

上海市工业生产比先进比多快好省展览会
重工业技术交流参考资料

4

介绍几种先进夹具

上海交通大学机械工艺教研组编

科技卫生出版社



在祖國建設全面大躍進的形勢下，中共上海市委
和人民委員會為了更好地鼓舞全市職工開展比先進
比多快好省運動的積極性，交流想辦法、革新技術的
經驗，促進當前生產高潮及有力地貫徹鼓足干劲、力
爭上游、多快好省地建設社會主義總路線，在1958年
4月至6月間舉辦了比先進比多快好省展覽會。

在這一個展覽會上充分反映了生產高潮的主要情
況及技術革新的先進經驗，真可以說是豐富多采，
百戰百勝。我們為了緊密配合生產，具體為生產服務
起見，在現場收集了很多資料以活頁或簡裝本形式出
版了八種技術交流參考資料。茲為便利外地同志們參
考起見，特再分門別類輯為匯編出版。

這些資料大体上歸納為1.重工業；2.輕工業；3.
化學工業；4.紡織工業；5.建築工業；6.交通運輸
業等幾個大門類。

上海市工業生產比先進比多快好省展覽會
重工業技術交流參考資料

介紹幾種先進夾具

編者 上海交通大學機械工藝教研室

科技衛生出版社出版

(上海南京西路2004號)

上海市書刊出版業營業許可證出093號

上海市印刷四廠印刷 新華書店上海發行所總經售

(原科技版印10,500冊)

開本787×1092 耗1/32·印張19/16·字數34,000

1958年11月第1版

1958年11月第1次印刷·印數1—16,000

統一書號：15 · 734

定 價：(6) 0.14 元

介绍几种先进夹具

目 录

——上海交通大学机械工艺教研组编——

1. 塑料夹具	1
2. 薄膜夹具	17
3. 气动夹具	34

介紹几种先進夾具

目前，我国处在第二个五年计划的开端，技术革命的前夕。在第二个五年计划中有 97 % 的产品要求能够自給，其中包括极为精密的光学仪器、机床，也包括有大型的軋鋼設備和其他重型产品。因此，摆在工夹具設計方面的任务是：設計和推广高精度的夹具、心軸及卡盘，以保証产品的质量；推广气动、液压等快速夹具，以进一步提高生产率、縮短輔助時間；此外，为了适合小批和多品种生产的要求，还需要大力推广組合夹具与万能拼合夹具，以縮短新产品的准备周期。

这里，我們准备扼要地介紹几种先进的夹具——塑料夹具、薄膜夹具和气动夹具。这几种夹具在上海机床厂、上海柴油机厂、上海工具厂和上海汽輪机厂各厂中已分別推广和使用；在實踐中証明，它們均是能够保証加工精度、提高生产率而行之有效的夹具。

(一) 塑料夾具

1) 彈性塑料的成份、性能和制造

彈性塑料在室溫下為半透明呈軟橡皮狀的物體，加熱至 140°C 左右則逐漸熔解呈膠狀的流体。在加熱時將它澆注入夾具的密閉空腔內，冷卻後即可均勻地傳遞夾緊力，將工件夾緊。其所以選用彈性塑料，是因為它能夠滿足下面的一些基本要求：

(1)防滲漏：在高压下(300 大氣壓以內)不致從密閉空腔的隙縫中滲漏出來。與油比較，使用塑料可以降低夾具的製造精度；一般，配合面在2級精度時不需要特殊的密封。

(2)易流動：能均勻地傳遞壓力，與夾具空腔內壁間的摩擦損失較小。

(3)能持久：長期使用後物理化學性能不會變化，不會與其他鋼鐵零件發生化學作用。

(4)較經濟：彈性塑料的製造費用一般不高，配制也很方便。

常用的彈性塑料有C、A及МАТИ-1-4三種。它們的化學成份如表1所示。C型及МАТИ-1-4型兩種塑料的粘度較高，流動性差，但它们在高压下不易滲漏。A型塑料的流動性較好。因此，前兩種主要用在空腔較短而傳遞的壓力(夾緊力)較高的夾具中，而後一種塑料則用在空腔細長而多彎曲的情況。

