, 硕士, 主要从事工程机械子午线轮胎及巨型轮胎配方和硫化工艺改进工作。

E-mail: countrypigstudy@163.com



图1 全路面起重机用445/95R25轮胎材料分布示意
性试验中发生胎体与胎圈填充胶之间脱层, 脱层界面有胶料焦烧现象, 属于生热过高所致, 分析认为与测试后期负荷超过160%标准负荷有关, 测试结果未达到主机厂对该产品耐久性能标准要求。

为提升该产品耐久性能, 改善胎体与胎圈填充胶脱层质量问题, 对胎体胶和胎圈填充胶配方进行优化, 目标是提升胶料弹性, 降低生热^[3-4]。

2 实验

2.1 主要原材料

天然橡胶(NR), STR20和3[#]烟胶片, 泰国产品; 炭黑N375, N330, N326和N550, 天津卡博特化工有限公司产品; 白炭黑ZEOSIL 175, 青岛罗地亚白炭黑有限公司产品; 不溶性硫黄HDOT-20, 美国富莱克斯公司产品。

2.2 配方

2.2.1 胎体胶

优化前:NR(3[#]烟胶片) 100, 炭黑N375 45, 白炭黑 15, 有机硅混合物(有效成分质量分数为0.5) 3, 氧化锌 8, 硬脂酸 0.6, Koresin增粘树脂 2.5, 防老剂4020 1, 防老剂RD 1.5, 防焦剂CTP 0.3, 不溶性硫黄HDOT-20 6.5, 促进剂DZ 0.75。

优化后:NR(3[#]烟胶片) 100, 炭黑N326 53, 氧化锌 9, 硬脂酸 0.4, Koresin增粘树脂 1.5, 防老剂4020 1, 防老剂RD 0.7, 防焦剂CTP 0.3, 不溶性硫黄HDOT-20 6.8, 促进剂DZ 0.55。

2.2.2 胎圈填充胶

优化前:NR(STR20) 100, 炭黑N375 35, 白炭黑 15, 有机硅混合物(有效成分质量分数为0.5) 1.5, 氧化锌 3, 硬脂酸 2, 辛基增粘树脂 3, 防老剂4020 1.5, 防老剂RD 1, 防焦剂CTP 0.3, 硫黄 1.5, 促进剂TBBS 0.7。

优化后:NR(STR20) 100, 炭黑N330 22, 炭黑N550 20, 氧化锌 4, 硬脂酸 2, 防老剂4020 1, 防老剂RD 0.7, 防焦剂CTP 0.25, 不溶性硫黄HDOT-20 2.5, 促进剂TBBS 0.88。

2.3 主要设备和仪器

GK400和GK255型密炼机, 益阳橡胶塑料机械集团有限公司产品; Roell Z010型拉力机, 德国Zwick公司产品; DMTS EPLEXOR 500N型动态热机械分析(DMA)仪, 德国GABO公司产品; TJR-1-OR(Y)型轮胎耐久试验机, 天津久荣车轮技术有限公司产品。

2.4 混炼工艺

胎体胶采用5段混炼工艺, 胎圈填充胶采用4段混炼工艺, 胎体胶前4段和胎圈填充胶前3段混炼采用GK400型密炼机, 终炼采用GK255型密炼机。

一段混炼转子转速为55 r·min⁻¹, 混炼工艺为: 加入NR、70%的炭黑(优化前胎体胶和胎圈填充胶配方加入全部炭黑)、氧化锌、硬脂酸、增粘树脂和防老剂混炼至110℃, 提压砣, 继续混炼至130℃, 提压砣, 混炼至160℃, 排胶。

二段混炼转子转速为40 r·min⁻¹(优化前胎体胶和胎圈填充胶配方混炼转速为35 r·min⁻¹),

混炼工艺为: 加入一段混炼胶和剩余炭黑(优化前胎体胶和胎圈填充胶配方加入全部白炭黑和有机硅混合物)混炼至120℃, 提压砣, 继续混炼至150℃, 排胶。

三段混炼转子转速为35 r·min⁻¹, 混炼工艺为: 加入二段混炼胶进行回车处理, 混炼至120℃, 提压砣, 继续混炼至150℃, 排胶(优化前胎体胶和胎圈填充胶配方排胶温度为140℃)。

四段混炼(仅胎体胶)转子转速为35 r·min⁻¹, 混炼工艺为: 加入三段混炼胶进行回车处理, 混炼至120℃, 提压砣, 继续混炼至150℃, 排胶。

终炼转子转速为17 r·min⁻¹(胎圈填充胶混炼转子转速为22 r·min⁻¹), 混炼工艺为: 加入上段混炼胶、防焦剂、硫黄和促进剂, 混炼30 s, 提压砣, 继续混炼40 s, 提压砣, 混炼至105℃, 排胶, 总混炼时间为140~160 s。

2.5 性能测试

轮胎耐久性能按主机厂标准进行测试, 其余各项性能均按相应国家标准进行测试。

3 结果与讨论

3.1 硫化特性和物理性能

优化前后胎体胶和胎圈填充胶的硫化特性和物理性能如表1所示。

从表1可以看出: 优化后胎体胶和胎圈填充胶的邵尔A型硬度均减小, 300%定伸应力和拉伸强度略有增大; 优化后胎体胶硫化速率减小, 胎圈填充胶硫化速率增大; 优化后胶料100℃高温弹性明显提升, 其中胎体胶提升16.7%, 胎圈填充胶提升6.9%; 优化后胎体胶和胎圈填充胶压缩生热和动态损耗因子减小, 其中胎体胶压缩生热降低29%, 60℃动态损耗因子减小26.7%, 胎圈填充胶压缩温升降低36.7%, 60℃动态损耗因子减小56%。

