385/65R22.5 24PR 164J AM211宽基子午线轮胎耐久性能的提高

王 雪,鞠 浩,孙宗涛,吕 伟,曲家玉,任世夺,黄孝鹏
[浦林成山(山东)轮胎有限公司,山东 荣成 264300]

摘要:从骨架材料、胎肩垫胶、胎面和带束层宽度等方面入手,结合有限元仿真技术进行提高385/65R22.5 24PR 164J AM211宽基子午线轮胎耐久性能的研究。在骨架材料保持不变的基础上,对胎面肩部口型进行优化设计,合理配置带束层宽度,使轮胎的耐久性能提高了30%。

关键词:宽基轮胎;子午线轮胎;带束层;有限元分析;耐久性能
中图分类号:TQ336.1^{+}1 **文章编号**:1006-8171(2024)03-0142-03
文献标志码:A **DOI**:10.12135/j.issn.1006-8171.2024.03.0142

OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着市场发展,轮胎逐渐向着子午化、无内胎化、低扁平化、单胎化等趋势发展[1-2]。宽基轮胎采用单胎方式替代普通断面轮胎的双胎并装方式,具有承载能力高、质量小、维护保养便利以及滚动阻力和油耗低的优势,同时可以解决因双胎并装而引起的轮胎异常磨损等问题[3-5]。虽然宽基轮胎具有较多优势,但轮胎低扁平化、高负荷和深花纹沟会影响其耐久性能[6-8]。为适应俄罗斯市场需求,我公司将385/65R22.5 AM211宽基子午线轮胎由20PR增大至24PR,单胎负荷由4 500 kg提升至5 000 kg。该轮胎多用于驱动轮位,花纹深度较大,对耐久性能提出了更高的要求。

本工作从骨架材料、胎肩垫胶、胎面和带束层宽度等方面入手,进行提高385/65R22.5 24PR 164J AM211宽基子午线轮胎耐久性能的研究。

1 骨架材料

1.1 带束层

采用4层带束层结构,1#—3#带束层均使用3+8×0.33HT钢丝帘线,4#带束层使用5×0.35HT钢丝帘线,带束层安全倍数为6.8,满足研发要求[9-12]。

1.2 胎体

胎体采用3+9+15×0.20ST钢丝帘线,安全倍数为9.2,满足研发要求。

1.3 胎圈

钢丝圈采用Φ1.83 mm胎圈钢丝,排列方式为8-9-10-11-10-9,共57根。钢丝圈安全倍数为8.0,满足研发要求[9-12]。

通过对上述骨架材料进行评估,决定保持原有骨架材料不变,即24PR和20PR的385/65R22.5 AM211轮胎采用相同的骨架材料。

2 胎肩垫胶

胎肩垫胶结构如图1所示。根据经验,385/65R22.5 24PR轮胎的胎肩垫胶最大厚度仍保持6 mm比较适宜。

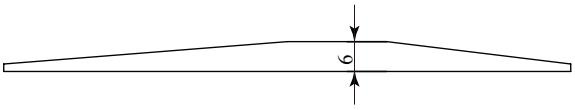


图1 胎肩垫胶结构示意

3 胎面

结合该轮胎实际接地印痕略微内凹的特征,实际断面肩部花纹沟底胶厚度略大,因此对胎面

作者简介:王雪(1987—),女,辽宁抚顺人,浦林成山(山东)轮胎有限公司工程师,硕士,主要从事商用轮胎结构设计以及相关认证工作。
E-mail:xuewang@prinxchengshan.com

肩部口型设计进行优化，如图2所示，即胎面肩部最大厚度由25. 5 mm降至24. 5 mm。

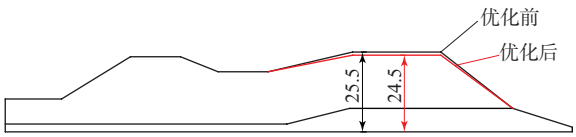


图2　胎面肩部口型示意

4　带束层宽度

全钢子午线轮胎带束层设计时要充分考虑各带束层端点间的差级、带束层端点与花纹沟的避让问题，2#带束层宽度与行驶面宽度之比（c）及胎冠与胎侧的刚度比。本次设计带束层宽度调整方案如表1所示。采用有限元分析软件对胎肩部位进行仿真分析，对比带束层宽度对轮胎外缘尺寸及胎肩部位应变能密度的影响，结果如表2所示。不同方案轮胎胎肩部位剪切应变云图如图3所示。

