

提高半钢子午线轮胎均匀性的措施

鲍旭清

(安徽佳通轮胎有限公司,安徽合肥 231202)

摘要:分析影响半钢子午线轮胎均匀性的主要因素,并提出相应技术措施。设计上,尽量保证同一系列轮胎的帘线伸张因数和胎体膨胀因数数值相同,合理设计硫化胶囊,选择热收缩率小的胎体帘线;工艺上,减小胎面、胎侧和三角胶尺寸偏差,提高裁断精度和成型设备精度,合理设定成型工艺参数,各部件材料定点分布,严格控制各部件接头量和接头间距以及材料贴合对中度与胎坯外周长;硫化工序中防止胎坯变形,控制定型高度和后充气条件,检查硫化胶囊;提高模具加工精度和装配精度;检测室温控为 $20\sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$,合理设置检测负荷、轮胎充气压力、转鼓直径和转速,并及时校正不平衡量。

关键词:半钢子午线轮胎;均匀性

中图分类号:U463.341⁺.6 文献标识码:B 文章编号:1006-8171(2005)04-0230-06

随着家庭轿车的普及,人们对轮胎的认识不断提高,对轮胎质量提出了越来越高的要求,特别是对轮胎均匀性提出了较高的要求。因为轮胎均匀性不仅影响乘坐舒适性,还影响车辆的使用寿命、轮胎的异常损耗以及耗油量等。

轮胎成型过程中,成型组件接头过长、过短或部件偏离中心等均会引起轮胎均匀性问题。本文简要分析半钢子午线轮胎均匀性的主要影响因素,并提出提高均匀性的相应措施。

1 设计

1.1 帘线伸张因数(K_1)和胎体膨胀因数(K_2)

K_1 和 K_2 对轮胎均匀性影响较大。从设计上来讲,在不影响轮胎性能的条件下,要尽量保证同一系列轮胎的 K_1 和 K_2 值相近。

$$K_1 = \frac{W_F}{c - D + d}$$

式中 W_F ——一段成型鼓宽度;

c ——外胎内周长;

D ——一段成型鼓直径;

d ——钢丝圈直径。

K_1 取值主要影响帘线的伸张,一般来讲,80,75,70,65和60系列轮胎的 K_1 分别取0.946 6,0.947 1,0.959 1,0.930 6和0.939 6较适合。

$$K_2 = \frac{L}{L' + 2\pi h}$$

式中 L ——胎坯外周长;

L' ——带束层贴合鼓周长;

h ——带束层厚度与胎面中心线部位厚度之和。

K_2 取值主要影响一段胎坯与胎面带束环的贴合,并且影响充气效果。一般来讲,如果发现同系列轮胎均匀性差异较大,应考虑到这一因素。

1.2 带束层结构

带束层结构主要是指带束层的角度、贴合方向及层数。带束层结构是引起侧向力偏移的主要因素。带束层位置的偏歪和部分宽度发生不规则的变异会引起锥度效应不良。

1.3 帘布反包高度、三角胶高度及胎面长度

帘布反包高度和三角胶高度影响轮胎的断面水平轴位置和胎侧刚性,从而影响轮胎均匀性。三角胶高度对扁平率较大的低断面轮胎均匀性的影响尤为显著。胎面长度主要对轮胎径向力偏差影响较大。

