

带复杂胎面花纹的子午线轮胎有限元分析

冯琳阁,朱作勇,冯希金,周进,王亦菲,朱新静

(赛轮金宇集团股份有限公司,山东 青岛 266555)

摘要:针对205/55R16半钢子午线轮胎,建立带复杂花纹的轮胎有限元模型并进行分析,同时与花纹轮胎的试验结果和光面轮胎的有限元计算结果进行对比。结果表明,复杂花纹轮胎模型与实际轮胎外轮廓、接地印痕吻合较好,花纹对轮胎结构受力特征有一定的影响,就接地性能而言,复杂花纹的存在使轮胎接地压力分布的不均匀性和接地压力水平有所增大。

关键词:半钢子午线轮胎;胎面花纹;有限元分析

中图分类号:U463.341⁺.4/.6;O241.82 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-8171(2017)04-0200-05

轮胎是汽车的重要部件之一,它直接与路面接触,起支撑作用,保证车轮与路面有良好的附着性,提高汽车的牵引性、制动性和通过性。由于橡胶轮胎复杂的材料非线性、结构非线性和接触非线性,大大增加了有限元分析的难度,因此传统轮胎有限元分析往往忽略胎面花纹或只考虑周向花纹沟槽。然而,胎面花纹是轮胎的重要组成部分,对轮胎的行驶性能和使用寿命有直接的影响^[1]。不考虑胎面花纹的分析结果与实际情况会有一定的差别,并且花纹的相关性能得不到体现,只有计及复杂胎面花纹的轮胎结构有限元分析才能给出更为准确可靠的结果。

本工作基于Abaqus有限元分析软件,采用组合模型技术,对带有复杂胎面花纹的205/55R16半钢子午线轮胎模型进行有限元分析^[2],并与实际轮胎的试验测试结果进行验证对比,同时与光面轮胎模型计算结果对比,以考察复杂花纹对轮胎结构受力变形的影响,为胎面花纹优化和轮胎性能评价提供依据。

1 有限元分析模型

1.1 胎面花纹部分建模

胎面花纹部分通过CATIA软件进行三维花纹块建模,如图1所示。

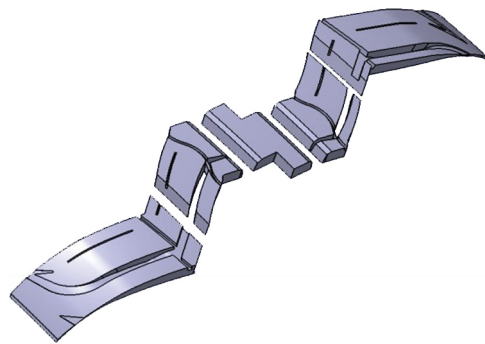


图1 花纹块的实体模型

将花纹块模型导入到Abaqus CAE软件中对其进行网格划分,如图2所示。

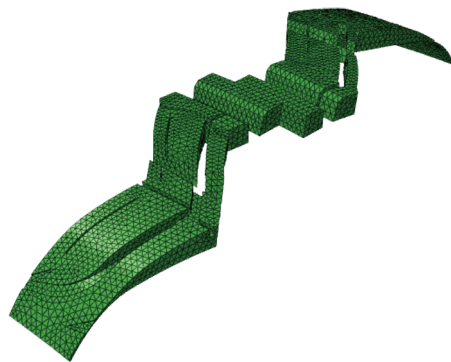


图2 花纹块的网格模型

花纹块网格模型共有2 011个单元、3 907个节点。最后将胎面花纹导入到Abaqus软件中,进行网格划分和材料属性定义。

1.2 包含复杂胎面花纹的轮胎模型

将轮胎模型分为两部分,一部分是胎面花纹,

作者简介:冯琳阁(1985—),女,山东聊城人,赛轮金宇集团股份有限公司工程师,硕士,主要从事轮胎力学有限元分析工作。

另一部分是轮胎主体。轮胎主体部分建立轴对称模型,将骨架材料以rebar的形式嵌入橡胶单元,施加边界条件,生成二维轴对称充气模型。对于胎面花纹部分,构建一个节距的花纹三维模型,并划分网格,定义胎面单元集合、胎面上下表面集合,定义胎面材料并赋予材料属性。将胎面花纹部分与轮胎主体部分通过*Tie命令绑定在一起,其中轮胎主体部分使用*Symmetric Model Generation命令旋转一个花纹节距的角度,本研究中周向角度为5.454 545°,最后形成一个节距的轮胎整体扇形模型,如图3所示。

