

# 19.5LR24 IND无内胎农业子午线轮胎的设计

陈传慧

(贵州轮胎股份有限公司, 贵州 贵阳 550008)

**摘要:**介绍19.5LR24 IND无内胎农业子午线轮胎的设计。结构设计:外直径 1 301 mm,断面宽 500 mm,行驶面宽度 442 mm,行驶面弧度高 22 mm,胎圈着合直径 612 mm,胎圈着合宽度 445 mm,断面水平轴位置( $H_1/H_2$ ) 0.744 3,采用有向花纹,花纹深度 38 mm,花纹饱和度 28.8%,花纹周节数 18。施工设计:采用缠绕胎面,带束层采用4层1400dtex/3锦纶66浸胶帘布(低负荷)或2层 $3 \times 0.2 + 6 \times 0.35$ HT钢丝帘线(高负荷),胎体采用3层2200dtex/2 DSP聚酯帘布,采用成型机成型、蒸锅式双模硫化机硫化。成品性能试验结果表明,成品轮胎的外缘尺寸、物理性能和耐久性能满足相关标准要求。

**关键词:**无内胎农业子午线轮胎;结构设计;施工设计

**中图分类号:**U463.341<sup>+</sup>.59/.6;TQ336.1

**文献标志码:**A

**文章编号:**1006-8171(2019)04-0210-04

**DOI:**10.12135/j.issn.1006-8171.2019.04.0210

农业轮胎中的IND系列(R-4花纹)产品是用  
于建筑工地作业及农业工程机械作业的一类轮  
胎,用于驱动轮。该系列斜交轮胎已经得到了广  
泛应用,如滑移装载机等。近几年来,随着农业轮  
胎子午化程度的不断提高,子午线轮胎在节油、  
速度、耐磨等方面的优越性已逐渐被用户接受。  
我公司开发了IND系列全纤维子午线轮胎和半钢  
子午线轮胎产品,以满足不同用户的需求,其中  
19.5LR24 IND无内胎农业子午线轮胎的市场需求  
量最大,目前该产品主要用于出口,现将其设计情  
况简要介绍如下。

## 1 技术要求

由于19.5LR24 IND无内胎农业子午线轮胎主  
要用于出口,因此主要参照ETRTO和TRA标准进  
行设计。根据ETRTO和TRA标准,19.5LR24 IND  
和500/70R24 IND无内胎农业子午线轮胎的主要  
技术参数分别如表1和2所示。

从表1可以看出,19.5LR24 IND和500/70R24  
IND无内胎农业子午线轮胎的充气外直径( $D'$ )  
相差10 mm,充气断面宽( $B'$ )相差8 mm,虽然  
19.5LR24子午线轮胎的标准测量轮辋为431.8

表1 ETRTO标准

| 项 目       | 19.5LR24 IND                 | 500/70R24 IND       |
|-----------|------------------------------|---------------------|
| 速度级别      | A8                           | A8                  |
| 负荷指数(驱动轮) | 156                          | 164                 |
| 标准负荷/kg   | 4 000                        | 5 000               |
| 充气压力/kPa  | 300                          | 400                 |
| 测量轮辋      | DW16L (17.00 <sup>1)</sup> ) | DW16L               |
| $D'$ /mm  | 1 320 <sup>2)</sup>          | 1 310 <sup>3)</sup> |
| $B'$ /mm  | 495 <sup>4)</sup>            | 503 <sup>5)</sup>   |
| 速度半径指数    | 625                          | 625                 |

注:1) 标准轮辋;2) 范围为1 292~1 348 mm;3) 范围为  
1 282.2~1 337.8 mm;4) 范围为475.5~525.0 mm;5) 范围为  
483~533 mm。

表2 TRA标准

| 项 目       | 19.5LR24 IND                 | 500/70R24 IND       |
|-----------|------------------------------|---------------------|
| 速度级别      | A8                           | A8                  |
| 负荷指数(驱动轮) | 156                          | 164                 |
| 标准负荷/kg   | 4 000                        | 5 000               |
| 充气压力/kPa  | 300                          | 400                 |
| 测量轮辋      | DW16L (17.00 <sup>1)</sup> ) | DW16L               |
| $D'$ /mm  | 1 314 <sup>2)</sup>          | 1 310 <sup>3)</sup> |
| $B'$ /mm  | 495 <sup>4)</sup>            | 503 <sup>5)</sup>   |
| 速度半径指数    | 625                          | 625                 |

