

275/30R20 97H冬季轿车子午线轮胎的设计

任艳萍,任会明,黄大业,李娜娜,彭松,张晓辉

(中策橡胶集团有限公司,浙江 杭州 310018)

摘要:介绍275/30R20 97H冬季轿车子午线轮胎的设计。结构设计:外直径 668.9 mm,断面宽 296 mm,行驶面宽度 247 mm,行驶面弧度高 11.5 mm,胎圈着合直径 512 mm,胎圈着合宽度 267 mm,采用不对称花纹,花纹深度 8.0 mm,花纹饱和度 67%,花纹周节数 72。施工设计:胎面采用三方四块结构,胎面胶为天然橡胶/改性溶聚丁苯橡胶并用,填充高分散性白炭黑和高硬度山核桃粉,带束层采用2层2+2×0.25HT钢丝帘线,0°冠带层采用锦纶帘线,胎体采用1层1440dtex/2 DSP聚酯帘布;采用二次法成型机成型,AB型胶囊硫化机硫化。成品性能测试结果表明,成品轮胎的充气外缘尺寸、强度性能、脱圈阻力、耐久性能和高速性能均达到相应设计和国家标准要求,室外性能通过欧洲经济委员会R117法规认证。

关键词:冬季轿车子午线轮胎;结构设计;施工设计;欧洲经济委员会R117法规

中图分类号:U463.341⁺.4/.6

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2020)07-0413-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2020.07.0413



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

在冬季,寒冷地区气温较低,雪天路况复杂,普通轮胎抓着力急剧下降,制动性能降低,给行车安全带来一定的隐患^[1]。随着驾驶者行车安全意识的不断增强,越来越多的车主选择在冬季到来之前更换冬季轮胎。冬季轮胎作为国内外增长最快的轮胎系列,已经引起各大轮胎公司的广泛关注。

为了满足欧洲市场需求,我公司针对冬季轮胎现状,开发了一系列不对称花纹冬季轮胎产品,现以275/30R20 97H冬季轿车子午线轮胎为例将产品设计情况介绍如下。

1 技术要求

根据GB/T 2978—2014《轿车轮胎规格、尺寸、气压与负荷》,并结合欧洲轮胎轮辋技术组织标准手册(ETRTO)2018,确定275/30R20 97H轿车子午线轮胎的技术参数如下:标准轮辋 9 1/2J,充气外直径(D') 674(669.2~678.8) mm,充气断面宽(B') 278(266.9~289.1) mm,标准充气压力 290 kPa,标准负荷 730 kg。

作者简介:任艳萍(1986—),女,黑龙江齐齐哈尔人,中策橡胶集团有限公司工程师,硕士,主要从事轿车子午线轮胎的结构设计开发、项目管理等工作。

E-mail:renyanping09@163.com

2 结构设计

2.1 外直径(D)和断面宽(B)

该规格轮胎属于低断面轮胎,充气后外直径伸张大于普通轮胎,断面宽伸张很小或收缩(比模具尺寸小),根据以往设计经验,确定 D 取668.9 mm,外直径膨胀率(D'/D)为1.007, B 取296 mm,断面宽膨胀率(B'/B)为0.939。

2.2 行驶面宽度(b)和弧度高(h)

b 和 h 是决定轮胎使用性能的重要参数,对轮胎的接地面积、耐磨性能、操纵性能和抓着性能影响较大。根据以往设计经验,本次设计 b 取247 mm, h 取11.5 mm。

2.3 胎圈着合直径(d)和着合宽度(C)

d 的选取应在满足胎圈与轮辋紧密配合的同时方便轮胎的装卸。为防止漏气现象的发生,胎圈与轮辋采取过盈配合设计。若过盈量小,轮胎与轮辋的嵌合压缩比小,车辆行驶过程中轮胎与轮辋易发生相对位移,导致制动力下降,严重的会导致车辆转向时轮胎与轮辋脱离,发生安全事故;若过盈量大,则轮胎装卸困难,易发生划伤轮胎的情况,且影响胎圈的安全性能。

