

矩形钢丝圈对胎圈性能的影响

任晓静,马向前,何昌伟,石亚玲

(风神轮胎股份有限公司,河南 焦作 454003)

摘要:利用有限元分析方法对轮胎胎圈部位进行静态加载分析。结果表明:相对于六边形钢丝圈,矩形钢丝圈的转动角度明显减小,矩形钢丝圈轮辋与轮胎之间的最大接触应力略微增大,对气密性有利;相对于矩形钢丝圈,六边形钢丝圈与轮辋的接触受力更加均匀,对胎圈性能提升有利。根据轮胎的使用条件、整体性能、成本和市场等因素合理选择钢丝圈结构,可以提升轮胎的使用性能和安全性。

关键词:全钢载重子午线轮胎;矩形钢丝圈;六边形钢丝圈;胎圈受力;胎圈变形

中图分类号:TQ336.1;O241.82

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2022)08-0456-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2022.08.0456



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

作为汽车与路面接触的唯一部件,轮胎性能直接影响汽车的安全性和乘坐舒适性。胎圈是轮胎与轮辋结合的主要部位。全钢载重子午线轮胎的胎圈部位结构比较复杂,包含加强层、胎体、钢丝圈等钢丝结构和多种复合橡胶结构^[1-5]。其中钢丝圈是胎圈部位的主要承重部件,承受74%左右的充气压力,钢丝圈性能与轮胎的安全性密不可分。因此,胎圈钢丝的选择不仅影响轮胎的使用性能和安全性,同时影响轮胎的装卸性能^[6-9]。

本工作通过有限元分析方法研究轮胎胎圈部位受力,并对六边形钢丝圈和矩形钢丝圈进行对比分析,得出两种不同类型钢丝圈的受力特性,可为轮胎结构设计提供一些方向性和参考性的建议。

1 模型选择

本工作以275/70R22.5全钢载重子午线轮胎为研究对象,分别对六边形钢丝圈和矩形钢丝圈进行静态加载分析。其中,六边形钢丝圈选用圆形钢丝,直径为1.65 mm,覆胶直径为1.8 mm,7-8-9-10-9-8-7方式排列,如图1所示。矩形钢丝圈选用截面为2.6 mm×1.39 mm的矩形钢丝,不覆胶,6×6方式排列,如图2所示。

作者简介:任晓静(1988—),女,河南焦作人,风神轮胎股份有限公司助理工程师,学士,主要从事轮胎结构设计工作。

E-mail:1315073770@qq.com

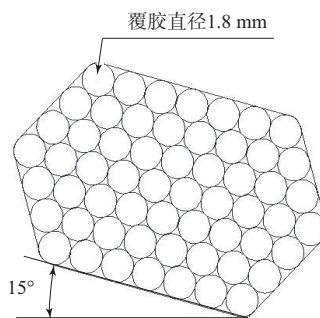


图1 7-10-7六边形钢丝圈示意

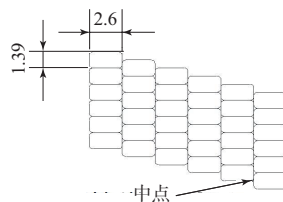


图2 6×6矩形钢丝圈示意

2 材料测试

为得出胎圈钢丝的力学特性,分别选取上述圆形和矩形钢丝(每种钢丝分别取出5个试样)进行破断力试验。本工作采用德国Zwick-Z010 (BT1-FR010TN A50) 10 kN型电子万能材料试验机,分别对两种钢丝进行拉伸试验。5个试样的拉伸应力-应变数据的再现性非常好,测试结果可靠。

