

巨型工程机械子午线轮胎的变温硫化工艺研究

武栢丞¹,李文东¹,杨茂林¹,曾 季¹,蔡 庆¹,黄振华²,施大全²

(1.北京橡胶工业研究设计院有限公司,北京 100143;2.福建省海安橡胶有限公司,福建 莆田 351100)

摘要:研究巨型工程机械子午线轮胎的变温硫化工艺。结果表明:与传统硫化工艺相比,采用变温硫化工艺(加热时间/保压时间比为1/1.07)的巨型工程机械子午线轮胎胶料过硫化程度降低,物理性能提高;变温硫化工艺能提高巨型工程机械子午线轮胎硫化均匀性,解决局部过硫严重的问题;采用变温硫化工艺,调整加热时间与保压时间比,有利于提高巨型工程机械子午线轮胎性能和生产效率,节约能源。

关键词:巨型工程机械子午线轮胎;变温硫化;过硫化程度;硫化均匀性

中图分类号:TQ330.6⁺7;U463.341⁺5

文章编号:1000-890X(2019)02-0142-04

文献标志码:A

DOI:10.12136/j.issn.1000-890X.2019.02.0142

在轮胎硫化过程中,易出现硫化不均匀的问题。造成硫化不均的主要原因是部件的厚度差异大、胶料配方繁杂和橡胶为热的不良导体。具体而言,轮胎作为一种橡胶厚制品,尤其是巨型工程机械轮胎,硫化过程中会出现明显的温度梯度,从而导致硫化不均。目前采用传统硫化工艺生产的巨型工程机械子午线轮胎的多个部件处于较严重过硫化状态,硫化均匀性差,影响使用寿命和性能。减小轮胎硫化过程中各部位的温差是轮胎行业非常重要的研究课题之一。

本工作采用北京橡胶工业研究设计院有限公司开发的硫化测温仪对巨型工程机械子午线轮胎进行硫化测温,并以测试结果为基础进行模拟计算,对比不同硫化方案下巨型工程机械子午线轮胎的性能,以确定其适宜的硫化工艺。

1 硫化埋线测温图与优化方案模拟计算

巨型工程机械子午线轮胎硫化埋线测温图见图1。采用传统硫化工艺生产的轮胎多个部件处于较严重过硫化状态,硫化均匀性差。通过分析可知,橡胶热传导性能差,各部件体积和厚度差异显著,受热不均匀。针对现有问题,本工作提出两

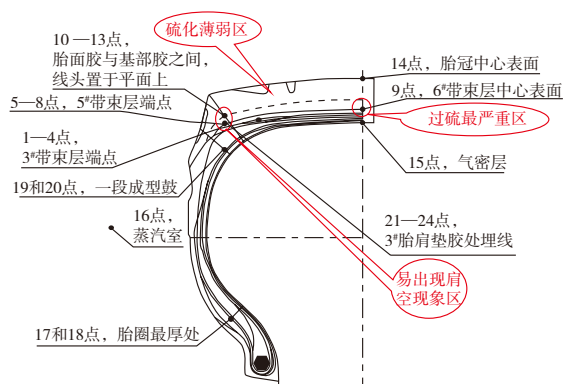


图1 巨型工程机械子午线轮胎硫化埋线测温图

种解决思路:一种是在传统恒温恒压硫化方案基础上,缩短正硫化时间,从而减少对轮胎的供热;另一种是采用恒压变温硫化方案,在保持压力和时间不变的情况下,提前关闭热水循环,以减少对轮胎的供热。

根据以上两种优化思路,基于对中小型工程机械轮胎优化经验,本研究将内部热水循环时间与保压时间的比例重新分配,拟定两种优化工艺方案,并与原方案对比(见表1)。

表1 优化方案与原方案时间分配对比 min

硫化方案	内部热水循环时间	关闭热水循环后保压时间	外循环时间
原方案	627	0	607
优化方案1	570	0	550
优化方案2	290	310	580

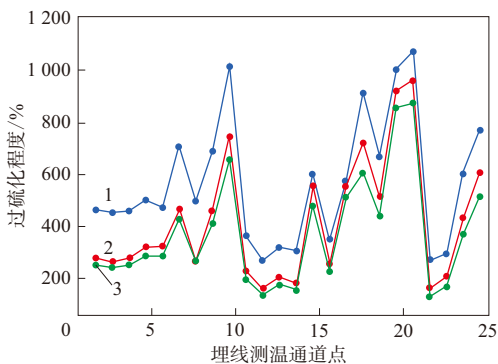
作者简介:武栢丞(1992—),女,山西阳泉人,北京橡胶工业研究设计院有限公司助理工程师,硕士,主要从事轮胎结构与配方设计工作。

