

轻量化12R22.5无内胎全钢子午线轮胎的设计

武玉建, 宋萌萌, 杨万龙

(山东金宇轮胎有限公司 青岛分公司, 山东 青岛 266100)

摘要:介绍轻量化12R22.5无内胎全钢子午线轮胎的设计。结构设计:外直径 1 073 mm,断面宽 292 mm,行驶面宽度 215 mm,行驶面弧度高 5.5 mm,胎圈着合直径 569.5 mm,胎圈着合宽度 240 mm,断面水平轴位置(H_1/H_2) 0.98,胎面采用4条S形花纹,花纹深度 15.5 mm,花纹饱和度 74.6%,花纹周节数 57。施工设计:采用双复合挤出胎面,采用3层带束层+0°带束层结构,1°和2°带束层采用0.37+6×0.32ST钢丝帘线,3°带束层采用5×0.30HI钢丝帘线,0°带束层采用3×7×0.20HE钢丝帘线,胎体采用3×0.24/9×0.225ST钢丝帘线,采用一次法胶囊成型机成型、蒸汽硫化机硫化。成品性能试验结果表明,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和设计要求。

关键词:无内胎全钢子午线轮胎;轻量化;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)01-0015-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2024.01.0015



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着我国道路状况的改善以及GB 1589—2016《道路车辆外轮廓尺寸、轴荷及质量限值》的实施,整车轻量化成为国内各大主机厂的发展目标之一^[1-3]。为满足主机厂对整车轻量化的需求,我公司成功开发了轻量化12R22.5无内胎全钢子午线轮胎,现将产品设计情况介绍如下。

1 技术要求

参照GB/T 2977—2016《载重汽车轮胎规格、尺寸、气压与负荷》,确定轻量化12R22.5无内胎全钢子午线轮胎的技术参数为:标准轮辋 9.00,充气外直径(D') 1 077(1 068~1 100) mm,充气断面宽(B') 295(288~312) mm,标准单胎负荷 3 550 kg,标准充气压力 930 kPa。

2 结构设计

2.1 外直径(D)和断面宽(B)

全钢载重子午线轮胎带束层的特点是刚性强且不易周向伸张^[4-5]。带束层主要对轮胎冠部起到箍紧作用,由于12R22.5无内胎轮胎的带束层伸张和变形都较小,因此轮胎的外直径膨胀率(D'/D)

较小,根据我公司现有普通12R22.5轮胎的 D' 与模型尺寸的关系,本次设计 D'/D 取1.004, D 取1 073 mm。

B' 变化的影响因素较多,本次设计参考现有普通12R22.5轮胎的设计经验,断面宽度膨胀率(B'/B)取1.01, B 取292 mm。

2.2 行驶面宽度(b)和弧度高(h)

b 和 h 是决定轮胎胎冠形状的主要参数, b 同时是轮胎行驶里程的主要影响因素之一,本次设计参考市场主流轻量化轮胎产品的参数设计, b 取215 mm,同时还要保证轮胎的接地印痕形状趋于矩形以及接地压力分布均匀。当 b 确定后, h 增大则轮胎的接地印痕趋近于圆形,圆形印痕可以降低轮胎的滚动阻力,但是控制不当可能会引发轮胎偏磨问题的出现; h 减小,轮胎的接地印痕趋于矩形,矩形印痕可以减少轮胎偏磨的发生,但控制不当会导致肩部厚度过大,从而增大轮胎使用时肩空、U形爆等问题出现的几率。参考现有普通12R22.5轮胎的设计经验,本次设计 h 取5.5 mm。

2.3 胎圈着合直径(d)和着合宽度(C)

胎圈与轮辋之间的配合影响轮胎的气密性及装配性能。根据以往设计经验,为保证无内胎轮胎的气密性,要求胎圈与轮辋之间的装配必须有适当的过盈量。结合我公司普通12R22.5轮胎的

