

雪地用途23.5R25全钢工程机械子午线轮胎的设计

夏效坤, 谢仕强, 张燕龙, 赵君, 郭永芳

[泰凯英(青岛)专用轮胎技术研究开发有限公司, 山东 青岛 266100]

摘要:介绍雪地用途23.5R25全钢工程机械子午线轮胎的设计。结构设计:外直径 1 592 mm,断面宽 596 mm,行驶面宽度 530 mm,行驶面弧度高 24.5 mm,胎圈着合直径 630 mm,胎圈着合宽度 496 mm,断面水平轴位置(H_1/H_2) 0.88,采用牵引型横向花纹沟设计,花纹块上带有3D钢片。施工设计:胎面采用雪地轮胎专用胎面胶配方,4层带束层结构,1#—3#带束层采用3+9+15×0.22+0.15NT钢丝帘线,4#带束层采用4×6×0.25HE钢丝帘线,胎体采用3+9+15×0.22+0.15NT钢丝帘线,采用一次法成型机成型、单模蒸锅式硫化机硫化。成品轮胎试验结果表明,轮胎的充气外缘尺寸、物理性能和耐久性能均达到相应国家标准和企业标准要求。

关键词:全钢工程机械子午线轮胎;雪地用途;结构设计;施工设计;耐久性能

中图分类号:TQ336.1

文章编号:1006-8171(2023)12-0726-03

文献标志码:A

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2023.12.0726



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

在北美和北欧的部分国家因地处高纬度,在冬季大部分地区都被冰雪覆盖,且降雪频次较高,普通轮胎在雪地上的抓着性能、驱动性能和制动性能下降,存在安全隐患。同时,在北美和北欧的国家多为发达国家,安全意识较强,其部分矿山和建筑商通常要求工程机械设备在冬季替换为雪地轮胎。23.5R25 L3全钢工程机械子午线轮胎主要用于装载机^[1],是L3产品中市场需求量较大的产品。随着海外市场对该规格雪地轮胎需求的增长,我公司开发了雪地用途23.5R25 L3全钢工程机械子午线轮胎,现将产品的设计情况介绍如下。

1 技术要求

根据美国轮胎轮辋标准协会标准(TRA—2016),确定雪地用途23.5R25 L3全钢工程机械子午线轮胎的技术参数如下:标准轮辋19.50/2.5,充气外直径(D') 1 617(1 587.5~1 646.5) mm,充气断面宽(B') 597(579.1~650.7) mm;L3产品用途两星设计要求标准充气压力(10 km·h⁻¹速度下) 650 kPa,标准单胎负荷 14 500 kg。

作者简介:夏效坤(1986—),男,山东临朐人,泰凯英(青岛)专用轮胎技术研究开发有限公司工程师,学士,主要从事工程机械轮胎结构设计的相关工作。

E-mail:bruce.xia@techking.com

2 结构设计

2.1 外直径(D)和断面宽(B)

全钢工程机械轮胎因胎体和带束层的钢丝帘线强度较高,通常情况下其充气前后的外缘尺寸变化较小,根据以往设计经验,结合对一线竞品轮胎的分析,本次设计 D 取1 592 mm, B 取596 mm。

2.2 行驶面宽度(b)和弧度高(h)

b 和 h 对轮胎行驶过程中的稳定性和耐磨性能影响较大,通常情况下 b/B 取0.85~0.95, h/H (断面高)取0.04~0.06,按照以往设计经验,本次设计 b 取530 mm,即 b/B 为0.89; h 取24.5 mm,即 h/H 为0.05。

2.3 胎圈着合直径(d)和着合宽度(C)

该产品无内胎,胎圈与轮辋采用过盈配合设计,过盈量的大小关系到轮胎的气密性以及轮辋装卸的难易程度等,过盈量不合适可能会导致轮胎在行驶过程中与轮辋之间产生相对位移等问题^[2-4]。本次设计标准轮辋直径为635 mm,轮辋圈座角度为5°, d 取630 mm,胎圈底座处角度采取变角度设计,胎踵和胎趾处的角度分别为6°和0°。 C 一般情况下等于轮辋的着合宽度,因此本设计 C 取496 mm。

