全钢载重子午线轮胎胎肩异常磨损原因分析及改善措施

曹秋菊，张　波，袁梦丹，于惠友
（中策橡胶集团有限公司，浙江 杭州　310018）

摘要：分析10.00R20全钢载重子午线轮胎胎肩过快磨损的原因，基于轮胎外轮廓的结构设计，利用有限元分析软件确定减小行驶面宽度、增大行驶面弧度半径和减小弧度高，轮胎接地印痕形状和压力分布改善。轮胎实测结果验证了有限元分析的正确性。

关键词：全钢载重子午线轮胎；胎肩异常磨损；结构设计；有限元分析
中图分类号：U463.341^{+}.1/.6；TQ336.1　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1006-8171(2018)-0000-03

轮胎作为汽车的重要零部件之一，起着支撑载荷、传递扭矩、转向操纵和缓冲振动的作用，这些作用都是通过轮胎与路面的相互作用实现的。轮胎的接地面积和形状直接影响着车辆的安全性和可靠性，轮胎的接地印痕形状和压力分布也影响着胎冠磨耗均匀性，因此也是轮胎里程寿命的重要影响因素[1-2]。轮胎的接地性能除设计因素外，与道路、充气压力、车辆的操纵特性以及驾驶员的操作习惯均有关联[3]。

我公司10.00R20全钢载重子午线轮胎主要销售到印度，根据客户反馈，在轮胎使用早、中期（3万km左右），部分轮胎出现胎肩过快磨损的情况，见图1。

图1　胎肩过快磨损轮胎

针对客户反馈的问题，根据有限元理论[4]对轮胎结构进行分析，通过优化结构设计，提出改进措施，并将改进前后轮胎的试验数据与有限元理论分析结果进行对比，最终选出合适的解决方案。

1　原因分析

轮胎的异常磨损在轮胎使用过程中比较常见，多见于一侧或双侧肩部，亦有冠部异常磨损情况，造成轮胎早期性能失效。经过长期市场调查和理论分析，多数的异常磨损情况与轮胎、轮辋及车辆的装配相关，少数情况与轮胎的设计或者说设计与使用条件不匹配相关。

根据轮胎设计理论分析，轮胎的单侧磨损主要是前轮定位失准所致。前轮的前束和外倾角过大或过小，都会造成胎面外边缘磨损严重。此外，悬架变形也会导致轮胎单侧磨损。如果后轮发生单侧磨损，主要是后桥扭曲变形或悬架变形及定位不当所致。

10.00R20轮胎花纹最初是为中长途、好路面的巴士、载重汽车的拖轮设计的产品。与同系列其他厂家的轮胎相比，它的特点是花纹较深、行驶面较宽。但在印度市场，其主要用于前轮轮位，且使用路况较差，路面较窄，路面拱度较高，这也是此产品出现较多问题的主要原因之一。

根据已有的经验和理论，从设计角度出发，改善异常磨损最主要的手段是改善轮胎接地印痕及

作者简介：曹秋菊（1979—），女，陕西榆林人，中策橡胶集团有限公司工程师，学士，主要从事轮胎结构设计工作。
E-mail：157137432@qq.com

接地压力分布。因为轮胎接地压力分布对轮胎的使用性能有很大的影响。在骨架结构、充气压力和负荷一定的情况下，胎冠形状对接地压力分布影响较大。胎冠弧度半径减小，胎冠中部接地压力大于肩部；弧度半径增大，胎冠中部接地压力逐渐减小，肩部逐渐增大。

根据10.00R20轮胎原始的接地形状（见图2）分析，轮胎在额定负荷下胎冠压力明显大于胎肩压力，接地形状有些呈椭圆形，压力分布不均。

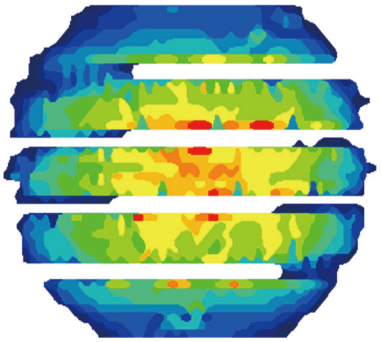


图2　轮胎原始接地形状

2　改进措施及效果

2.1　试验方案

（1）方案1。行驶面宽度由原来的214 mm减小到204 mm，更适合印度的较窄、较差路面以及高拱度路面。

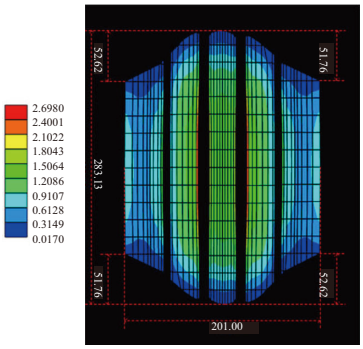
（2）方案2。在方案1的基础上调整外轮廓，增大行驶面弧度半径、减小弧度高。

（3）方案3。在方案1的基础上调整胎冠形状及带束层结构级差，减小胎冠中心厚度、增大胎肩厚度；1#带束层宽度增大，2#带束层宽度减小，3#和零度带束层宽度不变。

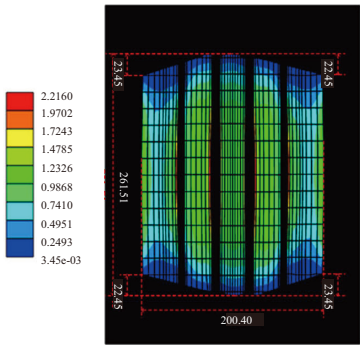
2.2　结果与分析

利用Abaqus有限元分析软件及我公司与哈尔滨工业大学合作的轮胎分析前、后处理软件tyabas进行了前期的理论分析，几个方案在额定负荷下的接地印痕及接地压力分布情况对比见图3。

