

凌惠杰、赵滨編譯

液性塑料夹具

机械工业出版社

液性塑料夹具

凌惠杰、赵滨編譯



机械工业出版社

1958

出版者的話

液性塑料夹具是加工工件时保証多快好省的新穎工艺装备之一，在全国大跃进高潮中，这种装备将会在机械工业领域中很快地受到普遍欢迎。为了适应大家需要，作者根据苏联有关[液性塑料夹具]的资料，并收集了我国有关资料編譯而成本書。在作者的序中，已将本書內容作了扼要的介紹，这里不再重复。

本書內容可供机器制造工厂的設計師和工艺師們参考，也可作为机械制造專業学生設計夹具时的参考書。

NO. 1962

1958年11月第一版 1958年11月第一版第一次印刷

850×1168 $1/32$ 字数 169 千字 印張 $6\frac{11}{16}$ 0,001—5.50 0 册

机械工业出版社(北京东交民巷27号)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华书店發行

北京市書刊出版业营业許可証出字第008号 定价(10) 1.30 元

序

近年来我国的机器制造业飞速地向前发展，很多工厂都试制成功许多现代化的精密机器、仪表和各式各样的新颖工具。在生产这些新型的机器、仪表和工具时，对个别工件的制造精度（如：同心度、垂直度等）提出了很高的要求。如果使用普通机械压夹的夹具来加工工件，很难达到所需要的精度，这就要求我们来寻找能满足工件技术要求的新颖夹具。

苏联在这方面曾进行了一系列的研究和试验工作。早在十几年前，就在生产上使用新颖的工艺装备〔液性塑料夹具〕。由于它在构造上和使用的效能上具有突出的优点，如中心定位的精度很高，能自由地传递压力等，所以，液性塑料夹具目前在苏联已获得广泛的采用。但在我国的工厂里，目前使用这种夹具的还不很多，对它还比较生疏。

采用液性塑料夹具，不仅能显著地缩短工件加工的辅助时间、提高精度、减少废品；就是夹具的制造成本也可大为降低。随着我国机械工业的发展，液性塑料夹具必将普遍采用。

任何一个工厂工艺水平的高低，在某些程度上来说是取决于工艺装备是否先进，是否与生产性质相适应；因而随时介绍一些先进国家的新颖工艺装备，对我们的工作是会有一定帮助的。为此，我们根据一些有关〔液性塑料夹具〕的苏联资料进行编译。本书以叙述液性塑料夹具的计算与设计为主，适当地谈些制造。全书共分四章叙述：

第一章仅简单地介绍了塑料夹具的组成部分及工作原理，并论述了塑料夹具在定心准确度，缩短生产周期及降低生产成本等方面的优越性。

第二章塑料夹具的计算和设计，着重对中心定位塑料夹具之弹性薄壁套筒就其变形与受力等情况，进行理论的分析与计算，确定套筒的主要尺寸及应用范围；并就常用的套筒材料及工厂中实际设计情况，介绍了确定套筒尺寸的实用简化公式及表格。同时也讲解了夹具体及其他零件的设计，塑料夹具结构的分析等问题。

第三章阐明塑料夹具主要零件（如薄壁套筒及螺柱等）的制造，液性塑料的配制与浇注，以及制造塑料夹具时常见的疵病及检验等。

第四章用了较多篇幅来介绍车、磨、钻、铣、齿轮加工及检验等塑料夹具的典型结构。所以初学者宜从第四章入手，先对塑料夹具的结构有一概略的了解，然后阅读其他各章时就易于接受。