2.4 断面水平轴位置(H_1/H_2)

装载机的作业特点决定了其对轮胎胎圈部

位性能要求较高,为了避免胎圈部位应力集中导致胎圈爆等风险,应将断面水平轴略微上移,以降低胎圈部位受力。本次设计适当增大 H_1/H_2 ,取0.88。轮胎断面轮廓如图1所示。

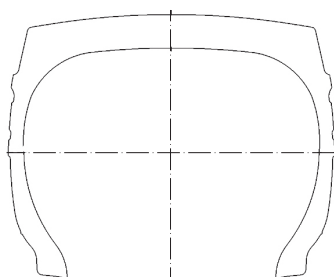


图1 轮胎断面轮廓示意

2.5 胎面花纹

该产品主要用于雪地路况下的装载机,应考虑该使用场景下的操控性能,需要轮胎在冰雪等光滑路面上具有较好的抓着性能、驱动性能和制动性能,因此胎面花纹设计具有以下主要特点。

(1)采用牵引型的横向花纹沟设计,花纹块的排列采用横向四块+五块交替组合的方式,且横向四块花纹块与横向五块花纹块的总宽度采用变化设计,即排列方式为“长-短-长-短”;相比于常规等宽度的设计,该种设计可以提升轮胎在冰雪和泥泞路面上的驱动性能和制动性能。(2)采用纵向花纹沟以提升轮胎的防侧滑性能。(3)花纹沟宽度从冠中位置到胎肩位置逐渐变大,以提高花纹自洁性能。(4)所有花纹块上均设置有波浪形钢片,且使用3D钢片,可以有效提升轮胎的抓着性能。(5)花纹沟底采用全圆弧设计,降低在低温环境下出现花纹沟底裂的风险。本次设计花纹深度为35 mm,花纹饱和度为58%,花纹周节数为21。

胎面花纹展开如图2所示,轮胎花纹立体效果如图3所示。

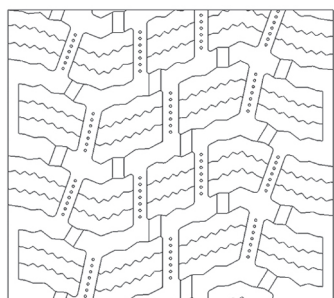


图2 胎面花纹展开示意



图3 轮胎花纹立体效果

3 施工设计

3.1 胎面

普通胎面胶在低温环境下发脆变硬,易出现崩花掉块现象,本次设计胎面采用雪地轮胎专用胎面胶配方,胶料在低温环境下仍保持较好的弹性。成型采用胎面缠绕方式,由冷喂料挤出机挤出胶条,将其缠绕在已经完成定型的胎坯上。

3.2 带束层

采用4层带束层结构设计,1[#]—3[#]带束层均使用3+9+15×0.22+0.15NT钢丝帘线,帘布压延密度和裁断角度略有不同;4[#]带束层为保护层,使用4×6×0.25HE钢丝帘线。带束层的安全倍数为8.1。

3.3 胎体

胎体使用3+9+15×0.22+0.15NT钢丝帘线,采用高反包设计,胎体反包端点高于断面水平轴。胎体的安全倍数为6.6。

3.4 胎圈

采用传统的六边形钢丝圈结构,胎圈钢丝直径为1.65 mm,覆胶后直径为1.8 mm,钢丝圈排列方式为9-14-9,共计124根。胎圈的安全倍数为8.4。

3.5 成型

采用软控股份有限公司生产的一次法成型机成型,为四鼓式成型机,与胎面缠绕设备相匹配,生产效率较高。成型鼓的初始贴合直径为575 mm,带束层贴合鼓周长为4 490 mm。

3.6 硫化

采用单模蒸锅式硫化机硫化。硫化条件为:内温 (170±3) °C,外温 (140±3) °C,内压 (2.8±0.1) MPa,外压 (0.21±0.02) MPa,总

