

305/70R22.5全钢载重子午线轮胎的轻量化设计

梁千顷, 李 昭, 马向前, 石亚玲

(风神轮胎股份有限公司, 河南 焦作 454003)

摘要:介绍305/70R22.5全钢载重子午线轮胎的轻量化设计。结构设计:外直径 996 mm,断面宽 303 mm,行驶面宽度 260 mm,行驶面弧度高 11.2 mm,胎圈着合直径 570.5 mm,胎圈着合宽度 241.3 mm,断面水平轴位置(H_1/H_2) 0.795,采用高饱和度公路花纹,花纹深度 19 mm,花纹饱和度 75%,花纹周节数 52。施工设计:采用翼型胎面结构,胎体采用3+9+15×0.175+0.15钢丝帘线,采用3层带束层+0°冠带条,1#和2#带束层采用3+9+15×0.22+0.15钢丝帘线,3#带束层采用5×0.30HI钢丝帘线,采用一次法三鼓成型机成型、蒸汽式硫化工艺硫化。成品轮胎性能试验结果表明,轮胎的充气外缘尺寸、强度性能和耐久性能均满足国家标准要求。

关键词:全钢载重子午线轮胎;结构设计;施工设计;轻量化;电动汽车

中图分类号:TQ336.1

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2021)08-0475-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2021.08.0475



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着电动汽车的兴起,相关高科技零配件的研发也备受关注。早在1993年9月,已有轮胎巨头企业宣布开始研制电动汽车轮胎^[1-2]。由于电动汽车能量输出及电量储存受限,电动汽车轮胎具有质量减小的要求,同时由于电动汽车动力输出响应快,轮胎瞬间应力较大,对胎圈有很大考验,传统设计方法易出现胎圈早期损坏。为满足电动汽车的使用要求,我厂重新开发了305/70R22.5全钢载重子午线轮胎。

1 技术要求

根据GB 2977—2016《载重汽车轮胎、尺寸、气压与负荷》^[3-4],确定全钢子午线轮胎的技术参数为:标准轮辋宽度 228.6 mm(9.00英寸),允许使用轮辋宽度 209.55 mm(8.25英寸);充气外直径(D') 1 000(988~1 012) mm,充气断面宽(B')

305(293~317) mm,标准充气压力 900 kPa,标准负荷 3 550 kg。

2 结构设计

2.1 外直径(D)和断面宽(B)

胎冠设计结合以往经验,周向伸张极小,轮胎

充气后外直径相对于模具外直径变化不大。并且带束层结构及帘线配置直接影响到轮胎充气后的性能,本设计继续使用3层带束层+2层0°冠带条结构。依据我公司多年的开发经验,充气后 D 一般在0~4 mm内变化,因此本设计 D 取996 mm, B 取303 mm,外直径膨胀率(D'/D)为1.004,断面宽膨胀率(B'/B)为1.006。

2.2 行驶面宽度(b)和弧度高(h)

b 和 h 是影响轮胎接地形状、耐磨性能和使用寿命的重要技术参数。为了获得更好的轮胎接地形状和耐磨性能,采用有限元分析方法优化 b 和 h 。本设计 b 取260 mm, b/B 为0.858, h 取11.2 mm。

2.3 胎圈着合直径(d)和着合宽度(C)

d 是决定轮辋装配紧密性的关键,直接影响到轮胎的气密性和使用安全性,同时也直接影响轮胎装配的难易程度。一般过盈量取1~2 mm,本设计 d 取570.5 mm。

为保证顺利充气,本设计 C 比标准轮辋宽度大0.5英寸,取241.3 mm。

2.4 断面水平轴位置(H_1/H_2)

胎冠和胎圈位置是轮胎承载受力的最大区域,一般断面高度(H)被水平轴分为上下2个部分,下半部分为 H_1 ,上半部分为 H_2 。因为电动汽车扭力响应速度快,轮胎胎圈瞬间应力大,胎圈位置易

