

龙门吊用 21.00—25 40PR 无内胎 工程机械轮胎的设计

王 洁

(杭州中策橡胶有限公司, 浙江 杭州 310008)

摘要:介绍龙门吊用 21.00—25 40PR 无内胎工程机械轮胎的设计。结构设计:外直径 1 758 mm,断面宽 520 mm,行驶面宽度 500 mm,行驶面弧度高 50 mm,胎圈着合直径 630 mm,胎圈着合宽度 380 mm,断面水平轴位置(H_1/H_2) 0.867 5,胎面采用八角花纹形式,花纹饱和度 78%,花纹深度 45 mm,花纹周节数 30。施工设计:胎面采用 3 种配方(胎面上层胶、基部胶和胎侧胶),胎体帘布采用 21 层 2100dtex/2V₁ 锦纶 66 帘布,缓冲层采用 2 层 930dtex/2V₃ 锦纶 66 帘布,胎圈采用三钢丝圈结构,采用 LCX-5 型半芯轮式成型机成型、 $\Phi 2.5$ m 硫化罐硫化。成品轮胎室内试验结果表明,轮胎充气外缘尺寸、物理性能和 TKPH 额定值均达到相应设计和国家标准要求。

关键词:工程机械轮胎;无内胎轮胎;结构设计;施工设计

中图分类号:U463.341⁺.5;TQ336.1⁺4 **文献标志码:**B **文章编号:**1006-8171(2013)10-0590-05

随着我国经济持续、快速发展,我国港口面临着历史性的发展机遇,与港口建设相配套的工程机械以及工程机械轮胎也进入历史性的发展阶段。如随着港口吞吐量的急剧增加,龙门吊从配用 18.00—25 轮胎转向配用 21.00—25 轮胎,不仅可以提高载荷能力,还可以降低轮胎消耗成本,缩短轮胎置换时间,提高运输效率。根据这一市场需求,我公司开发了港口龙门吊用 21.00—25 40PR 无内胎工程机械轮胎。

1 技术要求

根据 GB/T 2980—2009《工程机械轮胎规格、尺寸、气压与负荷》,确定 21.00—25 40PR 无内胎工程机械轮胎的技术参数为:标准轮辋 15.00/3.0—25,充气外直径(D') 1 750 (1 716~1 783) mm,充气断面宽(B') 575 (553~604) mm,标准充气压力 825 kPa,最大负荷 20 600 kg,花纹代号 IND-4。由于该规格轮胎用于港口龙门吊,在硬质改良路面上使用,因此充气压力提高到 1 000 kPa,在速度为 10 km·h⁻¹下,最大负荷为 27 300 kg;在速度为 5

km·h⁻¹下,最大负荷为 29 310 kg。

2 结构设计

2.1 外直径(D)和断面宽(B)

为使轮胎充气外缘尺寸达到标准要求,并具有良好的使用性能,根据类似规格轮胎参数以及实际经验,本次设计 D 取 1 758 mm, B 取 520 mm,外直径膨胀率(D'/D)为 0.995 4,断面宽膨胀率(B'/B)为 1.105 8,断面高(H)为 564 mm, H/B 为 1.084 6。

2.2 行驶面宽度(b)和弧度高(h)

b 和 h 是决定胎冠形状的主要参数,行驶面的形状对轮胎的牵引性能、耐磨性能、转向性能、接地面积以及路面抓着力、生热等都有直接影响。增大 b ,减小 h ,能增大轮胎和路面的接触面积,减少单位面积的压力,显著提高轮胎胎面的耐磨性能和牵引性能,改善接地压力分布。但胎冠设计过于平坦,则胎肩厚度、剪切力增大,导致生热提高,易出现早期胎肩脱层等问题,因此本次设计采用两段冠弧,既增大 b ,又适当增大 h , b 取 500 mm, h 取 50 mm, b/B 为 0.961 5, h/H 为 0.088 65。

2.3 胎圈着合直径(d)和着合宽度(C)