E-mail:wzc_may@yeah.net

2 优化方案模拟计算结果分析

以原方案测温试验获得的温度数据为基础,对两种优化方案进行相关模拟计算,得到其整个硫化过程的温度。根据温度数据,通过阿累尼乌斯方程,可计算得出两种优化方案下轮胎不同部位胶料对应的过硫化程度。

优化方案与原方案胶料过硫化程度见图2。



1—原方案;2—优化方案1;3—优化方案2。

图2 优化方案与原方案胶料过硫化程度

由图2可知,两种优化方案都能明显改善胶料过硫化程度较高的情况,尤其是优化方案2对于改善轮胎硫化均匀性有更显著的效果。

3 优化方案测温结果验证与分析

通过以上模拟计算和理论分析可知,优化方案2更有助于改善巨型工程机械子午线轮胎部分部位过硫严重问题,因此选择优化方案2进行埋线测温试验,对测温结果进行分析。

3.1 不同硫化方案排出保压热水时温度对比

由于原方案与优化方案只有热水循环时间有所改变,因此得出整个硫化过程在排出保压热水时温度应有所降低。为此着重对比去除保压热水时轮胎内部的温度,考察其温度下降程度,见表2—4。

从表2可以看出,与原方案相比,优化方案2排出保压热水时,5[#]带束层端点(5—8点)温度降低5~10℃,有利于改善轮胎过硫。

从表3可以看出,与原方案相比,优化方案2排出保压热水时,胎面胶与基部胶之间(10—13点)除11点温度降低2.6℃,其他3个点降低温度都高于6℃,有利于改善轮胎过硫。

表2 5[#]带束层端点温度 ℃

硫化方案	测温点编号			
	5	6	7	8
原方案	129.2	130.4	129.0	137.9
优化方案2	124.0	125.5	122.0	128.0

表3 胎面胶与基部胶之间温度 ℃

硫化方案	测温点编号			
	10	11	12	13
原方案	125.5	129.0	128.0	128.4
优化方案2	118.9	126.4	121.5	122.3

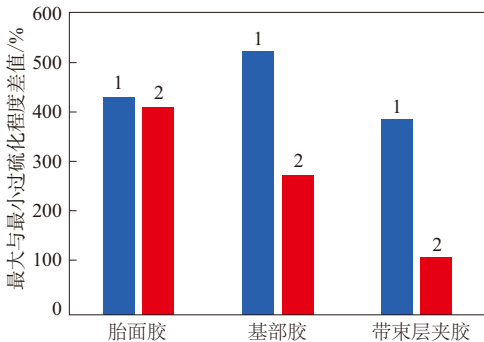
表4 胎冠中心和气密层温度 ℃

硫化方案	测温点编号	
	14	15
原方案	133.7	146.6
优化方案2	122.5	143.3

从表4可以看出,与原方案相比,优化方案2排出保压热水时,胎冠中心温度降低11.2℃,气密层温度降低3.3℃,有利于改善轮胎过硫。

3.2 不同硫化方案相同胶料不同位置过硫化程度对比

不同硫化方案相同胶料不同位置过硫化程度对比见图3。



1—原方案;2—优化方案2。

图3 不同硫化方案相同胶料不同位置过硫化程度对比

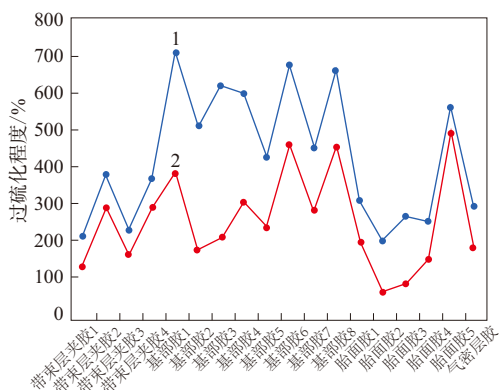
测温过程中,埋线位置根据轮胎结构及花纹特点设定,相同胶料可在不同位置设测温点,测量结果可反映整个轮胎的硫化情况。最大与最小过硫化程度差值基本能反映硫化均匀性。