3.2 成品性能

3.2.1 耐久性能

选用优化前后胎体胶和胎圈填充胶配方生产445/95R25轮胎并进行室内耐久性测试。

结果表明, 仅采用优化后胎体胶配方生产的成品轮胎耐久时间由90 h延长至109 h, 同时采用优化后胎体胶和胎圈填充胶配方生产的成品轮胎耐久时间延长至130 h, 失效模式均为胎圈部位胎

表1 优化前后胎体胶和胎圈填充胶的
硫化特性和物理性能

| 项 目 | 胎体胶 | | 胎圈填充胶 | |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 优化后 | 优化前 | 优化后 | 优化前 |
| 硫化仪数据 (150 °C) | | | | |
| F_L / (dN · m) | 11.09 | 10.13 | 7.44 | 9.29 |
| F_{max} / (dN · m) | 56.59 | 55.57 | 45.37 | 50.62 |
| t_{10} / min | 4.36 | 6.39 | 6.70 | 5.92 |
| t_{90} / min | 23.11 | 16.26 | 11.66 | 13.02 |
| 硫化胶性能 | | | | |
| 密度 / (Mg · m ⁻³) | 1.186 | 1.196 | 1.099 | 1.140 |
| 邵尔A型硬度/度 | 69 | 74 | 64 | 67 |
| 100%定伸应力/MPa | 4.0 | 3.9 | 2.9 | 3.3 |
| 300%定伸应力/MPa | 16.0 | 15.3 | 15.5 | 15.1 |
| 拉伸强度/MPa | 22.9 | 19.8 | 26.5 | 25.2 |
| 拉伸伸长率/% | 410 | 381 | 449 | 459 |
| 回弹值/% | | | | |
| 常温 | 46 | 37 | 67 | 55 |
| 100 °C | 63 | 54 | 77 | 72 |
| 压缩生热 ¹⁾ /°C | 22.7 | 32.0 | 11.9 | 18.8 |
| 动态损耗因子 | | | | |
| 20 °C | 0.196 6 | 0.231 6 | 0.086 9 | 0.167 7 |
| 60 °C | 0.138 7 | 0.189 3 | 0.054 9 | 0.124 9 |
| 100 °C | 0.102 6 | 0.127 5 | 0.038 7 | 0.191 9 |

注:胎体胶硫化条件为140 °C × 120 min,胎圈填充胶硫化条件为130 °C × 120 min。1)试验条件为温度 (55 ± 1) °C,冲程 (4.45 ± 0.03) mm,负荷 (1.00 ± 0.03) MPa。

体与胎圈填充胶之间脱层。配方改进后,成品轮胎耐久性最终测试结果达到主机厂117 h标准要求。

3.2.2 高速性能

选用优化后胎体胶和胎圈填充胶配方生产

445/95R25轮胎并进行室内高速性能测试。测试结果表明,成品轮胎高速性能满足ECE关于F速度级别产品标准要求,同时能够满足主机厂高速性能要求。使用优化后配方生产的成品轮胎进行装车测试,使用时间已达到13个月,无异常质量问题。

4 结论

(1)对全路面起重机用445/95R25轮胎的胎体胶和胎圈填充胶配方进行优化,优化后胶料弹性提高、压缩生热和动态损耗因子减小。

(2)采用优化后胎体胶和胎圈填充胶配方生产的成品轮胎耐久时间延长至130 h,达到主机厂标准要求,高速性能满足ECE关于F速度级别产品标准要求,成品轮胎路试无异常质量问题。

参考文献:

- [1] 王强,焦生杰. 工程翻新轮胎生命周期的能量分析与评价[J]. 橡胶工业,2018,65(5):586-590.
- [2] 高利,姜在胜. 采用低温硫化工艺提升高速公路用工程机械轮胎的耐久性能[J]. 轮胎工业,2017,37(11):689-691.
- [3] 高利,刘娟. 地下矿专用工程机械子午线轮胎胎面基部胶配方开发[J]. 轮胎工业,2019,39(3):161-162.
- [4] 高利,刘娟,曲森,等. 装载机用巨型工程机械子午线轮胎胎面配方开发[J]. 轮胎工业,2019,39(7):425-427.

收稿日期:2019-11-01

Optimization of Carcass Compound and Bead Filler Formulas of 445/95R25 Off-The-Road Tire for All Terrain Crane

GAO Li, LIU Juan, ZHOU Yong

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

Abstract: The carcass compound and bead filler formulas of 445/95R25 off-the-road tire for all terrain crane were optimized. The results showed that, after optimization, the elasticity of the compounds was increased, and the compression heat build-up and dynamic loss factor were reduced. The endurance time of the finished tire produced by using the optimized formulas of carcass compound and bead filler was prolonged to 130 h, which met the requirement of the automobile manufacturer standard. The high-speed performance met the requirements of Economic Commission for Europe for F-speed rate products, and the finished tires passed road test without any abnormal quality problem.

Key words: all terrain crane; off-the-road tire; carcass compound; bead filler; endurance