聚氯乙烯樹脂為製造彈性塑料的基本原料，呈白色粉末或白色細粒，比重為1.67。當它溶解在增塑劑中後，即成為軟橡皮狀半透明的固體。

鄰苯二甲酸丁脂在這裡用作增塑劑，它在彈性塑料中的含量越多，所制出的塑料越軟，塑性越好。常溫下它為透明的液體，比重為1.063。

表1 彈性塑料的成分(重量百分比%)

原 料	C	Д	МАТН-4
聚氯乙稀樹脂			
Πсн ₁ 或 Πсн ₂	20	—	—
ΠВ	—	—	20
М	—	10	—
鄰苯二甲酸丁脂	78	88	59.2
硬脂酸鈣	2	2	0.8
真空油	—	—	20

硬脂酸鈣在这里起着穩定劑的作用。這是為了防止聚氯乙稀在受熱後分解而加入的。在 МАТН-1-4 型彈性塑料中含有真空油，它的作用是使塑料軟化，並減少它與空腔內壁的粘附作用。由於我國真空油不易購置，故在製造時可用透平油代替。

製造彈性塑料時應先根據表 1 所述的比例配方，然後將它們倒入容器中均勻混合。最好將混合物在室溫下攪置 6 小時再徐徐加熱。這樣可使聚氯乙稀樹脂在鄰苯二甲酸丁脂中有充份的時間浸潤和膨脹，以縮短以後加熱所需的時間和適當減低加熱的溫度。加熱時應注意容器不能直接放在爐火上受熱，否則極易造成火災事故。為安全起見可放在甘油隔層中徐徐加熱 2~4 小時。在溫度達到 140~150°C 後混合物呈膠狀流体。此後繼續保溫半小時至 1 小時，即可直接注入夾具或其他容器中以備後用。

(2) 彈性塑料的澆注

在澆注前應先將夾具烘熱至 100~120°C，然後將熔解

的塑料从夹具的螺孔中灌入。为了使夹具空腔中原有的空气能够自由地逸出起见，应开有出气孔。浇注时出气孔应位于夹具的顶部。

当塑料从夹具的出气螺孔内漫出来后，说明空腔中的塑料已经灌满。这时应停止浇注，并将出气螺孔用闷头塞住，让塑料在夹具空腔内凝固。由于凝固时塑料的收缩率很大（约10~14%），故冷却后在入口处再补注入少量塑料，使空腔填满。

弹性塑料在长期使用后，弹性会逐渐消失。为了恢复其弹性，可将夹具中的塑料取出，按前法加热至150°C左右，再在其中注入适量的邻苯二甲酸丁脂。这时，经过复制的弹性塑料即可恢复其原有的性能。

也可以使用压力浇注的方法将塑料压入夹具的空腔中，但这需要特殊的浇注工具和设备，一般情况下也没有必要使用压力浇注的方法。

(3) 塑料心轴和卡盘

图1所示为塑料心轴的典型结构，在夹具体上用轻压合座压入薄壁套筒1，旋紧螺钉2时经塞柱3及空腔内的塑料将压力传至套筒的薄壁部分，使后者均匀地膨胀，将工件定心并夹紧。塞柱3的作用是防止螺钉2的端部直接与塑料接触，旋紧时增加摩擦阻力；此外也用来防止塑料沿螺纹间隙中渗漏。调节螺钉4用来调节塑料空腔的体积，并防止薄壁套筒过度变形，而超过允许的弹性极限。浇注时，塑料可从螺孔2内灌入，空腔中的空气可自螺孔4中逸出。工作时为了防止塑料自螺纹间隙4中渗漏出来，螺帽下座增置一紫铜垫圈。

