

全钢载重子午线轮胎六角形钢丝圈与圆形钢丝圈 结构性能对比

赵延林

(赛轮金宇集团股份有限公司,山东 青岛 266045)

摘要:采用有限元分析方法对全钢载重子午线轮胎六角形钢丝圈与圆形钢丝圈进行结构和性能对比分析。结果表明,圆形钢丝圈及其底部胶料在轮胎中受力和非受力状态下的应力变化率小于六角形钢丝圈,其在受力作用时的变形量也较小,更有利于将轮胎束紧在轮辋上,可有效预防胎体钢丝断爆现象。

关键词:载重子午线轮胎;六角形钢丝圈;圆形钢丝圈;有限元分析

中图分类号:TQ330.38⁺7;U463.341⁺.3/.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-8171(2015)01-0024-05

全钢载重子午线轮胎在使用中的主要受力部位是带束层和胎圈,胎圈部位出现钢丝抽丝爆、胎圈裂口等问题较多。本工作研究六角形钢丝圈和圆形钢丝圈对轮胎性能的影响,分别从钢丝圈的性

能检测、有限元分析和生产工艺等方面进行对比。

1 钢丝圈性能对比

两种钢丝圈性能对比见表 1。

表 1 两种钢丝圈性能对比

钢丝圈类型	钢丝类型	钢丝破断力/N	整体安全倍数	供货厂家	质量/kg
圆形钢丝圈	1×7.5+(13+19)×2.2	7 810(1 层),7 756(2 层),19 773(芯股)	6.4	胜通钢帘线股份有限公司	2.160
六角形钢丝圈	1.55NT(79)	3 350	6.3	江苏兴达钢帘线股份有限公司	2.053

2 钢丝圈性能有限元分析

对同规格 12.00R20 轮胎进行分析,仅钢丝圈类型不同。

2.1 加负荷前后应力变化率

对两种轮胎进行充气 and 加负荷后的钢丝圈受力有限元分析,研究受力变化。

2.1.1 六角形钢丝圈

在仅充气不受力的状态下,六角形钢丝圈的最大应力点出现在内端点尖端部位(见图 1),应力为 804.344 9 N;在加载标准负荷的状态下,钢丝圈的最大应力点也出现在内端点尖端部位(见图 2),应力为 819.219 1 N。

