

子午线轮胎一次法成型工艺胎体成型鼓宽度计算的探讨

王 涛 徐 立 刘建华 胡幼学

(北京橡胶工业研究设计院 100039)

摘要 子午线轮胎一次法成型工艺采用平鼓式成型鼓,成型鼓直径小于钢丝圈底部直径。在定型过程中,胎坯形状由鼓形、半鼓形、半芯轮形到芯轮形变化,既使胎体帘布反包不打褶又使硫化前定型胎坯形状接近外胎模型形状。子午线轮胎成型鼓宽度计算公式从斜交轮胎推导而来: $B_s = \frac{2L}{\delta_1} - 2(l - C)$,并进一步推导出平鼓式成型鼓宽度计算公式: $B_s = \frac{2L}{\delta_1}$ 。

关键词 子午线轮胎,一次法成型工艺,胎体成型鼓

为了保证高速低断面轿车子午线轮胎的安全性和操纵稳定性,在制造工艺上要进一步提高轮胎的均匀性,并尽量减少人为操作的影响。

一次法成型工艺弥补了二次法成型工艺的不足,在一个机台上装配好所有部件。为了提高效率,有些部件提前在预复合机上贴好,大大缩短了成型时间,创造了提高轮胎均匀性的条件。

然而一次法成型工艺也有其局限性,即胎体成型机头直径稍小于钢丝圈直径,胎里帘布伸张较大,胎体膨胀定型时容易出现劈缝而造成废次品。二次法成型工艺比较简单,适用于传统子午线轮胎;而一次法成型工艺难度较大,适用于伸张较小的扁平化或超扁平化子午线轮胎。国际上,针对不同用途和档次的轮胎,两种方法都在使用,我国也是一样。

当前,国际上为了适应汽车、高速公路的发展需要,加速了子午线轮胎扁平化的步伐。已出现了超扁平化的子午线轮胎,65和60系列轮胎相当普遍,55,50和45系列轮胎已投放市场,甚至还出现了30系列子午线轮胎。

轮胎的扁平化、超扁平化促进了一次法成型工艺的长足发展。

我国也引进了先进的一次法成型机组,并有十多年的实践经验。现将一次法成型工艺中

的一个关键问题——成型机头宽度计算做如下探讨。

1 一次法成型工艺胎体成型鼓宽度计算

回顾以往多层斜交轮胎的成型鼓一般为半芯轮式,其目的是保证在成型时多层帘布反包胎圈后的胎坯形状和硫化胎近似,避免硫化定型时胎圈扭转而引起帘布差及打臃和层间脱开;4层以下斜交轮胎多用半鼓式成型鼓。而半钢子午线轮胎胎体多在4层以下(一般为2层或1层),故一般也选用半鼓式成型鼓(二次法成型工艺)。

然而,无论是半芯轮式或是半鼓式成型鼓,其鼓外径都大于外胎钢丝圈底部直径。因而成型反包时,胎体帘布在钢丝圈底部受压缩而打褶。这就是硫化后引起该部位淤胶多及胎圈形状不工整的隐患,也是造成轮胎均匀性差的因素。

现代一次法成型工艺为了解决上述问题多采用平鼓式胎体成型鼓,其直径小于钢丝圈直径,胎体帘布反包时各点都受伸张,不致压缩打褶,并有特殊的锁定钢丝圈装置,其左右钢丝圈中心距即是鼓式成型鼓(机头)宽度。

综上所述,成型鼓鼓肩曲线一般有3种形式:

(1)成型多层载重斜交轮胎的成型鼓多选用半芯轮式(以往载重子午线轮胎二次法成型鼓有的也选用浅型半芯轮式),其扭转角 γ 一般取 0° ;

作者简介 王涛,男,32岁。工程师。1987年毕业于上海化工学校工业电气自动化专业。主要从事轮胎CAD计算软件开发与应用工作。

(2) 成型 4 层以下的多选用半鼓式成型鼓, 其胎圈扭转角 γ 一般取 $0^\circ \sim 45^\circ$;

(3) 现代成型半钢或全钢子午线轮胎的一次法成型工艺多选用平鼓式, 其胎圈扭转角 γ 最大(一般为 90°)。全钢子午线轮胎胎体层数多选用 1 层钢丝帘布, 而半钢子午线轮胎(无论是轿车或是轻载子午线轮胎)选用 1 层或 2 层, 如果超过 3 层, 由于三角胶较大, 胶囊反包胎圈多不理想。这是由于胎坯膨胀定型时, 胎圈部帘布层绕钢丝圈膨胀扭转角高达 90° 左右, 层间剪切变形大, 如果压不实, 容易引起气泡(胎体帘布如果 3 层或 3 层以上, 帘布厚而挺, 易弹开, 造成包圈不紧)。

