

875/65R29低断面无内胎工程机械子午线轮胎的设计

张 鹏,朱仕翻,程 超,龙云山

(贵州轮胎股份有限公司,贵州 贵阳 550008)

摘要:介绍875/65R29低断面无内胎工程机械子午线轮胎的设计。结构设计:外直径 1 868 mm,断面宽 868 mm,行驶面宽度 810 mm,行驶面弧度高 40 mm,胎圈着合直径 728 mm,胎圈着合宽度 723.9 mm,断面水平轴位置(H_1/H_2) 0.84,采用E-3块状花纹,花纹深度 49 mm,花纹饱和度 59.5%,花纹周节数 28。施工设计:采用胎面胶和基部胶缠绕工艺,带束层采用两翼式结构,1[#]带束层采用3+9+15×0.225+0.15HT钢丝帘线,2[#]—4[#]带束层采用7×7×0.22+0.15HT钢丝帘线,5[#]带束层采用4×6×0.25HE钢丝帘线,胎体采用7×7×0.22+0.15HT钢丝帘线,采用三段二次法成型机成型、机械式硫化机硫化。成品轮胎性能试验结果表明,轮胎的充气外缘尺寸、耐久性能和TKPH值均达到设计和相关标准要求。

关键词:工程机械子午线轮胎;无内胎轮胎;低断面;结构设计;施工设计

中图分类号:U463.341⁺.5/.6;TQ336.1

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2019)12-0718-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2019.12.0718



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着轮胎技术的发展,工程机械轮胎子午化、无内胎化和扁平化趋势越来越明显。近几年来,国内大型轮胎企业开始对工程机械轮胎“三化”的技术攻关和开发工作,打破了多年来国外轮胎巨头对工程机械子午线轮胎的技术垄断。与轿车轮胎和载重轮胎一样^[1],工程机械轮胎扁平化也是其技术难点,对工程机械轮胎而言,与传统的宽基系列(80系列)轮胎相比,低断面65系列轮胎具有更大的内腔及更低的充气压力和接地压力,赋予其在操纵稳定性、通过性能、舒适性和牵引性能(泥泞路况下)等方面的优势。在此技术和市场背景下,我公司成功开发了875/65R29低断面无内胎工程机械子午线轮胎,现将该产品的设计情况介绍如下。

1 技术要求

根据欧洲轮胎轮辋技术组织标准手册(ETRTO—2012)以及美国轮胎轮辋标准协会标

准(TRA—2012)要求,确定875/65R29低断面无内胎工程机械子午线轮胎的技术参数如下:标准轮辋 28.00/3.5,充气外直径(D') 1 875 (1 847.2~1 915.9) mm,充气断面宽(B') 879 (852.6~958.1) mm;适用于E3使用条件(铲运机和重型自卸车)的轮胎最高速度 50 km·h⁻¹,标准充气压力 425 kPa,单胎负荷 15 500 kg,胎面花纹形式 普通块状,作业类型 搬运。

2 结构设计

2.1 外直径(D)和断面宽(B)

结构设计以椭圆平衡轮廓理论作为数学模型,从经典力学原理出发,根据TRA—2012计算轮胎负荷和内腔体积,并应用有限元软件对轮胎进行力学分析,对比轮胎在静止状态的接地面积及不同速度、负荷下的受力情况。结合钢丝帘线特点,综合考虑充气状态和负荷状态,确定预分析负荷下沉条件下模型各部位的参数,同时参考同系列低断面(65系列)工程机械子午线轮胎充气伸长的经验数据,确定 D 取1 868 mm, B 取868 mm。

2.2 行驶面宽度(b)和弧度高(h)

为了增大轮胎在使用过程中的接地面积,最

作者简介:张鹏(1985—),男,贵州瓮安县人,贵州轮胎股份有限公司助理工程师,学士,主要从事工程机械子午线轮胎的结构设计和技术管理工作。

E-mail:zhangpeng@gtc.com.cn

大限度地减小接地压力,减小轮胎对路面的冲击力,充分发挥65系列工程机械子午线轮胎在泥泞松软路面上的牵引性能和通过性能,本次设计 b/B 取0.93,则 b 为810 mm, h 取40 mm。

2.3 胎圈着合直径(d)和着合宽度(C)

为确保轮胎与轮辋配合紧密,以获得良好的气密性能,并能够提高胎圈部位的刚性支撑,同时能够很好地装卸轮胎,轮胎与轮辋采用过盈配合,且 C 在标准轮辋的基础上加大12.7 mm,取723.9 mm。同时,考虑使用中避免胎圈与轮辋间产生滑移,本次设计 d 取728 mm。

2.4 断面水平轴位置(H_1/H_2)

断面水平轴是轮胎厚度最小、变形最大、宽度最大的区域,断面水平轴偏下或偏上均会对轮胎的使用产生不良影响。若断面水平轴偏上,则会产生轮胎肩部早期脱空,断面水平轴过于偏下,则会导致胎圈部位脱空。合理选取 H_1/H_2 可使轮胎的最大变形区集中在断面水平轴位置,以保证轮胎充气后断面均匀伸张,从而降低轮胎在使用过程中胎肩或胎圈因受力过大、应力集中产生的失效概率。工程机械轮胎的负荷较大, H_1/H_2 一般取0.73~0.90,本次设计 H_1/H_2 取0.84。

