

加强层插入包对工程机械子午线轮胎力学性能的影响

梁金招,谭明明,高明,吕龙

(三角轮胎股份有限公司,山东威海 264200)

摘要:采用数值仿真分析技术对 13.00R25 工程机械子午线轮胎进行了结构设计优化,重点研究胎圈、胎侧部位加强层插入包对轮胎承载性能的影响。结果表明:3 种方案轮胎充气后的外直径和断面宽增幅相差不大,其中方案 3 增幅最大;在充气压力为 950 kPa、加载负荷为 8 500 kg 时,3 种方案轮胎的接地印痕相差不大,但方案 2 胎面冠部到胎肩所受的应力较为均匀,其对应的垂直载荷最大。在胎侧部位增设锦纶加强层插入包,可使轮胎胎面冠部受力更加均匀,提高轮胎的耐磨性能,同时增大了胎侧部位刚性,延长了轮胎的使用寿命。

关键词:工程机械子午线轮胎;加强层;插入包;非线性;有限元仿真

中图分类号:U463.341⁺.5/.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-8171(2014)01-0009-05

近年来,随着国内外交通、水利、能源等基础设施建设的快速发展,用于矿山、工地等恶劣环境的工程机械子午线轮胎需求量不断增加,与此同时,竞争也越来越激烈。矿区车辆超载情况较为严重,如何在工程机械子午线轮胎成本不增加的情况下,增大承载能力,提高使用性能,延长使用寿命,降低轮胎退赔率成为了各厂家研究的重点课题。

研究国外技术成熟的产品发现,工程机械子午线轮胎在重负荷情况下使用时普遍在胎圈及胎侧部位增设锦纶及钢丝插入包以提高轮胎的承载性能。现对我公司 13.00R25 工程机械子午线轮胎采用不同加强层插入包设计方案下的充气和受力分析情况简介如下。

1 设计方案及受力情况分析

胎圈部位是轮胎使用过程中主要的支撑部位,也是轮胎的主要受力部位之一。在轮胎超载、路况恶劣的条件下,胎圈部位的设计质量是提高轮胎使用性能的关键因素^[1-2]。

为了深入研究加强层对工程机械子午线轮胎力学性能的影响,并为提高轮胎使用性能提供指

导和理论依据,公司根据剖析国外大公司工程机械子午线轮胎断面情况,结合自身实际,为 13.00R25 工程机械子午线轮胎设计了 3 种方案(轮胎材料分布如图 1 所示),并对其充气 and 加载情况下轮廓变化、接地形状及接地时受力、行驶面宽度与应力关系、轮胎负荷与下沉量的关系和胎圈处应力变化进行了针对性的研究和有限元分析。具体方案如下:方案 1,在胎踵部位增设 4 层锦纶加强层插入包;方案 2,在胎侧部位增设 2 层锦纶加强层插入包;方案 3,在钢丝圈部位胎体下面增设 1 层 U 型钢丝加强层,同时在胎圈内侧增设 2 层锦纶加强层插入包。

1.1 轮胎充气后轮廓对比

充气压力为 950 kPa,充气前后轮胎轮廓的变化情况与具体参数分别如图 2 和表 1 所示。

从图 2 和表 1 可以看出,3 种方案的外直径和断面宽均增大,其中方案 1 的外直径和断面宽增幅较小,方案 2 次之,方案 3 增幅最大,但 3 种方案的外直径和断面宽增幅相差不大。

