

600/50R22.5农田/公路两用型全钢农业子午线轮胎的设计

梁孟珠¹, 陈志高², 贺李萍¹, 赵秀巧³, 张敬¹, 王彩红¹, 李静¹, 岳爽¹

[1. 风神轮胎股份有限公司, 河南 焦作 454003; 2. 上海米其林轮胎有限公司, 上海 201111; 3. 倍耐力轮胎(焦作)有限公司, 河南 焦作 454003]

摘要:介绍600/50R22.5农田/公路两用型全钢农业子午线轮胎的设计。结构设计: 外直径 1 172 mm, 断面宽 620 mm, 行驶面宽度 575 mm, 行驶面弧度高 18 mm, 胎圈着合直径 572 mm, 胎圈着合宽度 515 mm, 断面水平轴位置(H_1/H_2) 0.94, 胎面采用以横沟为主的横纵混合花纹沟, 花纹深度 18 mm, 花纹周节数 34, 花纹饱和度 53.4%。施工设计: 胎面采用单层设计, 胎体采用0.25+6+12×0.225HT钢丝帘线, 3层带束层均采用3+8×0.33HT钢丝帘线, 采用一次法成型机成型、活络模硫化机硫化。成品性能试验结果表明, 成品轮胎的充气外缘尺寸、耐久性能和高速性能均达到国家标准及相应设计要求。

关键词:农田/公路两用型全钢农业子午线轮胎; 结构设计; 施工设计; 成品轮胎性能

中图分类号:U463.341⁺.5/⁺.6

文章编号:2095-5448(2023)06-0301-04

文献标志码:A

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2023.06.0301



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着农业现代化的发展,农业机械需求攀升,主要有农业运输机械、农业动力机械、种植和施肥机械等产品。目前,国内农作物生产的规模化、现代化使农业机械得到广泛应用,从而带动了农业轮胎需求的增长^[1-2]。

在发达国家,农业子午线轮胎已经得到广泛使用;在我国,农业轮胎主要采用斜交产品。与农业斜交轮胎相比,农业子午线轮胎具有接触面积大、抗冲击性能和操纵性能好等特点。随着市场需求的变化,农业运输机械外形趋于重载类卡客车,既可以在农田转运农作物,又可以在公路上大承载高速行驶,因此对全钢农业子午线轮胎提出更大挑战。

本工作主要介绍600/50R22.5农田/公路两用型全钢农业子午线轮胎(以下简称600/50R22.5农业轮胎)的设计。

作者简介:梁孟珠(1989—),女,河南焦作人,风神轮胎股份有限公司工程师,硕士,主要从事工程机械及轮胎结构设计工作。

E-mail:liangmengzhu@rubber.chemchina.com

1 技术要求

根据《欧洲轮胎轮辋技术组织标准手册》(ETRTO2018),并结合公司设计经验及有限元分析方法,600/50R22.5农业轮胎作业类型为农业拖车轮胎,其技术参数如下:标准轮辋 AG20.00, 充气外直径(D') 1 178(1 156.62~1 205.38) mm, 充气断面宽(B') 614(589.44~656.98) mm, 标准负荷 4 800 kg, 标准充气压力 600 kPa, 试验速度 80 km·h⁻¹, 速度级别 F。

2 结构设计

2.1 外直径(D)和断面宽(B)

考虑经典力学原理进行轮胎结构设计,数学模型采用平衡轮廓设计理论^[3],分析方法采用有限元方法,同时考虑该车型的实际使用条件,本次设计 D 为1 172 mm, B 为620 mm。

2.2 行驶面宽度(b)和弧度高(h)

b 和 h 的设计值影响轮胎的多方面性能,决定

轮胎冠部的充气形状。为了增大轮胎与地面的接触面积,使轮胎接地压力分布和接地印痕形状最优,提高轮胎的耐磨性能,减小轮胎偏磨,延长轮胎使用寿命,综合设计经验和有限元分析结果,本次设计 b 和 h 分别为575和18 mm。

2.3 胎圈着合直径(d)和着合宽度(C)

