

255/45R19 104W新能源汽车轮胎的设计

刘杰,徐伟,王君,马丽华,董康,焦冬冬,刘俊杰

(青岛双星轮胎工业有限公司,山东青岛 266400)

摘要:介绍255/45R19 104W新能源汽车轮胎的设计。结构设计:外直径 707 mm,断面宽 270 mm,行驶面宽度 222 mm,行驶面弧度高 7.33 mm,胎圈着合直径 486 mm,胎圈着合宽度 236 mm,断面水平轴位置(H_1/H_2) 0.92,胎面花纹采用五变节距设计,花纹深度 7.3 mm,花纹饱和度 72.47%,花纹周节数 88。施工设计:胎体采用2层1670dtex/2聚酯帘线,带束层采用2×0.30ST钢丝帘线,冠带条采用1400dtex/2锦纶66帘线,采用一次法成型机成型,氮气硫化工艺硫化。成品性能试验结果表明,轮胎的充气外缘尺寸、强度、脱圈阻力、高速性能和耐久性能均达到相应的国家标准或设计要求。

关键词:新能源汽车;轮胎;结构设计;施工设计;成品轮胎性能

中图分类号:TQ336.1

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2024)04-0205-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2024.04.0205



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

2023年,全球新能源汽车销售量达到1 465.3万辆,同比增长35.4%。其中我国新能源汽车销售量为949.5万辆,同比增长37.9%,在全球新能源汽车销售量中的占比达到64.8%。随着石油储备、国际局势及国家政策的引导指向,新能源汽车市场前景广阔并将保持高速增长。

新能源汽车基于自身特点,对于所适配的轮胎有更高的性能要求,主要表现在以下几个方面^[1-4]。

(1)新能源汽车由电动机取代传统内燃机,电动机的噪声和振动远远小于内燃机。电动汽车的噪声主要来自胎噪和风噪,这就要求轮胎的道路噪声和振动噪声要小,以提高新能源汽车的驾乘舒适性。

(2)新能源汽车受动力电池技术的限制,续航焦虑是最大问题,这就要求轮胎要极大化地降低能量损耗和滚动阻力,延长车辆的续航里程。

(3)新能源汽车使用大量的电池组代替内燃机,并且集中在底盘部位,其车身质量相比普通内燃机汽车增大30%左右,轮胎的磨损速度更快,这就要求轮胎的耐磨性能要高。同时,因绿色发展需要,还应考虑减少轮胎磨屑物对环境的污染。

作者简介:刘杰(1989—),男,山东青岛人,青岛双星轮胎工业有限公司工程师,学士,主要从事轮胎研发工作。

E-mail:liujie@doublestar.com.cn

(4)新能源汽车采用电动机直驱,取消变速箱、传动轴等机械传递方式,起步时车轮的瞬时扭矩很大,动力响应更直接,车辆起步加速极快,这就要求轮胎要有更好的抓着性能,起步不发生打滑现象。

针对新能源汽车轮胎的性能要求,我公司开发了255/45R19 104W新能源汽车轮胎,现将其开发情况介绍如下。

1 技术要求

按照 ETRTO—2021 和 GB/T 2978—2014 的要求,确定255/45R19新能源汽车轮胎的技术参数为:标准轮辋 8 1/2J,充气外直径(D') 705~719 mm,充气断面宽(B') 245~265 mm,增强型负荷指数 104,增强型速度等级 W,增强型充气压力 290 kPa,标准负荷 900 kg。

2 结构设计

2.1 外直径(D)和断面宽(B)

根据新能源汽车轮胎的性能要求,结合我公司的产品设计原则, D 取707 mm, B 取270 mm。

2.2 行驶面宽度(b)和弧度高(h)

b 和 h 主要影响轮胎的接地印痕形状、大小以及胎冠接地压力的分布情况^[5],合理的 b 和 h 可以提

高轮胎的抓着性能、操控性能以及耐磨性能。根据新能源汽车轮胎的性能要求、车辆设计以及使用路况等特点, b 取222 mm, h 取7.33 mm。

2.3 胎圈着合直径(d)和着合宽度(C)

d 的设计既要保证轮胎在行驶过程中轮辋与胎圈不打滑、不漏气,又要易于装卸。根据我公司的产品设计原则, d 取486 mm。 C 按照标准轮廓宽度增大20.066 mm(0.79英寸)设计,取236 mm。

