

# 模具结构及整形方式对轴承同轴度的影响

寇周双

(常德纺织机械厂)

**〔摘要〕**本文叙述了不同的模具结构和整形方式对轴承同轴度的影响。指出全整形是提高轴承同轴度的有效方法。在本文中作者还以自己多年的实践经验提出全整形压模设计的工艺参数及计算公式, 以及高度精整余量(AL)的确定原则。

**关键词:** 模具结构 整形方式 轴承 同轴度

同轴度是轴承位置误差项目中很重要的  
一项。同轴度精度等级的高低直接影响轴承  
与其它部件装配的精度和使用效果, 如跳动、  
噪声、磨损等, 因而大多数用户对轴承同轴  
度精度要求较高。然而, 由于粉末冶金的工  
艺特点, 使提高同轴度(减小壁厚差)精度成  
为轴承生产过程中较难解决的技术性问题。  
它与压机精度、压制及整形模夹具的制造和  
装配精度、压形和整形方式、粉末的工艺性  
能等因素有关。根据我厂多年来的实践经验,  
对于轴径  $D(d) < 10 \sim 12\text{mm}$ 、高度  $(L) < 20\text{mm}$  的铜铁基轴承, 只要适当控制模具设计  
参数(主要是壁厚余量的确定), 注意模具夹  
具的制造和装配精度, 采用通过式(径向整  
形)的整形方式(见图 1), 其同轴度精度便  
可达 9~10 级, 能够满足用户的要求, 且操  
作方便, 生产效率高。但对于轴径  $D(d) >$   
 $20\text{mm}$ 、高度  $(L) > 20\text{mm}$  以上的铜、铁基制  
品, 同轴度达到 9 级则很困难。当  $D(d) >$   
 $\phi 40\text{mm}$  时, 同轴度即使 10 级也不容易达到,  
因此必须采取补充加工(精磨外圆)的办法。

常德纺织机械厂常年批量生产两种铜基  
轴承(参见图 2), 轴承的轴径和高度均超过  
40mm, 如采用通过式整形, 图纸要求的同轴  
度不能达到, 补充加工(精磨外圆)亦影响表  
面质量。后来通过调整压模设计参数和工艺

