

冰雪路面防滑轮胎花纹夹缝的设计方法

黄俊奇, 罗吉良, 白 雅

(广州市华南橡胶轮胎有限公司, 广东 广州 511400)

摘要:采用花纹夹缝的设计方法开发 205/55R16 91Q 冬季无内胎轿车子午线轮胎。结构设计:外直径 630.2 mm, 断面宽 226 mm, 行驶面宽度 172 mm, 胎圈着合直径 404.4 mm, 胎圈着合宽度 190 mm, 胎面中间花纹筋设有短细纹沟槽, 胎肩花纹位置设有长细纹沟槽, 花纹沟槽壁全部配上锯齿状花纹沟, 胎肩轮廓设计成棱角状, 同时设置磨损标示指示块和花纹磨损指示块。施工设计:采用 2 层胎面设计, 胎面胶采用低硬度配方, 基部胶采用低生热配方, 采用二步法成型机成型、B 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、脱圈阻力及高速、耐久和低气压性能均符合设计和相应标准要求, 雪地制动、雪地操控和冰地制动性能良好。

关键词:冬季轮胎; 轿车轮胎; 无内胎轮胎; 花纹夹缝技术

中图分类号:U463.341+.4; TQ336.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-8171(2014)09-0544-06

车辆行驶依靠轮胎与地面的相互附着作用, 路面状况好, 附着因数较大, 对轮胎性能要求不高, 但在冬季冰雪路面呈湿滑状态时, 轮胎与地面的摩擦力会减弱甚至消失, 车辆操控性能变差, 容易发生事故。因此, 国际上通用要求是当气温低于 7℃ 时应使用冬季轮胎, 而欧洲部分国家先后出台了强制性使用冬季轮胎的要求, 以保障车辆的行驶安全。

与普通轮胎相比, 冬季轮胎胎质和花纹对雪地驱动力有决定性的影响^[1]。冬季轮胎设计的关键在于通过胎面胶采用特殊配方和花纹夹缝技术来增大与冰雪路面的附着力, 从而使轮胎在冰雪路面上有更强的抓着力和防滑性, 提高制动和操控等性能。现以我公司开发的 205/55R16 91Q 冬季无内胎轿车子午线轮胎为例, 介绍冬季冰雪防滑轮胎花纹夹缝的设计方法。

1 技术要求

根据 GB/T 2978—1997, 结合欧洲 ETRTO 标准和美国 TRA 标准, 确定 205/55R16 91Q 冬季无内胎轿车子午线轮胎技术参数为: 标准轮辋

$6\frac{1}{2}J \times 16$, 充气外直径 (D') 632 (626.0 ~

638.0) mm, 充气断面宽 (B') 214 (207.0 ~ 221.0) mm, 标准充气压力 250 kPa, 标准负荷 615 kg。

2 结构设计

2.1 外直径 (D) 和断面宽 (B)

子午线轮胎冠部有周向不易伸张的带束层箍紧胎体, 轮胎充气后外直径膨胀很小, 本次设计 D 取为 630.2 mm。

B 的确定不但需要考虑胎体骨架材料类型、带束层对胎体的箍紧作用和轮廓曲线的影响, 而且应考虑轮胎着合宽度增大对轮胎断面宽的影响, 结合以往的设计经验, 本次设计 B 取为 226 mm。

2.2 行驶面宽度 (b)

设计 b 时通常应使轮胎在预计径向负荷作用下有 95%~98% 的行驶面宽与路面 (一般公路) 接触^[2], 普通 55 系列轮胎 b 取值范围为名义断面宽的 78%~84%, 考虑宽接触面有利于冰面牵引性能, 本次设计采用名义断面宽的 84%, b 取 172 mm。