由此说明,在不同部位增设加强层插入包对轮胎外直径、断面宽变化影响不大,轮胎的外缘尺寸基本保持不变,不会改变原有的装配关系。

1.2 轮胎接地印痕和接地压力分布

在充气压力为 950 kPa、负荷为 8 500 kg 状

作者简介:梁金招(1967—),女,广西桂林人,三角轮胎股份有限公司工程师,学士,主要从事子午线轮胎的设计开发、制造工艺研究和市场技术服务工作。

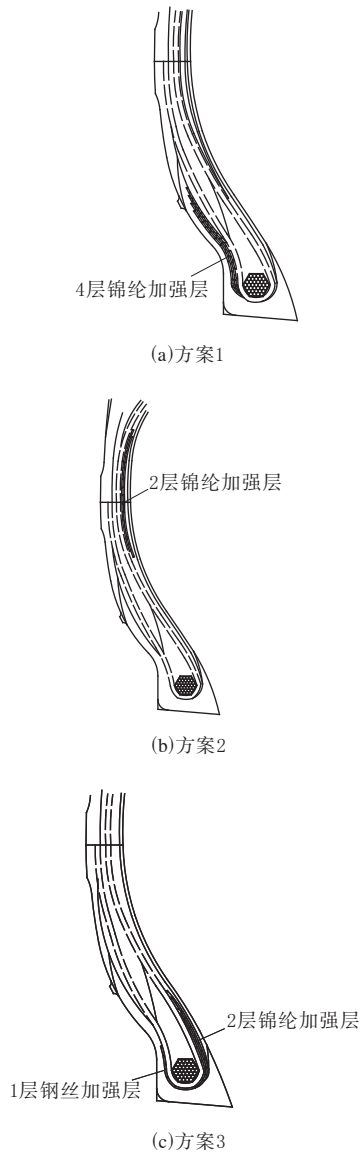


图 1 轮胎材料分布示意

况下,轮胎的接地压力分布情况如图 3 所示。

从图 3 可以看出,3 种方案的轮胎印痕形状相近,接地压力主要由胎面冠部承担。应力最大值分别为 1.230,1.227 和 1.229 MPa,位置均在胎面冠部中心点附近。由此可见,加强层插入包对轮胎接地印痕和接地压力情况影响不大。

1.3 轮胎行驶面宽度方向接触压力

轮胎行驶面宽度方向接地应力分布曲线如图 4 所示。

从图 4 可以看出,印痕内接地压力分布主要集中在胎面冠部中心区域,虽然该印痕接地压力的对称性较好,但是在肩部的压力梯度变化明显,

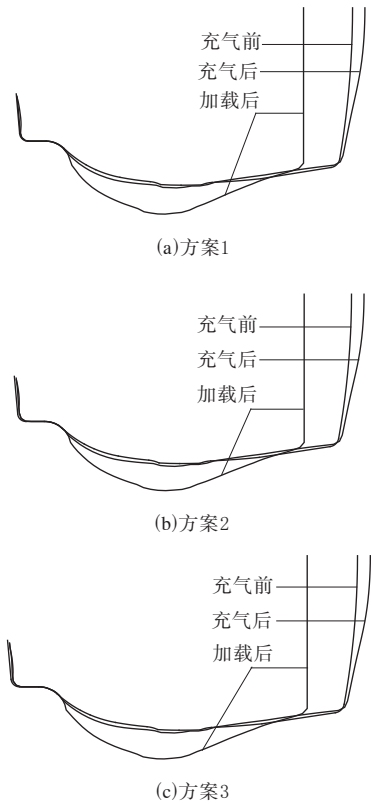


图 2 充气前后轮胎轮廓的变化情况

表 1 充气前后轮胎轮廓变化的具体参数 mm

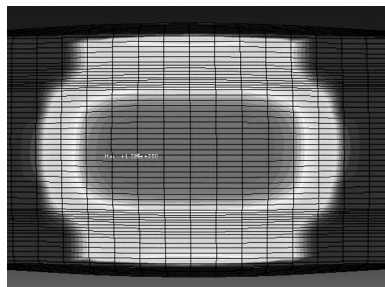
项 目	外直径	断面宽
充气前	1 300	350
充气后		
方案 1	1 315.269	352.225
方案 2	1 316.158	353.137
方案 3	1 316.559	353.268

有明显应力集中。在使用过程中,方案 2 轮胎接地压力分布较为均匀,其轮胎所受的接触压力均匀性好于其他 2 种方案。

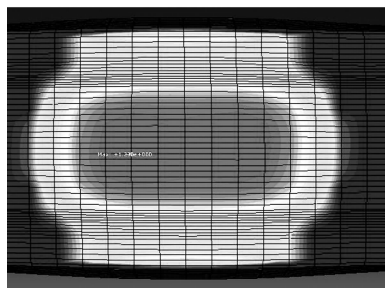
由此说明,方案 2 轮胎使用过程中接地压力分布较为均匀,胎肩位置变化梯度相对较小。轮胎使用过程中接地压力分布均匀,有利于改善轮胎的耐磨性能,并有效地降低工程机械子午线轮胎使用过程中胎肩部位生热,从而提高轮胎的耐久性能。

