

静态斜交轮胎不同工况下帘线位置形态 及其对轮胎性能的影响

武 玺 陈志宏

(1. 山西省化工研究所,山西太原 030021 2. 北京橡胶工业研究设计院,北京 100039)

摘要 对比分析在不同工况,即自由状态、充气状态、垂直负荷作用状态的条件下静态斜交轮胎胎体帘线位置形态的变化。指出帘线位置形态的变化对轮胎胎肩、下胎侧两个关键部位有重要影响。在结构设计上控制帘线位置形态的变化,配方设计上适应帘线位置形态的变化,可以达到提高轮胎质量水平的目的。

关键词 斜交轮胎;自由状态;充气状态;垂直负荷;帘线位置形态

中图分类号:TQ336.1⁺1 文献标识码:B 文章编号:1006-8171(2005)06-0330-04

斜交轮胎在充气条件下的断面几何形状可以通过薄壳原理和网格理论得到较为满意的结果,但对不同工况下,即在自由状态、充气状态、垂直负荷下的静态斜交轮胎内部胎体帘线(包括缓冲层)的位置形态研究较少。分析研究静态斜交轮胎帘线的位置形态及其对轮胎性能的影响,对解决斜交轮胎的早期失效问题和提高使用寿命有着重要的意义。

1 分析方法

(1)轮胎零气压下外缘尺寸的测定。①在标准轮辋上给轮胎充气,使其胎圈部位紧密固着于轮辋相应部位,然后排掉空气测量外直径和断面宽;②将轮胎断面置于具有标准轮辋宽度的图形上,测量其断面宽与断面高。将测量结果与相应的模型尺寸进行对比分析。

(2)测定轮胎充气外缘尺寸及胎冠弧度尺寸,与自由状态进行对比分析。

(3)轮胎的静负荷性能。在标准轮辋、规定气压和承受垂直负荷的条件下测定负荷与轮胎整体变形的关系,通常考虑下沉量(下沉率)、静半径、负荷下断面宽、接地面积以及相应的长短轴等。根据测定结果对轮胎整体变形情况进行分析。

(4)轮胎用胶料的模量小于胎体骨架材料的模量,假定充气状态、垂直负荷下的静态斜交轮胎整体应变符合广义余弦定律。

2 静态斜交轮胎在不同工况条件下胎体帘线的位置形态

2.1 自由状态

自由状态就是不考虑轮胎硫化后的收缩变形,初始内应力为零,即帘线张力、层间剪切应力等内应力等于零的状态。在这种状态下胎体帘线处于最短程线^[1],也就是说以帘线的走向解剖轮胎,自由状态的斜交轮胎中某一层帘布的任何一根帘线总是处于一定的平面内。实际观测某些轮胎断面发现,这些轮胎具有较大的初始内应力,断面自由放置时两胎侧向外翘起,这与轮胎结构有很大关系,对轮胎的使用性能有较大影响。

在硫化过程中,胎坯相邻两层帘布中的两对帘线所构成菱形的边长和角度随着帘线伸张和最短程线的作用而变化,这一变化基本上符合广义余弦定律^[1]:

$$\cos\alpha_w = R_w \cos\alpha_0 / R_0 \delta_1 \quad (1)$$

式中 α_w ——轮胎成品中任一部位帘线方向与周向的夹角;

R_w ——轮胎成品中任一部位的半径;

α_0 ——胎坯半成品相应一层帘布的裁断角度;

R_0 ——胎坯半成品对应一层帘布的半径；
 δ_1 ——帘线的假定伸张值,主要取决于帘线的伸长率和轮胎制造的工艺条件。

在轮胎结构中,缓冲层结构与胎体帘布层类同,硫化过程中帘线的角度亦产生相应的变化,只不过缓冲层帘线伸张相对胎体帘线小。对缓冲层而言,假定 $\delta_1 = 1$, 式(1)可表示为

$$\cos\alpha_w = R_w \cos\alpha_0 / R_0 \quad (2)$$

2.2 充气状态

充气状态下,斜交轮胎帘线的位置形态取决于轮胎的结构设计和施工设计,主要有如下结构形态。

(1) 充气外直径、断面宽增大

充气状态下,轮胎胎冠曲率半径减小,外直径和断面宽增大。根据广义余弦定律,胎冠帘线角度减小,胎肩及胎侧帘线角度增大。结合胎冠曲率的变化,任意单根帘线角度变化率为零的点很有可能位于距胎冠中心线 $2/3$ 左右的位置。胎体帘线的位置形态(轮胎胎体帘线在水平面上的投影)如图 1(a)所示。