考虑轮胎与轮辋的配合,胎圈部位轮廓曲线设计应与对应轮辋接近。为保证轮胎具有良好的装配性和气密性,轮胎与轮辋过盈量一般控制在2~4 mm,本次设计 d 为572 mm, C 为515 mm。

2.4 断面水平轴位置(H_1/H_2)

断面水平轴是轮胎断面中最宽的位置,其对应的胎侧变形最大,总厚度在断面中最小。 H_1/H_2 值对轮胎性能影响较大; H_1/H_2 值如果偏小,轮胎断面水平轴下移,胎圈部位应力集中,易出现胎圈脱空、胎圈裂^[4]和轮辋割伤; H_1/H_2 值如果偏大,轮胎断面水平轴上移,胎肩部位应力集中,易出现胎肩损坏。为保证上下胎侧弯曲刚度的平衡,本次设计 H_1/H_2 为0.94。

轮胎断面轮廓如图1所示。

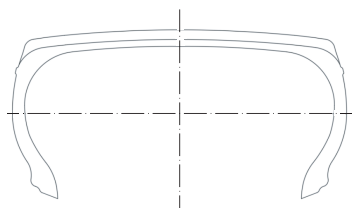


图1 轮胎断面轮廓示意

2.5 胎面花纹

本设计轮胎需要同时满足农田和公路两种路况。在农田作业时,由于农田泥土松软,有土块和秸秆等,要求胎面花纹具有良好的悬浮力、牵引性能、通过性和抗刺扎性^[5-6];在公路上高速行驶时,胎面花纹要求有很好的耐磨性能、耐热性能和散热能力。综合考虑,本次设计采用宽度不等的钢片将整体横向花纹块分割为不同小块。花纹深度为18 mm,花纹周节数为34,花纹饱和度为53.4%。花纹主沟采用喇叭形设计,宽度由胎面中心到胎肩逐渐变宽,可以增强轮胎的排泥和排水能力,并且提高其通过性能。

胎面花纹展开如图2所示。

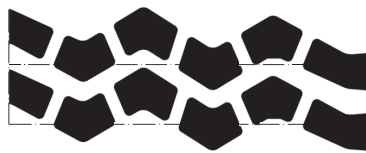


图2 胎面花纹展开示意

3 施工设计

3.1 胎面

胎面采用单层设计,胎面胶选用生热相对较低、耐磨性能和抗刺扎性能好的配方。胎面胶要求生热低、撕裂强度较高,且与带束层有良好的粘合性能。胎面结构如图3所示。



图3 胎面结构示意图

3.2 胎体和带束层

本设计轮胎由于在公路上使用,负荷按照相关法规选取。根据设计经验,本设计胎体采用0.25+6+12×0.225HT钢丝帘线。胎体安全倍数为9.5。

全钢农业子午线轮胎的带束层层数根据规格而不同。本设计轮胎与载重子午线轮胎直径相当,带束层一般为2—4层,需要确保其安全倍数在农田和公路路况及不同充气压力下都可以满足技术要求。本设计轮胎的带束层采用3层,其中1[#]和2[#]带束层为工作层,3[#]带束层为保护层,钢丝帘线均采用3+8×0.33HT钢丝帘线。带束层的安全倍数为9.1,满足设计要求。

3.3 胎圈

轮胎启动和制动时主要考虑胎圈的受力,轮胎在被轮辋紧固状态下承受轮辋过盈力。本设计轮胎钢丝圈呈六边形,胎圈钢丝直径为1.65 mm,覆胶钢丝直径为1.80 mm,胎圈钢丝根数为80。胎圈安全倍数为1.8。

3.4 成型

本设计轮胎采用一次法成型机成型,成型效率较高。根据设计经验,成型机主鼓直径为525 mm,机头宽度为1 100 mm,可以确保各半部件密实贴合成型,避免硫化时产生气泡。

