

60及以下系列超低断面宽基轮胎的结构设计方法

张永光,熊 瑶,王秀梅,宫金荣,李园园,邱云学,赵 菲,葛育坤

(青岛双星轮胎工业有限公司,山东 青岛 266400)

摘要:介绍60及以下系列超低断面宽基轮胎的结构设计方法。从宽基载重子午线轮胎半成品的结构、材料、宽度及各定位点等方面进行整体设计,重点介绍带束层、胎体、胎圈包布等钢丝帘布部件及胎面、胎侧、三角胶、垫胶等胶部件在材料分布图中的厚度及其端点在材料分布图中合理的分布位置。成品轮胎性能试验结果表明,该设计方法可降低轮胎关键部位的生热,有效提高轮胎的耐久性能,减少胎体帘布弯曲、胎圈漏钢丝等问题的发生,明显提升生产一次合格率。

关键词:宽基轮胎;载重子午线轮胎;结构设计;材料分布图

中图分类号:TQ336.1⁺1

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2024)02-0079-03

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2024.02.0079



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

载重轮胎宽基化、高性能化已经成为轮胎技术进步的重要途径。根据研究,载重汽车使用宽基轮胎替代并用双胎,可以减小车辆质量,一组牵引车头和挂车组合最多可减小质量400 kg;降低轮胎滚动阻力,减少二氧化碳排放,节约燃油6%~10%;减少材料消耗,如可减少内胎2 kg以上的丁基橡胶材料;减少轮胎生热,对高速、长距离行驶显示出突出的优越性;轮胎内压保持率较高,有利于提高行驶安全性。因此,我国已在推广使用宽基低断面无内胎子午线轮胎替代载重汽车的双胎并用。

宽基轮胎因断面高宽比较小等原因,生产工艺复杂,产品合格率较低。因此,我公司对超低断面宽基轮胎(60及以下系列)的结构设计进行优化,以解决胎冠部位弯曲不良等问题,提高产品性能^[1-4]。

1 结构设计方法

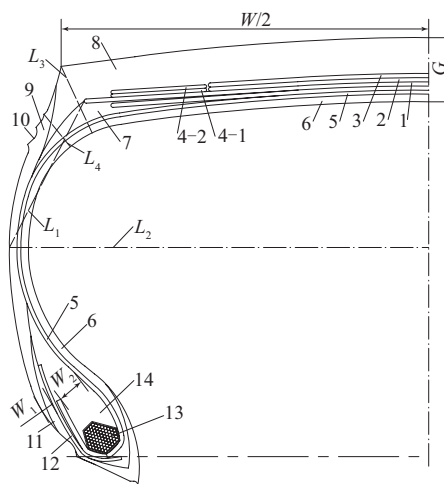
宽基载重子午线轮胎结构如图1所示。

1.1 胎冠部位

(1)胎冠及上胎侧由1[#]带束层、2[#]带束层、3[#]带束层、2层0°带束层、胎面、胎体、内衬层、垫胶和胎侧胶组成。

作者简介:张永光(1991—),男,山东寿光人,青岛双星轮胎工业有限公司助理工程师,学士,主要从事全钢载重子午线轮胎结构设计工作。

E-mail:986998343@qq.com



1—1[#]带束层;2—2[#]带束层;3—3[#]带束层;4-1,4-2—0°带束层;5—胎体;6—内衬层;7—垫胶;8—胎面;9—胎侧;10—上胎侧曲线;11—胎圈耐磨胶;12—胎圈增强层;13—钢丝圈;14—三角胶; L_1 —2[#]带束层外端点与断面宽位置连线; L_2 —断面水平轴; L_3 —胎肩至轮胎内轮廓的距离; L_4 —胎肩分模线至内轮廓的距离; G —胎冠中心厚度; W —行驶面宽度; W_1 —胎体外端点外侧胶料厚度; W_2 —胎体外端点内侧胶料厚度。

