

机械工人
活叶学习材料

410

怎样磨同心工件

盛锡松 编著

机械工业出版社

內容提要 这本小册子主要是介绍磨同心工件的方法，并具体地分析了在什么样的情况下采用什么方法和工具。内容较实际，适合三、四级磨工参考。

編著者：盛錫松

NO. 2848

6

1959年4月第一版 1959年4月第一版第一次印刷

787×1092 $1/32$ 字数 17 千字 印張 $13/16$ 00,001—15,050 册

机械工业出版社(北京阜成门外百万庄)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

北京市书刊出版业营业
许可证出字第008号

统一书号 T15033·1807

定 价 (9) 0.08 元

一 概 說

在机器中常常会碰到許多圓柱形的零件。它們有的是細長的；有的是阶梯的；有的是扁平的；有的是中間帶有圓孔的（圖1），形形色色，种类很多。所有这些零件的圓柱形表面，都有一根中心綫。如果在同一个零件中有两个圓柱形表面，而这两个表面的中心綫是同一根的話，那末我們說这两个圓柱形表面是同心的，亦为一个同心工件。假使那两个圓柱形表面的中心綫不重合在一起而差开一定的距离，那末我們称它为偏心工件，这个差开的距离叫做不同心度或偏心率。

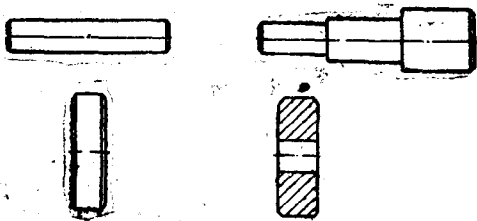


圖 1

圓柱形零件的几个直徑是否需要同心，还是需要有一程度的偏心，是根据这个零件在机器中間的作用来决定。不过我們要制造出一个完全同心的零件是一件極难的事，而且在实际应用中，并不是所有零件都要求有严格的同心度。所以，对于需要保証同心度的零件，在它的工作圖上都注明了这个零件允許的不同心度。标记允許不同心度的方法一般有两种：一种是用文字說明，例如：直徑为 A 的圓柱表面对直徑为 B 的圓柱表面的不同心度不得大于

0.02 的数字就表明直径 A 对直径 B 的摆差不得大于 0.1 (允许摆差数值比允许不同心度值高一倍)。另一种用符号表示; 例如: 圖 2 甲中 0.02 的数字就表明直径 A 对直径 B 的不同心度不得大于 0.02; 圖 2 乙中 0.05 的数字就表明直径 A 对直径 B 的摆差不得大于 0.05。

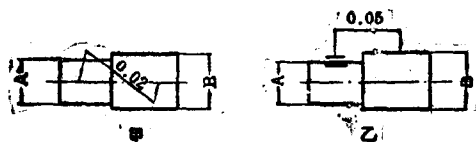


圖 2

机械制造中, 有些零件根本不要求什么同心度, 但有些零件则要求极高的同心度。例如工具机, 工具等中间的零件, 往往要求较高的同心度。車工、磨工用的心轴, 它的两顶尖孔的中心线对于外圆的不同心度, 常常不得超过 0.01, 这是一种要求很高的同心度了。

怎样能制造出高同心度的零件来呢? 现在先从基本的谈起。

我們知道, 零件的圆柱形表面一般是用两种方法得到的: 第一种方法是使零件绕着某一根中心旋转, 再用一把固定的切削工具 (車刀或是砂輪) 去与零件相接触。因为切削工具离零件旋转中心的距离不变, 所以当零件转过一周后, 它和切削工具相接触的表面就成为一个圆柱形。其圆柱形的直径等于切削工具尖端到旋转中心线的距离的两倍 (圖 3); 第二种方法是使零件固定而切削工具 (鑽头鉸刀等) 旋转。前者是在車床、磨床上完成的, 后者则在鑽床、銼床上完成的。从这两种方法看来, 其共同之点, 就是, 要得到圆柱形表面必须使零件或切削工具绕一根中心线旋转 (亦有例外, 这里不談), 而这个旋转中心也就是加工出来的圆柱表面的