轮胎在运动过程中受力状态循环变化,钢丝圈的应力变化也往复进行^[1],根据有限元分析数

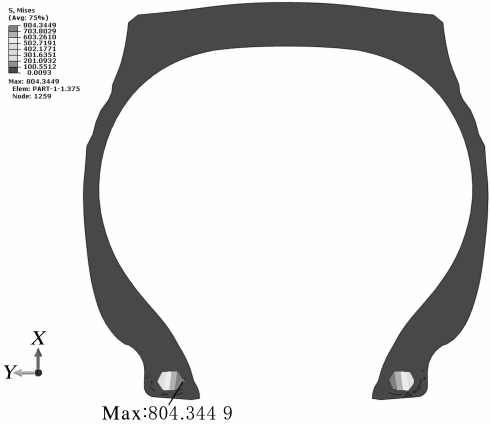


图 1 充气状态下六角形钢丝圈受力分析

据,六角形钢丝圈加负荷后的应力增加值为 14.874 2 N,变化率为 1.85%。

2.1.2 圆形钢丝圈

在仅充气不受力的状态下,圆形钢丝圈的最大应力点出现在内圆弧面部位(见图 3),应力为

作者简介:赵延林(1983—),男,山东聊城人,赛轮金宇集团股份有限公司工程师,学士,主要从事轮胎结构设计工作。

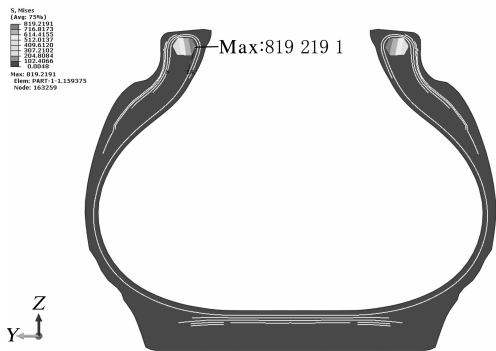


图 2 标准负荷状态下六角形钢丝圈受力分析

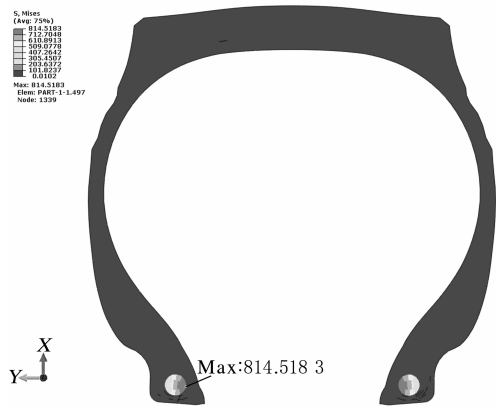


图 3 充气状态下圆形钢丝圈受力分析

814.518 3 N;在加载标准负荷的状态下,钢丝圈的最大应力点也出现在内圆弧面部位(见图 4),应力为 825.734 1 N。圆形钢丝圈加负荷后的应力增加值为 11.215 8 N,变化率为1.38%。

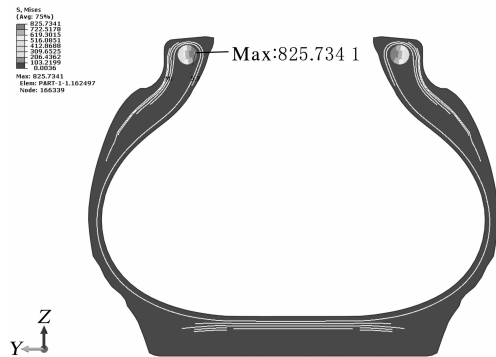


图 4 标准负荷状态下圆形钢丝圈受力分析

由此可以看出,六角形钢丝圈在使用中的应力变化率比圆形钢丝圈大,因此六角形钢丝圈承受比圆形钢丝圈更大的疲劳应变。从钢丝圈的应力大小可以看出,圆形钢丝圈的束紧能力更强,在轮胎使用中钢丝圈部位的应力变化量小也符合此

模拟结果。

2.2 钢丝圈底部胶料受力

胶料受力和非受力的应力变化可以反映钢丝圈部位的耐疲劳性能。如果钢丝圈部位的胶料在轮胎滚动过程中应力变化很大,就容易出现生热高,易疲劳损坏等问题,从而造成钢丝断裂或胎圈裂缝,最终形成爆胎。

2.2.1 六角形钢丝圈

在充气非受力的状态下,六角形钢丝圈底部胶料的最大应力点出现在钢丝圈外侧尖角下方部位(见图 5),应力为 12.902 2 N;在加载标准负荷的状态下,钢丝圈底部胶料的最大应力点也出现在钢丝圈外侧尖角下方部位(见图 6),应力为 13.918 8 N。六角形钢丝圈加负荷后的底部胶料应力增加值为 1.016 6 N,变化率为7.88%。