1.4 胎体帘线材料

胎体帘线材料对轮胎均匀性也有一定的影响,一般情况下人造丝最好,聚酯较好,锦纶66较差,锦纶6最差,即轮胎采用热收缩率越低的材料,其均匀性越好。

1.5 轮胎扁平率

图1示出了锥度效应与带束层贴合偏移量和

轮胎扁平率的关系。从图1可以看出,在相同的偏移量下,扁平率对轮胎均匀性的影响由大到小为80系列、70系列和60系列。

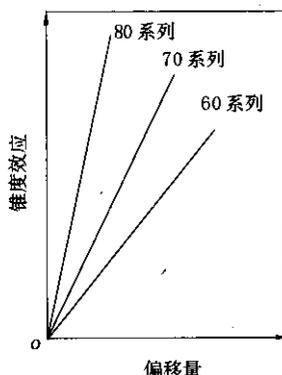


图1 锥度效应与带束层贴合偏移量和轮胎扁平率的关系

1.6 硫化胶囊

设计不合理的硫化胶囊在实际使用中变形不顺畅,导致轮胎定型困难,引发定型不正和胎里打褶等问题,对轮胎均匀性产生不利影响。

设计硫化胶囊时应注意如下问题:首先,肩部设计采用圆弧过渡,尽量避免肩部方形;其次,硫化胶囊的断面弧长伸张值(轮胎断面胎里弧长与硫化胶囊断面外弧长的比值,亦称侧向伸张率)、径向伸张值(轮胎胎里直径与硫化胶囊外直径的比值,亦称周向伸张率)、硫化胶囊高度(一般宜取轮胎胎坯的高度)以及厚度的设计都应以实践为标准。硫化胶囊的伸张率可参考表1进行选取。

表1 硫化胶囊的伸张率 %

项 目	断面弧长伸张率	径向伸张率
乘用车轮胎		
硫化罐	15~30	40~60
硫化机	10~20	10~20
商用车轮胎		
硫化罐	10~25	40~60
硫化机	10~20	10~20

2 工艺

2.1 挤出工艺

半钢子午线轮胎挤出部件中影响均匀性的主要是胎面、胎侧、胎肩垫胶和三角胶。若挤出部件的尺寸超出设计范围或不均匀,则会导致轮胎的径向和周向几何尺寸和质量分布不均匀。

2.1.1 胎面和胎侧尺寸偏差

(1)原因分析

流道块、预口型本身的加工误差导致两侧的排胶量不同;螺杆磨损、联动线速度波动导致挤出半成品尺寸不稳定;胶料混炼、喂料不均匀以及口型在使用过程中发生变形等因素造成挤出半成品两侧的厚度和宽度不对称;胎面裁断长度不在公差范围内,成型时造成不均匀拉伸。

(2)解决措施

合理设计供胶量,避免发生堵胶和供胶不足等现象;定期测量挤出机螺杆的挤出量和联动线上的胶料收缩率;采用不同批次胶料混合喂料;调整口型板,使两侧的挤出厚度差不超过 ± 0.3 mm、两条胎侧宽度差不超过 ± 3 mm、胎面两侧的宽度差不超过 ± 0.5 mm;胎面裁断长度误差控制在 ± 5 mm内,但一般来讲裁断长度应遵循“宜短不宜长”的原则。

2.1.2 胎面裁断角度不合理

胎面裁断角度太大或太小都会对轮胎均匀性产生不利影响。胎面裁断角度一般控制在 $24^{\circ}\sim 28^{\circ}$ 较为合适。

2.1.3 三角胶尺寸偏差

(1)原因分析

口型设计不当或口型变形使三角胶的宽度和高度超出公差范围;贴合时周向定长不准,造成拉伸不均匀以及接头处的三角胶高度发生变化。

(2)解决措施

调整口型尺寸和角度,三角胶贴合的角度一般控制在 110° 左右较为合适,这样可避免在贴合时发生较大的拉伸;三角胶的半成品贴合高度公差应控制在 ± 2 mm,三角胶宽度公差宜控制在 ± 0.5 mm;定期校核周长计数器,以保证周向定长准确。

2.2 裁断工艺

(1)原因分析

设备自身的裁断精度、自动接头装置或人工操作的误差造成帘布出现裁断宽度和接头量超出公差范围、错位、大头小尾以及在卷取时发生打褶现象,从而导致帘线角度发生变化。

(2)解决措施

每周校核一次设定值与实际值的差异,避免斜向导开造成大头小尾现象;帘布宽度差控制

在 ± 2 mm,接头量控制在 (4 ± 1) 根,接头错位控制在 ± 2 mm;衬布要定期进行整理平整;衬布卷取时卷取伺服电机的速度要进行分段设定,避免在卷取时帘布卷出现内紧外松而导致帘布打褶。

2.3 成型工艺

2.3.1 成型设备精度

成型设备精度,如左右尾座的同轴度、成型鼓的纵向和横向振动、胎圈定位盘的径向和侧向精度、胎面带束传递环的垂直度、圆度及其与胎圈定位盘的同轴度等,对轮胎均匀性影响较大。应制定一个标准作为更换规格时的检测项目,形成更换标准化。