2.4 断面水平轴位置(H_1/H_2)

断面水平轴为轮廓断面最宽处,也是子午线轮胎中变形量最大的位置。 H_1/H_2 取值不合理会造成胎圈或胎肩部位应力集中,轮胎早期损坏。根据我公司的产品设计原则, H_1/H_2 取0.92。

轮胎断面轮廓如图1所示。

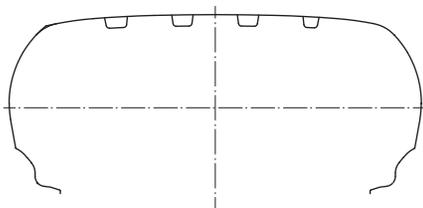


图1 轮胎断面轮廓示意

2.5 胎面花纹

因新能源汽车低噪声的驾乘需求,对轮胎的花纹噪声和结构噪声都要进行优化设计。轮胎的花纹设计、节距排列和节距数量对其花纹噪声的影响较大^[6]。

胎面花纹采用五变节距、超高节距数量、内外非对称的设计方法,各节距比值为0.85 : 0.90 : 1.00 : 1.10 : 1.15。花纹深度为7.3 mm,花纹饱和度为72.47%,花纹周节数为88。通过仿真分析及节距排列优化,仿真噪声为55.70 dB,后经过雕刻胎室内噪声测试验证,噪声为92.65 dB,达到了设计要求。

该花纹采用4道主沟槽设计,可提供良好的排水性能,改善湿地制动性能,提高驾乘安全性;中间花纹区域采用宽大的肋条花纹设计,可在延长磨损里程的同时降低花纹块形变造成的能量损耗;在中间花纹区域分别设置电子元件形状的吸水泵和储水孔,以提高湿滑路面的排水性能和湿地安全性能;在内外肋条花纹块分布设置了斜向

楔形切割,增大了转向、制动时与地面的接地面积,以提高极限操控的安全性;通过钢片的合理布局,优化内外侧胎肩刚性和压力分布,以满足外侧抓着力及内侧舒适性的不同需求。

轮胎胎面花纹展开如图2所示。

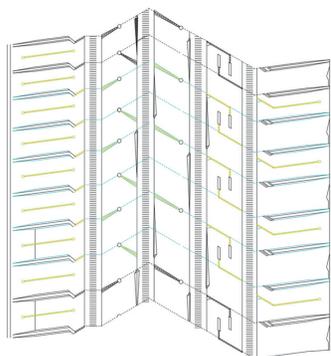


图2 胎面花纹展开示意

3 施工设计

新能源汽车具有车身质量大、瞬时扭矩大、动力传递快的特点,在施工设计时需要考虑轮胎的承载性能、胎侧刚性、冠部刚性、低滚动阻力性能和耐磨性能等的提升与加强设计。

3.1 胎面和胎侧

胎面主要由胎面胶、基部胶和翼胶组成。胎面需要提供驱动、制动和转向所必需的抓着力或牵引力,是轮胎与地面直接接触的部件;基部胶位于胎面胶底部,可以用于降低滚动阻力,也可以进行平顺性、噪声和操控性能的精细化调整^[7]。

本设计胎面采用对沟分层方式,胎面胶以改性的溶聚丁苯橡胶为基体,填充高用量的白炭黑,并使用串联式密炼机以确保混炼分散性。基部胶采用超低滚动阻力配方,厚度为1.5 mm。因白炭黑的导电性能较差,胎面挤出需使用四复合挤出机,采用导电橡胶。胎面口型设计如图3所示。



