



大型无内胎农业轮胎设计改进

何红卫,李 豪,刘文民,申玉德,陈利萍,李 森

(风神轮胎股份有限公司,河南 焦作 454003)

摘要:介绍了大型无内胎农业轮胎在生产过程中常见的外观缺陷:如胎侧明疤、胎里帘线裂缝、胎里窝气、胎肩气泡、胎里出沟、趾口明疤、出边等,通过改进施工设计、改进胎胚存放、改善半成品胎面设计、增加胎肩用胶量,改进水胎设计、改进胎圈密封层成型方法及改进配方设计等措施使外胎合格率明显提高。

关键词:无内胎;农业轮胎;外观缺陷;施工设计;水胎设计;配方设计

斜交轮胎市场竞争日趋激烈,但是相比之下农业轮胎尤其是大型农业轮胎市场目前基本上还没有形成真正意义上的竞争。一方面我国农业机械化程度正在逐步提高,另一方面世界范围内各种新型配套农田作业机械的大量投入使用,拉动了大中型拖拉机的大幅度增加。大型农业轮胎存在着市场容量大、发展空间广、竞争对手少、利润率高和产品周期长的特点,部分规格品种的农业轮胎还处于卖方市场,是斜交轮胎生产企业十分关注的一块市场。

针对目前农业轮胎存在的发展机遇,我公司及时调整了斜交轮胎的产品结构比例,面向国际及国内市场,开发生产大规格农业轮胎,尤其是大型无内胎农业轮胎,相继开发了 18.4-30、16.9-34 等大规格无内胎农业轮胎,用于拖拉机驱动轮。生产之初轮胎成品外面缺陷较多,一次检验合格率低,返修率高,经过广大技术人员分析研究及逐步改进,总结了一套行之有效的办法,取得了较为显著效果。

1 大型农业轮胎产品特点

1.1 低层级、低气压

拖拉机对载荷能力要求不高,主要用于松软的农田作业,为了增加轮胎与土壤的附着力,减少单位面积上的压力,以免把土壤压实,提高牵引性

能和通过性能,轮胎层级低,从 6PR 到 12PR,充气压力较低,一般不大于 300kPa,胎体单根帘线所受的应力小,因而胎体骨架材料用量少,胎体帘布层数一般为 4 层帘布,胎体薄,轮胎水平轴处胎体厚度一般不超过 15mm。

1.2 轮胎外形尺寸大,轮辋直径大,轮胎断面高宽比小

大型农业拖拉机要求有较大的离地间隙和超越障碍物的能力即通过性能,因此要求有较大的轮辋直径和较大的轮胎外直径。我公司开发的农业轮胎轮辋直径最小为 24in.,最大为 38in.;而且由于低气压、低层级,要增高轮胎承载能力,须使轮胎有较大的断面宽度,以增加内腔体积,轮胎高宽比较小,H/B 在 0.83~0.87 之间;

1.3 花纹深,胎面花纹块所占的比率小

R-1 花纹深度 24~43mm,R-4 花纹深度 26~30mm;胎面相对用胶量较多;花纹块比例小,花纹饱和度(即花纹块面积与轮胎行驶面总面积之比)较低,花纹饱和度 R-1 花纹为 20%~25%,R-4 花纹为 38%~45%(一般工程机械轮胎为 60%~70%)。

2 轮胎生产过程中出现的问题及解决措施

2.1 胎侧缺胶、明疤或重皮

胎侧缺胶、明疤或重皮是轮胎在生产中常见

的问题,是成品外观合格率的一项重要指标。其原因主要是:胎体薄,半成品在存放过程中受重力的影响下胎侧变形过大,尤其是在夏天,温度高半成品胶料软,胎体变形更大。胎胚定型时,变形的下胎侧被重新拉直伸展,同时胎侧胶又被拉薄。在硫化过程中,变薄的下胎侧由于胶料不足而出现缺胶;另一方面由于胎胚存放处不干净,灰尘或杂物污染了半成品,硫化时污染物或灰尘成了“隔离剂”,使流动的胶料间出现了界面,造成重皮或明疤。