作者简介:梁千顷(1986—),男,安徽阜阳人,风神轮胎股份有限公司工程师,硕士,主要从事载重子午线轮胎结构设计工作。

E-mail:ltqqr@163.com

发生损坏。为加强胎圈位置刚性,本设计 H_1/H_2 取0.795。轮胎断面轮廓如图1所示。

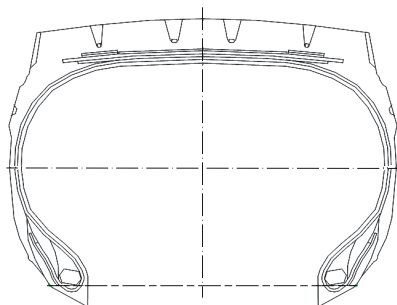


图1 轮胎断面轮廓示意

2.5 胎面花纹

胎面花纹对轮胎的通过性和耐久性能都有直接影响^[5-7]。由于本设计轮胎主要用于市内公交,路面一般为柏油路面,胎面花纹采用高饱和度公路花纹,设计花纹深度为19 mm,花纹饱和度为75%,花纹周节数为52,可以抵抗电动汽车高扭矩对胎面的损伤,保证轮胎耐磨性能好且磨损均匀。为提高胎面的附着性能,主花纹沟采用Z字形设计,并在冠中3条肋条增加Z字形深沟槽。同时,为提高轮胎的自清洁性,花纹沟底增加排石台设计,使花纹沟底泥沙更易清除,石子更易排出。

胎面花纹展开如图2所示。

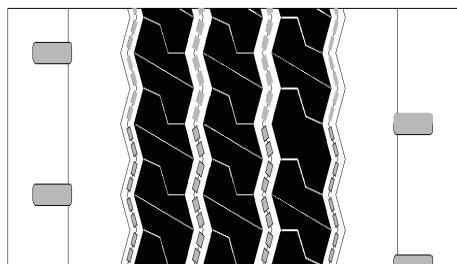


图2 胎面花纹展开示意

3 施工设计

3.1 胎面

胎面半制品截面如图3所示。根据实际使用环境,胎面采用翼型结构,采用3种配方:上半部分采用超耐磨配方以保证行驶里程;两翼采用特殊的配方以减小肩部生热;基部增加粘合性能优异的胶片。

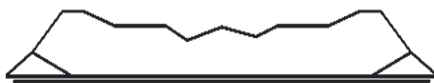


图3 胎面结构示意图

3.2 胎体

胎体采用低成本钢丝帘线,钢丝帘线规格为 $3+9+15 \times 0.175+0.15$ 。钢丝帘线应力计算采用比德尔曼公式,计算得到胎体安全倍数为7.8,满足设计要求。

3.3 带束层

载重子午线轮胎冠部带束层通常为2—4层,本设计冠部带束层采用3层钢丝帘布,靠近胎体的为1[#]带束层,称为过渡层,帘线角度呈 24° ;2[#]带束层为工作层,帘线角度呈 15° ;3[#]带束层为保护层,帘线角度呈 15° ^[8]。根据多年设计及实际使用经验,该产品结构胎肩位置 0° 带束层起到明显的箍紧效果,可减少胎肩损坏,所以本设计胎肩使用 0° 带束层,1[#]和2[#]带束层均采用 $3+9+15 \times 0.22+0.15$ 钢丝帘线,3[#]带束层采用 $5 \times 0.30\text{HI}$ 钢丝帘线,带束层安全倍数为9.8,满足设计要求。

3.4 胎圈

胎圈钢丝直径为1.65 mm,钢丝覆胶后直径为1.80 mm,材质选用镀铜回火胎圈专用钢丝。钢丝圈呈平行四边形排列,计算应力安全倍数为9,满足设计要求。

3.5 成型和硫化

本设计采用一次法三鼓成型机成型。根据现有设计经验,主鼓直径为530 mm,钢丝圈扣圈宽度为636 mm,带束层贴合鼓周长为2 875 mm。成型中各半部件贴合密实,保证轮胎的动平衡性能和均匀性。

硫化采用活络模模具硫化,加热方式选用蒸锅式硫化,总硫化时间为52 min。

4 成品性能

4.1 外缘尺寸

新胎安装于标准轮辋上,按照标准充气压力要求^[9]充气至900 kPa,实测轮胎 D' 为999 mm, B' 为302 mm,均符合设计要求。

4.2 强度性能

按照国家标准压穿试验方法测试成品轮胎强度性能^[8-11],充气压力为900 kPa,压头直径为38 mm。轮胎被压穿时的破坏能为5 500.9 J(国家规定值为3 051 J),达到国家标准规定值的180%。

