

415/45R22.5 20PR 宽基无内胎 全钢载重子午线轮胎的设计

柴德龙, 吕佳锋, 胡 锴, 杨振环

(杭州朝阳橡胶有限公司, 浙江 杭州 310000)

摘要:介绍 415/45R22.5 20PR 宽基无内胎全钢载重子午线轮胎的设计。结构设计:外直径 948 mm,断面宽 420 mm,行驶面宽度 352 mm,行驶面弧度高 14 mm,胎圈着合宽度 368 mm,断面水平轴位置(H_1/H_2) 1.046,胎面采用 2 条纵向主花纹沟设计。施工设计:采用双复合胎面,1[#],2[#]和 3[#]带束层采用 3+8×0.33HT 钢丝帘线,4[#]带束层采用 3×4×0.22HE 钢丝帘线,胎体采用 3+9+15×0.175+0.15NT 钢丝帘线,钢丝圈采用 $\Phi 1.65$ mm 镀锡青铜高强度胎圈钢丝,采用一次法两鼓成型机成型、硫化机硫化。成品性能试验结果表明,成品轮胎的外缘尺寸、强度性能、耐久性能和速度性能符合相关设计和标准要求,且接地印痕压力分布良好。

关键词:无内胎全钢载重子午线轮胎;宽基轮胎;低断面;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(2015)02-0083-04

随着我国公路运输的飞速发展以及道路交通法规的不断完善,国家对超载超限车辆的治理措施越来越严厉。国家标准对载重车辆的外廓尺寸和轴荷均给出了明确的限值,而对于一些主要运送轻货的特殊车辆来说则遇到了问题——封闭式货厢装满后仍然远小于轴荷的限值,使如何在超限的条件下扩大货厢容积成为一个突出的矛盾。而具有超低断面的宽基轮胎为解决这一问题提供了可能,由于其具有减小车辆自身质量、节能降耗和易于维护保养的优势,因此推广应用低断面宽基无内胎轮胎对于轮胎行业和道路运输行业的发展都具有重要意义。

国家标准要求只有装配名义断面宽大于 400 mm 的宽基轮胎的车辆相应轴荷最大限值才能达到 10 t。经查阅轮胎手册,我公司提出了开发 415/45R22.5 20PR 宽基无内胎全钢载重子午线轮胎的课题。具有超低断面宽基轮胎的设计难点在于控制轮胎充气后的变形,使轮胎在负荷下的接地形状合理,接地压力分布均匀。国内外关于 415/45R22.5 20PR 宽基无内胎全钢载重子午线轮胎生产和使用的报道很少,在没有任何资料可

供借鉴的情况下,我们完成了这一课题。现将产品设计情况简介如下。

1 技术要求

根据 ETRTO—2009《欧洲轮胎轮辋技术组织标准手册》,确定 415/45R22.5 20PR 宽基无内胎全钢载重子午线轮胎的技术参数为:负荷指数 156,测量轮辋 14.00,充气外直径(D') 946 (934~960) mm,充气断面宽(B') 416 (399~433) mm,充气压力 800 kPa,单轴负荷 8 000 kg。此外,将轮胎充气后外直径和断面宽的目标值分别定为 950 和 416 mm。由于该规格轮胎主要用于运送轻货的厢式半挂车,三轴并装,单轴负荷不超过 8 t,行驶道路以高速公路和一级国道为主,行驶速度不超过 $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 。因此,将轮胎速度级别定为 K 级。

2 结构设计

2.1 外直径(D)和断面宽(B)

该规格轮胎拟采用 4 层带束层结构,参考此前我们掌握的 55 和 65 系列宽基轮胎充气后外直径的变化率,本次设计 D 取 948 mm。由于胎圈着合宽度(C)采用比标准轮辋增大 12.7 mm(0.5 英寸)设计,因此考虑到轮胎充气后断面宽的变化

作者简介:柴德龙(1967—),男,山东沾化人,杭州朝阳橡胶有限公司高级工程师,学士,主要从事全钢子午线轮胎结构设计和轮胎钢丝帘线应用研究工作。

等情况, B 取 420 mm, 充气后断面宽应达到设计目标值 416 mm。

2.2 行驶面宽度(b)和弧度高(h)

