

235/45R18 电动轿车轮胎的设计

宋倩, 杜帅, 李小明, 冯亭亭

(陕西延长石油集团橡胶有限公司, 陕西 咸阳 712000)

摘要: 根据电动轿车轮胎的特殊需求, 自主研发 235/45R18 轮胎。其结构设计主要参数为: 外直径 662 mm, 断面宽 253 mm, 行驶面宽度 194 mm, 行驶面弧度高 7.8 mm, 胎圈着合直径 460.7 mm, 断面水平轴位置 (H_1/H_2) 0.952473, 胎面花纹为非对称花纹, 采用 5 节距设计, 共 41 个复合式节距, 花纹深度 7.2 mm; 施工设计: 胎面上层采用高耐磨低滚阻胎面胶, 下层采用低生热的过渡胶; 带束层采用两层 4×0.225 UT 高强度钢丝帘线, 帘线密度为 79 EPD。制造过程选用一次法成型机与液压式热板硫化机。成品轮胎的性能测试结果表明, 其外缘尺寸、强度、脱圈阻力、耐久性、高速性能及滚动阻力等关键指标均符合或优于国家及企业标准。

关键词: 电动轿车轮胎; 结构设计; 施工设计

中图分类号: TQ336.1

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2025)12-0021-04

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2025.12.005

电动化浪潮正深刻重塑全球汽车产业格局, 中国作为全球最大的电动汽车市场, 在国家新能源政策与旺盛市场需求的双重驱动下, 不仅推动了整车制造的快速发展, 也对轮胎行业提出了全新的技术要求和市场挑战。车企对轮胎的需求从传统燃油车常用规格向特定规格转变, 以满足轻量化、节能和降低成本的要求^[1-2]。

为顺应此趋势, 我公司针对电动轿车的特定应用场景, 选定 235/45R18 这一主流规格进行自主研发。本文将详细介绍该款轮胎从技术目标确立、结构设计、施工方案到最终成品性能验证的全过程开发工作。

1 技术要求及设计目标

产品设计符合 GB/T 2978—2024《轿车轮胎规格、尺寸、气压与负荷》要求, 另根据我公司在设计类似产品中总结的经验、该规格产品在市场的使用需求, 提出设计目标, 具体见表 1:

表 1 设计指标

项目	设计要求
标准轮辋	8J
充气外直径/mm	669 (663—675)
充气断面宽/mm	236 (227—243)
标准充气压力/kPa	250
标准负荷/kg	670
速度级别	Y
花纹类型	不对称花纹
产品重量/kg	10.9
滚动阻力	≤ 6.5 (企标)

2 结构设计

2.1 外直径 D 和断面宽 B

电动汽车与普通轿车的核心差异集中在能源系统, 而在使用状况和车辆设计上基本一致。鉴于电动汽车与普通轿车在行驶工况与车辆动力学特性上具有相似性, 本设计沿用了技术成熟的半钢子午线轮胎结构体系, 并针对电动车的特性进行优化。轮胎充气后的外缘尺寸是设计的基础。子午线轮胎的带束层周向刚性极强, 有效约束了胎体的膨胀, 因此充气后外直径的膨胀率 (D'/D) 较小。而 B 值的变化率稍大于 D , 且 B 值的选取与胎圈着合宽度 (c) 关系密切。根据我公司类似产品设计经验及现有生产施工条件, 具体取值如下:

$$D'=669 \text{ mm}, D'/D=1.010\ 574, D=662 \text{ mm}$$

$$B=236 \text{ mm}, B'/B=0.932\ 806, B=253 \text{ mm}$$

2.2 胎圈着合宽度 C

轿车子午线轮胎的 C 值直接影响轮胎断面的轮廓形态、胎侧受力分布及最终使用性能, 选取时要从断面水平轴的偏移、胎侧的刚性变化以及轮胎的使用因素等方面综合考虑。轮胎高宽比是选取 C 值的“首要基准”, 故根据轮胎的高宽比进行选取, 本次设计 C 取值比标准轮辋宽度加大 25.4 mm, 取 228.4 mm。

