

215/65R16C轻型载重雪地轮胎的设计

张峰,王君,徐伟,刘杰,韩磊,马丽华,李晓红,孙超

(青岛双星轮胎工业有限公司,山东 青岛 266400)

摘要:介绍215/65R16C轻型载重雪地轮胎的设计。结构设计:外直径 682 mm,断面宽 222 mm,行驶面宽度 174 mm,行驶面弧度高 8 mm,胎圈着合直径 404.2 mm,胎圈着合宽度 184 mm,断面水平轴位置(H_1/H_2) 1.07,胎面花纹采用曲折纵沟和大角度横沟的组合设计,花纹深度 9.5 mm,花纹饱和度 70%,花纹周节数 34。施工设计:胎面胶采用低温专用配方,胎体采用2层1300dtex/2聚酯帘布,带束层采用2层2+2×0.35HT钢丝帘线,采用二次法成型机成型、B型双模液压硫化机硫化。成品轮胎性能试验结果表明,轮胎的充气外缘尺寸、强度、高速性能、耐久性能、滚动阻力、湿地抓着力、雪地抓着力以及室外噪声均达到相应标准要求。

关键词:轻型载重雪地轮胎;结构设计;施工设计;成品轮胎性能

中图分类号: TQ336.1;U463.341+.59

文献标志码: A

文章编号: 1006-8171(2023)09-0530-05

DOI: 10.12135/j.issn.1006-8171.2023.09.0530



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

欧洲各国冬天的降雪较多,为了满足汽车行驶安全可靠,不少欧洲国家在冬天强制换装雪地轮胎^[1-3]。冬季轻型载重轮胎在行驶过程中既要保证雨雪路况有优良的排水和排雪性能,又要保证较高的磨损里程和负荷能力,还要兼顾燃油经济性^[4-5]。

针对上述问题,我公司开发了主要在欧洲市场销售的215/65R16C 109/107R(简称215/65R16C)轻型载重雪地轮胎,现将产品的开发情况介绍如下。

1 技术要求

参考《欧洲轮胎轮辋技术组织标准手册(ETRTO)2020》及客户需求,确定215/65R16C轻型载重雪地轮胎的技术参数为:标准轮辋 6.5J,充气外直径(D') 682(678~694) mm,充气断面宽(B') 222(210~232) mm,负荷指数/速度级别 109/107R,标准充气压力 475 kPa,标准负荷 1 030 kg。

作者简介:张峰(1992—),男,山东青岛人,青岛双星轮胎工业有限公司工程师,学士,主要从事轮胎结构设计和研发工作。

E-mail: zhangf0524@doublestar.com.cn

2 结构设计

2.1 外直径(D)和断面宽(B)

子午线轮胎的胎冠有周向不易伸张的带束层箍紧胎体,其中半钢子午线轮胎速度级别T级以上多采用无接头冠带层缠绕结构^[6],整圈缠绕的冠带层对胎体和带束层有比较大的箍紧作用,在标准充气压力下,轮胎外直径变化不大。本设计保证成品轮胎充气外缘尺寸满足ETRTO要求,同时根据客户轻量化的需求,结合我公司产品设计原则, D 为682 mm, B 为222 mm。

2.2 行驶面宽度(b)和弧度高(h)

b 和 h 直接影响轮胎接地形状、接地压强分布的均匀性和轮胎与地面的接触性能,也对轮胎的耐久、高速、滚动阻力、牵引、操控、制动等性能带来重要的影响^[7]。通常, b 和胎圈着合宽度(C)比较接近,如果 b 太小,轮胎与地面的接触面积小,磨损性能下降; b 太大,胎肩部胶料堆积多,轮胎高速行驶时热量不易消散,容易导致空鼓。本工作通过调整 b/B 和 h/H 断面高(H)设计行驶面,其取值范围分别为0.7~0.85和0.02~0.06。

欧洲地区路面状况良好,但轻型载重轮胎因负荷需求更需优异的承载、耐磨性能。根据经验,

本设计 b/B 取0.78, b 为174 mm, h 为8 mm。

2.3 胎圈着合直径(d)和 C

d 的选用应兼顾轮胎装配便捷与着合紧密的需求。目前轮胎轮辋和胎圈均采用过盈配合,但过盈量太大,轮胎装配困难,钢丝圈安全倍数降低,从而造成钢丝圈强力下降,导致钢丝圈断裂而造成轮胎早期损坏^[8];若过盈量太小,轮辋与胎圈配合间隙就大,轮辋与胎圈容易滑动,无法紧密配合,影响轮胎的充气压力,参考公司结构设计规范, d 为404.2 mm。