从图3可以看出,与原方案相比,优化方案2的胎面胶、基部胶和带束层夹胶的最大与最小过硫化程度差值均有所降低,轮胎硫化均匀性有较

明显改善。

3.3 不同硫化方案相同胶料相同位置过氧化程度对比

不同硫化方案相同胶料相同位置的过氧化程度对比见图4。



注同图3。

图4 不同硫化方案相同胶料相同位置的过氧化程度对比

从图4可以看出,与原方案相比,优化方案2的胶料过氧化程度大幅降低,其中带束层夹胶、胎面胶和气密层胶的过氧化程度总体降低100%左右,部分基部胶的过氧化程度降低超过300%,优化方案2为更适合巨型工程机械子午线轮胎的硫化方案。

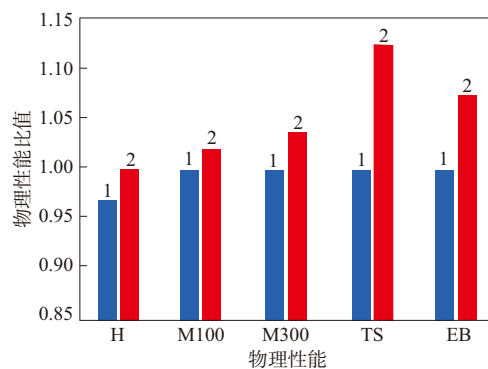
3.4 不同硫化方案成品轮胎胶料物理性能对比

对优化方案与原方案生产的成品轮胎进行剖析,对各部位胶料物理性能,包括邵尔A型硬度(H,度)、100%定伸应力(M100,MPa)、300%定伸应力(M300,MPa)、拉伸强度(TS,MPa)和拉断伸长率(EB,%)进行对比。

轮胎不同部位胶料有不同物理性能要求,以保证轮胎性能^[1-2],根据不同部件性能可判断优化方案是否比原方案更适合于巨型工程机械子午线轮胎的硫化。胎冠胶直接与路面接触,尤其是巨型工程机械子午线轮胎主要用于矿山、建筑用地等较恶劣的路况,容易受到切割和刺扎,因此要求其胶质强韧,抗刺扎和耐磨^[3-4],即物理性能较好。