由于编者才疏学浅，谬误之处在所难免，尚祈读者指正。

凌惠杰 赵 滇

一九五七年九月于南京。

目 次

第一章 緒論	5
一 塑料夹具的工作原理	6
二 塑料夹具的优越性	8
第二章 塑料夹具的計算和設計	14
一 薄壁套筒的理論計算	15
二 薄壁套筒的变形	18
三 薄壁套筒的壁厚及其他尺寸的計算	32
四 塑料夹具的压夹力	46
五 确定薄壁套筒尺寸的实用方法	68
六 套筒两端的配合强度及薄壁的軸向伸長	84
七 塑料夹具的应用范围	89
八 夹具体及其他零件的設計	93
九 扳手柄上应施之力	103
十 塑料夹具結構的分析	108
第三章 塑料夹具的制造	115
一 薄壁套筒材料的选择及其制造工艺	115
二 螺柱的制造	121
三 塑料夹具零件的标准化	125
四 液性塑料的成分、性質及制造	128
五 塑料的澆注	136
六 制造塑料夹具所常見的疵病	140
七 塑料夹具的檢驗及在机床上的定位方法	142
第四章 塑料夹具的典型結構	146
一 車用塑料夹具	149
二 加工齿輪用的塑料夹具	159
三 磨用塑料夹具	165
四 鑽、鏜用塑料夹具	174
五 銑用塑料夹具	182
六 檢驗用塑料夹具	204
七 其他塑料夹具	209

第一章 緒論

加工精密的旋轉體工件時，在工藝方面存在的主要問題，即在於取得內外旋轉面的同心度和保證端面對內外旋轉面公共軸綫的垂直度。在普通夾具中，所使用的中心定位機構，無非是一些卡爪、漲胎等，此類夾具已不能滿足日益提高的精度要求（同心度、垂直度等）。如果以一次定位來加工內外旋轉面，當然能保證獲得所要求的同心度。但是這樣的加工方法很不經濟；而且在很多場合下由於工件的形狀特殊，根本不可能在一次定位上加工內外表面。如果用多次定位來進行加工，那末，由於工件的定位誤差及工件在夾緊時發生的變形，各表面間相互位置的偏差就會顯著地增加。

大家知道，旋轉體工件的加工可以在各種不同的施工順序下進行。到目前為止，先加工內孔，然後按已加工的內孔定位，安裝在心軸上加工外圓，這種所謂「孔定位加工」的方法，認為是比較合理的。而先加工外圓，然後以外圓定位加工內孔，即所謂「外圓定位加工」的方法，所得到的內外圓同心度就比較不準確；其理由有二：

第一，孔的加工精度一般要比外圓的加工精度高。即使孔與外圓為同一精度等級，由於外圓的直徑總比孔的大，外圓的公差值也就總比孔的為大，所以以外圓定位時，定位誤差就要比以內孔定位的為大。

第二，由於夾緊裝置的構造不同，通常以外圓定位時，只能採用各式卡盤、夾頭等，這些夾緊裝置不易保證高的定心度。而以孔定位時，一般採用心軸、漲胎等，情況就較前改善了。

但是「孔定位加工」亦並不理想，因為在這種情況下，除採用小錐度心軸外定心準確度決定於工件基準面的製造公差值。

近年来,在生产上采用了液性塑料夹具^②, 旋轉体工件表面間的同心度問題, 就有效地得到了解决。

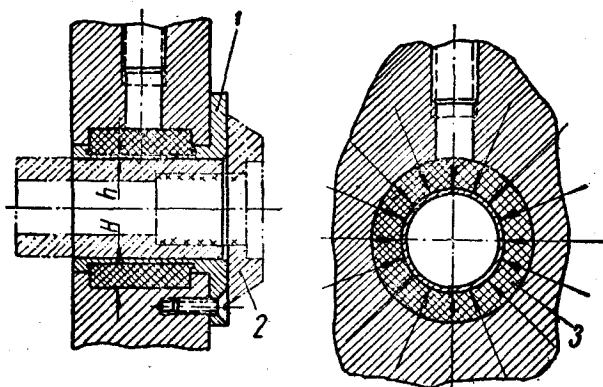


圖 1 定心与夹紧用的塑料夹具簡圖:

1—薄壁套筒; 2—工件; 3—液性塑料。

圖 1 所示, 即为加工圓錐齒輪用的塑料夹具簡圖。彈性薄壁套筒 1 受液性塑料 3 的压力之作用, 产生均匀的徑向变形, 消除了套筒与工件間的間隙, 将工件准确地定心并可靠地夹紧。

一 塑料夹具的工作原理

中心定位塑料夹具是用来对以圓柱面作为基准的工件, 进行中心定位和夹紧。圖 2 是这类夹具的作用原理圖。其主要构成部分为薄壁套筒 1、夹具体 2、液性塑料 3、螺塞 4 及螺柱 5^③。

塑料灌滿在夹具的环状槽 A 內, 此环状槽是由夹具体与套筒上环状凹槽所組成的。环状槽通过輔助通道 B 与滑柱孔道 C 相連接; 但也有不用輔助通道, 而采用环状槽直接与滑柱孔道連接的結構。

