

385/65R22.5 24PR宽基全钢载重子午线轮胎的设计

王秀梅,宫金荣,张红,张永光,赵菲

(青岛双星轮胎工业有限公司,山东 青岛 266400)

摘要:介绍385/65R22.5 24PR宽基全钢载重子午线轮胎的设计。结构设计:外直径 1 073.6 mm,断面宽 386 mm,行驶面宽度 310 mm,行驶面弧度高 13.2 mm,胎圈着合直径 569.5 mm,胎圈着合宽度 324 mm,断面水平轴位置(H_1/H_2) 0.925。胎面花纹的主花纹沟为4条不同折度的纵向沟,中间两道直沟,边部为折沟,花纹周节数 69,花纹饱和度 78%,花纹深度 17.5 mm。施工设计:带束层结构为4层带束层,1#带束层采用3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线,2#和3#带束层采用3+8×0.33ST钢丝帘线,4#带束层采用5×0.30HI钢丝帘线,胎体采用3+9+15×0.22+0.15NT钢丝帘线,胎面采用小翼胶配合胎面胶设计,胎面下方加贴一层胶片;成型方式为大胶囊鼓一次法成型,硫化采用热板式硫化机。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、静负荷性能符合国家标准和相应设计要求,耐久性能符合企业标准要求。

关键词:全钢载重子午线轮胎;宽基轮胎;结构设计;施工设计

中图分类号:TQ336.1

文章编号:2095-5448(2023)08-0403-04

文献标志码:A

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2023.08.0403



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着市场对轮胎安全和环保要求的提高,宽基载重子午线轮胎(简称宽基轮胎)替代双轮胎并用成为轮胎行业的发展趋势,特别是在俄罗斯、中东、韩国等市场的应用越来越多。宽基轮胎可以提高车辆行驶安全可靠,同时减少轮辋装卸,降低运营成本,减轻汽车整体质量、节省燃料^[1-4]。为满足运输行业对高负荷宽基专用轮胎的需求,我公司对国内外市场在用的385/65R22.5规格层级进行统计分析,国内车辆使用的385/65R22.5规格轮胎为20PR、单胎负荷为4 500 kg,而国外市场一些车辆要求385/65R22.5规格轮胎为24PR、单胎负荷达到5 000 kg。针对不断增加的高层级、高负荷轮胎的市场需求,结合公司载重轮胎及专业轮胎开发技术,成功开发了承载能力强、耐久性能优异的385/65R22.5 24PR宽基全钢载重子午线轮胎,现将其设计情况简介如下。

作者简介:王秀梅(1984—),女,山东济宁人,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工作。

E-mail:wxm@doublestar.com.cn

1 技术参数

GB/T 2977—2016《载重汽车轮胎规格、尺寸、气压、负荷》中,385/65R22.5规格轮胎的最高层级为20PR,单胎标准负荷为4 500 kg,标准充气压力为900 kPa;国外市场需求的385/65R22.5规格轮胎的最高层级为24PR,单胎负荷为5 000 kg,参考《欧洲轮胎轮辋技术组织标准手册2018》,确定385/65R22.5 24PR宽基全钢载重子午线轮胎的主要技术参数为:单胎负荷 5 000 kg,层级 24PR,标准轮辋 11.75×22.5,充气压力 930 kPa(单胎负荷5 000 kg较高,结合实际使用情况确定),充气断面宽(B') 389(373.5~404.5) mm,充气外直径(D') 1 072(1 057~1 087) mm。

2 结构设计

2.1 外直径(D)和断面宽(B)

宽基轮胎的扁平率低,且冠部有周向不同角度钢丝带束层的束缚,充气后的新胎外直径与模具外直径相比伸张较小,模具外直径一般比充气后的

新胎外直径小1~4 mm,本次设计的385/65R22.5单胎负荷大,为增大产品的负荷能力,从设计角度考虑增大轮胎的内腔体积, D 取1 073.6 mm,大于标准值1.6 mm, D'/D 为0.998 5。

385/65R22.5规格轮胎的扁平率低,断面宽度较大,为保证轮胎的轮廓形状,采用胎圈着合宽度(C)大于标准轮辋宽度的设计思路,轮胎设计的很多因素影响 B 的变化,受 C 的影响较大,另外胎体帘线的种类、强度、伸张性能以及带束层角度、长度、宽度等因素影响 B 的大小。通过相近规格产品对比分析,确定 B 为386 mm, B'/B 为1.007。