中心綫。因此，如果我們要使某两个加工出来的圓柱表面的中心綫合而为一，那末只要使这两个表面在加工时繞着零件上同一根中心綫旋轉就行。

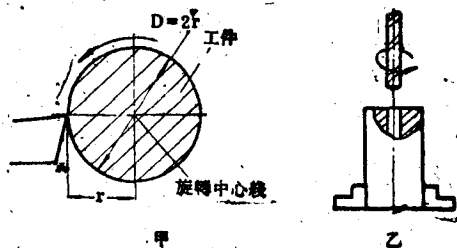


圖 3

因为在車床、磨床上加工时，不管怎样，零件总是繞着一定的旋轉中心旋轉的（或是机床主軸旋轉中心，或是特定的中心）。所以我們在制造两个同心的圓柱表面时，有二种情况：第一种，在加工第一个圓柱面时，使另一个圓柱面的中心綫作为旋轉中心（亦即与机床主軸中心重合）。这样，在加工完成后，第一个圓柱面就会与第二个圓柱面同心。圖 4 中表示了一根二級軸，它的直徑 A 与直徑 B 需要同心。假定直徑 B 已經做好了，現在我們要制出直徑 A 来，那末，根据上述原理，只要在将零件安装到机床上去的时候，使直徑 B 的中心綫与机床主軸旋轉中心重合就行。

将零件装在机床上并保持有一定的相对位置的这一措施叫做定位。零件上某些表面，我們希望在机床上定位的，被称为基准。在加工之前，我們就要設法使基准定在合适的位置。

在圖 4 的例中，直徑为 B 的外圓表面就是加工直徑为 A 的外圓表面时的基准，并且我們要使基准定在机床上时，它与主軸旋轉中心一致。

根据上面所說的，我們可以得到这样的結論：如果几个面要求同心，那末在加工其中任何一面时，应选取其余的表面做基准，并使基准中心与零件旋轉中心一致。

第二种情况：如果我们使几个要成同心的表面在同一次旋轉中（圖5）加工出来，那末，它們必然是同心的。因为在加工过程中，零件是繞一个中心旋轉。另外，虽然几个表面不在同一次旋轉中加工出来，但是在加工各表面时采用了同一个基准，并且在各次加工中該基准总是定在同一位置，这样，这几个表面也能获得同心，于是得到另一条結論：如果几个面要求同心，那末在加工时，應該利用共同的基准，并使基准定在相同的位置（最好在一次裝活中加工）。

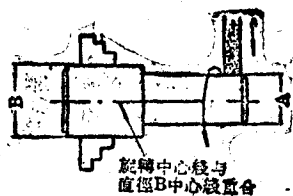


圖 4

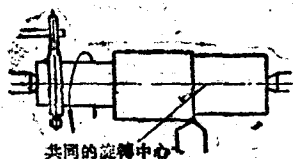


圖 5

在加工同心表面时，我們要遵守上述原則来選擇基准。只要選擇基准正确，那末留下來的問題就是如何保證基准的位置了。这一个要求是需要依靠合适的工作方法及良好的工夹具来达到的。同时，選擇的基准要便于定位。

机械制造业中大都是利用車床或磨床来加工同心表面。利用这二种机床加工零件都能获得相当高的同心度，不过要求的同心度愈高，加工起来愈費事罢了。表1中列出了利用車床和磨床加工时所能达到的經濟同心度及可能同心度。