文献[1]中对斜交轮胎成型鼓宽度的计算公式有详细论述, 其计算公式为:

$$B_s = \frac{2L}{\delta_1} \cos \beta_d - 2(l \cos \beta_d - C) \quad (1)$$

式中 L ——1/2 成品胎里内轮廓帘线长;

δ_1 ——帘线假定伸张值;

l ——机头曲线长;

C ——鼓肩宽度;

β_d ——成型机头上帘线角度。

实际上, 子午线轮胎成型鼓宽度的计算公式是从公式(1)演变而来的。子午线轮胎的 β_d 为 0° , $\cos 0^\circ = 1$, 故上式演变成子午线轮胎成型鼓宽度计算公式:

$$B_s = \frac{2L}{\delta_1} - 2(l - C) \quad (2)$$

如果是平鼓式成型鼓, 上式中 $l = 0$, $C = 0$, 故式(2)变成:

$$B_s = \frac{2L}{\delta_1} \quad (3)$$

众所周知, 半芯轮式成型鼓鼓肩宽而高, 半鼓式次之, 帘布反包时易打褶, 影响均匀性。而鼓式成型鼓没有鼓肩, 因而没有帘布反包打褶的问题, 但是也带来了新问题。从表 1 所列的一次法和二次法成型工艺有关参数对比可清楚看出, 一次法平鼓式成型鼓对传统轮胎 ($H/B \approx 0.96$)、扁平轮胎(80 系列以下)和超扁平轮胎(65 系列以下)的胎里伸张 D_k/D_d 是不一样的, 而且与二次法伸张也不相同, 均大于二次法伸张。

表 1 一次法和二次法成型工艺有关参数对比

规 格	一次法				二次法			
	d_d/mm	D_k/d_d	d_b/mm	k_1	d_d/mm	D_k/d_d	d_b/mm	k_2
205/60HR15	362	1.635	390	18.58	414	1.429	390	21.25
195/56HR15	362	1.657	390	17.50	414	1.449	390	20.00
185/80SR14	336	1.830	365	12.42	388	1.587	365	14.39
7.00R15L T	362	1.958	392	10.22	440	1.611	392	12.42
9.00R20	485	1.985	525	—	635	1.519	525	—

注: d_d 为成型鼓(机头)直径; D_k 为胎里直径; d_b 为钢丝圈直径; k_1 为一次法胎体理论安全倍数; k_2 为二次法胎体理论安全倍数(以上计算用同一种密度半成品帘布)。

伸张大意味着拉伸变形大, 硫化时胶料受挤压流动。这就是日后制造中经常见到的胎肩露线或劈缝、帘布上抽、胎圈瘦窄及肩部帘线羽毛状弯曲等的诱因。一次法成型工艺对前后工序配合要求较高, 甚至对压延混炼胶半制品的性能也有较高要求。

2 成型鼓宽度计算公式的修正

因为不同高宽比和胎里伸张的轮胎都同用一个成型鼓宽度计算公式, 故对其工艺修正因数做一些探讨。

以往对半钢子午线轮胎二次法半鼓式成型鼓曾试用过以下公式:

$$B_s = \frac{2L}{\delta_1} - 2(l + x \sin \gamma - C) \quad (4)$$

式中 $x \sin \gamma$ ——工艺修正因数;

x ——钢丝圈外缘至机头距离;

γ ——胎体帘布绕钢丝圈膨胀包圈的扭转角度;