两种胎圈钢丝的拉伸曲线如图3所示。

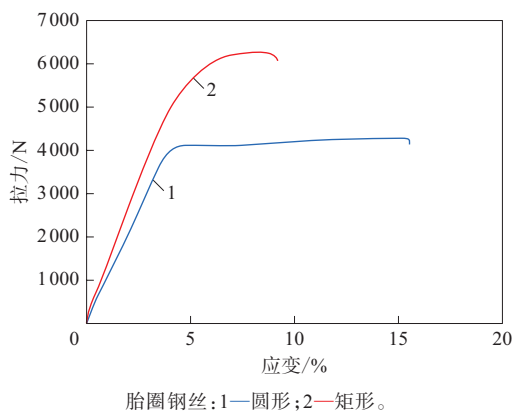


图3 两种胎圈钢丝的拉伸曲线

从图3可以看出,胎圈钢丝是弹塑性材料,有明显的线弹性变形阶段和塑性变形阶段,但没有明显的屈服流动阶段^[10]。矩形钢丝的弹性应变区域比圆形钢丝长,塑性变形(断裂伸长率为10%附近)比圆形钢丝(断裂伸长率为15%附近)小得多,一旦发生塑性变形很快便出现断裂。矩形钢丝的破断力为5 964 N,圆形钢丝的破断力为4 175 N。在轮胎结构的静态加载计算中,两种胎圈钢丝均可以采用线弹性材料模型。

3 模型建立

对两种胎圈结构的轮胎进行材料分布图的绘制。两种断面结构除钢丝圈不同外,其他部位均一致(见图4)。

利用网格划分软件对材料分布图进行网格划分,为区分重点部位,对胎圈部位进行网格细化,如图5所示。这样,既保证了分析计算的准确性,又减小了计算量。此处钢丝圈属性不使用刚体定义,而是根据上述试验所得的拉伸曲线用线弹性材料模型定义。

有限元分析时对轮胎橡胶部分采用CGAX3H和CGAX4H单元模拟,轮胎帘线部分用SFMGAX1和REBAR单元模拟,橡胶材料采用YEOH模型,轮辋和路面定义为解析刚体。选择静态加载工况,充气压力为900 kPa,负荷为3 150 kg,轮辋为8.25,与国家标准要求相同。

