

295/60R22.5 无内胎全钢载重子午线轮胎的设计

贾景波

(山东凯旋橡胶有限公司, 山东 曹县 274400)

摘要:介绍295/60R22.5无内胎全钢载重子午线轮胎的设计。结构设计:外直径 916 mm,断面宽 294 mm,行驶面宽度 225 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 242 mm,断面水平轴位置(H_1/H_2) 0.93,采用4道纵向花纹沟设计。施工设计:1[#]带束层采用3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线,2[#]和3[#]带束层采用3+8×0.33HT钢丝帘线,4[#]带束层采用5×0.35HI钢丝帘线,胎体采用3×0.24/9×0.225CCST钢丝帘线;采用两鼓成型机成型,蒸锅式双模硫化机硫化。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符合国家标准要求,胎圈耐久性性能达到预期效果。

关键词:无内胎全钢载重子午线轮胎;结构设计;施工设计

中图分类号:U463.341⁺.3/.6;TQ336.1

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2019)11-0657-03

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2019.11.0657



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

受欧美市场变化的影响,我公司为提升市场竞争力,不断调整产品结构,提高产品的附加值。结合公司高性能无内胎的要求,采用最新的环保技术,开发设计了295/60R22.5无内胎全钢载重子午线轮胎。新设计轮胎可有效减小摩擦生热,降低能量损失;优化的外轮廓可防止汽车行驶中轮胎变形,减小滚动阻力,降低油耗;并根据欧美市场使用条件优化结构,加强胎圈设计,延长轮胎使用寿命。现将295/60R22.5无内胎全钢载重子午线轮胎的开发设计情况介绍如下。

1 技术要求

参考ETRTO—2018《欧洲轮胎轮辋技术组织手册》和《美国轮胎轮辋协会标准年鉴》,确定295/60R22.5无内胎全钢载重子午线轮胎的技术参数为:标准轮辋 9.00,充气外直径(D') 916.92(906.64~927.37) mm,充气断面宽(B') 299.88(280.32~303.68) mm,标准充气压力 900 kPa,最大单胎负荷 3 350 kg,负荷指数 150/147。

作者简介:贾景波(1988—),男,山东菏泽人,山东凯旋橡胶有限公司助理工程师,学士,主要从事轮胎结构设计和生产工艺管理工作。

E-mail:jiajingbo2008@126.com

2 结构设计

2.1 外直径(D)和断面宽(B)

由于全钢载重子午线轮胎充气后外直径膨胀很小,一般增大0~4 mm,即外直径膨胀率(D'/D)为1.000~1.003,因此本次设计 D'/D 取1.001,则 D 为916 mm。

全钢载重子午线轮胎径向排布的胎体钢丝帘线使 B 的变化较大且取决于多重因素,例如胎体钢丝帘线的伸张、带束层帘线角度、胎圈着合直径和轮廓形状等^[1-2]。在标准轮辋情况下设计 B ,根据经验断面宽膨胀率(B'/B)一般取1.00~1.03,因此本次设计 B'/B 取1.02,则 B 为294 mm。

2.2 行驶面宽度(b)和弧度高(h)

根据公司现有较成熟产品的有效支撑宽度与 b 的比值在0.935~0.98范围内,最终确定 b 取225 mm, h 取5.5 mm。

2.3 胎圈着合直径(d)和着合宽度(C)

为保证全钢载重子午线轮胎气密性,除气密层胶有良好的密封性外,同时要求胎圈与轮辋之间有良好的配合。一般要求轮辋与胎圈采取适当的过盈配合, d 比标准轮辋直径小2 mm。同时考虑胎圈着合紧密性和装卸方便,确定 d 取569.5 mm。

根据预应力和动平衡轮廓设计(PDEP)理论,在轮胎的胎圈和胎肩部位施加一定的预应力,有

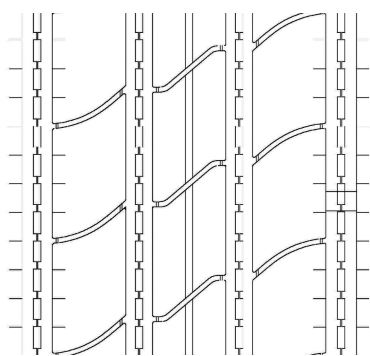
利于提高轮胎的高速性能。本次设计适当增大 C ；考虑到轮胎负荷率大，胎侧刚性强度大，为增强胎侧的柔韧性， C 取值略大于轮辋宽度。综合考虑轮胎的气密性和装卸方便等因素， C 取242 mm。