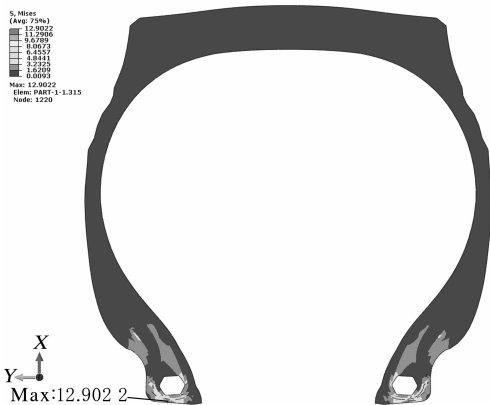


图 5 充气状态下六角形钢丝圈底部胶料受力分析

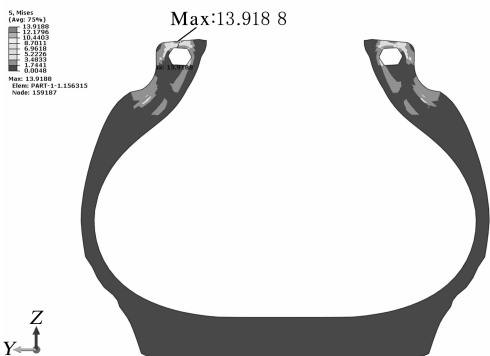


图 6 标准负荷状态下六角形钢丝圈底部胶料受力分析

2.2.2 圆形钢丝圈

在充气非受力的状态下,圆形钢丝圈底部胶料的最大应力点出现在钢丝圈正下方部位(见图

7), 应力为 10.677 8 N; 在加载标准负荷的状态下, 钢丝圈底部胶料的最大应力点也出现在钢丝圈正下方部位(见图 8), 应力为 11.077 9 N。圆形钢丝圈负荷后的底部胶料应力增加值为 0.410 1 N, 变化率为 3.84%。

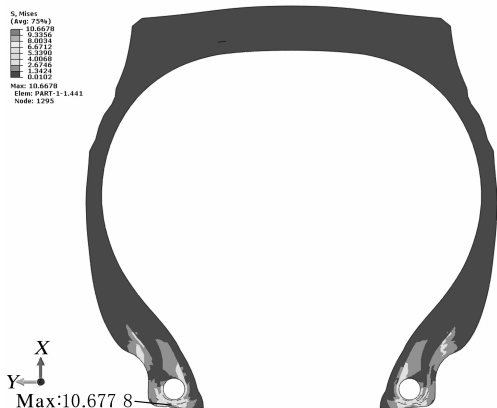


图 7 充气状态下圆形钢丝圈底部胶料受力分析

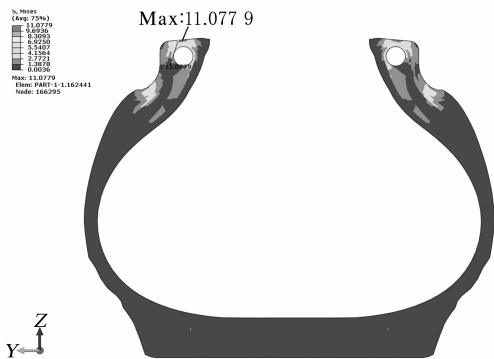


图 8 标准负荷状态下圆形钢丝圈底部胶料受力分析

由此可以看出, 六角形钢丝圈在使用中的底部胶料应力变化率比圆形钢丝圈大, 因此六角形钢丝圈底部胶料承受比圆形钢丝圈更大的疲劳应变, 在使用过程中更容易出现胎圈问题。胶料应力变化率小, 则钢丝圈部位的生热低, 圆形钢丝圈比六角形钢丝圈对轮胎胎圈的保护性更强。

