

全路面起重机用385/95R25工程机械子午线轮胎的开发

印海建, 赵君, 孙熙林, 夏效坤, 王传铸*

[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:介绍全路面起重机用385/95R25工程机械子午线轮胎的开发。结构设计:外直径 1 363 mm,断面宽 385 mm,行驶面宽度 310 mm,行驶面弧度高 11 mm,胎圈着合直径 630 mm,胎圈着合宽度 280 mm,断面水平轴位置(H_1/H_2) 0.97,采用4条纵沟胎面花纹,胎冠中央为块状花纹,花纹深度 22 mm,花纹饱和度 66.2%,花纹周节数 54。施工设计:胎面由胎面胶和基部胶组成,3层带束层均采用3+9+15×0.22+0.15NT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。成品性能试验结果表明,轮胎的充气外缘尺寸达到国家标准要求,耐久性能达到企业标准要求。

关键词:全路面起重机;工程机械子午线轮胎;结构设计;施工设计;耐久性能

中图分类号:U463.341+.5/.6;TQ336.1

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2022)08-0460-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2022.08.0460



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

大吨位全路面起重机作为建筑行业常见的一种工程机械车辆,适用于多种工况的全路面使用场景^[1]。全路面起重机与履带式起重机的主要区别一是相较于履带式起重机适用于平坦地域吊装作业,全路面起重机作业更加灵活,适合山地、越野场景的(例如风电机组建设、电网检修等)复杂吊装场景;二是全路面起重机为轮式驱动,即使是1 600 t的超大吨位起重机也具备长途高速转场能力,最大单程运距可达1 000 km以上,最大速度可达90 km·h⁻¹,平均速度为60~80 km·h⁻¹,而履带式起重机需要借助其他拖车车辆进行长距离转场,自身不具备长距离转场能力。全路面起重机根据起吊能力不同分为汽车吊、全路面起重机和大吨位全路面起重机,目前行业内暂无统一标准。385/95R25轮胎主要适用于吊装能力为80~300 t的全路面起重机。

随着工程机械车辆的发展,起重机轮胎面临新的挑战^[2]。国家“双碳”目标提出后,以风电为代表的新能源受到更大的关注,大量的风电设备投

入建设并组网发电。山地风电机组的吊装作业对轮胎的驱动性能、抗切割性能提出要求。此外,随着车辆和道路状况的升级,高速长距离转场过程中的轮胎生热导致橡胶老化而引起的爆胎问题严重影响车辆行驶安全。

为了适应不断变化的市场需要,我公司开发了全路面起重机用385/95R25工程机械子午线轮胎^[3],以期解决复杂路面驱动问题以及高速长运距子午线轮胎出现早期肩部脱层、冠部脱层和爆胎等问题,提高产品性能,为客户创造更高的价值。

1 技术要求

根据美国轮胎轮辋协会标准年鉴(TRA)2016和欧洲轮胎轮辋技术组织标准手册(ETRTO)2018,确定385/95R25工程机械子午线轮胎的技术参数如下:标准轮辋 10.0/1.5-25,充气外直径(D') 1 363(1 355~1 427) mm,充气断面宽(B') 385(368~409) mm,无内胎轮胎。

2 结构设计

2.1 外直径(D)和断面宽(B)

适用于全路面起重机的轮胎产品的市场病象多以肩部脱层为主,本次设计 D 和 B 时与材料模量

作者简介:印海建(1987—),男,江苏如皋人,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工作。

*通信联系人(tech.wang@techking.com)

匹配,优化骨架材料端点处的应力梯度变化^[4-6],同时综合全路面起重机实际路况的最大行驶速度和轮胎生热情况,最终确定 D 取1 363 mm, B 取385 mm。

2.2 行驶面宽度(b)和弧度高(h)

因 b 和 h 对轮胎行驶过程中的稳定性和耐磨性能有较大影响,全路面起重机全轮位具备转向能力,在市场调研期间发现竞品轮胎大多存在整周肩部偏磨和花纹块前高后低等畸形磨损情况,并有明显的疲劳裂纹,因此本次设计时平衡肩部的异常磨损情况,加强肩部刚度, b 取310 mm, h 取11 mm。

2.3 胎圈着合直径(d)和着合宽度(C)

国内起重机车辆超载情况比较常见,但使用385/95R25轮胎的起重机车辆超载比例在10%以下,市场上不存在胎圈部位滑移情况,但在轮胎加载和卸载的周期性往复运动过程中,与轮辋接触的胎趾上侧常见胎圈部位老化纹。竞品轮胎存在冬季漏气的问题,同时考虑到全路面起重机长运距、高速的使用条件,本设计 C 取280 mm, d 取630 mm。

2.4 断面水平轴位置(H_1/H_2)

H_1/H_2 的选取直接影响轮胎胎肩和胎圈部位受力平衡情况。考虑到起重机吊装现场车辆被支腿架起,轮胎不受力,但在作业场地内存在短距离低速重载情况,同时兼顾长运距、高速的转场情况下市场主要病象以胎肩生热导致的肩部脱层为主,本次设计尽量避免肩部骨架材料端点处屈挠程度,降低胶料的应变,进而降低肩部生热,因此 H_1/H_2 取0.97。