C ——鼓肩宽。

无论是半钢或全钢子午线轮胎一次法成型工艺都用平鼓式成型鼓, 没有鼓肩曲线, 因此

$l = 0$, $\gamma = 90^\circ$, $C = x - \frac{1}{2} b_w$, 将其代入式(4)则

$$B_s = \frac{2L}{\delta_1} - b_w \quad (5)$$

式中 b_w ——钢丝圈宽度。

为了便于标定操作(指示灯定位),以左右两钢丝圈外侧间距作为度量成型鼓宽度的依据,以 B_{s0} 表示,则

$$B_{s0} = \frac{2L}{\delta_1} - b_w + b_w = \frac{2L}{\delta_1} \quad (6)$$

以下是模拟举例计算,将已知值 $L = 312$ mm, $b_w = 14$ mm 和 $\delta_1 = 1.02$ 代入公式(6),则

$$B_{s0} = \frac{2L}{\delta_1} = 2 \times 312 / 1.02 = 612(\text{mm})$$

如果 L 取 313 mm,则

$$B_{s0} = 2 \times 313 / 1.02 = 614(\text{mm})$$

这个数字比较接近实际研制中的取值,而它是在传统轮胎(胎里伸张 D_k/d_d 高达 1.985)、钢丝帘线伸张极小、反包钢丝帘布容易产生上抽位移的条件下制定的。

然而在超扁平化轮胎(如 205/60R15)、胎里伸张 D_k/d_d 仅 1.635 的条件下,情况可能有所不同,而且胎体帘布是伸张性聚酯帘布,故其修正因数可能取得较小一些。

现按公式(4)进行二次法半鼓式模拟计算(规格为 205/60R15),将已知值 $L = 194.5$ mm, $\delta_1 = 1.035$, $l = 19$ mm, $C = 10.5$ mm, $x = 11$ mm 和 $\gamma = 30^\circ$ 代入公式(4),则

$$B_s = \frac{2 \times 194.5}{1.035} - 2(19 + 11 \times \sin 30^\circ - 10.5) = 347.8(\text{mm}) \quad (\text{实取 } 348 \text{ mm})$$

如果按一次法鼓式成型鼓进行计算,公式(6)较适用于传统全钢子午线轮胎,而公式(3)较适用于超扁平化轮胎。例如,已知 $L = 194.5$ mm, $\delta_1 = 1.035$,代入公式(3),则

$$B_s = \frac{2 \times 194.5}{1.035} = 375.8(\text{mm})$$

$$B_{s0} = B_s + 2b_w$$

将已知值 $b_w = 6$ mm 和 $B_s = 375.8$ mm 代入上式,则

$$\begin{aligned} B_{s0} &= 375.8 + 2 \times 6 \\ &= 387.8(\text{mm}) \quad (\text{实取 } 388 \text{ mm}) \end{aligned}$$

从实际观察可以发现,一次法成型工艺在成型操作进程中,成型胎坯随着两钢丝圈缩合(变窄)的刹那间,外胎胎坯形状出现鼓形、半鼓形、半芯轮形和芯轮形(膨胀定型完毕,上带束层和胎面后)的变化。恰与成型机机头(成型鼓)鼓肩形式发展趋势相反。防止胎体帘布反包打褶(影响均匀性)的难题在现代一次法成型工艺中解决了。

3 结语

(1) 子午线轮胎一次法成型工艺胎体成型鼓采用平鼓式(成型鼓直径小于钢丝圈底部直径)。在定型过程中,胎坯逐步轴向收缩径向膨胀,形状由鼓形、半鼓形、半芯轮形到芯轮形变化,从而实现了胎体帘布反包既不打褶(提高均匀性和减少生热)又使硫化前定型胎坯形状接近外胎模型形状(减少胶料的流动性和迁移)的双重目的。

(2) 子午线轮胎成型鼓宽度的确定受成型方法(二次法和一次法)、轮胎高宽比、胎里伸张 D_k/d_d 、胎体帘布伸张性(钢丝、聚酯和人造丝等)以及工厂工艺条件的影响。因此,要想简单统一成一个单一的计算模式是困难的。

本文从缩短研制周期和节省原材料目的出发,针对子午线轮胎一次法成型工艺成型鼓宽度计算方法做了一些初步的设想和探讨,今后还需进一步加以完善。

参考文献

- 1 郑正仁,黄崇期. 汽车轮胎制造与测试. 北京:化学工业出版社,1987. 284

第十届全国轮胎技术研讨会论文

Carcass Building Drum Width Calculation in Single Stage Radial Tire Building Process

Wang Tao, Xu Li, Liu Jianhua and Hu Youxue

(Beijing Research and Design Institute of Rubber Industry 100039)

Abstract The flat drum is used in the single stage radial tire building process and the diameter of

building drum is less than that of bead base. The green tire shape changes from drum shape ,semi-drum shape ,semi-core former shape to core former shape in the shaping process to make the carcass turn-up free of folding and the shaped green tire before vulcanization close to the tire mold shape. The equation

for calculating the building drum width of radial tire is derived from that of bias tire : $B_s = \frac{2L}{\delta_1} - 2(l -$

C) ;and the equation for calculating the flat building drum width is further derived : $B_s = \frac{2L}{\delta_1}$ 。

Keywords radial tire ,single stage building process ,carcass building drum