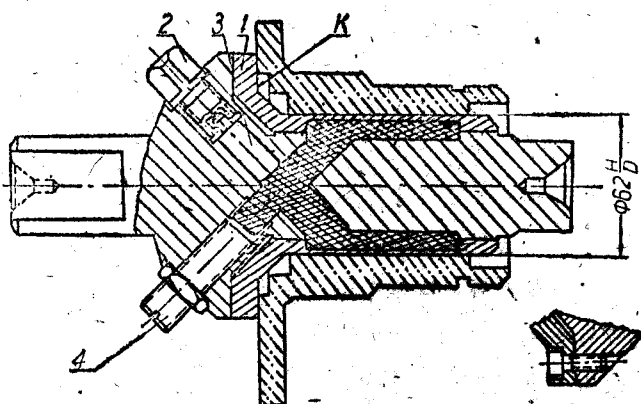


圖1 塑料心軸

上述心軸用于車削。工件依靠內孔及端面 K 定位。

圖2所示为加工活塞环槽用的气动、塑料卡盘、环槽的

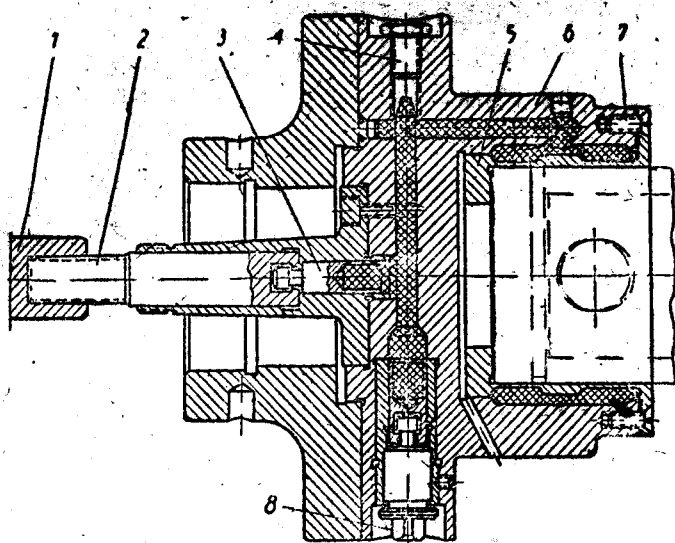


圖2 塑料卡盤

側面對於定位外圓的形成綫間的垂直度允差在 25 公厘長度內，不得大於 0.02 公厘。當活塞杆 1 向後移動時經推杆 2，塞柱 3 及通道中的塑料使薄壁套筒 5 的薄壁部份產生徑向變形，從而將工件夾緊。

澆注時塑料從孔 8 內注入；空腔中的空氣則自螺孔 4 中排出，冷卻後由於空腔中的塑料有些收縮，故還需在螺孔 4 中補注入一些塑料。空腔體積的調節及薄壁變形量的控制則依靠螺釘 8。

使用上述的塑料心軸和卡盤時，可以在車床或磨床上代替一般的彈簧心軸和筒套來夾持工件。這類夾具的基本優點是能夠達到極高的同心度要求（至 0.01 公厘），製造使用也很方便簡單。此外，由於薄壁套筒變形時沿圓周均勻地漲緊工件，在加工薄壁工件時可以大大地減少工件的變形，從而保證加工的精度。

下面扼要地說明一下這類夾具的設計原則。

(1) 對工件定位面的精度要求：要使工件能夠裝到夾具上，則工件與夾具的定位面間必須保持一定的最小間隙 Δ_1 。此外，工件本身的定位直徑有公差 Δ_2 ；故夾具的薄壁部份要能夠漲緊工件必須具有直徑變形量 $\Delta = \Delta_1 + \Delta_2$ 。這一數值不應超過薄壁套筒彈性極限所容許的最大變形量， $\Delta < \Delta_允$ ，否則將使套筒產生永久變形或損壞。

使用 45 號鋼製造套筒時， $\Delta_允 = 0.002D$ 公厘；

使用高級合金鋼時， $\Delta_允 = 0.0025D$ 公厘；

其中 Δ ——套筒材料所允許的直徑變形量，公厘； D ——工件定位面的公稱直徑，公厘，由上可知，當 $D > 40$ 公厘時，工件定位面的直徑須達到 3 級精度；當 $D = 20 \sim 40$ 公厘時，工

件定位面的直徑須在 2 級精度以內。

(2) 薄壁套筒的設計：圖 3 所示為薄壁套筒的典型結構。為了增善定心精度，可在中部鑿出筋環 1 或在定位面上制出寬 10~15 公厘的環槽。筋環 1 的直徑應比兩端支承肩小 5~6 公厘，以便宜於塑料在環槽中傳遞壓力（對塑料心軸用的套筒而言，筋環 1 的內徑應比兩端支承肩大 5~6 公厘）。在套筒四周一般不應鉗孔，如果通氣孔必須開在套筒上，則可在套筒的支承肩上制出 M3 至 M6 的螺孔。

