

T155/85R18 T型备胎的设计

王海艳,吴祥鑫,姜洪旭,车明明,张飞阳

[浦林成山(山东)轮胎有限公司,山东 荣成 264300]

摘要:介绍T155/85R18 T型备胎的设计。结构设计:外直径 716 mm,断面宽 157 mm,行驶面宽度 116 mm,行驶面弧度高 9.98 mm,胎冠采用两段弧设计,一段弧长 200 mm,二段弧长 120 mm,胎圈着合直径 461.1 mm,胎圈着合宽度 114.3 mm,断面水平轴位置(H_1/H_2) 0.85,胎面采用2条纵沟与横沟相结合的混合花纹,花纹饱和度 76.49%。施工设计:胎面采用高耐磨炭黑胶料,胎体采用1440dtex/2聚酯帘布,冠部采用2层带束层、无冠带缠绕设计。成品轮胎性能试验结果表明,轮胎的充气外缘尺寸、强度性能、脱圈阻力、高速性能和耐久性能均达到国家标准要求,气密性、气味和实车耐磨性能达到主机厂要求。

关键词:T型备胎;结构设计;施工设计;气密性;气味;耐磨性能

中图分类号:U463.341;TQ336.1

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2021)09-0542-06

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2021.09.0542



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

轿车备胎按尺寸一般可分为全尺寸备胎和非全尺寸备胎。其中非全尺寸备胎规格前面加T(Temporary的简称),故称为T型备胎,为临时使用或者应急使用的轮胎。T型备胎的宽度和质量小于正常轮胎,使用T型备胎可以降低油耗,节省车内空间,同时具有成本低、更换相对简单等优点^[1-2]。

T型备胎主要用于整车配套市场,零售市场很难买到,我公司在精准感受到消费者的需求下开发该系列产品。伴随汽车市场的激烈竞争以及客户的生活水平提高,开发该产品除了满足常规性能要求外,重点关注产品的轻量化设计、气味性和耐磨性能等。

1 技术要求

根据GB/T 2978—2014《轿车轮胎规格、尺寸、气压与负荷》中关于临时使用T型备胎的要求,确定T155/85R18备胎的技术参数为:测量轮辋4T×18,充气外直径(D') 721(716~726) mm,充气断面宽(B') 152(147~157) mm,标准充气压力 420 kPa,标准负荷指数 115,负荷能力 1 120 kg,速度级别 M^[3-4]。

作者简介:王海艳(1982—),女,黑龙江鹤岗人,浦林成山(山东)轮胎有限公司工程师,硕士,主要从事轿车轮胎配套产品开发工作。

E-mail:haywang@prinxchengshan.com

2 结构设计

2.1 外直径(D)和断面宽(B)

主胎因为有带束层和冠带层束缚,充气后外直径一般增大2~3 mm,而T型备胎因为轻量化需求,冠部设计较薄,85及以上系列充气后外直径变化会在主胎基础上再相应增大2~3 mm。本次轮胎设计 D' 目标值为721 mm,根据现有工艺和以往产品设计经验,设计 D 为716 mm,外直径膨胀率(D'/D)为1.007。

轮胎 B 设计会随胎圈着合宽度(C)每增大12.7 mm而增大5 mm。本产品 B' 为152 mm,考虑胎体材料、带束层材料及角度、断面高宽比及轮廓尺寸等的影响,结合以往设计经验,本次T型备胎 B 设计为157 mm,断面宽膨胀率(B'/B)为0.968。

2.2 行驶面宽度(b)和弧度高(h)

b 和 h 决定T型备胎接地宽度和冠部形状,决定轮胎的操纵性和耐磨性能。一般 b/B' 取值为0.68~0.88,为了兼顾成本、性能与轻量化,通过多轮有限元仿真分析,结合接地印痕形状和压力分布曲线,本次设计 b 取值为116 mm, b/B' 为0.763, h 为9.98 mm。

