

480/80R42 无内胎半钢农业子午线轮胎的设计

宋国星

[特瑞堡轮胎工业(河北)有限公司,河北 邢台 054019]

摘要:介绍 480/80R42 无内胎半钢农业子午线轮胎的设计。结构设计:外直径 1 829.5 mm,断面宽 467 mm,行驶面宽度 421.2 mm,行驶面弧度高 20.5 mm,胎圈着合直径 1 066.5 mm,胎圈着合宽度 397 mm,断面水平轴位置(H_1/H_2) 0.949 4,花纹深度 52 mm,花纹饱和度 24.7%,花纹周节数 20。施工设计:胎面采用冷喂料挤出、缠绕法成型,胎体采用 2 层 2100dtex/2V₁ 锦纶 66 浸胶帘布,带束层采用 3+9+15×0.22+0.15HT 钢丝帘线,钢丝圈采用 $\Phi 1$ mm 的 19# 镀铜高强度胎圈钢丝,采用二次法成型技术、单模胶囊硫化机硫化。成品轮胎试验结果表明,轮胎的充气外缘尺寸和物理性能均符合相应设计和国家标准要求。

关键词:无内胎半钢农业子午线轮胎;结构设计;施工设计

中图分类号:U463.341⁺.59/.6;TQ336.1⁺1/⁺4 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-8171(2014)12-0723-04

我国农业正走向现代化,农业轮胎市场扩张迅速,国外尤其是欧洲农业已经实现现代化,农用车辆对轮胎的技术含量要求日益提高,人们对农业轮胎的要求逐步向舒适、节能和安全的方面发展。我公司为满足国内外市场需求,加快调整产品结构,提高产品附加值和竞争力,根据国外客户需求研制开发了用于拖拉机驱动轮的高性能 480/80R42 无内胎半钢农业子午线轮胎,现将产品设计情况简要介绍如下。

1 技术要求

根据客户要求并参考美国 TRA 标准,确定 480/80R42 无内胎半钢农业子午线轮胎的技术参数为:标准轮辋 W16×42,充气外直径(D') 1 835(1 825~1 845) mm,充气断面宽(B') 479(472~486) mm,标准充气压力 160 kPa,最大负荷 3 450 kg,负荷指数 151,速度级别 A8,花纹类型 R-1W(湿牵引型花纹)。

2 结构设计

2.1 外直径(D)和断面宽(B)

半钢农业子午线轮胎胎冠部位有周向不易伸

张的钢丝带束层箍紧胎体,轮胎的充气尺寸主要由模具尺寸决定,合理设计模具尺寸能够保证轮胎外缘尺寸符合标准要求。结合以往的设计经验,半钢子午线轮胎充气后外直径膨胀比全钢子午线轮胎大,一般充气后半钢子午线轮胎的直径膨胀 2~10 mm,即轮胎外直径的膨胀率一般取 1~1.002,本次设计 D 取 1 829.5 mm,外直径膨胀率(D'/D)为 1.003 0。

子午线轮胎充气后的断面宽度变化较为复杂,影响因素较多,包括胎体帘线的伸张以及带束层帘线角度和长度。半钢子午线轮胎的断面膨胀比直径膨胀大,锦纶帘线子午线轮胎断面宽膨胀率(B'/B)一般取 1.03~1.07。考虑到此规格轮胎不属于低断面轮胎,结合以往经验,本次设计 B 取 467 mm, B'/B 为 1.025 7。

2.2 行驶面宽度(b)和弧度高(h)

b 的取值需要考虑两方面的因素,一方面是 b 宜取较大值,从而增大轮胎与路面的接触面积,减小单位面积的压力,使轮胎的牵引、通过和耐磨性能明显提高;另一方面是 b 取值过大会导致轮胎肩部过厚,在使用中致使肩部生热大,散热困难,很容易产生肩空脱层问题。此外,农用拖拉机子午线轮胎要求具有较大的牵引力,适当增大 b 可以增大轮胎与土壤的接触面积,从而减小滚动阻力,提高牵引性能,为此 b/B 取 0.901 9, b 取