作者简介:武玉建(1988—),男,山东临沂人,山东金宇轮胎有限公司工程师,硕士,主要从事轮胎结构设计和配套项目开发管理工作。

E-mail:qingdaowyj@163.com

设计经验,本次设计 d 取569.5 mm。该规格轮胎的标准轮辋为9.00,本次设计 C 采取比标准轮辋宽度大12.7 mm(0.5英寸)设计,即 C 取240 mm。

2.4 断面水平轴位置(H_1/H_2)

轮胎的断面水平轴位于其轮廓的最宽处,轮胎滚动过程中此位置变形最大。由于全钢子午线轮胎采用1层胎体帘布层结构和单钢丝圈设计,若 H_1/H_2 取值偏大,则会使断面水平轴太高而导致胎肩部位带束层端点应力集中,导致轮胎出现肩空等异常损坏; H_1/H_2 取值偏小,则会使断面水平轴太低而造成胎圈部位应力集中,使轮胎出现胎圈空等质量问题。结合我公司设计经验,本次设计 H_1/H_2 取0.98。

轮胎的断面轮廓如图1所示。

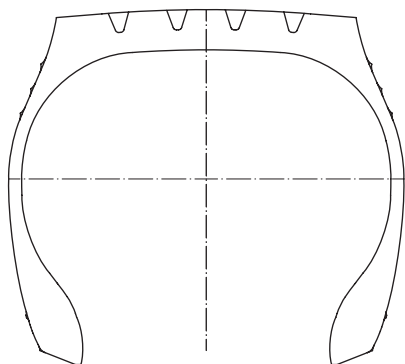


图1 轮胎的断面轮廓示意

2.5 胎面花纹

胎面花纹样式主要由产品定位决定,本次设计的轻量化12R22.5无内胎轮胎主要用于中长途牵引车的导向轮和拖车轮位,因此采用4条纵向花纹,为使花纹更加新颖美观,花纹采用S形设计;胎肩封闭设计以增加肩部花纹刚性,从而减少胎肩偏磨,延长轮胎的使用寿命;采用花纹细钢片设计,以提高轮胎的抓着性能,同时有助于散发热量;采用变节距设计,以降低轮胎的噪声^[6]。此外,花纹深度设计为15.5 mm,花纹饱和度设计为74.6%,花纹周节数设计为57。

胎面花纹展开如图2所示,轮胎的花纹立体效果如图3所示。



图2 胎面花纹展开示意



图3 轮胎的花纹立体效果

胶料配方不同,胎冠胶主要保证耐磨性能,基部胶主要实现降低生热。使用双复合挤出机进行胎面挤出,胎面总宽度为280 mm,胎面最厚处厚度为23 mm,胎面中间厚度为15.5 mm。

胎面结构如图4所示。

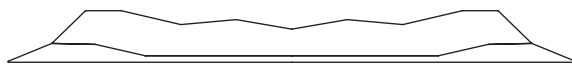


图4 胎面结构示意

3.2 带束层和胎体

带束层是轮胎的主要受力部件^[7-8],本次设计采用3层带束层外加两肩用0°带束层进行束缚的结构,其中1#和2#带束层采用0.37+6×0.32ST钢丝帘线,3#带束层采用5×0.30HI钢丝帘线,0°带束层采用3×7×0.20HE钢丝帘线。1#和2#带束层是工作层,带束层帘线角度分别为24°和15°,3#带束层是轮胎的保护层,带束层帘线角度为15°,带束层安全倍数为5.8。

胎体采用3×0.24/9×0.225ST超高强度钢丝帘线^[9-10],采用超高强度钢丝帘线可使轮胎的

3 施工设计

3.1 胎面

胎面分为胎冠胶和基部胶两部分,两部分的

强度在满足轮胎使用要求的前提下减小帘布压延厚度,从而减小胎体帘布的质量。胎体安全倍数为6.7。

3.3 胎圈

采用传统的倾斜15°六角形钢丝圈结构,使用直径为1.65 mm胎圈钢丝,钢丝圈排列方式为8-9-10-11-10-9,共57根钢丝,安全倍数为5.5,此设计可确保胎圈部位的强度能满足使用要求。三角胶采用复合胶芯以实现胎圈部位向变形区刚性的平稳过渡;胎圈部位用钢丝帘布对钢丝圈进行U形包裹,不仅能提高胎圈的支撑性,也可以减少胎体帘布在负荷下发生移动,胎圈包布采用3×0.24/9×0.225CCHT钢丝帘线。