为了使轮胎接地压力分布均匀, 避免胎肩两边应力过度集中, 胎冠轮廓采取三段弧设计。本次设计 b 取 352 mm, h 取 14 mm。

2.3 胎圈着合宽度

本次设计 C 取 368 mm。

2.4 断面水平轴位置(H_1/H_2)

断面水平轴位置对轮胎的性能影响较大, H_1/H_2 取值过大过小都会导致轮胎局部应力过度集中, 造成轮胎过早损坏。本次设计 H_1/H_2 取 1.046。轮胎断面轮廓如图 1 所示。

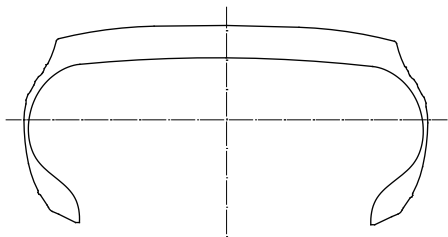


图 1 轮胎断面轮廓示意

2.5 胎面花纹

根据轮胎使用的路面条件、适用轮位、目标里程和冠弧总宽, 本次设计采用 2 条纵向主花纹沟, 花纹深度取 15.5 mm, 花纹沟底设计有排石胶块。胎冠中部设计有 4 条纵向细沟, 纵向花纹条的两边设计有斜向钢片花纹, 以提高轮胎在湿路上的制动安全性能, 同时使花纹饱和度相对较高, 以提升轮胎的耐磨性能和操纵稳定性。胎面花纹展开如图 2 所示, 立体胎面花纹如图 3 所示。

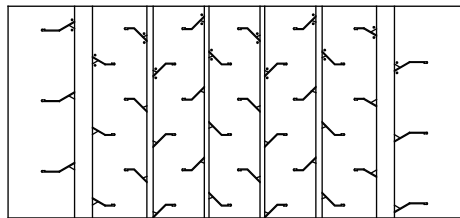


图 2 胎面花纹展开示意

基部胶采用低生热胶料配方, 以保证轮胎的耐磨性能和节油性能。胎面总宽度为 404 mm, 胎肩厚度为 22.5 mm, 冠部厚度为 20.5 mm。



图 3 立体胎面花纹示意

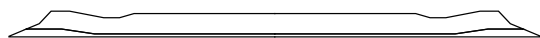


图 4 胎面结构示意图

3.2 带束层

带束层是子午线轮胎最重要的组成部件, 起到控制轮胎充气后轮廓、抵抗外力冲击和均匀分散应力的作用。采用 4 层带束层结构, 1[#]、2[#] 和 3[#] 带束层采用 3+8×0.33HT 钢丝帘线, 破断力不低于 2 650 N, 压延密度均为 50 根·dm⁻¹, 压延厚度为 2.3 mm; 4[#] 带束层采用 3×4×0.22HE 钢丝帘线, 破断力不低于 940 N, 压延密度为 40 根·dm⁻¹, 压延厚度为 1.6 mm; 1[#]~4[#] 带束层角度分别为 48°, 16°, 16°和 16°。带束层安全倍数为 9.2, 满足使用要求。

3.3 胎体

胎体帘线是轮胎最为重要的骨架材料, 既要有足够的强度承受轮胎的内压, 又要有足够的抗屈挠疲劳性能, 以保证轮胎的耐久性能。采用 3+9+15×0.175+0.15NT 钢丝帘线, 破断力不低于 1 720 N, 压延密度为 60 根·dm⁻¹, 压延厚度为 2.3 mm。胎体安全倍数为 11.9 (考虑到国内使用时偶尔会有超载, 安全倍数略高一点)。

3.4 胎圈

钢丝圈采用 Φ1.65 mm 镀锡青铜高强度胎圈钢丝, 总根数为 72, 排列方式为 9-10-11-12-11-10-9。钢丝圈安全倍数为 12.3。钢丝加强层采用 U 形结构, 以确保胎圈具有足够的强度与刚性。

