

315/70R22.5 NHS小型轮式挖掘机 全钢工程机械子午线轮胎的设计

裴权华, 王晓娟, 王若飞, 周亚兵

(风神轮胎股份有限公司, 河南 焦作 454003)

摘要:介绍315/70R22.5 NHS 22PR小型轮式挖掘机全钢工程机械子午线轮胎的设计。结构设计:外直径 1 023 mm,断面宽 315 mm,行驶面宽度 310 mm,行驶面弧度高 9 mm,胎圈着合直径 570.5 mm,胎圈着合宽度 247 mm,断面水平轴位置(H_1/H_2) 0.87,胎面采用牵引型有向花纹,花纹深度 21 mm,花纹周节数 27,花纹饱和度 45%。施工设计:胎体采用3+8×0.21ST钢丝帘线,带束层采用3+8×0.33HT钢丝帘线,胎面胶采用高耐磨性能专用配方,采用两鼓一次法成型机成型,采用B型双模硫化机硫化。成品轮胎性能试验结果表明,轮胎的充气外缘尺寸、物理性能和耐久性能均达到相应设计和国家标准要求。

关键词:小型轮式挖掘机;全钢工程机械子午线轮胎;牵引型有向花纹;结构设计;施工设计

中图分类号:TQ336.1;U463.341⁺.6

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2022)08-0464-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2022.08.0464



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着国内外中小型工程项目的增加,小型与微型挖掘机的使用越来越广泛,其中轮式挖掘机适用于城市路面、建筑工地以及混凝土搅拌站等处的维修或工作,便于车辆快速移动,且驾驶舒适性较好^[1-4]。目前,国际品牌如CAT, VOLVO和DOOSAN等主机厂都有轮式挖掘机的需求,且正在日益增大。国内三一重工股份有限公司、徐工集团工程机械有限公司等大型主机厂也在逐步开发不同型号的轮式挖掘机^[5-10]。

为满足市场需求,我公司开发了315/70R22.5 NHS 22PR(以下简称315/70R22.5)小型轮式挖掘机全钢工程机械子午线轮胎,下面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315/70R22.5全钢工程机械子午线轮胎的技术参数为:标准轮辋宽度 228.6~571.5 mm

(9.00~22.5英寸),充气外直径(D') 1 024 (1 000.73~1 027.28) mm,充气断面宽(B') 318(299.52~324.48) mm,标准充气压力 850 kPa,标准负荷 4 250 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,在保证轮胎负荷能力并满足国家标准的前提下, D 取值应尽可能小些,便于轮胎的装配和降低设计成本。经综合考虑,本次设计 D'/D 取1.000 6, D 为1 023 mm,断面宽膨胀率(B'/B)取1.01, B 为315 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能、牵引性、转向性及生热等多项使用性能有直接影响。增大 b 和减小 h 能提高轮胎胎面的耐磨性能,但 h 的减小会影响轮胎接地印痕(特别对于低断面轮胎),从而影响胎面压力分布。对于70,80系列及以上规格轮胎, b/B 一般取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 b 范围内有最大的接地面积,一般 h/H 取0.03~0.05为宜。根据我公司设计经

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技术管理工作。

E-mail:pqh1984@126.com

验,本次设计 b 和 h 分别为310和9 mm。

2.3 胎圈着合直径(d)和着合宽度(C)

本次设计轮胎属于无内胎全钢子午线轮胎,主要通过 d 与轮辋直径的过盈配合设计和胎趾角度等因素来保证轮胎与轮辋的紧密配合。根据我公司经验,本次设计 d 取570.5 mm,与相同产品保持一致,同时胎圈底部倾斜角比轮辋底座倾斜角略大。为达到分散胎圈部位应力、减少胎圈部位缺陷的目的,本次设计采取加大12.7 mm(0.5英寸)设计 C 值, C 取247 mm。

2.4 断面水平轴位置(H_1/H_2)

轮胎 H_1/H_2 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0.87。

轮胎断面轮廓如图1所示。

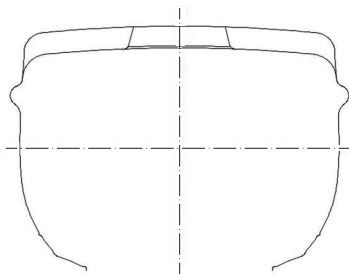


图1 轮胎断面轮廓示意

2.5 胎面花纹

综合考虑胎面花纹对轮胎耐磨性能、牵引力、操纵稳定性和自洁性等性能的影响,本次设计采用牵引型有向花纹,花纹深度为21 mm,花纹周节数为27,花纹饱和度为45%。该花纹主要特点为自洁性能良好,可以提供优异的牵引性能及操作舒适性,满足最高车速($40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$)下的连续作业,提升作业效率。