结合我公司设计特点, d 取512 mm。为了提高胎圈部位的支撑性能和装配性能,采用宽轮辋设计, C 取267 mm。

2.4 胎面花纹

轮胎与路面的相互作用是通过胎面花纹实现的,胎面花纹的设计对轮胎性能和使用寿命影响很大,胎面花纹设计应使轮胎具有良好的耐磨性能、驱动性能、制动性能、抗湿滑性能、噪声性能和滚动阻力性能等^[2]。结合实际情况,本次设计胎面花纹采取不对称形式,胎面左右的开沟方式不同,轮胎外侧沟纹少,转弯时能够提供良好的抓着力;轮胎内侧沟纹较多,沟槽内部阶梯及块面倒角处理可以有效地防止夹石夹雪,极大地提高了雪地及湿地安全操纵性能和制动性能,同时提供理想的牵引力和更好的加速性能。胎面中央3条宽大的主花纹沟可以有效地提高排水、排雪性能;胎肩采用较宽的花纹沟,以保证车辆的抓着力;采用较大花纹块,可以提高轮胎的操纵性能和耐磨性能。花纹深度为8.0 mm,花纹饱和度为67%,花纹周节数为72。

胎面花纹三维效果如图1所示。



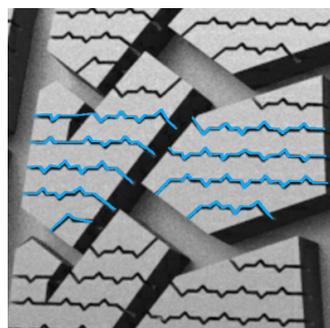
图1 胎面花纹三维效果示意

钢片采用3D设计,横向细小3D花纹沟槽可以提高轮胎的湿地行驶安全性和雪地性能。在轮胎驱动和制动时,花纹块互锁,可以降低轮胎的变形程度,连续性交替接触地面有效地减小了胎面震动,从而降低轮胎噪声。横向花纹分割,角度统一,操纵性好,花纹节奏律动感强。钢片沟采用深浅间隔配置,保证花纹块有合理的刚性,从而提高操纵性能,避免掉块现象。

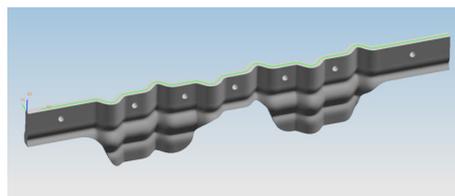
钢片效果如图2所示。

3 有限元仿真分析

结合本公司实际情况,根据材料分布图的结构和尺寸以及现有可用的材料参数进行计算,应



(a)



(b)

图2 钢片效果示意

用Catia软件进行几何建模和有限元网格划分,形成轮胎的三维有限元模型,如图3所示。

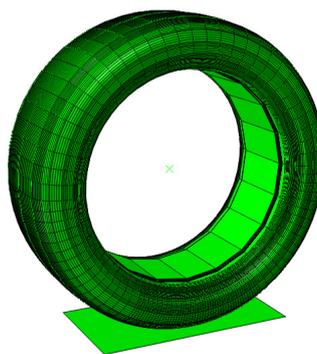


图3 轮胎三维有限元模型

因冬季轮胎高速性能和耐久性能测试的破坏位置大多是胎肩,本研究模拟接地情况,修改轮廓设计,通过减小胎肩应变能和胎肩变形来提高胎肩刚性,并增大反包高度,增强胎圈刚性。轮胎接地断面胎肩胶料和胎圈应力分布分别如图4和5所示。由图4和5可以看出,轮胎的应力分布比较平缓均匀。