2.4 断面水平轴位置 (H_1/H_2)

子午线轮胎由于胎体帘线的排布方向与钢丝圈垂直，呈辐射状分布，胎圈部位所受的应力很大。断面水平轴上移可以减小胎圈和胎侧部位的受力和变形，但带束层部位的应力和剪切力相应增大，容易造成胎肩磨损、脱空和脱层等问题。综合考虑本次设计 H_1/H_2 取0.93。

2.5 胎面花纹

根据轮胎使用条件和客户要求，设计开发了胎面新花纹GR612，其为4条纵向花纹沟设计（见图1）。新花纹可合理分布花纹块受力，赋予轮胎较低的滚动阻力；为进一步提高轮胎的防偏磨和抗撕裂性能，肩部采用封闭形式，以提高胎肩部位的刚性和支撑性能；在中间两道纵向主花纹沟底增设弹石块；为防止轮胎行驶过程中出现应力集中现象，采用变节距设计。



(a) 花纹平面



(b) 花纹三维效果

图1 胎面花纹示意

3 施工设计

3.1 胎面

根据轮胎的材料分布和生产工艺进行胶部件的设计，胎面半成品根据轮胎花纹形式进行设计，减小硫化过程中流动变形对带束层的影响。采用三复合挤出线进行胶部件挤出，包括胎面、三复合胎侧、胎肩垫胶和复合胶芯。

3.2 带束层

带束层采用4层带束层结构设计，可减小轮胎的滚动阻力，提高耐磨性能，以达到绿色环保节能和延长轮胎使用寿命的效果，同时解决轮胎在高速行驶过程中的肩空等问题。

1[#]带束层为过渡层，与胎体之间起到过渡和缓冲作用，选用 $3 \times 0.20 + 6 \times 0.35$ HT 钢丝帘线，帘线角度为 52° ，既降低了带束层与胎体之间的剪切力，又可避免带束层与胎体脱层；2[#]和3[#]带束层为工作层，其强度直接影响轮胎的综合使用性能，且角度不能过大，因此选用 $3 + 8 \times 0.33$ HT 高强度钢丝帘线，帘线角度为 20° ；4[#]带束层为保护层，主要是防止刺穿以及带束层与胎面之间脱层，选用 5×0.35 HI 高伸长高抗冲击型钢丝帘线，帘线角度为 20° 。

带束层是轮胎使用过程中主要的受力部件，经计算胎冠中心处安全倍数为6.0，胎肩安全倍数为7.2，满足设计要求。

3.3 胎体

本次开发的载重子午线轮胎负荷能力要求不高，重点在保证胎体帘线的安全倍数。综合考虑耐疲劳性能、强度性能、耐屈挠性能和操纵性，胎体采用 $3 \times 0.24/9 \times 0.225$ CCST 钢丝帘线，帘布密度为 $60 \text{ 根} \cdot \text{dm}^{-1}$ 。为保证胎体质量，压延采用双面覆胶S型四辊压延机。胎体帘线安全倍数为7.63，压延帘布厚度为 $(2.6 \pm 0.1) \text{ mm}$ ，保证了胎体强度和使用性能。

3.4 内衬层

内衬层由气密层和过渡层组成。本次开发的无内胎轮胎对气密性要求很高，因此气密层采用溴化丁基橡胶，设计为中部厚、两边薄，均匀过渡，以保证成型后气密层厚度均匀。根据经验内衬层胶的密度在硫化前后变化 $\pm 1\%$ ，因此内衬层在硫化前后的体积变化率可以忽略，根据这个特点确

