

港口跨运机用16.00R25全钢工程机械子午线轮胎的设计

裴权华,王志平,何跃,谢红杰

(风神轮胎股份有限公司,河南焦作 454000)

摘要:介绍港口跨运机用16.00R25 IND-4 ★★全钢工程机械子午线轮胎的设计。结构设计:外直径1 502 mm,断面宽 422 mm,行驶面宽度 380 mm,行驶面弧度高 21 mm,胎圈着合直径 630 mm,胎圈着合宽度 298 mm,断面水平轴位置(H_1/H_2) 0.8,采用条形花纹设计,花纹深度 50 mm,花纹饱和度 86.3%,花纹周节数 32。施工设计:胎面采用冷喂料挤出、缠绕法成型,胎体采用 $7 \times 7 \times 0.22 + 0.15$ HT钢丝帘线,1[#]带束层采用 $3 + 9 + 15 \times 0.175 + 0.15$ 钢丝帘线,2[#]和3[#]带束层采用 $3 + 9 + 15 \times 0.22 + 0.15$ 钢丝帘线,4[#]带束层采用 $3 \times 7 \times 0.20$ HE钢丝帘线,采用一次法两鼓成型机成型、B型硫化机硫化。成品轮胎性能试验结果表明,轮胎充气外缘尺寸、物理性能和耐久性能均符合相应设计和国家标准要求。

关键词:全钢工程机械子午线轮胎;结构设计;施工设计

中图分类号:U463.341⁺.5/.6;TQ333.6⁺1

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2019)04-0203-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2019.04.0203

近年来,随着港口运输业的逐步发展,港口机械产品也越来越多样化,推进港口运输设备向大型化、高效化发展。其中港口集装箱跨运机是集装箱装卸设备中的主力机型,经过几十年的发展,跨运机已经与轮式集装箱、门式起重机一样,成为集装箱码头和堆场的关键设备。由于集装箱跨运机具有机动灵活、效率高、稳定性好等特点,得到普遍的应用。因此,我公司进行了港口跨运机专用轮胎的开发,下面以16.00R25 IND-4 ★★全钢工程机械子午线轮胎为例,将轮胎的设计情况简要介绍如下。

1 技术要求

根据美国轮胎轮辋协会标准年鉴(TRA)和欧洲轮胎轮辋技术组织标准手册(ETRTO),确定16.00R25 IND-4 ★★全钢工程机械子午线轮胎的技术参数为:标准轮辋 11.25/2.0,充气外直径(D') 1 510(1 483.75~1 536.25) mm,充气断面宽(B') 430(417.1~468.7) mm,标准充

气压力 1 000 kPa,标准负荷 14 000 kg。

2 结构设计

2.1 外直径(D)和断面宽(B)

由于子午线轮胎冠部具有周向带束层箍紧胎体,轮胎的外直径膨胀率(D'/D)非常小^[1],在保证轮胎负荷能力并满足国家标准的前提下, D 应尽可能取较小值,便于轮胎装配和降低成本。综合考虑带束层帘布角度和胎圈着合宽度等影响充气后子午线轮胎 D' 和 B' 的因素,本次设计 D'/D 取1.005, D 为1 502 mm,轮胎的断面宽膨胀率(B'/B)取1.02, B 为422 mm。

2.2 行驶面宽度(b)和弧度高(h)

b 和 h 是决定轮胎胎冠形状的主要参数。行驶面的形状对胎面的耐磨性、牵引性、转向性及生热等多项使用性能有直接影响。增大 b 、降低 h 能提高轮胎胎面的耐磨性能,但 h 的减小会影响轮胎的接地印痕,特别对于低断面轮胎,从而影响胎面的压力分布。对于70,80及其以上系列轮胎, b/B 值取0.75~0.85为宜。 h 与 b 和断面高(H)有关,为保证轮胎与路面在行驶面宽度范围内有最大的接地面积,一般 h/H 取0.03~0.05为宜。根据设计经