由于 21.00—25 轮胎为港口龙门吊用无内胎

轮胎,使用充气压力和负荷高,要确保其气密性,胎圈部位的设计是关键。为使胎圈与轮辋紧密配合, d 和 C 的取值至关重要, d 选取太大,胎圈与轮辋着合不紧密,使用时易磨损胎圈, d 选取太小,则轮胎装卸困难。根据经验,胎圈与轮辋采取过盈配合,过盈量为 5 mm,同时采用 2 个不同的倾角代替传统的单一倾角, C 与轮辋宽度相同,以避免造成胎圈应力集中,导致胎圈早期损坏。本次设计 d 取 630 mm,倾角取 5° 和 9° , C 取 380 mm。

2.4 断面水平轴位置(H_1/H_2)

断面水平轴位于断面最宽点,是轮胎充气 and 法向负荷下变形最大的位置,也是轮胎屈挠最大的部位。 H_1/H_2 取值偏大,最大屈挠应力及应变部位接近胎肩,则胎肩由于受很大的剪切变形而升温,造成肩部帘布脱层或胎面剥离; H_1/H_2 取值偏小,轮胎使用中最大屈挠应力和应变接近胎圈帘布包边级差处,则该处因互相剪切摩擦升温而造成胎圈脱层和胎圈帘布折断等。根据工程机械轮胎使用特点和以往的设计经验,综合考虑各方面因素,本次设计 H_1/H_2 取 0.867 5。轮胎断面如图 1 所示。

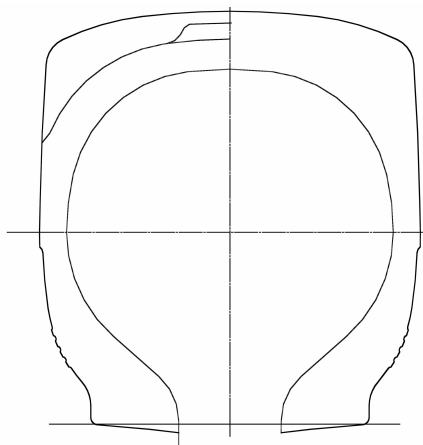


图 1 轮胎断面示意

2.5 胎面花纹

胎面花纹设计直接关系到轮胎使用性能和寿命,是提高轮胎质量的重要途径之一。考虑到 21.00—25 轮胎主要用于港口龙门吊,路面条件良好,速度不高,但对轮胎的耐磨、转向、抗滑以及抓着性能要求高,本次设计胎面花纹采用八角花纹形式。由于八角花纹块大而硬,散热性能差,易

生热及产生胎肩脱层和开裂等问题,因此花纹周节数取 30,花纹饱和度取 78%,同时兼顾耐磨性能等,花纹深度取 45 mm。此外,为减少花纹沟底裂口,花纹沟底部采用小圆弧过渡。胎面花纹展开如图 2 所示。

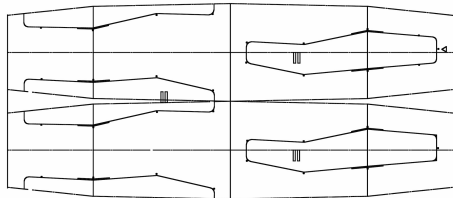


图 2 胎面花纹展开示意

3 施工设计

3.1 胎面

胎面(见图 3)采用胎面上层胶、基部胶和胎侧胶 3 个配方。胎面上层胶配方生胶体系选择综合性能最佳的天然橡胶(NR)与弹性高、耐磨性能好的顺丁橡胶并用;补强体系采用高补强性能、高结构中超耐磨炭黑与抗撕裂性能好的白炭黑并用,并配合使用硅烷偶联剂以改善胶料压缩变形和滞后损失,进一步提高胶料的抗撕裂性能和动态疲劳性能,同时提高胶料的弹性,降低生热。由于该规格轮胎使用条件苛刻,特别是工作时扭曲大,帘布层间剪切力大,胎肩生热高,因此基部胶配方设计时以降低生热、提高耐热性能为主,即采用 NR 和丁苯橡胶(SBR)并用,补强剂采用低生热高耐磨炭黑,同时增强防老体系,提高胶料定伸应力,使基部胶具有良好的耐热性能和耐老化性能,采用半有效硫化体系,使基部胶具有很好的抗硫化返原性能,以达到防止中期脱层,提高轮胎使用寿命的目的。由于胎侧胶的耐天候老化性能要求特别苛刻,因此胎侧胶配方采用大量的物理防老剂和耐臭氧龟裂性能特别好的防老剂 4020,从而大大提高了轮胎的耐老化龟裂性能,延长了轮胎的使用寿命。