轮胎断面轮廓如图1所示。

2.5 胎面花纹

针对起重机轮胎外侧胎肩异常磨损问题,考虑采用封闭胎肩方案,但封闭胎肩会增大花纹饱和度,从肩部生热角度分析,本设计采用单侧封闭式胎肩设计,这样既能有效控制成本,又可以有效降低生热。

市场调研中发现起重机车辆导向轮有明显的疲劳裂纹现象,分析原因是竞品轮胎花纹由直沟转向沟壁应力过大导致。考虑到非对称花纹设

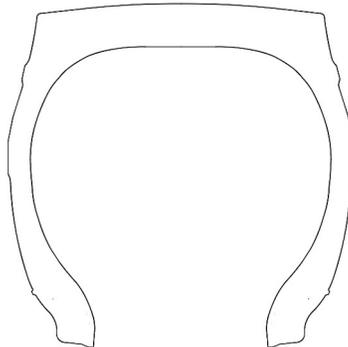


图1 轮胎断面轮廓示意

计对于后期轮胎轮位调换不利,采用对称花纹设计:全轮位4条花纹沟设计,采用轻沟槽,胎肩采用封闭式设计,改善肩部偏磨,同时边部楔形开槽,有利于肩部应力集中时的散热;为兼顾复杂路面的驱动性能,中间花纹采用大弧度块状花纹设计,增大沟槽宽度,冠弧展开长度为310 mm,采用3种节距设计,各节距长度分别为85,80和70 mm,花纹深度取22 mm,花纹饱和度取66.2%,花纹周节数取54。

胎面花纹展开如图2所示,轮胎三维花纹效果见图3。

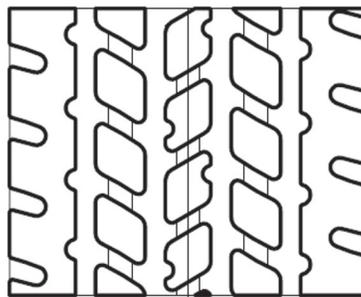


图2 胎面花纹展开示意



图3 轮胎三维花纹效果

3 施工设计

3.1 胎面

胎面是轮胎直接接触地面的部位,对起重机轮胎胎面胶的一般要求是具备全路面工况行驶性能,重点兼顾高速生热和抗切割性能。因此将胎面分为上层胎面胶和下层基部胶两部分。考虑到起重车辆全路面作业行驶和轮胎肩部脱层的主要失效模式,胎面胶选用硬度较高、抗刺扎胶料配方,以保证在复杂路面上轮胎的抗切割和耐磨性能。基部胶采用低生热的高速胶料配方,同时保证胎面与带束层之间具有良好的过渡性能,以降低轮胎的生热,减少肩部脱层。

3.2 带束层

全钢工程机械子午线轮胎一般为3—6层带束层。本次设计采用3层带束层结构,带束层均采用3+9+15×0.22+0.15NT钢丝帘线,安全倍数为6.75,满足要求。因全路面起重机有长距离高速转场的性能要求,带束层包边胶和夹胶采用为高速工程机械轮胎定制的高模量、低生热胶料配方,以提高全路面起重机轮胎的高速性能。

3.3 胎体

由于起重机轮胎胎侧扭转程度大且频次高^[7],因此胎体帘布采用高反包设计,即胎体帘布反包高度超过轮胎的断面水平轴。胎体采用3+9+15×0.22+0.15NT钢丝帘线,安全倍数为6.21。

3.4 胎圈

轮胎胎圈主要作用为启动、制动时将轮胎紧固在轮辋上,本次设计采用六边形钢丝圈,钢丝直径为1.65 mm,覆胶直径为1.8 mm,钢丝圈钢丝根数为101,安全倍数为6.18。

3.5 成型

采用一次法成型机成型。胎体帘布高反包结构需要充气胶囊助推到位,控制胶囊的充气时间,并重视胎侧的辊压排气,以减少胎体帘布反包的缺陷。

3.6 硫化

采用单模蒸锅式硫化机硫化。硫化条件为:内温 (175±3) °C,外温 (145±3) °C,内压 (2.8±0.1) MPa,外压 (0.30±0.02) MPa,总硫化时间 108 min。

4 成品性能

4.1 外缘尺寸

轮胎外缘尺寸按照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1 363和385 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轮胎耐久性试验,试验条件见表1。轮胎的试验速度恒定,负荷水平不断提高,行驶至轮胎损坏为止。国家标准要求累计行驶时间至少达到47 h,本产品重复试验实际累计行驶时间可达117 h以上,即达到负荷率170%水平阶段。该耐久性能水平的试验轮胎经实地测试后可以满足市场上300 t以下全路面起重机对轮胎生热性能的要求,满足企业轮胎耐久性上市标准。

