

结构设计

花纹展开图中的点在世界坐标系中的位置

姚钟尧 林惠音

(华南理工大学 510641)

轮胎总图也称花纹总图,是轮胎结构设计所要产生的核心图纸之一。这种图纸貌似机械零部件图,实际上两者的制图准则并不相同。机械图中的主视图、俯视图和侧视图三者的尺寸具有“长对正,宽对齐”的关系,而轮胎总图中 3 个视图的尺寸并不遵守这个准则,因为花纹图并不是一正投影图,而是一部分曲面的展开图。一个轮胎总图,已知花纹展开图上的某点,如何求出它的主视图和侧视图上的对应点,便是本文将要讨论的花纹展开图中的点在三维直角坐标系中的描述问题。

这个问题是轮胎结构设计固有的问题,在传统设计中设计者往往用近似方法解决。然而,在计算机绘图时,特别是开发轮胎 CAD 系统时,诸如花纹沟底曲线、外胎侧视图、外胎轴侧图、外胎透视图等的绘制都会遇到,必须认真、逐一、精确地计算。已有论文涉及这个问题^[1],本文从另一个角度提出一套完整的方法,以计算轮胎花纹沟节点的空间位置(三维坐标)。

1 轮胎在世界坐标系中的位置

三维直角坐标系如图 1 所示。这个坐标系也叫世界坐标系。图 1 示出了轮胎在世界坐标系中的位置,即轮胎的中周线圆心与原点 O 重合,轮胎断面对称轴是 Z 轴,轮胎中周线在 XOY 平面上的投影落在 X 轴上,花纹展开图一个节周的对称轴正好是 Y 轴,见图 2。

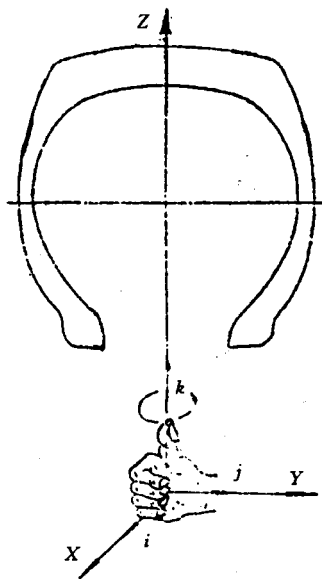


图 1 外胎总图

2 花纹展开图胎冠区上的点

在图 2 中,点 C 和 C_1 显然不是同一个空间点。设点 C 是花纹展开图上胎冠区花纹沟的一个节点,对于坐标系 $X'O'Y'$,其位置是 (X'_c, Y'_c) ,见图 2b,求出它的世界坐标系中的位置 (X_c, Y_c, Z_c) 。

设冠弧半径为 R ,冠弧的圆心 O_c 在主视图中的位置为 $(0, V)$,点 P 的位置为 $(0, V + R)$, d 是周节对称轴到 X 轴的距离。可以认为花纹沟节点 C 是由交点 P 经过两次旋转变换得到的:首先,点 P 沿着 Y 方向绕胎冠圆弧圆心 O_c 旋转角度 α ,