市场上窄断面宽和高扁平比的规格一般采用一段弧设计,尤其是轻型载重轮胎,但是根据新的轮廓设计理念,为了更好地控制接地印痕形状,采

用两段弧及以上设计^[5]。因为该规格是我公司首款备胎产品,在节省能耗和节约成本的前提下,不采用冠带层,分别采用一段弧和两段弧设计,用有限元仿真分析手段进行性能对比优化。技术方案见表1,不同负荷下的接地印痕形状见图1(充气压力为420 kPa),509和570 kg分别为车辆空载和满载时轮胎的负荷,911 kg为轮胎最大负荷的75%。

由表1和图1可见,相对于一段弧设计接地印痕形状中间窄两头宽,两段弧设计的接地印痕形状接近椭圆形,且比较圆整。考虑到SUV车操纵性占主导,两段弧轮廓设计不仅满足轮胎的承载能力,同时可兼顾操纵能力,因此决定采用两段弧设计。

表1 胎冠弧样式及接地印痕尺寸 mm			
项 目	方案1	方案2	方案3
胎冠弧长	a	a	a
一段弧半径	b	$b-30$	$b+20$
二段弧半径	—	—	$b-100$
接地高度	7.6	8.9	9.0

调整两段弧的半径,通过有限元仿真分析,确定更适宜的设计参数。技术方案见表2,各方案不同负荷下的接地印痕如图2所示。

由图2可见:在509和570 kg负荷下方方案C和D轮胎的接地印痕偏圆;而在911 kg负荷下方方案A和E轮胎的肩部压力过大。综合比较,方案B接地压力分布更为均匀,接地印痕形状偏矩形,最终轮廓半径调整设计参数采用方案B。