轮胎断面轮廓如图1所示。

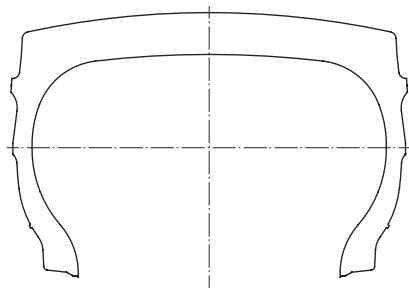


图1 轮胎断面轮廓示意

2.5 胎面花纹

胎面花纹设计既要保证轮胎的驱动、制动、耐磨和操纵性能,又要提高轮胎的牵引力及降低滚动阻力和噪声等。为保证车辆性能,工程机械轮胎胎面花纹通常应满足以下条件:(1)特定的使用条件和车辆性能要求;(2)胎面对路面有良好的抓着性能;(3)抗滑和耐磨性能好、滚动阻力小;(4)花纹中不夹带泥沙和石子,有较好的自洁性;

(5)抗切割和抗崩花掉块,不裂口。在满足特定使用条件下,还应具有较好的综合性能和较长的使用寿命^[2]。结合65系列工程机械子午线轮胎产品配套的主流车型为铰链式卡车,多应用于运输型用途,且要求花纹在松软工况下具有优异的牵引性能、通过性能和自洁性能,长距离运输散热性能出色。综合考虑胎面花纹的设计应满足铰链式卡车的作业特点和花纹性能要求,故采用E-3块状花纹,花纹深度为49 mm,花纹饱和度为59.5%,花纹周节数为28。

胎面花纹展开和三维效果分别见图2和3。

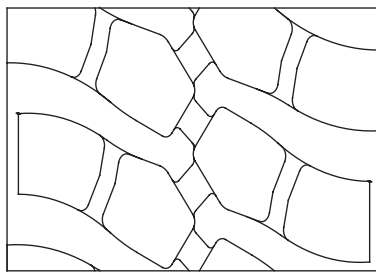


图2 胎面花纹展开示意



图3 胎面花纹三维效果示意

3 施工设计

3.1 胎面

考虑到轮胎的使用车型和环境路况,并借鉴国外轮胎的配方设计特点,开发出该系列轮胎专用抗切割胎面胶配方。该规格工程机械子午线轮胎胎面较厚,胎面采用挤出胶条热缠绕方式成型。胎面基部胶采用低生热胶料配方,降低了轮胎使用过程中的生热,并与带束层有很好的过渡;胎面胶采用耐磨性能好的胶料配方,使轮胎具

有很好的与地面接触性能,满足轮胎的正常使用要求。

胎面缠绕形状如图4所示。

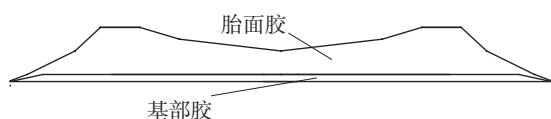


图4 胎面缠绕形状示意

3.2 带束层

带束层是子午线轮胎的主要受力部件,承受内压引起总应力的60%~75%,是决定轮胎性能和质量的关键部件。带束层应有足够的刚性,箍紧胎体帘布限制轮胎周向伸张,保持轮胎尺寸稳定性。带束层设计应保证其与胎体帘线有一定的受力分配,以提高轮胎的耐磨性能、抗刺扎以及操纵稳定性等。本次设计采用两翼式5层带束层结构,两翼为1#带束层,采用3+9+15×0.225+0.15HT钢丝帘线,2#—4#带束层为工作层,均采用7×7×0.22+0.15HT钢丝帘线,5#带束层为保护层,起缓冲作用,采用4×6×0.25HE高伸长钢丝帘线,带束层安全倍数为9.5。

3.3 胎体

胎体的主要作用是保持轮胎不变形或少变形,对轮胎断面宽、牵引力和制动力有一定影响。该规格轮胎用于运输作业,为了满足其安全性能和负荷能力要求,根据实际设计经验,胎体选用7×7×0.22+0.15HT钢丝帘线,胎体安全倍数为8。

3.4 胎圈

胎圈承受轮胎行驶中的制动力矩、离心力以及轮辋的过盈力。子午线轮胎胎圈承受的应力比斜交轮胎大,本设计采用 $\Phi 1.83$ mm胎圈钢丝,钢丝圈为六角形,结构为11-18-11,安全倍数为10,符合钢丝圈安全倍数大于7的要求,保证胎圈具有足够的强度。

3.5 成型

成型采用二次法成型工艺,主要设备为天津赛象科技股份有限公司生产的三段二次法成型机。在成型过程中,为了保证产品质量,深入研究贴合、定型、反包、胶囊及压辊压力的关系,确定合