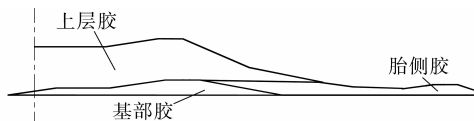


图 3 胎面形状示意

胎面上层胶采用新型冷喂料挤出缠绕成型,提高胎面的致密性能和粘合性能,减少胎面多层贴合引起的层间气泡,从根本上解决轮胎的脱层问题。肩部胶采用贴压法成型,减小胎冠中部基部胶厚度,加大胎肩部位基部胶厚度,最厚处达20 mm,以有效降低胎肩部位的生热。胎侧胶采用贴压法成型,胎侧形状根据材料分布,尽可能地设计成与成品轮胎形状接近,减少胎侧胶料的流动。

3.2 胎体帘布层和缓冲层

21.00—25 轮胎要求胎体挺性高,胎体强度大,因此胎体设计时采取以下措施。

- 胎体采用21层2100dtex/2V₁锦纶66帘布,按6-6-6-3方式成型,安全倍数达到6.5。
- 帘布裁断选用变角度设计。由于通过计算机计算得知,各层帘布帘线伸张是不均匀的,内层帘布帘线伸张值比外层大2.5%,尤其是多层帘布的工程机械轮胎,因此,为减小帘线的应力应变,保证帘线伸张的均匀性,本次帘布裁断采用26.5°~30°变角度设计。

- 胎冠帘线角取54°,以提高胎冠部位的刚性,减小充气时径向变形。

- 提高帘布层反包高度,将端点高度接近断面水平轴位置,以增强下胎侧的强度和刚性,降低下胎体区域变形,使反包端点所受应变能减少,避免胎侧和钢丝圈部位早期损坏。

- 缓冲层采用2层930dtex/2V₃锦纶66帘布,帘布裁断角度为31°。

- 胎体帘布挂胶厚度为1.27 mm,缓冲层帘布附胶厚度为1.35 mm。

3.3 气密层

气密层是无内胎工程机械轮胎的关键部位,对气密性能要求特别高。为使气体渗透率小,要求气密层胶料与胎体及纤维粘合强度高,不脱层、不起泡,耐老化和耐热性能好,因此配方选用气密性和抗老化性能好的氯化丁基橡胶(CIIR),同时并用部分NR以改善CIIR与胎体粘合性差的现象。此外,还采用新型交联剂和活性剂,以提高胶料的耐热性能和均匀分散性能,从而提高气密层的气密性以及胎体帘布的粘合性能,使轮胎充

气压力稳定。气密层厚度为4.5 mm,宽度则要包过胎趾部位。

3.4 胎圈

胎圈是轮胎承载状态下应变能相对最大的部位,最易损坏,对于无内胎工程机械轮胎,其胎圈部位的应力会比普通有内胎轮胎高,此外还受胎圈与轮辋过盈配合的影响,对胎圈强度要求高。为此,钢丝圈采用 $\Phi 0.95$ mm回火胎圈钢丝,排列方式为12×15,并对其进行钢丝缠绕及半硫化工工艺硫化,以提高钢丝胶的粘合力,确保轮胎在高负荷状态下钢丝圈强度。同时,为提高胎圈下胎侧部位的支撑性能,还采用了大三角胶和三钢丝圈结构,并采用钢丝圈变直径(645~650 mm)设计,将钢丝截面积所受应力限制到最小值,提高轮胎在超负荷下的稳定性。为确保轮胎的气密性,胎圈包布采用638dtex×638dtex网眼布。

3.5 成型

采用LCX-5型半芯轮式成型机,成型方式为6-6-6-3,机头直径为960 mm,机头宽度为1 230 mm。

3.6 硫化

采用 $\Phi 2.5$ m硫化罐硫化,胶囊定型,硫化条件为:过热水温度170℃,过热水进口压力2.8 MPa,内压冷却水压力 ≥ 1.6 MPa,充气水压力 ≥ 1.8 MPa,外温(148±5)℃,外冷却水压力0.3~0.4 MPa,正硫化时间150 min。