3.5 硫化

硫化采用活络模硫化机和常规过热水^[9-10]硫化工艺。硫化条件为:内部温度 $(173 \pm 3)^\circ\text{C}$, 外部温度 $(143 \pm 3)^\circ\text{C}$, 内部压力 (2.80 ± 0.10) MPa, 外部压力 (0.26 ± 0.03) MPa, 总硫化时间 75 min。

4 成品轮胎性能

4.1 充气外缘尺寸

成品轮胎外缘尺寸按照GB/T 521—2012《轮胎外缘尺寸测量方法》测定。使用标准轮辋, 采用标准充气压力, D' 为 1 180 mm, B' 为 615 mm, 满足设计要求。

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》和企业标准进行成品轮胎室内耐久性试验。试验条件为:充气压力 600 kPa, 负荷 4 875 kg, 速度 $30 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, 环境温度 $28 \sim 31^\circ\text{C}$ 。

试验方法为:成品轮胎按国家标准行驶至 47 h 后, 停机检查, 若轮胎未出现损坏, 按企业标准继续进行试验, 直至轮胎损坏为止。结果表明, 累计行驶时间为 120 h, 试验结束时胎圈出现裂口, 轮胎耐久性能达到企业标准 (60 h), 且超过国家标准要求。

4.3 高速性能

按照GB/T 4501—2016《载重汽车轮胎性能室内试验方法》进行成品轮胎高速性能试验。试验条件为:充气压力 600 kPa, 负荷 4 800 kg, 速度

$80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, 环境温度 $28 \sim 31^\circ\text{C}$ 。结果表明, 累计行驶时间为 100 min, 试验结束时胎冠爆, 轮胎高速性能高于国家标准要求 (累计行驶时间为 60 min)。

5 结语

兼顾公路和农田两种路况, 本工作设计了安全性能和负荷能力良好的 600/50R22.5 农业轮胎。成品轮胎充气外缘尺寸、耐久性能和高速性能均满足国家标准及设计要求。产品已批量投放市场, 使用寿命达到客户预期, 有力地维护了公司品牌形象, 利润可观。

参考文献:

- [1] 冯启高, 毛罕平. 我国农业机械化发展现状及对策[J]. 农机化研究, 2010, 32(2): 245-248.
- [2] 尹智, 杨开泰. 国外农业子午线轮胎的剖析[J]. 橡胶科技, 2019, 17(5): 264-268.
- [3] 王友善, 刘培华, 赵剑铭. 有限元分析在轮胎结构设计中的应用[J]. 橡胶工业, 2005, 52(10): 613-618.
- [4] 睢安全. 120/90-26 6PR R2 农业轮胎的设计[J]. 轮胎工业, 2022, 42(2): 82-85.
- [5] 贾晓栋. 325/95R24 (12.00R24) TT/TL 通用型全钢载重子午线轮胎的设计[J]. 轮胎工业, 2021, 41(12): 733-736.
- [6] 王检, 刘力. 不同结构白炭黑对绿色轮胎胎面胶性能的影响[J]. 橡胶工业, 2019, 66(2): 106-110.
- [7] 饶钟尧. 确定和优化轮胎硫化时间的方法[J]. 特种橡胶制品, 2005, 26(3): 32-41.
- [8] 梁星宇, 周木英. 橡胶工业手册 (修订版) 第三分册 配方与基本工艺[M]. 北京: 化学工业出版社, 1989.

收稿日期: 2023-01-28

Design on 600/50R22.5 All-steel Agricultural Radial Tire for Farmland and Highway

LIANG Mengzhu¹, CHEN Zhigao², HE Liping¹, ZHAO Xiuqiao³, ZHANG Jing¹, WANG Caihong¹,
LI Jing¹, YUE Shuang¹

[1. Aeolus Tyre Co., Ltd, Jiaozuo 454003, China; 2. Shanghai Michelin Tire Co., Ltd (PC), Shanghai 201111, China; 3. Pirelli Tyre (Jiaozuo) Co., Ltd, Jiaozuo 454003, China]

