

235/60R18 107T冬季镶钉轿车子午线轮胎设计

刘 鹏,刘淑娇,赵 敏,贾进义,张 晔

(三角轮胎股份有限公司,山东 威海 264200)

摘要:介绍235/60R18 107T冬季镶钉轿车子午线轮胎的设计。结构设计:外直径 735 mm,断面宽 249 mm,行驶面宽度 192.7 mm,行驶面弧度高 6.4 mm,胎圈着合直径 457.6 mm,胎圈着合宽度 198.12 mm,断面水平轴位置(H_1/H_2) 1.04,采用冬季镶钉轮胎专用TR757花纹,优化花纹节距排列。施工设计:采用有限元仿真分析技术,胎侧采用加厚形式,带束层采用 3×0.30 HT钢丝帘线,胎体采用2层1440dtex/2 DSP聚酯帘布,高反包结构,矩形钢丝圈,采用一次法成型机成型、双模液压定型硫化机硫化。成品性能试验结果表明:成品轮胎的充气外缘尺寸、强度性能、脱圈阻力、耐久性能、低气压性能和高速性能符合相应的设计和国家标准要求。

关键词:轿车子午线轮胎;镶钉;结构设计;施工设计;有限元分析

中图分类号:U463.341⁺.4/.6 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-8171(2015)12-0728-05

普通冬季轮胎在道路结冰的情况下,操控性能下降,安全系数降低。为了改善冬季轮胎性能,满足国内外市场需求,同时突出低碳绿色环保概念,我公司从轮胎冰雪路面操控性能和低碳环保角度出发,开发设计了235/60R18冬季环保镶钉轿车子午线轮胎,现将该产品开发的具体情况介绍如下。

1 技术要求

根据GB/T 2978—2008并结合欧洲ETRTO 2012《欧洲轮胎轮辋技术组织标准手册》,确定235/60R18 107T轮胎的技术参数为:标准轮辋7J,充气外直径(D') 739 (730.5~747.5) mm,充气断面宽(B') 240 (230.4~247.2) mm,标准充气压力 250/290 kPa,标准负荷 875/975 kg。

2 结构设计

2.1 外直径(D)和断面宽(B)

子午线轮胎冠部有周向伸张极小的带束层箍紧胎体,充气后外直径膨胀很小,根据以往设计经验,该规格轮胎的 D 取735 mm;为了使轮胎达到标准断面宽,根据我公司生产工艺特点及骨架材料性能, B 取249 mm。

2.2 行驶面宽度(b)和弧度高(h)

b 和 h 的大小影响轮胎的抓着力和牵引性能,为增大轮胎与地面之间的摩擦力,提高胎面耐磨性能和牵引性能,同时保证行驶安全性,根据以往设计经验,本次设计 b 为192.7 mm, h 为6.4 mm。

2.3 胎圈着合直径(d)和着合宽度(C)

为防止漏气,胎圈与轮辋采取过盈配合设计,以保证轮胎胎圈与轮辋配合的紧密性,本次设计 d 取457.6 mm;为了提高装配性能,设计胎圈着合宽度时采用宽轮辋设计, C 为198.12 mm。

2.4 断面水平轴位置(H_1/H_2)

断面水平轴位置是轮胎断面最宽点,是轮胎最大屈挠变形和胎体最薄的位置,对轮胎应力分布影响很大。为提高轮胎的操纵稳定性和舒适性, H_1/H_2 取值范围一般为0.90~1.05,本次设计取1.04。轮胎断面轮廓如图1所示。