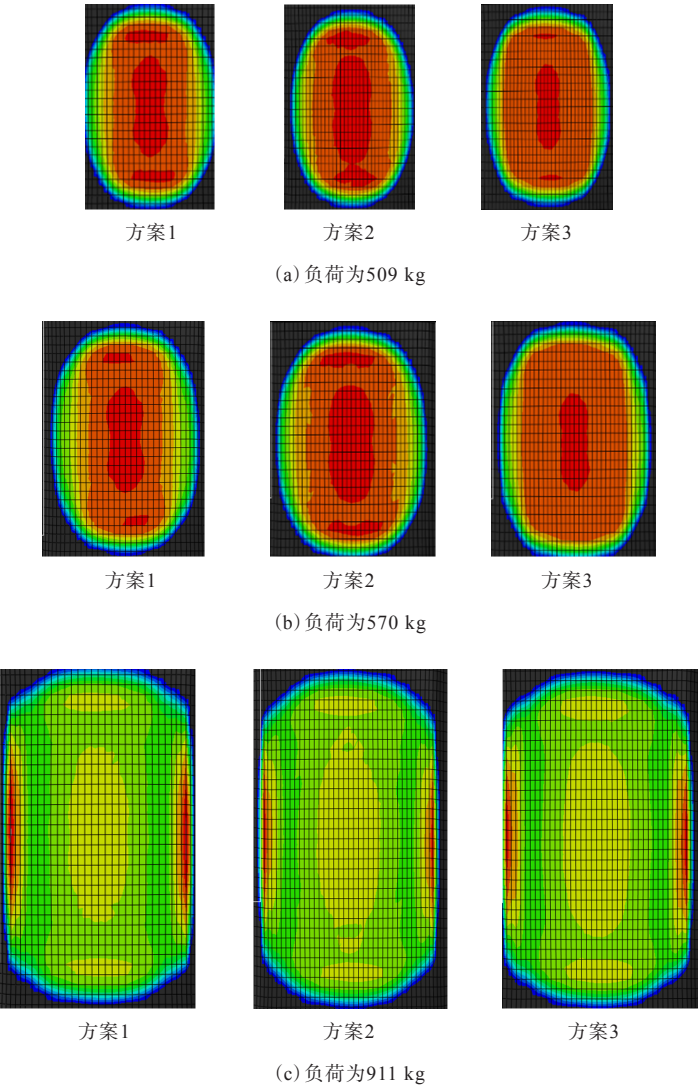


图1 方案1—3轮胎不同负荷下的接地印痕

表2 轮廓半径调整											
项 目	方案A	方案B	方案C	方案D	方案E	项 目	方案A	方案B	方案C	方案D	方案E
轮廓尺寸/mm						570 kg负荷下					
胎冠弧长	a	a	a	a	a	接地形状因数	1.29	1.25	1.30	1.36	1.21
一段弧半径	$b+20$	$b-20$	$b-20$	$b-40$	$b+60$	肩部接地压力/MPa	0.539	0.554	0.551	0.555	0.532
二段弧半径	$b-100$	$b-100$	$b-120$	$b-120$	$b-100$	冠部接地压力/MPa	0.486	0.497	0.497	0.504	0.482
接地高度/mm	9.0	10.0	10.8	11.4	8.3	差值 ¹⁾ /MPa	0.053	0.057	0.054	0.051	0.050
509 kg负荷下						911 kg负荷下					
接地形状因数	1.30	1.26	1.33	1.38	1.20	接地形状因数	1.13	1.14	1.20	1.25	1.10
肩部接地压力/MPa	0.541	0.558	0.555	0.559	0.534	肩部接地压力/MPa	0.631	0.584	0.580	0.549	0.673
冠部接地压力/MPa	0.485	0.496	0.496	0.503	0.481	冠部接地压力/MPa	0.490	0.502	0.501	0.508	0.486
差值 ¹⁾ /MPa	0.056	0.062	0.059	0.056	0.053	差值 ¹⁾ /MPa	0.141	0.082	0.079	0.041	0.187