3.4 成型和硫化

为保证胎坯成型质量,在一次法胶囊成型机上成型,机头直径为532 mm,钢丝圈定位尺寸为690 mm。

采用蒸锅式硫化机进行硫化。硫化条件为:外压压力 (0.37±0.01) MPa,外压温度 (145±3) °C,蒸汽压力 (0.9±0.1) MPa,蒸汽温度 (175±3) °C,总硫化时间 52 min。

4 成品轮胎的性能

4.1 外缘尺寸和质量

将经过外观、X光等检查合格的轮胎安装在9.00轮辋上,在930 kPa标准充气压力下按照GB/T 521—2012《轮胎外缘尺寸测量方法》进行轮胎的外缘尺寸测量。轮胎的 D' 为1 076 mm, B' 为294 mm,符合国家标准要求和设计要求。

实际称量轮胎的平均质量为54.35 kg,满足轻量化12R22.5无内胎轮胎对自身质量的要求(≤55 kg)。

4.2 强度性能

轮胎的强度性能按照GB/T 4501—2016《载重汽车轮胎性能室内试验方法》进行测试,测试条件为:充气压力 930 kPa,压头直径 38 mm。结果表明,第1—第5测试点的破坏能分别为2 206.3, 2 206.9, 2 206.4, 2 205.8和4 021.3 J。第5测试点破坏能为4 021.3 J时轮胎未压穿,该值是标准规定值(2 203 J)的182.5%,即轮胎的强度性能较好,远远超过设计要求。

4.3 胎冠耐久性能

轮胎的胎冠耐久性能按照我公司研发标准进行测试。试验条件如表1所示。结果表明,轮胎在累计行驶91 h后出现胎冠脱层,轮胎的耐久性能达到企业研发标准要求(达到70 h)。

表1 轮胎的胎冠耐久性能试验条件

项 目	试验阶段							
	1	2	3	4	5	6	7	8
负荷率/%	65	85	100	110	120	130	140	150
时间/h	7	16	24	10	10	10	10	至损坏

注:环境温度为(38±3) °C,额定负荷为3 550 kg,充气压力为930 kPa,试验速度为65 km·h⁻¹。

5 结语

轻量化12R22.5无内胎全钢子午线轮胎的外缘尺寸、强度性能和耐久性能均满足设计和相关标准要求,轮胎的质量小于主要竞品。该规格轮胎花纹设计新颖,已申请花纹外观专利,自产品上市以来花纹无偏磨和掉块等问题,轮胎的行驶里程和燃油经济性达到客户预期,目前已与中国几大主要牵引车主机厂开展配套合作,公司在配套市场的知名度提高。

参考文献:

- [1] 李敏,刘军华,杨阳,等. 7.00R16LT全钢轻型载重子午线轮胎的轻量化施工设计[J]. 橡胶科技,2023,21(4):193-196.
- [2] 隋斌,王秀梅,李园园,等. 轻量化12R22.5全钢载重子午线轮胎的设计[J]. 轮胎工业,2019,39(10):660-662.
- [3] 马良清,陈志宏. 国内外子午线轮胎的轻量化分析[J]. 轮胎工业,2004,24(6):579-586.
- [4] 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.
- [5] 张士齐. 轮胎力学与热学[M]. 北京:化学工业出版社,1988:131.
- [6] 刘海潮,葛剑敏. 变节距花纹轮胎噪声特性研究[J]. 声学技术,2015,34(6):540-544.
- [7] 王成德,程德祥,高原,等. 3×0.24/9×0.225CCST钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎胎体中的应用[J]. 橡胶科技,2017,15(4):29-32.
- [8] 于国鸿,刘昌波,张永锋,等. 0.37+6×0.32ST钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎带束层中的应用[J]. 轮胎工业,2020,40(12):743-746.
- [9] 彭莹. 几种高性能钢丝帘线在载重子午线轮胎中的应用[J]. 轮胎工业,2017,37(12):713-715.
- [10] 崔志博,侯丹丹,苏召乾,等. 带束层膨胀对轮胎接地印痕的影响研究[J]. 橡胶工业,2021,68(1):10-16.