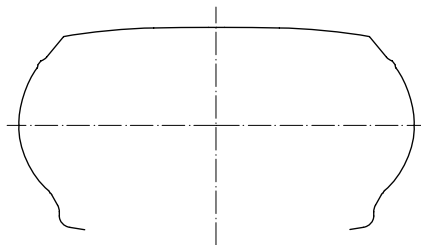


图1 轮胎断面轮廓示意

2.5 胎面花纹

冬季子午线轮胎主要应用于寒冷天气,路况

作者简介:刘鹏(1983—),男,河北保定人,三角轮胎股份有限公司工程师,学士,主要从事轮胎结构设计和工艺管理工作。

比较复杂,要求轮胎具有超强的抓着力和抗湿滑性能。本次设计采用我公司冬季镶钉轮胎专用TR757花纹,花纹深度为10.8 mm,花纹饱和度为63.8%,花纹周节数为33,如图2所示。该花纹胎面中央采用连续的粗壮花纹块形式,增强了胎面刚性,提高了轮胎的耐磨性和行驶稳定性;胎肩设计较大的花纹块,配用较宽的花纹沟,确保车辆的转弯性能;花纹块内采用高密度曲折钢片设计,以提供超高的牵引力;采用独特的钉孔设计,保证了极低的掉钉率($\leq 15\%$),确保钢钉在轮胎整个使用周期的有效性。



图2 胎面花纹示意

轮胎节距设计对轮胎的噪声有一定影响,合理的节距排列可以使轮胎噪声能量分布在较宽的频带范围,幅值相对较低,有效降低轮胎噪声。为了防止轮胎在使用过程中磨损不均匀,在节距排列时大小节距不相邻。本设计轮胎采用优化的花纹节距设计 and 无规则排列,以达到降低轮胎行驶噪声的目的。

3 配方设计

冬季轮胎的抓着性能非常重要,尤其在冰雪路面上的抓着性能对汽车的行驶安全性起着至关重要的作用。该款轮胎胎面胶采用链末端和链中部均改性的新型溶聚丁苯橡胶和顺丁橡胶及天然橡胶并用,填料采用高分散性白炭黑。胶料混炼过程中增加恒温混炼工艺,白炭黑在胶料中的分散状况明显改善,从而在不损失轮胎耐磨性能的前提下,显著提高轮胎的抓着性能,保证轮胎在冰雪等极端路况下的操控稳定性和良好的驾乘安全性。

胎面胶采用高分散性白炭黑和新型溶聚丁苯

橡胶,使得硫化后的胎面胶中链末端显著减少,胎面胶的损耗因子明显降低,从而降低轮胎的滚动阻力,减少整车油耗和二氧化碳排放,有利于环境保护。

4 施工设计

4.1 胎面

胎面采用三方四块结构,分别为胎面胶、基部胶和两块胎侧翼胶。胎面胶采用专用白炭黑配方,胶料硬度低,低温下有很强的抗湿滑和抓着性能,有效减少低温高速行驶时胎面崩花掉块现象;基部胶采用3 mm厚度设计,提高雪地轮胎的高速、耐久性能。