表1 磨削时的经济同心度^①及可能达到的同心度

加工形式	误差名称	摆差数值	
		经济的	可能的
零件定位在顶尖上（在一次装夹中加工所有表面）	一个圆柱面对其他圆柱面的摆差	0.03	0
零件定位在顶尖上（在二次装夹中加工所有表面，顶尖在机床上修正过的）	一个圆柱面对其他圆柱面的摆差	0.03	0.01
零件定位在顶尖上（在二次装夹中加工所有表面，顶尖不作修正）	一个圆柱面对其他圆柱面的摆差	0.1	0.05
零件定位在心轴上（心轴在机床上修正过的）	加工表面对基准孔的摆差	0.05	0.02
零件定位在心轴上（心轴系预先制出，但机床上的顶尖经过就地修正）	加工表面对基准孔的摆差	0.06	0.04
零件定位在心轴上（顶尖未经过修正）	加工表面对基准孔的摆差	0.15	0.08
零件定位在自定心卡盘上，零件夹上后没有找正	加工表面对基准孔的摆差	1.0	
零件定位在自定心卡盘上，零件夹上后用划针找正	加工表面对基准孔的摆差	1.0	0.5
零件定位在自定心卡盘上，零件夹上后用千分表找正	加工表面对基准孔的摆差	0.1	0.03
零件定位在自定心卡盘上，卡爪经过修正	加工表面对基准孔的摆差	0.05	0.02

① 加工经济同心度系指零件在正常的生产条件下所能加工出来的同心度。

未经淬硬的零件及同心度要求较低的零件可在车床上加工，而淬硬了的零件就需要利用磨床了。

磨削外直径用外圆磨床，磨削内孔用内圆磨床。常用的外圆磨床有 3151, 3152 等，常用的内圆磨床有 3A240, 3A250 等。关于这些机床的结构和操作方法，可以在机器说明书中看到，这里

就不多說了。在磨削時，選用什麼樣的砂輪，利用多大的切削規範，則可以從機械加工手冊中找到，在這篇文章中只是想介紹一些磨同心零件的方法和各種有關的工具，有些是適用於單件生產，有些是適用於大量生產的。

根據零件的形狀及技術要求，一般可以遇到下列幾種磨削形式：

- 1) 以頂尖孔為基準磨外同心表面；
- 2) 以外圓為基準磨削內外同心表面（磨內孔）；
- 3) 以內圓為基準磨削內外同心表面（磨外圓）。

二 以頂尖孔為基準磨外同心表面

某些零件，如小軸之類，它在磨削之前是利用頂尖孔加工出來的。那末在磨外圓同心表面時，也可以利用這些頂尖孔作基準，放在外圓磨床上磨削。

圖 6 所示是在磨削一根小軸，它的表面 A、B、及 C 需要磨得同心。它有着頂尖孔，因此我們可以用頂尖孔作基準來磨削。

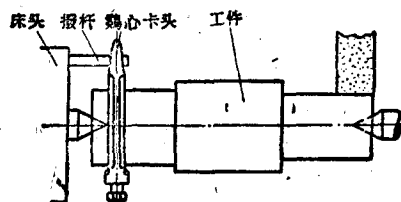


圖 6

這樣的零件磨起來是很方便的，而且加工出來的同心度亦很高，可以達到完全同心。

它的操作過程是：

- 1) 按零件材料選擇好砂輪及切削規範, 并以此調整好机床。
- 2) 拭淨頂尖孔, 不讓其中留有污穢雜質, 并塗抹少許黃油。在零件的一端套上鷄心卡頭, 擰緊卡頭。
- 3) 移动机床后頂尖座到适当位置, 搬开后頂尖, 將零件放入。此时, 后頂尖彈簧压在零件上的压力应当使零件能用手自由旋轉。
- 4) 校正机床工作台位置, 使頂尖中心綫与工作台主运动方向平行 (用試削法調整)。
- 5) 进行正式磨削。

因为机床的頂尖是死的, 所以零件在加工时圍繞着頂尖孔中心綫 (也就是頂尖中心綫) 旋轉磨出的外圓应当与頂尖孔同心。这样, 机床旋轉头的精度便不会影响加工零件的同心度。