图1 宽基载重子午线轮胎结构示意图

(2) G = 胎面厚度 + 1[#]带束层厚度 + 2[#]带束层厚度 + 3[#]带束层厚度 + 胎体厚度 + 内衬层厚度。胎面厚度 = 花纹深度 + 花纹沟底基部胶厚度,花纹沟底基部胶厚度为5~8 mm,为花纹深度的1/2,极大地增强了胎冠部位的整体刚性。1[#]带束层、2[#]带束层、3[#]带束层和胎体的厚度为所用钢丝帘线直径 + (0.7~1) mm。内衬层厚度为3.0~3.5 mm。

(3) 2[#]带束层宽度为 W 的85%~92%,且 L_1 与 L_2

的夹角为 $62^{\circ}\sim 64^{\circ}$,保证2[#]带束层宽度。1[#]带束层宽度较2[#]带束层宽度小10~15 mm,0[#]带束层较2[#]带束层窄10~15 mm,3[#]带束层宽度为2[#]带束层宽度的50%~65%,防止0[#]带束层内端点距离过大,进一步保证胎冠部位刚性。

(4) G 为胎肩至轮胎内轮廓距离的1.4~1.6倍,增强轮胎耐磨性能, L_3 与竖直方向的夹角为 $29^{\circ}\sim 30^{\circ}$, L_4 与竖直方向的夹角为 45° ,保证充气后轮胎内气体向内轮廓曲线作用力更均匀,改善轮胎耐久性能。

1.2 胎肩部位

垫胶外端点高度为轮胎上胎侧曲线的1/3~1/2,使轮胎变形区域更集中于胎侧;胎面外端点与垫胶外端点距离为10~15 mm。

1.3 胎圈部位

(1) 轮胎下胎侧由胎圈耐磨胶、内衬层、胎体、胎圈增强层、钢丝圈和三角胶组成。

(2) 钢丝圈采用六边形设计,底部宽度较顶部宽度大,有利于防止胎圈部位发生屈挠变形。

(3) 胎体外端点高度为轮胎内轮廓高度的10%~15%,使轮胎变形区域更集中于胎侧部位。胎圈增强层外端点距离胎体外端点10~15 mm。胎圈耐磨胶内端点距离胎圈增强层外端点10~15 mm,为三角胶上端点与胎圈增强层外端点距离的中点。胎圈耐磨胶外端点在胎体外端点高度的1/2处。

(4) W_1 为 W_2 的1/2,能更有效降低胎侧耐磨胶打褶现象发生率,防止轮胎早期损坏。

2 成型参数

(1) 辅鼓周长(C_f)的计算公式为

$$C_f=\pi(D-2d_p-2E-13.6)K_b$$
 (1)

式中, D 为轮胎外直径, d_p 为花纹沟深度, E 为花纹沟基部胶厚度, K_b 为带束层伸张因数,取值为0.97~0.99。

(2) 机头平面宽(W_p)的计算公式为

$$W_p=2ab/K_c+2W_g$$
 (2)

式中, $2ab$ 为钢丝圈内端点之间胎体帘线长度, K_c 为胎体伸张因数,取值为1.012~1.020, W_g 为钢丝圈宽度。

3 主要生产设备

(1) 采用一次法两鼓机械鼓成型机成型,在主鼓上进行胎侧、内衬层、胎圈增强层、胎体、垫胶贴合,在辅鼓上进行1[#],2[#],3[#]和0[#]带束层及胎面的贴合,传递环将辅鼓复合件传递到主鼓合适位置后,主鼓成型鼓保持0.6~0.8 MPa扇形块压力、0.08~0.12 MPa中鼓充气压力完成成型。

(2) 使用1 613 mm(63.5英寸)热板硫化机进行硫化,热板温度为141 $^{\circ}\text{C}$,一次定型压力为0.07~0.08 MPa,二次定型压力为0.09~0.10 MPa,完成合模。

4 工艺性能

通过上述方法进行结构、施工优化设计前后,轮胎生产一次合格率对比如表1所示。

表1 优化设计前后轮胎生产一次合格率对比 %

轮胎规格	优化前	优化后
435/50R19.5	65	98
445/45R19.5	50	95
385/55R22.5	75	96

由表1可知,优化设计轮胎生产一次合格率明显提高,可极大节约生产成本。

5 成品性能

按照相应国家标准和企业标准,对采用该方法设计生产的445/45R19.5轮胎的室内性能进行测试,试验环境温度为 $(38\pm 3)^{\circ}\text{C}$ 。