注:2) 范围为1 286~1 342 mm,其余注同表1。

mm (17.00英寸),但其推荐轮辋是406.4 mm  
(16.00英寸),与500/70R24子午线轮胎相同。

从表1和2可以看出,与ETRTO标准相比,除  
了19.5LR24 IND轮胎的 $D'$ 减小6 mm外,其他

**作者简介:**陈传慧(1967—),男,山东莱阳人,贵州轮胎股份有  
限公司高级工程师,学士,从事轮胎结构设计及工艺管理工作。

**E-mail:**706542886@qq.com

参数均一致。因此在设计时可兼顾19. 5LR24和500/70R24两个规格轮胎,并兼顾ETRTO和TRA两个标准,使其成品轮胎的充气外缘尺寸能同时满足上述两个标准的要求。

此外,在模具设计时,必须考虑带束层采用纤维和钢丝帘线两种骨架材料对轮胎充气外缘尺寸的影响。

## 2 结构设计

### 2.1 外直径( $D$ )和断面宽( $B$ )

在设计 $D$ 和 $B$ 时,以19. 5LR24 IND无内胎农业子午线轮胎为主,兼顾500/70R24 IND无内胎农业子午线轮胎,同时满足两个标准和两种带束层材质的设计要求。只有合理设计 $D$ 和 $B$ ,才能确保轮胎充气外缘尺寸达到标准要求。根据全纤维农业子午线轮胎的设计经验,依据规格和断面高宽比以及带束层的箍紧系数不同,轮胎充气后外直径的膨胀值在15~50 mm之间,与其相近规格轮胎充气后外直径的膨胀值为20~25 mm;轮胎充气后断面宽是收缩的,减小10 mm左右(包括增大胎圈着合宽度设计)。而半钢农业子午线轮胎充气后外直径基本不伸张,断面宽则增大2~8 mm(不增大胎圈着合宽度设计)。综合考虑,确定 $D$ 取1 301 mm, $B$ 取500 mm。

### 2.2 行驶面宽度( $b$ )和弧度高( $h$ )

该规格轮胎的作业环境比较复杂,硬质路面和软质路面都有使用,因此设计时要综合考虑路面抓着力以及行驶面的压力分布,避免胎冠磨损。 $b$ 取442 mm, $h$ 取22 mm,肩部采用小圆弧过渡,使轮胎外观更有立体感。

### 2.3 胎圈着合直径( $d$ )和着合宽度( $C$ )

配用的深槽轮辋直径为614.4 mm,着合面倾角为5°。无内胎轮胎采取过盈配合, $d$ 取612 mm,同时胎圈底部倾角采用6°(靠近胎踵)和9°(靠近胎趾)两段设计,以确保轮胎在使用过程中的气密性以及行驶中胎圈与轮辋不产生相对滑移。

因为该规格轮胎是无内胎轮胎,为避免其在生产及储运过程中由于胎圈收缩而引起不能或不易充气的问题,在设计时 $C$ 取值比轮辋宽度增大38.1 mm(1.5英寸), $C$ 取445 mm。

### 2.4 断面水平轴位置( $H_1/H_2$ )

轮胎断面水平轴设计是否合理,会影响到轮胎胎侧在使用中的变形,从而影响力在肩部和胎圈部位的分布,设计时需要分析并进行平衡,确保轮胎使用中肩部和胎圈部位都不会因应力过大而出现问题。一般子午线轮胎的 $H_1/H_2$ 取值都比斜交轮胎大一些,本次设计 $H_1/H_2$ 取0.744 3,取值较小是因为 $C$ 采用了增大设计,轮胎装到标准轮辋上后,断面水平轴会上移。