4 结果与讨论

4.1 变形分析

分析静态加载后的模型可以发现,矩形钢丝

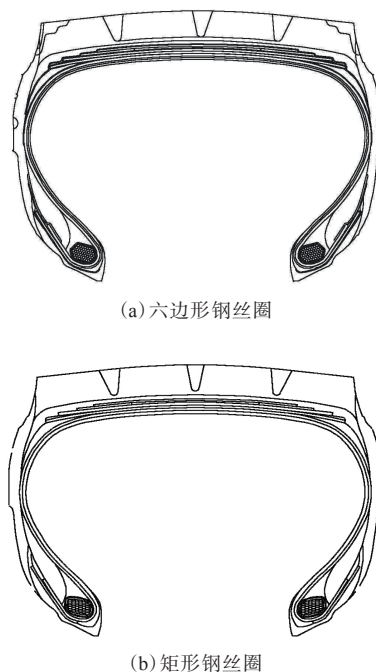


图4 两种胎圈结构的轮胎材料分布示意

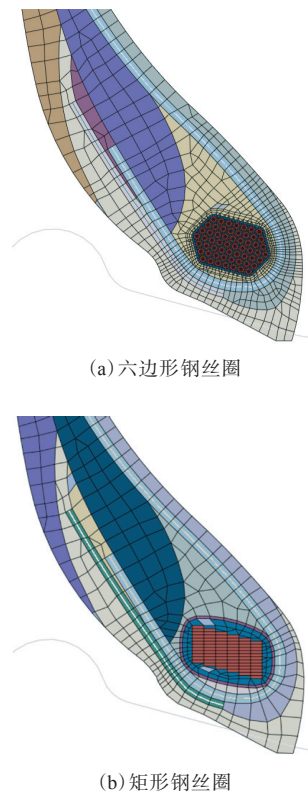


图5 胎圈部位网格细化

圈和六边形钢丝圈的旋转角度在接地区域达到最大,其转动的角度范围均为 2° 左右,且矩形钢丝圈转动的角度比六边形钢丝圈增大0.9%,钢丝圈受

力降低。但是六边形钢丝圈在接地区域存在转动角度变小的现象,结果如图6所示。

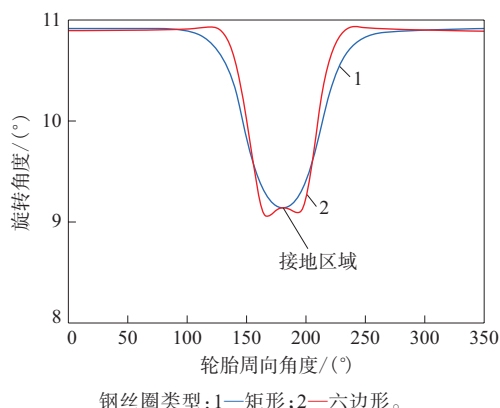


图6 加载后两种钢丝圈的角度变化曲线

同时,矩形钢丝圈和六边形钢丝圈胎体与钢丝圈的相对旋转角度分别为 5.83° 和 5.89° 。相对于六边形钢丝圈,加载后矩形钢丝圈的胎体与钢丝圈的相对转动大为降低。

4.2 受力分析

输出胎圈与轮辋部位的接触应力,并将两种方案的结果进行对比,对比结果和接触应力如图7和8所示。

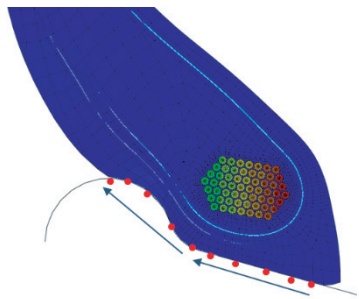


图7 胎圈与轮辋部位受力示意

从图7和8可以看出:矩形钢丝圈的轮辋与轮胎之间的最大接触应力略微增大;六边形钢丝圈接触受力更均匀。

5 结论

采用矩形钢丝圈代替六边形钢丝圈后,胎圈部位的旋转角度有所减小,但是减小的幅度不大;胎体与钢丝圈之间的相对转动也大为降低;在胎圈区域采用矩形钢丝圈,将得到一个更有利的应

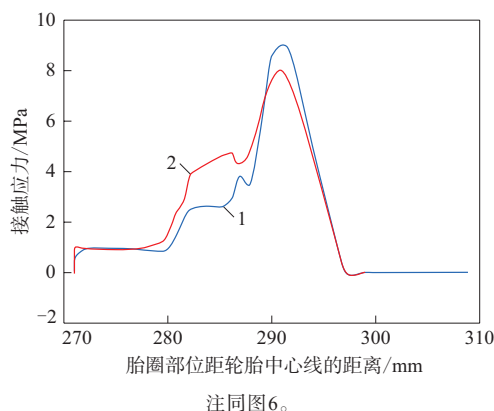


图8 两种钢丝圈的接触应力曲线

力状态。因此,矩形钢丝圈常用于公交车轮胎等对胎圈受力和轮胎安全性要求严格的轮胎上。同时,采用矩形钢丝圈后,轮辋与轮胎之间的最大接触应力略增大,对气密性有利。六边形钢丝圈的胎圈与轮辋接触应力更加均匀。

因此,设计轮胎时,根据轮胎对安全性的不同需求可以选用不同类型的钢丝圈。本工作结果可为轮胎设计提供一定的参考。

参考文献:

- [1] 彭赐龙,陈希真,罗从文.军用汽车全钢载重子午线轮胎断面测绘及分析[J].军事交通学院学报,2011,13(9):49-52.
- [2] 袁相坤,李麦麦,高永彬,等.改善胎圈钢丝用盘条组织性能均匀性实践[J].金属制品,2021,47(4):27-30.
- [3] 李西德,黄振国,郭建华,等.胎圈钢丝用SWRH77A线材的研制与开发[J].四川冶金,2021,43(1):34-36,49.
- [4] 段付杨,赵飞燕,王宗运,等.295/80R22.5无内胎全钢载重子午线轮胎胎圈结构的优化[J].轮胎工业,2021,41(1):13-15.
- [5] 陈睿.基于子模型方法的子午线轮胎胎圈部三维精细有限元分析[D].合肥:中国科学技术大学,2009.
- [6] 梁晨,王国林,伍建军,等.载重子午线轮胎接地几何特征研究[J].拖拉机与农用运输车,2010(1):55-56.
- [7] 谭苗,任乔伟,杨姣,等. $\Phi 1.3$ mm高强度胎圈钢丝在半钢子午线轮胎中的应用[J].橡胶科技,2021,19(8):390-392.
- [8] 刘程,刘振国,张新峰,等.轿车轮胎均匀性影响因素试验研究[J].橡胶工业,2019,66(1):3-12.
- [9] 胡金莲,赵雷,孙文.异型丝的恒张力收线[J].金属制品,2009,35(1):29-31.
- [10] 梁守智,钟延熹,张丹秋.橡胶工业手册(修订版)第四分册 轮胎[M].北京:化学工业出版社,1989.

