巨型工程机械子午线轮胎双内/外温硫化工艺改进

高　利，周　勇，刘　娟
（三角轮胎股份有限公司，山东 威海　264200）

摘要：对27.00R49巨型工程机械子午线轮胎进行双内/外温硫化工艺改进，其中内温由160 ℃单温硫化改为173/140 ℃双温硫化，高低温蒸汽温度分别由145和130 ℃改为135和125 ℃。结果表明：改进后总硫化时间延长20 min；轮胎硫化程度明显降低，其中轮胎硫化最薄弱点、轮胎胎侧外表面和轮胎内表面总硫化程度分别降低57%，32%和48%；轮胎TKPH值提升10.6%，室内耐久性能提升18.6%。

关键词：巨型工程机械子午线轮胎；硫化工艺；TKPH；耐久性能
中图分类号：U463.341^{+}.5/.6；TQ330.6^{+}7　　**文章编号**：1006-8171(2020)03-0177-03
文献标志码：A　　**DOI**：10.12135/j.issn.1006-8171.2020.03.0177

OSID开放科学标识码
（扫码与作者交流）

随着全球经济发展及采矿业的复苏，轮辋直径1 245 mm（49英寸）及以上的巨型工程机械子午线轮胎越来越受到市场青睐，但其技术瓶颈一直困扰国内巨型工程机械子午线轮胎市场的发展[1]。

为进一步提升巨型工程机械子午线轮胎产品质量，本工作对27.00R49巨型工程机械子午线轮胎进行双内/外温创新硫化工艺改进，以期改善轮胎硫化程度，提高轮胎整体性能[2]。

1　动力系统

为实现双内温硫化工艺，新增一台除氧罐，提供140 ℃低温过热水，将原160 ℃过热水罐改为173 ℃高温过热水罐，提供高温过热水。

2　硫化工艺

27.00R49巨型工程机械子午线轮胎硫化工艺如表1所示。

从表1可以看出：改进前硫化内温使用160 ℃单一过热水，外温蒸汽先通入145 ℃高温蒸汽45 min，然后通入130 ℃低温蒸汽至硫化结束；改进后硫化内温使用2种温度过热水硫化，首先通入173 ℃高温过热水55 min，然后切换140 ℃低温过热水至硫化结束，外温仍使用2种温度饱和蒸汽，其中高低温蒸汽温度分别由改进前145和130 ℃调整为135和125 ℃；改进后硫化施工轮胎排压点由380 min延长至400 min，相应总硫化时间延长20 min。

表1　27.00R49巨型工程机械子午线轮胎硫化工艺

项　目	改进后	改进前
内温高温过热水		
温度/℃	173	160
时间/min	55	355
内温低温过热水		
温度/℃	140	
时间/min	320	
外温高温蒸汽		
温度/℃	135	145
时间/min	45	45
外温低温蒸汽		
温度/℃	125	130
时间/min	275	282
排压点/min	400	380
总时间/min	420	400