套筒的两端 (即固定部分) 以过盈配合紧套在夹具体上。其中有一端應該与夹具体紧固, 以防止該端的軸向移动; 而另一端

● 为了簡便起见, 今后我們把「液性塑料夹具」簡称为「塑料夹具」。

③ 前端帶有一段圓柱部分的螺釘我們称之为「螺柱」。

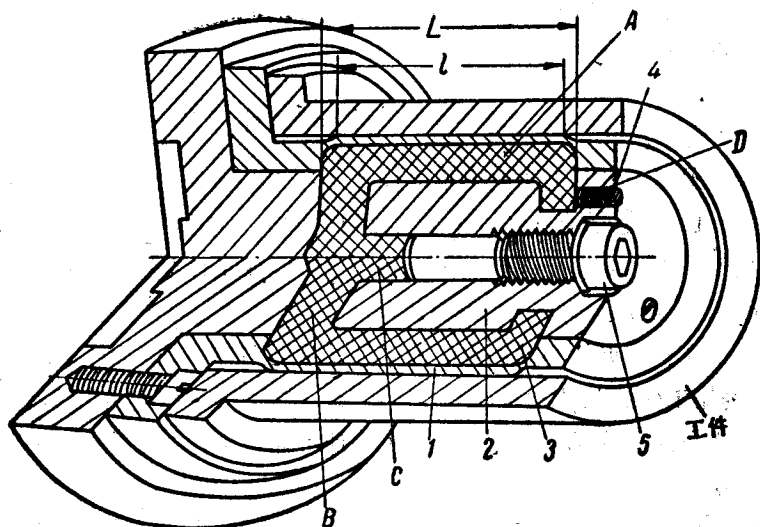


圖 2 塑料夹具作用原理圖：

L —套筒薄壁部分長度； l —套筒與工件接觸長度。

不論其配合過盈有多大，由計算或直接測量均可証明在塑料的高壓力作用之下，都會沿軸向移動。套筒一端與夾具體緊固的方法是根據加工方法和切削扭矩的大小而定；通常採用銷子或螺釘來緊固。如果夾具僅用作中心定位，不要求夾緊工件，那麼套筒就可單靠過盈配合固定在夾具體上。

孔 D 是在澆注塑料時作排出空氣之用，此出氣孔的位置一般布置在澆注方向的最高點。當環狀槽內灌滿塑料後，用螺塞 4 將出氣孔 D 嚴密封閉。

塑料夾具的作用原理如下：當工件安裝在套筒上以後，將螺柱 5 擰入。由於液性塑料是不可壓縮的，同時環狀槽又是密封的，塑料也無法滲漏，所以塑料就將所受的壓力均勻地作用在套筒的薄壁上，致使套筒薄壁產生徑向變形。螺柱 5 擰入愈多，塑料壓力愈大，此徑向變形量也愈大。套筒與工件之間的間隙逐漸減小，而最後形成圓柱面接觸，使工件準確地定心並可靠地夾緊。

当擰出螺柱5时，套筒薄壁由彈性作用，恢复到原来的位置，工件也就被松开。

二 塑料夹具的优越性

塑料夹具具有下列突出的优点：

1. 定心准确度高。不論工件以外圓为基准或以內孔为基准，也不論工件基准面直径之大小如何，都能使工件获得很高的定心准确度（可达到2~3公忽）。

在普通夹具的结构中，因工件基准面与夹具的刚性定位面（例如工件的基准孔与心轴）之間，存在着不可避免的間隙^①，这就会引起定位誤差。此外由于压夹件可能使工件在定位面上略微移动，这也会引起定位誤差。

使用彈簧夹头定心时，特别是單头的彈簧夹头，由于制造上的困难，角度不易准确；如保管及使用不当，更容易引起损坏及誤差。在夹持工件时，往往只有几个点接触，而不是沿軸綫方向的綫接触；因此定位圓柱面的中心綫与被加工表面的中心綫就会不平行。这特别是对較長的工件來說，所引起的跳动量将会很大。塑料夹具只要設計恰当，薄壁套筒^②的比例正确，以及加壓螺釘能給予足够的压力，压夹力即可均匀地分布在沿薄壁长度的大部分圓柱面上（可达整个薄壁长度的80%）。因此由于軸綫間不平行所产生的跳动量較采用彈簧夹头定位时要小得多。