表 2

零件直徑 (公厘)	零 件 長 度 (公厘)										
	150	300	450	700	750	900	1050	1200	1500	1800	2100
	需 要 中 心 架 數										
20以下	1	2	3	4	5	6	7	—	—	—	—
20~25	—	1	2	3	4	5	6	7	—	—	—
26~35	—	1	2	2	3	4	4	5	7	—	—
36~50	—	—	1	2	2	3	3	4	5	7	—
51~60	—	—	1	1	2	2	2	3	4	5	6
61~75	—	—	1	1	2	2	2	2	3	4	5
76~100	—	—	—	1	1	1	2	2	3	4	5
101~125	—	—	—	1	1	1	2	2	2	3	4
126~150	—	—	—	1	1	1	2	2	2	3	4
151~200	—	—	—	—	1	1	1	1	2	2	3
201~240	—	—	—	—	—	1	1	1	1	2	2
251~300	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	2

如果，几个表面不能一次磨出，那末，可以在某一面磨完后調头磨削另一面。这样的調头磨削，由于基准不变，所以对精度是没有影响的。

如果是細長零件，那末在砂輪切削力的作用下可能产生弯曲，这样磨出来的表面就不好了。为了防止零件的弯曲，要在适当的地方放上中心架。中心架数目与零件的直径及长度的关系见表2。

三、以外圓为基准磨削內孔

有些零件它有着要求同心的内外圓柱形表面。当加工这些表面时，或者先利用外圓做基准，在內圓磨床上磨削內孔，然后再以內孔为基准，在外圓磨床上磨削外表面，这样来获得其同心；或者先磨出正确的外圓，再以外圓为基准，在內圓磨床上磨出內孔。到底采用那一种方法好，要根据具体条件来确定。一般是这样：如果内外同心度要求很高，摆差在0.01以上，而零件的內孔又适于利用心軸者，則可先磨出內孔，再以內孔为基准磨出外圓。假使不这样而采取相反的方案，那末会因內圓磨床的主軸与其軸承配合处之軸頸和安装夹具的配合直径是有摆差的（最少也有0.01），所以在磨內孔时，極难将作为基准的外圓的位置找正得与主軸旋轉中心同心，因此，不可能将零件磨得内外表面有高度的同心。

但是內孔如果很大或很小，不能利用心軸来加工，同时要求的同心度又很高（要求摆差在0.01以内），那末，就只能先磨出外圓，再以外圓为基准来磨內孔。不过此时就得利用特种的工具了。

現在我們来談一談以外圓为基准磨削內圓的各种方法与

工具。

(一) 利用花盘磨削内孔：这是一种单件生产的磨削方法，操作起来比较缓慢，但是可以达到较高的精度。花盘是一个带槽的圆盘，它用螺纹撑旋在磨床主轴上。花盘的槽中可以装上压板机构，能够利用它来压住零件（图7）。磨削时，把机床校正到所需要的切削规范条件。然后，把零件压在花盘端面上，利用千分表把零件的基准面校正得与机床主轴旋转中心线同心。找正完毕后，就开始磨削。

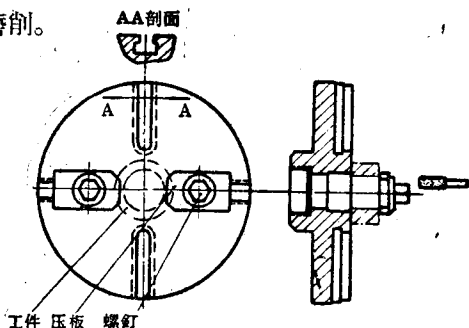


图 7

利用千分表的触头靠到零件的基准面上，旋转零件，看千分表的指针的跳动量，就能校正工件位置。精细的校正，可以使磨削精度达到 0.01 以内。

(二) 利用四爪卡盘磨内孔：四爪卡盘的构造如图8所示。它有一个铸铁制成的法兰盘，用配合直径 D 及螺纹 B 装配在机床主轴上。盘上放着四个卡爪，它们中间有螺纹，与四个螺杆各各相配。螺杆在盘上不能径向移动只能旋转，当旋螺杆时，卡爪就向中心移进或离中心后退，这样就可夹紧零件了。