1.4 轮胎负荷与下沉量的关系

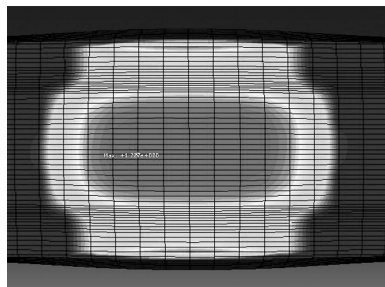
轮胎的垂直载荷与下沉量变化曲线如图 5 所示。从图 5 可以看出,方案 2 的垂直刚度明显大于另外 2 种方案。由此可见,在胎侧部位增设锦纶



(a) 方案 1



(b) 方案 2



(c) 方案 3

图 3 轮胎的接地压力分布情况

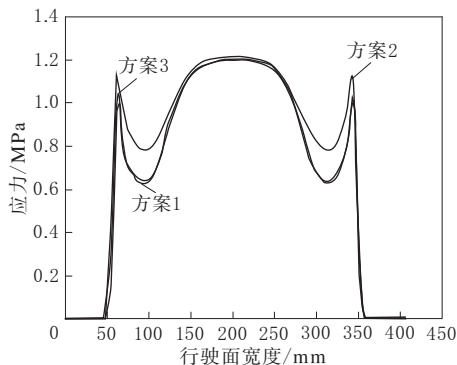


图 4 轮胎行驶面宽度方向接地应力分布曲线

加强层插入包可增大胎侧部位刚性, 有效提高胎侧刚度, 进而提高轮胎的承载性能。

1.5 轮胎胎圈部位受力

轮胎胎圈在充气及加载后的 Mises 应力分布

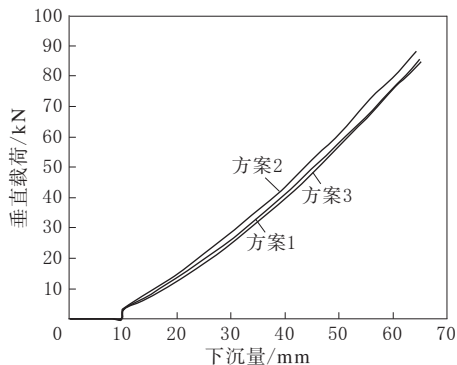


图 5 轮胎的垂直载荷与下沉量变化曲线

如图 6 所示, 加载过程采用接地中心处的断面。

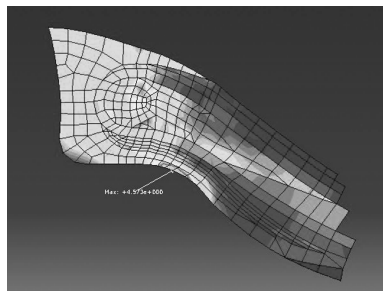
从图 6 可以看出, 3 种方案充气过程的应力集中相似。加载过程在胎圈部位的应力集中有区别, 应力最大值分别为 3.278, 2.969 和 3.081 MPa。3 种方案的应力最大值出现在胎圈内侧, 该位置也是轮胎容易发生破坏的危险区域, 应该合理地设计过渡曲线以及填充胶料的过渡方案。

由此说明, 在相同的充气压力和负荷下, 方案 2 与轮辋接触部位承受应力最小, 轮胎胎圈部位受力最小。因此, 在使用过程中不容易出现胎圈部位的质量问题。

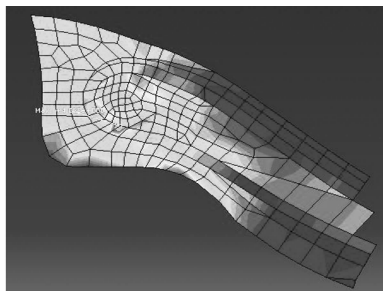
2 结论

从仿真计算入手, 结合实际测试, 研究结果表明: 3 种方案轮胎充气后的外直径和断面宽增幅相差不大, 其中方案 3 增幅最大; 在充气压力为 950 kPa、加载负荷为 8 500 kg 时, 3 种方案轮胎的接地印痕相差不大, 但方案 2 胎面冠部到胎肩所受的应力较为均匀, 轮胎所受应力较均匀地分布于胎面冠部, 在使用过程中受力也最均匀; 方案 2 对应的垂直载荷最大, 在胎侧部位增设锦纶加强层插入包可增大胎侧部位的刚性, 提高轮胎的承载性能; 3 种设计方案中胎圈部位的 Mises 应力最大值都出现在钢丝圈外包布处, 最大值分别是 3.278, 2.969 和 3.081 MPa, 方案 2 所受应力比方案 1 和 3 要小。