解决措施:①改善半成品存放 将内胎充入一定量的空气放在成型好的胎胚里面,靠近两胎圈处支撑住胎胚。胎圈着地竖立放置,定期翻转胎胚,由于胎胚接地部位的胎圈处上下都有充气内胎支撑,减少了胎胚的变形;对部分规格还做了独立的胎胚存放架或帆布兜用于支撑胎胚。②调整胎侧半成品形状 适当增加胎侧胶厚边厚度(b)及胎侧厚边的长度(c),弥补由于胎胚变形引起的定型后下胎侧胶变薄。胎侧胶厚边厚度(b)增加 1~2mm,一般达到 8~9mm,厚边长度(c)由原来的 60~80mm 增加到 90~110mm(见图 1)。③改善胎胚存放处的卫生状况,擦胎要严格按作业指导书操作,胎胚在装模型前确保无污染、无杂物,胎侧局部割边高度过高,距胎圈底部超过 40mm 者,补贴胎侧胶。

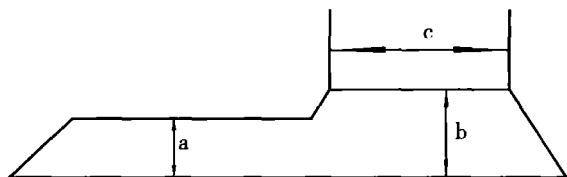


图 1 胎侧断面示意图

2.2 帘线裂缝

帘线裂缝主要出现在胎里靠近胎肩处(见图 2),对应于模型花纹沟,轻者帘线局部出现跳线,露出帘线痕迹,重者帘线裂缝深达帘布层内部 1~2 层。由于无内胎轮胎靠胎里密封层保持气压,以保证机械的正常工作,而胎里跳线或帘线裂缝将严重影响胎里的气密性,出现该问题,轮胎将被判定为不合格。

出现该问题主要与农业轮胎的胎面压出生产工艺及花纹结构特点有关,农业轮胎花纹块较稀,一般 19~22 等分,花纹块面积占整个轮胎行驶面

总面积的比例小,且花纹块较深,花纹块所需填充的胎面胶料多,胶料在模型中流动的距离长(如图 3 所示),胶料流动主要有如下方向,一个是垂直于模型花纹沟底的流动,另一个是,模型花纹块上端胶料先呈水平方向流动,在模型花纹沟拐弯处改变方向向下流动。硫化过程中,在内压作用下对应于模型花纹沟处的胶料在向初始无反作用力的模型花纹沟流动,这种流动较容易,而对应于模型花纹块处的胶料水平方向流动时,由于受模型花纹块的阻挡及流动方向的影响,流动困难,在未充满模型花纹沟时,胶料已开始硫化交联,使得胎里密封层胶料也透过帘线向花纹沟流动以填充模型花纹沟。同时相应帘线变形也不一致,对应于模型花纹沟的帘线伸张变形大,出现帘线裂缝,而模型花纹块部帘线伸张变形小。解剖断面可以看到,胎面胶分布极不均匀,花纹块处胶料薄,花纹沟底胶料很厚,大的能相差 10mm。

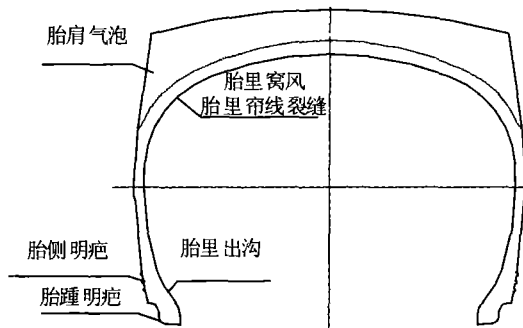


图 2 农业轮胎常见外观缺陷位置示意图

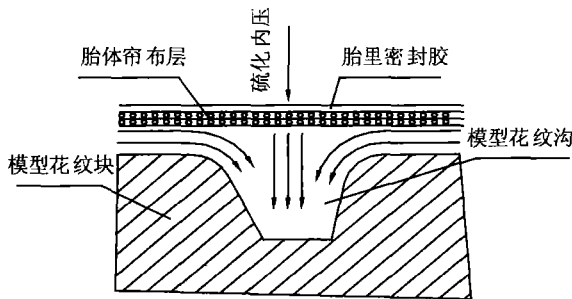


图 3 胶料流动示意图

解决措施:①通过调整成型机头宽度以减少胎体帘线假定伸张值;在轮胎结构设计中,帘线假定伸张值是一个十分重要的参数,此值选取的是否合理,对轮胎生产及成品质量有极大影响,假定伸张值过大,外胎硫化时帘线伸张过大,易造成胎