作者简介: 宋倩 (1989—), 女, 工程师, 硕士, 主要从事轮胎结构设计基础研究及科技管理工作。

2.3 行驶面宽度 b 和弧度高 h

行驶面宽度 b 与弧度高 h 是决定轮胎接地性能的关键参数： b 值减小会导致胎面宽度与胎肩厚度缩减， b 值增大会使胎面宽度与胎肩厚度增加。

而行驶面弧度半径则与轮胎扁平比、带束层刚性相关，半径越大，弧度高度越小，行驶面宽度越宽。

为保证轮胎与路面在行驶面宽度范围内实现接地面积最大，一般 h/H 取 0.03~0.08 为宜。行驶面宽 b 与断面宽 B 之比 b/B 一般取 0.7~0.85 为宜。本次设计 b 取 194 mm， h 取 7.801 mm， H 取 100.65 mm， h/H 取 0.077 506， b/B 取 0.766 798。

2.4 断面水平轴位置 (H_1/H_2)

断面水平轴是轮胎断面最宽点处的水平辅助线，其位置用 H_1/H_2 比值表示，该参数对轮胎性能具有显著影响： $H_1/H_2 < 1$ 时，轮胎高速性能可得到提升； $H_1/H_2 > 1$ 时，轮胎载重能力更优。考虑到电动轿车常需高速行驶，结合公司设计经验，本次设计将 H_1/H_2 设定为 0.952 473，以保障高速工况下的稳定性。

2.5 胎圈着合直径 d

胎圈着合直径 d 的设计需兼顾轮胎装卸便利性与胎圈和轮辋配合紧密性，通常平底轮辋对应的胎圈着合直径应比轮辋直径小 1~3 mm。若配合过松，易导致轮胎行驶中出现移动变形甚至爆胎风险。为规避此类问题，本次设计将 d 确定为 460.7 mm，确保胎圈与轮辋稳定贴合。

2.6 胎面花纹设计

胎面花纹采用 4 条纵向笔直花纹沟为主结构，可有效增强排水与散热能力；同时增设横向沟槽，提升轮胎与地面的摩擦力，强化抓地性能。花纹整体采用封闭肩条形设计，花纹深度 7.2 mm，花纹饱和度 74.2%，周节数为 42 个复合节距，该设计具备四大优势：

(1) 花纹整体的横向沟槽都采用了极窄沟槽设计，这样可以最大程度的减少了空气流动，减少了噪音的产生。

(2) 花纹纵向沟槽沟壁分布着竖直排列的降噪线，可以打乱空气在沟槽中的反弹路径。

(3) 花纹节距采用了 5 种大小的复合节距，排列组合，共计 42 个节距。

(4) 为了增加外侧花纹块的刚性，外侧胎肩花纹块的横向沟槽的切割要比内侧花纹块要少一半。

胎面花纹如图 1 所示。

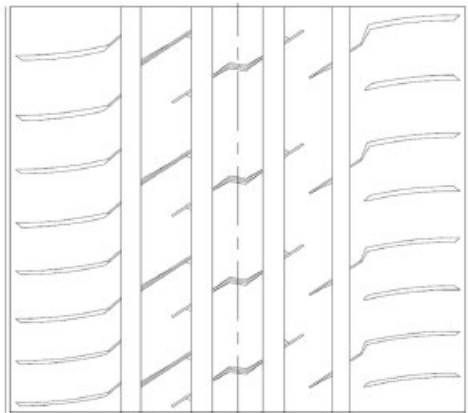


图 1 花纹样式

3 施工设计

该轮胎设计采用较宽行驶面，一是由于增加接地面积，更能保证汽车高速变道、过弯时的横向稳定性；二是由于降低接地面单位正压力和剪切力，可放缓胎面磨损速率，进一步延长轮胎的使用寿命。

3.1 胎面

为平衡轮胎的耐磨性、低滚阻与安全性，胎面采用三层覆胶结构，由胎冠胶、中层胶、翼胶与基部胶四部分组成：

(1) 胎面上层（胎冠胶）：选用溶聚丁苯橡胶胶料，添加适量白炭黑，兼具高耐磨性与抗撕裂性，保障高速行驶性能。

(3) 胎面下层（中层胶）：采用低生热缓冲胶，减少轮胎行驶过程中胎肩部位的生热缺陷，延长使用寿命。

(3) 基部胶：厚度设定为 0.8 mm，穿透胎面胶形成“烟囱效应”，可将地面静电导出，提升使用安全性。

胎面胶压出工序采用四复合挤出工艺，确保胶料贴合紧密；胎侧由胎侧胶与耐磨胶构成，肩部胶料选用低生热配方，满足电动轿车高里程行驶需求。

胎面结构如图 2 所示。



图 2 胎面结构图

3.2 胎体

本规格选用聚酯纤维做胎体。主要是因为聚酯纤维具有优异的耐热性和导热性，高强度且受温度影响极小，受外力时抵抗形变的能力高，伸长率极小，可避免因尺寸变形导致的行驶跑偏、胎面磨损不均等问