苏联B. M. 卡肖夫曾推荐按下列公式来计算薄壁套筒的定心准确度：

$$e = k \cdot \frac{p}{E} \cdot \frac{D^2}{4 h^2} \cdot \Delta h;$$

式中 e ——薄壁套筒的偏心量(公厘)；

k ——系数，根据夹具体的直径与套筒直径的比值而定，

通常在0.85~0.97范围内选取；

① 采用小锥度心轴时例外，因此時間隙在理論上等于零。

② [薄壁套筒]是[彈性薄壁套筒]的簡称，亦称[彈性套筒]。

表1 定心准确度的比較^①

夾具類別	工件(軸)的直徑(公厘)	跳 動 量 (公厘)	
爪式卡盤	小於30	0.08~0.1	在60~70公厘的長度上
	20~65	0.09~0.14	在70~80公厘的長度上
	30~80	0.12~0.16	在90~100公厘的長度上
彈簧夾頭	小於30	0.075	在75公厘的長度上
	30~55	0.10	在100公厘的長度上
	大於50	0.15	在100公厘的長度上
塑料夾具	60	0.01	在20公厘的長度上
	60	0.03	在150公厘的長度上

① 參閱 А. И. Тимчук; И. З. Табачников; [Пневматические и гидравлические станочные приспособления] 第 74 頁 1957 年。

p ——薄壁套筒內的塑料壓力(公斤/公分²);

D ——薄壁套筒定位面的直徑(公厘);

E ——套筒材料的彈性模數;

h ——套筒薄壁部分的厚度(公厘);

Δh ——套筒薄壁部分的壁厚差(公厘)。

例: 已知套筒定位面直徑 $D=22$ 公厘; 塑料壓力 $p=350$ 公斤/公分²; 薄壁厚度 $h=1$ 公厘; 壁厚差 $\Delta h=0.05$ 公厘; 彈性模數 $E=2.2 \times 10^6$ 公斤/公分²; 取 $k=0.9$; 求薄壁套筒的定心準確度。

代入上列公式, 則得

$$e = 0.9 \times \frac{3.5}{2200000} \times \frac{22^2}{4 \times 1^2} \times 0.05 = 0.00086 \text{ 公厘。}$$

由此可見薄壁套筒的定心準確度是很高的, 但上式仅是套筒的定心準確度。在实际运用时, 还須考虑到塑料夾具的制造精度以及有关机床和加工方面的誤差。此外, 由于塑料配制不佳及夾具本身結構設計不合理等因素而使压力傳送不均匀时, 也会影响定心準確度。因此在設計塑料夾具时, 事前必須进行周密的考虑, 以保証达到預期的效果。表 1 所列是几种常用夾具定心準確度的

比較。如果塑料夾具結構設計得合理，製造得精確，其定心準確度要比表上所列的數據更高；此點可用下述兩試驗的結果來証實：

圖 3 ● 所示為試驗定心準確度用的塑料夾具。圓柱件長 130 公厘，直徑的實際尺寸為 $\phi 30.092$ 公厘；薄壁套筒內孔直徑的實際尺寸為 $\phi 30.123$

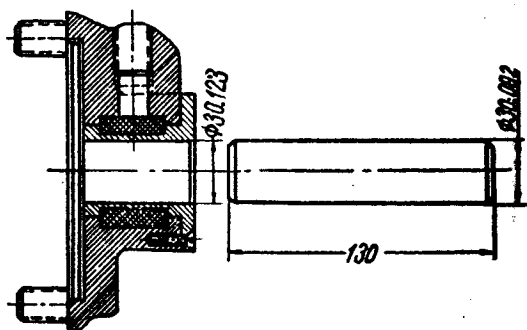


圖 3 試驗定心準確度的塑料夾具(磨床)。

公厘，它們之間間隙是 0.031 公厘。

夾具安裝在外圓磨床上，用千分表校正薄壁套筒內孔，使其跳動量等於 0。圓柱件在 [V] 形塊上檢驗的結果也沒有跳動量。然後將圓柱件夾緊在薄壁套筒內，并用千分表檢查，未發現跳動量；將圓柱件轉過 120° 夾緊在夾具內再檢查，這樣三次檢驗的結果均未發現跳動量。最後在此夾具內磨圓柱件外圓，磨削后用千分表檢查時，發現在圓柱件的尾端有些跳動量，但未超過 0.005 公厘。

