



机械工人活叶学习材料

ONGREN HUOYE XUEXI CAILIAO

车 工

13

怎样车削偏心工件

陈家芳 编 著



机 械 工 业 出 版 社

目 次

一	什么叫偏心	.....
二	偏心的功用	.....
三	偏心工件的技术要求	.....
四	在四爪卡盘上車削偏心工件	.....
五	在三爪卡盘上車削偏心工件	.....
	1 偏心距較小的工件(7)——2 偏心距較大的工件(9)	
六	在联合卡盘(子母卡盘)上車削偏心工件	.....
七	在两頂針間車削偏心工件	.....
八	在专用夹具上車削偏心工件	.....
九	曲軸的車削方法	.....
	1 在圓軸上車出曲軸的方法(22)——2 在鍛好的毛坯上車 削曲軸的方法(24)	
十	防止曲軸變形的方法	.....
	1 螺釘螺帽支撐法(28)——2 石膏澆鑄法(28)——3 特 殊撐具支撐法(28)	
十一	檢驗偏心工件的方法	.....
	1 偏心距的檢驗方法(29)——2 平行度的檢驗方法(32)	
十二	实例示范	.....
附表		.....

一 什么叫偏心

日常我們所說的**中心**，是指物体最当中的一点，它跟各边上的距离是相等的。例如要在钻床上钻中心孔，先要求出中心，这个一定是在当中；在車床上車平面时，車到最后就成为一个点，点就是这个平面的中心。总的來說：中心是在物体最当中而且只有一个。如果在同一个物体中有两个不重合的**心**，一当中，而另一个不在当中，那末在当中的一个是真正的中心，当中的一个就叫做**偏心**（見图 1），偏心跟中心的距离叫做**偏**。

图 2 表示利用偏心的原理做成的偏心軸，图 3 是偏心輪。

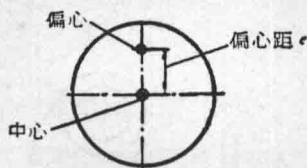
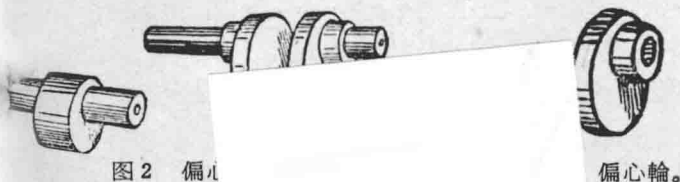


图 1 中心和偏心。



二 偏心的功用

偏心的用途很广。大家知道，要使机器中的某一回轉运动变

为往复运动，或是往复运动变为回轉运动，就需要利用偏心机构了。例如，塔輪車床的跨輪机构(图 4)，当它的偏心軸繞偏心軸綫 OO 轉动的时候，活套在軸上的双联齿輪就会跟主軸上的一个固定大齿輪和活套的小齿輪嚙合或脫开。要使小車床床尾固定在