2.3.2 成型工艺参数

二次法成型工艺参数主要如下。

(1)指形片与机鼓之间的距离(S)

S 一般按下式计算:

$$S = W_F + h_1 + nh_2 - 3$$

式中 h_1 ——内衬层厚度,mm;

n ——帘布层数;

h_2 ——帘布厚度,mm。

(2)胎圈定位盘相关参数

胎圈定位盘之间的宽度(W)主要影响到充气效果与胎坯外周长,从而进一步影响到轮胎均匀性。 W 一般参考表2设定。

表2 W 设定一般规律 mm

轮胎系列	W_1	W_2	W_3
80	$W_F - 7$	$0.84W_F$	$0.707W_F$
70	$W_F - 7$	$0.87W_F$	$0.755W_F$
65	$W_F - 7$	$0.883W_F$	$0.774W_F$
60	$W_F - 7$	$0.895W_F$	$0.790W_F$

注: W_1 、 W_2 和 W_3 分别为二次法成型中一段胎坯胎圈拉伸时、一段胎坯扒胎侧时以及一段胎坯与二段胎坯贴合时胎圈定位盘所处位置的宽度。

胎圈定位盘的着合直径及形状对轮胎均匀性有影响,尤其是对径向力偏差和侧向力偏差的影响较大。

胎圈定位盘的形状对轮胎均匀性也有较大的影响。胎圈定位盘的示意图见图2。 E 区形状设计遵循的原则是保证轮胎胎圈与胎圈定位盘之间配合良好。经对比分析发现,在 E 区设计一段平台

[见图2(b)]对提高轮胎均匀性效果较好。 W 一般比轮胎胎圈宽度大2 mm。 D' 取值太大会导致侧向力偏差过大,太小又会导致径向力偏差过大。一般情况下, $D' = d - 2(h_1 + e + h_2)$,其中 e 代表防擦布厚度。

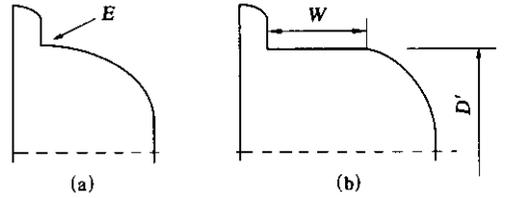


图2 胎圈定位盘示意

E ——一段胎坯胎圈与胎圈定位盘的着合区;

D' ——胎圈定位盘直径。

(3)成型反包

成型反包胶囊的设计及有关工艺参数的确定应以反包是否紧实为前提。因为反包效果会影响胎圈之间线长的变异,若变异较大就会对轮胎均匀性产生很大影响(特别是径向力偏差)。成型反包胶囊应伸到机鼓内一定深度(一般为20 mm左右)。对反包充气要留有适当的保压时间(高压和低压),以确保反包紧实。

(4)贴合速度

轮胎各部件贴合速度不仅影响产能,还影响轮胎的质量,其中带束层的贴合速度影响较大。因此在确定各部件的贴合速度时应先测量材料的拉伸量,在保证贴合质量的前提下适当提高贴合速度。

2.3.3 各部件的定点分布

轮胎是由多个部件组成的,各部件的接头有可能发生重叠,多个部件接头重叠在一起对轮胎均匀性会产生很大的影响。

为了避免接头重叠,采取材料定点分布的方法,主要采取三点分布法(各主要材料分布互成 120°)和四点分布法(见图3)。通常采取四点分布法,因为这样可使各材料在圆周上的分布尽量均匀,并且可以很方便地找出轮胎均匀性波形图上各点在轮胎上对应的位置。对具有2层甚至3层胎体帘布或具有冠带层的轮胎来说,其定点可分布在I~IV区间内,一般在III或IV区间较为合适,这是由于帘布的接头有使胎体向“内缩”的倾向,正好可以克服胎面和胎侧接头“凸出”的倾向。