注:1)肩部与冠部接地压力的差。

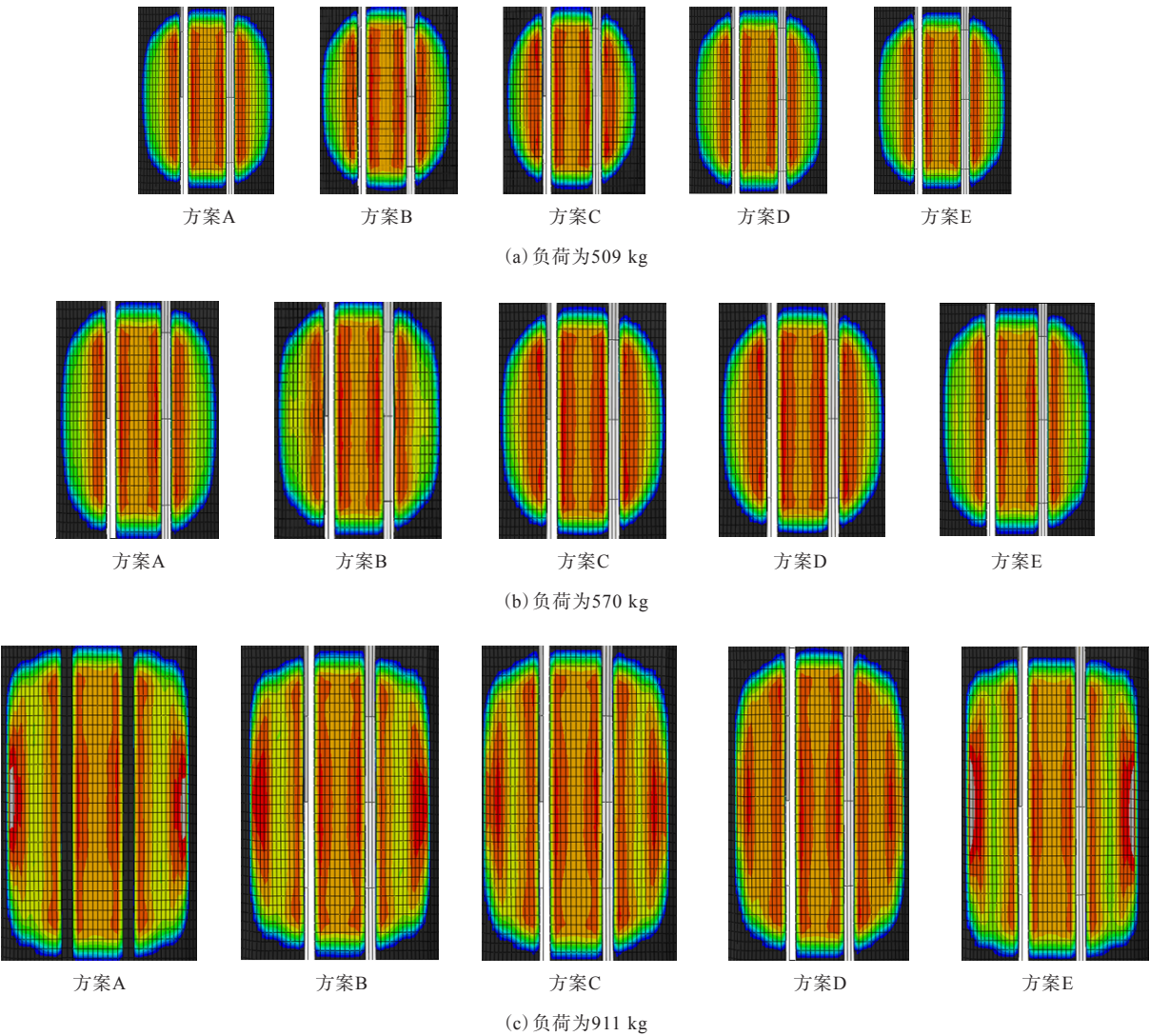


图2 方案A—E轮胎不同负荷下的接地印痕

2.3 胎圈着合直径(d)和 C

为了使轮胎与轮辋更好地配合, d 的取值不可以大于轮辋名义直径,否则会出现漏气等质量问

题。同样, d 的取值也不能小于轮辋名义直径很多,否则会因过盈量过大而产生轮胎装卸难的问题。结合我公司生产工艺和以往设计经验, d 略小于轮

钢名义直径(0.9 mm),取461.1 mm。

根据产品断面宽设计增大5 mm,C采用增大0.5英寸(12.7 mm)设计(原为4T,增大12.7 mm),即取114.3 mm。

2.4 断面水平轴位置(H_1/H_2)

根据力学分析和有限元仿真分析验证,断面水平轴的位置作为轮胎断面最宽的位置,是轮胎负荷下法向变形最大部位,水平轴向哪个方向移动,哪个方向的受力增大。轮胎冠部因未采用冠带条设计,为减小胎侧和胎肩部位受力变形,本次设计 H_1/H_2 取0.85。轮胎断面轮廓如图3所示。

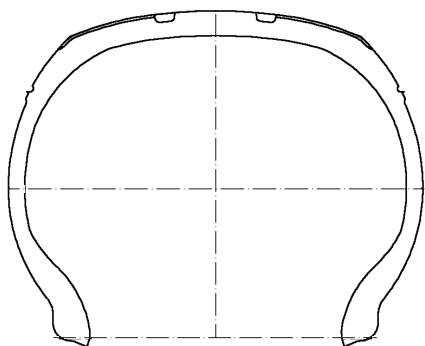


图3 轮胎断面轮廓示意

2.5 胎面花纹

T型备胎因为行驶面比较窄,无法像主胎那样有3—4条纵沟。为平衡轻量化和保证轮胎耐磨等实车性能。为保证操纵性和行驶安全性,本产品采用2条纵沟为主与横沟相结合的混合花纹设计。采用我公司自主研发的花纹噪声分析软件《TP3轮胎趾纹性能预报平台》进行节距优化,花纹噪声初始能量幅值由1 290.75优化到571.28,确定花纹节距排列方式,降低花纹噪声。同样为保证轮胎的抓着力,花纹饱和度设计为76.49%。胎面花纹展开如图4所示。