利用四爪卡盘加工是比较麻烦的，因此，只用于单件生产中。

利用四爪卡盘磨内孔的方法是：

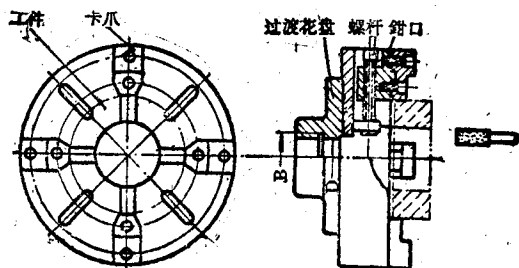


圖 8

1) 將四個卡爪張開得比零件基準直徑稍大些，並且達到差不多離中心平均。

2) 放入零件，露出一些基準表面，夾緊卡爪。

3) 先用划針等校正基準面的位置，最後用千分表校驗基準面的擺差。如果擺差值超過零件要求的擺差（在這道工序上的），那末調正卡爪位置，直到千分表上讀數小於要求的擺差為止。

利用四爪卡盤磨削內孔是很費時，但是可以達到很高的同心度（至 0.005 公厘）。這是要靠校驗基準位置的技术水平。

（三）利用三爪自定心卡盤磨內孔：為了增加裝夾零件的效率，人們製造了三爪卡盤，它是自定心的，即當一個卡爪向內移動時，另外兩個也以相同速度向內移動。把零件的基準表面的中心定在卡盤的中心。這樣，裝零件時就不需要逐個移動卡爪了，從而大大的提高了效率。

圖 9 是一些三爪卡盤的形式。

圖 9 甲是常見的螺旋綫三爪卡盤，用傘齒輪傳動。當旋轉小傘齒輪時，大傘齒輪也跟着旋轉。大傘齒輪之另一面有着螺旋綫，與三個卡爪配合，因而卡爪就作直徑方向的等距離移動，產生夾緊或放鬆零件的作用。

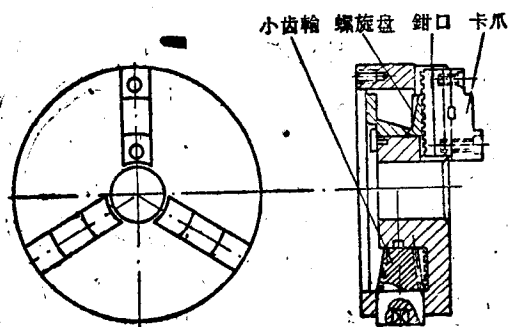


圖 9 甲

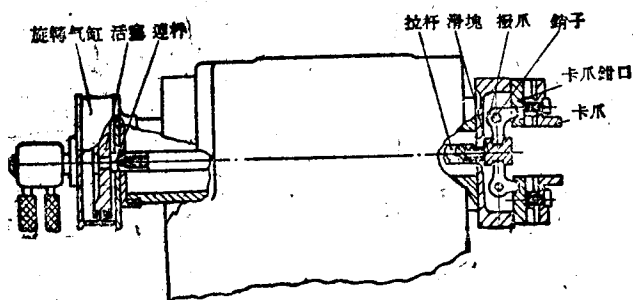


圖 9 乙

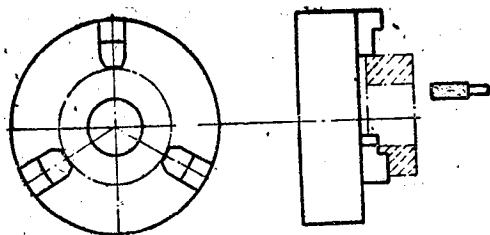


圖 9 丙

圖 9 乙是气动作用的三爪自动定心卡盘。拉杆与装在机床主軸后端的旋轉气缸的連杆相連接。当气缸活塞前后移动时，連杆促使拉杆前后移动，这样，带动了滑塊。滑塊的槽中嵌入了三个撥爪，它們以銷子的中心为中心而旋轉，撥爪插在卡爪鉗口的槽中，所以卡爪鉗口也能在直徑方向移动。卡爪装在鉗口上，可以夹紧零件。这类卡盘，操作方便省力，大量生产上利用得很多。