图3 胎面口型设计示意

胎侧为胎侧胶与外护耐磨胶双复合结构,胎侧胶采用低滚动阻力配方;胎圈采用外护耐磨胶,以提高胶料的硬度和耐磨性能。

3.2 胎体

胎体采用2层1670dtex/2高模量、低收缩聚酯帘线,压延厚度为1.2 mm,压延密度为110根·dm⁻¹,胎体的安全倍数为9.8,达到了设计要求。

在胎体宽度设计上,需考虑高扭矩使胎侧周向形变增大及应力分散的目的,采用一层胎体反包高度大于断面水平轴的一高一低的胎体反包设计方式。

3.3 带束层和冠带层

带束层采用2×0.30ST钢丝帘线,压延厚度为1.05 mm,压延密度为106根·dm⁻¹,角度为29°,带束层的安全倍数为8.52,达到了设计要求。

冠带层采用单根10 mm的冠带条周向缠绕一层的方式,冠带条采用1400dtex/2锦纶66帘线,压延厚度为1.05 mm,压延密度为100根·dm⁻¹。

3.4 胎圈

钢丝圈采用直径为1.2 mm的胎圈钢丝,覆胶厚度为1.4 mm,缠绕方式为3-4-5-4-3。

三角胶高度影响轮胎的接地形状及接地压力分布^[8]。本设计三角胶采用加高、加厚方式,以优化接地压力分布,提高胎侧刚性和操控性能。

3.5 成型

采用荷兰VMI公司生产的高度自动化成型机、一次法生产工艺成型,胎坯成型过程中各半成品部件贴合密实,保证了质量稳定性。

3.6 硫化

采用氮气硫化工艺,与传统过热水循环硫化工艺相比可节约81%的蒸汽消耗量,还具有延长胶囊使用寿命、提高轮胎一次合格率等优点。为保证低滚动阻力性能,本设计采用低温硫化条件,硫化过程中热板及模套温度为(165±2)℃,高压蒸汽温度为(203±4)℃。一次定型压力为0.04~0.06 MPa,二次定型压力为0.06~0.10 MPa,高压蒸汽压力为(1.60±0.05) MPa,高压氮气压力为(2.50±0.10) MPa,总硫化时间为16.5 min。

4 成品轮胎性能

4.1 充气外缘尺寸

轮胎的充气外缘尺寸按照GB/T 521—2018进行测量, D' 为716 mm, B' 为252mm,均达到了设计

要求。

4.2 强度和脱圈阻力

轮胎的强度和脱圈阻力按照GB/T 4502—2023进行测试,增强型充气压力为220 kPa。国家标准要求破坏能≥585 J,脱圈阻力≥11 120 N。同时根据企业标准要求,最后试验点的破坏能≥国家标准的最小破坏能的110%,最后试验点的脱圈阻力≥国家标准的最小脱圈阻力的105%。经测试,第5点的破坏能为814.3 J(139.2%),第5点的脱圈阻力为16 474 N(148%),轮胎的强度和脱圈阻力均达到了国家标准和企业标准要求。

4.3 高速性能

轮胎的高速性能按照GB/T 4502—2023进行测试,充气压力为360 kPa,负荷率为68%,测试前轮胎在(38±3)℃下停放3 h以上,试验步骤见表1。

表1 轮胎高速性能试验步骤

阶段	试验速度/(km·h ⁻¹)	行驶时间/min
1	0~230	10
2	230	10
3	240	10
4	250	10
5	260	10
6	270	10
7	停机冷却15~25 min,检查外观,测量尺寸和充气压力	
8	280	10
9	290	10
10	每10 min速度增大10 km·h ⁻¹	损坏为止

经测试,轮胎通过270 km·h⁻¹×10 min阶段,达到了国家标准要求。

4.4 耐久性能

轮胎的耐久性能按照GB/T 4502—2023进行测试,充气压力为220 kPa,试验速度为120 km·h⁻¹,测试前轮胎在(38±3)℃下停放3 h以上,试验步骤见表2。