轮胎断面轮廓如图1所示。

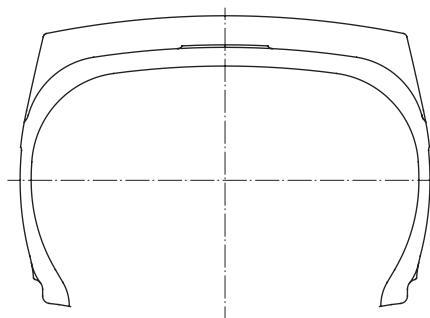


图1 轮胎断面轮廓示意

### 2.5 胎侧

由于该规格轮胎作为工程和工业用途,为避免胎侧在恶劣使用条件下被刺伤、擦伤,上胎侧靠近肩部设有突起的加厚防护;胎圈部位设有轮辋防护。

### 2.6 花纹设计

由于该规格轮胎要求对地面具有优良的抓着性能,以提高驱动时的牵引力,因此采用有向花纹设计,胎冠中部花纹采用一小段与周向垂直的横向块状花纹设计,以提高牵引力和耐磨性能。其余花纹采用与法向呈约40°角的块状花纹;胎冠中部花纹密度约是肩部花纹密度的2倍,以提高轮胎的行驶平顺性,靠近肩部的花纹沟较宽,以提高轮胎的自洁性能。胎冠中部花纹沟底采用全圆弧过渡,以分散花纹沟底部的应力,胎冠中部花纹沟底设有厚度为3 mm、总宽度为104 mm的加强筋,以提高轮胎的抗刺扎性能;其他部位的花纹沟底过渡圆弧半径为25~55 mm,保证在松软路面使用条件与地面抓着力的前提下,尽量采用大半径圆弧过渡,以避免花纹沟底应力集中,引起花纹沟裂口。花纹深度为38 mm,比一般斜交轮胎的R-4花

纹深度大得多,这样可以与胎体的性能匹配,延长轮胎的使用寿命,提高产品的性价比,花纹周节数为18,花纹饱和度为28.8%。

胎面花纹展开和三维轮胎分别见图2和3。

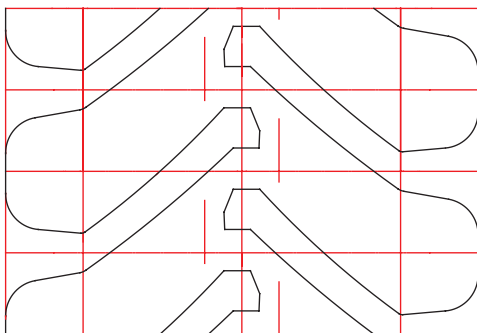


图2 胎面花纹展开示意



图3 三维轮胎示意

### 3 施工设计

#### 3.1 胎面

为避免花纹沟底产生裂口,提高胎面胶在恶劣作业条件下的抗刺扎性能和磨耗性能,胎面胶采用了全天然橡胶添加有白炭黑的工程机械轮胎配方。胎侧采用耐屈挠、抗刺扎、耐老化性能好的农业轮胎胎侧胶配方,胎侧胶厚度最小处为7.5 mm。胎面采用缠绕方式成型,冠包侧工艺。

#### 3.2 带束层

负荷指数为156的轮胎带束层采用4层1400dtex/3锦纶66浸胶帘布,密度为88根 $\cdot$ dm $^{-1}$ ,在300 kPa充气压力下的安全倍数为6.2,带束层帘布裁断角度为21°;负荷指数为164的轮胎带束层采用2层3 $\times$ 0.2+6 $\times$ 0.35HT钢丝帘线,密度为50根 $\cdot$ dm $^{-1}$ ,在400 kPa充气压力下的安全倍数为

7.2,带束层帘布的裁断角度为22°。

#### 3.3 胎体

为方便生产管理,负荷指数为156和164的胎体都采用3层2200dtex/2 DSP聚酯帘布,密度为94根 $\cdot$ dm $^{-1}$ ,在400 kPa充气压力下的胎体安全倍数为9.6,满足设计要求。胎体帘布层裁断角度采用5°,帘线略有交叉,可有效避免由于制造工艺波动造成的胎体帘线劈缝。

#### 3.4 胎圈

钢丝圈采用 $\Phi$ 0.96 mm的镀铜回火胎圈钢丝,为方便生产,两个负荷指数的轮胎钢丝圈排列方式均为10 $\times$ 11。钢丝圈安全倍数在7以上。三角胶高度为50 mm,以提高胎圈部位的支撑性能。不使用钢丝圈包布,以便成型时三角胶压实。

#### 3.5 成型

气密层采用两层,总厚度为2.5 mm,贴合于第1层胎体帘布上;胎体帘布在一段成型机上采用层贴法成型,2层反包,1层正包,正包位置到胎踵处;一段成型鼓直径为690 mm,宽度为860 mm。采用单独层贴胎肩垫胶方式,胎肩垫胶厚度为16 mm。带束层在二段成型机上采用层贴法成型,二段卡盘直径为614 mm,成型充气压力为30~60 kPa;胎面也在二段成型机上缠绕成型。

#### 3.6 硫化

采用蒸锅式双模硫化机硫化,硫化条件为:过热水压力 2.4~2.8 MPa,过热水温度 173 °C,外温 145 °C,总硫化时间 125 min,无后充气工艺。

