

轻量化35×12.50R20LT 10PR轻型载重子午线轮胎的设计

朱庆帅¹, 李红卫¹, 伊善会¹, 殷大明¹, 刘晓斌²

[1. 特拓(青岛)轮胎技术有限公司, 山东 青岛 266000; 2. 通用橡胶(泰国)有限公司, 罗勇府 泰国 21140]

摘要:介绍轻量化35×12.50R20LT 10PR轻型载重子午线轮胎的设计。结构设计:外直径 873 mm, 断面宽 318 mm, 行驶面宽度 258 mm, 行驶面弧度高 11.6 mm, 胎圈着合直径 511.4 mm, 胎圈着合宽度 279.4 mm, 断面水平轴位置(H_1/H_2) 1.022, 胎面采用交错排布的块状越野花纹, 花纹深度 15.5 mm, 花纹饱和度 54.5%, 花纹周节数 21。施工设计:采用三复合挤出胎面, 胎体采用3层1670dtex/2高模量低收缩聚酯浸胶帘布, 带束层采用2层2+2×0.35HT钢丝帘布, 冠带层采用2层1400dtex/2改性锦纶66浸胶帘布, 采用二次法成型机成型, B型硫化胶囊硫化。成品性能试验结果表明, 成品轮胎的充气外缘尺寸、强度性能、高速性能、耐久性能和低气压耐久性能以及胎圈阻力均符合相关设计和标准要求。

关键词:轻型载重子午线轮胎;轻量化;结构设计;施工设计;耐久性能;高速性能

中图分类号:U463.341⁺.2/.6

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2023)02-0074-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2023.02.0074



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着人们生活水平的提高及生活方式的改变,自驾出游方式越来越普遍,装配于越野型汽车的高通过性全地形(M/T)轮胎的需求量也随之增大;此外,近几年各种越野拉力赛事的举行,也带动了M/T轮胎需求的增长,对越野型汽车用轮胎的研究也越来越多^[1-5]。为满足国内外市场对M/T轮胎的需求,我公司开发了35×12.50R20LT 10PR轻型载重子午线轮胎,并进行了轻量化设计,现将产品设计情况简介如下。

1 技术要求

根据GB/T 2977—2016《载重汽车轮胎规格、尺寸、气压与负荷》并结合《美国轮胎轮辋协会标准年鉴(TRA) 2020》标准,确定35×12.50R20LT 10PR轻型载重子午线轮胎的技术参数为:标准轮辋 10J,充气外直径(D') 877(866~888) mm,充气断面宽(B') 318(305~331) mm,标准充气压力 450 kPa,额定负荷 1 450 kg。

作者简介:朱庆帅(1981—),男,山东菏泽人,特拓(青岛)轮胎技术有限公司工程师,学士,主要从事半钢子午线轮胎产品设计与开发工作。

E-mail:zhushuai568@126.com

2 结构设计

2.1 外直径(D)和断面宽(B)

对于轻型载重轮胎而言,一般带束层采用小角度设计,轮胎充气后 D 膨胀较小。由于轻型载重轮胎充气压力比轿车轮胎高,轮胎充气后 D 膨胀2~4 mm,因此 D 取值稍小于 D' 。根据法规,公路型轮胎 D' 标准值为877 mm,牵引型轮胎 D' 标准值为883 mm,本次设计兼顾公路型和牵引型轮胎,同时考虑轻量化, D 取873 mm,外直径膨胀率(D'/D)为1.005。

子午线轮胎的 B 受骨架材料、充气压力、模具着合宽度等因素影响,一般采用模具着合宽度放大设计。由于轻型载重轮胎充气压力较大,轮胎装在标准轮辋上时 B 会发生较大变化,本次设计轮胎负荷需要兼顾10PR和12PR负荷,因此 B 取318 mm。考虑到轮胎负荷较大,结构设计采用3层胎体帘布层+2层带束层+2层冠带层。

2.2 行驶面宽度(b)和弧度高(h)

b 和 h 是决定行驶面形状的主要参数,行驶面形状对胎冠的耐磨性能、牵引性能、转向性能等有直接影响。一般 b/B 取0.70~0.85,越野轻型载重轮胎对地面的抓着力及通过性能要求较高^[6-10],

b/B 取0.811,则 b 取258 mm。考虑到胎冠采用两段弧设计,而且轻型载重轮胎需要承受较大的单位面积压力, h 取11.6 mm。

2.3 胎圈着合直径(d)和着合宽度(C)