C 为轮胎外侧胎踵之间的距离。一般情况下,有内胎轮胎及斜交轮胎的 C 均按标准轮辋宽度设计,无内胎子午线轮胎的 C 的设计宽度比标准轮辋宽度大^[9]。近年来,由于轮胎设计更加追求扁平化,从轮胎的应力分布和工艺需求考虑,在加宽轮辋的基础上设计 C 的理念已被许多研发人员使用。参考公司结构设计规范,轻型载重轮胎的 C 一般在标准轮辋宽度的基础上加大0~25.4 mm(1英寸),本设计 C 取184 mm,比标准轮辋宽度大17.78 mm(0.7英寸)。

2.4 断面水平轴位置(H_1/H_2)

子午线轮胎中,胎体变形最大的部位为断面水平轴,如果 H_1/H_2 太小,会因应变集中导致胎圈断裂和脱层;如果 H_1/H_2 太大,应变位置集中在胎肩,容易造成轮胎肩空或肩裂。根据经验,本设计 H_1/H_2 取1.07。

2.5 胎面花纹

针对欧洲市场的轻型载重汽车和箱式货车等车型设计胎面花纹,胎面花纹采用曲折纵沟和大角度横沟的组合设计,即:采用3条折线形纵沟对称花纹(见图1和2),在同等轮胎外周长的情况下比直线沟槽面积更大,可提高轮胎的排水性和耐磨性能,同时减小花纹块变形;胎肩采用2种不同

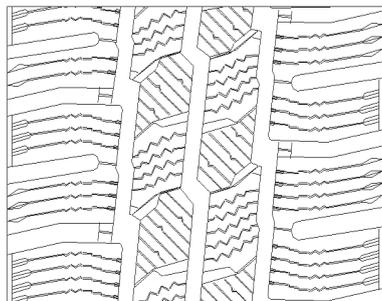


图1 胎面花纹展开示意



图2 轮胎立体花纹示意

的横向沟槽,一种与钢片相连接形成楔形沟槽,另一种采用非贯通式设计沟槽。贯通式沟槽加细小排水钢片提高了其对冰雪的驱动力,非贯通式设计沟槽可以降低轮胎行驶过程中的泵浦噪声和气柱共鸣声,胎肩两种不同的横沟设计兼顾了轮胎在冰雪路面的操控性和舒适性。

花纹块上采用不同类型的钢片设计,可以提高轮胎在冰雪天气的抓着力和制动力。密集波浪形排水钢片设计,可以使胎面接触到水的面积增大,更容易将水吸入辅助排水沟槽内,再通过相连的大横沟排入主排水沟,从而提高轮胎的抗湿滑性能。

本设计花纹深度为9.5 mm,花纹饱和度为70%,花纹周节数为34个,采用S,M,L 3种变节距。

3 施工设计

3.1 胎面、胎侧和三角胶

胎面是轮胎与地面直接接触的部件,应具有良好的耐磨性能和抓着力。为适应不同的道路条件和使用需求,胎面应当选择与之匹配的轮胎花纹^[10]。胎面在提供牵引、制动、驱动等功能的同时还负责减震和排除雨雪,并且由于轮胎在地面行驶时产生相对滑动,其磨损量较大。

胎面采用胎面胶、翼胶和基部胶3种胶料组成,总宽度为234 mm,肩部宽度为180 mm,中部厚度为9 mm,肩部厚度为10.5 mm。

胎面胶采用低温专用配方,即:天然橡胶(SMR20)、钕系顺丁橡胶(BUNA CB24)和乳聚丁苯橡胶(SBR1502)相配合,以提高轮胎在湿滑路面和雪地路面的操控性;同时添加高分散性白炭黑(1165MP)与炭黑(N234)相配合,以降低轮胎的滚动阻力,保证雪地轮胎较好的耐磨性能。

由于雪地轮胎的使用环境和天气特殊,胎面胶的玻璃化温度达到 $-49\text{ }^{\circ}\text{C}$,大大提高了轮胎的低温操控性。

胎侧胶的首要作用是保护轮胎的胎体不被损伤,同时吸收路面冲击力以及振动,因此要求胎侧胶具有较好的耐屈挠性能和耐老化性能。

3.2 胎体

胎体是轮胎的主要支撑骨架,由单层或多层纤维帘布或钢丝帘布组成,承担着轮胎负荷及侧向的剪切应力等。本设计采用2层1300dtex/2聚酯帘布,其中一层为高反包,帘布端点高于断面水平轴,另一层为正包,均避开了屈挠的应力集中区域。胎体安全倍数为7.2,符合设计要求^[11]。