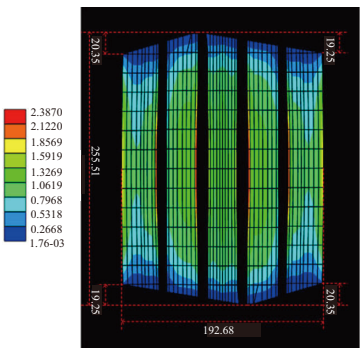
根据GB/T 22038—2008《汽车轮胎静态接地压力分布试验方法》对几个方案的轮胎进行实际测试，额定负荷下接地印痕尺寸及接地压力见表1，接地印痕形状见图4。



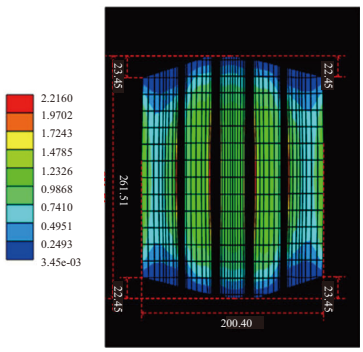
（a）原方案



（b）方案1



（c）方案2



（d）方案3

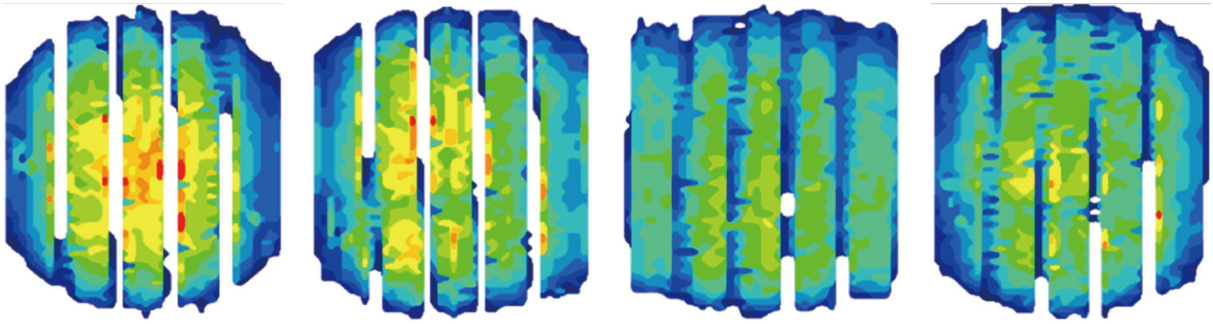
图3　不同方案的轮胎接地印痕有限元分析结果

从实际试验结果与有限元分析结果可以看

表1　不同方案轮胎实测接地印痕尺寸和接地压力

项　目	原方案	方案1	方案2	方案3
平均接地压力/MPa	808	783	707	702
矩形度	0.89	0.93	0.96	0.92
长/短轴长度/mm	252/214	248/204	244/202	249/202

出：方案1减小行驶面宽度的结果是矩形度有了明显的提升，平均接地压力有所减小；在轮胎接地印痕矩形度和接地形状方面，方案2优于方案1和方案3，且方案2的平均接地压力也较低，与方案3相当；3个方案的结果都优于原方案。



(a)原方案　(b)方案1　(c)方案2　(d)方案3

图4　不同方案的轮胎实测接地印痕

综合测试和理论分析结果，方案2即调整外轮廓可明显改善轮胎的接地形状和接地压力分布，且轮胎的耐久性能和高速性能等相当。按照方案2进行轮胎批量试制，产品投放市场一年多，轮胎胎肩过快磨损现象得到改善，产品质量稳定。

3　结语

分析了轮胎胎肩过快磨损的原因，通过轮胎胎轮廓设计改进、胎面形状调整以及带束层结构改变3种方案对轮胎结构进行调整，并将有限元分析结果与实测轮胎数据进行了对比分析，选出合适的改进方案，问题得到解决。

参考文献：

[1] 戴继成，郭其焰，陈国松. 工程机械轮胎使用寿命的影响因素及改善措施[J]. 轮胎工业，2016，36(2)：70-75.

[2] 黄京城，王伟. 载重子午线轮胎热力耦合温度场的研究[J]. 橡胶工业，2018，65(3)：274-278.

[3] 余淇. 子午线轮胎结构设计与制造技术[M]. 北京：化学工业出版社，2006.

[4] 陈海燕. ABAQUS有限元分析从入门到精通[M]. 北京：电子工业出版社，2015.

收稿日期：2018-04-21

Cause Analysis and Countermeasures of Shoulder Abnormal Wear of Truck and Bus Radial Tire

CAO Qiuju，*ZHANG Bo*，*YUAN Mengdan*，*YU Huiyou*

(Zhongce Rubber Group Co.，Ltd，Hangzhou　310018，China)

Abstract：The reason for the excessive wear of shoulder of 10.00R20 truck and bus radial tire was analyzed. Based on the structural design of the tire profile，it was obtained by using the finite element analysis software that reducing the width of running surface，increasing the radius of running surface and reducing the arc height，the footprint shape and pressure distribution of tire were improved. The measured results of the tires verified the correctness of the finite element analysis.

Key words：truck and bus radial tire；shoulder abnormal wear；structure design；finite element analysis