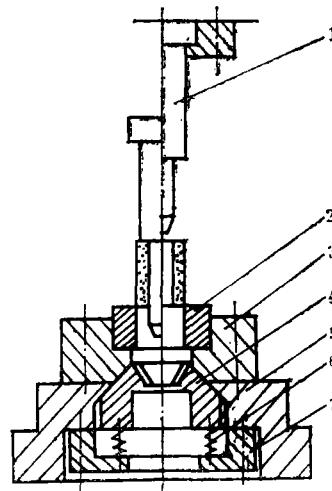


图 1 通过式整形模具图

1. 芯棒; 2. 阴模; 3. 模套; 4. 三爪;  
5. 模座; 6. 弹簧; 7. 压板

Fig. 1 Drawing of pass through type  
coining die

1. Core rod, 2. Cavity die, 3. Die sleeve,  
4. Three-jaw, 5. Die holder, 6. Spring,  
7. Pressure plate

参数, 改变整形方式, 将通过式整形改为全  
整形, 使同轴度达到图纸的要求, 圆度误差  
亦大为降低(参见表 1), 从而取得良好的经  
济效果。

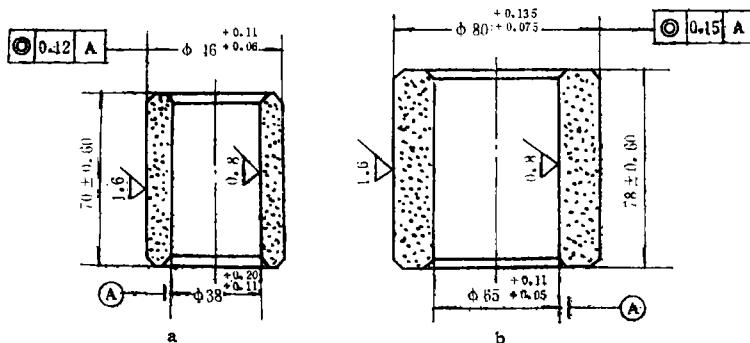


图 2 铜基轴承产品尺寸图

Fig. 2 Dimensional drawing of copper base bearings

表 1 不同整形方式对形位误差的影响

Tab. 1 Influence of various coining code on shape errors

产品尺寸, mm (Product dimension)	密度 g/cm <sup>3</sup> (Density)	同轴度误差, mm(Coaxial error)				圆度误差, mm (Roundness error)		合格率% (Qualification rate)	
		产品 Product	压坯 Compact	通过式 (Feed-) through	全整形 Full coining	通过式 (Feed- through)	全整形 (Full coining)	通过式 (Feed- through)	全整形 (Full coining)
φ38×φ46×70	6.7~7.1	≤0.12	≤0.08	≥0.12~0.15	<0.12	≥0.10	≤0.05	30	100
φ65×φ80×78	6.7~7.1	≤0.15	≤0.10	≥0.15~0.20	<0.15	≥0.20	≤0.10	≤10	100

## 一、全整形的模具结构及工艺特点

轴承同轴度简易的表示方法, 可近似以轴承内外径的最大壁厚差来表示, 壁厚差愈小, 同轴度精度愈高。提高同轴度就是设法减少压坯及制品的壁厚差。全整形是减小壁厚差的有效方式之一。

采用通过式整形方式(径向整形)对烧结坯进行整形, 具有模具结构简单, 生产效率高的优点。但它仅适用于小件及壁薄制品, 而不适用于大件及壁厚制品。原因有二: 其一, 通过式整形属于外箱内, 在轴向产生自由弹塑性变形。若轴承高而大或细而长, 则轴向弹塑性变形更为突出, 脱模时间增长, 导致脱模后径向弹出程度不一, 内外尺寸上下不一致, 壁厚差别大, 同轴度超差; 其二, 大件和壁厚制品, 在烧结时烧结坯变形大(圆度误差大), 尺寸不稳定。采用通过式整

形方式, 整形芯棒对产品内孔定位不准, 整形模对产品外径挤压程度不一, 导致产品内孔及外圆几何尺寸不稳定, 圆度和同轴度误差明显增大。

为避免通过式整形所存在的对长件、大件制品产生同轴度精度达不到的缺点, 作者将图 2 所示两种轴承的整形方式由通过式整形改为全整形。第一种全整形的模具结构形式见图 3。它是由上、下冲头、芯棒和整形模组成的封闭式结构。这种整形方式与通过式相比, 轴承在整形过程中, 内外径及高度方向都受到挤压, 制品的几何尺寸及形位精度都有所改善。若模夹具制造和装配精度高, 烧结坯的工艺参数选择适当, 可以获得形位精度较高的制品。这种封闭式结构对于生产小件及短而大(高<30mm, 轴径>50mm)的制品较为理想, 已被广泛应用。但对长件、大件制品却不适用, 究其原因一是无定位基准。它是靠上冲头将烧结坯几乎同时挤入阴模及

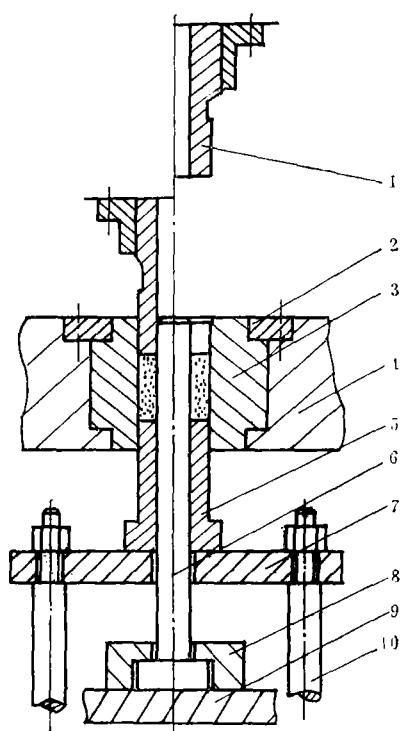


图3 全整形模具结构形式1

1.上冲头；2.压板；3.阴模；4.模台；  
5.下冲头；6.芯棒；7.顶出板；8.芯棒压板  
9.底板；10.顶出杆

Fig.3 First form of full coining die structure

1.Upper punch, 2.Pressure plate,  
3.Cavity die, 4.Die seat, 5.Lower punch,  
6.Core rod, 7.Ejector plate, 8.Pressure  
plate of core rod, 9.Bottom plate,  
10.Ejector rod