定气密层和过渡层的压延厚度。

3.5 钢丝圈

钢丝圈选用直径为 1.65 mm 的镀青铜回火胎圈钢丝, 破断力大于 3 900 N, 钢丝覆胶后直径为 1.8 mm。三角胶的贴合也由手工冷贴改为自动热贴, 以进一步提高胎圈性能, 保证胎圈底部与轮辋接触良好。

钢丝圈生产采用排压法, 六角形设计, 钢丝圈直径为 573 mm, 钢丝排列方式为 8-11-8, 保证胎圈强度; 钢丝圈采用单根缠绕法生产, 为了提高安全性, 钢丝圈外表面缠绕锦纶包布, 确保足够的强度和刚性。

3.6 成型

使用现有 558.8~660.4 mm (22~26 英寸) 的两步法两鼓成型机, 机头直径为 528 mm, 平宽设定值为 506 mm; 根据带束层帘线的伸张值和胎坯装锅后膨胀率确定带束层贴合鼓周长为 2 642 mm。采用侧包冠成型工艺和部件接头均匀分布技术, 进一步提高轮胎的均匀性和动平衡性。

3.7 硫化

硫化采用蒸锅式双模硫化机, 保证硫化受热均匀性。硫化条件如下: 外压蒸汽压力 (0.36 ± 0.01) MPa, 外压蒸汽温度 (147 ± 2) °C, 内压蒸汽压力 (0.8 ± 0.1) MPa, 内压蒸汽温度 (175 ± 3) °C, 硫化时间 48 min。

4 成品性能

4.1 外缘尺寸

成品轮胎外缘尺寸按照 GB/T 521—2012《轮胎外缘尺寸测量方法》进行测试。成品轮胎在标准充气压力下的 D' 为 917 mm, B' 为 296 mm, 花纹深度为 15 mm, 磨损高度为 2.2 mm, 均符合国家标准和 ETRTO—2018 的技术要求。

4.2 成品内控检测

成品轮胎通过 X 光、动平衡、均匀性、气泡、气密性和脱圈阻力等常规检测, 各项性能均符合公司检验标准要求。

4.3 强度性能

按照 GB/T 4501—2016《载重汽车轮胎性能室内试验方法》测试轮胎强度, 充气压力为 900

MPa, 压头直径为 38 mm, 最后阶段破坏能为 5 373.2 J, 为标准规定最小破坏能的 257%, 强度性能通过国家标准要求。

4.4 耐久性能

成品轮胎耐久性能按照 GB/T 4501—2016 测试, 试验条件见表 1。试验结束时轮胎外观检查无问题, 累计行驶时间为 77 h, 达到国家标准要求。

表 1 成品轮胎耐久性试验条件

试验阶段	负荷/kg	行驶时间/h
1	2 178	7
2	2 848	16
3	3 350	24
4	3 685	10
5	4 020	10
6	4 355	10

注: 单胎负荷为 3 350 kg, 充气压力为 900 kPa, 试验速度为 50 km·h⁻¹。

4.5 胎圈耐久性能

胎圈耐久性能按照 GB/T 4501—2016 测试, 试验条件如下: 在充气压力为 600 kPa、环境温度为 (38 ± 2) °C 的条件下停放 2 h; 行驶第 1 阶段 2 min 内达到试验标准速度, 100% 负荷, 预跑 2 h; 第 2 阶段速度 1 min 内达到试验标准速度, 200% 负荷, 直至轮胎损坏为止。轮胎累计行驶时间为 67.87 h, 试验结束时胎圈脱空、开裂。成品轮胎胎圈耐久性能达到 50 h 的企业标准要求。

5 结语

295/60R22.5 无内胎全钢载重子午线轮胎的充气外缘尺寸、强度性能和耐久性能符合国家标准要求, 胎圈耐久性能达到预期效果, 满足了用户要求, 适应市场需求。目前该轮胎已通过 3C, 欧盟的 E4 和 R117 的滚动阻力、噪声和抗湿滑性能认证, 为公司创造了良好的经济效益。

参考文献:

- [1] 俞洪. 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.
- [2] 李福香, 张春颖, 邢正涛. 445/45R19.5 超低断面宽基无内胎全钢载重子午线轮胎的设计[J]. 橡胶工业, 2017, 64(3): 170-173.

收稿日期: 2019-07-29