

滑 动 軸 承 的 装 配 与 調 整

王增德、夏順明、曾宪衡編著



机 械 工 业 出 版 社

內容提要 裝配和調整滑動軸承是安裝和檢修工作中的一個重要問題。這本小冊子介紹了幾種常用的滑動軸承的結構和特性，說明軸承間隙的需要性，如何確定和選擇軸承的間隙；再談到如何研瓦，如何裝配調整，以及操作中的注意事項和經驗教訓。本書是三、四、五級機械安裝、檢修、裝配工人有價值的參考書籍。

編著者：王增德、夏順明、曾憲衢

NO. 2080

1958年12月第一版 1958年12月第一版第一次印刷

787×1092¹/₃₂ 字數 39 千字 印張 1¹²/₁₆ 00,001—12,200 冊

機械工業出版社(北京阜成門外百萬莊)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業
許可証出字第 008 號

統一書號 T15033·1351

定 價 (9) 0.17 元

一 基本概念

滑动轴承是轴承的一种。它的类型很多，常见的有下列几种：

1. 整体轴承 轴承是一个整体的套筒，是最简单的滑动轴承（圖1）。它的組成是由外壳1和套筒2以及孔3用以连接油杯的。这种轴承，一般是用在负荷低、转速不高（不超过200轉/分）的机器上。

2. 对开式轴承 轴承座和轴承盖是可分开的（圖2）。它的組成是由轴承座1、轴承盖2及两半的上軸瓦3和下軸瓦4。螺栓5是连接轴承盖和两块轴承用的，孔6是连接油杯用的。这种轴承在一般机器上都很常见。

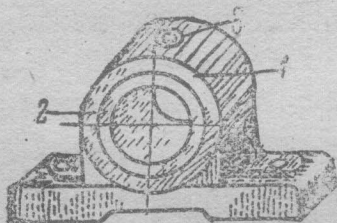


圖1 整体轴承。

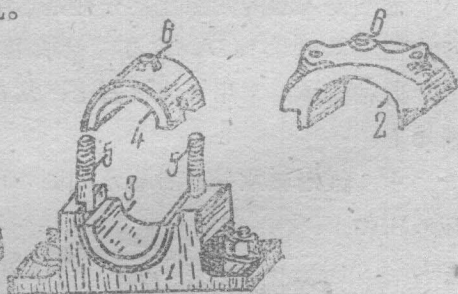


圖2 对开式轴承。

3. 带有油圈式润滑的轴承 这里要介绍的是带有活动油圈润滑的轴承（圖3）。因这种轴承使用范围很广泛，性能也很好，轴的转速在60~1800轉/分^①范围内的，都可以采用它，并且效果很好。轴承材料，一般都用烏金。这种轴承在轴承座底部有储油

① 此数字是根据1953年苏联专家B.Γ.斯特雷阔同志在鞍钢讲课的讲义。

槽。当軸1轉动时，就带动油圈2将油带起溅到軸瓦3上，然后油就会分布到軸瓦4上。为了檢查油槽中的油位，在軸承箱上装有油位指示器5。为了放掉廢油，有塞子6堵的排油孔。

在工作中应注意到的，是油圈浸入潤滑油中的深度尺寸。如浸入油中淺，会使油圈带油量少不能很好地潤滑軸承；浸入油中过深，会使油圈轉速慢而供油不足，也会使軸承得不到充分潤滑。