2.2 行驶面宽度(b)和弧度高(h)

为了增加轮胎与路面的接触面积,提升轮胎的负荷能力, b 取值较大,比普通标准负荷轮胎的 b 稍大,加大 b 使轮胎冠部的接地压力分布更均匀,急转弯时不易发生侧向滑移,可有效防止轮胎畸形磨损,提高耐磨性能以确保轮胎的行驶里程,同时行驶过程也更加安全可靠。宽基轮胎替代双胎并装可以使汽车整体质量减小,油耗降低,提升货物装载量。现有385/65R22.5轮胎在标准负荷4 500 kg下 b 一般取270~300 mm,针对本次高层级、高负荷产品设计,从耐磨性能、耐久性能、使用寿命等方面考虑确定 b 取310 mm, b/B 为0.803。

本设计宽基轮胎的扁平率较低,负荷大、充气压力高、设计行驶面较宽,轮胎与路面的接地形状不易控制, h 设计的关键是能使胎冠接地变形后压力分布更均匀,这对轮胎的使用寿命、耐久性能、磨耗性能具有重要影响。收集其他厂家的竞品进行分析,结合现有产品工艺,确定本次设计 h 取13.2 mm。

2.3 胎圈着合直径(d)和 C

轮胎与轮辋类型关系密切,不同类型轮胎所用轮辋不同,以标准轮辋曲线为依据进行设计,通常无内胎子午线轮胎 d 的取值比标准轮辋直径小,使胎圈与轮辋过盈配合,确保轮胎的气密性,本次设计 d 取569.5 mm,比标准轮辋直径小2 mm。轮胎胎圈从胎踵至胎趾设计成2段带有一定倾斜角度的着合面,便于与轮辋部位紧密配合。

385/65R22.5轮胎扁平率低,轮胎的胎侧部位变形区域小, C 在标准轮辋宽度基础上加大设计,进而提高轮胎的生产工艺稳定性,对无内胎而言, C 过小时无法与轮辋装配充气,因此 C 应稍大些,本次设计 C 采用大于标准轮辋宽度25.4 mm(1英寸)

的设计,取324 mm。

2.4 断面水平轴位置(H_1/H_2)

轮胎各部位的受力分布受断面水平轴位置高低的影响。断面水平轴偏上,轮胎胎肩部和冠部应变与应力较大,易损坏,影响轮胎的使用寿命;断面水平轴偏下,轮胎胎圈部位的受力变大,行驶时在轮胎负荷增大的情况下,容易造成胎圈部位随应力增大而损坏。由于本次设计的24PR产品负荷大,行驶面宽,冠部的受力较大,适当降低 H_1/H_2 以缓解轮胎肩部的受力和变形,提高轮胎的耐久性能。根据主要设计参数,制定 H_1/H_2 不同的设计方案,利用有限元进行仿真分析,通过结果对比,本次设计 H_1/H_2 取0.925。轮胎断面轮廓见图1。

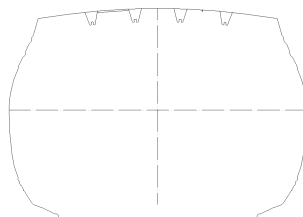


图1 轮胎断面轮廓示意

2.5 胎面花纹

为了使轮胎与地面更好地附着,提升转向、制动及抗湿滑性能,延长轮胎的使用寿命,优化胎面花纹设计。胎面花纹的主花纹沟为4条不同折度的纵向沟,边部折沟提供轮胎一定驱动性能,中间两道直沟提供轮胎出色的导向性能,当车辆在泥泞或潮湿的路面上行驶时,边部折沟能有效防止轮胎打滑,折沟与直沟的搭配设计使轮胎具有更好的牵引性能和抗湿滑性能;主花纹沟壁上镶嵌横向细小沟槽,有效避免车辆刹车时轮胎的前滑和侧滑;主花纹沟之间采用横向沟槽连接,横向沟槽使轮胎在湿滑路面上的抓着力有效提升,进而使轮胎的抗湿滑性能进一步提高;花纹沟底优化弹石块的设计,有效防止夹石子和轮胎沟底裂口,减少胎体扎伤,安全性更高;花纹饱和度为78%,优化花纹节距排列,周节数为69,花纹深度为17.5 mm。胎面花纹展开见图2,胎面花纹立体效果见图3。