以此4点为基础来改变各材料的定点分布的原则是:材料分布力求均匀化;材料接头力求相互制约,相互取长补短。

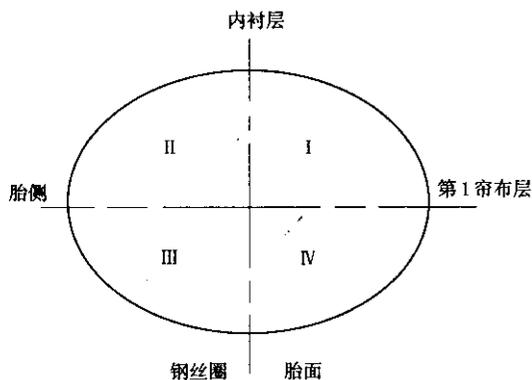


图3 四点分布法

2.3.4 部件材料的接头量和接头间距

(1) 接头量

各材料接头量的确定一般遵循表3所示规律。从表3可以看出,冠带层的接头量依贴合方式的不同而有所变化。在有条件的情况下对全冠带层采用无接头的形式最好。

表3 各材料接头量

项 目	接头量
内衬层	5~8 mm
帘布层	(4±1)根
胎侧	0~3 mm
胎面	-2~0 mm
带束层	-1~0 根
冠带层	
端冠带层	100(1层)/40(2层)
全冠带层	60(1层)/40(2层)

(2) 接头间距

各材料接头间距控制应遵循分布均匀的原则。对单层胎体结构的轮胎,胎体帘布接头与其它接头间距为100 mm时对轮胎的均匀性无太大的影响。

带束层接头间距的控制也很重要,我公司增大带束层的接头间距、把单条轮胎带束层接头数量控制在两个左右、实现带束层的零根对接后,使各规格轮胎均匀性平均提高了1%~2%。

2.3.5 接头角度

合理设定各材料接头角度可以进一步提高轮胎材料分布的均匀性。

(1)内衬层与帘布之间的夹角控制在10~15°时,轮胎均匀性较好。

(2)胎侧的裁断角度一般宜控制在60°左右,胎侧与帘布之间的夹角由0°调整为15°。

(3)全冠带层的裁断角度是一个需要经常改善调整的项目,但一般取30,45和60°等。

2.3.6 材料贴合对中度

各材料贴合对中度宜控制在±1 mm内,投射灯的垂直度应每班用铅锤校验一次;制做专用的规板以用来校验供料架的对中度。材料的贴合不能有蛇形。胎面与带束层的贴合对中度对轮胎均匀性影响较大,且呈线性正相关。

2.3.7 二段压辊的压力与运行轨迹

采用两次法成型,胎面带束环与一段胎坯在二段组合时必须用压辊进行滚压,压辊的压力和运行轨迹对轮胎均匀性亦有相当大的影响,主要是对侧向力偏差影响较大,若两者设置不合理,会引起材料在滚压过程中发生较大迁移和变异,特别是对带束层角度与宽度影响较大。

2.3.8 胎坯外周长

半成品胎坯外周长过小会造成硫化时轮胎的一次性伸张量过大,过大又会导致轮胎在硫化时发生“蹭模”现象,因此很有必要在成型时控制胎坯外周长。

虽然胎坯外周长是轮胎结构设计决定的,但可以通过成型工艺进行适当调整,即通过调整二段胎圈定位盘的宽度和充气压力来控制。

胎坯外周长的确定标准为:两半模模具 胎坯的外周长比模具花纹沟底处的周长一般小10 mm左右;活络模具 胎坯的外周长比模具花纹沟底处的周长一般大5 mm左右。

2.4 硫化工艺

2.4.1 胎坯变形

(1) 原因分析

胎坯在存储过程中由于放置方法不当或放置时间较长而引起变形,造成进模困难或产生胎圈出边和胎圈窄等现象,从而导致轮胎均匀性不良。

(2) 解决措施

合理调整生产计划,避免胎坯长时间存放;改善胎坯的存放工具,尽量避免胎坯发生变形;对存放较长时间的轮胎进行定期翻转。

2.4.2 进模不正,定型不良

(1)原因分析

机械手抖动及其与硫化机中心机构不同心;胎坯发生变形;胎坯与硫化胶囊配合不良造成进模困难或定型不正;定型高度和定型时间的设计不合理,这些均会造成胎坯在模具中发生偏心(主要影响侧向力偏差)和伸展不充分,导致轮胎均匀性不良,主要影响侧向力偏差。