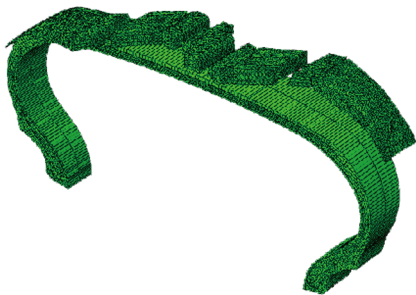


图3 一个节距的轮胎整体扇形模型

最后,再次使用*Symmetric Model Generation命令,将扇形体周期性镜像66份,得到整个轮胎模型,如图4所示。

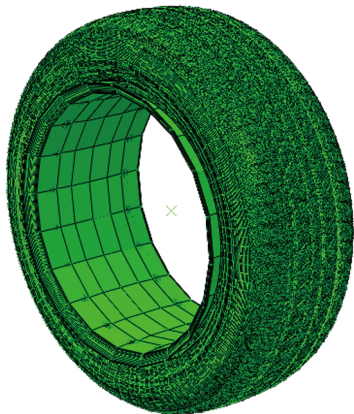


图4 轮胎整体花纹模型

2 计算结果与模型验证

为验证模型的正确性,进行两方面的验证。
(1)在充气压力180 kPa下,轮胎的断面宽和外直径有限元计算与试验结果对比如表1所示。
从表1可以看出,复杂花纹轮胎有限元仿真结

表1 充气断面宽和外直径有限元计算与试验结果对比

项 目	外直径/mm	断面宽/mm
花纹轮胎试验结果	628.6	216.8
光面轮胎有限元计算结果	634.0	215.6
花纹轮胎有限元计算结果	628.0	215.6

果与试验数据一致性非常好,断面宽的偏差率为0.5%,外直径的偏差率为0.09%,说明有限元模型是正确的。

(2)在充气压力300 kPa,负荷率(标准负荷615 kg)分别为60%,80%,100%和120%下的接地数据对比如表2所示,接地印痕如图5—7所示。

表2 接地数据仿真与试验结果对比

项 目	负荷率/%			
	60	80	100	120
花纹轮胎试验数据				
接地长轴/mm	150	120	159	162
接地短轴/mm	104	156	137	152
接地面积/mm ²	9 356	11 983	14 426	17 134
光面轮胎有限元计算数据				
接地长轴/mm	148	119	157	161
接地短轴/mm	108	152	135	151
接地面积/mm ²	11 771	14 955	17 860	21 011
花纹轮胎有限元计算数据				
接地长轴/mm	147	155	158	162
接地短轴/mm	102	120	139	151
接地面积/mm ²	9 410	12 163	14 534	16 927

从表2可以看出,光面轮胎、花纹轮胎有限元计算的接地长短轴与试验长短轴吻合度较好。光面轮胎的有限元计算接地面积与花纹轮胎试验接地面积偏差较大,花纹轮胎的有限元接地面积与试验接地面积吻合度较好。因此,花纹轮胎的有限元模型有效性更好。

3 光面轮胎与花纹轮胎内部材料受力对比分析

3.1 带束层橡胶受力

对复杂胎面花纹205/55R16轮胎模型进行轮辋装配、充气、静负荷工况的模拟,与光面轮胎在同等工况下的模拟计算结果进行对比,分析胎面花纹对轮胎内部受力的影响,本研究对带束层橡胶受力进行了详细对比,以考察复杂花纹对带束层橡胶的影响。