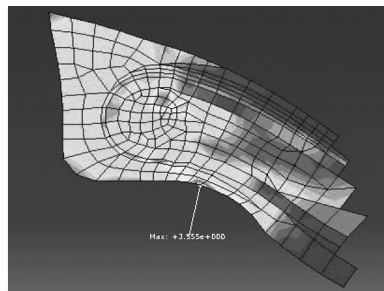
在胎侧部位增设锦纶加强层插入包, 可使轮胎胎面冠部受力更加均匀, 提高轮胎的耐磨性能; 增大胎侧部位刚性, 一方面可防止胎侧部位因过度屈挠变形而产生脱层裂口问题, 另一方面可防止胎侧过度变形胀大, 避免双胎并装时两胎侧之间产生摩擦而影响轮胎寿命, 同时可防止双胎并



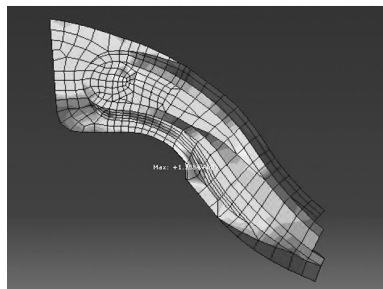
(a) 方案1 轮胎充气过程



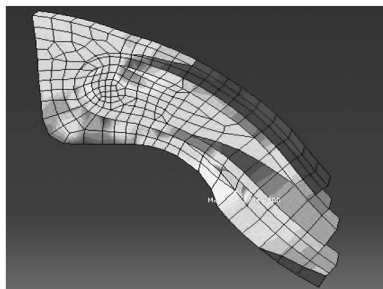
(b) 方案2 轮胎充气过程



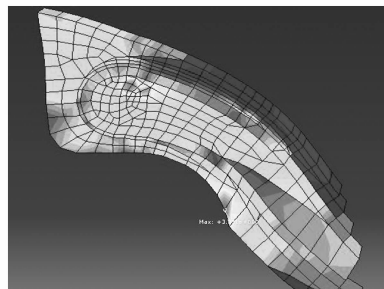
(c) 方案3 轮胎充气过程



(d) 方案1 轮胎加载过程



(e) 方案2 轮胎加载过程



(f) 方案3 轮胎加载过程

图6 轮胎胎圈在充气及加载后的 Mises 应力分布

装时两胎侧间隙较小而夹石子将胎侧碾爆;还可减小轮胎钢丝圈包布处的应力,在超载情况下可提高轮胎的使用性能,避免胎圈部位产生脱层、起鼓等质量问题。

3 实际应用情况

根据上述结论,我公司对 13.00R25 工程机械子午线轮胎进行了改进。改进后轮胎的胎圈耐久性能得到显著提高,耐久时间提高了 30%。将改进后轮胎进行了矿山实地测试,轮胎的使用性能有了明显地提高,使用寿命由原来的 1.5 个月延长到优化后的3个月,轮胎运行良好,未出现胎

圈脱层、起鼓等质量问题,大大降低了在超载和路况苛刻地区轮胎胎圈部位出现质量问题的比例。改进后轮胎得到客户的一致好评,获得了良好的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 谭明明,高明,田兆菊. 胎肩厚度及胎体曲线对工程机械子午线轮胎力学性能的影响[J]. 轮胎工业,2012,32(10):594-598.
- [2] 仇志刚,汪传生,边慧光. 全钢载重子午线轮胎胎体帘布反包端点开裂原因分析及解决措施[J]. 轮胎工业,2009,29(10):632-635.