4.3 胎圈耐久性能

将胎冠花纹打磨至磨耗标志处,充气压力为950 kPa,试验负荷为4 900 kg(标准负荷的138%),行驶速度始终保持为20 km·h⁻¹,成品轮胎累计行驶时间为370 h,符合设计要求(公司控制要求不小于250 h)。

4.4 成品耐久性能

按照国家标准试验方法测试成品耐久性能,充气压力为900 kPa,负荷为3 550 kg且保持恒定,试验过程保持恒定速度为65 km·h⁻¹,持续行驶至国家标准强制要求(47 h)后,停机检查轮胎并未发生损坏。按企业标准(限值为57 h)继续进行试验^[12-13],如表1所示,负荷增加10%持续行驶10 h后,持续增加负荷,直到轮胎损坏为止,最终累计行驶时间为69.4 h。试验结束时轮胎花纹沟底部有裂口导致漏气,成品轮胎耐久性能满足国家标准要求。

表1 成品轮胎耐久性能测试结果

试验阶段	负荷率/%	速度/(km·h ⁻¹)	行驶时间/h
1	65	65	7
2	85	65	16
3	100	65	24
4	110	65	10
5	140	65	10
6	160	65	2.4

5 结论

305/70R22.5全钢载重子午线轮胎设计着重考虑了安全性和承载能力,体现电动汽车轮胎的使用特点。成品轮胎的充气外缘尺寸、强度性能和耐久性能均符合国家标准要求。轮胎投放市场后,其优良的安全性和承载性能得到用户的好评。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 梁守智,钟延熹,张丹秋. 橡胶工业手册(修订版) 第四分册 轮胎[M]. 北京:化学工业出版社,1989.
- [3] 燕杰凯,王志国,马利,等. 经济型12R22.5全钢载重子午线轮胎的设计开发[J]. 中国橡胶,2020,36(8):32-35.
- [4] 李辉. 全钢子午线轮胎载重状态下有限元模拟分析[D]. 青岛:青岛科技大学,2014.
- [5] 俞淇,丁剑平. 子午线轮胎结构设计与制造技术[M]. 北京:化学工业出版社,2006.
- [6] 刘圣林. 445/50R22.5宽基全钢载重子午线轮胎的设计[D]. 青岛:青岛科技大学,2020.
- [7] 孙海燕,王帅,臧利国,等. 越野轮胎结构设计与抓地性能研究[J]. 重庆理工大学学报(自然科学),2019,33(10):40-46.
- [8] 黄兆阁,李长宇,孟祥坤,等. 235/45R18轮胎带束层帘线的优化设计[J]. 橡胶工业,2020,67(3):209-213.
- [9] 刘晓芳,隋海涛,孙建磊,等. 高性能12R22.5全钢载重子午线轮胎的开发及性能测试[J]. 轮胎工业,2019,39(1):10-13.
- [10] 王宝凯. 205/55R16子午线轮胎的结构设计、带束层优化与性能研究[D]. 青岛:青岛科技大学,2020.
- [11] 杨文利,姚雪梅,杜保各,等. 12R22.5全钢载重子午线轮胎的设计[J]. 橡胶科技,2019,17(3):155-159.
- [12] 邵先行,张超,王浩,等. 12R22.5 18PR BY908全钢载重子午线驱动轮胎的设计[J]. 轮胎工业,2019,39(1):14-16.
- [13] 韩晓霞. 13R22.5 18PR无内胎全钢载重子午线轮胎的设计[J]. 橡胶科技市场,2012,10(8):32-34.

收稿日期:2021-02-09

Lightweight Design on 305/70R22.5 Truck and Bus Radial Tire

LIANG Qianqing, LI Zhao, MA Xiangqian, SHI Yaling

(Aeolus Tyre Co., Ltd, Jiaozuo 454003, China)

Abstract: The lightweight design on 305/70R22.5 truck and bus radial tire was introduced. In the structural design, the following parameters were taken: overall diameter 996 mm, cross section width 303 mm, width of running surface 260 mm, arc height of running surface 11.2 mm, bead diameter at rim seat 570.5 mm, bead width at rim seat 241.3 mm, maximum width position of cross section (H_1/H_2) 0.795,

using high saturation highway pattern, pattern depth 19 mm, block/total ratio 75%, and number of pattern pitches 52. In the construction design, the following processes were taken: using airfoil tread structure, 3+9+15×0.175+0.15 steel cord for carcass, 3-layer belt layer+0° crown strip were adopted, 3+9+15×0.22+0.15 steel cord for 1[#] and 2[#] belt, and 5×0.30HI steel cord for 3[#] belt, using one-stage three drum building machine to build tire and curing tire by steamer curing process. The test results of the finished tire showed that, the inflation peripheral dimension, strength, and durability of the tire met the requirements of the national standard.