表1　带束层宽度调整方案

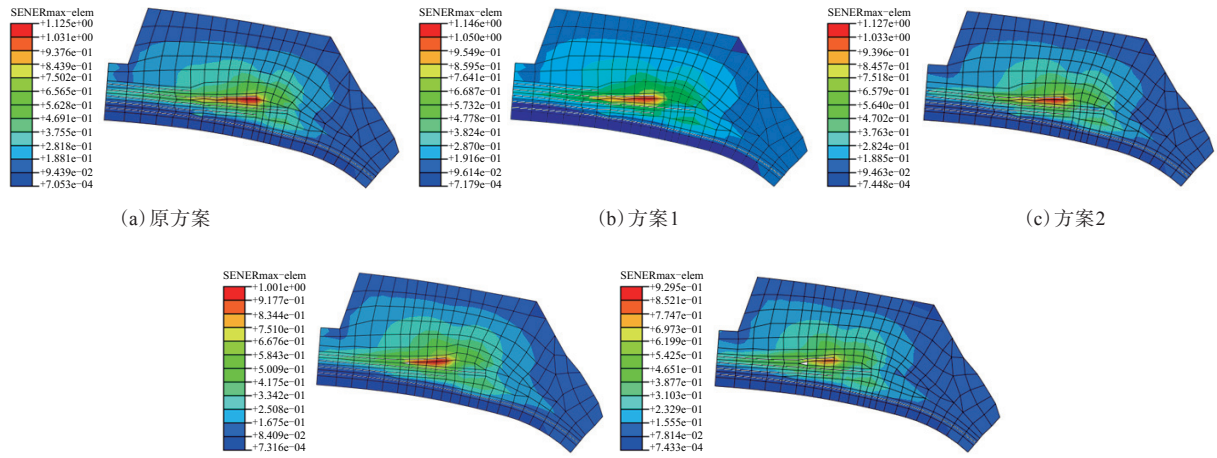
方　案	带束层宽度/mm				c/%
	1#	2#	3#	4#	
原方案	248	268	248	206	91
方案1	242	268	242	206	91
方案2	242	268	242	98	91
方案3	236	262	236	98	89
方案4	228	254	228	98	86

表2　带束层宽度对轮胎外缘尺寸及胎肩部位应变能密度影响的有限元分析结果

方　案	充气断面宽/mm	充气外直径/mm	肩部应变能密度/(mJ·mm^{-3})
原方案	385. 3	1 077. 4	1. 007
方案1	385. 0	1 077. 4	0. 999
方案2	384. 9	1 077. 6	0. 987
方案3	384. 0	1 077. 7	0. 982
方案4	384. 5	1 077. 6	0. 891

从表1和2以及图3可以得出以下结论。

（1）方案1—4带束层宽度调整对轮胎充气断面宽与充气外直径影响不大。



（a）原方案　（b）方案1　（c）方案2

（d）方案3　（e）方案4

图3　不同方案轮胎胎肩部位剪切应变云图

（2）与原方案相比，方案1增大了1#带束层与2#带束层、2#带束层与3#带束层的端点差值，由原来的10 mm差值调整到13 mm。方案1轮胎的胎肩部位应变能密度小于原方案轮胎，表明适当增大1#带束层与2#带束层、2#带束层与3#带束层的端点差值有助于提高轮胎的耐久性能。

（3）与方案1相比，方案2考虑到带束层端点要避开花纹沟，将4#带束层宽度减小。方案2轮胎胎肩部位的应变能密度小于方案1轮胎，方案2轮胎的耐久性能优于方案1轮胎。

（4）方案2—4。在保证1#带束层与2#带束层、2#带束层与3#带束层端点差值为13 mm，4#带束层宽度不变的条件下，对c进行了调整，分别为91%，89%，86%。结果表明，c越小，轮胎胎肩部位的应变能密度越小，越有利于提高轮胎的耐久性能，理论上，方案4轮胎的耐久性能最佳。

可见，并非带束层宽度越大，对轮胎的耐久性能越有利，而合理的带束层宽度配置既有利于提

高轮胎的耐久性能，又可以节约生产成本。

5 轮胎的耐久性能

采用优化胎面肩部口型设计和方案4试制385/65R22.5 24PR 164J AM211轮胎（其他半成品施工、成型和硫化工艺与原方案轮胎一致）进行耐久性能测试，试验条件如表3所示。