肩缺胶,胎里帘线裂缝等缺陷,过小帘线伸张不足,出现帘线打弯。通过减小帘线假定伸张来弥补由于胶料流动不均引起的帘线松紧不一致,且使帘线整体伸张变形小,使胎里密封层与帘线同时均匀变形。将帘线假定伸张值控制在 1.025~1.03 之间;②增加半成品胎肩胶的厚度;增加胎肩胶厚度一方面可以减少模型花纹沟底上方的帘线过度变形,另一方面可以使更多的胶料易于向该处流动,减少胎里密封胶通过帘线向模型花纹沟底的填充;③改进配方,提高胎面胶的流动性能;通过调整配方,增加软化剂用量,以增加胶料的流动性,同时使胶料的硫化平坦期延长,胶料在交联前充分流动;④改进硫化条件,使胶料流动时间充分;增加内压闭气时间,控制硫化预热阶段的内压及内压上升速度,闭气时间在原来的基础上增加 5min。

2.3 胎肩气泡及胎里窝风

胎肩气泡出现在胎面花纹块处,呈周向分布,窝风出现在胎里,对应于胎肩处(见图 2),两种形式都是由于气体导不出去,一种是被挤到了胎面胶中形成胎肩泡,另一种是被压缩在水胎与胎里之间,形成窝风。原因有以下几个方面:①胎面胶分布不合理,半成品胎面宽度偏窄。通常设计胎面肩部宽度比成品轮胎行驶面宽度小 10~30mm,以使硫化时胶料向胎肩下流动,防止由于胎面胶的倒流而使缓冲层帘线打弯。而农业轮胎胎肩长,胎肩部需要的胎面胶相对较多;②水胎风线设计不合理,气体不易导出。工程机械轮胎水胎风线设计的较稀,圆周 24~36 等分,风线窄且浅,一般为宽 2mm 深 1.5mm,农业轮胎的花纹特点决定了水胎风线与普通工程机械轮胎不同,而且由于有较厚的胎里密封胶,易将风线填满、堵死,水胎与外胎胎里界面间的空气无法导出。

改进措施:①增加半成品胎面肩部宽度。增加压出半成品胎面肩部胶宽度(b),使之与轮胎行驶面宽度相等或略长 10~15mm,同时将胎面肩部斜坡(d)加长,根据农业胎肩部用胶量大的特点,增加肩部厚度(g),使半成品胎面胶料体积与成品胶料体积基本一致(见图 4);②改进水胎风线设计。有内胎轮胎水胎风线太粗,硫化后外胎胎里对应风线会磨损内胎,而无内胎不需内胎,所以可以加深风线。将水胎风线改为宽 3mm、深

2mm。等分数改为 36 到 72 等分,视轮胎规格的大小而定,一般使水胎牙子处的风线间距不大于 25mm。同时水胎肩部加周向风线将径向风线串通起来,以利于气体的导出(见图 5)。

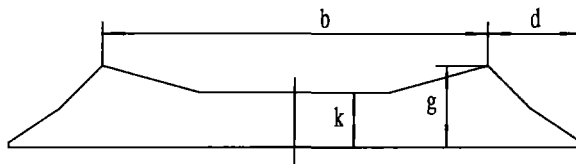
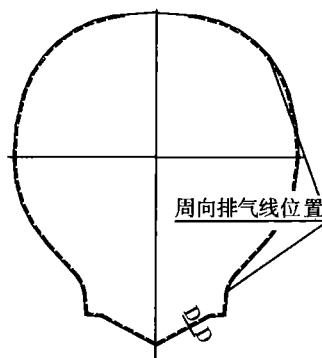


图 4 胎面形状示意图

b-肩部宽度;g-肩部厚度;k-冠部厚度;d-肩部斜坡长度



水胎断面示意图

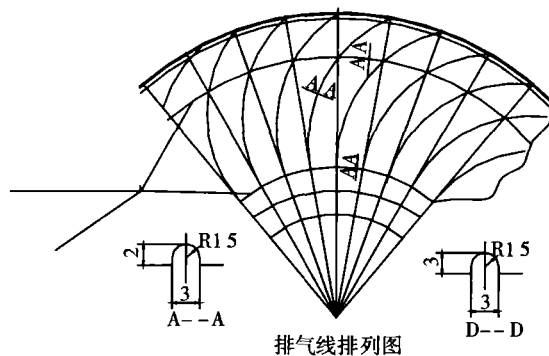


图 5 水胎断面形状、排气线位置及尺寸示意图

2.4 胎里出沟

胎里出沟发生在距胎趾 15~50mm 胎里密封层与胎圈密封层搭接处,两种密封层半成品厚度相差较大,胎里密封层一般为 4~5mm,而胎圈密封层一般为 2mm 左右,成型时胎圈密封层搭过胎里密封层,厚度上的差异使搭接处易出现窝藏空气。

