

# 精密轴承轮廓的形成方法 及其加工量的确定

王建设

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130022)

**摘要** 论述了精密多油楔轴承轮廓的形成方法, 建立了计算轮廓有关几何尺寸的数学公式, 着重论述了确定轴承轮廓加工量的理论算法。

**关键词:** 精密轴承; 弧轮廓; 几何尺寸; 加工量; 理论算法

## 1 引言

随着精密仪器日趋高精度的发展, 轴系的地位、作用更加重要和突出, 尤其在精密刻划和计算技术领域, 对轴系精度的要求愈来愈高。

轴承轮廓的结构形式、参数的确定及其加工是轴系技术的关键。对于精密轴系, 轴承间隙量值很小, 弧轮廓微小的形状误差和尺寸误差将会极大地影响轴系的性能和精度。这类轴承结构比较复杂, 目前关于该类轴承轮廓几何量的计算缺乏理论公式和算法, 加工和检测缺乏精确的数据作为依据。本文旨在研究这些问题, 提供理论方法。

## 2 轮廓的形成方法

轴承的结构形式见图 1 所示。

$O_b$ : 轴承中心,  $O_i (i = 1, 2, 3)$ : 弧中心,  $R_j$ : 轴颈半径,  $R$ : 弧半径,  $Q_g$  油槽包角。

弧轮廓的形成需要下列几个因素来确定: (1) 圆弧中心  $O_i (i = 1, 2, \dots, n)$  的位置,  $n$  为弧轮廓的个数; (2) 弧半径  $R$ ; (3) 弧包角  $\beta$ ; (4) 弧的定位角。

以轴承几何中心  $O_b$  为圆心, 作弧轮廓的内切圆, 得一切点  $S$ , 则弧心  $O_i$  在由此切点  $S$  与  $O_b$  的连线的延长线  $l$  上。已知该弧的预偏心距  $e_p$ , 在该延长线  $l$  上, 以  $O_b$  点为起点, 由  $e_p$  可确定  $O_i$  的位置。

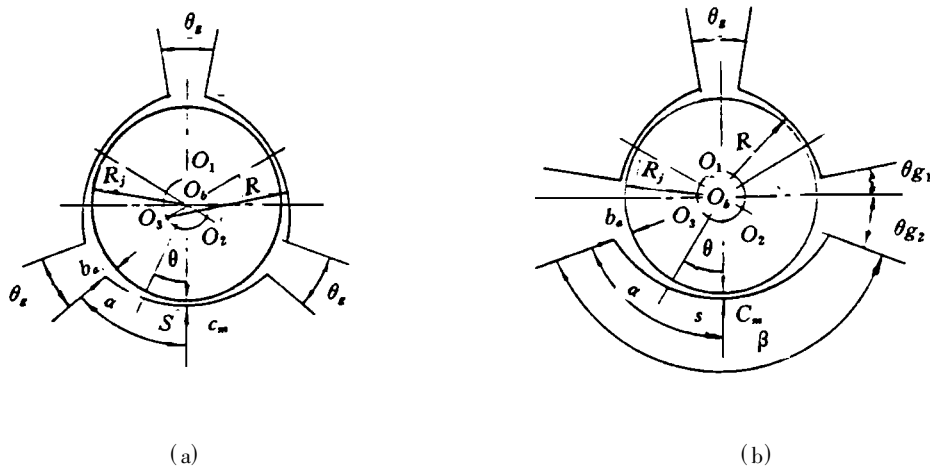


Fig. 1 Bearing structure

弧包角  $\beta$  是弧的起始边与终止边之间的夹角。弧定位角确定弧在圆周上的位置。

根据轴承性能和用途的不同, 轴承弧轮廓的设计分为几种方式。

(1) 设计给出  $R$ 、 $e_p$ 、 $\beta$  的值和  $S$  点的位置, 确定弧的轮廓。这里  $e_p$  和  $R$  均为不可测量尺寸, 若以轴承孔的某一基圆开始, 加工出弧的轮廓, 需要确定弧上任意角位置  $\theta$  处的在径向方向上的加工量  $\Delta R(\theta)$ 。 $\theta$  角为以  $O_b$  点和  $S$  点的连线为起始线沿弧圆周方向计量的角度。如图 1 所示。

(2) 按照轴颈尺寸研配弧轮廓面。如图 1 所示, 令轴颈中心  $O_j$  与  $O_b$  重合, 在弧与其内切圆的切点  $S$  处测得的间隙记为  $C_m$ 。测量间隙定义为: 由  $O_b$  点到弧轮廓上的点之间的径向距离  $R$  与轴颈半径  $R_j$  的差。在弧的边缘处, 角位置记为  $\alpha$ , 测得的间隙记作  $b_\alpha$ , 在弧上任意角位置  $\theta$  的间隙记作  $b_\theta$ 。