经测试,轮胎的累计行驶时间为35.5 h,达到了国家标准要求。

4.5 产品性能验证

对255/45R19新能源汽车轮胎与同规格普通轮胎进行性能对比,试验结果见表3。

从表3可以看出,与普通轮胎相比,新能源汽车轮胎的下沉率、接地面积、滚动阻力和噪声减

表2 轮胎耐久性能试验步骤

阶段	负荷率/%	行驶时间/h
1	85	4
2	90	6
3	100	24
4	停机冷却,检查外观,调整低气压至160 kPa后,停放2 h以上	
5	100	1.5
6	停机冷却15~25 min,检查外观,测量充气压力,调整至低气压标准	
7	110	10
8	120	10
9	130	10
10	140	10
11	150	10

表3 轮胎性能对比

项 目	新能源汽车轮胎	普通轮胎
下沉率/%	23.5	26.6
接地面积/cm ²	336	347
径向刚度/(N·mm ⁻¹)	310.1	282.2
横向刚度/(N·mm ⁻¹)	264.7	182.6
纵向刚度/(N·mm ⁻¹)	451.7	346.5
滚动阻力系数/(N·kN ⁻¹)	6.01	8.03
室内噪声/dB	92.27	94.50

小,刚度增大。经室外测试结果表明,新能源汽车轮胎的花纹噪声、道路噪声、干湿地制动和干湿地操控等性能均优于普通轮胎。

5 结论

255/45R19 104W新能源汽车轮胎的充气外缘尺寸、强度、脱圈阻力、高速性能和耐久性能均符合国家标准要求。经室外测试结果表明,轮胎的花纹噪声、道路噪声、干湿地制动性能和干湿地操控性能提高,是满足要求的新能源汽车专用轮胎。

参考文献:

- [1] 崔胜民. 新能源汽车技术[M]. 北京:北京大学出版社,2009.
- [2] 朱波,王海森,郑敏毅,等. 电动汽车专用轮胎发展趋势[J]. 汽车工程师,2018(6):55-58.
- [3] 高飞. 新能源汽车电池包的三元乙丙橡胶密封圈研究[J]. 橡胶工业,2022,69(5):364-368.
- [4] 钱锦年,李启辉,阳胜,等. 轮胎磨损对车内噪声影响的分析[J]. 轮胎工业,2023,43(9):572-575.
- [5] 梁晖,王国林,梁晨,等. 行驶面宽度和弧度高对轮胎偏磨影响的有限元分析[J]. 橡胶工业,2019,66(3):207-212.
- [6] 沈飞. 轮胎花纹泵浦噪声分析方法及低噪声花纹设计[D]. 镇江:江苏大学,2016.
- [7] 危银涛,李勇,冯希金,等. 轮胎理论与技术[M]. 北京:清华大学出版社,2013.
- [8] 陈其中. 轮胎结构设计对轮胎性能影响的研究[D]. 青岛:青岛理工大学,2018.

收稿日期:2023-12-22

Design on 255/45R19 104W New Energy Vehicle Tire

LIU Jie, XU Wei, WANG Jun, MA Lihua, DONG Kang, JIAO Dongdong, LIU Junjie

(Qingdao Doublestar Tire Industry Co., Ltd, Qingdao 266400, China)

Abstract: The design on 255/45R19 104W new energy vehicle tire was introduced. In the structural design, the following parameters were taken: overall diameter 707 mm, cross-sectional width 270 mm, width of running surface 222 mm, arc height of running surface 7.33 mm, bead diameter at rim seat 486 mm, bead width at rim seat 236 mm, and maximum width position of cross-section (H_1/H_2) 0.92. The tread pattern adopted a five variable pitch design, pattern depth 7.3 mm, block/total ratio 72.47%, and the number of pattern pitches 88. In the construction design, the following processes were taken: adopting 2 layers of 1670dtex/2 polyester cord for carcass, 2×0.30ST steel cord for belt, 1400dtex/2 nylon 66 cord for crown strip, and using a one-stage building machine to build tires and nitrogen vulcanization process to cure tires. The test results of the finished tire showed that, the inflated peripheral dimension, strength, bead unseating resistance, high-speed performance and durability of the tire all met the corresponding national standards or design requirements.

Key words: new energy vehicle; tire; structural design; construction design; finished tire performance