静负荷(615 kg)下接地断面上从子午面中心到端部的1[#]带束层橡胶受力分布如图8和9所示。

由图8和9可以看出,1[#]带束层橡胶所受剪应力

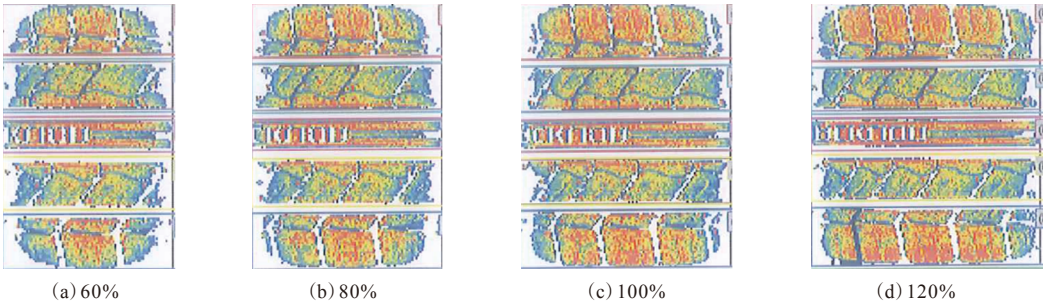


图5 不同负荷率下花纹轮胎试验接地印痕

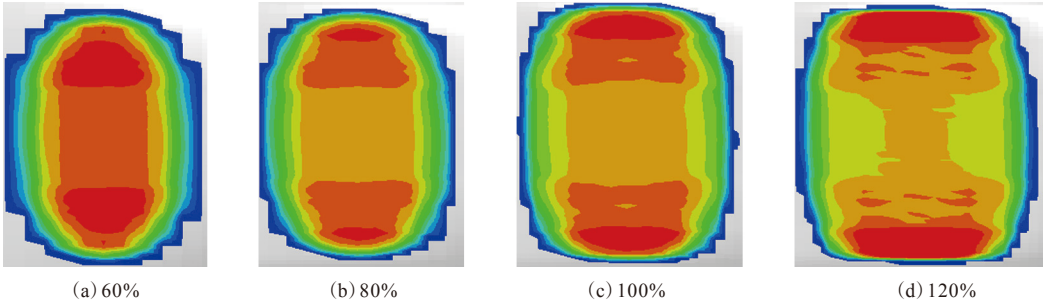


图6 不同负荷率下光面轮胎有限元分析接地印痕

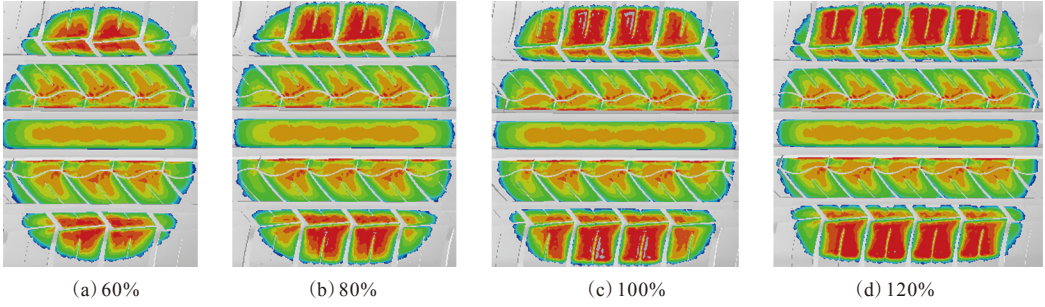


图7 不同负荷率下花纹轮胎有限元分析接地印痕

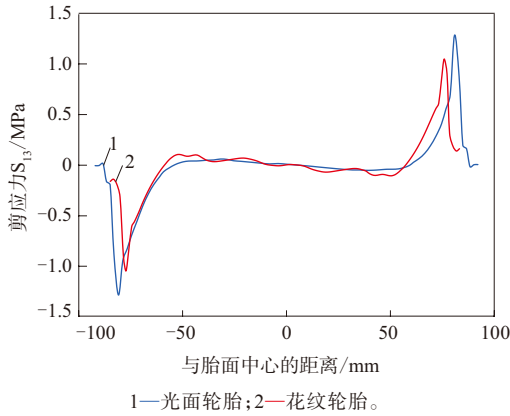


图8 1#带束层橡胶所受剪应力 S_{13} 对比

S_{13} (1,3表示方向)、应变能密度均在带束层端部出现最大值后急剧下降。花纹轮胎所受剪应力

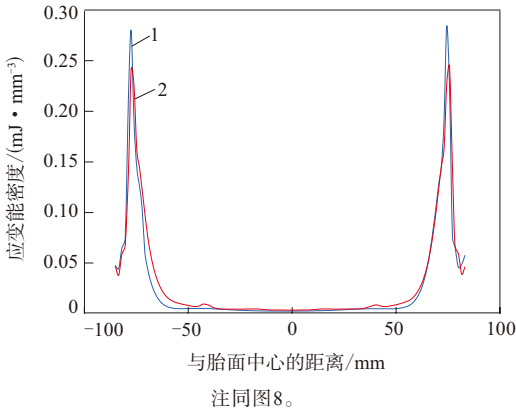


图9 1#带束层橡胶所受应变能密度对比

S_{13} 、应变能密度最大值小于光面轮胎。
静负荷(615 kg)下接地断面上从子午面中心

到端部的2[#]带束层橡胶受力分布如图10和11所示。

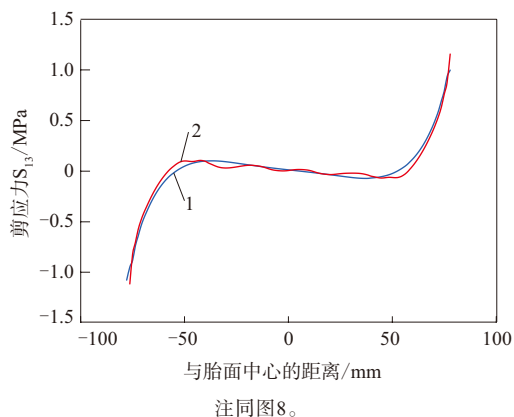


图10 2[#]带束层橡胶所受剪应力 S_{13} 对比

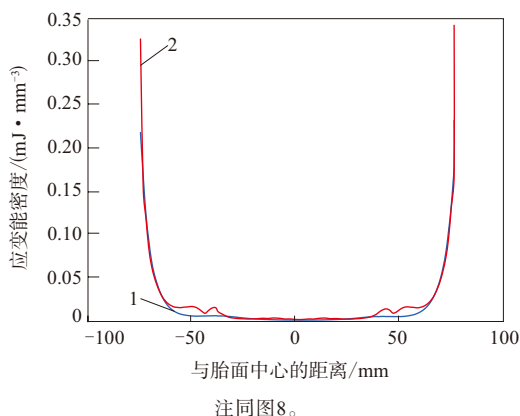


图11 2[#]带束层橡胶所受应变能密度对比

由图10和11可以看出,2[#]带束层橡胶所受剪应力 S_{13} 、应变能密度均在带束层端部出现最大值。花纹轮胎所受剪应力 S_{13} 、应变能密度最大值大于光面轮胎,该BH15花纹的存在使2[#]带束层橡胶受力有增大的趋势。

