

# 偏置圆柱体相贯线上的圆角表示方法

经验交流

刘鹤然<sup>1</sup> 赵东福<sup>1</sup> 宋德玉<sup>1</sup> 陈清远<sup>2</sup>

1 浙江科技学院 浙江 杭州 310012 2 香港理工大学 香港 1003

The Solid Modeling of the Fillet on the Intersection Line of Two Cylinders

LIU Hu-ran<sup>1</sup> 赵东福<sup>1</sup> 宋德玉<sup>1</sup> 陈清远<sup>2</sup>

1 Zhejiang University of Science and Technology Hangzhou 310012 China 2 The Hong Kong Polytechnic University Hong Kong 1003 China

**摘要** 偏置圆柱体相贯线上的圆角表示方法是

CAD 和计算机辅助设计中众所周知的难题。所有的 CAD 和 CAM 软件都没有这一功能。多数使用者用各种各样的近似方法。经分析。找到了严密的精确的设计和几何造型方法。用于大型铸锻件 CAD 和计算机辅助设计。

**关键词** 相贯线 圆角 计算机辅助设计

**中图分类号** H 721

**文献标识码** A

**文章编号** 001-2257(2005)00-0071-02

**Abstract** The solid modeling of the fillet on

the intersection line of two cylinders is a difficult problem in CAD and CAM. All the soft wears have no such function. Most designers have to use various kinds of method. This paper finds a correct way for design and geometric modeling and finds a precise method to generate the fillet surfaces. It can be applied to the CAD and CAM of machinery parts.

**Key words** intersect line fillet CAD

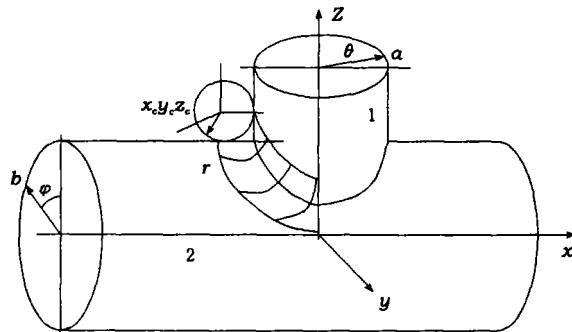


图 1 两偏置圆柱体相贯

$\theta$  —— 分别为 2 偏置圆柱角度参数

$u$  —— 轴线参数

在相贯线上 两曲面有相同坐标

$$x_1 = x_2 \quad y_1 = y_2 \quad z_1 = z_2 \quad \text{—— 牯牯}$$

具体写出为

$$a \cos \theta = v \quad \sin \theta = Y + b \cos \phi \quad b \sin \phi \quad \text{—— 牯牯}$$

由式牯牯之 2 式求  $\theta$  由式牯牯之 1 式求  $v$  再由式牯牯之 3 式求  $u$  物可示意如下

$$\phi \rightarrow \theta \rightarrow v$$

$$\phi \rightarrow u$$

## 2 与两圆柱面同时接触的小球

再建立一个小球面 其表面方程和法线矢量分别为

$$x_3 = r \cos \lambda \cos \omega + x_c \quad y_3 = r \cos \lambda \sin \omega + y_c \quad z_3 = r \sin \lambda + z_c \quad \text{—— 牯牯}$$

$$n_{x3} = \cos \lambda \cos \omega \quad n_{y3} = \cos \lambda \sin \omega \quad n_{z3} = \sin \lambda \quad \text{—— 牯牯}$$

式中的  $x_c, y_c, z_c$  为球心坐标。小球同时与偏置圆柱面 1 和 2 接触。物球与偏置圆柱面 1 的接触条件

$$x_1 = x_3 \quad y_1 = y_3 \quad z_1 = z_3 \quad \text{—— 牯牯}$$

具体写出为

## 1 相贯线

两偏置圆柱体相贯如图 1 所示。偏置圆柱 1 和 2 的表面方程和法线矢量可分别表示如下

$$\sum_1 \quad x_1 = a \cos \theta \quad y_1 = a \sin \theta \quad z_1 = u$$

$$n_{x1} = \cos \theta \quad n_{y1} = \sin \theta \quad n_{z1} = 0 \quad \text{—— 牯牯}$$

$$\sum_2 \quad x_2 = Y + b \cos \phi \quad y_2 = a \sin \phi \quad x_2 = v$$

$$n_{y2} = \cos \phi \quad n_{z2} = \sin \phi \quad n_{x2} = 0 \quad \text{—— 牯牯}$$

式中  $Y$  —— 偏置距

收稿日期 2005-03-09

$$r \cos \lambda \cos \omega + x_c = a \cos \theta \quad r \sin \lambda + z_c = u$$

小球与偏置圆柱面 2 的接触条件拳

$$x_2 = x_3 \quad y_2 = y_3 \quad z_2 = z_3$$

具体写出为拳

$$r \cos \lambda' \cos \omega' + x_c = v \cos \lambda' \sin \omega' + y_c = Y + b \cos \phi \quad r \sin \lambda' + z_c = b \sin \phi$$

在接触点 物曲面的法线矢量应平行物表面与偏置圆柱 1 的法线矢量平行拳

$$n_3 \parallel n_1 \quad \frac{\cos \theta}{\cos \lambda \cos \omega} = \frac{\sin \theta}{\cos \lambda \sin \omega} = \frac{0}{\sin \lambda}$$