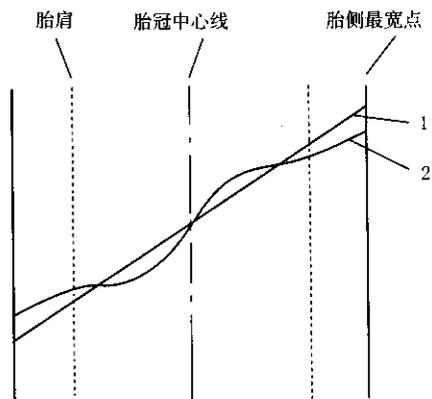
(2) 充气外直径变化不大,断面宽增大

充气状态下,轮胎胎冠曲率和外直径变化不大,断面宽增大。此时胎冠帘线角度变化不大,而胎侧帘线角度增大。胎体帘线的位置形态(轮胎胎体帘线在水平面上的投影)如图 1(b)所示。

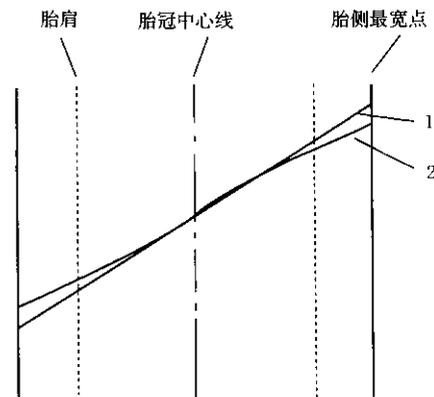
此外,还可能出现胎冠曲率、外直径减小而断面宽增大的现象。

2.3 垂直负荷

斜交轮胎承载能力的大小取决于轮胎规格、轮辋规格、骨架材料性能、气压及帘线角度。对于一定规格的轮胎,承载性能主要取决于轮胎骨架材料性能、气压和帘线角度。根据轮胎承载性能与硬度因数(负荷/接地面积 \times 气压)之间的关系^[2]来评价轮胎的承载能力。假设轮胎的负荷能力全部由轮胎的充气压力来承担,可以建立轮胎下沉量与轮胎骨架材料性能和帘线角度的关系。众所周知,轮胎是由橡胶与具有一定方向交叉胶帘布组合而成的复合体,轮胎在使用中承受各种外力作用而产生相应的形变。为研究垂直负荷条



(a) 外直径、断面宽增大



(b) 外直径变化不大,断面宽增大

图 1 充气状态下单根帘线角度示意
 1—自由状态下帘线的位置形态 2—充气状态下帘线的位置形态。

件下轮胎缓冲层和胎体帘布层帘线与负荷之间的关系,做如下假设:

- (1) 轮胎是一个网格的环状体,具有一定的刚性;
- (2) 忽略网格之间胶料模量的影响;
- (3) 负荷不引起胎面厚度的压缩变形。

为了研究问题方便,假定轮胎在垂直负荷的作用下在整个圆周方向均产生相同的下沉量,即相同的静半径。也就是说,在轮胎圆周方向镶套上直径为两倍静半径、宽度为行驶面宽度的刚性约束圆环。此时在垂直负荷作用下,轮胎产生的下沉量与轮胎内部帘线(胎体和缓冲层)角度变化符合广义余弦定律。即:

$$\cos\alpha_c = R_c \cos\alpha_r / R_1 \delta \quad (3)$$

式中 α_c ——轮胎成品在充气状态下胎冠中心帘

线与周向的夹角；

R_c ——轮胎成品在充气状态下的外半径；

α_f ——轮胎成品在充气状态、垂直负荷作用下胎冠中心帘线与周向的夹角；

R_f ——轮胎成品在充气状态、垂直负荷作用下的静半径($R_f = R_c - h_c$, h_c 为下沉量)；

δ ——帘线的伸长率,主要取决于帘线的模量。

由式(3)可以得到：

$$R_f = R_c \cos \alpha_f / \delta \cos \alpha_c \quad (4)$$

$$h_c = R_c (1 - \cos \alpha_f / \delta \cos \alpha_c) \quad (5)$$

由式(5)可以得到：

$$\cos \alpha_f = \delta \cos \alpha_c (1 - h_c / R_c) \quad (6)$$

由式(6)可以看出,随着 h_c 增大, $\cos \alpha_f$ 减小, α_f 增大。说明随着轮胎下沉量的增大,轮胎胎冠帘线角度相应增大,同时由于轮胎帘布筒固定在钢丝圈上,为适应垂直负荷作用下轮胎内腔气体形状改变引起的轮胎形状的变化,轮胎胎冠、胎肩、胎侧和胎圈部位帘线,特别是胎肩部位的胎体帘线(包括缓冲层帘线)角度增大。轮胎胎体帘线在水平面上的投影如图2所示。

3 胎体帘线位置形态对斜交轮胎性能的影响

负荷作用下的斜交轮胎损坏主要发生在胎肩和胎圈(包括轮胎下胎侧)部位,因此分析研究这两个部位帘线位置形态的变化对提高斜交轮胎使用性能有着重要意义。

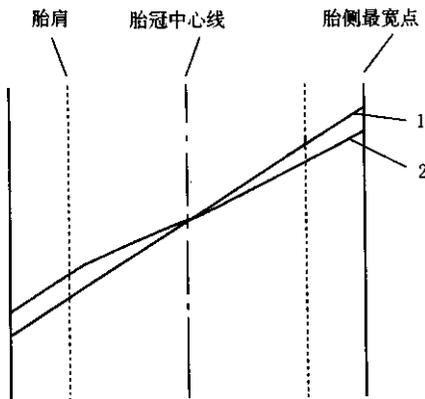


图2 在径向负荷作用下单根帘线角度示意

注同图1。

3.1 胎冠部位(胎肩)

帘线位置形态分析结果表明:在充气状态和垂直负荷条件下,斜交轮胎胎体(包括缓冲层)冠部帘线角度增大,造成帘布层间周向剪切应力增大;对于充气状态下外直径、断面宽都增大的轮胎,在垂直负荷作用下,胎体帘线角度变化出现拐点。多年的实践证明:在相同垂直负荷作用下,不同生产厂同规格品种的轮胎下沉量基本保持在一定的数值上。充气状态下外直径、断面宽都增大的轮胎所产生的实际下沉量比外直径变化不大、断面宽增大的轮胎小。由式(6)可以明显地看出:充气状态下外直径、断面宽都增大的轮胎实际下沉量小,帘线角度变化相对较小,但因其冠部帘线角度变化存在拐点,加剧了胎冠帘线捻度的变化以及帘线与周围橡胶材料的扭转应变。外直径变化不大、断面宽增大的轮胎在相同的垂直负荷作用下,实际下沉量大,帘线角度变化较大,特别是帘线角度变化较大的胎肩部位,加上游离的缓冲层帘线端点,易出现轮胎肩空问题。笔者曾就9.00-20 16PR不同高宽比轮胎进行过相应的对比试验,实际的试验结果佐证了帘线位置形态的变化对轮胎性能的影响。

3.2 下胎侧部位(胎圈)

在垂直负荷作用下,断面宽增大导致胎侧部位帘线角度变化,从而增大了此部位周向的剪切应力;又因为轮胎下沉,使下胎侧产生相应的弯曲变形,增大了帘布层之间的径向剪切应力,两方面的作用使双钢丝圈轮胎的1#帘布筒的帘布反包端点产生沿帘线方向的剪切应力,加剧反包端点与胎体之间的剥离,如图3所示。

因此,一方面要控制断面宽、胎体帘线角度的变化,另一方面要保证下胎侧材料刚性过渡均匀,最大限度地使帘布反包端点与相邻帘布层达到同步变形^[2]。同时可考虑在反包端点贴一层能提高与端点粘合性能的胶片,但要严格控制胶片的宽度和厚度。