3.2 静负荷下接地压力

为研究花纹对接地压力的影响,对比光面轮胎与复杂花纹轮胎的接地印痕和接地压力分布,轮胎充气压力为300 kPa,所加载荷为615 kg,分析结果如图12所示。

由图12可以看出花纹对接地压力分布的影响,复杂花纹轮胎胎肩部位接地压力明显增大,且接地压力最大值及分布不均匀性有所增加。复杂花纹对接地印痕形状也有一定的影响,接地短轴

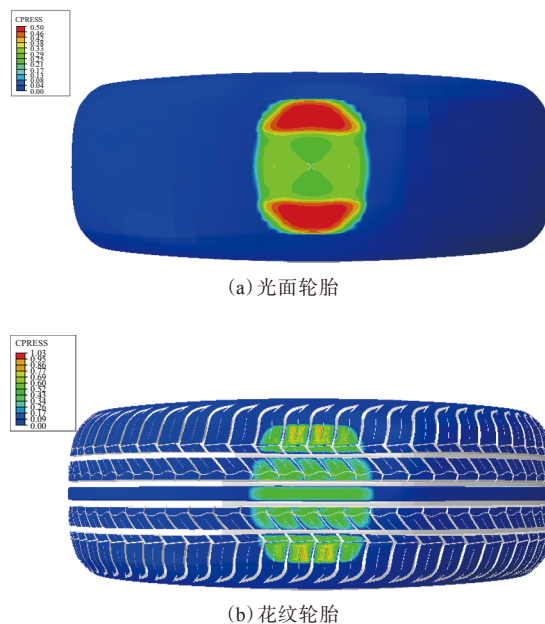


图12 光面轮胎与复杂花纹轮胎的接地印痕和接地压力分布对比

相差不大,接地长轴明显增大。

4 结论

本研究分别建立了带有复杂胎面花纹的轮胎有限元模型、光面轮胎有限元模型,并与实际轮胎的外轮廓、接地印痕进行了对比。结果表明,光面轮胎模型在接地面积、印痕形状上相差较大,复杂花纹轮胎模型与实际结果吻合较好。

考察花纹对轮胎结构受力特征的影响,对花纹轮胎、光面轮胎带束层橡胶受力进行对比,结果表明胎面花纹对1[#]和2[#]带束层橡胶受力情况均有明显影响。

对于接地性能,复杂花纹的存在使轮胎的接地压力分布不均匀性和接地压力增大。因此,在对轮胎进行胎冠部位橡胶受力和接地性能分析时考虑带胎面花纹的有限元模型是有必要的。

参考文献:

- [1] 庄继德. 现代汽车轮胎技术[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2001: 1-10.
- [2] 石亦平, 周玉蓉. ABAQUS有限元分析实例详解[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006: 130-138.

