

椭圆形内胎设计的探讨

王洁 付玲观

(杭州中策橡胶股份有限公司 310016)

普通斜交轮胎内胎断面一般都设计成圆形,其伸张均匀,不易打褶,装卸方便。然而随着宽基、低断面轮胎的发展,越来越多的轮胎内缘曲线呈椭圆形。若仍用圆形内胎,那么其断面四周的张力在椭圆形内缘曲线上伸张是否均匀,使用性能是否达到设计要求,已成为当前设计人员急需考虑的问题。本文针对上述问题和现象,对28×9-15宽基、低断面工业轮胎内胎的技术和施工设计作简要介绍。

1 内胎设计的主要原则

影响内胎质量及使用性能的3个主要参数:外直径伸张值、内直径收缩值和断面周长伸张值。

控制3个参数在下述范围内即可:

外直径伸张值 $D_k/D=1.02-1.05$;

断面周长伸张值 $L_k/l=1.10-1.20$;

内直径收缩值 $d/d_k=1.025-1.05$

(平式轮辋)

1.06-1.20

(深式轮辋)。

式中 D_k ——外胎胎里直径;

L_k ——外胎胎里周长;

d_k ——轮辋直径;

D ——内胎外直径;

l ——内胎外周长;

d ——内胎内直径。

28×9-15轮胎内胎、外胎的配合如图1所示。若将内胎断面设计成圆形,则会引起外直径打褶,不易舒展,而胎壁伸张过大,易引起早期爆破。

为使内胎各部位伸张一致,考虑设计椭

圆形断面内胎,使它的断面形状尽可能接近轮胎内缘曲线。

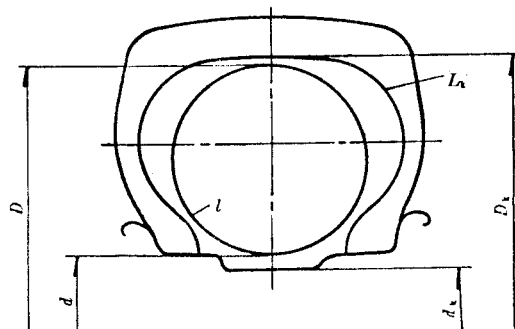


图1 28×9-15轮胎内、外胎配合示意图

2 内胎计算公式及参数选取

已知:外胎胎里直径 $D_k=627\text{mm}$

外胎胎里周长 $L_k=496\text{mm}$

外胎垫带、轮辋组合后直径 $d_k=393.6\text{mm}$

椭圆内胎断面如图2所示。

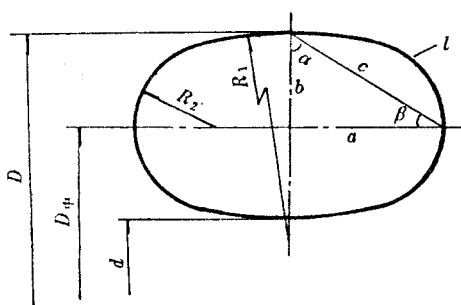


图2 椭圆形内胎断面

D —椭圆形内胎外径; d —椭圆形内胎内径; $D_{\text{中}}=\frac{D+d}{2}$; l —椭圆形内胎周长; a —内胎长半轴; b —内胎短半轴; R_1 —冠部椭圆曲率半径

R_2 —侧部椭圆曲率半径

椭圆各参数计算公式:

$$\alpha = \operatorname{tg}^{-1} \frac{a}{b}$$

$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

$$c = a / \sin \alpha$$

$$R_1 = \frac{c + a + b}{2 \cos \alpha}$$

$$R_2 = \frac{c - a + b}{2 \sin \alpha}$$

$$l = \frac{\pi}{45^\circ} \times (R_1 \beta + R_2 \alpha)$$

根据内胎设计原则,综合考虑工艺等因素及天然橡胶与丁基橡胶并用的特点,确定设计方案如表1所示。

表1 椭圆形内胎设计方案

设计参数,mm	方案
外直径 D	614
内直径 d	414
长半轴 a	80
短半轴 b	50
冠部椭圆曲率半径 R_1	117.29
侧部椭圆曲率半径 R_2	37.93
周长 l	415.31

从表1及已知值得:

$$\text{外直径伸张值 } D_k/D = \frac{627}{614} = 1.0212;$$

$$\text{断面周长伸张值 } L_k/l = \frac{496}{415.3} = 1.1943;$$

$$\text{内直径收缩值 } d/d_k = 414/393.6 = 1.0518。$$

3 施工设计

确定成品内胎断面形状为椭圆形,在施工设计上对此作出相应的调整,具体设计如下。

(1)半成品的长度 $L_{\#}$

$$L_{\#} = K_L \pi D_{\#}$$

式中 $D_{\#}$ ——椭圆形的中心直径

$$= (D + d) / 2 = (614 + 414) / 2 = 514(\text{mm});$$

K_L ——长度伸张系数(一般为0.78—

0.92,因该规格内胎断面宽大而外径小,故取0.85)。

$$\text{故 } L_{\#} = 0.85 \times \pi \times 514 = 1372.56(\text{mm})$$

取 $L_{\#} = 1370\text{mm}$

(2)半成品的平迭宽 $B_{\#}$

$$B_{\#} = K_B \cdot l / 2$$

式中 K_B ——宽度伸张系数(一般为0.83—0.91,取0.91);