3.5 成型和硫化

采用天津赛象科技股份有限公司生产的 TST-LCZ-R2-45 型一次法两鼓成型机成型。

采用氮气硫化工艺。采用桂林橡胶机械厂生产的 1620 II 型硫化机硫化, 硫化条件为: 氮气内

3 施工设计

3.1 胎面

胎面采用胎面胶与基部胶双复合设计, 胎面结构如图 4 所示。胎面胶采用高耐磨胶料配方,

压 (2.5 ± 0.1) MPa, 蒸汽压力 (1.7 ± 0.1) MPa, 模套温度 $(160 \pm 3)^\circ\text{C}$, 热板温度 $(150 \pm 3)^\circ\text{C}$, 总硫化时间 50 min。

4 成品性能

4.1 外缘尺寸

经外观及 X 光检验合格的轮胎安装在 22.5×14.00 轮辋上, 在标准充气压力下的充气外直径为 950 mm, 充气断面宽为 412 mm, 符合 ETRTO 要求。此外, 充气外直径与设计预期值一致, 充气断面宽略小于设计目标值。

4.2 强度性能

按照 GB/T 4501—2008 进行成品轮胎强度性能试验, 试验条件为: 充气压力 800 kPa, 压头直径 38 mm。试验结果表明, 轮胎平均破坏能为 2 303.7 J (其中一点破坏能为 3 138 J), 大于国家标准规定值 (2 090 J), 轮胎未压穿。轮胎强度性能良好, 符合国家标准要求。

4.3 耐久性能

轮胎耐久性能先按 DOT FMVSS-119 进行测试, 试验条件为: 充气压力 800 kPa, 额定负荷 4 000 kg, 试验速度 $48 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, 行驶 47 h 后, 按照每行驶 10 h 负荷率增大 10% 继续进行试验, 负荷率达到 140% 阶段完成试验后停机, 检查轮胎状况。结果表明, 轮胎内部没有损坏, 胎肩温度为 82°C , 胎冠中间温度为 72°C , 轮胎耐久性能良好, 符合设计要求。

4.4 速度性能

按照企业标准进行速度性能试验, 试验条件为: 充气压力 800 kPa, 额定负荷 4 000 kg, 初始试验速度 $70 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, 每行驶 1 h 试验速度增大 $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, 直至完成轮胎速度级别 (K 级, $110 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$) 的测试阶段为止。结果表明, 轮胎完成 $110 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 的测试阶段后未损坏, 符合设计要求。

4.5 接地印痕压力分布和矩形因数

接地印痕压力分布和矩形因数按照 GB/T 22038—2008 进行测试, 试验条件为: 充气压力 800 kPa, 额定负荷 4 000 kg。结果表明, 轮胎下沉量为 33 mm, 下沉率为 17.4%。接地印痕压

力分布如图 5 所示。

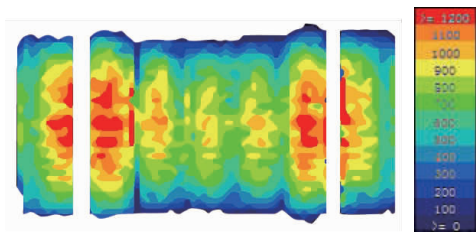


图5 接地印痕压力分布示意

从图 5 可以看出, 接地印痕压力分布良好, 肩部花纹沟两侧压力略高, 整体分布基本达到要求。经测算, 矩形因数达到 96.6%。可见, 轮胎胎冠部采用三段弧设计结合带束层布置能有效控制轮胎负荷下的变形, 减轻超低断面轮胎肩部接地压力过高的问题, 有利于保证轮胎的耐久性能。

4.6 滚动阻力

按照 ISO 28580:2009《乘用车、卡车和公共汽车轮胎滚动阻力测量方法 单点试验和测量结果的相关性》进行滚动阻力测试, 试验条件为: 充气压力 800 kPa, 加载 33.32 kN, 试验速度 $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, 进行 1×3 次正反转测试, 正转时间 180 min, 反转时间 50 min, 每次冷却时间为 6 h, 取 3 组数据的平均值。结果表明, 轮胎的滚动阻力因数为 6.5, 分离负荷为 420 N。测试轮胎采用了正常高速公路用胎面胶配方, 如果采用低滚动阻力胎面胶配方, 则轮胎的滚动阻力因数会更低。