3 施工设计

3.1 胎面

胎面是决定轮胎耐磨性能和使用寿命的关键部位,胎面与路面接触,不断地承受路面的磨损和

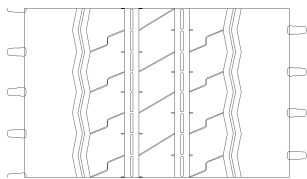


图2 胎面花纹展开示意



图3 胎面花纹立体效果

冲击,胎面胶料的选择是胎面设计的重点。胎面胶料根据使用条件来确定,高速及铺装路况采用耐磨性能好、生热低的胶料,碎石等非铺装路况采用抗刺扎、抗撕裂的胶料。本次针对高负荷、高层级轮胎的使用状况,设计胎面为胎面胶加小翼胶结构,胎面下方贴一层增加粘合性的胶片,胎面胶选择高层级专用的超耐磨胶料,确保轮胎的行驶里程,翼胶选择生热较低的胶料。根据设计的 b 及材料分布,确定胎面总宽度为360 mm,胎面肩宽为280 mm。

3.2 胎体

在负荷下车辆行驶过程中胎体频繁承受复杂的屈挠变形,受超载情况的影响,胎体屈挠变形大,导致U形爆、拉链爆等损坏现象较多,针对层级为24PR、单胎负荷为5 000 kg的轮胎性能要求,需从产品结构上提高轮胎胎侧部位的刚性,从而提高轮胎的耐屈挠性能,胎体帘线要有足够强度。本设计胎体选用3+9+15×0.22+0.15NT钢丝帘线,胎体帘布半成品厚度为3.0 mm,胎体安全倍数为8.5。

3.3 带束层

带束层是影响轮胎轮廓形状、强度、负荷下耐久性能的因素。设计时应保证带束层的刚性,带束层的刚性由钢丝帘线类型、裁断角度等因素决定。本设计24PR宽基轮胎采用4层带束层结构,1[#]带束层采用3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线,裁断角度为52°;2[#]和3[#]带束层采用3+8×0.33ST钢丝

帘线,裁断角度为19°;4[#]带束层采用5×0.30HI钢丝帘线,裁断角度为19°。带束层安全倍数为6.7。

3.4 钢丝圈

胎圈的作用将轮胎外缘与轮辋紧密地扣住,使轮胎固定在轮辋上,支撑轮胎的轮廓形状。胎圈中设置高强度的按一定形状排列的钢丝圈,钢丝圈与带束层、胎体配合支撑着轮胎所承受的负荷及内压。本设计钢丝圈采用倾斜的六角形设计,高强度钢丝直径为1.55 mm、钢丝圈缠绕前的覆胶钢丝直径为1.67 mm,钢丝排列形式为9-10-11-12-11-10-19,共72根。

3.5 成型和硫化

通过各半成品在成型鼓上的平铺图分布,确定各半成品部件的定位参数,调整成型机工艺参数使各半成品接头均匀错开,操作过程上正、压实,保证产品质量,提高轮胎的动平衡和均匀性,成型机的胶囊为大胶囊,帘布反包为胶囊内压增大推动式反包,成型方式为一次法成型。

硫化以氮气为加热介质,硫化后的产品质量相对稳定,硫化过程中控制好温度、时间、压力3个要素,硫化机类型为热板式,便于调整胎侧部位的硫化温度。硫化参数为:热板温度 (150±2) °C,模套温度 (155±2) °C,内部蒸汽压力 (1.8±0.1) MPa,外部蒸汽压力 (0.39±0.02) MPa,氮气压力 (2.6±0.15) MPa,进氮气时间 49.3 min,总硫化时间 55 min。

4 成品性能

4.1 外缘尺寸

将成品轮胎安装于11.75×22.5轮辋上,在充气压力930 kPa下,依据GB/T 521—2012《轮胎外缘尺寸测量方法》进行外缘尺寸测试。轮胎的 B' 为382 mm, D' 为1 076 mm,满足设计要求。

