

10 滚动轴承的预紧

在多数运转状态下,滚动轴承带有适当的游隙使用。根据目的不同,也有在安装轴承时,预先使轴承产生内部应力,以便轴承在负游隙下使用,这种使用方法称作预紧。大多如角接触球轴承与圆锥滚子轴承一样,适用两套对置、游隙可调的轴承。

10. 预紧的目的

预紧的主要目的及典型例子如下所示。

- (1) 在轴的径向及轴向精确定位的同时,抑制轴的跳动。机床主轴轴承、测量仪器轴承。
- (2) 提高轴承的刚度。机床主轴轴承、汽车差速器用轴承。
- (3) 防止轴向振动及共振引起的异音。小型电机轴承等。
- (4) 抑制滚动体的自旋滑动、公转滑动及自转滑动。高速角接触球轴承、推力球轴承等。
- (5) 保持滚动体相对套圈的正确位置。推力球轴承、推力调心滚子轴承等,用在水平轴时。

10.2 预紧方法

10.2.1 定位预紧

定位预紧是一种保证对置轴承在使用中不改变轴向相对位置的预紧方法。其方法如下。

- (1) 为了实施预紧将事先调整过宽度差(参照A7页图1.1)或轴向游隙的组合轴承紧固后使用。
- (2) 使用调整过尺寸的隔圈、填隙片对轴承施加预紧(见图10.1)。
- (3) 紧固可以调整轴向游隙的螺杆、螺母。在这种场合,为了得到合适的预紧量,要一边测定启动摩擦力矩一边调整游隙。

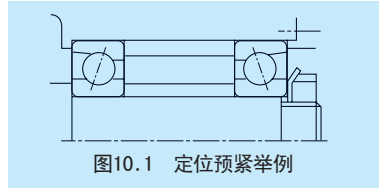


图10.1 定位预紧举例

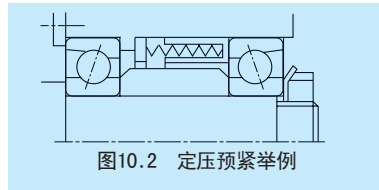


图10.2 定压预紧举例

10.2.2 定压预紧

定压预紧是一种利用螺旋弹簧、碟形弹簧等对轴承施加预紧的方法。在使用中即使轴承相对位置发生变化,预紧力也可大致保持不变(见图10.2)。

10.3 预紧与刚度

10.3.1 定位预紧与刚度

将图10.3的成对双联轴承内圈紧固于轴向后,轴承A及轴承B的位移量为 δ_{a0} ,内圈之间的游隙 $2\delta_{a0}$ 消失。这种状态下得到预紧力 F_{a0} 。

图10.4表示预紧轴承承受轴向载荷 F_a 时的刚度,即载荷与位移关系的预紧曲线图。

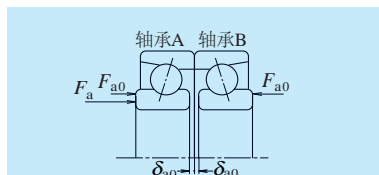


图10.3 背对背配置轴承的预紧

10.3.2 定压预紧与刚度

图10.5是定压预紧后轴承的预紧曲线图,预紧弹簧的刚度与轴承的刚度相比较,通常很小。所以,弹簧的位移直线,大约与水平轴平行。因此,定压预紧的刚度大致与事先施加了 F_{a0} 预紧力的单体轴承的刚度相等。