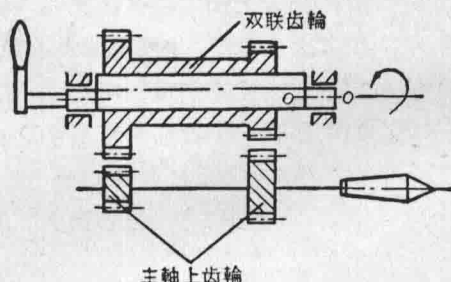


图 4 塔輪車床的跨輪机构。

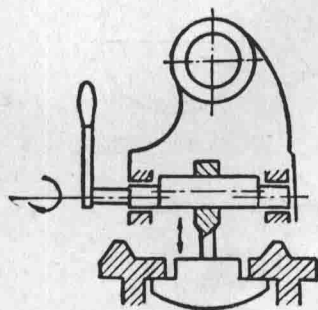


图 5 固定床尾用的偏心軸。

床面任意位置上的时候，可以通过手柄轉动偏心軸（图 5）把压板向上拉，使压板跟床面下部夹紧。其他如驅逐活塞作往复运动（图 6）等，都是利用偏心原理的。

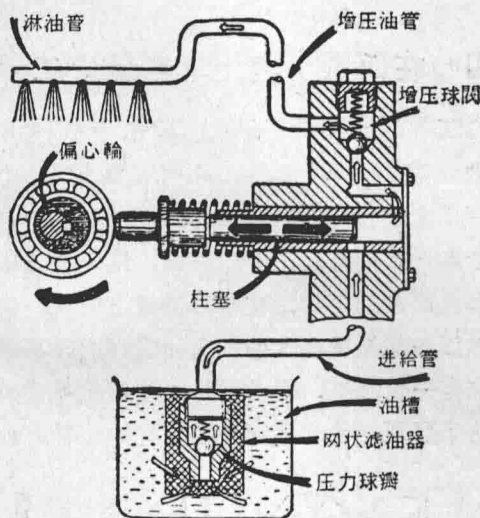


图6 驅逐油泵中活塞的偏心輪。

三 偏心工件的技术要求

由于偏心工件在应用时要受到扭曲和振动，并且跟其他零件发生严重摩擦，因此对它提出了較高的技术要求。但是，有些技术要求不是車削所能达到的，必須經過其他方法加工，比如用磨削方法等来解决。車削要达到的技术要求，除了直徑尺寸精度、几何精度和表面光洁度之外，更主要的要达到下面两点要求：

1. 中心軸軸頸（不偏的一节軸頸）要跟偏心軸頸（或偏心孔）平行；

2. 中心軸軸頸和偏心軸頸的距离（偏心距）要准确。

至于要达到那一級精度，可以根据图紙規定。一般平行度誤差不超过 0.01~0.03 毫米，偏心距誤差为 $\pm 0.10 \sim 0.20$ 毫米。

四 在四爪卡盘上車削偏心工件

根据偏心工件的形状和大小尺寸不同，可以采用不同的車削方法。一般数量較少或单个零件，而精度要求又不太高的偏心工件，都是用四爪卡盘装夹起来車削的。

在四爪卡盘上車削偏心工件的时候，需要校正工件；也就是必須把一根事先車好的短軸，在中心位置上偏移一个偏心距。偏移以后，还必須保証軸綫在水平方向和垂直方向不偏斜。可是要达到这个要求有一定困难。因为这时无法确定軸綫的位置是否正确。要解决这个问题，我們必須先在車好的短軸上划出十字綫和

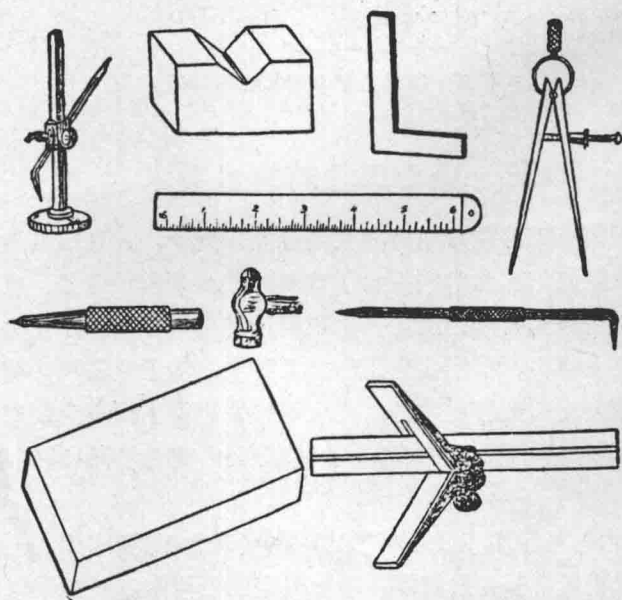


图7 划綫工具。

偏心圓綫。十字綫是划在外圓上的(图 10),它是用来校正軸綫在水平和垂直方向位置的; 偏心圓綫是划在端面上的,它是用来校正偏心圓的位置的。

要在軸上划綫,必須有一套划綫工具(图 7)。至于划綫工具的使用和划綫方法,我們在下面作詳細介紹。

图 8 是单节偏心軸,它的操作步驟如下:

1. 把毛坯車成圓軸,使它的直徑等于 d 。在圓軸的一端平面上和四周外圓上塗一层白粉,然后把它放在 V 形槽鉄中,用划針盘的針尖对准圓軸中心在平面和外圓上划一条水平綫(图 9 a)。