現在的手动三爪卡盘都具有一定的精度的，表 3 中列出了一些精度的数值。

表 3 三爪自动定心卡盘的精度

卡 盘 直 徑	卡 爪 工 作 面 对 旋 轉 中 心 的 摆 差
$\phi 175$	0.08
$\phi 175 \sim \phi 275$	0.09
$\phi 275 \sim \phi 350$	0.10
$\phi 350$ 以上	0.12

但应用到磨床上的三爪卡盘应当是精度比較高的，它的卡爪的夹紧工作面对机床主軸的摆差要小于0.02。如果卡盘装在机床上沒有这样的精度，則可以就在本身位置用砂輪将卡爪修磨一次。这样，就能有很高的同心度了。經修整过卡爪的三爪卡盘，如果卡爪內圓直徑等于工件基准直徑。則在理論上可获得完全同心的工件。

利用三爪自动定心卡盘磨削內孔时，操作是十分簡單的。首先校驗卡盘卡爪工作面的摆差，如果过大，就需要修整。校正方法很簡單，只要将零件基准面夹在卡盘中（或用相同直徑相同的样圓），用千分表看看在机床旋轉时有无摆差。卡盘校准后，即可

將零件放入，夾緊後就能磨削。為了提高加工精度及夾緊條件，在大批或成批生產中，將卡爪的工作面做得和零件基準面有相同直徑。

利用四爪或三爪卡盤夾零件時，應當考慮零件是否會因夾緊而變形，對於薄壁的零件是特別需要考慮的。

(四) 利用彈簧卡頭卡盤磨內孔：

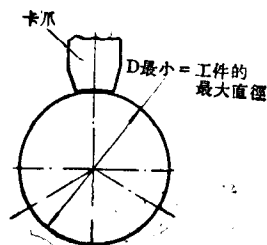


圖 10

彈簧卡頭是一個有着幾個瓣爪的彈性筒（圖 11）。一般的彈簧卡頭有三個瓣爪。它的錐形表面 A 如果在另一個固定的錐形表面內滑動時，瓣爪就會向內彎曲，那末中心孔 D 也要縮小，利用這種現象就可以夾緊零件。彈簧卡頭是用彈簧鋼 65Г 或高碳工具鋼 V8A 等制成的。在其工作部分（即夾緊零件的部分）淬火到 $R_c 60$ 左右，其他部分淬火到 $R_c 40$ 左右，因此它具有良好的彈性。彈簧卡頭工作部分在一定的彈性變形情況下是圓形的，其直徑要等於零件基準的直徑，並與零件直徑有一定的配合。公差按基孔制三級精度的孔選擇。彈簧卡頭的工作部分在自由狀態下是比零件直徑大些，這樣放入零件時十分方便。卡頭的工作表面與錐體及尾部直徑有着嚴格的同心。同心度為 $0.015 \sim 0.025$ ，所以利用彈簧卡頭是可以保證較高的同心度的。