图4 胎面花纹展开示意

3 施工设计

3.1 胎面

在控制好炭黑分散性情况下,炭黑比表面积对胎面磨损影响成正向关系,当然如果分散控制不好,则成反向关系。因此,在考虑节约成本及保证轮胎其他性能,同时结合密炼设备和工艺,胎面胶补强填充剂采用高耐磨炭黑,比例由75%提升到94%,以提升胎面的耐磨性能^[6]。胎面胶物理性能指数对比如图5所示。

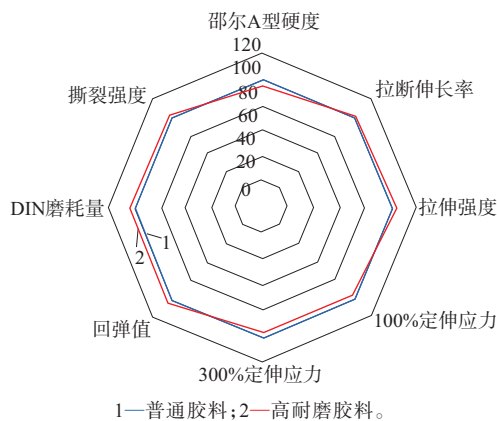


图5 胎面胶物理性能指数对比

从图5可以看出,高耐磨胶料的耐磨性能优于普通胶料,其他物理性能相近。

气味性改善主要针对气味来源,重点在胶料的生胶和助剂等方面,合成橡胶中的气味来源主要是1,3-丁二烯单体及其低聚体,天然橡胶中的气味来源主要是异戊二烯单体及其低聚体,促进剂中的气味来源主要是多环芳烃、苯、甲苯、二甲苯,苯胺都会因为测试过程中的高温而挥发,影响测试效果。改善办法为控制胎面胶和胎侧胶中挥发物的含量,在控制成本前提下尽量使用低气味原料,同时增加遮味剂。

3.2 胎体

为平衡轮胎性能与轻量化,根据公司现有产品使用帘线种类和安全倍数计算,选择单层高强度聚酯帘布1440dtex/2(28EPI),高反包设计。

3.3 带束层

根据客户对T型备胎的要求及以往设计经验,冠部采用2层带束层、无冠带条缠绕设计。

3.4 胎圈

胎圈选择直径为1.3 mm的胎圈钢丝,排列方

式为4-5-4-3,六边形结构,底面较宽,使轮胎与轮辋配合更加稳固。

4 成品性能

4.1 外缘尺寸和质量

轮胎外缘尺寸按照GB/T 521—2012《轮胎外缘尺寸测量方法》测量,将轮胎安装在标准轮辋上充气测量,测得 D' 为720 mm, B' 为153 mm,接近设计标准中值,满足内控标准要求。

轮胎质量要求为 (7.730 ± 0.232) kg。抽检10条轮胎,在电子秤上测量,质量范围为7.620~7.740 kg,平均质量为7.679 kg,满足设计要求。

4.2 强度性能

按照GB/T 4502—2016进行轮胎强度性能测试,充气压力为360 kPa,压头直径为19 mm,以 (50 ± 2.5) mm $\cdot$ min $^{-1}$ 的速率加载,直至轮胎冠部被压穿,要求其最小破坏能达到295 J。测试结果显示,轮胎破坏能为449.1 J(为标准值的152.2%),满足设计要求。

4.3 脱圈阻力

按照GB/T 4502—2016进行轮胎脱圈阻力测试,充气压力为360 kPa,选取A型压块,脱圈压块水平距离为290 mm,脱圈压块以 (50 ± 2.5) mm $\cdot$ min $^{-1}$ 的速率向胎侧外表面逐渐递增施加作用力。结果显示,轮胎脱圈阻力为13 132 N(为标准值的118.1%),满足国家标准要求。