设计时指定  $S$  点的位置, 赋给  $C_m$ 、 $\alpha$ 、 $b_\alpha$  和  $\beta$  适当的值, 确定弧的轮廓。在轴承和制造过程中, 通过控制  $C_m$  和  $b_\alpha$  形成弧轮廓面。这里存在的问题是, 需要知道形成弧轮廓的在任意角位置  $\theta$  处的径向上的加工量  $\Delta R(\theta)$ 、所形成弧轮廓的半径  $R$ 、预偏心距  $e_p$  和弧心  $O_i$  的位置。

实践和经验证明, 对于精密轴承此种方法颇为实用, 便于控制间隙, 测量和检验。

### 3 计算公式的建立

根据弧轮廓形成的几何关系, 经数学推导, 建立轴承弧轮廓几何量的计算公式如下。

#### 3.1 弧半径 $R$ 的计算

给定  $C_m$ 、 $\alpha$ 、 $b_\alpha$  和  $R_j$  时, 弧半径  $R$  的计算式为:

$$R = R_j + C_m + \frac{2R_j b_{\alpha} + b_{\alpha}^2 - C_m^2 - 2R_j C_m}{2R_j + 2C_m - 2(R_j + b_{\alpha}) \cos \alpha} \quad (1)$$

### 3.2 弧预偏心距 $e_p$ 的计算

弧的预偏心距  $e_p$  是  $O_b$  点与  $O_i$  点之间的距离。当给定  $C_m$ 、 $\alpha$ 、 $b_{\alpha}$  和  $R_j$  时,  $e_p$  的计算式为

$$e_p = \frac{2R_j b_{\alpha} + b_{\alpha}^2 - C_m^2 - 2R_j C_m}{2R_j + 2C_m - 2(R_j + b_{\alpha}) \cos \alpha} \quad (2)$$

### 3.3 形成弧轮廓的加工量 $\Delta R(\theta)$ 的计算

#### 3.3.1 一般方法

给定  $e_p$ 、 $R$ 、 $R_j$  和  $\beta$  时, 先计算  $C_m$

$$C_m = R - R_j - e_p \quad (3)$$

(1) 若以轴颈半径  $R_j$  为轴承孔的基圆半径  $r_b$  时,  $r_b = R_j$ , 来加工弧的轮廓, 则弧上任意角位置  $\theta$  处的加工量  $\Delta R(\theta)$  的计算式为

$$\Delta R(\theta) = \sqrt{R^2 - e_p^2 \sin^2 \theta} - e_p \cos \theta - R_j \quad (4)$$

(2) 当以弧轮廓的内切圆半径  $(R - e_p)$  为轴承孔的基圆半径  $r_b$  时,  $r_b = R - e_p$  来加工弧的轮廓, 则弧轮廓的加工量  $\Delta R(\theta)$  按下式计算

$$\Delta R(\theta) = \sqrt{R^2 - e_p^2 \sin^2 \theta} + e_p(1 - \cos \theta) - R \quad (5)$$

#### 3.3.2 研配法

制造精密轴承常采用研配法, 即根据轴颈尺寸研磨轴承弧的轮廓面。

定义: 当  $O_j$  与  $O_b$  重合时, 轴颈表面与弧轮廓面之间的径向距离为弧轮廓的研磨量; 记作  $\Delta R(\theta)$ 。

当  $C_m$ 、 $\alpha$ 、 $b_{\alpha}$ 、 $R_j$  和  $\beta$  给定时, 则  $\Delta R(\theta)$  的计算式为:

$$\Delta R(\theta) = \sqrt{R^2 - (R - R_j - C_m)^2 \sin^2 \theta} - (R - R_j - C_m) \cos \theta - R_j \quad (6)$$

## 4 结 论

(1) 提出了精密轴承轮廓结构几何量和加工量的理论算法。

(2) 所建立的计算公式是研究轴系动压特性和结构设计的理论基础, 成为轴承加工和检测的依据。

### 参 考 文 献

- [1] 王建设, 朱应时. 多油叶滑动轴承瓦内径尺寸的确定与计算. 光学 精密工程, 1995, 3(3): 92 ~ 94  
 [2] 王建设. 超精密液体动压轴系参数的确定方法及稳定性研究. 中国科学院博士学位论文(长春光机所), 1996  
 [3] 王建设. 油膜间隙形状对三瓦精密轴系承载能力的影响. 光学 精密工程, 1992, 3(2): 34 ~ 37

## Forming Method and Machining Dimension Determination of Profiles of Precision Journal Bearing

Wang Jianshe

(*Changchun Institute of Optics & Fine*

*Mechanics Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022*)

### Abstract

The forming method of profiles of precision multilobe journal bearing is described. Mathematic formulas of calculating geometry dimensions of profiles are established, and theory calculating method on machining dimension of bearing arc profiles is described in detail.

**Keywords:** Precision bearing system, Arc profiles, Geometry dimension, Machining dimension, Theory calculating method

王建设 男, 1958 年 12 月出生, 1989 年于中国科学院长春光机所研究生毕业, 获硕士学位, 1996 年于中国科学院长春光机所博士研究生, 获博士学位, 并荣获 1996 年度中国科学院院长奖学金优秀将。主要从事机械 CAD、CAE、机械动力学、机械设计、精密角度测量仪器的研究。在国内外刊物发表学术论文 20 余篇。