如果夾具所傳遞的力矩甚大時，薄壁套筒可用螺釘緊固在夾具體上，如圖 3 中的虛線所示。

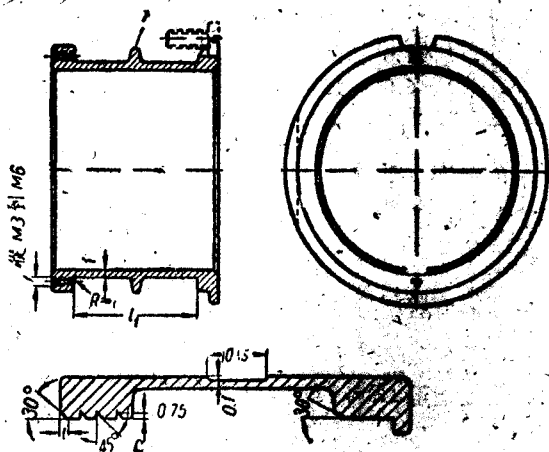


圖 3 薄壁套筒的典型結構

套筒薄壁的厚度 t ，支承肩的高度 H ，長度 l 、塑料環槽的厚度 m 以及支承肩與夾具體壓配的過盈量可按表 2 選擇。表中 D 為套筒定位面的公稱直徑。

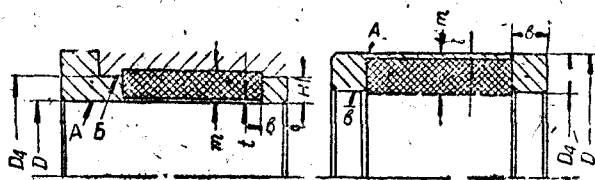


表 2

D	t	m	H	δ	与夹具的配合直径	配合过盈量
小于 30	1.25~1.5	6	5	6	D_4	0.03
30~50	1.5~2.0	7	6	7		0.03
50~80	2.0~2.5	8	7	8		0.05
80~120	2.5~3.5	10	8	10		0.07
120~180	2.5~4.0	12	9	12		0.12
180~250	4.0~6.0	15	12	15		0.20

对于薄壁套筒的技术要求为:

甲、A、B两圆柱面的椭圆度，锥度及平直度允差小于0.01公厘；

乙、套筒薄壁部份的壁厚差(尺寸 t)不得大于0.1公厘；

丙、热处理至 $Rc=47\sim50$ ，材料可选用45号钢或合金钢。

(3)卡盘和心轴本体的结构如图4所示，一般通道最好制成对称的，夹紧螺钉位于中央。这样可以使塑料传力更为均匀(图4a)。如果夹紧螺钉3(图4b)必须位于侧面，则空腔 K 的入口处必须加厚。浇注塑料时可以从夹紧螺孔或调节螺孔内注入，空腔中的空气则从特制的出气孔中逸出。滑柱

3 的直径一般可取为 $8 \sim 16$ 公厘，长度等于 $(1.2 \sim 2)d$ ，并按二级精度制造。它与座孔的配合间隙一般不得大于 $0.01 \sim 0.025$ 公厘。