以工件內孔定位的塑料夾具(圖 4) ●，我們也作了一些試驗。工件長 100 公厘，內孔的實際尺寸為 $\phi 62.024$ 公厘；薄壁套筒定位面的實際尺寸是 $\phi 61.976$ 公厘，兩者之間間隙為 0.048 公厘。

夾具安裝在 1A62 車床上，車床主軸跳動量為 0.005 公厘。夾具以錐體配入車床主軸，薄壁套筒的定位面用千分表檢查時跳動量亦為 0.005 公厘，這就是說夾具本身的跳動量等於零。此后用前例相同的方法，三次定位，其跳動量均為 0.005 公厘。這說

● 此系 С. Г. Леухин 和 Д. Ф. Герасимов 兩工程師所介紹的試驗(見〔5])。

● 此系編譯者本人所做的試驗。

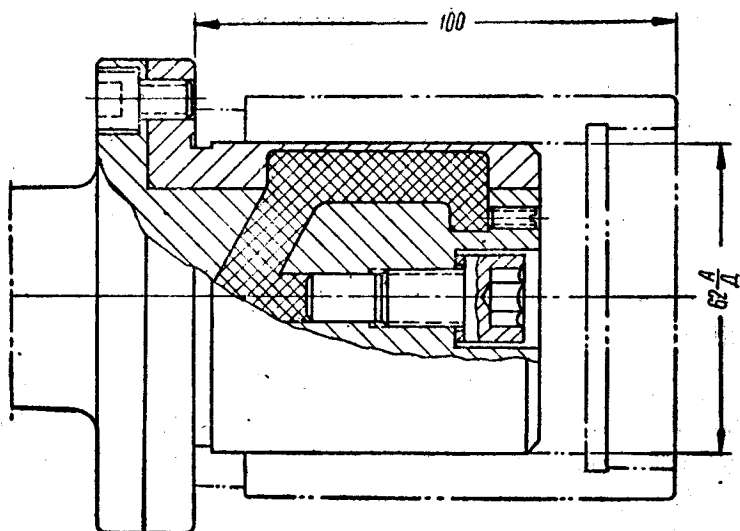


圖4 試驗定心準確度的塑料夾具(車床)。

明塑料夾具在中心定位和夾緊時，未產生定位誤差。最後進行車削；切削深度為1公厘，走刀量為0.25公厘/轉，切削速度為200公尺/分。車削後用千分表檢查時，工件尾端的跳動量為0.01公厘。由上述兩個試驗，可以肯定塑料夾具所能達到的定心準確度是很高的。

2. 縮短生產周期及降低製造成本。塑料夾具是利用套筒的均勻變形來定位與夾緊的，所以工件的裝卸很迅速，能够顯著地縮短輔助時間，從而提高了勞動生產率及設備的利用率。輔助時間的縮短，對目前各廠普遍採用的金屬高速切削法來講，更有獨特的意義。因為高速切削法虽大大地縮短了工件在機床上加工的機動時間，但輔助時間仍旧不變，或者減少得很少；這就會降低了金屬高速切削的效果，採用塑料夾具就可彌補這一缺陷。

液性塑料●除使用於以圓柱面定位的夾具外，還廣泛地應用於多位夾具中。由於塑料能够將壓力均勻地向各方面傳遞，因此

● [液性塑料] 亦稱 [彈性塑料]，以後簡稱為 [塑料]。

用塑料来推动若干个滑柱或者通过滑柱来分别推动若干个压夹件，就能同时将工件可靠地压紧。采用此类夹具，工件的压夹甚为迅速，輔助時間可大为縮短。

凡压夹机构比較复杂的夹具，若改用塑料来傳遞压力就可以比用一般的机械方法簡單，夹具結構也因之簡化。在塑料夹具中多件加工比較小的工件时，地位可大大节省，工件能尽量地靠攏；这样不但减少了輔助時間，就是机动時間也因行程長度的縮短而相应地降低。