2.3 胎圈着合直径 (d) 和着合宽度 (C)

d 的选取应满足轮胎装卸方便和胎圈与轮辋配合紧密的要求。胎圈与轮辋采用过盈配合, 过盈量过大, 轮胎装配困难, 且影响胎圈的安全性

能;过盈量过小,胎圈与轮辋不能紧密配合,易造成无内胎轮胎漏气。一般 d 应比轮辋直径小 $1\sim 2\text{ mm}$,本次设计轮辋直径为 405.6 mm , d 取 404.4 mm 。

为降低轮胎胎侧刚性,改善轮胎乘坐舒适性,一般 C 取值比轮辋宽度增大 $12.7\sim 25.4\text{ mm}$ 为宜,本次设计轮辋宽度为 165 mm , C 取 190 mm 。

2.4 轮辋保护台

为避免车辆行驶过程中受到外界冲击而损伤轮辋,设计了轮辋保护系统,即在设计轮胎下胎侧弧曲线时特意在轮胎着合直径以上 $21\sim 25\text{ mm}$ 处增设周向且高度约为 5 mm 的凸台。

2.5 花纹设计

冰雪路面附着因数小,路面软,轮胎花纹会使冰雪变形而产生相互咬合,此时驱动力主要是依靠轮胎花纹插入冰雪路面相互咬合而获得,不能简单地依据摩擦理论来计算^[1]。目前国际上通用的提高轮胎冰雪路面防滑性能的措施有镶钉或安装防滑铁链,此外,将轮胎花纹沟壁设计成有众多细纹夹缝(又称细纹沟槽),则轮胎在行驶过程中

细纹夹缝受压产生错位而形成棱角,这种张开的细纹夹缝如刀刃般接触冰雪路面,有效地增大冰雪地抓着力,此效应被称之为“锋刃效应”,如图 1 所示。

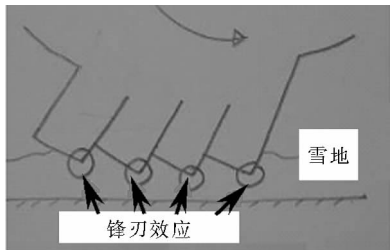


图 1 锋刃效应示意

2.5.1 胎面花纹

为保证细纹夹缝技术达到较为理想的效果,本次设计进行多次优化,并将其应用在轮胎行驶面花纹设计中,得到的胎面花纹展开示意图 2。细纹夹缝有两种形式,即短细纹沟槽和长细纹沟槽。冬季轮胎的花纹深度一般比全天候轮胎大,好处是可以增加排水量并提高轮胎与地面的摩擦力。本次设计花纹深度为 9.5 mm ,而普通轿车