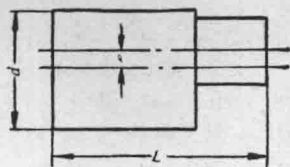


图 8 单节偏心軸。

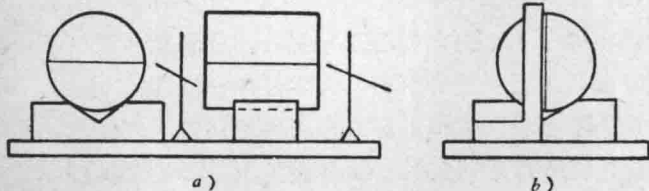


图 9 划綫的步驟和方法。

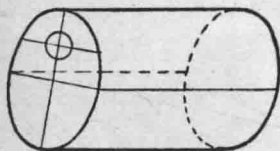


图 10 划偏心圓。

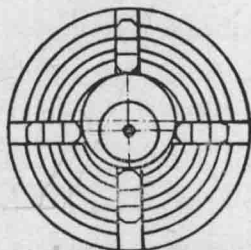


图 11 装夹偏心工件的方法。

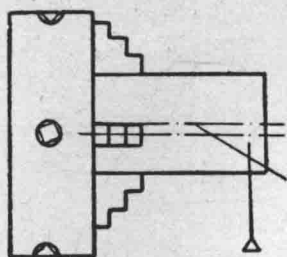


图12 校正工件在水平和垂直方向的位置。

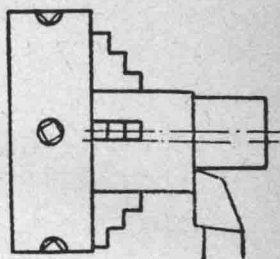


图13 偏心工件的车削方法。

2. 把工件转过 90° ，用角尺对齐垂直线（图 9 b）再划一条水平线，并跟垂线相交。

3. 用两脚规（工厂里叫它为矩叉）从量尺上取偏心距 e 值，然后把一个脚尖放在中心，另一脚以 e 为半径作一圆弧，跟垂线相交求出偏心点。再以偏心点为圆心，任意长（长度不能大于偏心点与圆周最近一处的距离）为半径作一圆（图 10）。为了防止所划的线因不小心而擦掉，必须在所划的线条上打几个铰孔（俗称洋冲眼）。但是，这些铰孔必须在线条上，不能歪斜。

4. 把划好线的工件装在四爪卡盘上，让偏心圆占据中心位置。在装夹时最好先调节卡盘的两爪到对称位置，另两爪偏移偏心距 e 的距离（图 11）。

5. 在床面上放一块小型平板，平板上放一个划针盘，针尖对准偏心圆线，校正偏心圆。然后把针尖对准在外圆水平线上（图 12），自左至右检查工件是否在水平线上；也就是说工件是否有向上或向下倾斜。接着把工件转过 90° 用同样方法检查另一条水平线。最后复查一遍（如果没有平板，可将划针盘放在大拖板上）。

6. 工件校正以后，把四个卡爪再拧紧一遍，开始车削（图 13）。

在車削的时候，車刀刀尖要从工件突出部分先切入，以免打断車刀和损坏工件。

五 在三爪卡盘上車削偏心工件

比較短和数量較多的偏心工件，可以在三爪卡盘上車削（图14）。車削的时候，先把工件車成需要直徑和长度，并把两个端面車平，然后在三爪卡盘的任一个卡爪上垫上一块垫片，就可以車削了。垫片的形状和厚度，可以根据偏心距的大小不同来選擇。由于垫片的形状不同，所以垫片厚度尺寸的計算方法也有所不同，如：