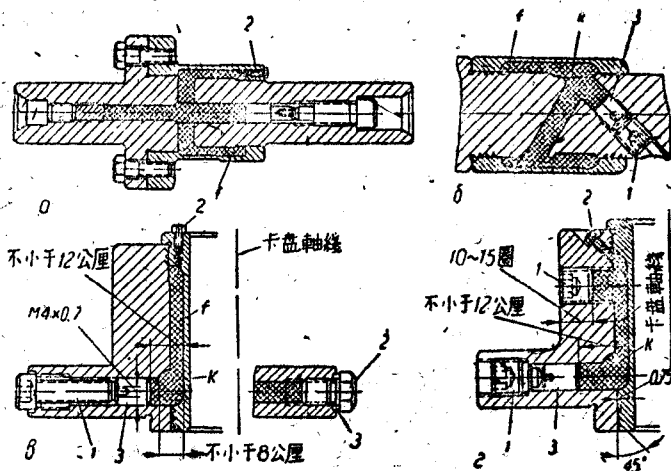


圖4 夾具體的結構

夹具体的材料可用 40 号或 45 号鋼制造。

(4) 夹紧力的計算：夹紧力的产生是由于工件定位面与套筒間在塑料压力的作用下有过盈量 δ 。 δ 的数值应等于

$$\delta = \Delta_{允} - \Delta$$

其中 $\Delta_{允}$ ——套筒材料所允許的最大直径变形量，公厘；
 Δ ——工件与套筒定位面間的最大間隙，公厘。

漲紧工件后阻止工件在套筒上周轉的力矩 M 可由下式求出

$$M = m \sqrt{m} \delta D^2 \times 10^6 \text{ 公斤-公厘}$$

其中 $m = 2t/D$ ； D ——工件定位面的公称直径，公厘。

只有在

$$M > P_z \frac{D_p}{2}$$

的条件下，切削时工件才不会在套筒上转动（其中 P_z ——切削时的切线切削分力，公斤； D_p ——切削表面的直径，公厘）。如果上式求出的 M 过小，则可以适当地增加套筒薄壁部分的厚度 t 。

(4) 其他塑料定心夹紧机构

图5所示为加工连杆的夹具中所用的塑料定心装置。一般加工连杆大端的孔时需要用小端的孔定位，而二孔中心距要求保证严格的公差。使用一般的定位销时，由于配合间隙的影响，往往不能保证要求的精度，使用了塑料

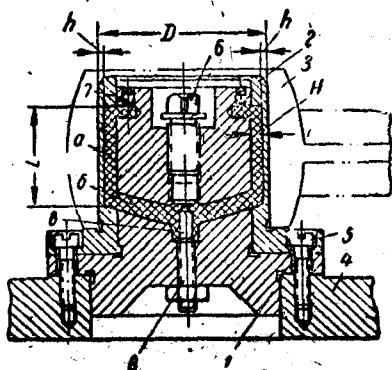


图5 加工连杆用的塑料定心装置

定心装置后，由于套筒的薄壁部分均匀地将工件的定位孔涨紧，完全消除了配合间隙，从而提高了加工精度。

工件3依靠内孔及端面定位。旋紧螺钉6时使套筒2的薄壁部分将工件涨紧。螺钉8为调节螺钉；螺孔7为浇注塑料时的出气孔。整个定心装置用螺钉5紧固在夹具体4上。

图6所示为精铰气缸套内孔时所用的塑料定心装置。工件以 $\phi 144.6$ 及 $\phi 140.6$ 外圆定心，并依靠两个薄壁套筒1及2涨紧。旋紧螺钉3时，经塞柱4及空腔中的塑料使套筒的薄壁部分变形，从而将工件夹紧。螺钉5是供浇注塑料后

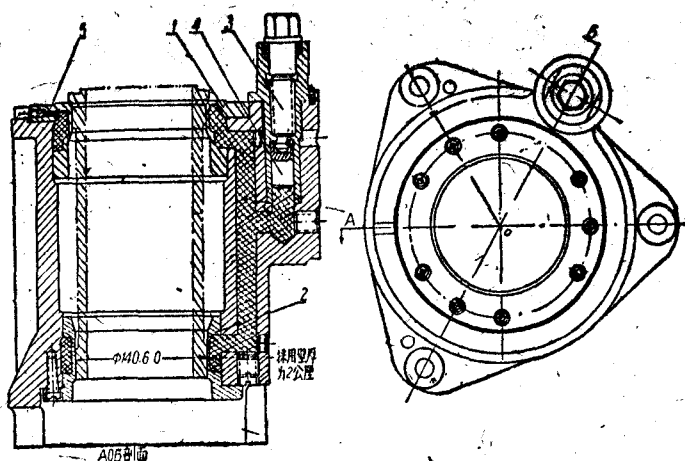


圖6 加工氣缸套用的塑料定心裝置

堵塞出氣孔用的。

這一夾具結構簡單、定心準確，夾持工件也很牢固。

塑料定心裝置除了上述的一些用途外，也可以用在齒輪加工、檢驗等其他夾具中。但其結構型式與前基本相同。

上述一類塑料定心夾具（包括前節中的心軸和卡盤）一般說來，定心精度是非常高的；如果設計製造妥善，工件外圓和內孔的同軸度可高達 0.005 公厘。根據分析^①，影響定心精度的因素有二：

（1）薄壁套筒的壁厚不均。如果套筒上各處的壁厚 t 不均勻，則在受到相同的塑料壓力下，薄的地方變形大而厚的地方變形小。其結果是工件被夾偏心，影響加工的精度。因

① 詳見“金工工藝”1958年第三期：塑料夾具的初步探討。

Technical drawing of a mechanical part, showing a cross-section and a side view. The cross-section (left) shows a circular component with a central hole and a smaller hole on the left. The side view (right) shows the component's profile with dimensions: 62, 66, 65.4, 102, and 160. A tolerance of 0.006 is indicated.