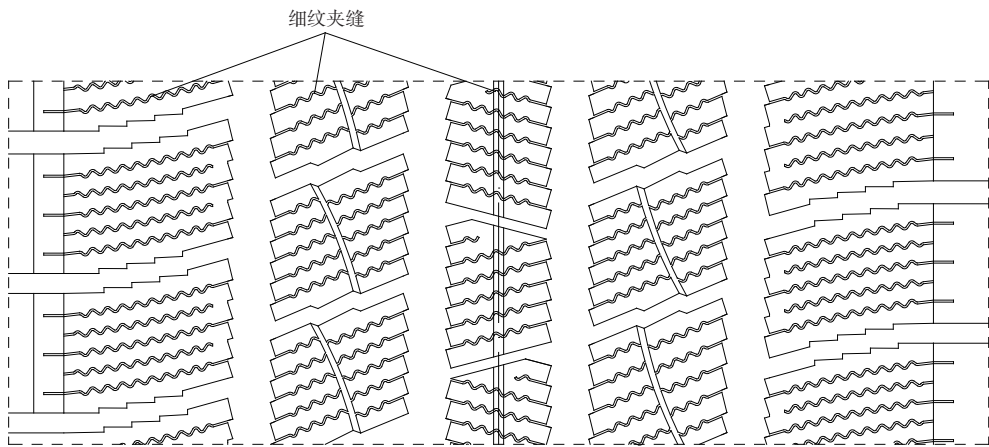


图 2 胎面花纹展开示意

轮胎花纹深度为 8.5 mm 。

2.5.1.1 短细纹沟槽

短细纹沟槽(见图3)长度较小,主要应用于

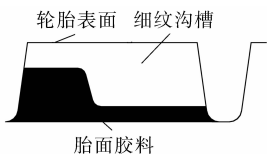


图 3 短细纹沟槽示意

胎面中间花纹筋,细纹沟槽将胎面花纹块分割成细小块;为解决这些细小块在行驶过程中多次扭曲拉伸,易造成胶块断裂问题,细纹沟槽采用一种新的设计和排列方式。短细纹沟槽一端深度较小,能有效提高花纹块强度;另一端深度较大,能保证防滑功能;较深和较浅的短细纹沟槽采用一种特别的排列方式,以保证花纹块的整体强度,从而达到设计要求。较深的短细纹沟槽深度为花纹

深度的 50%~70%，较浅的短细纹沟槽深度为 3~5 mm，深度较小的短细纹沟槽长度占短细纹沟槽总长度的 20%~35%。

2.5.1.2 长细纹沟槽

长细纹沟槽(见图 4)长度较长,主要应用在胎肩花纹位置,采用在细纹沟槽中部增加1~2个

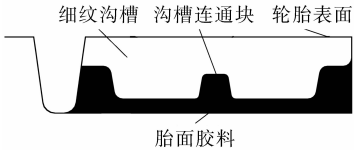


图 4 长细纹沟槽示意

连接块设计,以解决长细纹沟槽强度下降问题,提高胎肩花纹在冰雪路面的转弯抓着力。长细纹沟槽深度为花纹深度的 50%~70%，或比短细纹沟槽深度略小 1~2 mm，中心连接块宽度为 4~6 mm、高度为长细纹沟槽高度的 40%~50%，连接块位置视实际设计情况而定,以受力较大位置为佳。

2.5.1.3 花纹沟壁

为提高胎面花纹的雪地抓着力,花纹沟槽壁全部配上锯齿状花纹沟(见图 5),以大幅提高轮胎与冰雪路面的接触面积,从而提高轮胎在雪地

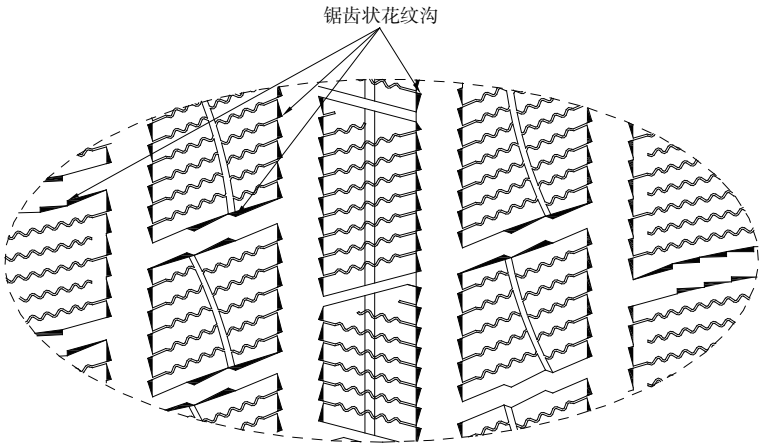


图 5 锯齿状花纹沟示意

上行驶的摩擦力。

2.5.2 胎肩

与一般的全天候轮胎不同,冬季轮胎的胎肩轮廓都会设计成棱角状(见图 6),以加大轮胎与地面的接触,增大摩擦力,防止轮胎在冰雪路面上行驶时出现严重的侧滑情况。本次设计采用胎肩