(2)解决措施

控制胎坯存放温度;胎坯预热均匀;避免胎坯变形;选用合适型号的硫化胶囊;在轮胎硫化定型时合理设计定型高度,定型高度过大或过小都会影响胎坯在模具中的状态,定型高度取值一般有如下规律:一次定型高度为半成品轮胎的高度减去10 mm;二次定型高度(切换高度)为半成品轮胎的高度与设计轮辋宽度之差。

2.4.3 后充气条件

后充气不及时,易造成轮胎变形;后充气时间及后充气轮辋宽度设定不合理,引起轮胎后充气不良,从而造成轮胎均匀性不良。

解决措施:及时进行后充气;后充气轮辋宽度一般设定为标准轮辋宽度放大12.7 mm;后充气时间长,则轮胎均匀性较好,但一般控制在两倍硫化循环时间再缩短5 min左右为宜;后充气压力对轮胎均匀性的影响不大。轮胎后充气时出现单侧速冷现象会引起径向力偏差不良,此时应再加热、充气以对其进行改善。

2.4.4 硫化胶囊

硫化胶囊生产时存在厚度不均以及因使用次数增加而发生变形问题,均会造成硫化胶囊本身伸展不均匀,从而影响轮胎均匀性。

更换硫化胶囊后进行预伸展,以检查硫化胶囊伸展是否均匀;硫化胶囊使用一定次数后及时更换;内喷涂剂不宜采用粉状剂。

3 模具

3.1 模具精度不高

模具加工精度不高造成模具圆度差,导致轮胎均匀性不良。若生产中经常发现不同模具生产出的轮胎均匀性相差较大或者轮胎的波形图上的峰值点总是对应于模具上的某一固定点时,应及时对模具进行修正或申请报废处理。

3.2 模具装配不良

模具装配时的误差会产生错模、密合不良等现象,引起出边及胎圈窄,会造成轮胎均匀性不良。一般来讲,活络模生产的轮胎均匀性比两半模好。

4 检测

4.1 检测环境温度

温度对轮胎均匀性有一定的影响(特别是侧向力偏移),一般检测室温应控制在20~30℃。试验测得,温度为12,13,19,30和40℃时,侧向力偏移值分别为-592,-560,-502,-470和-437 N,由此可知轮胎的侧向力偏移与温度几乎呈线性关系。

4.2 检测设备精度

检测设备的精度和使用时的校核准确性影响轮胎均匀性参数。负荷轮的偏心度、负荷轮覆盖薄膜的破损程度、检测轮辋的偏心度以及轮胎的润滑效果都会影响轮胎均匀性。

定期做1×5和10×10的重复性校验以及1×5的正反对比校验;配制合适的润滑剂以保证轮胎与检测轮辋之间有良好的润滑效果。

4.3 检测条件

4.3.1 检测负荷和充气压力

图4示出了恒定负荷下轮胎均匀性与充气压力之间的关系。从图4可知,在垂直负荷恒定的条件下锥度效应主要依赖于充气压力,少量增大充气压力可以明显改变锥度效应。侧向力偏移几乎不受充气压力的影响。

图5示出了31×10.5R15轮胎的侧向力与负荷的关系。从图5可以看出,检测时轮胎所受的负荷对均匀性也有一定的影响。

图6示出了的31×10.5R15轮胎的侧向力偏移与负荷的关系。从图6可以看出,轮胎侧向力偏移随着垂直负荷的增大而增大,可见轮胎锥度效应和侧向力偏移随着垂直负荷的增大而增大。