$$\alpha = X'_c / R \quad (1)$$

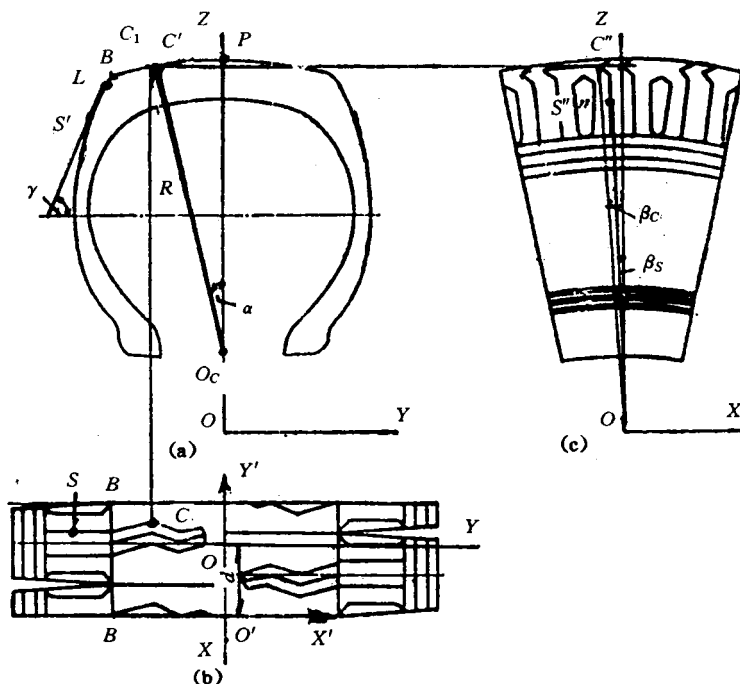


图2 外胎在世界坐标系中的位置

因此

$$Y_c = R \cdot \sin \alpha \quad (2)$$

$$H_c = (V + R) \cos \alpha \quad (3)$$

然后沿 X 方向绕坐标原点旋转角度 β_c ,

$$\beta_c = (d - Y'_c) / H_c \quad (4)$$

这样,点 P 便处于点 C 的位置,于是

$$X_c = H_c \sin \beta_c \quad (5)$$

$$Z_c = H_c \cos \beta_c \quad (6)$$

式中 H_c 为点 P 沿 Y 方向绕 O_c 旋转 α 角后所处位置的 Z 坐标。

依次类推,可以计算出花纹沟在胎冠区的任意点空间坐标。

由上可知,式(1)~(6)完全适合于计算胎冠弧由单一圆弧构成的花纹沟冠区节点空间坐标。至于双弧型、平弧型等胎冠的花纹沟节点,情况比较复杂,但其思路和处理方法与单弧型的情况是相同的。花纹沟节点空间坐标既取决于它在花纹展开图中的位置,也依赖于轮胎的结构参数和尺寸,如轮胎半径、胎冠弧类型及其尺寸。

3 花纹展开图中胎肩区上的点

一般把胎肩点 B 与圆心 O_c 的连线(见图2)当作胎冠区与胎肩区的分界线(在图2b中为直线 BB),若以胎肩区形状为斜切线者为例,则花纹展开图中胎肩区的点可分为两种:①处于冠肩区之间的过渡圆弧;②处于斜切线上。求前者三维坐标的思路和方法与冠区点的相仿,不再赘述。下面叙述后者的求法。

设点 L 是胎肩斜切线与冠肩过渡圆弧的切点,在主视图中的位置为 (Y_L, Z_L) ;点 S 是胎肩区花纹沟上的一个点,在花纹展开图 $X'O'Y'$ 坐标系中的坐标为 (X'_s, Y'_s) 。求 (X_s, Y_s, Z_s) 可用下列公式:

$$Y_s = Y_L - (|X'_s| - l) \cos \gamma \quad (7)$$

$$H_s = Z_L - (|X'_s| - l) \sin \gamma \quad (8)$$

$$\beta_s = (d - Y'_s) / H_s \quad (9)$$

$$X_s = H_s \cdot \sin \beta_s \quad (10)$$

$$Z_s = H_s \cdot \cos \beta_s \quad (11)$$

式中 X, Y, Z ——点在世界坐标系中的 3 个坐标;

下标 L, S ——点的名称;

X', Y' ——点在花纹展开图 $X'O'Y'$ 坐标系中的坐标;

l ——胎肩点 B 与切点 L 之间的圆弧长度;

Y ——斜切线与水平轴(Y 轴)所成的锐角;

d ——周节对称轴到 X' 轴的距离;

H_s ——可以看成是“假如点 S 在 X 轴上时的 Z 坐标”。

按照式(7)~(11)的思路,不难求出其它花纹沟胎肩区点的三维坐标。

在掌握了一个周节的花纹沟节点在世界坐标系中的位置求法之后,应用有关图形变换方法^[2],便不难算出整个轮胎花纹沟节点的空间坐标。

参考文献

- 1 刘大众. 轮胎三维图辅助设计方法. 轮胎工业, 1991; (6): 3
- 2 陈润民等. 计算机绘图. 北京: 清华大学出版社, 1988: 17

收稿日期 1994-10-16