棱角状设计,并且在胎肩花纹设置了多个凸起三角形(见图 7),当车辆在较厚的雪地上行驶时,凸起的胎肩花纹能起到抓住雪的功能,提高轮胎的抓着性能,保证行驶转弯性能。



图 6 冬季轮胎与全天候轮胎的肩部轮廓示意



图 7 立体胎肩花纹

2.5.3 磨损和磨损标示

冬季轮胎除了关注磨损标示指示块外,还需要关注轮胎花纹磨损指示块,如果达到轮胎花纹磨损指示块,则意味着轮胎已近失去作为冬季轮

胎使用的条件,只能作为一般的全天候轮胎使用。胎面花纹在圆周设置了4个花纹磨损指示块,方便指导司机安全使用冬季轮胎。

3 施工设计

3.1 胎面

胎面采用新冬季轮胎低硬度配方胶料,以保证在-20℃时胶料的邵尔A型硬度不大于56度,从而提供低温下在不平冰面上有更好的包覆能力。采用2层胎面设计,胎面胶采用(接触地面)低硬度配方,基部胶采用低生热配方,以提高冬季轮胎在冰雪路面上的牵引性能和包覆性能。

3.2 成型和硫化

成型采用二步法成型机,机头直径为431.8 mm,机头宽度为342 mm,带束鼓周长为1 835.0 mm,硫化采用45英寸B型硫化机,采用氮气无后充气硫化工艺。

4 成品性能

4.1 室内性能

4.1.1 外缘尺寸

按GB/T 521—2003《轮胎外缘尺寸测量方法》进行轮胎外缘尺寸测定。安装于标准轮辋上的成品轮胎在标准充气压力下的外直径为631 mm,断面宽为215 mm,均满足设计要求。

4.1.2 脱圈阻力

按照GB/T 4502—2009《轿车轮胎性能室内试验方法》进行脱圈阻力试验。试验结束时轮胎脱圈阻力为12 425 N,符合国家标准要求($\geq 11\,120$ N)。

4.1.3 强度性能

按照GB/T 4502—2009进行成品轮胎强度性能试验,试验结束时轮胎未被压穿,轮胎破坏能为356.8 J,大于国家标准规定值(329.3 J)。

4.1.4 高速性能

按照Q/GHL 14—2010进行高速性能试验。轮胎通过速度为280 km·h⁻¹(行驶7 min),符合企业标准要求(≥ 160 km·h⁻¹)。

4.1.5 耐久、低气压性能

按照Q/GHL 33—2009-1进行耐久、低气压性能试验。试验结束时轮胎损坏,累计行驶了

59.38 h,符合企业标准要求(≥ 57.83 h)。

4.2 噪声性能

将新开发的冬季防滑轮胎样胎送往西班牙IDIADA试验场按ISO 13325:2003《轮胎-惯性法测量轮胎路面间辐射的噪声》进行滑行噪声测试,最终噪声测试结果为69 dB,达到欧盟新法规噪声限制要求。

4.3 冰雪路面性能

为检验新开发冬季防滑轮胎花纹是否具有优越的冰雪条件下使用性能,委托芬兰Test World检测机构对样胎(编号为A)进行雪地制动、雪地操控和冰地制动性能测试,并挑选2款冰雪地花纹轮胎(一款为普通冰雪路面防滑轮胎,无细纹夹缝,编号为B;另一款为普通雪地轮胎,编号为C)进行性能对比,按照委托要求和试验场的实际条件[试验场地 Test World, Mellatracks; 车型 福特福克斯(手动,前轮驱动)]完成各项性能测试。

4.3.1 雪地制动性能

雪地制动性能测试条件为:行驶速度 32~35 km·h⁻¹;空气温度 -3.3(起始)/-3.8℃(结束);地面温度 -7.9(起始)/-7.7℃(结束)。在相同的指定测试条件下,测试3款轮胎在雪地行驶时的制动距离。图8示出了3款轮胎雪地制动性能测试结果对比。