作者简介:宋国星(1976—),男,河北邢台人,特瑞堡轮胎工业(河北)有限公司工程师,主要从事轮胎结构设计和技术管理工作。

421.2 mm。

b/B 取值较小时,胎冠窄, h 与断面高(H)之比应适当小些,否则胎冠呈弧形,造成轮胎接地面积减小,单位面积压力增大,易产生磨损不均匀、磨损快的现象; b/B 取值较大时,胎冠宽, h/H 取值应适当大些,否则胎冠过于宽平,胎肩增厚,受力增大。根据以往经验可知,轮胎承受负荷滚动最大剪切应力随接地面积的增大而向胎冠边缘移动,至缓冲层边缘最大,此外,胎冠过于宽平,还会直接增大下胎侧屈挠应力,并极大降低轮胎转向的灵活性,子午线轮胎 h/H 一般取 0.03 ~ 0.055,本次设计 h/H 取 0.053 7, h 取 20.5 mm。

2.3 胎圈着合直径(d)和着合宽度(C)

d 取值应满足无内胎轮胎气密性好,装卸方便的要求。 d 取值过小,胎圈与轮辋过盈量较大,气密性好但轮胎装卸困难; d 取值过大,胎圈与轮辋过盈量小,虽然轮胎装卸方便,但气密性能差,且轮胎在使用过程中有脱圈的隐患。本次设计 d 取 1 066.5 mm。

普通子午线轮胎的断面高较大,胎侧柔软, C 一般等于或小于轮辋宽度,但两者之差在 15~25 mm 范围内;低断面子午线轮胎的断面高较小,胎体刚性较大,为提高胎侧的柔软性, C 应适当大于轮辋宽度,一般可以比标准轮辋宽度大 15~25 mm。 C 取值大可以提高胎侧柔软性,从而提高车辆行驶的平稳性和舒适性, C 取值小可以提高胎侧刚性,从而提高轮胎的耐磨性能。拖拉机使用的轮胎相对速度较低,负荷较高,胎侧过于柔软,在使用时通过性能差,因此本次设计 C 取 397 mm。

2.4 断面水平轴位置(H_1/H_2)

子午线轮胎断面水平轴位于断面最宽处, H_1/H_2 一般取 1.00~1.20。子午线轮胎胎体帘线垂直于胎圈,必然会增大胎圈部位的受力,要求断面水平轴远离胎圈,即法向变形最大值接近胎冠,从而使带束层成为主要受力体,减小胎圈变形,改善胎圈脱层和磨损现象。本次设计 H_1/H_2 取 0.949 4, H_1 取 185.8 mm, H_2 取 195.7 mm。轮胎断面轮廓如图 1 所示。

2.5 胎面花纹

拖拉机轮胎必须具备很好的牵引性能,因

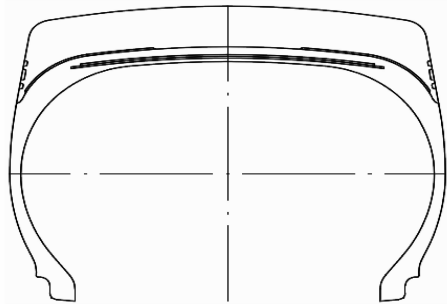


图 1 轮胎断面轮廓示意

此采用牵引性能好的 R-1W 湿牵引型花纹(与人字形花纹类似),花纹深度为 52 mm,花纹饱和度为 24.7%,花纹周节数为 20,花纹块支撑角采用变角度设计,前支撑角取 18.5°,后支撑角取 23.3°,可以防止花纹块根部裂口,提高胎面的耐磨性能。

在两个花纹块之间设计有小月牙形状的底部花纹,高 1.1 mm,起到增大散热面积、支撑花纹块、保护胎冠的作用,同时增强了轮胎的立体感,外观动感靓丽,极大地提高了轮胎的附加值。在花纹沟底采用圆弧均匀过渡,实现了轮胎的自洁性,同时防止轮胎使用过程中花纹块根部裂口。