5.1 强度

轮胎强度试验条件为:标准充气压力 900 kPa,压头直径 38 mm,压头垂直于胎面并压在靠近胎面圆周中心线的花纹块上,沿胎面中心线取间隔大致相等的5个试验点,检测速度 50 mm $\cdot$ min⁻¹。

轮胎强度测试值为4 270 J,为标准值(2 203 J)的194%,轮胎强度满足国家标准要求。

5.2 耐久性能

轮胎耐久性能试验条件为:标准充气压力 900 kPa,试验速度 48 km $\cdot$ h⁻¹,试验步骤如表2所示。

轮胎耐久性能试验累计行驶时间为68 h,试验

表2 轮胎耐久性能试验步骤

试验阶段	负荷率/%	行驶时间/h
1	66	7
2	84	16
3	101	24
4	121	8
5	141	8
6	161	8
7	181	8
8	201	总时长达到100 h 未损坏即停止

结束时轮胎状况为胎肩脱空,满足国家标准要求(≥ 47 h)。

5.3 高速性能

轮胎高速性能试验条件为:充气压力为标准充气压力的90%,即810 kPa,试验负荷为单胎最大负荷的85%,即3 825 kg,试验步骤如表3所示。

轮胎高速性能试验累计行驶时间为5 h,试验结束时轮胎未损坏,满足企业标准要求(≥ 3 h)。

6 结语

采用该结构设计方法设计的轮胎的强度性能、耐久性能和高速性能高于国家标准及企业标准要求,达到使用要求。该设计方法可降低轮胎

表3 轮胎高速性能试验步骤

试验阶段	试验速度/($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$)	行驶时间/h
1	80	2
2	停机15 min	
3	80	0.5
4	90	0.5
5	100	0.5
6	110	0.5
7	120	0.5
8	130	0.5
9	140	未损坏停止

关键部位的生热,有效提高轮胎的耐久性能,减少胎体帘布弯曲、胎圈漏钢丝等问题的发生,生产工艺稳定,一次合格率提升明显,为公司创造了良好的经济效益。

参考文献:

- [1] 周君兰,初坤龙,黄玉辉,等.全钢子午线轮胎胎体帘布稀线的原因分析及解决措施[J].轮胎工业,2022,42(1):46-48.
- [2] 高利,刘娟,周勇.385/95R25全路面起重机轮胎高速性能提升[J].轮胎工业,2020,40(2):112-113.
- [3] 金汉杰,肖凌云,王琰,等.胎体结构对轮胎耐冲击性能的影响研究[J].橡胶工业,2022,69(9):709-713.
- [4] 乔奉亮,康玉霞,沈照杰.子午线轮胎扁平率与接地特性的关系[J].橡胶工业,2021,68(12):895-903.

收稿日期:2023-10-09

Structural Design Method for Ultra-low Profile Wide Base Tire of Series 60 and below

ZHANG Yongguang, XIONG Yao, WANG Xiumei, GONG Jinrong, LI Yuanyuan, QIU Yunxue, ZHAO Fei, GE Yukun

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

Abstract: The structural design method for ultra-low profile wide base tires of series 60 and below was introduced. The overall design was carried out from the structure, material, width, and positioning points of the semi-finished products of the wide base truck and bus radial tires, focusing on the thickness of steel cord fabric components such as the belt, carcass, bead wrap, and rubber components such as the tread, sidewall, apex and pad in the material distribution drawing, as well as the reasonable distribution position of their endpoints in the material distribution diagram. The performance test results of finished tires showed that this design method could reduce heat generation in key parts of the tire, effectively improve tire durability, reduce the occurrence of issues such as carcass cord bending and bead wire exposing, and significantly improve the first pass rate of production.

Key words: wide base tire; truck and bus radial tire; structure design; material distribution drawing