第7届全国橡胶工业用织物和骨架材料技术研讨会论文

Influence of Reinforcement Package on Mechanical Property of Off-the-road Radial Tire

LIANG Jin-zhao, TAN Ming-ming, GAO Ming, LÜ Long

(Triangle Tire Co., Ltd, Weihai 264200, China)

Abstract: The structure of 13.00R25 off-the-road radial tire was modified by using numerical simulation analysis technology, and the influence of bead and sidewall reinforcement package on the loading performance of tire were investigated. The results showed that, the increase amplitude of inflated overall diameter and cross sectional width of the tires in all three designs were similar, though

the 3rd design showed slightly higher increase. As the inflation pressure was 950 kPa and the loading was 8 500 kg, the footprint of the tires were similar, but the stress from crown to shoulder of the tire from 2nd design was more uniform, and its vertical loading was the biggest. When nylon reinforcement package was added in the sidewall, the stress of crown could be more uniform, the wear resistance was improved, the rigidity of sidewall increased, and the service life of tire prolonged.

Key words: off-the-road radial tire; reinforced layer; inserted package; nonlinear; finite element simulation

国内外简讯 8 则

△2013 年 11 月 7—9 日,由工业和信息化部与联合国工业发展组织联合主办的第 3 届绿色工业大会在广州举行,风神轮胎股份有限公司董事长王锋应邀与会并做了题为《实施绿色制造,引领转型升级》的报告,提出了在联合国层面上建立重要产业全球全产业链的绿色工业发展通道等加快全球绿色工业发展的建议,受到了与会代表、专家学者的广泛认同和好评。

(风神轮胎股份有限公司 孙国利)

△2013 年 11 月 13 日,青岛市安监局危化处、城阳区安监局、青岛立源安全评价有限公司等分别从现场和汇报材料两方面对青岛黄海橡胶股份有限公司的“安全生产标准化达标”工作进行了验收评价。最终该公司以全市危化品行业最高分通过评审验收。

(青岛黄海橡胶股份有限公司

陈利民 顾巧艳)

△2013 年 11 月 25 日,中石油吉林石化研究院环保型充油丁苯橡胶(SBR)1763 工业化试验获得圆满成功,使吉林石化 SBR 牌号更加丰富、产品更具竞争力。SBR1763 具有加工性能好、滚动阻力低和生产成本相对低的特点,各项性能指标完全达到考核要求,市场前景广阔。

(中石油吉林石化研究院 张晓君 杨春雨)

△2013 年 11 月 27 日,桂林橡胶机械厂第 6 000 台硫化机成功下线,这标志着一个高性能、高自动化和高可靠性的硫化机诞生,是研发制造过程中新的里程碑,更是市场的需求。该公司成为我国首个硫化机产量突破 6 000 台大关的企业。

(桂林橡胶机械厂 李 丽)

△2013 年 11 月 22 日,广州市华南橡胶轮胎有限公司轿车轮胎产品 H220 荣获《汽车杂志》颁

发的 2014 年度推荐产品大奖。该款轮胎采用非对称胎面花纹块设计,以提高乘坐舒适性与操控稳定性;运用新的胎面配方技术,使其拥有更好的湿地抓着性能,减小干湿地制动距离。

(广州市华南橡胶轮胎有限公司

黄义莲 刘 宁)

△2013 年 11 月,位于美国阿克隆和俄亥俄州地区的家族轮胎经销商 Leipold 轮胎加入美国轮胎工业协会(TIA),成为该协会的第 1 000 个会员单位,这个数据是具有 93 年历史 TIA 的一个里程碑。TIA 会员可获得轮胎工业和提供设备、原材料和相关服务供应商的服务。

MTD(www.moderntiredealer.com),

2013-11-20

△2013 年 9 月 10—12 日,美国蒂坦国际公司在格兰德岛成立玉米收获日,并捐赠 74 条农业轮胎进行拍卖,轮胎价值超过 12 万美元,为当地美国未来农民组织(FFA)筹集了 38 760 美元。2012 年蒂坦公司为 FFA 学生捐赠 1 000 多条轮胎,为当地 FFA 捐赠 264 条轮胎。

MTD(www.moderntiredealer.com),

2013-11-18

△包括大陆轮胎美洲有限公司、倍耐力轮胎有限公司、韩泰轮胎美国公司、固铂轮胎和橡胶公司、玛吉斯国际美国公司和东洋轮胎集团美国公司在内的世界顶级轮胎制造商的美国分公司齐聚拉斯维加斯 2013 全球轮胎展,几乎所有种类的轮胎均有展示。其中中国轮胎企业参展数量值得关注,其轮胎展品类型囊括了轿车及轻型载重轮胎、载重斜交及子午线轮胎、农业轮胎、工程机械轮胎和工业车辆轮胎。

MTD(www.moderntiredealer.com),

2013-11-14