

295/80R22.5无内胎全钢载重子午线轮胎胎圈结构的优化

段付杨,赵飞燕,王宗运,张 东,刘冬源

(风神轮胎股份有限公司,河南 焦作 454003)

摘要:以295/80R22.5无内胎全钢载重子午线轮胎胎圈结构的优化为例,分析了胎圈开裂的形式和原因,并提出改进方案。结果表明:通过优化无内胎全钢载重子午线轮胎胎圈结构,使各部位材料分布更合理,可以提高胎圈的刚性和应力分布状况,从而提高胎圈的耐久性能并延长轮胎的使用寿命。

关键词:全钢载重子午线轮胎;无内胎;胎圈;结构优化

中图分类号:TQ336.1;U463.341⁺.3/.6

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2021)01-0013-03

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2021.01.0013



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着时代的发展,道路基础设施越来越完善,高速公路和快速通道已成为重要的交通道路,同时道路限载管理越来越严格。为适应当前道路和车辆行驶的需要,轮胎市场管理日趋严格,无内胎轮胎逐渐成为中长途运输车辆使用的主流产品。295/80R22.5无内胎全钢载重子午线轮胎是当前国内外各主机厂主推车型的配套轮胎,其产品性能代表了轮胎企业的技术水平。

我公司生产的295/80R22.5无内胎全钢载重子午线轮胎主要销往国内和东南亚市场,应用范围广泛,但其在海外某些地区超载使用过程中出现了中期胎圈损坏现象,给客户带来一定的经济损失,也给公司声誉带来不良影响。为此我们结合295/80R22.5无内胎全钢载重子午线轮胎在国内外的使用情况,对其胎圈结构进行优化设计,通过成品轮胎胎圈耐久性试验验证,可提高轮胎的胎圈耐久性能,提升产品竞争力。

1 胎圈开裂形式

根据市场反馈和走访调研发现,295/80R22.5无内胎全钢载重子午线轮胎胎圈开裂的主要形式

作者简介:段付杨(1994—),男,河南郸城人,风神轮胎股份有限公司助理工程师,学士,主要从事全钢载重子午线轮胎的结构设计与新产品工业化工作。

E-mail:duanfuyang@rubber.chemchina.com

为胎圈脱层和胎圈防水线上方周向裂口,如图1和2所示。通过对市场返回轮胎分析,发现其早期为损坏点胎圈内部骨架材料端点形成裂纹并逐步向轮胎外表面和内部延伸,导致骨架材料端点不断屈挠变形^[1],引起胎圈部位生热脱层,当裂纹生长到达轮胎外表面即形成胎圈开裂,向内则撕裂三角



图1 胎圈脱层



图2 胎圈防水线上方周向裂口

胶,导致轮胎损坏。

2 胎圈开裂原因分析

2.1 胎圈结构设计不合理

全钢载重子午线轮胎在胎圈部位始终存在应力集中点,通过对各材料端点分布和半成品形状的调整能够减小胎圈部位的应力集中,实现合理的应力梯度分布,降低骨架材料端点处的剪切应力。若胎圈结构设计不合理,骨架材料端点在一定范围内拉压应力变化大、剪切应力高、各端点间级差小或过渡不合理等都会加快胎圈部位端点裂口,进而引发脱层和胎圈开裂。另外,轮廓设计时轮胎断面水平轴位置过低,轮胎在使用过程中最大变形区域接近胎圈,造成胎圈部位应力应变过大,从而引发胎圈部位损坏^[2]。如果轮胎在超载或低气压条件下行驶,剪切应力和胎圈部位变形更大,将加速胎圈开裂的产生。

2.2 生产工艺过程异常

生产工艺过程的稳定性和一致性决定了轮胎的质量,生产工艺过程中造成成品轮胎胎圈缺陷的主要因素如下。

(1)胎圈部位三角胶、胎侧部件间有杂物或表面喷霜,焦烧导致粘合性能下降,易在接头处形成气泡,以及胎体帘布层端点厚度过渡不合理,导致台阶大、易存气,轮胎运行过程中出现胎圈脱层。

(2)钢丝圈包布裁断宽度和角度不准确导致胎圈圆周各位置受力不均匀。

(3)成型过程中由于定位方式设置不合理或定位灯标精度失效导致胎体帘布反包端点、钢丝圈包布端点、耐磨胶端点以及加强层端点分布不满足设计要求,导致胎圈部位应力集中,轮胎运行中产生裂纹逐渐演变成胎圈开裂^[3]。

2.3 使用条件不规范

通过追溯异常胎圈损坏轮胎的实际使用条件,发现存在以下共性问题:轮胎充气压力过低、车辆超载以及使用非标准轮辋等,其均为胎圈开裂的主要原因。

3 胎圈结构优化方案

从胎圈实际损坏情况看,其主要的破坏点在

胎体帘布反包端点和钢丝圈包布外端点,因此为解决胎圈开裂问题,可从结构设计方面提出优化措施,如尽量提高胎圈刚性和承载力、减小骨架材料端点应力和应变集中、合理设计材料分布。通过对胎圈结构的优化设计可以改善胎圈部位受力状况,减小应变,降低生热,并使胎圈应力分布更合理^[4-5]。