此外，在塑料夹具上加工的工件，由于內外同心度可达到很高的精确度，所以在下一道工序就允許選擇任何表面作为基准面；这样就使我們有可能縮短加工周期，并降低制造成本。

不論从縮短工件在机床上定位及夹紧的时间来看，或者从降低夹具制造成本来看，在生产上使用塑料夹具都有着巨大的技术經濟效果。根据莫斯科一个工厂的統計，使用塑料夹具与使用机械方法压夹的夹具相比，前者在工件定位及压紧時間方面平均縮短了80%，而其制造成本平均降低30%左右。此外由于使用了塑料夹具，工件基准面不会因压夹而損伤；同时又因工件加工精确度的提高，就完全有可能消除廢品。因此在某些場合下，即使塑料夹具的价值比普通夹具高，但由于廢品的完全消除，工件的制造成本仍然是降低的。

圖5所示的夹具，为某工厂过去在磨床上磨削軸1內孔及右

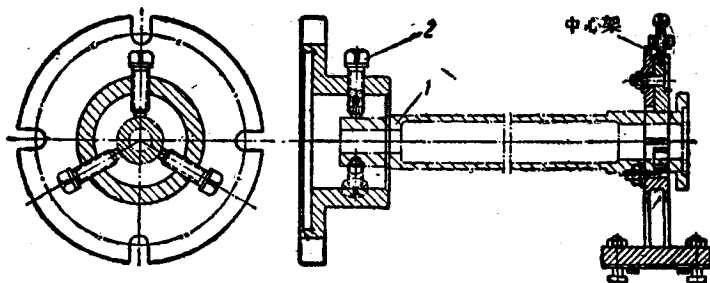


圖5 老式夹具。

端端面时用的。按技术条件规定，内孔对外圆的同心度应该保持在 0.005 公厘的范围内。为了使轴 1 外圆的中心和磨床的中心一致起见，需要根据千分表调节三只螺钉 2，使内外圆中心的偏差不出 0.002~0.003 公厘，只有这样才能保证同心度不超过 0.005 公厘。担任这样的校准工作，需要有技术高度熟练的八级磨工，而且在工件定位上约需花费十分钟左右的时间。

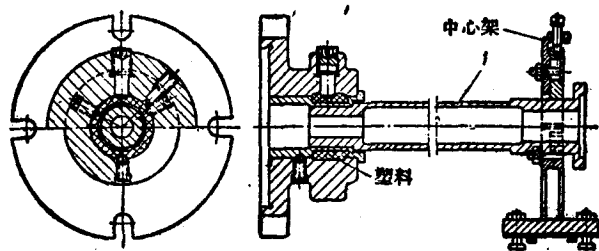


圖 6 塑料夹具。

使用圖 6 所示的塑料夹具，就能保证轴 1 在机床上准确的定位和夹紧。用这种夹具所加工出来的轴，其内孔对外圆的同心度可保持在 0.005 公厘的公差范围内，而花费在工件定位上的时间仅需 5~8 秒而已。

由上可知，液性塑料夹具是一种值得推广的先进夹具，它在提高定心精确度及缩短辅助时间方面有着特出的优点。

第二章 塑料夹具的计算和設計

在各类塑料夹具中，应用于工件以圆柱面定位的最为普遍与主要，其性能远非其他夹具所能与之比拟，因此本章着重叙述该类塑料夹具的计算与設計。

設計塑料夹具最基本的問題，就是确定夹具中起定心和夹紧作用的薄壁套筒。在設計时，通常應該先知道：1) 工件基准面的结构形式和工作条件（如工件的直径、基准表面的长度、公差值等）；2) 工件切削时所产生的切削扭矩；3) 所用薄壁套筒材料的机械性能。根据这些数据来确定：1) 套筒薄壁部分的厚度；2) 套筒薄壁部分的长度；3) 套筒定位面的公差；4) 套筒固定部分和夹具体之間的配合过盈；5) 为使套筒薄壁部分产生足够的徑向变形时，所需的塑料單位压力。其中最主要的是确定套筒薄壁部分的厚度。