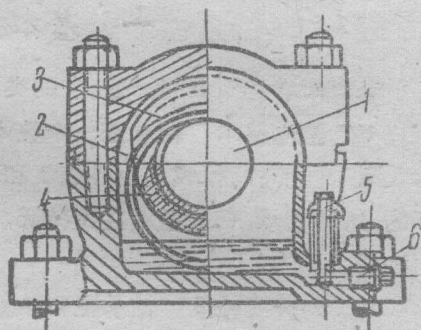


圖3 帶有活动油圈式的滑动軸承。

油圈浸入油內的深度，一般是選擇 $0.14D \sim 0.1D$ 。也可对小直徑軸承用 $0.14D$ ，大直徑軸承用 $0.1D$ 。

此种軸承，常用高速机器上，常在水泵、电动机和抽風机上使用它。

4. 錐形軸承 这种軸承如圖4所示，它常用在金屬切削机床的主軸上。

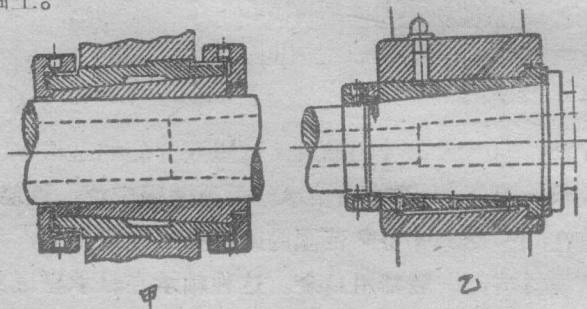


圖4 錐形軸承。

軸承材料，一般都採用銅為材料。

錐形軸承，它的軸頸和套筒的間隙調整，可以根據機器的要求，隨時作出調整。

5 推力軸承 圖 5 是這種軸承的形狀，這種軸承通常使用於碾碎機的碾盤下面。

6 多片式推力軸承 這種軸承，常用於透平機或高速運轉機器上。

圖 6 就是這種軸承的形狀，其軸承材料（推力片）有銅質的，也有的在銅上面再澆鑄上一層烏金的。

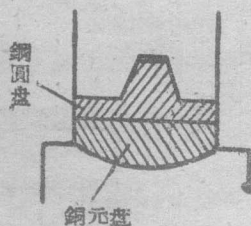


圖 5 推力軸承。

7. 塑料（夾布塑膠）及木質塑料軸承 這種材料軸承，一般常用在軋鋼機械設備上。從圖 7 上可以看出軸瓦和軸頸接觸的情況。其中圖 7 a 是普通的；圖 7 b 是改進的一種，軸承受力的部分才有軸瓦，象這樣的軸承一般都用綜合樹脂●（布膠）作為材料。

綜合樹脂軸承不溶於水，具有很好的耐磨性和抵抗沖擊負荷的性能等，因它具有上述的優點才使它適用於軋鋼機上。

軸承的冷卻及潤滑，使用水作為冷卻劑和潤滑劑，同時用水還可沖掉鐵皮等渣質等物質。

8. 另外還有一種如圖 8 所見的軸承結構 這類軸承在鐵水罐車、渣罐車及鐵路運輸車輛可以見到。這類軸承的特點是上軸瓦為工作部分，所承受的載荷經過它傳給心軸。

這種軸承是用特殊墊刷潤滑軸承箱，在使用上很方便而且合

● 將紡織品基礎（整塊的好布，破布或零碎的紡織品）浸在人造樹脂式的特殊焦油中，加熱至 $130 \sim 150^{\circ}\text{C}$ ，加壓至 $150 \sim 300$ 大氣壓力而製成的固體材料——綜合樹脂。