硫化时间 170 min。硫化轮胎无过硫和缺胶等缺陷,检测合格。

4 成品轮胎性能

4.1 充气外缘尺寸

按照GB/T 521—2012《轮胎外缘尺寸测量方法》测量成品轮胎外缘尺寸。安装在标准轮辋上的轮胎在标准充气压力下的 D' 为1 600 mm, B' 为614 mm,符合国家标准要求。

4.2 物理性能

成品轮胎胎面胶的物理性能见表1。从表1可以看出,成品轮胎胎面胶的各项物理性能指标满足GB/T 1190—2018要求。

表1 成品轮胎胎面胶的物理性能

项 目	实测值	GB/T 1190—2018
邵尔A型硬度/度	61	≥55
拉伸强度/MPa	22	≥16.5
拉断伸长率/%	522	≥350
阿克隆磨耗量/cm ³	0.3	≤0.5

4.3 耐久性能

按照GB/T 30193—2013并结合企业标准进行耐久性试验,试验条件如表2所示。企业标准要求轮胎在耐久性试验中必须进入第8阶段,实际试验中轮胎进入第9阶段出现胎圈脱层,轮胎的耐久性

表2 成品轮胎的耐久性试验条件

项 目	试验阶段								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
负荷率/%	100	100	100	100	110	120	130	130	130
速度/(km·h ⁻¹)	10	10	10	10	10	10	10	20	30
行驶时间/h	7	16	24	10	10	10	10	10	10

注:标准充气压力 650 kPa,标准负荷 14 500 kg。
能达到企业标准要求,超过国家标准要求。

5 结语

本次开发的雪地用途23.5R25 L3全钢工程机械子午线轮胎的充气外缘尺寸和物理性能达到国家标准要求,耐久性能满足企业标准要求,并且远高于国家标准要求。产品投放市场后表现较好,在北欧和北美地区市场占有率较高,为公司带来了良好的经济效益。

参考文献:

[1] 张红斌,田建成,全传贤.装载机轮胎[P].中国:CN 215621212U,2022-01-25.
[2] 宋朝兴,李晓明,陈宇,等.9.00R20NHS井下矿用光面全钢工程机械子午线轮胎的设计[J].橡胶科技,2022,20(11):556-559.
[3] 俞彦芳,陈宇,王晓六,等.59/80R63巨型全钢工程机械子午线轮胎钢丝圈组件的研发[J].轮胎工业,2023,43(3):181-183.
[4] 王传铸,赵君,王银竹,等.36.00R51阻燃巨型工程机械子午线轮胎的研制[J].橡胶工业,2022,69(6):455-458.

收稿日期:2023-08-19

Design on 23.5R25 All-steel Off-The-Road Radial Tire for Snow Use

XIA Xiaokun,XIE Shiqiang,ZHANG Yanlong,ZHAO Jun,GUO Yongfang

[Techking (Qingdao) Special Tire Technology Research and Development Co., Ltd, Qingdao 266100, China]

Abstract: The design on 23.5R25 all-steel off-the-road radial tire for snow use was described. In the structure design, the following parameters were taken: overall diameter 1 592 mm, cross-sectional width 596 mm, width of running surface 530 mm, arc height of running surface 24.5 mm, bead diameter at rim seat 630 mm, bead width at rim seat 496 mm, maximum width position of cross-section (H_1/H_2) 0.88, using the traction type horizontal pattern groove design, with 3D steel plates on the pattern block. In the construction design, the following processes were taken: tread using a special tread compound formula for snow tires, with 4-layer belt structure, 3 + 9 + 15 × 0.22 + 0.15NT steel cord for 1[#]—3[#] belt layers, 4 × 6 × 0.25HE steel cord for 4[#] belt layer, 3 + 9 + 15 × 0.22 + 0.15NT steel cord for carcass, one-step building machine for building, single-mode steamer curing press for curing. The test results of the finished tires showed that the inflated peripheral dimensions, physical properties and durability met the requirements of corresponding national standards and enterprise standards.

Key words: all-steel off-the-road radial tire; snow use; structural design; construction design; durability