解决措施:①该部位对应于水胎处加周向风线,使该部位窝藏的空气易于排出(见图 5);②牙子以下风线再加深。水胎牙子以下风线深度加深到 3mm(见图 5)。以上措施的目的是有利于顺畅导出气体,减少气体窝藏。

2.5 胎踵缺胶

无内胎轮胎主要靠胎踵处密封住气体,保持所需正常的工作压力,使机械能正常工作。如果该处缺胶,将影响轮胎的气密性能,该处对应于模型是一个凹槽,受压迟,且该处圆弧半径较小,一般为 7~9mm,易窝藏空气。另外,农业轮胎为单钢圈结构,成型好的半成品胎圈接近于圆形,与成品的形状差别较大,胶料的流动大,需较多的胶料来填充。

解决措施:①改进胎圈密封层施工设计。胎圈密封层由一宽层改为一宽一窄两层,窄层一般为宽层的一半,成型时先贴窄层后贴宽层,窄层要贴到胎圈或稍包过胎圈。如 18.4-26 胎圈密封层由原来的宽度为 180mm 一层,改为宽度 80mm 和 180mm 两层;②在模型对应于胎踵处加周向风线,且风线上 16 等分钻孔,有效排出该处窝藏的气体。风线深度及宽度见图 6。

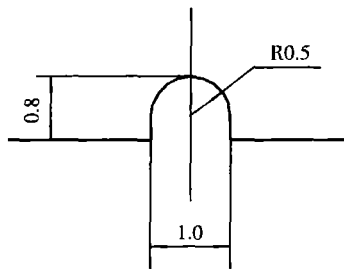


图 6 胎踵排气线示意图

2.6 趾口大边

趾口大边虽然不影响轮胎的正常使用,一般也不需要剪掉大边,但是由于无内胎轮胎外观要求较为严格,趾口大边必须剪掉,且要求修剪整齐。而一旦有一些骨架材料被挤到趾口大边中,剪边时这此骨架材料必然会被剪掉,这将影响到无内胎轮胎的密封性能,严重时轮胎将会被降级处理。造成趾口大边的主要原因是趾口密封胶为纯胶层,没有骨架材料可附着,在硫化过程中胶料高温变软受压后被挤到水胎牙子与模型之间造成大边,同时为弥补密封胶的流失,在施工设计时,半成品趾口密封胶用量要比成品多,造成一定的

浪费。

解决措施:①改进水胎内直径设计。一般设计水胎内直径(即水胎牙子处直径)要比外胎胎趾部位内直径大 1~1.5mm,以适应硫化时水胎内直径的收缩,但是水胎使用多次后,由于水胎牙子与模型的反复磨擦使水胎内直径增大及水胎胶料的老化变硬,造成水胎牙子与模型结合不严存在间隙。改进设计后将水胎内直径比外胎胎趾直径小 1~2mm,消除间隙,阻挡胶料向该部位流动;②用单丝网眼布代替趾口密封层。采用 450D 锦纶-6 棕丝浸胶网眼布代替趾口密封层,由于密封胶有网格状骨架材料的附着,大大减少了胶料在硫化过程中被挤走,从而减少了趾口出边,经过在 18.4-26-12PR 无内胎农业轮胎中试验,使用该种材料生产的外胎近 300 条,出趾口大边的不到 5 条(半成品定型过程中水胎定偏也会造成趾口出边),基本上可有效解决趾口大边,同时又可降低胎踵缺胶。(该方法用于 18.00-25-36PR、20.5-25-12PR 多钢圈无内胎工程机械轮胎生产,也取得了较满意的效果)

3 结语

通过在实际生产过程中的不断摸索,积累了一套行之有效的减少无内胎农业轮胎成品外观缺陷的方法,使硫化后成品外观一次检验合格率由原来的不足 80% 提高到 95% 以上,降低了返修率。无内胎农业轮胎的生产规模不断扩大,种类不断增加,市场得到开拓,产品种类由最初的 8 种增加到目前的近 20 个规格品种,最大规格已达到 18.4-38,产品销往 20 多个国家及地区,产品的外观质量得到了用户的认可,产品供不应求,为公司创造了较好的经济效益和良好的社会效益。

▲日前,山东三工橡胶有限公司获得潍坊市工商局、文明办、企业信用协会联合举办的“文明诚信经营企业”称号。

王旭涛

▲日前,贵州轮胎股份有限公司发布第二版《设备管理手册》和《文件控制程序》,确定了该公司设备管理方针和目标明确了有关领导和部门的职责。

钟明贵