通过适当调整轮胎的负荷和充气压力可以矫

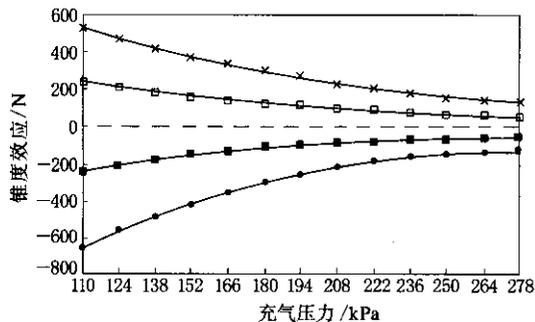


图 4 恒定负荷下 HR78-15 子午线轮胎均匀性与充气压力的关系

●, ■, □和×分别指轮胎 1, 2, 3 和 4; 负荷为 5 811 N, 试验轮胎直径为 838 mm。

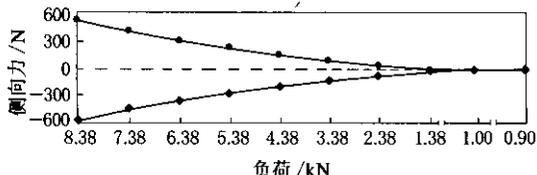


图 5 31×10.5R15 轮胎的侧向力与负荷的关系

●—正转; ◆—反转。

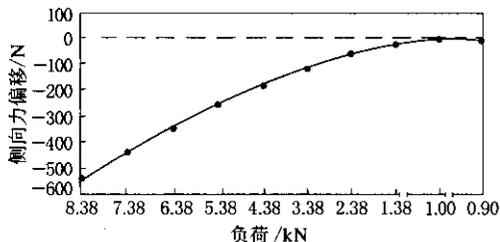


图 6 31×10.5R15 轮胎的侧向力偏移与负荷的关系

正锥度效应和侧向力偏移,但这不能作为提高轮胎均匀性的手段。一般轿车轮胎的检测充气压力为 200 kPa,所推荐的检测负荷取决于轮胎规格,一般为轮胎最大载荷的 85%。

4.3.2 检测轮辋

检测轮辋宽度对锥度效应和侧向力偏移的影响较小,但其直径和形状对轮胎均匀性有一定的影响(主要影响与轮胎的配合)。

4.3.3 测量转鼓的直径及转速

测量转鼓直径通用标准值为 854 mm;测量轮胎均匀性转鼓转速一般为 $60 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,也有在 $120 \sim 1\,200 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的转速下进行轮胎高速均匀性试验的,但目前还没有被广泛应用。在转鼓转速为 $60 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的低速下进行试验时,需要限

制转鼓的最大转速为 $60 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 。推荐轿车轮胎测量转速为 $60 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,载重轮胎测量转速为 $20 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 。轮胎速率从 $10 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 增大到 $180 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 时,轮胎的外直径会增大,其中子午线轮胎的外直径增大 $1 \sim 3 \text{ mm}$,斜交轮胎增大 $10 \sim 12 \text{ mm}$;同时尺寸偏差以及力的变化量也有相似的变化规律。

5 不平衡量的矫正

轮胎一旦有不平衡量存在就应加以校正,但校正全部限于径向尺寸偏差和径向力偏差,侧向力偏差是难以补救的。目前通常有两种方法,一种方法是通过在轮辋上配置配重块来减小装配总成的不均匀性,另一种方法是从轮胎胎面上除去一些橡胶,减少轮胎自身的不均匀性。目前,轮胎检测设备上一般均带有研磨装置,轮胎的径向尺寸与力的偏差均可以通过研磨胎面加以校准。研磨对象主要是胎肩部位,这是因为胎肩比胎面中心具有更高的径向刚度。

检测设备的校正是有限度的,一般研磨胎面橡胶的厚度不大于 0.5 mm 。目前,一种可以进一步提高轮胎均匀性的简单方法是采用偏心试验机探测径向力变量的一次谐波,据此调整研磨或切割工具的移动,以获得轮胎周向偏心尺寸偏差。另一种方法是应用切割工具伺服定位,这种方法对减小自由尺寸偏差使用的控制信号具有相当大的灵活性,切割工具的位置也能极精密地跟踪到力的变量。

6 结语

随着路况的日益改善,由路面产生的振动已相对减少,人们已把注意力集中到由轮胎不均匀性引起的轮胎振动上来。如何提高轮胎的均匀性已成为提升轮胎品质的一项重要工作。由于轮胎生产的特点,每道工序都有它自身制造的公差,偏离理想结构是不可避免的,因此制造完全均匀的轮胎几乎是不可能的。只有严格控制整个原料和轮胎成型部件的制造全过程,才能将影响轮胎均匀性的不可避免误差降至最小。