收稿日期:2022-04-11

Effect of Rectangular Bead Ring on Bead Performance

REN Xiaojing, MA Xiangqian, HE Changwei, SHI Yaling

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

Abstract: The static loading analysis of tire bead was carried out by using the finite element analysis method. The results showed that the rotation angle of the rectangular bead ring was obviously smaller than that of the hexagonal bead ring, and the maximum contact stress between the rectangular bead ring rim and the tire increased slightly, which was beneficial to the air tightness. Compared with the rectangular bead ring, the contact force between the hexagonal bead ring and the rim was more uniform, which was beneficial to the improvement of the bead performance. The use performance and safety performance of tires could be improved by reasonably selecting the bead ring structure according to the service conditions, overall performance, cost and market of the tire.

Key words: truck and bus radial tire; rectangular bead ring; hexagonal bead ring; bead stress; bead deformation

天然橡胶企业运行困难重重

“浓缩胶乳原料胶乳短缺,导致出现胶乳原料与橡胶价格倒挂,固体全乳胶企业亏损;天然橡胶胶农弃割;局部疫情导致物流不畅,下游工厂停工;港口进口天然橡胶货物静置,企业生产成本大增;海运费居高不下;汇率波动影响橡胶套期保值……”近日,国内多家天然橡胶企业向中国橡胶工业协会(简称中橡协)橡胶材料专业委员会反映当前企业运行情况和遇到的困难,同时向中橡协和国家相关部门提出诉求和政策建议。

据云南天然橡胶产业集团有限公司常务副总经理马林飞介绍,近年来,受天然橡胶价格持续低迷影响,胶农收入逐年减少,年轻胶工不断流失,弃割、砍树现象日益严重,“谁来割胶”的问题不断凸显。

与此同时,人工成本、生产原材料成本也持续走高,天然橡胶企业经营压力持续增大。据悉,目前天然橡胶割胶和抚管人工成本已超过1万元·t⁻¹。随着我国橡胶生产劳动力数量进入拐点,这一情况还会加重。橡胶加工原材料煤、甲酸等持续涨价,也导致橡胶加工生产成本不断增加。

青岛全美橡胶轮胎有限公司总经理王沛称,2022年3月以来,由于疫情多点频发,山东青岛海

关港口进口货物和快件单据管控严格,港口和海关静置期的设置延长了货物交割时间,让橡胶进口企业产生了巨额货物仓储费和港口堆存费,给企业经营带来很大负担。

此外,受汇率大幅波动影响,以人民币进行橡胶期货套期保值受到波及,因汇率管理工具和本成本过高,也推升了部分橡胶企业的生产成本。对此,橡胶材料企业纷纷提出相关诉求和建议。海南天然橡胶产业集团股份有限公司建议,建立和完善天然橡胶保护区管护政策,加大对橡胶种植环节的支持力度,提高橡胶加工厂升级改造及产品研发的资金支持,加快促进落后产能淘汰等。

云南天然橡胶产业集团有限公司建议,应做好橡胶产业发展顶层设计,加大天然橡胶收储力度;加快推进“保税加工”工作,支持国有龙头企业在保税区加工橡胶产品;加大对“走出去”替代种植国有龙头企业的支持,以降低境外替代企业的生产资金压力。

中橡协会长徐文英表示,会把橡胶企业的困难和诉求建议快速反馈给国家相关部门,并提出支持橡胶行业实体经济发展的系列措施和建议。同时希望企业坚定信心,加强合作。

(摘自《中国化工报》,2022-06-28)