3　升温曲线

3.1　硫化机

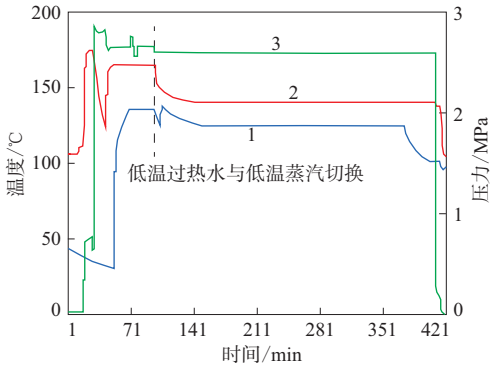
改进后双内/外温硫化工艺曲线如图1所示。

从图1可以看出：内温低温过热水切换后内压略有降低，内温逐步降低；外温低温蒸汽切换瞬间有轻微波动，切换约60 min后内压、内温和外温趋于稳定并满足标准要求。

3.2　胎肩内表面

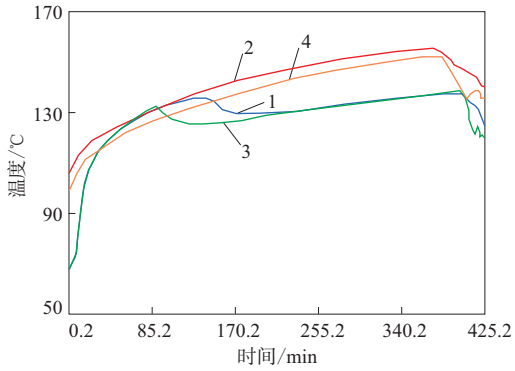
硫化工艺改进前后胎肩内表面升温曲线如图2所示。

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



1—外温；2—内温；3—内压。

图1 改进后双内/外温硫化工艺曲线



上模胎肩内表面：1—改进后；2—改进前。

下模胎肩内表面：3—改进后；4—改进前。

图2 硫化工艺改进前后胎肩内表面升温曲线

从图2可以看出：改进前硫化工艺使用160 ℃单一过热水，上下模胎肩内表面温度逐步上升，上模温度高于下模；改进后硫化工艺内温使用2种过热水，140 ℃低温过热水切换后内温显著下降，下模温度下降速率大于上模，低温过热水切换约15 min后下模温度便开始下降，上模温度在切换60 min后开始下降，温度平衡后上下模胎肩内表面温度基本一致。

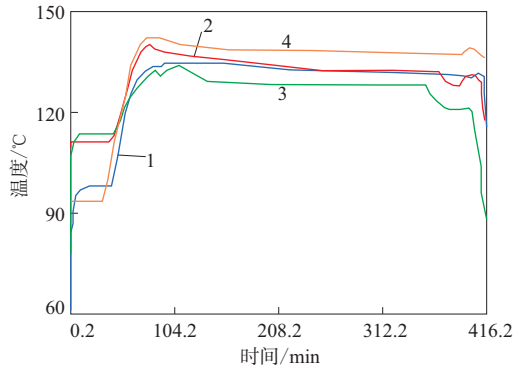
3.3 胎侧外表面

硫化工艺改进前后胎侧外表面升温曲线如图3所示。

从图3可以看出：外温蒸汽温度降低后，上下模胎侧外表面温度均明显降低，整个硫化过程中胎侧外表面上模温度高于下模；外温低温蒸汽切换后，下模胎侧外表面降温速率大于上模。

3.4 轮胎最薄弱点

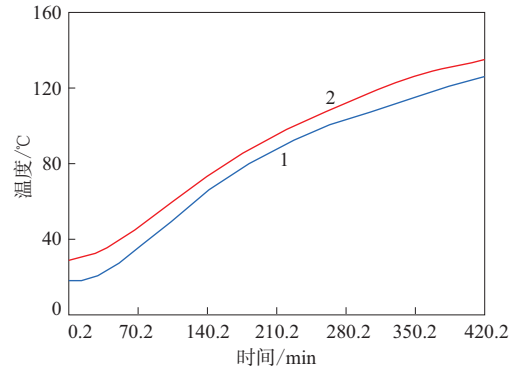
硫化工艺改进前后轮胎最薄弱点升温曲线如图4所示。



上模胎侧外表面：1—改进后；2—改进前。

下模胎侧外表面：3—改进后；4—改进前。

图3 硫化工艺改进前后胎侧外表面升温曲线



1—改进后；2—改进前。

图4 硫化工艺改进前后轮胎最薄弱点升温曲线

2次测温轮胎硫化程度最弱点位置没有发生变化，均在最宽第5层带束层上表面。从图4可以看出，由于内温和外温降低，最薄弱点总体温度降低10 ℃左右。

4 硫化程度

经计算硫化工艺改进前轮胎气泡点为320 min，排压点定为380 min，硫化工艺改进后因内外温降低，轮胎硫化气泡点延长至350 min，排压点定为400 min，按该排压点时间计算27.00R49巨型工程机械子午线轮胎硫化工艺改进前后关键部位硫化程度（包含后硫化程度）如表2所示。