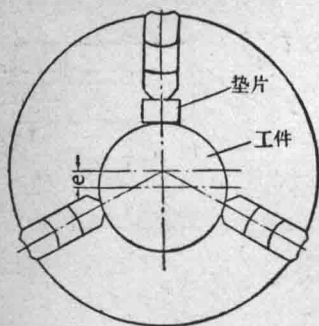


图14 在三爪卡盘上車削
偏心工件。

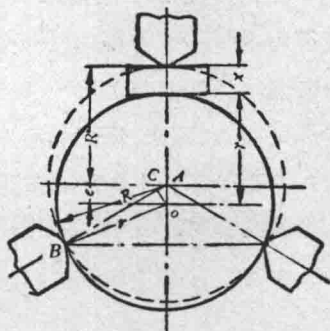


图15 方形垫片的形状及
安装原理。

1 偏心距較小的工件 車削偏心距比較小（ $e \leq 5 \sim 6$ 毫米）的偏心工件时，可以用方形垫片（图15），其厚度 x 的計算公式如下：

$$x = 1.5 e \times \left(1 - \frac{e}{2d} \right).$$

式中 x —— 垫片厚度(毫米);

e —— 偏心工件的偏心距(毫米);

d —— 偏心工件被卡爪夹住部分的直径(毫米)。

例 有一偏心工件的直径是 60 毫米, 偏心距是 4 毫米, 试计算垫片厚度 x 。

$$[\text{解}] \quad x = 1.5 \times 4 \times \left(1 - \frac{4}{120}\right) = 6 \times 0.967 = 5.8 \text{ 毫米。}$$

例 已知 $d = 25$ 毫米, $e = 3$ 毫米, 求垫片厚度 x ?

$$[\text{解}] \quad x = 1.5 \times 3 \times \left(1 - \frac{3}{2 \times 25}\right) = 4.5 \times 0.94 = 4.23 \text{ 毫米。}$$

例 在三爪卡盘中车削如图 16 所示的偏心工件时, 试问要垫上多大厚度的垫片?

〔解〕 图 16 所示的 4 毫米并不是偏心距, 因左面一节圆柱体直径为 30 毫米, 半径为 $\frac{30}{2} = 15$ 毫米, 右面一节圆柱体的直径为 $30 - 4 = 26$ 毫米, 半径为 $\frac{26}{2} = 13$ 毫米, 所以偏心距 $e = 15 - 13 = 2$ 毫米, 为了计算方便起见, 以后如遇到这种图样时, 我们可以把所注的尺寸数

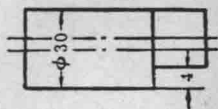


图16 偏心距的不同注法。

字除以 2, 就是上述的偏心距 $e = \frac{4}{2} = 2$ 毫米。

$$\begin{aligned} x &= 1.5 \times 2 \times \left(1 - \frac{2}{2 \times 30}\right) \\ &= 3 \times \left(1 - \frac{1}{30}\right) = 3 \times 0.967 = 2.9 \text{ 毫米。} \end{aligned}$$

公式证明如下:

从图 15 可以看出, $\angle BAO = 60^\circ$, $OC = e \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} e$

$$x = (R + e) - r. \quad \left(r = \frac{d}{2}\right) \quad (1)$$

$$R = AB = AC + BC. \quad (2)$$

因为

$$AC = e \cos 60^\circ = \frac{e}{2}, \quad (3)$$

$$BC = \sqrt{r^2 - (OC)^2} = \sqrt{r^2 - \left(\frac{\sqrt{3}e}{2}\right)^2} = \sqrt{r^2 - \frac{3e^2}{4}}。$$

要是 在上式根号内添上 $\left(\frac{3e^2}{4d}\right)^2$ ，使它成为完全平方式（因为 $\left(\frac{3e^2}{4d}\right)^2 \approx 0$ ，添上这个值以后，对这个式子的误差影响不大），那末

$$BC = \sqrt{r^2 - \frac{3e^2}{4} + \left(\frac{3e^2}{4d}\right)^2} = \sqrt{\left(r - \frac{3e^2}{4d}\right)^2} = r - \frac{3e^2}{4d}; \quad (4)$$

将 (3) 和 (4) 代入 (2)，得：

$$R = \frac{e}{2} + r - \frac{3e^2}{4d}; \quad (5)$$

再将 (5) 代入 (1)，则

$$\begin{aligned} x &= \left[\left(\frac{e}{2} + r - \frac{3e^2}{4d} \right) + e \right] - r = \frac{e}{2} + r - \frac{3e^2}{4d} + e - r \\ &= \frac{3}{2} e - \frac{3e^2}{4d} = \frac{3}{2} e \left(1 - \frac{e}{2d} \right) = 1.5 e \left(1 - \frac{e}{2d} \right) \\ \therefore \quad x &= 1.5 e \times \left(1 - \frac{e}{2d} \right)。 \end{aligned}$$