作者简介:裴权华(1984—),男,湖北仙桃人,风神轮胎股份有限公司工程师,学士,主要从事轮胎结构设计和工艺管理工作。

E-mail:pqh1984@126.com

验,本设计 b 和 h 分别取380和21 mm。

2.3 胎圈着合直径(d)和着合宽度(C)

无内胎全钢子午线轮胎主要通过胎圈与轮辋过盈配合和胎趾角度设计等因素保证轮胎与轮辋的紧密配合。根据以往设计经验,本次设计 d 取630 mm,同时胎圈底部倾斜角比轮辋底座倾斜角大 1.5° , C 取298 mm。

2.4 断面水平轴位置(H_1/H_2)

轮胎断面水平轴位置位于轮胎断面最宽处,是轮胎负荷下变形和屈挠最大的区域。为减小下胎侧和胎圈部位因应力集中造成的损坏风险,本次设计 H_1/H_2 取0.8。轮胎断面轮廓如图1所示。

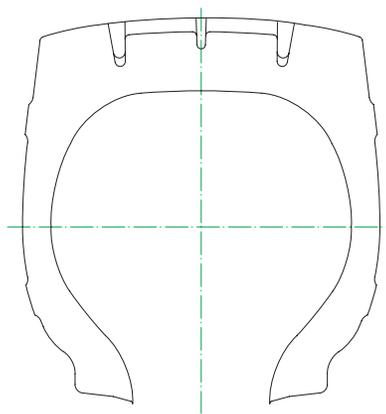


图1 轮胎断面轮廓示意

2.5 胎面花纹

综合考虑胎面花纹对轮胎耐磨性、牵引力、操纵稳定性和自洁性等性能的影响,本次采用条形花纹设计,花纹深度为50 mm,花纹饱和度为86.3%,花纹周节数为32。

该花纹主要特点为采用纵向沟槽设计,提供优异的抓着性能及操纵舒适性;通过专用散热沟槽的设计,降低胎冠和胎肩部位的生热,可以满足 $35 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 速度下的连续作业,超出常规产品允许的最高 $25 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 作业速度要求,提升作业效率。胎面花纹展开如图2所示。

3 施工设计

3.1 胎面

胎面采用冠部胶和基部胶两层设计。冠部胶采用专用配方,耐磨性能突出,特别适用于港口码头硬质路面的作业环境,基部胶采用专用的低生热胶料配方,防止轮胎运行过程中胎冠部位生热

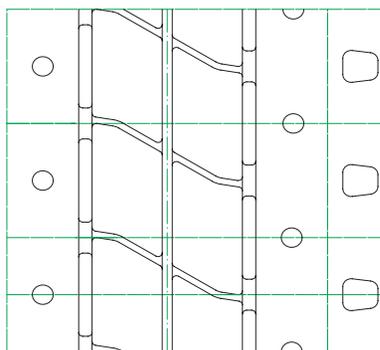


图2 胎面花纹展开示意

过快造成肩空和不耐磨等缺陷。

胎面采用冷喂料挤出、缠绕法成型,胎面缠绕形状如图3所示。



图3 胎面缠绕形状示意

3.2 胎体

为保证胶料与钢丝粘合性能良好及高耐疲劳性能,胎体帘线采用强度高、胶料渗透性能好的钢丝帘线,本次设计采用 $7 \times 7 \times 0.22 + 0.15$ HT钢丝帘线,安全倍数达到7.8。

3.3 带束层

带束层的刚性对轮胎的使用性能影响很大,带束层应有足够的刚性,防止胎冠部位伸张,保证轮胎操纵稳定性和耐磨性能。

根据设计经验,本次采用4层带束层结构设计,1#带束层为过渡层,避免胎体与带束层之间脱层,采用 $3 + 9 + 15 \times 0.175 + 0.15$ 钢丝帘线;2#和3#带束层为工作层,承受大部分应力,是保证带束层刚性的关键组成部分,采用 $3 + 9 + 15 \times 0.22 + 0.15$ 钢丝帘线;4#带束层为保护层,主要保护工作层,同时防止出现胎面与带束层脱空现象,提高轮胎使用寿命和翻新率,采用 $3 \times 7 \times 0.20$ HE钢丝帘线。带束层安全倍数为8.5。