圖7 塑料壓力不均對精度的影響

結果，偏心量達 0.03 公厘，不能達到工件圖紙規定的要求。將加壓螺釘改為切綫方向後，則偏心縮小至 0.008 公厘（圖 76）。

• 12 •

(5) 塑料多位夹具

塑料多位夹具在銑工中使用最为广泛。借密闭空腔中的塑料来传递压力；不单使夹具的结构简化，也可使操纵更为方便。值得加以推广。

图9所示为上海汽轮机厂加工汽轮机叶片根部所用的塑料多位气动夹具。在外壳9中制有纵横的塑料空腔。当气缸1左端的空腔进气时，使活塞2向右移动，经空腔中的塑料使活塞5及其头部的压板压向工件；每一压板的夹紧力可达500公斤。此外，旋紧螺钉12经压板11和压块10可将工件纵横向夹紧。

当压缩空气自气缸1左端的空腔中排出后，依靠弹簧的

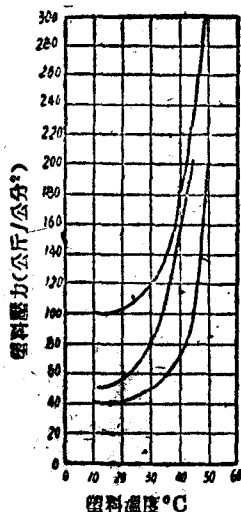


图8 夹具温度升高时塑料压力增长的情况：心轴直径80公厘；长度80公厘；薄壁厚度2公厘；工件壁厚15公厘。

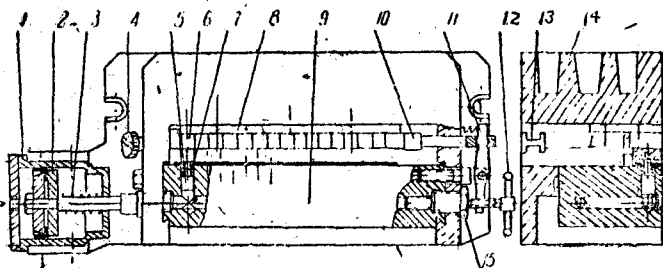


图9. 加工叶片根部用的塑料多位夹具

作用(图9中的件3及件7),可将工件松开。

由于叶片根部的加工精度要求甚高,而擋板在活塞5和压板6的作用下易于产生弯曲;为了保证加工的精度,这一弯曲变形量应小于0.02公厘。如果超过时,则可装一拉紧螺钉,以减小擋板的变形。如图10所示。

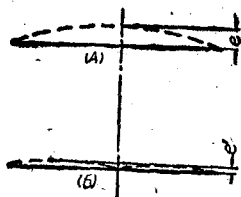


圖 10

- a—不裝拉緊螺釘時擋板的變形;
b—裝拉緊螺釘後擋板的變形情況。

图11所示为上海柴油机厂铣制調節齒輪缺口所用的塑料多位夹具。工件依靠心軸2及V形定位銷5定位。旋緊螺釘20时,經滑柱22及空腔中的塑料,帶動活塞15向下移动。此后再經拉杆使5块压板(件11等)同时将工件压紧。

这一夹具与原有的旧夹具比較,則由于旧夹具是用螺釘压板夹紧工件,而且是一只一铣;故生产率可以大大提高。而且,由于工件排列紧凑,铣刀的空行程亦可較前减少。

图12所示为在臥式铣床上铣制小軸端面所用的多位塑料夹具。工件依靠V形块及支承板2定位。旋緊螺釘6时經压板5及塞柱4将各工件同时夹紧。这一結構简单可靠,可以大大地提高生产率。

在設計这类塑料多位夹具时,必須注意塞柱与其配合孔間的間隙不宜过大,否則塑料将自間隙中滲漏出来。如果塑料的压力过高时,还必須采用特殊的防漏措施。一般說来,