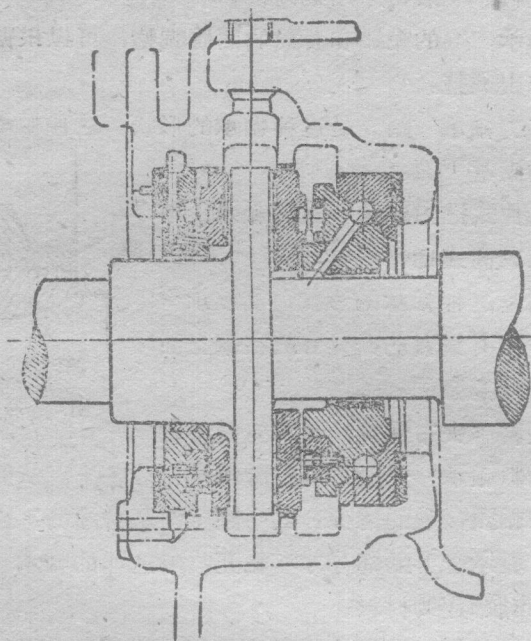


圖 6 多片式推力軸承。

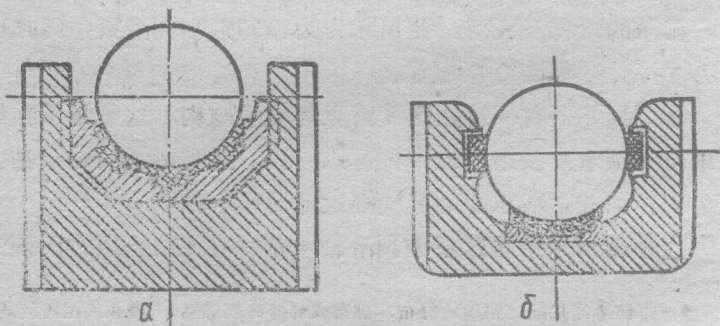


圖 7 塑料及綜合樹脂軸承。

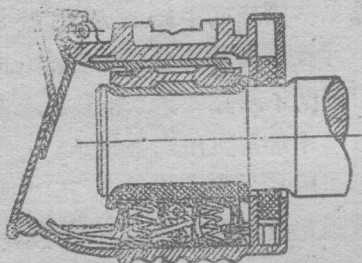


圖 8 鐵路車輛軸承。

理。在潤滑上是用油繩作用一樣。

軸承材料有用青銅或 BK 烏金。

軸套及軸瓦的材料

軸承的軸套及軸瓦有用有色金屬、非金屬材料及耐磨鑄鐵製造。

一、銅軸承：用來製造軸套及軸瓦的有色金屬銅，是因為它的性能比鑄鐵好，而價格又比烏金便宜，耐熱能力比烏金略高，能在 1200°C 溫度下正常運轉。

常用的銅軸承有青銅（БР）和黃銅（Л）兩種，其中以青銅應用最廣。

為了節約貴重的金屬錫，蘇聯已成功地應用無錫青銅來代替錫青銅，而且還勝過它。

二、鑄鐵軸承：鑄鐵軸承的價格低廉，常用在低速和承受單位壓力較大的設備上。重型起重機的搖杆上的軸承和重型皮帶機的头輪和尾輪的軸承都是用這類軸承。

鑄鐵也是有色金屬軸承材料的代用品，這類軸承必須注意應有充分的潤滑油，同時軸頸的硬度應較有色金屬及烏金的軸承時要高一點。

三、烏金軸承：錫合金、鉛合金及錫鉛合金，都是稱為烏金。因其顏色灰白，又名白合金，也有的叫巴比合金的。

烏金具有良好的耐磨性，特別在半干的摩擦狀態下有良好的工作性能；因為它的性能柔軟，刮研時比較容易，在運轉過程中偶爾掉入砂粒等微粒時，就會將微粒嵌入烏金層內而不致於磨傷

軸頸；但是它的價格昂貴，在澆鑄上，檢修的手續上是比較麻煩，特別是不能承受大的冲击力，並且當軸承合金過熱和溶化時有嚴重損害的危險，所以它的应用範圍不及銅軸承來的廣泛，只在重要的地方和轉速特別高的地方，才常常使用烏金軸承。

因為烏金的性質柔軟，所以不能用烏金直接作成軸瓦或軸套。因此一般都是在鑄鐵、鋼或銅軸瓦或軸套的表面上，澆鑄一層約0.5~10公厘厚的烏金，以提高軸承的耐壓力。

四、綜合樹脂軸承：綜合樹脂軸承，是石碳酸和福爾馬林並加入充填料（帆布、棉布、麻布等等物質），在一定的壓力和溫度下，經過處理而制成的。木膠和多層木膠也是綜合樹脂的一種。

採用綜合樹脂軸承，可以為國家大量地節省有色金屬。例如軋鋼車間在一般情況下，如果年產一百萬噸鋼材來說，就需消耗150~250噸有色金屬，從數量上來看，並非是一個少數，所以用綜合樹脂軸承代替有色金屬是具有很大意義的。綜合樹脂軸承的摩擦係數很小，接近於滾動軸承，因此動力消耗少，從軋鋼機使用綜合樹脂軸承比使用有色金屬軸承，在動力消耗方面，可節省10~50%。

綜合樹脂軸承的耐磨性很強，所以使用壽命也比較長，在軋鋼機上使用後證明其壽命，大約為金屬瓦的10倍。另外潤滑方式簡單也是它好的地方。

另外還有用各種塑料——切克斯特立；諾弗切克斯特；橡皮；名為陶質金屬的金屬粉末合金（用於平穩的載荷）等作為軸承襯的。最近有用尼龍嵌上一層在軸瓦（軸套）的表面作為軸承襯的，摩擦係數低，還可以不用潤滑水或潤滑油，其使用效果也很良好。

对于选择的轴承襯应有以下几点要求:

一、轴承襯的构造应当满足液体摩擦情况的要求, 包括浸潤的薄膜, 潤滑油槽合理的分布和合理的供給潤滑油等等条件。

二、应当保証, 能从摩擦表面加强散热性。

三、所选择的轴承襯的材料应当是耐磨、易熔、强固, 沒有瑕疵和价格低的。同时能在重新熔化时不会改变原有的性質。

四、对安装精确上, 应当保証具有最大的同心性。

二 軸承間隙

1. 間隙的意義和重要性

滑動軸承的間隙是指着軸頸和軸瓦之間的空隙。軸承間隙，有徑向間隙和軸向間隙兩種，圖9是說明徑向間隙的情況，其中又分為頂間隙 a 和側間隙 b 兩種。軸向間隙（圖10） $\delta = \delta_1 + \delta_2$ ，也叫做軸向串動或串動間隙。

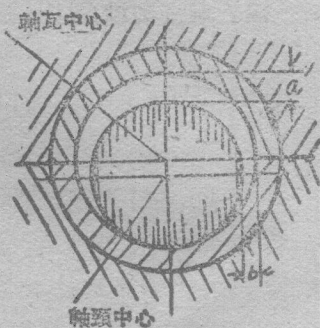


圖9 徑向間隙。

徑向間隙的目的，一是為了軸承能夠得到潤滑，使潤滑油能流到軸承和軸瓦之間形成油膜而達到完全的液體摩擦，為了達到這個目的，所以軸承的徑向間隙就必須具備嚴格的技术要求，也就是說頂間

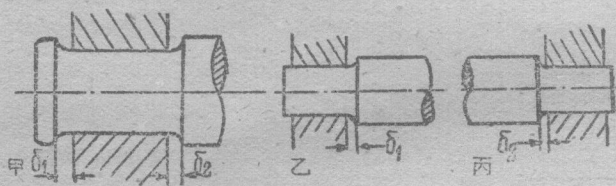


圖10 軸向間隙。

隙和側間隙要求有一定的數值。其二是為了控制機器在運轉中的精確度。徑向間隙愈小當然機器的精確度也愈高。可是並不能任意減小徑向間隙，因徑向間隙太小，就不能使軸承中的潤滑油形成油膜，以致使金屬間產生相互摩擦而發高熱，甚至燒壞了軸

承。如徑向間隙太大，同样也会影响軸承中潤滑油膜的形成。从而降低了机器運轉的精确度，甚至在運轉的时候产生跳动或噪音，影响其它有关机件的運轉。

滑动軸承留有軸向間隙的目的，为了在運轉中，当軸受溫度变化而發生影响的时候有自由伸縮的余地。一般說來軸向間隙小一些比較好，当然如太小也会使机件因溫度变化而發生的影响，在運轉中产生高热而出現咬煞的現象，以致损坏軸承，影响工作。

另外，軸承的間隙还会直接影响着軸承的寿命，無論是在安装新軸承或者檢修旧軸承，都必須严格地选用适当的軸承間隙，只有这样才能保証軸承的安全運轉。

2. 哪些因素会影响着軸承間隙呢？

軸承留有一定大小的間隙，对于軸承的安全運轉是具有特別重大意义的。但是怎样才能選擇最适当的間隙呢？研究這個問題的时候，應該根据具体情况来分析和确定。現在将对軸承間隙有影响的一些因素簡略地談一下：

一、机器的精确度 精确度要求愈高的机器，軸承間隙應該小一点，如高級精确度的机床主軸軸承間隙有的小至 $0.004 \sim 0.01$ 公厘。

二、軸承的材質 材質对于軸承間隙也有一定关系的，如烏金軸承的徑向間隙就可以稍微小一些比較恰当。而銅軸承的間隙就应稍微大一些，尤其是軸承的側間隙。

三、加工精确度 对于比較粗糙一点的軸承，其間隙可以大些，若精确度高的，其間隙選擇小一点是有利的。

四、工作溫度 軸承工作的环境溫度，对軸承間隙是有影响的。如在高溫下工作的軸承，因受溫度的影响，使軸及軸瓦膨胀

也較大，所以對於軸承的軸向間隙就應選擇大一些才好。

五、軸的長度 在長軸傳動中，同一軸上的軸承一般是在兩個軸承以上，由於這樣在安裝調整時，就難免能使全部軸承都在一條中心綫上，那麼對這種軸承的間隙均可選擇大一些，以預防因軸承不同心度而使軸彎勁，致使軸承產生發熱等缺陷。

六、軸承的運轉速度 軸承運轉速度越高，所產生的摩擦就越大，受熱膨脹率也大，因此在這種情況下，軸承間隙要相應加大一些。在同樣高的轉速時，載荷愈大，軸承的間隙應小一些。這樣才会有利於軸承的工作。