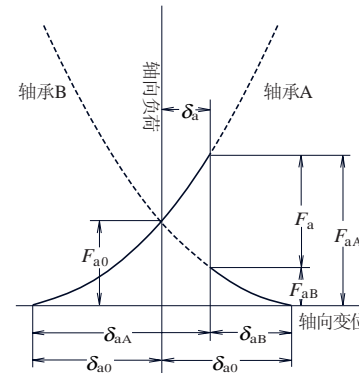
定位预紧,定压预紧后的轴承及轴承单体刚度的比较,如图10.6所示。

10.4 预紧方法与预紧力的选择

10.4.1 预紧方法的比较

图10.6示出了根据预紧方法的刚度比较,定位预紧和定压预紧的比较如下。

- (1) 预紧力相同的情况下,定位预紧的刚度更高,即定位预紧轴承,载荷引起的位移变化量小。
- (2) 定位预紧,在运转中,由于轴与轴承座的温差引起的轴向延伸率差、内、外圈温差引起的径向热膨胀差及载荷而引起的变形等,



F_a : 来自外部的轴向负荷
 F_{aA} : 轴承A承受的轴向负荷
 F_{aB} : 轴承B承受的轴向负荷
 δ_a : 成对双联轴承的变位量
 δ_{aA} : 轴承A的变位量
 δ_{aB} : 轴承B的变位量

图10.4 定位预紧的预紧曲线图

使预紧力发生变化。

在定位预紧的情况下,轴伸缩引起的弹簧的载荷变化很小,所以,可以不去考虑预紧的变化。

由此可知,一般定位预紧适用于提高刚度的目的,定压预紧适用于高速旋转、需要防止轴向振动、水平轴使用推力轴承等的情况。

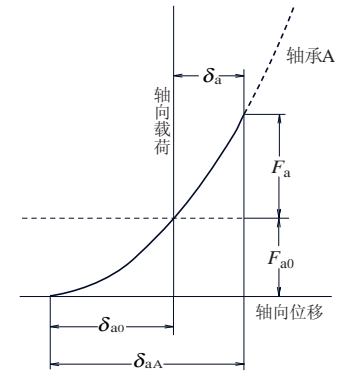


图10.5 定压预紧的预紧曲线图

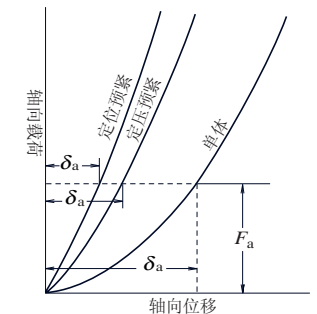


图10.6 根据预紧方法的刚度比较

10.4.2 预紧力

如果预紧力超过所需限度，将会导致异常发热，摩擦矩增大，疲劳寿命下降等等。所以，要充分研究工况、预紧目的来决定预紧力。

(1) 成对双联角接触球轴承的预紧

多用于机床主轴等精度P5以上的成对双联角接触球轴承(接触角15°)的平均预紧力,如(表10.2)所示。

轴与内圈,轴承座与外圈配合的设定值,如表10.1所示。轴承座孔与外圈的配合,轴承装于固定端时取目标间隙量的下限,装于自由端时取目标间隙量的上限。

预紧力的大致标准。磨床主轴或加工中心主轴轴承,通常采用轻预紧或微预紧。要求刚度的车床主轴轴承通常采用中预紧,当转速超过了 $D_{pw} \times n$ 值($d_m n$ 值) 50×10^4 时,必须更谨慎地选择预紧,届时请与NSK商谈。

表10.1 预紧使用的高精度成对双联角接触球轴承配合的设定值

轴承公称内径 d (mm)		轴与内圈 目标过盈量	轴承公称外径 D (mm)		轴承座孔 与外圈 目标间隙量
超过	到		超过	到	
—	18	0~2	—	18	—
18	30	0~2.5	18	30	2~6
30	50	0~2.5	30	50	2~6
50	80	0~3	50	80	3~8
80	120	0~4	80	120	3~9
120	150	—	120	150	4~12
150	180	—	150	180	4~12
180	250	—	180	250	5~15