芯棒之中，因而高度方向及内外径几乎处于同时弹塑性变形状态，而且变形程度也不相同。二是轴承在整形过程中受力不合理，其受力情况见图4。从图4 a知，轴承内外表面所受摩擦力方向一致，均向上( $f_1 > f_2$ )。由于弹塑性变形，使得轴向密度分布自下而上呈升高趋势。而从图4 b知，脱模时轴承内外表面摩擦力方向也一致，均向下。在塑性变形基本完成的前提下，密度分布已无改变的趋势。脱模后，因弹性变形的结果，使产品

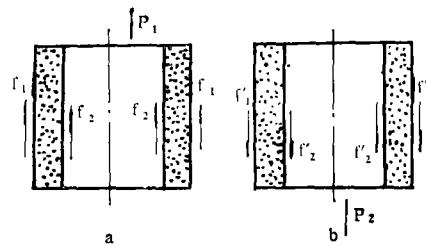


图4 轴承在整形及脱模过程中的受力情况  
(全整形模具结构1)

a. 整形过程中受力；b. 脱模过程中受力  
Fig.4 Bearings to be pressed during  
coining and ejecting (full coining  
die structure 1)  
a. Pressure during coining  
b. Pressure during ejecting

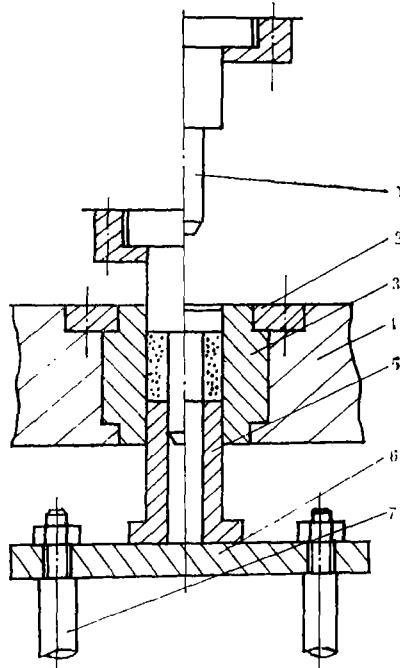


图5 全整形模具结构形式2

1.芯杆；2.压板；3.阴模；4.模台；  
5.下冲头；6.顶出板 7.顶出杆

Fig.5 Second form of full coining  
die structure

1.Core rod, 2.Pressure plate, 3.Cavity die,  
4.Die seat, 5.Lower punch, 6.Ejector plate,  
7.Ejector rod

下小上大(锥体)。对于长件、大件制品，这种情况更为明显。这就是长、大件制品采用图4所示的全整形模具结构形位误差难以保证的主要原因。显然，这种结构不适于长、大件制品。

为了解决提高大件、长件制品的同轴度问题，将全整形的模具结构形式改为如图5所示的结构形式。这种全整形的模具结构与图3所示结构的明显区别在于上冲头与芯棒为一体。显然，这是该结构的基本特点。正是这个特点，大大改善轴承的尺寸精度和形位精度，保证了图2所要求的产品尺寸精度和形位误差值，从而获得令人满意的技术效果和经济效果(参见表1所示数据)。

这种全整形方式吸取了通过式及图3所示整形方式的优点，即既是外箍内又是封闭式。其工艺特点：其一，以内孔定位，提高了定位精度。烧结坯放在整形模上方，上冲头(含芯棒)向下移动时，先进入内孔，芯棒将内孔定位，消除了因烧坯放置不正，在轴向方向上进入整形模时间不一而造成的壁厚误差。其二，轴承密度分布均匀，壁厚差值小，形位精度高。由于芯棒位置的变化(由下部放到上部)，整形过程中轴承受力情况也产生了变化，受力分析见图6。

由图6a可知，在整形过程中，轴承内外表面所受摩擦力方向相反，加之轴向有一定精整余量，由于弹性变形的缘故，薄壁和密度分布不均匀的部位可以得到适当补充，从而矫正了烧结坯壁厚误差，提高了同轴度。由图6b可知，脱模时，轴承内外表面所受摩擦力方向一致，且向下。在上冲头失压的情况下不可能出现塑性变形的现象，由于密度分布均匀，脱模后弹出程度几乎相同。因而形位误差减小，达到提高同轴度的目的。其三，在机床精度和模具尺寸精度保证的前提下，对模具配合精度和烧结坯尺寸要求并不严格，方便了生产。