2 偏心距较大的工件 车削偏心距较大的工件的时候，可以应用扇形垫片(图 17)，其厚度 x 的计算公式如下：

$$x = 1.5 e \times \left(1 + \frac{e}{2d + 6e} \right)。$$

例 有一偏心工件的直径为 36 毫米，偏心距为 10 毫米，试计算垫片厚度 x 。

$$\begin{aligned} [\text{解}] \quad x &= 1.5 \times 10 \times \left(1 + \frac{10}{36 \times 2 + 6 \times 10} \right) = 15 \times \left(1 + \frac{10}{132} \right) \\ &= 15 \times 1.075 = 16.13 \text{ 毫米。} \end{aligned}$$

例 在三爪卡盘中车削如图 18 所示的偏心工件的时候，要是采用扇形垫片，试求这个垫片应该要多厚？

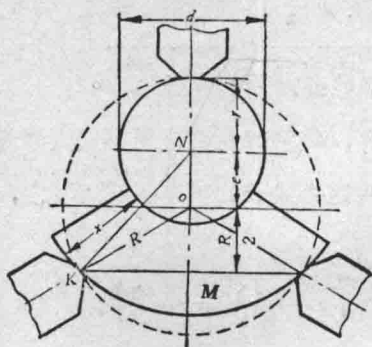


图17 扇形垫片的形状
及安装原理。

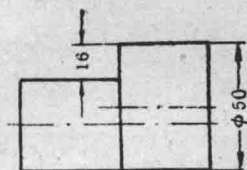


图18 偏心工件。

〔解〕 偏心距 $e = \frac{16}{2} = 8$ 毫米。

$$\begin{aligned} x &= 1.5 \times 8 \times \left(1 + \frac{8}{50 \times 2 + 6 \times 8} \right) = 12 \times \left(1 + \frac{8}{148} \right) \\ &= 12 \times 1.054 = 12.65 \text{ 毫米。} \end{aligned}$$

公式証明如下：

由图17可知

$$\text{在} \triangle KNM \text{ 中 } KM^2 = (x + r)^2 - \left(e + \frac{R}{2} \right)^2,$$

$$\text{在} \triangle KOM \text{ 中 } KM^2 = R^2 - \left(\frac{R}{2} \right)^2,$$

$$\therefore (x + r)^2 - \left(e + \frac{R}{2} \right)^2 = R^2 - \left(\frac{R}{2} \right)^2;$$

$$\begin{aligned} (x + r)^2 &= R^2 - \frac{R^2}{4} + \left(e + \frac{R}{2} \right)^2 = R^2 - \frac{R^2}{4} + e^2 + Re \\ &\quad + \frac{R^2}{4} = R^2 + e^2 + Re \end{aligned}$$

$$\therefore R = e + r$$

$$\begin{aligned}\therefore (x+r)^2 &= (e+r)^2 + e^2 + e(e+r) = e^2 + 2re + r^2 \\ &\quad + e^2 + e^2 + re = 3e^2 + r(2e+r+e) = 3e^2 \\ &\quad + r(3e+r) = 3e^2 + 3re + r^2\end{aligned}$$

$$x = -r + \sqrt{3e^2 + 3re + r^2}$$

因为用开方法计算比较麻烦，所以把上式变换一下，便于去掉根号。

即

$$\begin{aligned}x &= -r + \sqrt{\frac{4r^2 + 12re + 12e^2}{4}} = -r + \sqrt{\frac{4r^2 + 12re + 9e^2 - 3e^2}{4}} \\ &= -r + \sqrt{\frac{(2r+3e)^2 - 3e^2}{4}} = -r + \sqrt{\frac{(2r+3e)^2}{4} - \frac{3e^2}{4}} \\ &= -r + \sqrt{\frac{2r+3e}{2} - \frac{3e^2}{4}} = -r + \sqrt{(r+1.5e) - \frac{3e^2}{4}}.\end{aligned}$$