Finite Element Analysis on Radial Tire with Complex Pattern

FENG linge, ZHU Zuoyong, FENG Xijin, ZHOU Jin, WANG Yifei, ZHU Xinjing

(Sailun Jinyu Group Co., Ltd., Qingdao 266555, China)

Abstract: In this study, the finite element (FE) model of 205/55R16 steel-belted radial tire with complex pattern was established and analyzed. The simulation results were then compared with the test results of the pattern tire and FE simulation results of smooth tire. The results showed that, the profile and footprint of the tire with complex pattern from FE simulation were in good accordance with the actual tire, and tire pattern had an influence on the mechanical characteristics of tire structure. It was also found that the complex pattern would increase the non-uniformity of contact pressure distribution and the level of contact pressure.

Key words: steel-belted radial tire; tread pattern; finite element analysis

轮胎出口“三同”认定准则发布

中图分类号: TQ336.1; U463.341 文献标志码: D

中国出口轮胎质量技术促进委员会印发《出口轮胎企业“同线同标同质”认定准则》(简称《准则》)。《准则》的发布,为加快推进轮胎产品“同线同标同质”认定提供制度保障,初步建立轮胎产品“同线同标同质”质量监管模式。

中国出口轮胎质量技术委员会表示,该项工作旨在帮助出口轮胎企业加快实现内外销产品生产线、产品标准和产品质量的一致性建设,“三同”代表轮胎出口和内销要同一生产线、同一检测标准、同质量要求。

我国是全球第三大轮胎消费市场,轮胎消费量约占全球轮胎消费市场的18%,仅次于美国和欧洲,中国轮胎品牌众多、产能巨大,但是品牌竞争力不足。轮胎作为专业性强的汽车配套品,普通消费者无法辨别性能优劣,购买行为受品牌影响大。一方面与外资品牌相比,本土品牌营销宣传、渠道建设落后,消费者认可度低;另一方面在原配胎市场,国内中高端车型轮胎基本被国外品牌占据,在替换胎市场,消费者倾向于选择原配品牌型号的轮胎,固化了消费者印象。

业内人士认为,《准则》的发布,能够提振消费者对中国轮胎品牌的消费信心;促进企业转型,拓展市场空间;提质增效,维护产业健康发展;整合资源,推进营销模式改革。

2016年12月,中国首家出口轮胎“同线同标同质”企业——山东昌丰轮胎有限公司,在山东东营通过认定验证。这标志着中国轮胎质量技术促进委员会在推进工业消费品“同线同标同质”工程中取得了实质性进展。

(摘自《中国化工报》,2017-01-26)

德废轮胎回收企业在美拓展业务

中图分类号: TQ336.1 文献标志码: D

全球领先的废轮胎回收炭黑企业,总部设在德国慕尼黑的派罗莱克斯(Pyrolyx)公司和一家总部设在美国华盛顿州西雅图的若克莱姆(Reklam)公司,宣布在美国组建一家新的合资企业——派罗莱克斯美国公司。

派罗莱克斯公司在合资公司中拥有81%的股权,合资公司将采用环保可持续发展的高温热解工艺对废轮胎中的有用成分进行回收利用,若克莱姆公司主要负责合资企业的日常管理与运作。

派罗莱克斯公司是世界上从废轮胎中回收炭黑的领先者。这种回收炭黑可用于制造新轮胎、塑料制品和橡胶工业制品等。目前,应用该公司的废轮胎高温热解回收技术,处理一条10 kg的轿车轮胎可回收4 kg的炭黑、1.5 kg的钢丝和4 L的油料;回收一条70 kg的载重轮胎,可获得28 kg的炭黑、11 kg的钢丝和28 L油料。

(摘自《中国化工报》,2017-01-25)