35×12.50R20LT 10PR轮胎采用无内胎设计,为了保证轮胎的气密性和脱圈性能,轮胎与轮辋采用过盈配合。本次设计轮辋直径为512.8 mm,根据经验 d 取值应该比轮辋直径小1~2 mm,故 d 取511.4 mm。10J轮辋宽度为254 mm, C 值的大小决定轮胎装卸的难易,加之成品轮胎存放时两胎圈之间容易变形,综合考虑 C 取279.4 mm。

2.4 断面水平轴位置(H_1/H_2)

对于轻型载重轮胎,为了减小下胎侧区域和胎圈的应力,一般设计上断面高度(H_2)小于下断面高度(H_1),本设计 H_1/H_2 取1.022, H_1 取92.15 mm, H_2 取90.15 mm,断面高 H 为182.3 mm。

轮胎断面轮廓如图1所示。

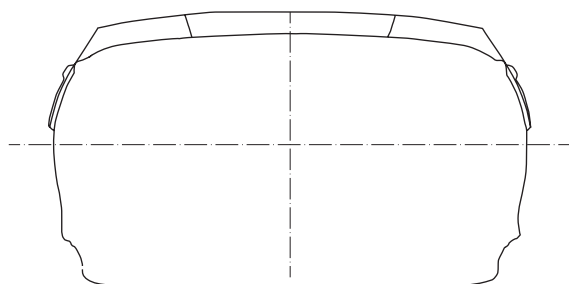


图1 轮胎断面轮廓示意

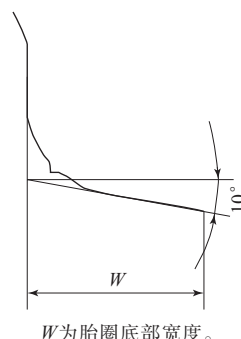
2.5 胎圈曲线设计

胎圈曲线多采用两段曲线设计,而且两线曲线之间有两个角度 α 和 β , α 取 $6^\circ\sim 9^\circ$, β 取 $15^\circ\sim 25^\circ$ 。本设计采用一段曲线设计, α 取 10° 。

模具胎圈宽度的设计关系到成品轮胎胎趾部位是否饱满或出边,模具胎圈宽度一般比 C 大1~2 mm。胎圈曲线如图2所示。

2.6 胎面花纹

M/T轮胎采用全天候、全地形交错排布的块状越野花纹,花纹风格粗犷,旨在提高轮胎的路面抓着性能。采用开放式沟槽设计,纵向沟槽宽阔,弓形沟槽长度适当增大,以有效增大轮胎与路面间的排水空间,保障泥雪路面上行驶的自洁性;开放式胎肩设计,提高轮胎抓着力,在复杂路面行驶时更能发挥高通过性和耐久性能。胎侧装饰区域



W 为胎圈底部宽度。

图2 胎圈曲线示意

采用体现轮胎粗犷风格的装饰。本设计花纹深度为15.5 mm,花纹饱和度为54.5%,花纹周节数为21。

胎面花纹展开如图3所示。

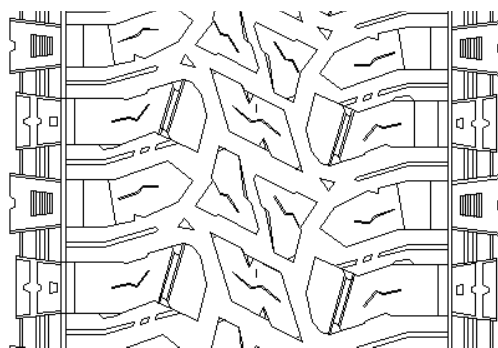


图3 胎面花纹展开示意

3 施工设计

3.1 胎面和胎侧

胎面由冠部胶、翼胶和基部胶组成,采用三复合挤出工艺挤出,冠部胶采用高性能抗撕裂胎面配方,基部胶厚度为0.7 mm,两侧为呈钝角三角形的翼胶。

本次胎侧设计为低三角胶大胎圈胎侧,在增加胎侧整体刚性的同时提高轮胎的耐久性能。

3.2 带束层和冠带层

轻型载重轮胎带束层通常采用2+7×0.28HT高强度钢丝帘线,本次设计基于轻量化考虑采用2层2+2×0.35HT钢丝帘线带束层、2层1400dtex/2改性锦纶66冠带层设计。