2.3 钢丝圈受力后的应变

六角形钢丝圈在加载标准负荷情况下最大应变出现在钢丝圈内侧端点处(见图 9), 为 0.009 37。

圆形钢丝圈在加载标准负荷情况下最大应变出现在钢丝圈内侧弧面(见图 10), 为 0.007 942。

在负荷相同情况下, 圆形钢丝圈的应变比六角形钢丝圈小, 说明圆形钢丝圈自身变形量小于六角形钢丝圈。

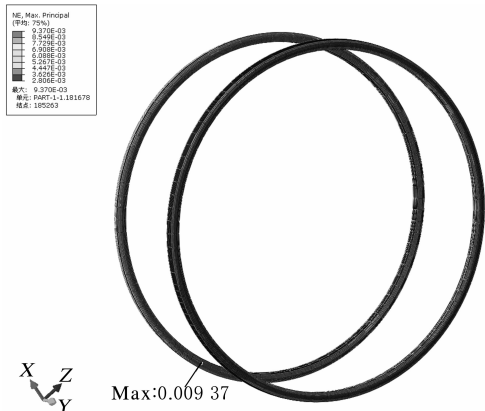


图 9 标准负荷状态下六角形钢丝圈应变分析

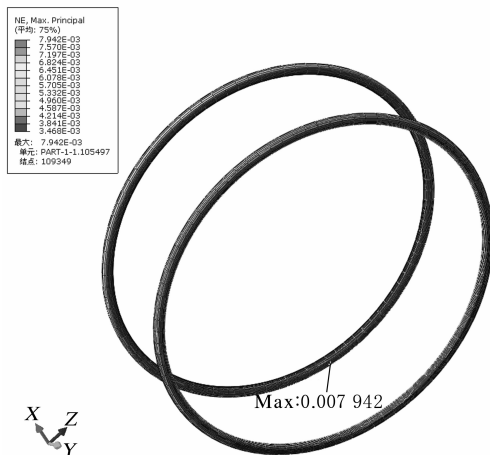


图 10 标准负荷状态下圆形钢丝圈应变分析

2.4 钢丝圈对胎体受力的影响

钢丝圈对胎体受力的影响直接决定了胎体出现损坏的机率, 利用有限元工具对两种钢丝圈胎体受力最大值进行对比分析, 结果见图 11 和 12。六角形钢丝圈和圆形钢丝圈附近的胎体最大应力



图 11 六角形钢丝圈附近胎体受力分析

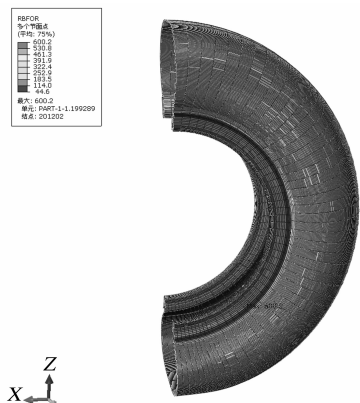


图 12 圆形钢丝圈附近胎体受力分析

分别为 609.31 和 600.2 N, 表明两种钢丝圈对周围胎体的应力影响相当。

3 生产工艺对比分析

六角形钢丝圈采用钢丝圈缠绕机进行缠绕, 在生产时需投入资金购买钢丝圈缠绕机, 配备操作人员, 需进行日常设备维护。钢丝圈生产时除钢丝本身成本外, 还要附加电能等资源和人工费用。圆形钢丝圈可直接从厂家订货, 省去自身生产的附加费用和胎圈钢丝采购等流程。由特定厂家生产供货更有利于控制单件产品的质量, 规模生产也可有效利用生产力, 节约资源。

根据相关研究经验, 采用预硫化的钢丝圈有利于提高轮胎胎圈的胶料性能。根据生产情况, 在成型时使用圆形钢丝圈容易出现填充胶在钢丝圈中立不稳的情况, 影响成型平宽的准确性, 因此在以后的试验中可采用圆形钢丝圈缠绕时增加包胶的工艺来解决, 同时也可修改填充胶的底座形状, 以增强钢丝圈与填充胶的结合性能^[2]。此外, 需要对成型机的钢丝圈夹持环进行改进, 以保证钢丝圈垂直于成型鼓。

六角形钢丝圈可以采用包胶或缠绕锦纶包布的工艺, 有利于下道工序的生产使用; 而圆形钢丝圈采用缠绕包布工艺后不能解决与填充胶很好粘贴的工艺要求, 只能采用包胶工艺。

两种钢丝圈成品轮胎断面如图 13 所示。

4 钢丝圈优缺点分析

4.1 钢丝圈形状对胎体的剪切影响

六角形钢丝圈的应力集中出现在内侧端点



(a)



(b)

图 13 六角形钢丝圈和圆形钢丝圈成品轮胎断面处, 整体受力集中在一条线上, 这样就对胎体钢丝形成明显的剪切应力集中, 成为轮胎出现胎圈抽丝爆的问题点。理论分析中钢丝圈和胎体的配合是均匀且对胎体的锁紧长度是相同的。但在轮胎实际的成型过程中, 由于成型机的扇形块与钢丝圈的夹持装置不一定完全垂直等因素影响, 造成轮胎的胎圈部位周向胎体的长度不等, 在轮胎使用中出现负荷突然增大或超载的情况时容易在钢丝圈部位出现胎体单根或整体断裂的情况。