5 结语

415/45R22.5 20PR 宽基无内胎全钢载重子午线轮胎的充气外缘尺寸符合 ETRTO 要求, 强度性能符合国家标准要求, 耐久性能和速度性能均达到设计要求。胎冠部位接地压力分布虽然有进一步提高的余地, 但胎冠采用三段弧设计的思路合理有效。总体来说, 成品轮胎性能达到相关设计和标准要求。

415/45R22.5 20PR 宽基无内胎全钢载重子午线轮胎的开发成功对于积累全钢载重子午线轮胎的设计经验, 提高对低断面轮胎充气后轮廓变化的认识, 都具有一定的指导意义。

Design of 415/45R22.5 20PR Wide Base Tubeless Truck and Bus Radial Tire

CHAI De-long, LÜ Jia-feng, HU Kai, YANG Zhen-huan

(Hangzhou Chaoyang Rubber Co., Ltd, Hangzhou 310000, China)

Abstract: The design of 415/45R22.5 20PR wide base tubeless truck and bus radial tire was described. In the structure design, the following parameters were taken: overall diameter 948 mm, cross-sectional width 420 mm, width of running surface 352 mm, height of running surface 14 mm, bead width at rim seat 368 mm, maximum width position of cross-section (H_1/H_2) 1.046, and design of 2 longitudinal main groove tread pattern. In the construction design, the tread was coextruded, 3+8×0.33HT steel cord was applied for 1[#], 2[#], and 3[#] belt ply, 3×4×0.22HE steel cord was used for 4[#] belt ply, 3+9+15×0.175+0.15NT steel cord was used for carcass ply, and Φ 1.65 mm tempered high strength tin coated wire was applied in the tire bead. The tire was built using single stage two-drum building machine and then cured in press mold. It was confirmed by the tests of the finished tire that, the peripheral dimension, strength performance, endurance performance and speed performance met the requirements of correlative design and standards, and the distribution of contact pressure was good.

Key words: tubeless truck and bus radial tire; wide base tire; low profile; structure design; construction design

米其林 Premier A/S 轮胎当选 最佳旅行全天候轮胎

中图分类号: TQ336.1+1 文献标志码: D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntire-dealer.com)2014年10月14日报道:

根据 Tire Rack 调查显示, 米其林 Premier A/S 轮胎当选新的最佳旅行全天候轮胎(见图1)。



图1 米其林 Premier A/S 轮胎

米其林 Premier A/S 轮胎的平均得分为9.2, 略微领先倍耐力 Cinturato P7 全天候 Plus 轮胎(平均得分为9.1), 采用EcoPlus技术的大陆

PureContact 轮胎位列第3, 平均得分为8.7。

Tire Rack 表示, 调查结果显示米其林 Premier A/S 轮胎是“最佳”的旅行全天候轮胎, 其湿路面及冬季/雪地性能得分领先, 驾驶者对其全天候牵引性能相当满意。

为了体验 Premier A/S 轮胎的 EverGrip 技术, Tire Rack 于2013年冬天用两条新轮胎进行测试, 剩余花纹深度为4 mm(5/32 英寸)时表示轮胎磨旧。磨旧的 Premier A/S 轮胎的性能超过其竞争对手新轮胎的性能。

除了干路面性能外, Premier A/S 轮胎的其他所有性能均优于位列第2的倍耐力 Cinturato P7 全天候 Plus 轮胎。

在轻型载重/SUV 无镶钉冰雪轮胎方面, Tire Rack 重新测试了普利司通 Blizzak DM-V1 轮胎, 结果表明, Blizzak DM-V1 轮胎的平均得分为8.8, 仍然领先于普利司通 Blizzak W965 轮胎和米其林 Latitude X-Ice Xi2 轮胎(各自得分均为8.4)。

(赵敏摘译 吴秀兰校)