表1 轮胎耐久性试验条件

阶段	负荷率/%	试验速度/(km·h ⁻¹)	试验时间/h
1	60	35	7
2	80	35	16
3	100	35	24
4	110	35	10
5	120	35	10
6	130	35	10
7	140	35	10
8	150	35	10
9	160	35	10
10	170	35	10
11	180	35	10
12	190	35	10

注:充气压力 900 kPa,标准负荷 6 000 kg,环境温度 28~31 °C。

5 结语

本次针对超长运距、高速条件下使用的全路面起重机设计开发的385/95R25工程机械子午线轮胎的充气外缘尺寸和耐久性能满足设计要求和相应国家标准和企业标准要求。该产品投入市场后,在国内全路面起重机细分市场占比高,轮胎肩部脱层和爆胎比例明显降低,为此类建筑用轮胎场景提供了有效的轮胎解决方案,并为公司带来了一定经济效益。

参考文献:

- [1] 蔡福海,高顺德,王欣.全地面起重机发展现状及其关键技术探讨[J].工程机械与维修,2006(9):66-70.
- [2] 厉超,李庆瀛.全地面起重机关键技术探析[J].南方农机,2018,303(11):248-253.
- [3] 薛源.26.5-25 20PR R-1工程机械轮胎的设计[J].轮胎工业,2021,41(5):292-294.
- [4] 燕山.载重子午线轮胎有限元分析与实验研究[D].青岛:青岛科技大学,2013.
- [5] 孙熙林.轮胎花纹排水性的有限元仿真及结构优化[D].青岛:青岛科技大学,2019.
- [6] 陶森望,宋健,徐丹丹,等.基于自定义特征的子午线轮胎结构参数化系统的设计[J].橡胶工业,2021,68(7):483-490.
- [7] 张小江.全地面起重机转向性能仿真和试验研究[D].长春:吉林大学,2011.

收稿日期:2022-03-07

Development of 385/95R25 Off-The-Road Radial Tire for All Terrain Crane

YIN Haijian, ZHAO Jun, SUN Xilin, XIA Xiaokun, WANG Chuanzhu

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

Abstract: The development of the 385/95R25 off-the-road radial tire for all terrain crane was described. In the structure design, the following parameters were taken: overall diameter 1 363 mm, cross-sectional width 385 mm, width of running surface 310 mm, arc height of running surface 11 mm, bead diameter at rim seat 630 mm, bead width at rim seat 280 mm, maximum width position of cross-section (H_1/H_2) 0.97, using 4 longitudinal grooves for tread with block patterns for the center of the crown, pattern depth 22 mm, block/total ratio 66.2%, number of pattern pitches 54. In the construction design, the following processes were taken: the tread was composed of tread compound and base compound, 3 + 9 + 15 × 0.22 + 0.15NT steel cord for all 3 layers of belts, and 3 + 9 + 15 × 0.22 + 0.15NT steel cord for the carcass, using one stage building machine to build tires and single mold steamer type vulcanizing press to cure tires. The test results of the finished tire showed that, the inflated peripheral dimension met the requirements of the national standard, and the durability met the requirements of the enterprise standards.

Key words: all terrain crane; off-the-road radial tire; structure design; construction design; durability

一种废弃轮胎压缩打包设备

由山东玲珑轮胎股份有限公司和山东玲珑橡胶科技有限公司申请的专利(公布号 CN 113859619A, 公布日期 2021-12-31)“一种废弃轮胎压缩打包设备”,涉及的废弃轮胎压缩打包设备包括压缩箱和压缩机构,压缩箱的顶端固定安装有压缩机构,内部设有压缩腔,两侧皆设有与压缩腔连通的开口,每个开口处均设有若干个等间距分布的防护杆;压缩腔的腔底开设有若干道第一打包槽,腔口处固定安装有若干导向机构,若干导向机构同向一侧装配有收纳机构;压缩箱的外侧壁固定安装有退料机构。本发明采用单根打包钢条的环绕打包结构,代替了传统两根打包钢条相接的打包结构,节约了打包钢带接头,缩短了打包时间,提高了打包效率和打包安全性。

(本刊编辑部 马 晓)

一种轮胎胎面分层缠绕方法

由赛轮(东营)轮胎股份有限公司申请的专利(公布号 CN 113927932B, 公布日期 2022-03-04)“一种轮胎胎面分层缠绕方法”,涉及一种轮胎胎面分层缠绕方法,属于轮胎加工技术领域。该方法根据胎面断面形状最高点的厚度以及每层胶条的预设厚度,确定分层缠绕的层数;沿着胎面的底层,在胎肩与胎面的中垂线之间取点作为分层缠绕的起始位;确定胎面断面轮廓线上厚度变化的关键点及每个分层的分层线;胶条自起始位并依据分层线进行各分层缠绕。本发明能够保证胶条在两侧胎肩缠绕层数相同,提高两侧胎肩厚度均一性,同时,胶条堆叠后无波浪起伏和过渡不良现象,胶条实际缠绕效果与设计标准吻合度高,从而提高了轮胎后续硫化效果。

(本刊编辑部 马 晓)