Key words: truck and bus radial tire; structural design; construction design; lightweight; electric vehicle

高速高刚度试验台

由吉林大学申请的专利(公布号 CN 112485024A, 公布日期 2021-03-12)“高速高刚度试验台”, 提供了一种高速高刚度试验台, 包括底座、路面模拟机构及用于提供动力给路面模拟机构的驱动机构, 路面模拟机构包括安装架、转鼓、双幅板、与双幅板相连的稳固件、主轴及安装于转鼓外侧的凸块, 路面模拟机构上方还设置有轮胎控制机构, 轮胎控制机构包括固定架及设置于固定架一侧的轮胎定位装置, 轮胎定位装置包括用于提供加载动力的伺服动力件、与伺服动力件相连的升降板及安装于升降板上用于与轮胎的轮辋相连的连接件, 连接件上安装有六分力传感器, 伺服动力件驱动升降板在垂向上进行升降运动。本发明能够精准定位轮胎位置, 保持轮胎的定位刚度与模拟路面刚度, 提高试验准确性。

(本刊编辑部 马 晓)

一种轮胎硫化胶囊成型装置及其成型工艺

由永一橡胶有限公司申请的专利(公布号 CN 112497609A, 公布日期 2021-03-16)“一种轮胎硫化胶囊成型装置及其成型工艺”, 涉及一种轮胎硫化胶囊成型装置及其成型工艺。轮胎硫化胶囊成型装置包括转鼓机构、压辊机构、热介质供给装置和硫化模具, 转鼓机构包括转鼓本体和驱动其旋转的第一电动机, 转鼓本体内部设有连通所述热介质供给装置的第一加热腔, 外部设有与硫化胶囊的内表面相应的第一曲面; 压辊机构包括压辊本体和驱动其旋转的第二电动机, 压辊本体外部具有与硫化胶囊外表面相应的第二曲面; 硫化模具包括上压模和下压模, 并可密封压合于转鼓机构上, 与转鼓机构共同围合形成硫化胶囊

的硫化腔室。本发明可以得到最小厚度为0.8 mm的硫化胶囊, 产品质量均匀, 使用寿命长。

(本刊编辑部 马 晓)

一种实心安全轮胎及其制备方法和应用

由中国化工集团曙光橡胶工业研究设计院有限公司申请的专利(公布号 CN 112537172A, 公布日期 2021-03-23)“一种实心安全轮胎及其制备方法和应用”, 提供了一种实心安全轮胎, 包括外胎和填充外胎内腔的填充海绵体。外胎包括胎面、胎体、胎侧和胎圈, 其中胎体为斜交结构, 包括骨架材料和增强材料, 骨架材料包括由内到外依次设置的第1帘布层和第2帘布层, 第1帘布层为2—16层, 第2帘布层为1—2层; 增强材料包括0—2层冠部增强帘布层。该实心安全轮胎可以满足载重牵引车轮胎规格小、载荷大、下沉率大、高温环境下使用的要求, 同时能够保证行驶安全性。

(本刊编辑部 马 晓)

一种高阻隔性橡塑组合物及制备方法

由北京化工大学申请的专利(公布号 CN 112430368A, 公布日期 2021-03-02)“一种高阻隔性橡塑组合物及制备方法”, 公开了一种高阻隔性橡塑组合物, 配方为卤化丁基橡胶 100, 高气体阻隔性塑料 5~45, 纳米填料 0~40, 增容剂 1~15, 抗氧剂 0.5~2, 硫化剂 10~20。还公开了高阻隔性橡塑组合物的制备方法, 通过不同橡塑比的橡胶和塑料及不同纳米填料共混后硫化制备高阻隔性橡塑组合物。本发明橡塑组合物的气体阻隔性、力学性能、质量和硬度等均能满足轮胎气密层材料的要求。

(本刊编辑部 马 晓)