4.4 高速性能

先按照GB/T 4502—2016进行轮胎高速性能测试,充气压力为420 kPa,负荷为972 kg,初始速度为90 km $\cdot$ h $^{-1}$ 。完成国家标准规定程序后,每行驶10 min试验速度增大10 km $\cdot$ h $^{-1}$,直至轮胎损坏为止。成品轮胎最高行驶速度为210 km $\cdot$ h $^{-1}$,累计行驶时间为157 min,试验结束时轮胎胎圈起鼓,成品轮胎高速性能良好,符合国家标准要求。

4.5 耐久性能

按照GB/T 4502—2016进行轮胎耐久性试验,充气压力为360 kPa,试验速度为80 km $\cdot$ h $^{-1}$,按照国家标准规定程序行驶34 h后,检验符合国家标准要求,轮胎外观正常,再继续按照企业标准测试,每4 h负荷增大10%,直至轮胎损坏为止。轮胎耐久性试验累计行驶时间为57.3 h,试验结束时出现

胎圈裂口,符合国家标准要求。

4.6 气密性

按照ASTM F1112进行轮胎气密性测试,将轮胎安装在指定轮辋上(根据配套客户要求),充气压力为420 kPa,将两套轮胎轮辋组合体放置在温度为 (21 ± 3) °C的环境室中90 d,系统每隔一段时间自动采集充气压力数值。试验结束后,通过以下公式计算修正后的充气压力(P):

$$P = (P_1 + B_1) (T_2/T_1) - B_2$$

$$\ln P = \ln P_0 + \beta t$$

式中, P_1 为实时测量充气压力, B_1 为测量大气压力, T_1 为测量温度, T_2 为标准试验温度, B_2 为参考大气压力(101.3 kPa), P_0 为试验初始充气压力, β 为每天固定时间间隔下测定的漏气率, t 为时间。两条备胎的 β 分别为0.055 05%和0.057 68%,计算每个月漏气率为3 000 β ,故两条轮胎每月漏气率分别为1.65%和1.73%。充气压力随时间的变化趋势见图6。

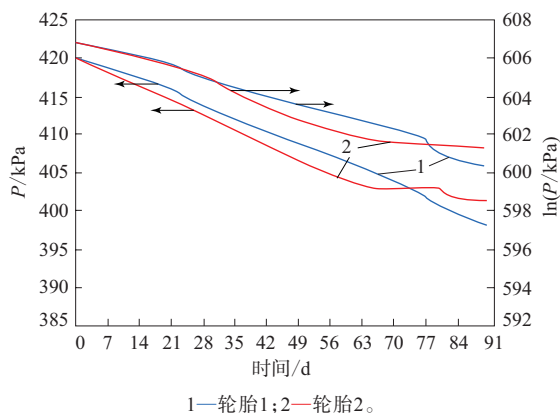


图6 轮胎充气压力随时间的变化曲线

4.7 气味

根据主机厂的测试要求,在轮胎上取胎面和胎侧样品,在70 °C高低温交变湿热试验箱中放置一段时间,取出后由7位具备主机厂认可资质的测试人员进行气味评测。最终采用低气味胶料的样品测试结果为5级,满足主机厂的要求。

4.8 耐磨性能

选择主机厂认可的第三方测试机构进行轮胎实际耐磨性能测试。具备测试路线和专业司机,测试道路为高速公路、城市道路和砂石路面(高速路/乡镇路路线长度比例为1:3,每天运行500 km),速度不超过80 km $\cdot$ h $^{-1}$,

测试车型为SUV-吉利博越,测试轮胎安装在右前轮。负荷为满载:2 113 kg[前轴1 136 kg(554 kg/582 kg),后轴977 kg(494 kg/483 kg)],充气压力为420 kPa。行驶3 000 km时,花纹沟深度大于1.6 mm,测量位置如图7所示,测试数据如表3所示。根据磨耗里程和剩余花纹沟深度,通过线性回归处理方式计算得出轮胎磨耗里程为