解得拳

$$\lambda = 0 \quad \omega = \omega + \pi$$

球面与偏置圆柱 2 的法线矢量平行拳

$$n_3 \parallel n_2 \quad \frac{0}{\cos \lambda' \cos \omega'} = \frac{\cos \phi}{\cos \lambda' \sin \omega'} = \frac{\sin \phi}{\sin \lambda'}$$

解得拳

$$\cos \lambda' \cos \omega' = 0 \quad \omega' = \frac{\pi}{2}$$

式(1)~式(4)共 10 个方程包含  $x_c, y_c, z_c, \omega, \lambda, \theta, \phi, \omega', \lambda', \theta'$  等 11 个未知数 给定一个参数作为活动参数代表小球在接触中所占据的一系列位置物方程组可得到一系列解物具体解法是从式(1)和式(2)消去  $x_c, y_c, z_c$  得拳

$$x_c = a \cos \theta - r \cos \lambda \cos \omega = v - r \cos \lambda' \cos \omega' \quad (5)$$

$$y_c = a \sin \theta - r \cos \lambda \sin \omega = Y + b \cos \phi - r \cos \lambda' \sin \omega' \quad (6)$$

$$z_c = u - r \sin \lambda = b \sin \phi - r \sin \lambda' \quad (7)$$

上面 3 个方程包含 物物物 4 个未知量 取参数  $\phi$  作为活动参数代表小球在接触中所占据的一系列位置物由式(4)求  $u$  物由式(3)求  $\theta$  物由式(2)求  $v$  物再由式(2)~式(4)求球心坐标  $x_c, y_c, z_c$  物

### 3 过渡圆角

根据啮合原理 物小球面在偏置圆柱表面运动物接触点应满足

$$v_{cx1} \cos \lambda_i \cos \omega_i + v_{cy1} \cos \lambda_i \sin \omega_i + v_{cz1} \sin \lambda_i = 0 \quad (8)$$

$$v_{cx1} \cos \lambda'_i \cos \omega'_i + v_{cy1} \cos \lambda'_i \sin \omega'_i + v_{cz1} \sin \lambda'_i = 0 \quad (9)$$

$$v_{cx1} \cos \lambda'_i \cos \omega'_i + v_{cy1} \cos \lambda'_i \sin \omega'_i + v_{cz1} \sin \lambda'_i = 0 \quad (10)$$

由于实际形成的曲面与运行速度无关 不妨设速度为单位速度物有拳

$$v_{cx1}^2 + v_{cy1}^2 + v_{cz1}^2 = 1 \quad (11)$$

在每个接触点 物式(6)~式(8)求 3 个速度分量 物下为另一种推导物因球心必在两偏置圆柱的等距面的相贯线上物满足拳

$$x = a \cos \theta = v \cos \lambda + b \cos \phi = Y + b \cos \phi$$

$$u = b \sin \phi$$

球心坐标拳

$$x = a \cos \theta = v \cos \lambda + b \cos \phi = Y + b \cos \phi$$

过渡圆角曲面是小球在相对运动中的包络 物

故有拳(11)~(13) = 0 物

由于除了球体以外 物曲面都固定物相对运动

速度同前式物

$$v_{cx1} \cos \lambda \cos \omega + v_{cy1} \cos \lambda \sin \omega + v_{cz1} \sin \lambda = 0 \quad (14)$$

又可写成拳

$$\frac{dx_c}{dt} \cos \lambda \cos \omega + \frac{dy_c}{dt} \cos \lambda \sin \omega + \frac{dz_c}{dt} \sin \lambda = 0$$

$$\frac{\Delta x_c}{\Delta t} \cos \lambda \cos \omega + \frac{\Delta y_c}{\Delta t} \cos \lambda \sin \omega + \frac{\Delta z_c}{\Delta t} \sin \lambda = 0$$

$$\frac{x_i - x_{i-1}}{\Delta t} \cos \lambda \cos \omega + \frac{y_i - y_{i-1}}{\Delta t} \cos \lambda \sin \omega + \frac{z_i - z_{i-1}}{\Delta t} \sin \lambda = 0$$

$$x_i - x_{i-1} \cos \lambda \cos \omega + y_i - y_{i-1} \cos \lambda \sin \omega + z_i - z_{i-1} \sin \lambda = 0$$

故只要将相邻两球心坐标相减就可代表速度 物要特别注意式(14)与式(16)和式(17)的区别物

在式(16)及式(17)中  $\lambda, \theta$  是已知的物  $v_{cx1}, v_{cy1}, v_{cz1}$  是待求的物而在式(14)中  $v_{cx1}, v_{cy1}, v_{cz1}$  是已知的物而  $\lambda, \theta$  是待求的物 给定一个  $\lambda$  或  $\theta$  更可求出一个  $\omega$  物或  $\omega$  从而求出球面上的一条接触线物无数条这样的接触线便形成相贯线上的过渡圆角曲面物过渡圆角曲面与两偏置圆柱的切线拳

$$l_1 : x_1 = a \cos \theta, y_1 = a \sin \theta, z_1 = u$$

$$l_2 : x_2 = Y + b \cos \phi, z_2 = b \sin \phi, x_1 = v$$

参考文献拳

物爆 艾运均物曲面展开图计算物北京物中国水电出版社物 1997物

物爆 刘鹤然物在 5 坐标数控磨床上特种回转面刀具的成型原理物制造技术与机床物 998物 4-35物

作者简介 刘鹤然 1953-物男物江西西南昌人物 博士物浙江科技学院机电系物从事机械设计教学与研究物