3.1 方案1

为提高胎圈刚性,可减小下胎侧变形、增大胎体反包端点高度和钢丝圈包布反包高度,优化胎圈结构设计,使耐磨胶端点、钢丝圈包布外端点和胎体反包端点分布合理。

3.2 方案2

为降低胎圈部位应力集中,同时降低端点的轴向剪切力,减小胎圈刚性突变,使胎圈应力分布合理,在不改变胎体反包高度和钢丝圈包布反包端点高度条件下可使用纤维包布加强胎圈结构,覆盖胎体反包端点和钢丝圈包布反包端点。

3.3 方案3

增大钢丝圈包布宽度,合理调整胎体和钢丝圈包布定位,使胎圈各端点刚性平缓过渡,从而优化胎圈结构设计。该方案既可提高胎圈刚性,减小胎圈形变,又能降低胎圈部位应力集中,同时减小骨架材料的轴向剪切力。

4 成品轮胎试验

4.1 轮胎试制

根据公司现有工艺,采用以上3个方案试制295/80R22.5 18PR无内胎全钢载重子午线轮胎。试制轮胎的材料分布基本达到设计要求。

4.2 成品试验

4.2.1 试验方法

利用胎圈耐久性试验测试轮胎在超负荷状态下的胎圈耐久性能。

试验方法为:将轮胎胎面打磨至磨耗标志处,装上试验轮辋,充入标准气压,轮胎轮辋组合体在 $(30 \pm 3)^\circ\text{C}$ 下至少停放3 h;将轮胎安装在转鼓试验机上,运行速度为 $30\text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,试验负荷为单胎额定负荷(3 750 kg)的200%。试验环境温度为 $(30 \pm 3)^\circ\text{C}$,转鼓试验机连续匀速运行,直至轮胎

损坏为止。

4.2.2 试验结果

采用胎圈结构优化方案的试验轮胎与工厂生产轮胎的胎圈耐久性试验结果如表1所示。

表1 各方案试验轮胎与生产轮胎胎圈耐久性试验结果

项 目	胎圈耐久运行时间/h	损坏形式
试验轮胎		
方案1	106.70	胎圈开裂
	108.30	胎圈开裂
方案2	131.30	胎圈开裂
	146.40	胎圈开裂
方案3	213.60	胎圈开裂
	208.85	胎圈开裂
生产轮胎	85.20	胎圈开裂
	90.50	胎圈开裂

从表1可以看出,3个胎圈结构优化方案轮胎的胎圈耐久性均优于生产轮胎,其中试验轮胎方案3结果最优,方案2次之,且2种方案轮胎耐久性均满足企业标准要求(120 h),说明通过优化胎圈结构可以提高无内胎全钢载重子午线轮胎胎圈的耐久性能。

5 结语

通过分析295/80R22.5无内胎全钢载重子午线轮胎胎圈开裂的原因,提出改善胎圈耐久性能的优化方案,并进行了室内耐久性试验验证。结果表明,通过优化设计胎圈结构,使各部位材料分布更合理,可以提高其胎圈耐久性能和轮胎的综合性能,降低了因胎圈开裂导致的理赔率,提升了客户满意度,同时可设计出满足不同胎圈耐久性需求的产品,以适应不同的市场。

参考文献:

- [1] 马明强,赵鑫,史新妍.动态疲劳对钢丝帘线/橡胶粘合性能的影响[J].橡胶工业,2015,62(2):80-84.
- [2] 王志平,裴权华,王彩红,等.全钢子午线轮胎胎圈鼓包机理的有限元分析[J].轮胎工业,2019,39(8):463-466.
- [3] 李志.损伤缺陷对在用轮胎安全性的影响研究[D].青岛:青岛科技大学,2015.
- [4] 宿晓峰,付平,丁忠军,等.基于Abaqus软件的轮胎有限元模型建立及仿真分析[J].橡胶工业,2019,66(2):121-127.
- [5] 张宁,林娟颖,刘晓颖,等.子午线轮胎胎圈裂纹的有限元分析[J].公路交通科技,2019(4):144-150.

收稿日期:2020-07-11

Bead Structure Optimization of 295/80R22.5 Tubeless Truck and Bus Radial Tire

DUAN Fuyang, ZHAO Feiyan, WANG Zongyun, ZHANG Dong, LIU Dongyuan

(Aeolus Tyre Co., Ltd., Jiaozuo 454003, China)

Abstract: Taking the bead structure optimization of the 295/80R22.5 tubeless truck and bus radial (TBR) tire as an example, the damage forms and the causes of the bead cracking were analyzed, and the improvement schemes were proposed. The results showed that by optimizing the bead structure of the tubeless TBR tire, the material distribution of each part was more reasonable, and the rigidity and stress distribution of the bead could be improved, therefore the durability of the bead and the service life of the tire could be prolonged.

Key words: TBR; tubeless; bead; structure optimization

启事 《轮胎工业》《橡胶工业》《橡胶科技》不向作者收取审稿费。任何机构、个人以任何名义向作者收取审稿费均为诈骗行为。请广大作者互相转告,勿信诈骗信息。有任何疑问请及时与编辑部联系。《轮胎工业》《橡胶工业》《橡胶科技》投稿渠道为官方网站<http://www.rubbertire.com.cn>与<http://www.rubbertire.cn>,任何其他网上投稿渠道均为假冒。