3.4 钢丝圈

钢丝圈采用直径为2.03 mm的镀铜胎圈钢丝,钢丝覆胶后直径为2.3 mm,排列方式为10-13-8,共96根胎圈钢丝,钢丝圈采用平底六角型排列结构,安全倍数达到3.1。

3.5 成型和硫化工艺

成型采用天津赛象科技股份有限公司的一次法两鼓成型机,采用胶囊式反包成型鼓,机头直径

为579 mm,机头宽度为1 044 mm;采用计算机和光电子系统控制所有部件的贴合位置定位,设备运行稳定性和精度较好。

硫化采用B型硫化机,硫化条件为:蒸汽压力 0.33 MPa,蒸汽温度 145 ℃,循环水压力 2.6 MPa,循环水温度 170 ℃,总硫化时间 300 min。

4 有限元模拟分析

采用有限元技术,对轮胎进行静态模拟分析,验证充气轮廓尺寸和骨架材料的受力,并对接地印痕进行模拟分析和优化。分析结果均满足设计要求,如图4—6所示。

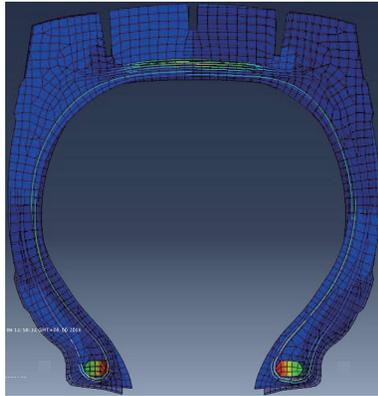


图4 充气轮廓分析结果

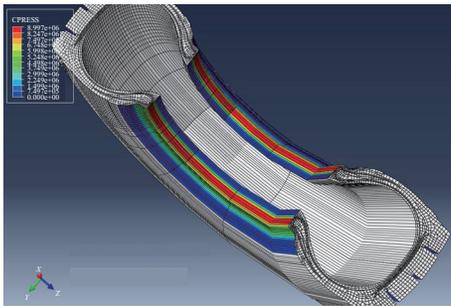


图5 胎圈过盈配合分析结果

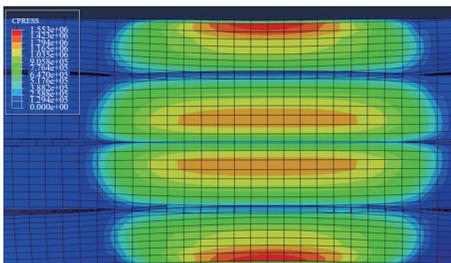


图6 接地印痕及接地应力分析结果

5 成品性能

5.1 外缘尺寸

安装于标准轮辋上的成品轮胎在标准充气压力下的 D' 和 B' 分别为1 508和431 mm,均满足设计要求。

5.2 物理性能

成品轮胎胎面胶物理性能试验结果如表1所示。从表1可以看出,物理性能达到国家标准要求。

表1 成品轮胎胎面胶物理性能试验结果

项 目	实测值	GB/T 1190—2009
邵尔A型硬度/度	63	≥55
拉伸强度/MPa	28.1	≥16.5
拉断伸长率/%	438	≥350
拉断永久变形/%	21	—
阿克隆磨耗量/cm ³	0.16	≤0.5