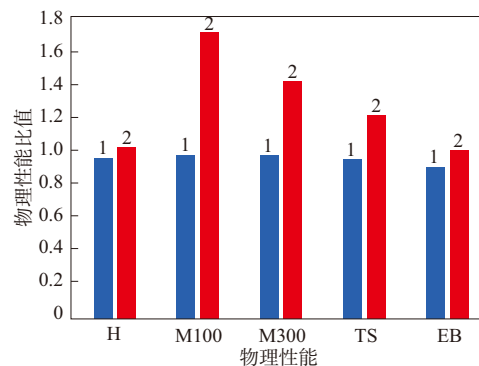
不同硫化方案胶料的物理性能对比(与传统恒温恒压硫化方案相比)见图5—9。

从图5—9可知,与原方案相比,优化方案2的



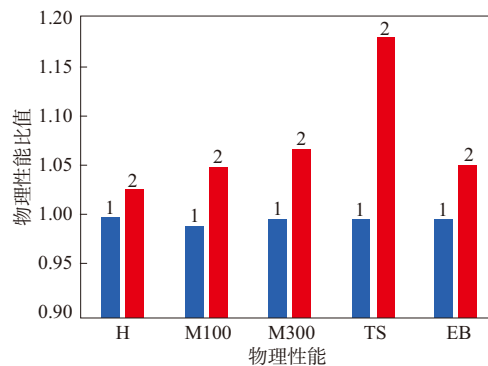
注同图3。

图5 不同硫化方案胎面胶的物理性能对比



注同图3。

图6 不同硫化方案胎冠胶的物理性能对比



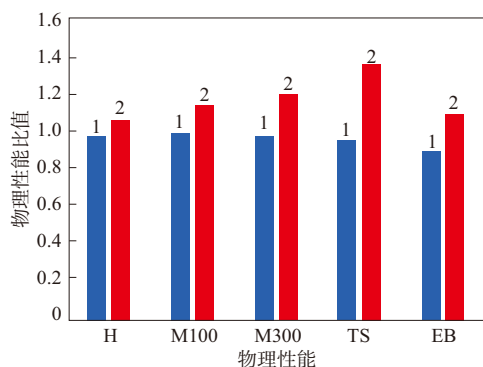
注同图3。

图7 不同硫化方案胎肩垫胶的物理性能对比

各部件胶料的硬度、拉伸强度、100%定伸应力、300%定伸应力和拉断伸长率提高,胶料物理性能更优。

4 结论

(1) 与原方案相比,采用优化方案的变温硫化

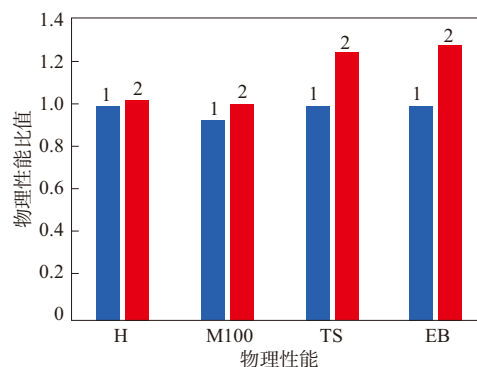


注同图3。

图8 不同硫化方案上三角胶物理性能对比
工艺(加热时间/保压时间比为1/1.07)硫化的巨型工程机械子午线轮胎胶料的过硫化程度降低,物理性能提高。

(2) 变温硫化工艺能改善巨型工程机械子午线轮胎硫化均匀性,并解决局部过硫严重的问题。

(3) 采用变温硫化工艺,调整加热时间与保压时间比,提升巨型工程机械子午线轮胎性能,提高生产效率,节约能源,值得在巨型工程机械子午线轮胎和厚橡胶制品企业推广。



注同图3。

图9 不同硫化方案下三角胶物理性能对比

参考文献:

- [1] 唐霞,贺建芸,张金云. 轮胎直压硫化工艺的有限元仿真[J]. 橡胶工业,2016,63(3):174-177.
- [2] 梁守志,张丹秋. 橡胶工业手册 第四分册:轮胎[M]. 北京:化学工业出版社,1992:91.
- [3] 辛振祥,邓涛,王伟. 现代轮胎结构设计[M]. 北京:化学工业出版社,2011:3.
- [4] 张伟,蔡庆. 北橡胶自主研发的59/80R63全钢巨型工程机械子午线轮胎成功下线[J]. 橡胶工业,2015,62(6):348.

收稿日期:2018-09-16

Study on Non-isothermal Curing Process of Giant OTR Radial Tire

WU Zhancheng¹, LI Wendong¹, YANG Maolin¹, ZENG Ji¹, CAI Qing¹, HUANG Zhenhua², SHI Daquan²

(1. Beijing Research & Design Institute of Rubber Industry Co. Ltd, Beijing 100143, China; 2. Fujian Haian Rubber Co. Ltd, Putian 351100, China)

Abstract: Non-isothermal curing process of giant OTR radial tire was studied. The results showed that, compared with the traditional curing process, giant OTR radial tire cured with non-isothermal process (heating time/dwell time ratio was 1/1.07) had a lower degree of over curing and better physical properties, non-isothermal curing process could improve vulcanization uniformity and solve the problem that some parts were over cured seriously. By adjusting the heating time/dwell time ratio during non-isothermal curing process, properties and production efficiency of giant OTR radial tire were improved, and the energy consumption of the production process was reduced.

Key words: giant OTR radial tire; non-isothermal curing; degree of over cure; vulcanization uniformity

欢迎订阅《橡胶工业》《轮胎工业》《橡胶科技》杂志