4 成品性能

4.1 外缘尺寸

安装在标准轮辋上的成品轮胎在标准充气压力下的外直径为1 745 mm,断面宽为590 mm,均符合设计要求。

4.2 物理性能

成品轮胎物理性能试验结果如表1所示。从表1可以看出,成品轮胎物理性能达到国家标准要求。

4.3 TKPH 额定值

TKPH额定值是轮胎工作能力的量度,控制轮胎不至于在超负荷下生热过多导致早期破损。TKPH额定值用轮胎在38℃环境温度下达到临

表 1 成品轮胎物理性能试验结果

项 目	实测值	GB/T 1190—2009
胎面胶性能		
邵尔 A 型硬度/度	65	≥55
拉伸强度/MPa	20.3	≥16.5
拉断伸长率/%	441	≥350
阿克隆磨耗量/cm ³	0.05	≤0.50
粘合强度/(kN·m ⁻¹)		
胎面-缓冲层	16.9	≥8.0
缓冲层间	14.7	≥7.0
缓冲层-胎体帘布层	13.9	≥6.0
胎体帘布层间	9.7	≥5.5
胎侧-胎体帘布层	14.3	≥5.5

界温度时的负荷和速度的乘积来表示。TKPH 额定值越大,轮胎的耐热性能越好,使用寿命越长。测试方法为:轮胎在 38℃ 环境温度下于 Φ3 m 转鼓试验机上进行试验,试验前先在轮胎胎面规定的点上钻 Φ3 mm 的孔(见图 4),各孔深度保证距最外层缓冲层表面 5 mm,然后根据充气压力、负荷、速度和时间分 5 个步骤测试其温度,试验结果见表 2。

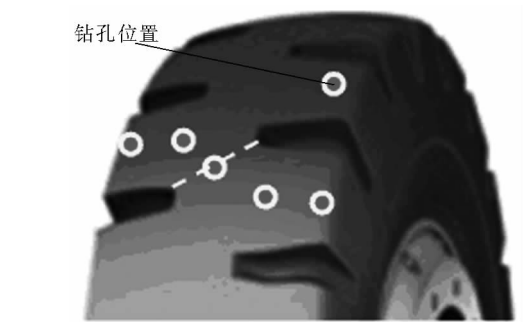


图 4 胎面钻孔位置示意

根据测温数据绘制的 TKPH 值-温度关系直线如图 5 所示。图 5 中与临界温度对应的 TKPH 值即为轮胎的 TKPH 额定值,也就是 115℃

表 2 工程机械轮胎测温试验数据℃

项目	试验步骤				
	1	2	3	4	5
负荷/kg	14 500	14 500	14 500	18 200	18 200
速度/(km·h ⁻¹)	4	6	8	6	8
TKPH 值	58	87	116	109.2	145.6
内部温度/℃	72.18	94.26	97	99.89	102.1
环境温度/℃	34.5	36.9	38.8	38.2	34.5

注:温度为每个测试阶段达到热平衡后记录下的最高值。

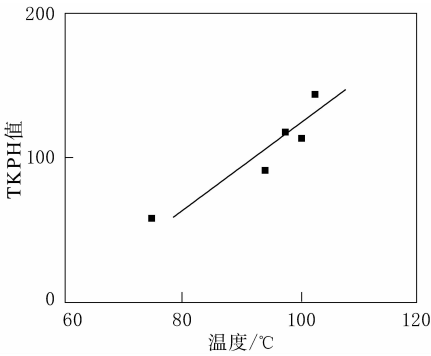


图 5 TKPH 值-温度关系

下轮胎的 TKPH 额定值为 170.85(接近日本横滨公司同类产品的 TKPH 额定值),达到设计要求。

5 结语

港口龙门吊用 21.00—25 40PR 无内胎工程机械轮胎研制成功,成品轮胎的外缘尺寸、物理性能和 TKPH 额定值均符合相应设计和国家标准要求。该产品自投产以来,生产工艺和外观质量稳定,退赔率小,受到用户的广泛好评,为公司赢得新的经济增长点,取得了良好的经济效益和社会效益。