七、潤滑劑 選擇稀油潤滑的軸承比選擇干油（潤滑脂）潤滑的軸承間隙是小一點。

八、其它 軸承尺寸的大小和軸承在工作中所承受的負荷的大小，對軸承的間隙在選擇上亦有一定的影響，所以在選擇軸承間隙時，應多考慮些條件，這樣才會選擇好。

3. 選擇軸承間隙的幾種方法

一、根據設計圖紙的要求 設計圖紙和設計資料及說明書等，是由設計人員按照機器的性能和特點，選擇了適當的軸承間隙，並註明在圖紙上或技術資料上。在圖紙上所標明的不一定是具體數值，也可以是標明了配合等級。例如 $\frac{A_3}{x_3}$ ，我們就可以根據蘇聯的公差制度公差表，查找出基孔制，三級精密度的 x_3 配合，即可求得軸承的間隙數值，作為施工的依据[●]。

● 按公差表查得的最大間隙和最小間隙，可按下式計算求得軸承的間隙，比較可靠。

$$\text{軸承間隙 } a = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{2} (\text{最大間隙} + \text{最小間隙}) + \text{最大間隙} \right]$$

二、按照簡單的公式計算軸承間隙 人們在工作中，常常遇見圖紙上或資料上，都沒有標明軸承間隙數值，這樣我們可以用下面所介紹的計算公式進行計算軸承間隙。這個計算公式是簡單方便，同時也很正確可靠，又便於記憶。

軸承頂間隙：

$$a = Kd \text{ 公厘。}$$

式中 a —— 軸承頂間隙（公厘）；

K —— 係數；

d —— 軸的直徑（公厘）。

軸承的側間隙：

$$1. \quad b = a \text{ ①}$$

$$2. \quad b = \frac{1}{2} a$$

$$3. \quad b = 2a$$

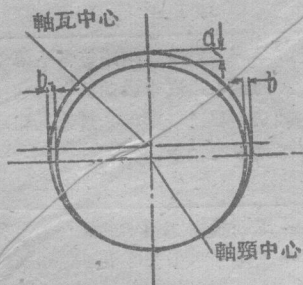


圖11 圓形瓦孔。

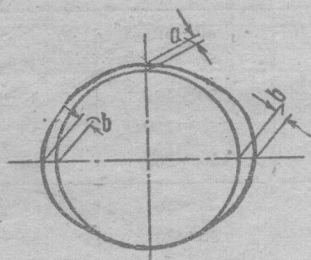


圖12 橢圓形瓦孔。

三、根據經驗數據（查表） 查表的方法是比較簡單，我們在工作中也常用過查表來確定軸承的間隙。我們收集了一些數據

① 關於軸承的側間隙，在一般情況下，可採用 $b = a$ ；如頂間隙較大時，可採用 $b = \frac{1}{2} a$ ；如頂間隙較小時，則採用 $b = 2a$ 。

表 1 系数K的值可按表 1 查得

編号	类 别	K 值
1	一般精密机床轴承或一級配合精密度的轴承	≥ 0.0005
2	二級配合精密度的轴承, 如馬达之类	0.001
3	一般冶金机械設备轴承	0.002~0.003
4	粗糙机械設备轴承	0.0035
5	透平机之类轴承	0.002
	圓形瓦孔 橢圓瓦孔	0.001

表, 这些表中的数据都是前人經驗的累积, 都是比較正确的, 可以运用到工作中去。在使用表来查找軸承間隙时, 应注意到表格的内容, 切不可錯用。

下列各表可作为工作中的参考:

表 2 动配合軸承的徑向間隙 (全苏标准) OCT 1020

配 合	直徑 (公厘)	間隙 (公忽)	适 用
X	30~50	25~77	車床、銑床、鑽床等各个傳动部分的軸承; 汽車發动机中的曲拐軸軸承, 和连杆軸承; 減速机和蝸母傳动中的軸承。
	50~80	30~90	
	80~120	40~110	
	120~180	50~130	
	180~260	60~150	
Л	30~50	50~112	傳动軸支座軸承或同一軸上有几个支座 (不少于 2 个) 的軸承。
	50~80	60~135	
	80~120	80~160	
	120~180	100~195	
	180~260	120~225	
III	30~50	75~142	精密的傳动装置和联动軸; 發电机和其他容易磨損的机械的軸承。
	50~80	95~175	
	80~120	120~210	
	120~180	150~250	
	180~260	180~295	