图 2 为胎面花纹展开示意。

图 3 为用 UG 软件作图展现的立体胎面花纹示意。

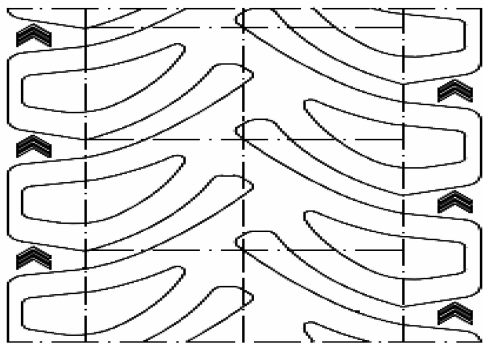


图 2 胎面花纹展开示意

3 施工设计

3.1 胎面

胎面采用冷喂料挤出、缠绕法成型,避免了因胎面层数较多、压不实而产生的胎面脱层问题,同时提高了生产效率。胎面基部胶采用低生热配方,胎面上层胶采用耐磨性能、抗切割性能和抗撕



图 3 用 UG 软件作图展现的立体胎面花纹示意图

裂性能好的胶料,以有效保证轮胎的行驶里程。复合胎侧和胎肩垫胶采用三复合挤出机内复合挤出。

3.2 胎体

胎体采用 2 层 2100dtex/2V₁ 锦纶 66 浸胶帘布,采用双面覆胶的方法在 S 型四辊压延机上生产胶帘布,压延胶帘布厚度为 (1.38 ± 0.2) mm。同时,保证胎体胶帘布和胎体胶料粘合性能优异,以使轮胎在使用过程中具备耐热、抗剪切和耐屈挠性能。

3.3 带束层

目前,国外设计中有采用 3 层半带束层结构。根据该轮胎使用速度较低的特点,并结合公司的技术水平,本次设计采用 2 层带束层结构,在满足使用要求的同时,便于操作,降低成本。带束层采用 $3+9+15 \times 0.22+0.15$ HT 钢丝帘线。带束层两端在靠近胎肩的部位用两条厚度为 1.1 mm 的胶条缠绕,在胎体与带束层之间有一层 1.1 mm 厚的过渡胶片,目的是减少生热、保证应力过渡良好,并增强带束层与胎体粘合性能以避免脱层,避免带束层因受应力-应变作用而产生疲劳损坏和热破坏。带束层帘线角取值应兼顾到带束层对胎体的箍紧作用以及良好的工艺通过性。1[#]带束层既是过渡层又是工作层,帘线角度取 23.5° ;2[#]带束层是主要受力体,帘线角度取 15.5° ,起到束缚胎体的作用;两层带束层的级差控制在 20~30 mm。

3.4 气密层

由于气密层的气密性能好是保证无内胎轮胎可以正常使用的重要条件,因此气密层主体材料

采用气密性能好的溴化丁基橡胶(BIIR),气密层厚度为 2.2 mm,气密层胶片采取压延方式生产,中间适当厚些,边部薄,保证了成型后胎里各部位气密层的厚度比较均匀。

3.5 胎圈

钢丝圈采用方型结构,采用 $\Phi 1$ mm 的 19[#] 镀铜高强度胎圈钢丝,排列方式为 10×12 ,三角胶尺寸为 $13.5 \text{ mm} \times 58 \text{ mm}$ 。采用专用的胎圈护胶,在贴胎圈护胶前先贴 1 层较薄的锦纶 8×8 胶帘布,以增强胎圈性能,保证气密性。

3.6 成型和硫化

采用二次法成型技术,即 NCXY-24-42 型一段成型机和 NCXE-24-42 型二段成型机。一段成型机机头直径根据轮胎着合直径、材料分布图和钢丝圈直径确定,取 1 141 mm,机头宽度为 881 mm。二次法成型要考虑 3 点:第一,带束层成型鼓直径根据胎坯装入硫化模具后的外直径伸张值与带束层本身的伸张值确定;第二,成型直径过大造成胎坯装模困难(尤其是模具不是活络模的情况下),成型直径过大时帘线有劈缝隐患;第三,成型直径过小,尺寸没有达到要求会引起帘线伸展不均匀,造成轮胎受力不均匀,硫化轮胎易出窝气等问题。建议成型时带束层直径及成品轮胎直径的膨胀率取 2.07% 以下较为合适。

硫化采用 95 英寸宽基单模胶囊硫化机,外蒸汽压力为 (0.31 ± 0.02) MPa,过热水出口压力为 (2.6 ± 0.12) MPa,温度控制在 $(168 \pm 0.5)^\circ\text{C}$,内冷回水温度降至 35°C 以下,总硫化时间为 102 min,硫化结束后进行适当压力的后充气,后充气时间不短于一个硫化周期,以保证轮胎尺寸稳定。