4 施工设计

4.1 胎面

胎面采用三方四块结构。胎面胶采用天然橡胶(NR)与低玻璃化温度(T_g)的改性溶聚丁苯橡胶

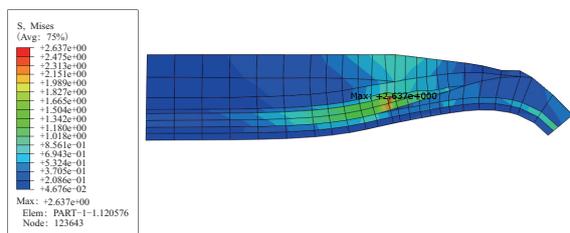


图4 轮胎接地断面胎肩胶料应力分布

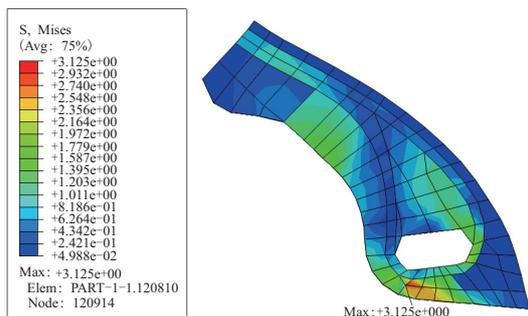


图5 轮胎接地断面胎圈应力分布

(SSBR)并用,填充高用量的高分散性白炭黑,以环保油与树脂并用进行增塑,并加入高硬度的山核桃粉。此胎面配方采用 T_g 较低的NR并增大环保油和改性树脂用量,以保证胎面胶硬度较低并减小低温下胶料的硬度变化;使用部分树脂替代环保油以减少小分子油在轮胎使用周期内的迁出,以此降低轮胎胎面在整个使用周期内的硬度提升程度;采用改性的SSBR中的苯乙烯嵌段可以改善湿抓着性能,双末端改性可以提高SSBR与白炭黑的结合,以保证轮胎在冰水路面的抓着力;高分散性白炭黑在橡胶中分散更佳,相应胶料的性能更优异,高白炭黑用量可以改善轮胎湿抓着性能,且保证轮胎在极低温下的柔软性。此胎面配方的创新点在于加入了球磨法高硬度山核桃粉,在微观层面上,山核桃粉颗粒会凸出橡胶表面,产生不规则的棱角,以更好地提高轮胎在冰面和水面的抓着性能。

4.2 带束层

采用2层带束层+2层 0° 冠带层设计,其中带束层采用 $2+2 \times 0.25$ HT钢丝帘线,帘线角度为 26° 。 0° 冠带层采用锦纶帘线。带束层安全倍数为8.5,符合设计要求。

4.3 胎体和胎侧

胎体采用1层1440dtex/2 DSP聚酯帘布,压延

厚度为1.1 mm,压延密度为 $80 \text{根} \cdot \text{dm}^{-1}$,胎体安全倍数为13.76,符合设计要求。

胎侧由两部分胶料组成,采用上下复合挤出工艺。

4.4 胎圈

钢丝圈采用 $\Phi 1.5 \text{ mm}$ 高强度胎圈钢丝,排列顺序为 $5+6+5+4$,共20根,钢丝圈直径为517.1 mm,安全倍数为3.01,符合设计要求。

4.5 成型

采用二次法成型机成型,成型鼓直径为543 mm。带束贴合鼓周长为1 945 mm。胎体反包高度高于断面水平轴,以增强胎侧的强度和刚性,提高耐久性能。

4.6 硫化

采用AB型胶囊硫化机硫化,硫化条件为:外温 174°C ,压力 0.8 MPa ,硫化时间 15 min 。硫化轮胎无外观病疵,满足要求。

5 成品性能

5.1 外缘尺寸

成品轮胎外缘尺寸按照GB/T 521—2012《轮胎外缘尺寸测量方法》进行测试。安装在测量轮辋上的成品轮胎在标准充气压力下的 D' 为672 mm, B' 为274 mm,符合法规和设计要求。

5.2 强度性能

按照GB/T 4502—2016《轿车轮胎性能室内试验方法》进行强度性能测试,试验结果表明,轮胎的最小破坏能为301.6 J,符合法规和设计要求。

5.3 脱圈阻力

按照GB/T 4502—2016进行脱圈阻力性能试验,试验结果表明,轮胎的脱圈阻力为13 971 N,符合法规和设计要求。

5.4 耐久性能

按照GB/T 4502—2016进行耐久性试验,充气压力 220 kPa ,标准负荷 730 kg ,速度 $120 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,试验负荷为标准负荷的100%,110%,120%时分别行驶4,6和24 h,完成标准规定步骤后,每10 h负荷增大10%,试验累计行驶时间为84 h,试验结束时所加负荷为标准负荷的150%,轮胎状况为胎侧裂口,结果符合设计目标。