收稿日期:2023-10-19

Design of Lightweight 12R22.5 Tubeless All-steel Radial Tire

WU Yujian, SONG Mengmeng, YANG Wanlong

(Shandong Jinyu Tire Co., Ltd Qingdao Branch, Qingdao 266100, China)

Abstract: The design of a lightweight 12R22.5 tubeless all-steel radial tire was described. In the structural design, the following parameters were taken: overall diameter 1 073 mm, cross-sectional width 292 mm, width of running surface 215 mm, arc height of running surface 5.5 mm, bead diameter at rim seat 569.5 mm, bead width at rim seat 240 mm, maximum width position of cross-section (H_1/H_2) 0.98, adopting 4 S-shaped patterns for tread, pattern depth 15.5 mm, block/total ratio 74.6%, and number of pattern pitches 57. In the construction design, the following processes were taken: using double composite extruded tread, using 3 layer belt + 0° belt structure, 0.37 + 6 × 0.32ST steel cord for 1[#] and 2[#] belt, 5 × 0.30HI steel cord for 3[#] belt, 3 × 7 × 0.20HE steel cord for 0° belt, 3 × 0.24/9 × 0.225ST steel cord for carcass, using one-stage capsule molding machine to build tire and a steamer type vulcanizing press to cure tire. The finished tire performance test results showed that, the inflated peripheral dimension, strength and durability met the requirements of corresponding national standards and designs.

Key words: tubeless all-steel radial tire; lightweight; structural design; construction design; finished tire performance

一种适用于EV纯电动乘用车的 轮胎子口结构

由青岛双星轮胎工业有限公司申请的专利(公布号 CN 114872496A, 公布日期 2022-08-09)“一种适用于EV纯电动乘用车的轮胎子口结构”,公开了一种适用于纯电动乘用车的轮胎胎圈结构,包括钢丝圈、设于钢丝圈上端的三角胶和胎体,其中胎体包括一层胎体、胎圈耐磨胶和胎侧胶;一层胎体末端内端点和三角胶交汇处形成一层胎体反包端点;以胎圈耐磨胶和胎侧胶两者相接处下端的胎圈耐磨胶下端点为原点,向三角胶做距离最近的垂线得胎圈耐磨胶下端点法向点;三角胶上设有一段宽度相等的过渡段,过渡段的起点位于一层胎体反包端点处,终点位于胎圈耐磨胶下端点法向点的下方。与现有技术相比,本发明基于纯电动汽车的自身特点,通过胎圈结构设计使轮胎具备更强的抓地性能、更快的动力响应以及更优秀的操控性能。

(本刊编辑部 马 晓)

基于改进YOLO-v5模型的子午线轮胎X光 图像病疵自动检测方法

由山东科技大学申请的专利(公布号 CN 115690029A, 公布日期 2023-02-03)“基于改进YOLO-v5模型的子午线轮胎X光图像病疵自动检测方法”,公开了一种基于改进YOLO-v5模型的子午线轮胎X光图像病疵自动检测方法,包括如下步骤:(1)采集子午线轮胎X光图像进行分割处理,统一分辨率,制作模型训练样本数据;(2)针对X光机不稳定造成的图像条状、块状缺失,从而影响检测效果的问题,进行图像复原处理;(3)设计改进YOLO-v5模型,包括增加第4个检测层、增加注意力模块,以及改进损失函数;(4)采用子午线轮胎病疵数据进行模型训练;(5)利用训练完成的模型进行实际应用场景的轮胎病疵检测。本发明是一种自动检测方法,基于改进模型能够自动识别多种病疵,针对不同病疵进行检测分类,检测效率和准确率较高。

(本刊编辑部 马 晓)