3.3 带束层

带束层是子午线轮胎基部胶下的骨架结构层,沿轮胎周向锁紧胎体帘布,具有高张力,起承担主要负荷(70%以上)、防止刺穿胎体并缓和路面冲击力的作用。本设计带束层由2层 $2+2\times 0.35\text{HT}$ 钢丝帘线组成,安全倍数为8.5,符合设计要求。

3.4 胎圈

胎圈主要作用是将轮胎和轮辋紧密贴合,能使轮胎紧密地扣住轮辋。本设计钢丝圈采用 $\Phi 1.2\text{ mm}$ 的高强度回火钢丝,钢丝圈单根缠绕,以六边形排列,排列形式为3-4-5-4-3,覆胶后钢丝直径为1.5 mm。

3.5 成型和硫化

采用二次法成型机成型,机头宽度按照轮胎内轮廓周长及胎体帘线的伸张率计算得到。本设计帘线伸张率为1.02,机头宽度为381 mm。

采用B型双模液压硫化机硫化,硫化条件为:一次定型压力 $0.05\sim 0.07\text{ MPa}$,二次定型压力 $0.08\sim 0.12\text{ MPa}$,合模力 $(800\pm 200)\text{ kN}$,内蒸汽温度 $203\text{ }^{\circ}\text{C}$,内蒸汽压力 1.6 MPa ,热板、模套温度 $178\text{ }^{\circ}\text{C}$,氮气压力 2.5 MPa ,硫化时间 17 min 。轮胎硫化结束后要尽快进行后充气,充气时间为 34 min 。

4 成品性能

4.1 室内性能

4.1.1 充气外缘尺寸

成品轮胎充气外缘尺寸按照GB/T 521—2012

《轮胎外缘尺寸测量方法》进行测试。使用标准轮辋,采用标准充气压力,在 $18\sim 36\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度下停放 24 h 以上测得 D' 为 685 mm , B' 为 215 mm ,满足设计要求。

4.1.2 强度性能

按照GB/T 4501—2016《载重汽车轮胎性能室内试验方法》进行成品轮胎强度测试。试验条件为:充气压力 475 kPa ,压头直径 19 mm ,环境温度 $18\sim 36\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。结果表明,试验最后一点的破坏能为 822 J ,是最小破坏能(576 J)的142%,轮胎强度符合国家标准要求。

4.1.3 高速性能

按照GB/T 4501—2016进行成品轮胎高速性能试验。试验条件为:充气压力 475 kPa ,负荷 927 kg (标准负荷的90%),环境温度 $35\sim 41\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。试验方法为:按照 $(38\pm 3)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的要求完成停放后,先按照试验条件试验 1 h ,之后按每 10 min 速度递增 $10\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 进行测试,直至轮胎损坏。结果表明,轮胎累计行驶时间为 100 min ,试验结束时速度为 $210\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$,轮胎破坏形式为胎肩掉块。轮胎高速性能远超过国家标准(60 min)和企业标准(80 min)要求。

4.1.4 耐久性能

按照GB/T 4501—2016进行成品轮胎耐久性能试验。试验条件为:充气压力 475 kPa ,转鼓速度 $120\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 。试验方法为:轮胎跑完 34 h (标准规定时间)停机检查无问题后,以 $120\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 速度、每 10 h 试验负荷递增10%进行延时试验。结果表明,轮胎累计行驶时间为 121.42 h ,最大负荷率达到155%,轮胎破坏形式为胎冠花纹开裂,轮胎耐久性能超过国家标准要求。

4.1.5 刚度性能

按照GB/T 23663—2020《轮胎纵向刚性和横向刚性》要求进行成品轮胎纵向刚度测试。充气压力为 475 kPa ,测试温度为 $(25\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$,在负荷率为80%,100%和120%下,测得成品轮胎的纵向刚度分别为 $330.91, 346.07$ 和 $346.89\text{ N}\cdot\text{mm}^{-1}$ 。

按照GB/T 23663—2020进行轮胎横向刚度测试。充气压力为 475 kPa ,测试温度为 $(25\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$,在负荷率为80%,100%和120%下,测得轮胎的横向