4 成品性能

4.1 外缘尺寸

安装在标准轮辋 W16 $\times$ 42 上的成品轮胎在 160 kPa 标准压力下,轮胎的胎圈压力为 110 kPa,轮胎外直径和断面宽分别为 1 836 和 483 mm,符合设计要求。

4.2 物理性能

成品轮胎物理性能试验结果见表 1。从表 1 可以看出,成品轮胎的各项物理性能良好,符合国家标准要求。

表 1 成品轮胎物理性能试验结果

项 目	实测值	GB/T 2979—2008
胎面胶性能		
邵尔 A 型硬度/度	65	55~70
拉伸强度/MPa	12.7	≥10.0
拉断伸长率/%	510	≥450
阿克隆磨耗量/cm ³	0.35	≤0.6
粘合强度/(kN·m ⁻¹)		
胎面-带束层	12.9	≥6.8
带束层-胎体帘布层	10.2	≥4.8
胎体帘布层间	8.5	≥4.8
胎侧-胎体帘布层	12.1	≥4.8

4.3 强度性能

采用直径为 38 mm 的压头进行强度性能试验,压头压入轮胎的速度为 50 mm·min⁻¹,试验结束时在第 5 点压穿,轮胎破坏能为 2 795.5 J。

5 结语

480/80R42 无内胎半钢农业子午线轮胎研制成功,其充气外缘尺寸和物理性能均符合相应设计和国家标准要求。该产品是我公司第 1 个 42 英寸规格农业子午线轮胎,而且一次试制成功,以此为基础,我公司先后研制成功 520/85R42,290/90R42,320/90R42,580/70R42,650/65R42 等规格新产品,加快了产品结构调整步伐,完善了产品系列。目前,480/80R42 无内胎半钢农业子午线轮胎生产工艺稳定,质量良好,合格率为 99.88%,产品已经大量出口,得到了客户的认可,取得了良好的经济效益。

收稿日期:2014-06-18

Design of 480/80R42 Tubeless Steel Belted Agricultural Radial Tire

SONG Guo-xing

[Trelleborg Wheel Systems(Hebei) Co.,Ltd,Xingtai 054019,China]

Abstract: The design of 480/80R42 tubeless steel belted agricultural radial tire was described. In the structure design,the following parameters were taken:overall diameter 1 829.5 mm,cross-sectional width 467 mm,width of running surface 421.2 mm,arc height of running surface 20.5 mm,bead diameter at rim seat 1 066.5 mm,bead width at rim seat 397 mm,maximum width position of cross-section (H_1/H_2) 0.949 4,pattern depth 52 mm,block/total ratio 24.7%,and total number of pitches 20. In the construction design, the following processes were taken:cold feed extrusion and winding process for tire tread. 2 layers of 2100dtex/2V₁ nylon 66 dipped cord for carcass ply,3+9+15×0.22+0.15HT steel cord for belt,and Φ1 mm 19[#] copperized bead wire for bead. The tire was built using two-stage process and cured in bladder press. It was confirmed by the test of the finished tires that,the inflated peripheral dimension and physical properties met the requirements in design and national standard.

Key words: tubeless steel belted agricultural radial tire;structure design;construction design

一种轮胎成型工艺

中图分类号:TQ330.6+6 文献标志码:D

由中国化工橡胶桂林有限公司申请的专利(公开号 CN 103847116A,公开日期 2014-06-11)“一种轮胎成型工艺”,涉及的轮胎成型工艺包括制作胎面和胎体。首先将胎面置于 5.88~7.35 MPa 的压力下预硫化 30~60 min,得预硫化胎面;然后对预硫化胎面进行打磨、刷胶浆后与胎体贴合置

于硫化机中进行定型硫化,得成品轮胎。该工艺胎面采用预硫化方式生产,胎面密实度高,具有更好的耐磨、抗刺扎、抗切割性能,可大幅提高轮胎的使用寿命;由于胎面和胎体分开制作,胎坯成型厚度大大减小,胎体藏气可能性降低,产品质量更加稳定;此外,胎面和胎体分开制作,出现质量问题报废的只是其中一样,可以减少废次品。

(本刊编辑部 马 晓)