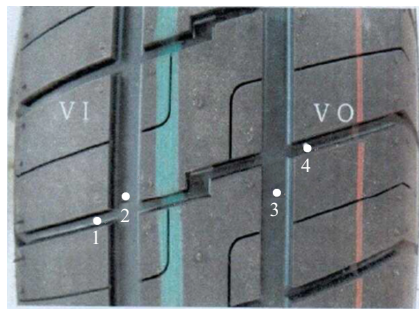


图7 测量位置示意

表3 轮胎耐磨性能测试结果

项 目	位置1	位置2	位置3	位置4
不同里程花纹沟深度/mm				
0 km	3.0	2.7	2.7	3.0
1 000 km	2.6	2.4	2.4	2.7
2 000 km	2.2	2.0	2.0	2.2
3 000 km	1.9	1.7	1.8	2.0
每千米磨损率/%	0.281	0.289	0.296	0.337
预测里程/km	3 644	3 425	3 491	4 072

3 425 km(预测磨耗里程以数值最小为基准)。

5 结论

设计开发的T155/85R18 T型备胎的充气外缘尺寸、强度性能、脱圈阻力、高速性能和耐久性能均符合相应设计要求,并通过国家强制性检验,获得了相关市场准入证书。同时轮胎的气密性、气味和耐磨性能达到主机厂要求。该产品作为我公司T型备胎首款产品,开发后可以有效节省其他规格备胎的开发周期和成本,增加我公司配套项目的机会。

参考文献:

- [1] 张勇,刘坤,赵厚杰,等. T125/80R18临时使用备胎的开发设计[J]. 中国橡胶,2020,36(6):54-58.
- [2] MARIUS S C, JERZY C, MARCIN K, et al. Loads acting on the spare wheel during operating the truck[J]. Materials Today: Proceedings Volume,2020,32. DOI:10.1016/j.matpr.2020.05.750.
- [3] 车明明,索艳茹,马尧,等. 轮胎与整车匹配技术研究[J]. 轮胎工业,2020,40(1):3-8.
- [4] 梁守智,钟延璿,张丹秋. 橡胶工业手册(修订版) 第四分册 轮胎[M]. 北京:化学工业出版社,1989.
- [5] 翟辉辉,周海超,张铃欣. 轮胎外轮廓对气动阻力影响的研究[J]. 橡胶工业,2020,67(12):894-898.
- [6] 孙崇志. 高性能轮胎胎面用橡胶复合材料组成、微观结构与性能间关系的研究[D]. 北京:北京化工大学,2019.

收稿日期:2021-03-04

Design on T155/85R18 T-type Spare Tire

WANG Haiyan, WU Xiangxin, JIANG Hongxu, CHE Mingming, ZHANG Feiyang

[Prinx Chengshan (Shandong) Tire Co., Ltd, Rongcheng 264300, China]

Abstract: The design on T155/85R18 T-type spare tire was described. In the structure design, the following parameters were taken: overall diameter 716 mm, cross-sectional width 157 mm, width of running surface 116 mm, arc height of running surface 9.98 mm, using two arc design for crown, the first art length 200 mm, the second art length 120 mm, bead diameter at rim seat 461.1 mm, bead width at rim seat 114.3 mm, maximum width position of cross-section (H_1/H_2) 0.85, using mixed pattern combining two longitudinal grooves and transverse grooves, and block/total ratio 76.49%. In the construction design, the following processes were taken: highly wear-resistant carbon black compound for tread, 1440dtx/2 polyester cord for carcass, 2 layers of belts for tire crown without crown band winding design. The test results of the finished tire showed that, the inflated peripheral dimension, strength, bead unseating resistance, high speed performance and durability met the requirements of national standards, and the air tightness, odor and wear resistance met the requirements by automobile manufacturers.

Key words: T-type spare tire; structure design; construction design; air tightness; odor; wear resistance