题,有利于轮胎尺寸稳定性能。

胎体采用双层聚酯纤维帘布,帘布规格为1300D/2,经计算安全倍数达9.3,满足设计要求。帘布覆胶采用双面覆胶法,在S型四辊压延机上生产,覆胶质量优异,压延厚度控制为1.15 mm。

3.3 带束层

带束层是子午线轮胎的核心受力部件,其对胎体变形的约束能力和应力承载能力,直接决定了子午线轮胎的操控性、耐久性和安全性。在符合安全性能的前提下,使用更轻量化的带束层钢丝帘线既能降低成本,又有利于降低轮胎的滚动阻力^[3]。

带束层结构主要是指它的帘布层数,帘线角度、密度,以及所采用的帘线结构与类型等。本次设计采用2层带束层结构:1[#]与2[#]带束层均选用4×0.225UT钢丝帘线,其密度为79 EPD,带束角度为24°,轮胎安全倍数达到8.5倍。

3.4 胎圈

胎圈的设计和强度直接决定轮胎能否稳定、安全地与轮辋配合工作,其承受了轮胎行驶过程中的内压、制动力矩、离心力以及轮辋的过盈力。钢丝圈采用Φ1.30 mm的胎圈钢丝,覆胶直径为1.60 mm,采用4-5-4的六角排列方式,共计13根,钢丝圈内直径设计为466.9 mm,安全倍数为9.0。缠绕方式采用单根钢丝缠绕,钢丝缠绕中应力均匀,以确保胎圈与轮辋配合时有足够的刚性和强度。三角胶高度为30 mm符合设计规范要求。

3.5 成型和硫化工艺

3.5.1 成型工序

采用一次法成型机,减少部件转移过程中的变形与错位问题,机头直径442 mm,成型方式为冠包侧,确保胎体各部件贴合精准。

3.5.2 硫化工序

使用液压式硫化机,采用常规氮气硫化工艺,硫化参数设定为:外部蒸汽压力(0.1±0.02)MPa,外温(178±2)℃,内压(2.4±0.05)MPa,内温(200±2)℃,硫化时间12 min,保障轮胎硫化充分,性能稳定。

4 成品性能

4.1 外缘尺寸

将成品轮胎安装于标准轮辋,在标准充气压力下测量:充气外直径668 mm,充气断面宽236 mm,均在设计要求范围内,符合预期目标。

4.2 强度性能

依据GB/T 4502—2023《轿车轮胎性能室内试验方法》开展强度测试,试验条件为:充气压力220 kPa,压头直径19 mm。结果显示,轮胎平均破坏能达545 J(触及轮辋),满足国家标准要求,证明轮胎强度优异。

4.3 脱圈性能

按照GB/T 4502—2023《轿车轮胎性能室内试验方法》标准进行脱圈性能测试,试验条件为:充气压力220 kPa,压块水平距离P=318 mm。测试结果表明,轮胎最大脱圈阻力为155 86 J(已脱),远超法规要求的11 120 J,达到法规标准的140%,脱圈性能安全可靠。

4.4 耐久性能

依据GB/T 4502—2023《轿车轮胎性能室内试验方法》标准开展耐久性试验,试验参数为:充气压力220 kPa,试验速度120 km/h,额定负荷750 kg。在完成国家标准规定的35.5 h程序后,以每8 h为一个阶段继续运行4个阶段,总运行时间达67.5 h时结束测试,实际累计行驶时间67 h 30 min。