### 4 成品性能

#### 4.1 外缘尺寸

成品轮胎的外缘尺寸按ECE 106测定。安装在测量轮辋上(DW16L)的成品轮胎在相应充气压力下的 $D'$ 为1 297(钢丝帘线带束层)或1 321 mm(纤维帘线带束层), $B'$ 为498(钢丝帘线带束层)或488(纤维帘线带束层) mm,符合ETRTO和TRA标准要求。

#### 4.2 物理性能

成品轮胎的物理性能测试结果见表3。从表3可以看出,成品轮胎的各项物理性能良好,满足国家标准要求。

表3 成品轮胎的物理性能测试结果

| 项 目                        | 测试值     | GB/T 1192—2008 |
|----------------------------|---------|----------------|
| 邵尔A型硬度/度                   | 60      | 55~70          |
| 拉伸强度/MPa                   | 19.5    | ≥15.5          |
| 拉伸伸长率/%                    | 520     | ≥450           |
| 阿克隆磨耗量/cm <sup>3</sup>     | 0.125 3 | ≤0.4           |
| 粘合强度/(kN·m <sup>-1</sup> ) |         |                |
| 胎面-带束层                     | 12.5    | ≥7.8           |
| 带束层间                       | 11.8    | ≥6.8           |
| 带束层-胎体帘布层                  | 9.0     | ≥4.8           |
| 胎体帘布层间(平均)                 | 7.8     | ≥4.8           |
| 胎侧-胎体帘布层                   | 13.0    | ≥5.5           |

#### 4.3 耐久性能

耐久性能按ECE 106测定。试验条件为:试验

速度为20 km·h<sup>-1</sup>,通过47 h后每10 h负荷率增大10%(分别按负荷指数156和164作为标准负荷)。结果表明,轮胎累计行驶77 h未损坏。

#### 5 结语

19.5LR24(500/70R24)IND无内胎农业子午线轮胎的充气外缘尺寸、物理性能和耐久性能都达到了ETRTO标准及TRA标准的要求,产品经实际使用,性能优异,满足了市场需求。对于此系列轮胎采用钢丝帘线带束层,不论是在制造成本还是使用性能方面都具有优势。

收稿日期:2018-11-16

## Design on 19.5LR24 IND Tubeless Agriculture Radial Tire

CHEN Chuanhui

(Guizhou Tire Co., Ltd., Guiyang 550008, China)

**Abstract:** The design on 19.5LR24 IND tubeless agriculture radial tire was described. In the structure design, the following parameters were taken: overall diameter 1 301 mm, cross-sectional width 500 mm, width of running surface 442 mm, arc height of running surface 22 mm, bead diameter at rim seat 612 mm, bead width at rim seat 445 mm, maximum width position of cross-section ( $H_1/H_2$ ) 0.744 3, using directed pattern, pattern depth 38 mm, block/total ratio 28.8%, and number of pattern pitches 18. In the construction design, the following processes were taken: using winding tread, using 4 layers of 1400dtex/3 dipped nylon 66 cord for belt (low load) or 2 layers of 3×0.2+6×0.35HT steel cord for belt (high load), 3 layers of 2200dtex/2 DSP polyester cord for carcass, using building machine to build tires, and steamer-type double-mold press to cure tires. It was confirmed by the finished tire test that, the inflated peripheral dimension, physical properties and endurance met the requirements of relevant standards.

**Key words:** tubeless agriculture radial tire; structure design; construction design

### 2018年是中国载重轮胎在美国的 又一个重要年份

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntiredealer.com)2019年2月6日报道:

2018年,中国在载重轮胎市场实现了大翻身。

在2015年达到940万条载重轮胎峰值后,中国载重轮胎出货量连续两年下降,当时美国商务部和国际贸易委员会正对这些进口产品进行调查,并考虑是否应对这些轮胎征收关税。

当2017年调查结束时没有征收关税(目前还没有达成协议),进口开始恢复。

美国自2011年以来从中国进口的载重轮胎数

量以及每年的变化率如表1所示。

表1 美国从中国进口的载重轮胎数量及年变化率

| 年份   | 数量/百万 | 年变化率/% |
|------|-------|--------|
| 2018 | 8.9   | +37    |
| 2017 | 6.5   | -16.7  |
| 2016 | 7.8   | -17    |
| 2015 | 9.4   | +14.6  |
| 2014 | 8.2   | +30.1  |
| 2013 | 6.3   | +0.1   |
| 2012 | 6.3   | +13.5  |
| 2011 | 5.5   | +37.5  |

注:数据来自现代轮胎经销商研究和2019年事实部分。

(马 晓摘译 吴秀兰校)