(續)

配 合	直徑 (公厘)	間隙 (公忽)	适 用
X ₃	30~50	32~150	蒸汽机和內燃机的曲拐軸承和連杆軸承, 偏心軸, 动力机械, 离心水泵, 和通風机的軸承。
	50~80	40~180	
	80~120	50~210	
	120~180	60~245	
	180~260	75~285	
III ₃	30~50	75~210	車輛, 农业机械, 以及傳动裝置空滑輪等的軸承。
	50~80	95~255	
	80~120	120~305	
	120~180	150~365	
	180~260	180~420	

附: 公忽 = $\frac{1}{1000}$ 公厘。

本表摘自冶金工厂机械师手册 (П. Г. Львовский)。

表 3 高級精密的軸承間隙 ($a = Kd$)

潤滑条件及工作性質	K
1. 油环潤滑軸承	0.0007~0.001
2. 压力給油潤滑	0.0005~0.0007
3. 連杆軸承	0.0007~0.0008

本表摘自机械設備安裝 (А. А. Луковцев)。

表 4 烏金軸承的徑向間隙 (轉速不低于500轉/分)

直 徑 (公厘)	間 隙 (公厘)	直 徑 (公厘)	間 隙 (公厘)
18~30	0.04	120~180	0.08
30~50	0.05	180~260	0.10
50~80	0.06	260~360	0.12
80~120	0.07	360~500	0.14

本表摘自机械設備安裝 (А. А. Луковцев)。

表5 內燃机烏金軸承的徑向間隙

直 徑 (公厘)	間 隙 (公厘)	直 徑 (公厘)	間 隙 (公厘)
50~80	0.07 0.08	180~260	0.15 0.20
80~120	0.09 0.11	260~360	0.23 0.26
120~180	0.13 0.15		

本表摘自机械設備安裝 (А. А. Луковцев)。

表6 苏联 ЛМЗ 汽輪机軸承間隙

軸 頸 直 徑 (公厘)	側 間 隙 (公厘)		頂 間 隙 (公厘)	
	最 小	最 大	最 小	最 大
50	0.10	0.12	0.15	0.20
100	0.10	0.15	0.20	0.25
150	0.20	0.25	0.30	0.40
200	0.20	0.30	0.35	0.45
250	0.25	0.35	0.45	0.55
300	0.30	0.45	0.55	0.62
350	0.35	0.50	0.62	0.70

表7 德国 AEG 汽輪机軸承間隙

軸頸直徑 (公厘)	側 間 隙 (公厘)	頂 間 隙 (公厘)	軸頸直徑 (公厘)	側 間 隙 (公厘)	頂 間 隙 (公厘)
60	0.2	0.1	225	0.40	0.2
70	0.2	0.1	250	0.40	0.2
80	0.2	0.1	275	0.40	0.2
100	0.25	0.1	300	0.50	0.3
110	0.3	0.1	350	0.60	0.3
120	0.3	0.1	400	0.70	0.3
140	0.35	0.2	450	0.80	0.3
160	0.35	0.2	500	0.90	0.4
180	0.40	0.2	600	1.00	0.4
200	0.40	0.2			

表 8 空气压缩机曲拐軸軸承徑向間隙

直 徑 (公厘)	間 隙 (公厘)
50公厘以下	不小于0.1
50~150	不小于0.15
150~300	不小于0.20

本表摘自矿山空气压缩站及管道 (H. A. Летоу)。

表 9 压延机械设备的軸承徑向間隙

軸 的 直 徑 (公厘)	間 隙 (公厘)	軸 的 直 徑 (公厘)	間 隙 (公厘)
100~150	0.1~0.15	500~550	0.5~0.55
200~250	0.2~0.25	600~650	0.6~0.65
300~350	0.3~0.35	700~750	0.7~0.75
400~450	0.4~0.45	800~1000	0.8~1.0

本表摘自压延机械设备安装工程施工及验收技术规范。

表10 电机套筒式軸承的徑向間隙

直 徑 (公厘)	間 隙 (公厘) (1000轉/分以下)	間 隙 (公厘) (1000轉/分以上)
18~30	0.04~0.093	0.06~0.118
30~50	0.05~0.112	0.075~0.142
50~80	0.065~0.135	0.095~0.175
80~120	0.08~0.16	0.12~0.21
120~180	0.1~0.195	0.15~0.25

本表摘自电机安装技工手册 (K. Л. Кофман)。