5.3 耐久性性能

耐久性试验采用企业标准,结果如表2所示。成品轮胎耐久性试验累计行驶时间为51.5 h,试验结束时胎肩鼓包,轮胎耐久性能良好。

表2 耐久性试验结果

项 目	试验阶段			
	1	2	3	4
负荷率/%	65	85	100	110
行驶时间/h	7	16	24	4.5

注:充气压力 1 000 kPa,试验速度 8(前3阶段),12(第4阶段) km·h⁻¹,额定负荷 15 000 kg。

6 结语

跨运机用16.00R25 IND-4 ★★★无内胎全钢工程机械子午线轮胎的充气外缘尺寸、物理性能和耐久性能均符合相应设计和国家标准要求,生产工艺稳定,市场竞争力强。该产品满足35 km·h⁻¹速度连续作业要求,远超出常规最高25 km·h⁻¹速度要求,跨运机作业效率至少可提升25%以上。该系列产品于2017年年初开发完成,已批量投入市场,随着市场订单的不断增加,将成为公司一个新的经济增长点。

参考文献:

- [1] 李福香,张春颖. 445/45R19.5超低宽基无内胎全钢载重子午线轮胎的设计[J]. 橡胶工业,2017,64(3):170-173.

收稿日期:2018-11-26

Design on 16.00R25 All-steel Off-The-Road Radial Tire for Straddle Carrier

PEI Quanhua, WANG Zhiping, HE Yue, XIE Hongjie

(Aeolus Tyre Co., Ltd, Jiaozuo 454000, China)

Abstract: The design on 16.00R25 all-steel off-the-road radial tire for straddle carrier was described. In the structure design, the following parameters were taken: overall diameter 1 502 mm, cross-sectional width 422 mm, width of running surface 380 mm, arc height of running surface 21 mm, bead diameter at rim seat 630 mm, bead width at rim seat 298 mm, maximum width position of cross-section (H_1/H_2) 0.8, using rib pattern design, pattern depth 50 mm, block/total ratio 86.3%, and the number of pattern pitches 32. In the construction design, the following processes were taken: cold-feeding extrusion and winding for tread, $7 \times 7 \times 0.22 + 0.15$ HT steel cord for carcass ply, $3 + 9 + 15 \times 0.175 + 0.15$ steel cord for 1[#] belt, $3 + 9 + 15 \times 0.22 + 0.15$ steel cord for 2[#] and 3[#] belt, $3 \times 7 \times 0.20$ HE steel cord for 4[#] belt, using one stage double-drum builder to build tires and B type press to cure tires. It was confirmed by the test of the finished tire that the inflated peripheral dimension, physical property and endurance met the requirements of relative designs and national standards.

Key words: all-steel off-the-road radial tire; structure design; construction design

Mickey Thompson推出Baja Pro X

越野轮胎

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntiredealer.com)2019年1月30日报道:

Mickey Thompson轮胎与车轮公司的最新轮胎瞄准了越野爱好者。Baja Pro X轮胎(见图1)不是为铺设路面设计的,而可能是该公司有史以来最具越野性能的轮胎。



图1 Baja Pro X轮胎

该越野轮胎的上市规格为 $43 \times 14.50 - 17$ LT,未来将推出其他规格。Baja Pro X轮胎的特征包括:

- 采用粘性胶料,坚硬路面上具有强大抓着力;

- 采用Pro-Tech结构,保持耐久性能的同时增加了额外的屈挠性能;

- 双解耦花纹沟槽,在不规则表面提供额外的屈挠性能;

- 胎面咬合夹板能赋予胎面额外的咬合边缘;

- 锯齿形胎面区域具有剪切功能,以便在保持横向稳定性和地面抓着性能的同时,提供额外的泥浆和松散表面上的牵引性能;

- 泥浆勺提供清洁能力;

- 胎侧咬合边和带角度胎肩提供牵引力和抓着力;

- 对称的定向胎面花纹赋予轮胎牵引性能和清洁能力。

该公司的高级产品开发经理 Jason Moulton说:“我们设计的Baja Pro X轮胎适于极端的户外用途:滚石、泥泞、深泥、岩石、雪、沙、泥地和砾石。在Baja Pro X轮胎被评为2018年SEMA新产品展示会轮胎类别的亚军并获得SEMA全球媒体奖后,我们比以往任何时候都更激动地将Baja Pro X轮胎推介给我们的客户,在小径或泥沼上对性能进行检验。”

(赵敏摘译 吴秀兰校)