圆形钢丝圈的应力集中出现在内侧圆弧面, 整体受力集中在一个面上, 有效地扩大了应力集中的范围, 减小对胎体的剪切应力, 因此可以降低出现轮胎抽丝爆的几率。

4.2 焊点处缺陷的影响

圆形钢丝圈存在一个大直径的芯股, 本次分析的 12.00R20 轮胎采用的是直径为 7.5 mm 的钢丝, 钢丝圈相连接的地方是焊接, 焊点处是其缺

陷所在。根据检测数据,焊点处的破断力为18 323 N,虽然与非焊点处同种钢丝的破断力(19 773 N)相差不多,但没有在实际使用中验证该类型的钢丝圈是否会出现钢丝圈断裂的现象。六角形钢丝圈目前在大多数公司使用,极少出现钢丝圈断裂的问题。

5 结论

(1)圆形钢丝圈在轮胎中受力和非受力状态下的应力变化率比六角形钢丝圈小,更有利于将轮胎束紧在轮辋上。

(2)圆形钢丝圈的底部胶料在受力和非受力状态下的应力变化率小于六角形钢丝圈。

(3)六角形钢丝圈在受力作用时的变形量大于圆形钢丝圈,对周围材料损坏的影响较大。

(4)圆形钢丝圈对胎体的应力影响与六角形钢丝圈相当。

(5)采用圆形钢丝圈,可以实现单独钢丝圈厂家供货,规模化控制产品质量,降低生产成本。但圆形钢丝圈仅适合采用包胶工艺的设计方案,六角形钢丝圈可采用包胶或缠绕锦纶包布的工艺。

(6)圆形钢丝圈在束紧时的应力集中是一个平面,而六角形钢丝圈的应力集中是一条线,六角形钢丝圈对胎体的剪切力比圆形钢丝圈更大。使用圆形钢丝圈可有效预防胎体钢丝断爆现象。

(7)圆形钢丝圈存在芯股钢丝焊点失效的风险,而六角形钢丝圈使用中很少出现钢丝圈断裂的现象。

参考文献:

- [1] 罗之祥,魏丽. 国外轮胎钢丝圈和胎圈钢丝的发展变化[J]. 轮胎工业,2008,28(8):470-472.
- [2] 王晓光,曹建国,孙振. $\Phi 1.55$ HT 胎圈钢丝在全钢载重子午线轮胎钢丝圈中的应用[J]. 轮胎工业,2010,30(3):166-168.

收稿日期:2014-11-25

Comparison of Hexagonal Bead and Round Bead for Truck and Bus Radial Tire

ZHAO Yan-lin

(Sailun Jinyu Group Co., Ltd, Qingdao 266045, China)

Abstract: The structure and property of hexagonal bead and round bead for truck and bus radial tire were compared using finite element analysis method. The results showed that, the rate of stress change of round bead and its bottom compound in tires under either load or unload situation was smaller than that of the hexagonal bead, and its deformation under load was lower, which was helpful to tighten the tire on the rim, and would effectively improve the burst resistance of carcass wire.

Key words: truck and bus radial tire; hexagonal bead; round bead; finite element analysis

轮胎切块机

中图分类号: TQ330.4+2; X783.3 文献标志码: D

由大连宝锋机器制造有限公司申请的专利(公开号 CN 103317540A, 公开日期 2013-09-25)“轮胎切块机”, 涉及的轮胎切块机包括电动机、减速器和支架。其中, 支架通过轴承座设有并排的主动辊和被动辊, 主动辊轴与被动辊轴之间通过等速比齿轮啮合。主动辊和被动辊都间隔排列设置小刀盘和大刀盘, 小刀盘和大刀盘的圆周还分别有顶端带刀刃的齿并且齿数相同。主动辊

小刀盘的齿转到两辊连心线的位置与被动辊大刀盘对应的齿相切而形成对切, 主动辊大刀盘的齿转到两辊连心线的位置与被动辊小刀盘对应的齿相切, 而形成对切。当电动机通过减速器带动主动辊和被动辊相对转动时, 主动辊和被动辊的大刀盘相互交错剪切, 将送入的橡胶轮胎分解片连续剪切开, 并剪切成宽度与刀盘厚度相当的长条, 从而大大降低了重复循环切削, 提高了生产效率。

(本刊编辑部 赵敏)