刚度分别为197.95, 199.70和202.68 N·mm⁻¹。

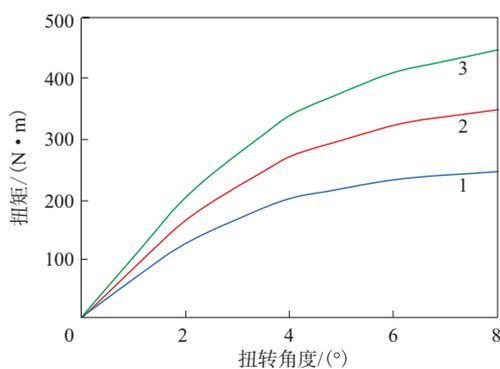
成品轮胎在(25±5)℃下停放24 h后根据企业要求进行成品轮胎径向刚度测试。测试条件为:充气压力 475 kPa,温度 (25±5)℃,加载速度 50 mm·min⁻¹,倾角 0°。成品轮胎的径向刚度试验结果如表1所示, F_n 为基准纵向力, F_z 为垂直负荷。

表1 成品轮胎的径向刚度试验结果

项 目	径向负荷/N		
	8 080.68	10 100.85	12 121.02
$F_n^{1)}/N$	2 423.966	3 030.019	3 636.144
$F_1^{2)}/N$	2 674.201	3 280.269	3 886.409
$F_2^{3)}/N$	2 174.615	2 780.653	3 385.885
$\delta_n^{4)}/mm$	6.817 9	8.388 1	9.913 7
$\delta_1^{5)}/mm$	7.479 7	9.028 4	10.557 5
$\delta_2^{6)}/mm$	6.169 0	7.477 8	9.294 3

注:1) $F_n=F_z \times 30\%$;2) $F_1=F_n+250$;3) $F_2=F_n-250$;4) F_n 对应的纵向位移;5) F_1 对应的纵向位移;6) F_2 对应的纵向位移。

成品轮胎在(25±5)℃下停放24 h后根据企业要求进行成品轮胎扭转刚度测试。测试条件为:充气压力 475 kPa,温度 (25±5)℃,设定扭矩 500 N·m,加载速度 2 (°)·min⁻¹,倾角 0°,最大扭转角度 8°。成品轮胎的扭转刚度曲线如图3所示。



径向负荷/N:1—8 080.68;2—10 100.85;3—12 121.02。

图3 成品轮胎的扭转刚度曲线

4.1.6 室内噪声

按照GB/T 32789—2016《轮胎噪声测试方法转鼓法》进行成品轮胎室内噪声测试。测试条件为:转鼓直径 1 700 mm(公差为±1%),消音室本底噪声声压级 <35 dB(A),截止频率 <100 Hz,测试气压 475 kPa,负荷 772.5 kg,速度 80 km·h⁻¹。试验结果表明,轮胎平均声压级为

97.54 dB(A),满足设计要求。

4.2 ECE R117测试

由于215/65R16C轻型载重轮胎主要在欧洲地区使用,必须进行ECE R117法规认证测试。本工作委托第三方测试机构根据ECE R117法规要求,对轮胎的滚动阻力、湿地抓着力、雪地抓着力和室外噪声进行测试。结果表明,轮胎滚动阻力系数为8.24 N·kN⁻¹,达到D级;湿地抓着力为1.506,达到A级;雪地抓着力为1.21,室外通过噪声为73 dB(A),均符合ECE R117法规设计要求。

5 结语

本设计215/65R16C轻型载重雪地轮胎的充气外缘尺寸、强度、高速性能、耐久性能、滚动阻力、湿地抓着力、雪地抓着力和室外通过噪声均达到相关标准和法规要求,有力提高了该产品在欧洲市场的竞争优势。本产品投放市场后,以花纹美观、耐磨、承载性好、雪地性能优异获得客户的一致好评,为我在欧洲市场树立了良好的品牌形象。

参考文献:

- [1] 郑志超,姚晓锦,姚娜. 315/60R22.5载重子午线雪地轮胎的设计[J]. 中国橡胶,2021,37(6):56-58.
- [2] 牟守勇. 国内外雪地轮胎概况与测试标准分析[J]. 橡胶工业,2019,66(1):69-74.
- [3] 郑涛,杨朔,刘伟,等. 235/75R15 FRD78非对称花纹雪地轮胎的设计[J]. 橡胶科技,2021,19(3):138-141.
- [4] 杜凡,车沛懿,杨海龙. 轻型载重雪地轮胎235/65R16C 115/113R的设计[J]. 中国橡胶,2018,34(8):50-53.
- [5] 王文军,逯艳博,梁荣亮. 轮胎冰面抓地性能与胎面磨损关联性研究[J]. 上海汽车,2018,338(10):26-31.
- [6] 王金营. 205/55R16 91V冬季环保镶钉轿车子午线轮胎的设计[J]. 轮胎工业,2012,32(10):599-602.
- [7] 陈强,孔东东,孙稷,等. 一种雪地轮胎的结构设计[J]. 橡塑技术与装备,2021,47(3):33-36.
- [8] 朱则刚. 冬季轮胎是花纹与技术的融合体[J]. 中国轮胎资源综合利用,2016(1):24.
- [9] 储民. 一种雪地胎胎面胶及其制备方法和应用[J]. 轮胎工业,2020,40(3):147.
- [10] 张俊玲. 汽车轮胎刚度对道路友好性的影响分析[J]. 现代机械,2016(5):68-70.
- [11] 熊瑶,赵菲,李子奇,等. 10.00R20加强型全钢载重子午线轮胎的设计[J]. 轮胎工业,2019,39(10):586-589.

收稿日期:2023-06-28

Design on 215/65R16C Light Truck and Bus Snow Tire

ZHANG Feng, WANG Jun, XU Wei, LIU Jie, HAN Lei, MA Lihua, LI Xiaohong, SUN Chao

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

Abstract: The design on 215/65R16C light truck and bus snow tire was introduced. In the structural design, the following parameters were taken: overall diameter 682 mm, cross-section width 222 mm, width of running surface 174 mm, arc height of running surface 8 mm, bead diameter at rim seat 404.2 mm, bead width at rim seat 184 mm, maximum width position of cross section (H_1/H_2) 1.07, using a combination design of zigzag longitudinal grooves and large angle transverse grooves for tread pattern, pattern depth 9.5 mm, block/total ratio 70%, and number of pattern pitches 34. In the construction design, the following processes were taken: using a special formula compound with good low-temperature resistance for the tread, 2 layers of 1300dtex/2 polyester cord fabric for the carcass, 2 layers of 2 + 2×0.35HT steel cords for the belt, using two-stage building machine to build tires and B type dual-mode hydraulic curing press to cure tires. The test results of the finished tires showed that the inflation peripheral dimension, strength, high-speed performance, durability, rolling resistance, wet grip, snow grip and outdoor noise of the tire met the requirements of corresponding standards.

Key words: light truck and bus snow tire; structure design; construction design; finished tire performance

轮胎企业掘金新能源汽车市场

随着新能源汽车市场占有率稳步提升,新能源汽车轮胎需求大幅增加。在此背景下,国内外轮胎企业积极布局新赛道,抢占新能源汽车市场机遇。

2023年5月,韩泰iON新能源汽车轮胎家族正式登陆中国市场,包括iONSTAS舒适型新能源汽车轮胎和iONEvo高性能新能源汽车轮胎两款产品;而2022年3月,倍耐力在北美地区也推出了首款专为新能源汽车开发的PZeroAllReasonPlus系列轮胎。

国内素有“中国轮胎看山东”的说法。目前山东玲珑轮胎股份有限公司(简称玲珑)、青岛双星轮胎工业有限公司(简称双星)、山东华盛橡胶有限公司(简称华盛)、东营市方兴橡胶有限责任公司、万达宝通轮胎有限公司、山东雄鹰轮胎集团有限公司等企业均将新能源汽车轮胎作为研发重点。其中,玲珑在新能源汽车专用轮胎方面已积累了一定的研发经验,其为新能源汽车专门开发

的EV100轮胎和POWERSAVER轮胎在专业评比中表现良好。双星将最先进的生产线用于新能源汽车轮胎的生产,新能源汽车轮胎销量占到轮胎总销量的20%左右。

在业内看来,研发推出环境友好的新能源汽车轮胎产品已成为山东轮胎企业高质量发展的压舱石,山东轮胎企业也正着力从配方、胎体设计、材料等方面加快研发。比如华盛研发改进的聚氨酯超静音轮胎在日常用车环境下噪声可降低6~10 dB,并针对电动汽车不配备备胎的问题,推出了轮胎自修复技术。从市场来看,新能源汽车轮胎的价格要比普通轮胎高一点,但从性能、续航、使用寿命等角度考虑,新能源汽车轮胎的性价比也会比普通轮胎更高一些。当前,不少轮胎企业开始扩大新能源汽车轮胎产能。与此同时,新能源汽车轮胎的推广步伐也在加快,例如2023年以来,广饶县实施了境外市场开拓“百展计划”,推动广饶轮胎企业集体出海。

(摘自《中国化工报》,2023-07-28)