4.2 强度性能

成品轮胎强度性能检测依据GB/T 4501—2016《载重汽车轮胎性能室内试验方法》进行,试验条件:压头直径为38 mm,测试压力为930 kPa。试验结束时轮胎在第5点压穿的破坏能为5 333.9 J,为标准值的242.1%,满足设计要求。

4.3 静负荷性能和接地压力分布

将成品轮胎安装于11.75×22.5标准轮辋上,

在充气压力930 kPa、标准负荷5 000 kg下,依据HG/T 2443—2012进行静负荷和接地印痕检测,负荷下接地长度为249 mm,接地宽度为306 mm,接地印痕面积为762 cm²,单位面积平均压力为656.4 kPa,接地系数为0.81,静负荷半径为496 mm,下沉量为41.6 mm,下沉率为16.5%。

4.4 耐久性能

385/65R22.5 24PR成品轮胎按照企业标准进行耐久性试验,试验条件和结果如表1所示。

由表1可知,试验结束后,成品轮胎的损坏病象为肩部分型面位置裂口,累计行驶时间为81.3

h,符合设计和企业标准(≥ 67 h)要求。

5 结论

385/65R22.5 24PR宽基轮胎胎面肩部花纹块宽度与中部花纹块宽度采用大比例设计,直沟与边沟搭配、增加沟底弹石块设计,应用高强度骨架材料,使轮胎具有优异的操控稳定性和抗冲击性,行驶里程更长、更安全。该轮胎自投放市场以来,得到中东地区、俄罗斯、韩国等客户的认可,满足了用户需求,提升了企业竞争力。

参考文献:

- [1] 侯丹丹,徐晓鹏,张春生,等.全钢载重子午线轮胎接地压力分布的仿真研究[J].橡胶工业,2022,69(4):261-267.
- [2] 李琦,黄艳军,姜晓凤.375/70R20 MPT多用途宽基轮胎的设计[J].轮胎工业,2015,35(11):658-660.
- [3] 李明,宋肖英,李登超,等.355/50R22.5宽基载重子午线轮胎的设计[J].中国橡胶,2021,37(3):45-47.
- [4] 马斌,李世军,刘平,等.445/50R22.5宽基低断面全钢载重子午线轮胎的设计[J].橡胶科技,2020,18(10):582-585.

表1 耐久性试验条件和结果

试验阶段	速度级别	行驶速度/(km·h ⁻¹)	行驶时间/h
1	K	55	7
2	K	55	16
3	K	55	24
4	K	55	10
5	K	55	10
6	K	55	10
7	K	55	10
8	K	55	至损坏

注:试验充气压力为930 kPa,试验负荷为5 000 kg。

收稿日期:2023-04-10

Design of 385/65R22.5 24PR Wide Base Truck and Bus Radial Tire

WANG Xiumei, GONG Jinrong, ZHANG Hong, ZHANG Yongguang, ZHAO Fei

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

Abstract: The design of 385/65R22.5 24PR wide base truck and bus radial tire was introduced. In the structure design, the following parameters were taken: overall diameter 1 073.6 mm, cross-sectional width 386 mm, width of running surface 310 mm, arc height of running surface 13.2 mm, bead diameter at rim seat 569.5 mm, bead width at rim seat 324 mm, maximum width position of cross-section (H_1/H_2) 0.925, four longitudinal main grooves with different folds for the tread, two straight grooves in the middle, and folded grooves on the sides, the number of pattern pitches 69, block/total ratio 78%, and pattern depth 17.5 mm. In the construction design, the following processes were taken: in a 4-layer belt design, $3 \times 0.20 + 6 \times 0.35$ HT steel cord was adopted for the 1[#] belt, $3 + 8 \times 0.33$ ST steel cord was applied in the 2[#] and 3[#] belt, and 5×0.30 HI steel cord was selected for the 4[#] belt. $3 + 9 + 15 \times 0.22 + 0.15$ NT steel cord was adopted in the carcass, and small-wing construction was added for the tread with an additional layer of supporting compound under the tread. The tires were built by using a large capsule drum one-stage building machine and cured by a hot plate vulcanizing press. The test results of the finished tire showed that the inflated peripheral dimension, strength and static load performance of the finished tire met the requirements of national standards and corresponding design, and the durability met the requirement of enterprise standard.

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