Abstract: The design on 600/50R22.5 all-steel agricultural radial tire for farmland and highway was introduced. In the structure design, the following parameters were taken: overall diameter 1 172 mm, cross-section width 620 mm, width of running surface 575 mm, arc height of running surface 18 mm, bead diameter at rim seat 572 mm, bead width at rim seat 515 mm, maximum width position of

cross section (H_1/H_2) 0.94, using the horizontal and vertical mixed pattern grooves mainly composed of horizontal grooves for tread, pattern depth 18 mm, number of pattern pitches 34, and block/total ratio 53.4%. In the construction design, the following processes were taken: using single compound design for tread, using $0.25+6+12\times 0.225$ HT steel cord for carcass, $3+8\times 0.33$ HT steel cord for all 3 layers of belts, using one-stage building machine to build tires and segmented mold curing press to cure tires. The test results of the finished tire showed that the inflation peripheral dimension, durability and high-speed performance of the finished tire met the requirements of national standard and corresponding design.

Key words: all-steel agricultural radial tire for farmland and highway; structure design; construction design; finished tire performance

两个轮胎项目被列入2023年陕西省

重点建设项目

日前,陕西省重点建设项目2023年度计划公布,包括省级重点项目643个、续建项目398个、新建项目245个,总投资20 356亿元,年度投资4 818亿元。

643个省级重点项目分为创新驱动两链融合发展工程、先进制造业发展工程、传统产业转型升级工程等10大类。其中,创新驱动两链融合发展工程和先进制造业发展工程类项目占比为37.5%,年度计划投资占比为29%。

重点续建项目细分类别下有42个传统产业转型升级工程,包含2个轮胎项目,分别为山东玲珑轮胎股份有限公司(简称玲珑轮胎)铜川项目和咸阳黄河轮胎橡胶有限公司(简称咸阳黄河轮胎)项目。

玲珑轮胎铜川项目是玲珑轮胎在国内建设的第6个生产基地,产品涵盖半钢子午线轮胎、全钢子午线轮胎以及内胎等。项目总投资60.66亿元,分3期建设,总建设工期为6年。

咸阳黄河轮胎年产5.8万套专用轮胎项目总投资9.29亿元,产品包括聚氨酯填充轮胎、聚氨酯实心轮胎、蜂窝状高科技轮胎等专用轮胎。

(本刊编辑部)

中国石化在海南建设年产17万t

热塑性弹性体项目

日前,中国石油化工集团有限公司(简称中国石化)宣布在海南成立一家大型苯乙烯类热塑性弹性体工厂。项目总投资19.24亿元人民币(2.56

亿欧元),由海南巴陵化工新材料有限公司(简称巴陵新材料)和中国石化子公司海南炼化有限责任公司(简称海南炼化)的合资企业运营。项目年产能17万t热塑性弹性体,包括12万t苯乙烯-丁二烯-苯乙烯(SBS)和5万t苯乙烯-乙烯-丁二烯-乙烯(SEBS)。

中国石化表示,该项目将海南炼化的苯乙烯和丁二烯原料优势与巴陵新材料的技术优势相结合,将拥有全球领先的苯乙烯类热塑性弹性体生产能力,产品主要出口到欧洲、东南亚和南亚市场。借助海南自由贸易港区位优势,可大幅降低原材料和运输成本。

(本刊编辑部)

耐斯特炭黑NC8515项目再获科技创新奖

日前,山东耐斯特炭黑有限公司(简称耐斯特公司)高结构低生热炭黑NC8515研制项目获得第六届山东省科技工作者创新大赛三等奖。该项目曾荣获2022年山东省企业技术创新优秀成果二等奖。

炭黑NC8515是一种高结构、中等比表面积和中等粒径的高耐磨炭黑,其能赋予胶料更好的耐磨性能和较低的生热,主要应用于乘用车子午线轮胎、载重子午线轮胎的胎面胶以及高耐磨低生热输送带等。

近年来,耐斯特公司始终坚持技术创新驱动发展,以激发全员创造活力为根本,大力培育创新文化,建立全员创新发展机制,提高绿色生产能力和产品竞争力,以实现可持续健康发展。

(本刊编辑部)