l ——椭圆形内胎周长。

$$\text{故 } B_{\#} = 0.91 \times 415.3 / 2 = 189(\text{mm})$$

取 $B_{\#} = 190\text{mm}$

(3)半成品厚度 t'_1, t'_2

本文仍按圆形芯形、口型挤出来计算内胎厚度。

$$t'_1 = \frac{Kt \cdot \text{内径收缩值}}{\text{断面周长伸张值}} \quad (1)$$

$$t'_2 = \frac{t \cdot \text{外径伸张值}}{\text{断面周长伸张值}} \quad (2)$$

式中 t'_1 ——内胎着合部厚度;

t'_2 ——内胎冠部厚度;

K ——不均匀系数(一般为1.04—1.27,取1.15);

t ——成品内胎厚度,取2.5mm。

$$\text{断面伸张值} = \frac{2B_{\#}}{l} = \frac{2 \times 190}{415.3} = 0.915$$

$$\text{内径收缩值} = \frac{d\pi}{L_{\#}} = \frac{414\pi}{1370} = 0.9494$$

$$\text{外径伸张值} = D\pi/L_{\#} = \frac{614\pi}{1370} = 1.40$$

$$\text{则 } t'_1 = 1.15 \times 2.5 \times 0.9494 / 0.915 = 2.98(\text{mm})$$

取 $t'_1 = 3.00\text{mm}$

$$t'_2 = 2.5 \times 1.4 / 0.915 = 3.825(\text{mm})$$

取 $t'_2 = 3.8\text{mm}$

(4)定型盘的设计

半成品内胎挤出后,充气必呈圆形。若将圆形的半成品内胎放入椭圆形模腔内,则很容易造成着合部、冠部打褶,从而影响质量。要解决这一问题,首先应将半成品内胎定型成椭圆形。为此,将内胎定型盘设计成接近模腔的椭圆形(尺寸见图3),使内胎充气定型

成椭圆形,然后放入内胎硫化模腔内,从而避免了冠部、着合部的打褶现象。

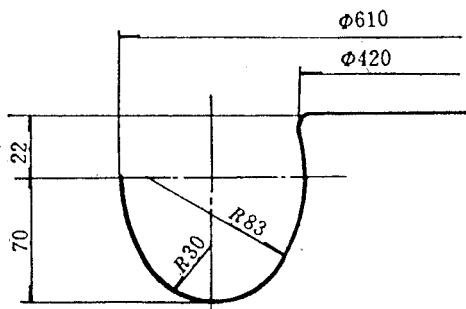


图3 28×9—15 轮胎内胎定型盘断面形状

(5) 气门嘴位置

由于该产品配用“7.0—15”轮辋,故气门嘴位置在中心处。

(6) 内胎重量

$$\text{定长的内胎重量 } W_0 = 2(t'_1 + t'_2)/2 \\ \cdot B_{\#} \cdot L_{\#} \cdot \gamma$$

式中 γ ——相对密度,为 1.12。

将各计算数据代入上式,得 $W_0 = 2.0$ kg,成品重量为 2.066kg。

4 应用情况

上述设计的内胎经本公司物理机械性能测试,各项性能均达到国家标准(见表2)。厦门、天津、青岛和大连等港口城市以及美国、英国、瑞典、澳大利亚、新加坡、比利时和南美的国家实际使用后都反映该内胎伸展均匀,使用寿命长。至今已生产7年,未出现质量问题,深受用户好评。

表2 28×9—15 内胎物理机械性能测试结果

性能	测量值
邵尔 A 型硬度,度	56
300%定伸应力,MPa	5.1
拉伸强度,MPa	19.3
扯断伸长率,%	642
扯断永久变形,%	25
接头强度,MPa	19.1
胶垫与胎身粘着力, $\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$	8.8
胶垫与气门嘴粘着力, $\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$	16.6

5 存在的问题

椭圆形内胎虽已得到用户的肯定,但在生产工艺上尚需进一步改进。目前本公司仍大量生产圆形内胎,内胎的挤出口型、芯型也是圆形的。椭圆形内胎用圆形的口型、芯型挤出,很难使半成品及成品内胎均匀伸张。笔者设想,随着椭圆形内胎产量的增大,可用椭圆形的口型挤出,以增大半成品内胎侧部厚度,即内胎挤出控制3个厚度,但主要控制侧部厚度 t'_3 和着合部厚度 t'_1 。 t'_3 计算公式为

$$t'_3 = \frac{Kt \cdot \text{断面宽伸张值}}{\text{断面周长伸张值}}$$

式中 K, t 意义同前,断面宽伸张值 = $2a / 2B_{\#} / \pi$ 。

由此可提高半成品的内在质量,使内胎伸张更均匀,使用寿命更长。

上述设想还有待进一步研究和试验来证实。