如果在上式根号内添上 $\left(\frac{3e^2}{8r+12e}\right)^2$ ，使它成为完全平方式〔因为 $\left(\frac{3e^2}{8r+12e}\right)^2$ 的值很小，对精度的影响不大〕，那末

$$\begin{aligned}x &= -r + \sqrt{\left[(r+1.5e) + \frac{3e^2}{8r+12e}\right]^2} \\ &= -r + (r+1.5e) + \frac{3e^2}{8r+12e} \\ &= 1.5e + \frac{3e^2}{8r+12e} = 1.5e \left(1 + \frac{e}{4r+6e}\right)\end{aligned}$$

$$\because d = 2r$$

$$\therefore x = 1.5e \left(1 + \frac{e}{2d+6e}\right)$$

垫片厚度也可以用查系数表的方法来计算，不论偏心距大小如何，都可以用这种方法。但是，在用这种方法时所用的垫片应该是方形的。计算时先求出比值 A ，然后根据 A 在表1中查出系数 c ，最后求出垫片厚度 x 。

表1 系数表

A	c	A	c	A	c	A	c
0.005	0.008	0.055	0.084	0.105	0.149	0.155	0.215
0.010	0.015	0.060	0.090	0.110	0.156	0.160	0.221
0.015	0.023	0.065	0.095	0.115	0.163	0.165	0.227
0.020	0.030	0.070	0.102	0.120	0.169	0.170	0.234
0.025	0.038	0.075	0.109	0.125	0.176	0.175	0.241
0.030	0.045	0.080	0.116	0.130	0.182	0.180	0.248
0.035	0.053	0.085	0.122	0.135	0.189	0.185	0.254
0.040	0.060	0.090	0.129	0.140	0.195	0.190	0.260
0.045	0.066	0.095	0.136	0.145	0.202	0.195	0.269
0.050	0.073	0.100	0.143	0.150	0.208	0.200	0.276

$$A = \frac{e}{d}$$

$$x = d \times c$$

式中 d ——被三爪卡盘夹住部分的直径(毫米);

e ——偏心距(毫米);

x ——垫片厚度(毫米);

A —— e 和 d 的比值;

c ——系数(从表1中查出)。

例 有一偏心工件的直径为 60 毫米, 偏心距为 1.5 毫米, 试计算垫片厚度 x 。

〔解〕 $A = \frac{1.5}{60} = 0.025$

根据 0.025 在表1中查得 $c = 0.038$

$$x = 60 \times 0.038 = 2.28 \text{ 毫米。}$$

例 $d = 60$ 毫米, $e = 9$ 毫米, 求 x ?

〔解〕 $A = \frac{9}{60} = 0.15$

根据 0.15 在表 1 中查得 $c = 0.208$

$$x = 60 \times 0.208 = 12.48 \text{ 毫米。}$$

根据上述情况可知，在三爪卡盘上車削偏心工件是比較方便的，所得的精度要比在四爪卡盘上車削的高些。但是，它也有一定的誤差，誤差大小跟下列几个因素有关：

一、三爪卡盘本身精度的影响：三爪卡盘本身也有一定誤差。一般新制造的三爪卡盘，它的不同心度誤差为 0.1 毫米左右。当然，用旧了的三爪卡盘誤差可能更大。要防止和减少誤差，必須做到下面三点：

1. 必須在車床上用砂輪把三个卡爪修磨一次；

2. 应用未經淬火的卡爪，并把这种卡爪精車一次；

3. 在松紧卡爪时必須认定一个爪，也就是說如果第一次松或紧是 1 号卡爪，那么以后就用 1 号卡爪，而不要用 2 号或 3 号卡爪，这样可以防止由于間隙存在而引起誤差。

二、垫片变形的影响：做好的垫片垫在卡爪和工件之間以后，当卡爪夹紧时，垫片就会变形，厚度减小，因此必須選擇强度和硬度比較高的材料来作垫片。

要是零件的数量比較大，而又沒有适当硬度和强度的材料来作垫片，也可以用試驗方法来修正垫片厚度，也就是根据計算出来厚度的垫片，垫上以后車削一个零件，接着檢查这个零件的偏心距，其誤差是多少？根据这个誤差就可以知道垫片变薄多少。然后把这个誤差看作偏心距誤差 Δe ，用公式計算出 Δx ，最后的垫片厚度就是 $x_{\text{最后}} = x + \Delta x$ 。