试验结束后轮胎外观无损伤,耐久性能达到国家标准要求的190%,使用寿命表现优异。

4.5 高速性能

按照GB/T 4502—2023《轿车轮胎性能室内试验方法》进行高速性能试验,试验条件如表2所示。

结果显示,轮胎最高试验速度达290 km/h,持续行驶1 h后外观无损伤,高速性能良好,符合Y级速度标准要求

表2 速度符号为Y的轿车轮胎高速性能试验条件

试验阶段	试验速度/(km·h ⁻¹)	试验时间/min
1	0~260	10
2	260	20
3	270	10
4	280	10
5	290	10

注:充气压力360 kPa,额定负荷750 kg

4.6 滚动阻力

按照GB/T29040的规定,对试验轮胎进行滚动阻力测量,计算其滚动阻力系数,并按GB/T29042的规定计算判定值。成品轮胎滚动阻力系数平均值为6.28 N·kN,达到了电动轿车轮胎的开发目标要求。

5 结语

235/45R18 是典型的中高端轿车轮胎规格,本次

研发的产品在充气外缘尺寸、强度性能、脱圈性能、耐久性能、高速性能及滚动阻力等方面均满足设计目标与国家标准要求，满足了轮胎使用的安全、耐用、节能需求，美观的花纹设计可满足消费者对“个性化、高端化”的外观需求。该产品的销售可实现我公司市场竞争力与经济效益双提升，是一款符合当前电动化趋势的成熟产品。

参考文献：

- [1] 曾季, 阙元元, 蔡尚脉, 等. 电动汽车轮胎的发展现状与设计思路 [J]. 橡胶工业, 2019, 66(8): 883-886.
- [2] 王瑞华, 雍占福, 王文峰, 等. 基于 CATIA 的复杂花纹轮胎施工设计 [J]. 轮胎工业, 2019, 39(1): 6-8.
- [3] 刘伟, 张宁, 高凯, 等. 探究带束层钢帘线对半钢子午线轮胎性能的影响 [J]. 橡塑技术与装备, 2024, 50(4): 23-25.

Design of 235/45 R18 electric car tire

Song Qian, Du Shuai, Li Xiaoming, Feng Tingting

(Shaanxi Yanchang Petroleum Group Rubber Co. LTD., Xianyang 712000, Shaanxi, China)

Abstract: In response to the special requirements of electric car tires, we have independently developed a 235/45R18 tire. The main parameters of the tire's structural design are as follows: outer diameter of 662 mm, section width of 253 mm, tread width of 194 mm, tread camber height of 7.8 mm, bead contact diameter of 460.7 mm, section horizontal axis position (H_1/H_2) of 0.952473, tread pattern featuring asymmetric tread pattern, utilizing a five-pitch design, with a total of 41 composite pitches, and a tread pattern depth of 7.2 mm. In terms of construction design: the upper layer of the tread adopts highly wear-resistant and low rolling resistance tread rubber, while the lower layer adopts low heat generation transition rubber; the belt layer uses two layers of 4×0.225UT high-strength steel cord with a cord density of 79 EPD. The manufacturing process employs a one-step building machine and a hydraulic hot plate curing press. The performance test results of the finished tires show that their key indicators, including outer edge dimensions, strength, bead unseating resistance, durability, high-speed performance, and rolling resistance, all meet or exceed national and corporate standards.

Key words: electric car tires; structural design; construction design

(R-03)

国家协议签订，利好轮胎出口！

The signing of the national agreement proves a boon for tire exports

10月28日，中国—东盟自贸区3.0版升级议定书签署，将进一步推动我国与东盟国家供应链的深度融合。据央视报道，以橡胶、轮胎这条产业链举例来说，今年前三季度，我国自东盟进口橡胶同比增长40.7%，出口轮胎等汽车零配件增长了19.8%。在全国最大的橡胶进口口岸青岛，一批批自缅甸、老挝等东盟国家进口的橡胶原料进入港区周边的仓库存储，待办结海关手续后，这些橡胶就会走进轮胎生产线。橡胶作为一种重要的工业原料，进口以后可广泛用于轮胎、输送带、密封件、橡胶管等工业制品及日常消费品制造，成为我国多条产业链的基础保障。有了充足的进口橡胶作原材料支撑，青岛及周边地区形成了完备的橡胶轮胎加工产业集群。在这里，橡胶被加工成各种轮胎，又出口到东盟国家为当地相关产业提供支持。

据赛轮集团股份有限公司销售支援总监孟海亮介绍，今年前三季度，公司出口东盟轮胎总值超过13亿元，同比增长了25%，近年来，中国—东盟产业链供应链韧性显著增强，企业在加快走出去步伐的同时，由“产品出海”向“产业出海”推进，形成全球化的产业布局。

摘编自“央视新闻”

(R-03)