理成型工艺参数。

3.6 硫化

硫化采用3 098.8 mm(122英寸)机械式硫化机和先进的硫化工艺,硫化条件为:外温 145℃,内温 168℃,外压 0.28 MPa,内压 2.7 MPa,总硫化时间 265 min。

4 成品性能

4.1 外缘尺寸

成品轮胎外缘尺寸按GB/T 521—2012《轮胎外缘尺寸测量方法》测量。安装在标准轮辋上的轮胎在标准充气压力下的 D' 和 B' 分别为1 872和870 mm,均符合国家标准要求。

4.2 耐久性能

按照GB/T 30193—2013《工程机械轮胎耐久性试验方法》并结合企业测试标准进行耐久性试验,试验条件如表1所示。试验结果表明,轮胎按规定程序完成国家标准要求的3个阶段测试后,轮胎无损坏,当轮胎试验到第7阶段、累计行驶时间为82 h时出现胎面脱层,轮胎的耐久性能符合企业标准要求,且远超国家标准要求。

表1 成品轮胎耐久性试验条件

试验阶段	负荷率/%	行驶时间/h
1	65	7
2	85	16
3	100	24
4	110	10
5	120	10
6	130	10
7	140	10

注:充气压力 425 kPa,标准负荷 15 500 kg,试验速度 15 km·h⁻¹,环境温度 (38±3)℃。

4.3 TKPH值

TKPH值(里程试验达到临界温度时的负荷与速度乘积)测试条件为在成品轮胎肩部钻测温孔到带束层位置,孔径为5 mm,周向分布4组,每组上下胎肩以及胎冠中间位置各1个。采用标准轮辋28.00/3.5,环境温度为38℃,充气压力为425 kPa(E3使用条件)。按照公司的相应程序进行测试,每阶段行驶8 h,每隔1 h使用热电偶测温仪对测温点进行一次测量。经过测试,875/65R29工程机械

子午线轮胎在临界温度下的TKPH值为286,达到设计要求。

5 结语

875/65R29低断面无内胎工程机械子午线轮胎的充气外缘尺寸达到国家标准要求,耐久性能满足国家标准和设计要求,轮胎的TKPH值满足市场使用需求。该产品已经在国外市场得到大量

的使用,销售势头良好,为公司带来新的利润增长点。

参考文献:

- [1] 李福香,张春颖,邢正涛. 445/45R19. 5超低断面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.
- [2] 陈刚,杨文利,潘岱,等. 29. 5R25全钢工程机械子午线轮胎的研究与开发[J]. 轮胎工业,2010,30(5):268-273.

收稿日期:2019-09-21

Design on 875/65R29 Low Profile Tubeless Off-The-Road Radial Tire

ZHANG Peng, ZHU Shifan, CHENG Chao, LONG Yunshan

(Guizhou Tire Co., Ltd, Guiyang 550008, China)

Abstract: The design on 875/65R29 low profile tubeless off-the-road radial tire was described. In the structure design, the following parameters were taken: overall diameter 1 868 mm, cross-sectional width 868 mm, width of running surface 810 mm, arc height of running surface 40 mm, bead diameter at rim seat 728 mm, bead width at rim seat 723.9 mm, maximum width position of cross-section (H_1/H_2) 0.84, using E-3 block tread pattern, pattern depth 49 mm, block/total ratio 59.5%, and number of pattern pitches 28. In the construction design, the following processes were taken: winding process for tread compound and base compound, two-wing structure for belt, 3+9+15×0.225+0.15HT steel cord for 1[#] belt, 7×7×0.22+0.15HT steel cord for 2[#]—4[#] belt, 4×6×0.25HE steel cord for 5[#] belt, 7×7×0.22+0.15HT steel cord for carcass, using three stage building machine to build tires, and mechanical vulcanizing press to cure tires. The test results of finished tires showed that, the inflated peripheral dimension, durability and TKPH values met the requirements of the design and related standards.

Key words: off-the-road radial tire; tubeless tire; low profile; structure design; construction design

Alliance推出新挖掘机子午线轮胎

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntiredealer.com)2019年10月2日报道如下。

Alliance轮胎美洲公司称其用于多作业面挖掘机/装载机的新Alliance 585子午线轮胎(见图1)提高了该系列产品的性能。

据Alliance称,该轮胎采用了独特的条块组合花纹设计和钢丝束层结构,与斜交轮胎相比,可提高性能并延长使用寿命。

轮胎的子午线结构可确保长矩形接地印痕,使花纹块直接与地面接触面积更大,提高传递动力,最终改善轮胎的牵引性能,减少侧滑,提高燃油效率,降低生热,提高行驶质量。钢丝束层和增强胎侧有助于抗刺扎;独特的无向胎面花纹



图1 Alliance 585子午线轮胎

为大而深的花纹块与多角度曲折花纹条组合排列。

Alliance 585子午线轮胎现有6个规格: 340/80R18, 400/70R18, 400/70R20, 400/80R24, 460/70R24和500/70R24。

(吴秀兰摘译 赵敏校)