3.3 胎体

胎体采用3层1670dtex/2-110高模量低收缩聚酯浸胶帘布、90°角度,采用2反1正的反包形式,

在增加轮胎侧区域刚性的同时提高了轮胎的安全性。

3.4 胎圈

钢丝圈采用 $\Phi 1.295$ mm低铜镀层回火胎圈钢丝,覆胶直径为1.60 mm,钢丝采用菱形设计4-5-6-5-4排列,单根钢丝缠绕,钢丝缠绕中应力均匀,以确保胎圈与轮辋配合时有足够的刚性和强度。三角胶采用特殊的轻型载重轮胎三角胶配方,高度为35 mm,以提高轮胎的耐久性能。

3.5 成型

采用传统的二次法成型机成型,机头直径为547 mm,机头宽度为524 mm,带束层贴合鼓周长为2 516 mm。为了提高胎面的刚性及高速性能,冠带条缠绕方式采用2-0缠绕(双层平铺),冠带条宽度为15 mm,单根无接头缠绕,最大限度地提高轮胎的均匀性和动平衡性。

3.6 硫化

硫化采用半钢子午线轮胎B型硫化胶囊,全自动液压式硫化机,采用氮气定型硫化工艺,硫化条件如下:内饱和蒸汽压力 (1.6 ± 0.035) MPa,温度 (203 ± 1) $^{\circ}\text{C}$;内部氮气压力 (2.2 ± 0.035) MPa,温度 (30 ± 2) $^{\circ}\text{C}$;外饱和蒸汽压力 (0.9 ± 0.035) MPa,温度 (176 ± 2) $^{\circ}\text{C}$ 。

轮胎硫化后采用后充气装置,保证硫化后轮胎整体不变形,硫化后轮胎外观良好,无瑕疵品出现。

4 成品轮胎性能

4.1 外缘尺寸

将成品轮胎安装在标准轮辋上,在450 kPa的充气压力条件下,按照GB/T 521—2016进行测量,轮胎 D' 和 B' 分别为873和315 mm,符合国家标准要求。

4.2 强度性能

在充气压力为340 kPa,压头直径为19 mm,压头速度为50 mm $\cdot$ min $^{-1}$ 条件下,测得轮胎的最小破坏能为1 194.8 J,冠部压穿,满足企业标准(>634 J)的要求。

4.3 高速性能

按照企业标准进行高速性能试验,充气压力为410 kPa,试验负荷为1 232.5 kg。成品轮胎停放

3 h,以80 km $\cdot$ h $^{-1}$ 的速度运行120 min;程序暂停,卸下负荷,轮胎冷却至38 $^{\circ}\text{C}$,重新调整到规定充气压力;以140 km $\cdot$ h $^{-1}$ 的速度开始,每运行30 min,速度增大10 km $\cdot$ h $^{-1}$,至速度达到170 km $\cdot$ h $^{-1}$ 运行满30 min即满足企业标准要求;若要继续试验,则仍每运行30 min,速度增大10 km $\cdot$ h $^{-1}$,直至轮胎损坏为止。

35 $\times$ 12.50R20LT 10PR轮胎的高速性能试验结果为在170 km $\cdot$ h $^{-1}$ 速度下运行30 min,轮胎未损坏,满足企业标准要求。

4.4 耐久性能

按照企业标准进行耐久性能试验,试验条件见表1。

表1 成品轮胎耐久性能试验条件

试验阶段	试验负荷率/%	试验时间/h
普通耐久性能试验阶段		
1	85	4
2	90	6
3	100	24
低气压耐久性能试验阶段		
4	100	1.5
5	100	2
6	100	2
7	110	2
8	110	2
9	120	0.5
10	120	至损坏

注:试验速度为120 km $\cdot$ h $^{-1}$;普通耐久性能试验阶段轮胎充气压力为340 kPa,低气压耐久性能试验阶段轮胎充气压力为260 kPa;试验轮胎完成普通耐久性能试验阶段后冷却20 min,测试充气压力,检查轮胎外观,调整充气压力,冷却1 h后进行低气压耐久性能试验阶段。