通过对图2两种铜基轴承的探索和实践，

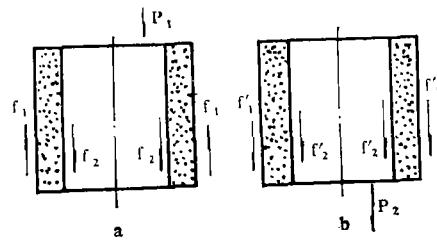


图6 轴承在整形及脱模过程中的受力情况  
(全整形模具结构2)

a. 整形过程中受力; b. 脱模过程中受力

Fig.6 Bearings to be pressed during coining and ejecting(full coining die structure 2)

a. Pressure during coining

b. Pressure during ejecting

证明图5所示模具结构和整形方式是合理的，效果很好，厂内已全面推广应用十余年。

## 二、全整形坯的压模设计及计算

轴承的不同技术要求，是我们选择不同整形方式的主要依据。而不同的整形方式，其压模的设计及计算也不一样。我厂全整形坯的压模设计参数及计算遵循下列经验：

### 1. 压模设计及工艺参数的选择

(1) 压坯烧结后的径向绝对收缩率按0.8~1%(cm)计算；

(2) 壁厚不放整形余量；

(3) 压坯的轴向精整余量按4~6%计算。

### 2. 压模的计算

(1) 阴模尺寸

$$D_{\text{阴}} = D_{\text{平}} \times 1.01$$

其中  $D_{\text{阴}}$  一压模的孔径；

$D_{\text{平}}$  一轴承外径名义尺寸加上平均制造公差。

(2) 压芯尺寸

$$d_{\text{芯}} = D_{\text{阴}} - t_{\text{平}}$$

其中  $D$  为阴一压制阴模孔径;

$t_{\text{平}}$  为轴承的平均壁厚 ( $D_{\text{平}} - d_{\text{平}}$ );

$d_{\text{平}}$  为轴承内孔名义尺寸加平均制造公差。

### (3) 其余模具尺寸

其余模具尺寸的设计遵循一般压模设计原则。

## 三、结论

提高轴承同轴度(减小壁厚误差), 必须注意以下几个方面:

1. 选择精度高的压机, 提高模夹具的制造和装配精度;

2. 根据轴承的技术要求, 选择不同的整形方式。其压模的设计及工艺参数的选择亦随之不同;

3. 全整形是提高轴承同轴度的有效方式, 尤其对于长件和大件制品;

4. 在全整形模具结构形式中, 图 5 所示的结构形式较为理想和合理, 已在我厂生产实践中得到普遍推广应用并取得良好的技术和经济效果。

## INFLUENCE OF DIE STRUCTURE AND COINING MODE ON COAXALITY OF BEARINGS

Kou Zhoushuang

(Changde Textile Machinery Plant)

**ABSTRACT** The present paper has described the influence of die structure and integral mode on the coaxality of bearings and has pointed out that full coining is an effective method for improving the coaxality of bearings. Author has also given out the technical parameters and calculating formulas for the design of full coining die as well as the principles for the determination of high accurate tolerance.

## 中国钨业协会第二届第一次理事会在桂林召开

中国钨业协会第二届第一次理事会议, 于1990年4月11日至14日在广西桂林召开。陈健理事长主持会议并致开幕词; 副理事长、中国有色金属总公司钨钼锡锑局局长王殿阁就当前钨钼业所面临的严峻形势作了专题报告; 协会秘书长崔卫道作了题为《在治理整顿深化改革中坚持双向服务充分发挥协会桥梁作用》的工作报告。

这次理事会是在我国治理整顿、深化改革进入攻坚阶段, 钨钼业的发展遇到前所未有的困难的情况下召开的。钨钼面临困难的突出表现是钨钼资源遭到严重破坏, 出口市场混乱, 钨价再度下跌。针对这一现实, 与会代表共同商讨挽救钨钼业的大计, 以期我国钨钼业早日走上良性循环轨道。全体代表认为中国钨业协会有责任代表大家向政府提出建议, 协助国家制定钨业发展和出口战略, 以及相应的外贸出口、税收、统一经营管理、合理比价、矿山倾斜和消化吸收等一系列配套政策, 以挽救钨业。会议并讨论了我国钨工业的发展规划。

〔李春成 供稿〕