表10.2 成对双联角接触球轴

表10.2.2 70系列

表10.2.1 79系列的成对双联轴承

单位: N

轴承 代号	预紧力			
	微预紧EL (N)	轻预紧L (N)	中预紧M (N)	重预紧H (N)
7900 C	7	15	29	59
7901 C	8.6	15	39	78
7902 C	12	25	49	100
7903 C	12	25	59	120
7904 C	19	39	78	150
7905 C	19	39	100	200
7906 C	24	49	100	200
7907 C	34	69	150	290
7908 C	39	78	200	390
7909 C	50	100	200	390
7910 C	50	100	250	490
7911 C	60	120	290	590
7912 C	60	120	290	590
7913 C	75	150	340	690
7914 C	100	200	490	980
7915 C	100	200	490	980
7916 C	100	200	490	980
7917 C	145	290	640	1 270
7918 C	145	290	740	1 470
7919 C	145	290	780	1 570
7920 C	195	390	880	1 770

轴承 代号	预紧力	
	微预紧EL (N)	轻预紧L (N)
7000 C	12	25
7001 C	12	25
7002 C	14	29
7003 C	14	29
7004 C	24	49
7005 C	29	59
7006 C	39	78
7007 C	60	120
7008 C	60	120
7009 C	75	150
7010 C	75	150
7011 C	100	200
7012 C	100	200
7013 C	125	250
7014 C	145	290
7015 C	145	290
7016 C	195	390
7017 C	195	390
7018 C	245	490
7019 C	270	540
7020 C	270	540

(2) 推力球轴承的预紧

推力球轴承较高速旋转时,球易发生自旋滑动。

为了避免球自旋滑动,所需的最小轴向载荷,采用下式求得的较大值。

$$F_{a \min} = \frac{C_{oa}}{100} \left(\frac{n}{N_{\max}} \right)^2 \dots (10.1)$$

$$F_{a \min} = \frac{C_{oa}}{1000} \dots (10.2)$$

式中: $F_{a \min}$ 最小轴向载荷(N) {kgf}
 C_{oa} 轴向基本额定静载荷(N) {kgf}
 n 轴承转速(rpm)
 N_{\max} 轴承极限转速(油润滑)(rpm)

(3) 推力调心滚子轴承的预紧

推力调心滚子轴承,在使用中,由于滚子和外圈滚道面之间滑动会造成咬粘等损伤。为避免这种滑动,所需的最小轴向载荷 $F_{a \min}$ 以下式求得。

$$F_{a \min} = \frac{C_{oa}}{1000} \dots (10.3)$$

承的预紧

的成对双联轴承

单位: N

轴承 代号	预紧力	
	中预紧M (N)	重预紧H (N)
7200 C	49	100
7201 C	59	120
7202 C	69	150
7203 C	69	150
7204 C	120	250
7205 C	150	290
7206 C	200	390
7207 C	250	490
7208 C	290	590
7209 C	340	690
7210 C	390	780
7211 C	490	980
7212 C	540	1 080
7213 C	540	1 080
7214 C	740	1 470
7215 C	780	1 570
7216 C	930	1 860
7217 C	980	1 960
7218 C	1 180	2 350
7219 C	1 180	2 350
7220 C	1 270	2 550

表10.2.3 72系列的成对双联轴承

单位: N

轴承 代号	预紧力			
	微预紧EL (N)	轻预紧L (N)	中预紧M (N)	重预紧H (N)
7200 C	14	29	69	150
7201 C	19	39	100	200
7202 C	19	39	100	200
7203 C	24	49	150	290
7204 C	34	69	200	390
7205 C	39	78	200	390
7206 C	60	120	290	590
7207 C	75	150	390	780
7208 C	100	200	490	980
7209 C	125	250	540	1 080
7210 C	125	250	590	1 180
7211 C	145	290	780	1 570
7212 C	195	390	930	1 860
7213 C	220	440	1 080	2 160
7214 C	245	490	1 180	2 350
7215 C	270	540	1 230	2 450
7216 C	295	590	1 370	2 750
7217 C	345	690	1 670	3 330
7218 C	390	780	1 860	3 730
7219 C	440	880	2 060	4 120
7220 C	490	980	2 350	4 710