胎面花纹展开如图2所示。

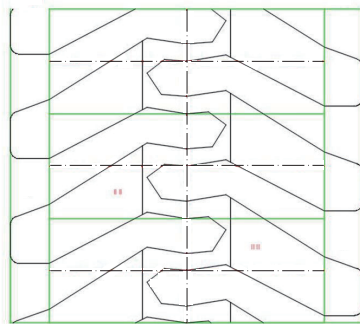


图2 胎面花纹展开示意



图3 胎面结构示意

3.2 胎体

为保证胶料与钢丝帘线良好粘合以及高耐疲劳性能,采用强度高、胶料渗透性能好的钢丝帘线,本次设计采用 $3+8 \times 0.21 \text{ ST}$ 钢丝帘线,胎体安全倍数达到8.45,满足设计要求。

3.3 带束层

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

根据我公司经验,本次设计采用两层带束层结构,两层带束层均为工作层,承受大部分应力,是保证带束层刚性的关键组成部分。带束层采用 $3+8 \times 0.33 \text{ HT}$ 钢丝帘线,安全倍数为5.8,满足设计要求。

3.4 胎圈

胎圈采用直径为1.65 mm的镀铜胎圈钢丝,覆胶后直径为1.8 mm,共58根,采用 15° 斜六边形排列结构,排列方式为7-8-9-10-9-8-7,胎圈钢丝外表面用锦纶帘布缠绕,确保胎圈有足够的强度和刚性,设计安全倍数达到2.7,满足设计要求。

3.5 成型和硫化

成型采用天津赛象科技股份有限公司的两鼓一次法成型机,采用胶囊式反包成型鼓;计算机和光电子系统控制所有部件的贴合位置定位,设备工艺参数稳定,定位精度高,成型部件贴合密实。

硫化采用B型双模硫化机,硫化条件为:上下热板温度 151°C ,循环水压力 2.6 MPa ,温度 160°C ,总硫化时间 68 min。

3 施工设计

3.1 胎面

胎面胶采用专用配方,耐磨性能突出,特别适用于建筑工地和混凝土等路面的作业环境。胎面采用挤出后在成型过程中贴合的方式,胎面结构如图3所示。

4 有限元模拟分析

通过有限元技术对轮胎进行静态模拟分析,验证轮胎的充气轮廓尺寸和骨架材料受力,并通过轮胎接地印痕的模拟进行分析和优化。

轮胎有限元分析结果如图4—6所示。

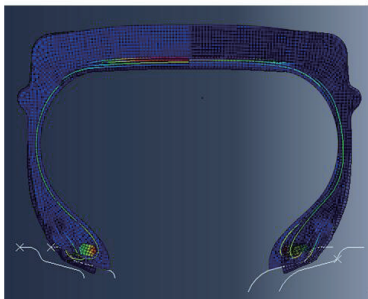


图4 轮胎充气轮廓示意

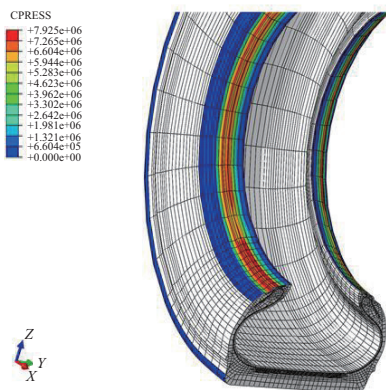


图5 胎圈过盈示意

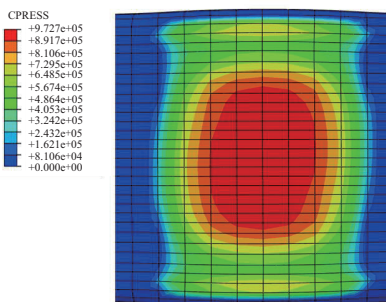


图6 轮胎接地印痕示意

从图4—6可以看出,轮胎的充气轮廓尺寸、骨架材料受力和接地印痕均满足设计要求。

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1 025和319 mm,均满足国家标准和设计要求。

5.2 物理性能

成品轮胎胎面胶物理性能试验结果见表1。

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—2018
邵尔A型硬度/度	64	≥ 55
拉伸强度/MPa	25.1	≥ 16.5
拉断伸长率/%	412	≥ 350
阿克隆磨耗量/ cm^3	0.21	≤ 0.5

从表1可以看出,成品轮胎胎面胶物理性能达到国家标准要求。

5.3 耐久性能

按照企业标准要求对成品轮胎室内耐久性试验,结果如表2所示。

表2 轮胎耐久性试验结果

项 目	试验阶段							
	1	2	3	4	5	6	7	8
负荷率/%	66	84	101	101	110	120	130	140
行驶时间/h	7	16	24	10	10	10	10	10

注:试验充气压力为850 kPa,试验速度前7个阶段为20 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$,第8阶段为30 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$,额定负荷为4 250 kg。