5.5 高速性能

按照GB/T 4502—2016进行高速性能测试,充气压力 220 kPa,标准负荷 730 kg,完成标准规定步骤后,每行驶10 min,速度提高 $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,试验累计行驶时间为2 h,试验结束时速度为 $210 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,外胎正常,达到设计目标。

5.6 室外性能

本设计轮胎室外湿地抓着力指数为1.36,滚动噪声声压级为72 dB(A),雪地抓着指数为1.14,通过欧洲经济委员会(ECE) R117法规认证。

6 结语

此款冬季轿车子午线轮胎在设计时严格参照

ETRTO和ECE标准,采用独特的花纹和施工设计,符合现有生产工艺要求。成品轮胎的充气外缘尺寸、强度性能、脱圈阻力、耐久性能和高速性能符合相应的设计和国家标准要求。室外性能通过ECE R117法规认证。轮胎已经投放到欧盟市场,得到一致好评。

参考文献:

- [1] 刘鹏,周忠伟,姜斐斐,等. 265/35R22 102Y轿车子午线轮胎的设计[J]. 轮胎工业,2019,39(7):403-405.
- [2] 王国林,安登峰,吴旭,等. 轿车轮胎花纹参数对滚动阻力的影响分析[J]. 橡胶工业,2019,66(2):83-88.

收稿日期:2020-02-14

Design on 275/30R20 97H Winter Passenger Car Radial Tire

REN Yanping, REN Huiming, HUANG Daye, LI Nana, PENG Song, ZHANG Xiaohui

(Zhongce Rubber Group Co., Ltd, Hangzhou 310018, China)

Abstract: The design on 275/30R20 97H winter passenger car radial tire was described. In the structure design, the following parameters were taken: overall diameter 668.9 mm, cross-sectional width 296 mm, width of running surface 247 mm, arc height of running surface 11.5 mm, bead diameter at rim seat 512 mm, bead width at rim seat 267 mm, using asymmetric pattern, pattern depth 8.0 mm, block/total ratio 67%, and number of pattern pitch 72. Three-formula and four-piece structure was applied for tire tread, and the blend of natural rubber/modified solution polymerized styrene butadiene rubber was used for tread compound, which was filled with highly dispersible silica and high hardness pecan powder. In the construction design, 2 layers of $2+2 \times 0.25$ HT steel cord was applied for belt, nylon cord was used for 0° crown ply, and 1 layer 1440dtex/2 DSP polyester cord was used for carcass. The tire was built by using two-stage building machine and cured by using AB-bladder vulcanizing press. It was confirmed by the finished tire test that, the inflated peripheral dimension, strength, bead unseating resistance, endurance and high speed performance met the requirements of relative design and national standards, and the outdoor performance passed the ECE R117 certification.

Key words: winter passenger car radial tire; structure design; construction design; ECE R117

一种仿生非充气轮胎

由山东理工大学申请的专利(公布号 CN 110682741A,公布日期 2020-01-14)“一种仿生非充气轮胎”,涉及的仿生非充气轮胎包括胎冠、仿生辐板支撑体和辐板内圈,按轮胎径向方向由外到内依次排布。胎冠包括胎面、冠带层和带束层,按轮胎径向方向由外到内依次排布;带束层包括1[#]

和2[#]带束层,按轮胎径向方向由外到内依次排布;仿生辐板支撑体仿袋鼠下肢结构设计,包括仿袋鼠下肢主辐板和支撑副辐板,采用高模量的聚氨酯材料,具有高硬度、耐疲劳、抗切割和绿色环保性能。本发明仿生非充气轮胎显著提高了非充气轮胎的减震、排水和散热能力,整体质量明显减小。

(本刊编辑部 储 氏)