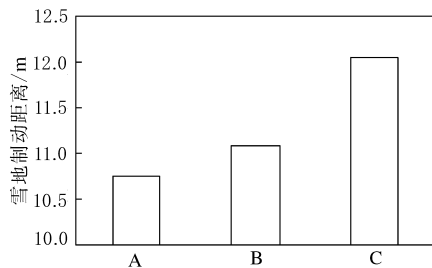


图8 3款轮胎雪地制动性能测试结果对比

从图8可以看出,A轮胎雪地制动距离短于对比轮胎B和C,A轮胎的雪地制动性能更优越。

4.3.2 雪地操控性能

雪地操控性能测试条件为:测试雪地车道编号 22#;空气温度 -4.6(起始)/-3.5℃(结束);地面温度 -5.4(起始)/-5.0℃(结束)。在相同的指定测试条件下,测试3款轮胎在雪地跑道行驶所需时间。图9示出了3款轮胎雪地操

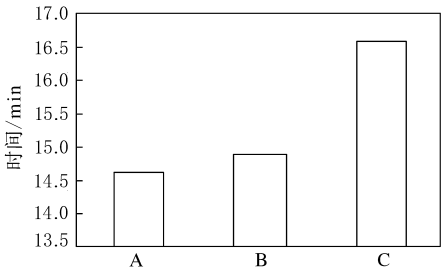


图9 3款轮胎雪地操控性能测试结果对比

控性能测试结果对比。

从图9可以看出,A轮胎雪地跑道行驶所需时间短于对比轮胎B和C,A轮胎的雪地操控性能更优越。

4.3.3 冰地制动性能

冰地制动性能测试条件为:行驶速度 25 km·h⁻¹;空气温度 -4.9(起始)/-6.4℃(结束);地面温度 -8.4(起始)/-8.5℃(结束)。在相同的指定测试条件下,测试3款轮胎在冰地行驶时的制动距离。图10示出了3款轮胎冰地制动性能测试结果对比。

从图10可以看出,A轮胎冰地制动距离短于对比轮胎B和C,A轮胎的冰地制动性能更优越。

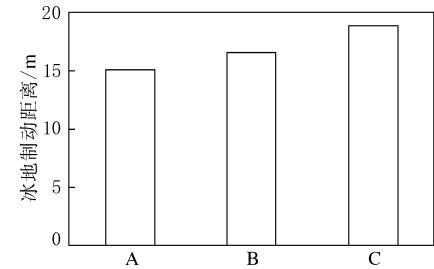


图10 3款轮胎冰地制动性能测试结果对比

根据上述测试结果得到3款轮胎的雪地制动、雪地操控和冰地制动性能指数,如表1所示。

表1 3款轮胎各项性能指数对比

项 目	轮胎编号		
	A	B	C
雪地制动性能指数	100	97.2	89.6
冰地制动性能指数	100	92.2	80.0
雪地操控性能指数	100	98.7	88.3
操控等级	8.5	8.0	6.0

从表1可以看出,A轮胎各项冬季性能比较理想,明显优于普通冰雪路面防滑轮胎,更优于普通雪地轮胎,防滑细纹夹缝设计起到了明显的冰雪防滑功能。

5 结语

205/55R16 91Q冬季无内胎轿车子午线轮胎的充气外缘尺寸、强度性能、脱圈阻力、高速性能、耐久性能均符合设计和相应标准要求。采用花纹夹缝设计后,轮胎的雪地制动和冰地制动等性能得到明显改善,为公司积累了冰雪地轮胎技术经验。产品投放市场后,得到客户好评和认可,创造了较好的经济和社会效益。

参考文献:

[1] 海方玉,李荣及. 浅谈冬季冰雪路面轮胎防滑问题[J]. 黑龙江交通科技,2004(4):62.

[2] 王庆年,赵子亮,李幼德,等. 汽车轮胎断面几何轮廓的计算机实现[J]. 吉林工业大学自然科学学报,2000,30(2):1-5.