表3 轮胎的耐久性能试验条件

项目	试验阶段					
	1	2	3	4	5	6
负荷率/%	66	85	101	110	120	130
行驶时间/h	7	16	24	10	10	10

注：完成第6阶段测试后，每10 h负荷率增大10%连续进行试验至轮胎损坏为止。环境温度 38±3 ℃，标准负荷 5 000 kg，充气压力 980 kPa，试验速度 50 km·h^{-1}。

轮胎耐久性能试验结果表明：试验轮胎累计行驶时间为78 h，轮胎损坏形式为轮胎脱层；原方案轮胎累计行驶时间为60 h，轮胎损坏形式为胎冠爆破，可见通过对胎面肩部口型及带束层宽度进行优化设计，轮胎的耐久性能显著提高，增幅为30%，不仅达到国家标准要求的47 h，而且达到了企业标准要求的67 h，可以进入投产阶段。

6 结论

本工作从骨架材料、胎肩垫胶、胎面和带束层宽度等方面入手，结合有限元分析技术进行提高轮胎耐久性能的研究。通过对胎面肩部口型及带束层宽度进行优化设计，显著提高了385/65R22.5 24PR AM211宽基子午线轮胎的耐久性能，提高了产品的市场竞争力，同时优化了生产成本。

参考文献：

[1] 于国鸿，姜娉，韩菁，等. 445/45R19.5超低断面宽基全钢载重子午线轮胎的设计[J]. 轮胎工业，2022，42(5)：277-282.
[2] 李福香，张春颖，邢正涛. 445/45R19.5超低断面宽基无内胎全钢载重子午线轮胎的设计[J]. 橡胶工业，2017，64(3)：170-173.
[3] 马斌，李世军，刘平，等. 445/50R22.5宽基低断面全钢载重子午线轮胎的设计[J]. 橡胶科技，2020，18(10)：582-585.
[4] 王传铸，赵君，王银竹，等. 36.00R51阻燃巨型工程机械子午线轮胎的研制[J]. 橡胶工业，2022，69(6)：455-458.
[5] 刘圣林. 445/50R22.5宽基全钢载重子午线轮胎的设计[D]. 青岛：青岛科技大学，2020.
[6] 安徽佳通乘用子午线轮胎有限公司. 一种改善耐久性能的充气子午线轮胎[P]. 中国：CN 202210334461.7，2022-07-08.
[7] 秦增辉，徐兴国，李明，等. 轻型载重子午线轮胎耐久性能提升的研究[J]. 中国橡胶，2023，39(3)：52-55.
[8] 黄丽萍，陈志宏. 国外半钢子午线轮胎纤维骨架材料的应用分析[C]. 第二届全国橡胶工业用织物和骨架材料技术研讨会论文集. 青岛：《橡胶工业》编辑部，2003：20-29.
[9] 王刚. 265/70R19.5全钢丝无内胎子午线轮胎设计[D]. 哈尔滨：哈尔滨工业大学，2003.
[10] 荆涛，张彬，张颖，等. 8R22.5 14PR山景区专用全钢无内载重子午线轮胎的设计[J]. 橡塑技术与装备，2023，49(5)：19-23.
[11] 侯绪国，朱善平，张衡. 435/50R19.5无内胎低断面全钢载重子午线轮胎的设计[J]. 轮胎工业，2023，43(4)：203-206.
[12] 崔鲁欣. 12R22.5规格全钢载重子午线轮胎设计[D]. 青岛：青岛科技大学，2018.

收稿日期：2023-12-09

Improvement of Durability of 385/65R22.5 24PR 164J AM211 Wide Base Radial Tire

WANG Xue，*JU Hao*，*SUN Zongtao*，*LYU Wei*，*QU Jiayu*，*REN Shiduo*，*HUANG Xiaopeng*
[Prinx Chengshan (Shandong) Tire Co.，Ltd，Rongcheng 264300，China]

Abstract：The study of improving the durability of 385/65R22.5 24PR 164J AM211 wide base radial tire was conducted from the aspects of skeleton material，shoulder pad compound，tread and belt width，and combined with finite element simulation technology. On the basis of maintaining skeleton material， the die of tread at shoulder was optimized and the belt width was reasonably configured，which improved the tire's durability by 30%.

Key words：wide base tire；radial tire；belt；finite element analysis；durability