4.2 带束层

根据轮胎的强度和刚性要求,带束层为两层结构,采用 3×0.30 HT钢丝帘线。冠带条采用840dtex/2锦纶浸胶帘布,并以S形方式缠绕。

4.3 胎体

胎体采用2层1440dtex/2 DSP聚酯帘布,提高轮胎的操纵稳定性和胎侧抗撞击性能,安全倍数为15.8。

两层胎体端点、三角胶端点、钢丝圈包布端点、胎侧端点和胎圈护胶端点位置级差控制在10 mm以上,避免轮胎应力集中和硫化成品胎侧裂口缺陷的产生。

4.4 胎侧

胎侧由两部分胶料组成,由双复合挤出工艺进行复合,最厚处厚度为6.0 mm,中间厚度为4.5 mm,胎圈护胶采用高耐磨性的配方。

4.5 钢丝圈

钢丝圈采用直径为0.96 mm的胎圈回火钢丝,矩形结构,排列方式为 5×5 ,安全倍数为10.8。为确保轮胎的舒适性和操纵稳定性,三角胶高度为45 mm。

4.6 有限元仿真分析

为确保轮胎的各项性能,缩短轮胎开发周期,对轮胎的外缘尺寸、载荷下的接地印痕形状及压力分布、高速和耐久等性能进行力学模拟仿真研究。

4.6.1 充气轮廓

图3所示为轮胎充气前后轮廓对比,充气后轮

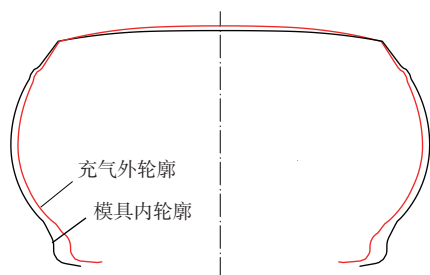


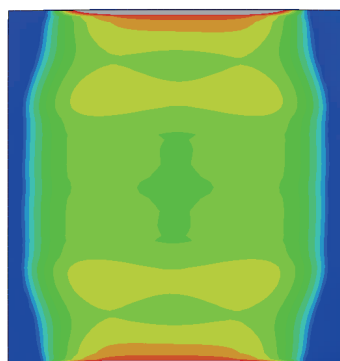
图3 轮胎充气前后轮廓对比

胎外直径增大,断面宽减小,轮胎肩部轮廓内收,符合轮胎轮廓设计原则。

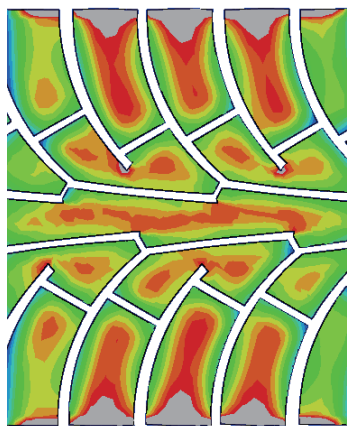
4.6.2 轮胎加载状态接地形状

轮胎的接地压力分布对轮胎性能有很大影响,通过优化接地压力分布可以提高轮胎的耐磨性能、制动性能和通过性能。

图4所示为轮胎加载状态下的印痕和压力分布。在相同的压力和载荷下,光面轮胎由于没有



(a) 光面轮胎接地压力分布



(b) 带花纹沟的轮胎接地压力分布

轮胎充气压力为220 kPa,载荷为975 kg。

图4 轮胎加载状态印痕和压力分布

花纹和钢片,其整体刚度比实际偏大,印痕形状尺寸偏小,印痕的矩形率参数为1.11。而实际带花纹沟轮胎的内外胎肩长度、长轴长度等都增大,印痕的矩形率参数为1.16,胎肩及胎冠处压力分布均匀,较为合理,视为可以接受的印痕形状。

4.6.3 轮胎加载状态断面应力分析

图5所示为轮胎加载状态接地断面应力分布云图。从图5可以看出,轮胎在肩部带束层端点及与轮辋接触的上缘出现应力集中现象,是轮胎应力集中区域,这也是造成大部分轮胎胎圈脱层和胎肩脱层的重要原因。



图5 轮胎加载状态接地断面应力分布云图

图6所示为轮胎断面内带束层端点位置周向剪切作用。带束层是子午线轮胎的主要受力部件,该规格轮胎在带束层端点位置进行了贴胶片处理,以减小带束层端点位置的剪切应力,在保证带束层足够刚性的情况下,具有较好的耐久性即较长的使用寿命。

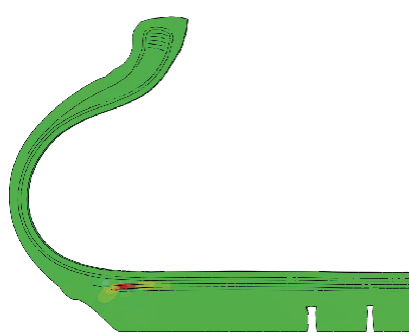


图6 轮胎断面内带束层端点位置周向剪切作用

4.7 成型

成型采用全自动一次法成型机,机头直径为436 mm,机头宽度为462 mm,带束层贴合鼓周长为2 160 mm。成型机头宽度与帘线假定伸张值有关,而帘线假定伸张值的选取主要取决于胎体帘线物理性能,其对轮胎的外观质量及高速、耐久性有很大影响。本设计帘线假定伸张值取1.01。