收稿日期:2013-05-03

Design of 21.00—25 40PR Tubeless Off-the-road Tire for Gantry Crane

WANG Jie

(Hangzhou Zhongce Rubber Co., Ltd, Hangzhou 310008, China)

Abstract: The design of 21.00—25 40PR tubeless off-the-road tire for gantry crane was described. In the structure design, the following parameters were taken: overall diameter 1 758 mm, cross-sectional width 520 mm, width of running surface 500 mm, arc height of running surface 50 mm, bead diameter at rim seat 630 mm, bead width at rim seat 380 mm, maximum width position of

cross-section(H_1/H_2) 0.867 5, and using octagonal tread patterns, block/total ratio 78%, pattern depth 45 mm, pattern pitch number 30. In the construction design, the following processes were taken: three-formula tread (upper, base tread and sidewall compound), 21 layers of 2100dtex/2V₁ nylon 66 cord for carcass ply, 2 layers of 930dtex/2V₃ nylon 66 cord for breaker ply, three bead coils for bead, using LCX-5 type semi-flat building machine to build tires, and using $\Phi 2.5$ m autoclave to cure tires. It was confirmed by the test of finished tires that the peripheral dimension, physical property and TKPH rated value met the requirements of corresponding design and national standard.

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

GT Adventuro AT³ 子午线轮胎面世

中图分类号: TQ336.1 文献标志码: D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntire-dealer.com)2013年8月2日报道:

佳通轮胎(美国)有限公司在北美市场推出 GT Adventuro AT³ 子午线轮胎(见图1),该轮胎为轻卡及运动型多功能乘用车(SUV)设计,在泥泞路面、沙地和雪地等非公路上的行驶舒适度与在公路上相当。



图1 GT Adventuro AT³ 子午线轮胎

这款新一代全地形轮胎拥有8万 km 轮胎磨损保证,共有20个规格,速度级别为R、S和T,适用于15~20英寸的轮辋。它为当前最流行的轻型货车和SUV提供了广泛的选择,车型包括福特F Series和远征、雪佛兰Silverado和Suburban、GMC塞拉利昂和育空、道奇公羊和Durango、丰田FJ巡洋舰和Tundra。

该轮胎胎面花纹有5种节距,通过阻断共振极大地降低了花纹噪声。两条纵向花纹沟与横向花纹沟以一定的角度交叉从而提高了排水效率。S形的中央花纹为轮胎提供了卓越的软路面抓着性能,交错的花纹沟槽在非公路上可以提供优异的牵引性能。

该轮胎还具有无缝锦纶冠带层,可稳定轮胎

以提高操纵性能;胎体采用坚固耐用的聚酯,可保持胎面轮廓并将变形减小到最低限度;采用单钢丝圈,提高了钢丝圈的均匀性和耐久性。

佳通轮胎(美国)有限公司营销总监 David Shelton 称:“我们很高兴为大家推出新的 Adventuro AT³ 轮胎,该设计具有用户期盼的公路及越野轮胎所具有的优点,有望得到经销商和客户的一致认可。”

(马 晓摘译 许炳才校)

东洋轮胎二季度的收入/销售额比为5.2%

中图分类号: U463.341+.5 文献标志码: D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntire-dealer.com)2013年8月14日报道:

截至2013年6月30日,日本东洋轮胎橡胶公司2季度的净收入为90亿日元,销售额为1730亿日元。

基于2013年6月30日的汇率,东洋公司2季度的记录收入为9110万美元,销售额为17亿美元,收入/销售额比为5.2%。东洋公司的营业收入为138亿日元。

东洋轮胎业务部门的财政收入占其收入的77.5%,记录销售额为1342亿日元(超过13亿美元),营业收入接近118亿日元(1.118亿美元)。

在北美市场,得益于强劲的销售高附加值的运动型多功能乘用车(SUV)轮胎。东洋公司称,海外替换胎的销售量和净销售额整体良好,与上一个季度相比,收入和利润均有所增加。

预计到2013年12月31日,东洋公司2013财政年度的销售额将达到3700亿日元,利润将为170亿日元。

(肖大玲摘译 吴淑华校)