从表2可以看出,成品轮胎室内耐久性试验累计行驶97 h仍未损坏,成品轮胎耐久性能良好。

6 结语

我公司315/70R22.5小型轮式挖掘机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满足相应设计及国家标准和企业标准要求,生产工艺稳定,市场竞争力强。该产品满足40 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ 的最高车速连续作业要求,胎肩采用特殊的防擦台设计,能有效避免小碎石块进入轮胎双胎内侧,可有效保护胎侧区域,减少划伤。该产品于2020年年初开发完成,目前已批量投入市场,为公司带来了明显的经济增长。

参考文献:

- [1] 张晓飞. 轮胎式挖掘机操作系统工效学危险的分类及识别方法[J]. 机械工业标准化与质量, 2017(3): 21-23.
- [2] 顾新春, 于海亮, 张幕伟, 等. 轮胎式挖掘机定速巡航的技术路线[J]. 工程机械与维修, 2020(5): 54-55.

- [3] 韩苇. 轮胎式挖掘机市场前景分析[J]. 建设机械技术与管理, 2014, 27(2): 73-77.
- [4] 冯爱义. 浅谈我国中小型挖掘机行业发展[C]. 太原市中小企业工程技术人才发展促进会工程技术发展论文集. 太原: 太原市中小企业工程技术人才发展促进会, 2015.
- [5] 董永阳, 吕伟. 315/70R22.5低断面无内胎轮胎的设计[J]. 中国橡胶, 2018, 34(11): 49-51.
- [6] 姚晓锦, 郑志超, 姚娜, 等. 425/65R22.5宽基无内胎全钢载重子午线轮胎的设计[J]. 中国橡胶, 2020, 36(10): 55-57.
- [7] 苏芮, 孙洪广, 李伟, 等. 全钢子午线轮胎胎胶耐疲劳性能与粘合强度的协调设计[J]. 橡胶工业, 2021, 68(6): 403-408.
- [8] 张亚辉, 王洁, 申玉德. 12-16.5 AEX3无内胎挖掘机轮胎的设计[J]. 轮胎工业, 2020, 40(4): 214-215.
- [9] 常素玲, 何孟闯, 徐宁, 等. 315/80R22.5宽行驶面无内胎全钢载重子午线轮胎的设计[J]. 橡胶科技, 2018, 16(9): 41-43.
- [10] 乔奉亮, 康玉霞, 沈照杰. 子午线轮胎扁平率与接地特性的关系[J]. 橡胶工业, 2021, 68(12): 895-903.

收稿日期: 2022-03-30

Design of 315/70R22.5 NHS All-steel Off-The-Road Radial Tire for Small Wheel Excavator

PEI Quanhua, WANG Xiaojuan, WANG Ruofei, ZHOU Yabing

(Aeolus Tyre Co., Ltd., Jiaozuo 454003, China)

Abstract: The design of the 315/70R22.5 NHS 22PR all-steel off-the-road radial tire for small wheel excavator was introduced. In the structural design, the following parameters were taken: overall diameter 1 023 mm, cross-section width 315 mm, width of running surface 310 mm, arc height of running surface 9 mm, bead diameter at rim seat 570.5 mm, bead width at rim seat 247 mm, maximum width position of cross section (H_1/H_2) 0.87, using traction oriented pattern, pattern depth 21 mm, number of pattern pitches 27, and block/total ratio 45%. In the construction design, the following processes were taken: using $3+8 \times 0.21$ ST steel cord for the carcass, $3+8 \times 0.33$ HT steel cords for the belt, special high wear resistant compound for the tread, using two-drum one-stage building machine to build tires and B type dual-mode curing press to cure tires. The test results of the finished tire showed that the inflation peripheral dimension, physical properties and durability of the tire met the requirements of the corresponding design and national standards.

Key words: small wheel excavator; all-steel off-the-road radial tire; traction oriented pattern; structural design; construction design

一种使用后可变颜色的彩色轮胎及其制造方法

由怡维怡橡胶研究院有限公司申请的专利(公布号 CN 1114106425A, 公布日期 2022-03-01)“一种使用后可变颜色的彩色轮胎及其制造方法”, 涉及一种使用后可变颜色的彩色轮胎, 包括半成品胎面、半成品胎侧和彩色覆盖胶。半成品胎面由彩色胎面胶和浅色基部胶组成; 半成品胎侧由非污染胎侧胶和非污染耐磨胶组成; 彩色覆盖胶包括胎面彩色覆盖胶、胎侧彩色覆盖

胶和彩色耐磨胶, 胎面彩色覆盖胶和胎侧彩色覆盖胶为同种胶料。其制造方法包括成型一段工序、成型二段工序以及硫化步骤, 不需要特殊加工模具和复杂的后处理工序, 工艺更简单, 且胎侧部位彩色胶用胶量更少, 成本更低。本发明所提供的使用后可变颜色的彩色轮胎, 新胎整体均为彩色, 而非局部彩色, 使用前期在磨耗到一定程度时, 胎面呈现出另外一种颜色, 并且整个轮胎生命周期均为彩色。

(本刊编辑部 马 晓)