半成品的接头采用定点分布技术,可以提升

轮胎的动平衡均匀性。

4.8 硫化

硫化采用双模液压定型硫化机,采取充氮硫化工艺、RB型硫化胶囊。硫化条件为:外温 $(172 \pm 3)^\circ\text{C}$,内温 $(210 \pm 3)^\circ\text{C}$,内温蒸汽压力 1.7 MPa,氮气压力 2.3 MPa,总硫化时间 12.5 min。

5 成品性能

5.1 外缘尺寸

安装在标准轮辋上的成品轮胎在标准充气压力下,充气外直径和断面宽分别为740和237 mm,符合设计要求。

5.2 强度性能

按照GB/T 4502—2009进行成品轮胎强度性能试验,试验条件为:充气压力 220 kPa,压头直径 19 mm。试验结果表明,轮胎破坏能为776.3 J,为国家标准值(585 J)的133%,符合国家标准要求。

5.3 脱圈阻力

按照GB/T 4502—2009进行成品轮胎脱圈阻力测试,试验条件为:充气压力 220 kPa, P值 318 mm。试验结果表明,轮胎脱圈阻力为13 918 N,超过国家标准值(11 120 N),符合国家标准要求。

5.4 耐久性能及低气压性能

按照GB/T 4502—2009进行成品轮胎耐久性能和低气压性能试验,试验条件为:充气压力

220 kPa,试验负荷 975 kg,试验速度 $120 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,当轮胎行驶34 h后,充气压力调整为160 kPa,低气压行驶1.5 h,气压再调整到220 kPa、负荷率增大10%继续进行试验,直到轮胎损坏为止。成品轮胎累计行驶76.5 h,试验结束时轮胎状况为胎肩崩花,成品轮胎耐久性能良好,满足国家标准要求。

5.5 高速性能

按照GB/T 4502—2009进行成品轮胎高速性能试验,试验条件为:充气压力 320 kPa,试验负荷 780 kg,初始速度 $150 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,每行驶10 min试验速度提高 $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,直到轮胎损坏为止。成品轮胎速度达到 $240 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 后行驶2 min出现胎肩崩花。试验结果表明,成品轮胎高速性能良好,满足国家标准要求。

6 结语

235/60R18 107T冬季轿车子午线轮胎开发时充分利用有限元分析技术,对轮胎模型先进行有限元分析,缩短了技术改进时间;产品设计时利用有限元分析技术对轮胎充气加载模拟分析,对应力集中区进行产品施工优化,减小应力。

该产品充气外缘尺寸满足设计要求,强度性能、脱圈阻力、耐久性能、低气压性能和高速性能均符合国家标准要求,实际使用效果赢得用户好评,为公司创造了良好的经济效益。

收稿日期:2015-08-14

Design on 235/60R18 107T Studded Winter Passenger Car Radial Tire

LIU Peng, LIU Shu-jiao, ZHAO Min, JIA Jin-yi, ZHANG Ye

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

Abstract: The design on 235/60R18 107T studded winter passenger car radial tire was described. In structure design, the following parameters were taken: overall diameter 735 mm, cross-sectional width 249 mm, width of running surface 192.7 mm, arc height of running surface 6.4 mm, bead diameter at rim seat 457.6 mm, bead width at rim seat 198.12 mm, maximum width position of cross-section (H_1/H_2)

1.04, with special tread pattern TR757 for studded winter tire and optimized pitch arrangement. In construction design, the following processes were taken using finite element analysis technology: 3×0.30 HT steel cord for belts, reinforced sidewall and 2 layers of polyester 1440dtex/2 DSP for carcass ply having a high turn-up structure, wrapped rectangular bead, using single stage building machine to build tires and hydraulic

curing presses to cure tires. The testing results of finished tire showed that, the inflated peripheral dimensions, strength, bead unseating resistance, endurance, low inflation pressure performance and high speed performance met the requirements of corresponding design and national standards.