表2 27.00R49巨型工程机械子午线轮胎硫化工艺改进前后关键部位硫化程度 %

项 目	改进后	改进前
轮胎硫化最薄弱点	313	736
轮胎胎侧外表面	589	862
轮胎内表面	337	652

从表2可以看出，硫化工艺改进后轮胎硫化最薄弱点、轮胎胎侧外表面和轮胎内表面总硫化程度均显著降低，降幅分别为57%，32%和48%。

5　成品轮胎性能

对硫化工艺改进前后的成品轮胎进行室内机床TKPH（Ton Kilometer per Hour，每小时吨千米）及耐久性能测试[3]。测试结果表明，硫化工艺改进后轮胎TKPH值由405提升至448，提升了10. 6%，耐久时间由291 h 延长至345 h，耐久性能提升了18. 6%。

6　结论

对27. 00R49巨型工程机械子午线轮胎进行双内/外温硫化工艺改进后，总硫化时间延长20 min；轮胎硫化程度明显降低，其中轮胎硫化最薄弱点、轮胎胎侧外表面和轮胎内表面总硫化程度分别降低57%，32%和48%；轮胎TKPH值提升10. 6%，室内耐久性能提升18. 6%。

参考文献：

[1] 王松威，徐维欣，李日煜. 全球巨型工程机械轮胎发展概述及我国巨型轮胎制造业面临的机遇和挑战[J]. 橡胶工业，2011，58(1)：51-62.

[2] 武栴丞，李文东，杨茂林，等. 巨型工程机械子午线轮胎的变温硫化工艺研究[J]. 橡胶工业，2019，66(2)：142-145.

[3] 高利，刘娟，许新安. 工程机械轮胎TKPH室内机床测试方法探讨[J]. 轮胎工业，2018，38(6)：378-381.

收稿日期：2019-11-01

Improvement on Dual Temperature Stage Vulcanization Technology of Giant Off-The-Road Radial Tire with Both Inner and Outer Heating

GAO Li，ZHOU Yong，LIU Juan

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

Abstract：The vulcanization technology of 27. 00R49 giant off-the-road radial tire was improved by using two temperature stage vulcanization process with both inner and outer heating. The inner hot water temperature changed from a single stage of 160 ℃ to the two stages of 173 and 140 ℃. The high and low temperature of outer steam was also adjusted from 145 and 130 ℃ to 135 and 125 ℃, respectively. The results showed that, after the improvement, the total curing time was prolonged by 20 minutes, the curing degree of tire decreased significantly, specifically, the curing degree of the blow point, the surface of the sidewall and inner surface of tire decreased by 57%，32% and 48% respectively，the TKPH value of tire increased by 10. 6%，and the durability increased by 18. 6%.

Key words：giant off-the-road radial tire；vulcanization technology；TKPH；durability

一种充气轮胎

由正新橡胶（中国）有限公司申请的专利（公开号　CN 110239286A，公开日期　2019-09-17）“一种充气轮胎”，其主胎面上有若干胎块，胎块上具有沿主胎面的两侧边缘部至其中部延伸的横向细刀槽花纹，以主胎面的周向中心线为基准，位于该周向中心线同侧的各横向细刀槽花纹沿主胎面的周向平行分布，且位于该周向中心线两侧的各横向细刀槽花纹错位交叉排列；横向细刀槽花纹包括位于其内端部的内端槽段、位于其外端部的外端槽段以及沿其延伸方向顺次连通于内端槽段与外端槽段之间的中部槽段，内端槽段和外端槽段分别为直线槽花纹或简单曲线槽花纹中的任一种，且至少有一个中部槽段为波浪槽花纹，其余中部槽段为直线槽、简单曲线槽或波浪槽花纹中的任一种。

该充气轮胎在干、湿地及雪地路况下的行驶性能优良，能够充分满足车辆四季路况的行驶需求。

（本刊编辑部　储　民）