收稿日期:2014-03-17

Edge Effect Technique of Snow Tire

HUANG Jun-qi,LUO Ji-liang,BAI Ya

(Guangzhou South China Rubber & Tire Co.,Ltd,Guangzhou 511400,China)

Abstract: The 205/55R16 91Q winter tubeless passenger car tire was developed by using edge effect technique. In the structure design,the following parameters were taken:overall diameter 630.2 mm,cross-sectional width 226 mm,width of running surface 172 mm,bead diameter at rim seat 404.4 mm,and bead width at rim seat 190 mm. Specifically,in the tread pattern design,short sipes were cut on the middle rib,long sipes were put in the shoulder pattern,grooves were serrated and angular shape was designed in shoulder profile. In addition,both tire wear mark and pattern wear mark were embedded in the tread. In the construction design,the following processes were taken:using dual

tread layers, and soft crown compound and base compound with low heat build-up, and using two stage building machine to build tires and type-B curing press to cure tires. It was confirmed by the tests of finished tires that the inflated peripheral dimension, strength performance, bead unseating resistance, high speed performance, endurance performance and low inflation pressure performance met the requirements of relative design and standards, and the braking performance and driving performance on snowy or icy road conditions were good.

Key words: winter tire; passenger car tire; tubeless tire; edge effect technique

韩泰概念轮胎获 IDEA 奖

中图分类号: TQ336.1 文献标志码: D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntire-dealer.com)2014年6月12日报道:

韩泰轮胎有限公司宣布,其概念轮胎 Tiltread 和 eMembrane(见图1)被授予2014年国际优秀设计奖(International Design Excellence Awards, IDEA)(交通运输类)。



图1 概念轮胎 Tiltread 和 eMembrane

韩泰表示,获得 IDEA 2014 这一奖项后,加上红点设计奖(Red Dot Design Award)和 iF 设计奖(iF Design Award),其现在已经获得了世界三大顶级设计奖。

韩泰声称,获奖是韩泰轮胎持续努力和投资研发的结果。

前几日,韩泰宣布研发战略愿景时为其新的研发中心——韩泰 Technodome 举行过开工仪式,该中心位于韩国 Daejeon。

韩泰表示, Tiltread 最高性能轮胎是为高动力车辆设计的, 以与汽车发动机技术的提高保持同步。倾摆系统配备了进行分区的轮胎和自动控制悬架,使轮胎的每个分区的接地面积最大化,同时通过转弯时倾斜车轴降低了车身,增强了安全性和转弯能力。Tiltread 三分区非充气轮胎具有抗穿刺、较高的耐久性能和弹性的特点,赋予轮胎

优异的转弯性能。

eMembrane 轮胎的设计采用了智能混合概念,是一种多用途轮胎,适用于高性能和一般城区驾驶。韩泰表示,通过利用形状记忆合金,轮胎能根据车速改变接触比, eMembrane 轮胎的胎面设计使其在低速驾驶时产生最小的道路接触面积和地面摩擦,这有助于降低滚动阻力,提高燃油效率;高速驾驶时,胎面中心扩展以产生最大的地面摩擦,同时使接地面积更大,抓着力最大化以履行动态转弯和驾驶性能。此外,为了在 eMembrane 驾驶模式中更容易显示变化信号,一个 LED 系统被安装在胎侧以进行报警。

韩泰首席执行官兼副主席 Seung Hwa Suh 说:“获得世界三大顶级设计奖显示了韩泰轮胎突出的设计创新和研发能力。作为一个全球领先的轮胎公司,韩泰将继续大量投资以支持在轮胎技术方面的竞争优势,这有助于延伸驾驶创新的界限。”

(赵敏摘译 许炳才校)

阿波罗在欧洲建立轿车/载重轮胎厂

中图分类号: TQ336.1; F27 文献标志码: D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntire-dealer.com)2014年6月3日报道:

阿波罗轮胎公司宣布,其董事会已经批准了在东欧建设一个新轮胎厂。

阿波罗表示,该项目预计将在未来4年内耗资约5亿欧元(6.82亿美元),由其欧洲子公司——Apollo Vredestein B. V. 利用利润和债务融资进行投资。

计划产能预计达到日产16 000条轿车轮胎和3 000条载重子午线轮胎。该公司尚未最终敲定新工厂的确切位置。

(赵敏摘译 许炳才校)