Key words: passenger car radial tire; studded; structure design; construction design; finite element analysis

废轮胎变身环保型橡胶软化油

中图分类号:X783.3;TQ330.38⁺4 文献标志码:D

2015年9月10日,由河北瑞威科技有限公司和河北科技大学开发的利用废轮胎胶粉生产环保型橡胶软化油技术通过了专家组的验收与鉴定。专家鉴定认为,该技术是国内首个将废轮胎胶粉生产成为环保型橡胶软化油的技术,为废轮胎回收再利用开辟了新途径。

该技术是在瑞威公司研发的橡胶微裂解催化剂的作用下,采用橡胶催化微裂解工艺,利用新型双螺杆不同功能模块的排列组合和锥形双螺杆的强制喂料功能,在280~350℃的温度下,实现橡胶微裂解,将废轮胎胶粉转化成软化油,实现废轮胎的循环利用。目前,该技术已申请国家专利。瑞安市中意橡胶制品有限公司、广州市河宏橡胶材料有限公司等多家公司试用显示,使用废轮胎胶粉生产的橡胶软化油,比使用市面上软化油每吨节约5 000元。

在环境污染和资源短缺双重压力背景下,瑞威公司于2013年开始研发利用废轮胎胶粉生产环保型橡胶软化油技术。瑞威公司首先研究微裂解催化剂,使其在热、力作用下实现300℃左右微裂解。2014年9月完成了小试、中试,10月送用户完成应用试验。经过近1年的反复试验,产品及工艺均已达到稳定。经权威检测机构检测,利用废轮胎胶粉生产的橡胶软化油,其多环芳烃(PAHs)质量分数为 0.4×10^{-6} ,远低于欧盟标准 200×10^{-6} ,微裂解作用下生产的橡胶烃和炭黑的混合物,对橡胶起到了软化和补强双重作用。

据瑞威公司总经理马瑞刚介绍,橡胶制品生产中往往需要使用软化油以改善橡胶的性能。目前使用的软化油包括芳烃油、环烷油和石蜡油。含多环芳烃的芳烃油颜色深、污染大、毒性大,随

着环保要求的提高将逐步被淘汰,而不含多环芳烃的芳烃油价格昂贵。环烷油、石蜡油的污染性虽比芳烃油小,但是加工性、相容性相对较差。目前我国的橡胶资源还十分短缺,研究废旧橡胶的环保回收利用,仍然是业内长期的主要任务。

随着汽车工业的发展,废轮胎的数量连年增长。废轮胎被称为“黑色污染”,它的回收和处理技术一直都是世界级难题,落后的回收工艺不仅造成了二次污染,而且目前700℃高温高压下裂解成油和炭黑的工艺也存在很大的安全隐患。

(摘自《中国化工报》,2015-09-15)

固特异推出免费维修跑气保用轮胎项目

中图分类号:TQ336.1;U463.341 文献标志码:D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntiredealer.com)2015年10月1日报道:

固特异轮胎和橡胶公司正在其公司自营的固特异汽车服务中心对跑气保用轮胎提供免费维修。该跑气保用轮胎免费维修项目于2015年10月1日开始实施。

服务中心将对固特异跑气保用轮胎的消费者提供免费的轮胎损伤评估和适当的刺扎修复。

跑气保用轮胎免费维修项目包括根据工业标准检查评估轮胎的损伤及维修后的性能。

该项目适用于大部分轿车和轻型载重轮胎,且只适用于个人消费者,但不包含轮胎气压监测系统(TPMS)传感器。

如果轮胎无法维修,消费者可以购买并安装替换胎。

固特异零售部副总裁Fred Thomas说:“我们的目标是使消费者维修轮胎更方便。”

(赵敏摘译 吴秀兰校)