例 有 200 件相同的偏心工件，其直徑 $d = 40$ 毫米，偏心距 $e = 4$ 毫米，根据計算垫片厚度應該是 $x = 5.7$ 毫米，現在檢驗了第一个車好零件的偏心距以后，发现 $e = 3.9$ 毫米，即与要求

的偏心距相差 $\Delta e = 4 - 3.9 = 0.1$ 毫米，問这时垫片厚度 还需增大多少？

〔解〕

$$\Delta e = 0.1$$

$$\Delta x = 1.5 \times 0.1 \times \left(1 - \frac{0.1}{80}\right) = 0.15 \text{ 毫米。}$$

也就是把原来垫片厚度还要加厚 0.15 毫米， 总共厚度 $\Delta_{\text{最后}}$ 應該是 $5.7 + 0.15 = 5.85$ 毫米。这里 0.15 毫米是由于卡爪夹紧而使垫片变薄的。

三、被夹住部分直径的影响：如果被三爪卡盘夹住部分的直径 d 不正确，也会影响偏心距，因此在車削直径 d 的外圆时，尽可能使它不产生或产生很小的误差。

六 在联合卡盘（子母卡盘）上 車削偏心工件

我們从上面所談的两种方法中可以看出，应用四爪卡盘的方法比較麻煩，需要划綫和校正；应用三爪卡盘的方法虽然比較方便，但是制造垫片也不很方便。我們可以应用三爪和四爪卡盘各有特点，把两种卡盘連在一起应用，那就更方便了。如何使这两种卡盘結合起来应用呢？具体步驟如下：

1. 把三爪卡盘夹在四爪卡盘中(图 19)，并在三爪卡盘中装夹一根光滑軸(直径大小沒有关系，但表面需要光洁)，然后用千分表校正，使四爪卡盘在轉动时光滑軸不調(摆动)。在校正过程中，如果光滑軸和旋轉中心不一致，就必须調节四爪卡盘的卡爪来校正。

2. 用样板的一端貼在四爪卡盘一个卡爪后面的圓盘表面上(图 20)，这时样板右端和光滑軸表正好相距一个偏心距 e 。

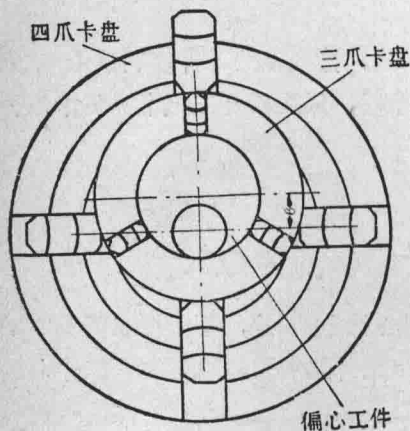


图19 在联合卡盘上車削偏心工件。

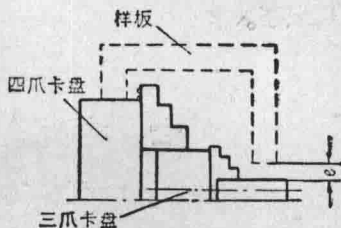


图20 用样板校正三爪卡盘的位置。

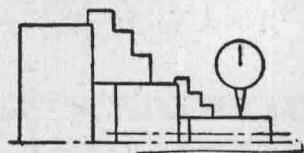


图21 用千分表校正三爪卡盘的位置。

3. 調整四爪卡盘，使光滑軸向上偏移，直到表面跟样板右端接触为止。然后，把四爪卡盘的各个卡爪擰紧一遍，以后就不再移动四爪卡盘的卡爪了。

在偏移光滑軸的时候，为了方便起見，也可以用千分表来代替样板(图 21)。偏移之前，将千分表夹在刀架上，并使千分表触头同光滑軸表面接触，記下讀数，然后調整四爪卡盘，使三爪卡盘和光滑軸一起向上偏移一个偏心距 e 。偏心距 e 的大小可以用