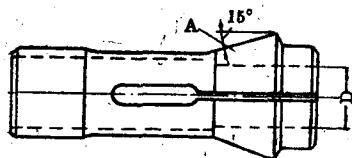


圖 11

但是，單是一個彈簧卡頭是不能進行加工的，必須利用一些特種的夾具配合起來，才能在內圓磨床上使用。那些夾具裝在機床主軸上，或與主軸直徑配合，

或裝在主軸的錐孔內，下面是兩個利用彈簧卡頭的夾具（圖 12）。

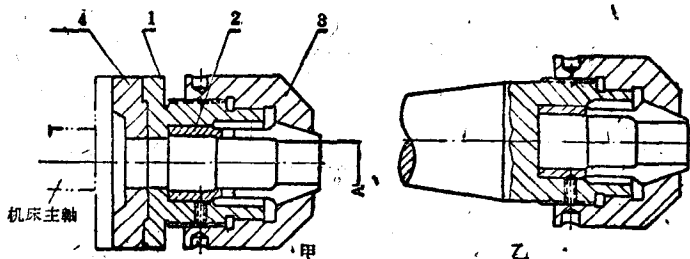


圖 12

圖 12 甲是裝在机床主軸上的夾具，本体 1 与机床主軸上花盤 4 配合。彈簧卡頭 2 与本体相配合，并与螺帽 3 上的錐面接觸。螺帽 3 压在彈簧卡頭上，零件放在工作表面 A 內。旋螺帽 3 可以使卡頭向前，或向后运动，即夾紧或放松零件。

磨削零件时，也需要檢查卡頭工作表面 A 对机床主軸旋轉中心綫的同心度。如果与零件所要求的相差，那末，最好在机床上用砂輪修正。

圖 12 乙是另一种形式的夾具，它裝在机床主軸錐孔內，其他部分与圖 11 甲是相同的，故不多述。

利用彈簧卡頭夾具磨削零件时，操作很方便，時間也节省，但是它是为一定的零件用的，因此基本上是一种專用工具。用在大量及成批生产中較為合适。一般能保證同心度在 $0.03 \sim 0.05$ 間。

(五) 利用彈簧膜片夾具来磨削內孔：在磨削工作中，切削力量一般是比較小的，所以可以利用鋼的彈性力量来夾紧零件。也就是說当我们用外力把一个彈性体漲开之后，将直徑比彈性体在自然状况下的工作面直徑大的零件放入。然后去除外力，彈性体就以它的彈力夾住零件了。彈簧膜片夾具就屬於这一类。

彈簧膜片夾具如圖 13 所示。彈性膜片 1 裝在機體 2 上，機體 2 與機床主軸緊密配合，卡爪 3 裝在膜片 1 上，有 6~8 個，卡爪的工作面 A 與機床主軸旋轉中心同心，同心度需要給出，一般是裝上機床按制件直徑就地磨出的。平時直徑 D 小於零件基本直徑 $1 \sim 1.5$ 公厘，螺釘 4 是作為夾緊或放鬆零件用的，旋緊螺釘 4 時，膜片受力張開，可以放入零件，然後放鬆螺釘，膜片就用彈力將零件夾緊。

彈簧膜片是用 40X、45 或 65Г 等材料制成的，厚度為膜片直徑的 $1/10$ 左右，經淬硬到 $R_c 35 \sim 40$ 。這樣就有足夠的彈性了。為了使工作表面不容易磨壞，可以裝上用 V7 等材料制成的卡爪，並淬火到 $R_c 55$ 以上。

利用這種夾具加工，操作也很方便。但是它也是比較專用的工具。因為它的工作面的尺寸是按一定的零件設計的，不過當我們將它做得使它的工作表面的大小能夠調節（如圖 14）時，則它也可以應用到成批生產中了。

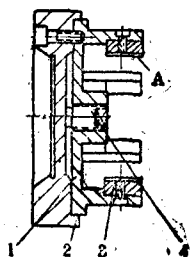


圖 13

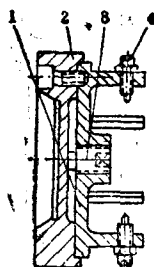


圖 14

圖 14 中其他部分都與圖 13 的卡盤相同，不過它的夾緊工作是由螺釘 4 組成的。因此，直徑 D 可以調節。零件基準直徑變了，就擰旋螺釘 4，使 D 符合於零件的需要。這樣，擴大了它的使用。