35 $\times$ 12.50R20LT 10PR轮胎的耐久性能试验累计行驶时间为44 h,轮胎未损坏,满足企业标准至少完成第9阶段试验(44 h)的要求。

4.5 脱圈性能

在充气压力为340 kPa、压块水平距离为305 mm、压块速度为50 mm $\cdot$ min $^{-1}$ 的试验条件下,测得轮胎脱圈阻力为21 005 N,满足标准($>11\ 120$ N)要求。

5 结论

35 $\times$ 12.50R20LT 10PR轻型载重子午线轮胎的充气外缘尺寸、强度、高速性能、耐久和低气压

耐久性能及脱圈阻力均符合相应设计和标准要求,经轮廓和骨架材料轻量化设计后,轮胎质量比正常轮胎减小0.8 kg左右,投放市场后使用效果得到了用户的认可,为企业创造了良好的经济效益。

参考文献:

- [1] 崔晓,韩玉瑶,顾高照,等. MT轮胎专用胎面配方开发技术研究[J]. 轮胎工业,2018,38(12):749-753.
- [2] 邱毅,韦昌交,李元敬,等. 半子午化全地形轮胎的设计[J]. 橡胶工业,2014,61(10):622-624.
- [3] 孙海燕,王帅,臧利国,等. 越野轮胎结构与抓地性能研究[J]. 重庆理工大学学报(自然科学版),2019,33(10):40-46.
- [4] 唐俊萍,陈绍孟,柳云点,等. 全地形高通过性越野轮胎(M/T)高速行驶不良原因分析及解决措施[J]. 橡塑技术与装备,2021,47(11):54-57.
- [5] 王玉海,张琳,刘震,等. 液相混炼母胶在泥地越野轮胎胎面胶中的应用[J]. 橡胶科技,2021,19(3):121-124.
- [6] 李海艳,陈健,郭志刚,等. 一种越野轮胎的结构设计[J]. 橡塑技术与装备,2021,47(5):48-51.
- [7] 郑涛,陈强,孔东东,等. 265/75R16 MUD HUNTER泥地轮胎的设计[J]. 橡胶科技,2021,19(7):351-354.
- [8] 何毫明,高超群,蔡习舟,等. 31×10.50R15LT 109Q 6PR泥地轮胎的开发[J]. 轮胎工业,2020,40(2):92-94.
- [9] 杨鹏. 越野轮胎沙石路面行驶行为的GPU并行仿真方法研究及试验验证[D]. 广州:华南理工大学,2020.
- [10] 马新军. 265/65R17低噪音全路况越野子午线轮胎研制[D]. 青岛:青岛科技大学,2020.

收稿日期:2022-08-16

Design on Lightweight 35×12.50R20LT 10PR Light Truck and Bus Radial Tire

ZHU Qingshuai¹, LI Hongwei¹, YI Shanhui¹, YIN Daming¹, LIU Xiaobin²

[1. TTA (Qingdao) Tire Technology Co., Ltd, Qingdao 266000, China; 2. General Rubber (Thailand) Co., Ltd, Rayong 21140, Thailand]

Abstract: The design on lightweight 35×12.50R20LT 10PR light truck and bus radial tire was introduced. In the structure design, the following parameters were taken: overall diameter 873 mm, cross-sectional width 318 mm, width of running surface 258 mm, arc height of running surface 11.6 mm, bead diameter at rim seat 511.4 mm, bead width at rim seat 279.4 mm, maximum width position of cross-section (H_1/H_2) 1.022, the tread adopted staggered block-shaped cross-country pattern, pattern depth 15.5 mm, block/total ratio 54.5%, and number of pattern pitches 21. In the construction design, the following processes were taken: co-extruded tread was constructed with three layers, the carcass adopted three layers of 1670dtex/2 high modulus low shrinkage polyester dipped fabric, the belt adopted two layers of 2+2×0.35HT steel cord, the cap ply adopted 2 layers of 1400dtex/2 modified nylon 66 dipped fabric, a two-stage building machine was applied to build tires, and a B-type curing bladder was used to cure tires. The test results of the finished tire showed that the inflated peripheral dimension, strength performance, high-speed performance, durability, low pressure durability and bead unseating resistance all met the requirements of relevant design and standards.

Key words: light truck and bus radial tire; lightweight; structure design; construction design; durability; high-speed performance

欢迎订阅《轮胎工业》《橡胶工业》《橡胶科技》杂志
欢迎刊登广告