4 结语

(1)轮胎的胎体帘线(包括缓冲层帘线)在不同工况下具有不同的位置形态,它对轮胎的结构设计有很强的依赖性。因此可以认为,轮胎在不

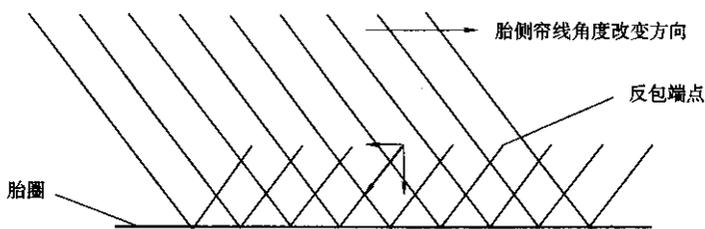


图3 帘布反包端点二维受力示意

同工况下的帘线位置形态所造成的应力-应变分布对轮胎的早期失效有较大的影响。

(2) 本工作所研究分析的是轮胎在静态不同工况的帘线位置形态。而轮胎在使用中因受力的复杂性, 帘线位置形态必将产生很大的变化。

(3) 分析帘线位置形态对轮胎性能的影响, 涉及胎冠(包括胎肩)、下胎侧部位, 在胶料配方设计和胎体帘线模量的选择上要给予极大的重视。同

时要特别考虑胶料配方和结构设计整体性和系统性。

参考文献:

- [1] 俞 淇, 周 锋, 丁剑平. 充气轮胎性能和结构[M]. 广州: 华南理工大学出版社, 1998. 13-15.
- [2] 武 玺. 浅谈载重斜交轮胎的优化设计[J]. 轮胎工业, 2001, 21(8): 457.

第13届全国轮胎技术研讨会论文

我稀土 BR 实现万吨级规模生产

中图分类号: TQ333.2 文献标识码: D

日前, 中国科学院长春应用化学研究所与锦州石化公司共同研究开发的稀土 BR 已在万吨级装置上成功实现规模化生产, 并通过国家科技部组织的专家验收。目前, 该项目已经完成工业生产成套生产技术的开发, 催化剂技术达到国际先进水平, 可批量向国内外用户提供质量优异的稀土 BR。

汽车工业和高速公路的发展对汽车轮胎的弹性、耐磨性能等要求越来越高, 镍系 BR 已不能完全适应轮胎工业的发展要求。而采用稀土催化剂合成的 BR, 其生胶强度、粘性、耐磨性能等都有所增强, 其生产制造过程还具有节能、环保、低成本等优点。

1998年, 在国家“863”计划的支持下, 长春应用化学研究所与锦州石化公司共同组建了橡胶研究开发中心, 在稀土 BR 的加工性能和应用性能方面做了大量工作。经过6年多的艰苦努力, 在稀土 BR 相对分子量分布控制上取得了突破性进展, 单体质量分数由原来的0.08~0.11提高到0.13~0.15, 有效提高了稀土催化体系的活性和均相稳定性, 使稀土 BR 的产业化技术更加完善。与国外产品的测试对比表明, 国产稀土 BR 样品的物理性能超过一些国外公司稀土 BR, 产品达到

国际先进水平。用该材料制造的轮胎具有抗湿滑性好、滚动阻力小、生热低、耐磨性能优异等特点, 在高速行驶时不易爆胎, 因此稀土 BR 是制造高性能子午线轮胎的理想胶种。

(摘自《中国化工报》, 2005-04-15)

下半年中国汽车市场有望回升

中图分类号: F407.471 文献标识码: D

国务院发展研究中心有关专家最近预测, 中国汽车市场下半年有望回升。

专家认为, 尽管从需求角度看, 中国轿车市场多年积累的需求已基本释放, 但各种短期因素的综合作用也积聚了部分新需求, 这部分需求将在今年逐步释放。同时, 汽车的产能还会进一步加大, 新的车型也将不断推出, 激烈的市场竞争带来的供给结构优化与价格持续下降也将进一步刺激轿车的增长。预计今年中国汽车产量仍能保持15%~20%的增长速度, 产销量接近600万辆。其中, 轿车市场增长速度将高于上年, 产销量将达到275万辆, 同比增长两成以上。

专家特别提醒, 今年中国家用轿车市场仍将出现范围较大、幅度较大的降价, 预计上半年的总体降幅会高于下半年。

(摘自《中国汽车报》, 2005-04-18)