有时由于薄壁套筒設計得不正确，常常会造成下述情况：

1. 薄壁部分确定得太薄，因此当夹具压紧时，会使套筒产生縱向裂纹。

2. 薄壁部分厚度太薄而长度又太短，当压紧时，薄壁套筒和夹具体的配合处会产生間隙，而使塑料渗出。

3. 薄壁部分到固定部分或到中間帶的交接处是尖角、銳边，当夹具压紧时会使套筒产生橫向环形裂纹。所以交接处應該做成圓角 $r_0 = 0.03 \sim 0.05 D$ (D 为薄壁套筒定位面的直径)，这样不仅在热处理时能避免造成裂痕，而且在澆注液性塑料时也不易存留空气。

4. 薄壁部分的长度过短，而切削扭矩又很大时，在切削的时候薄壁套筒夹不住工件，工件会在薄壁套筒上打滑。

因此薄壁套筒的形状和尺寸設計得是否正确，对塑料夹具的

使用效果，是起決定性的作用的。本章主要就是對薄壁套筒的計算和設計作了較詳細的介紹，其次談了一些當薄壁套筒的形狀和尺寸確定之後，如何根據加工方法及夾具在機床上安裝等情況來設計夾具體和其他零件。

為了使用簡便和縮短計算薄壁套筒的時間，本章除了對薄壁套筒進行理論的分析和研究外，還提供了一些實用的簡化公式及圖表。在本章的結尾，我們對幾種類型的塑料夾具還進行了分析比較，以便設計者能更好地掌握此類塑料夾具的設計。

一 薄壁套筒的理論計算

在設計塑料夾具時，必然會碰到的基本問題，就是確定圓柱形薄壁套筒在液體靜壓的作用下，薄壁部分所產生的徑向變形量。此徑向變形量是隨着套筒的材料和幾何尺寸等因素而變化的。

在直接談及確定夾具薄壁套筒的彈性變形等問題之前，我們

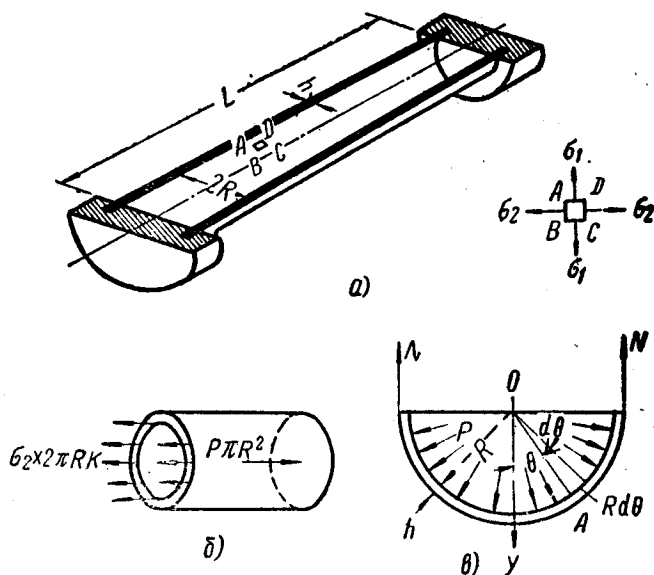


圖 7 薄壁圓筒受力簡圖。

先以内部承受液体静压作用(圖 7) 并符合于下列假定的圓筒来进行研究。

假定封閉圓筒兩端的蓋子是絕對剛性的, 圓筒內部灌滿液体, 其压力强度为 p 公斤/公分²; 圓筒的壁很薄 (即圓筒的壁厚 h 与其內圓半徑 R 之比很小), 圓筒的長度 L 很長 (亦即薄壁上的切向应力仅决定于筒內的徑向压力, 而不受圓筒兩端刚性蓋子的影响)。在計算时, 不考虑液体本身的重量。

显然, 在該圓筒圓柱部分的任一單元 $ABCD$ (圖 7 a) 上, 均将受到两个方向的拉伸: 一个是由于作用在圓筒兩端端面上的压力所引起的軸向应力 σ_2 ; 另一个是由于作用在圓筒壁上的徑向压力所引起的切向应力 σ_1 (圖 7 a), 現在来計算这些应力。作用在圓筒兩端端面上使圓柱部分沿軸綫方向拉伸的力为:

$$P = p\pi R^2。$$

承受这个力的是圓筒的橫断面; 亦即厚度为 h 、半徑为 R 的圓环面积(圖 7 b), 其值为

$$F = \pi (R + h)^2 - \pi R^2 = 2\pi R h + \pi h^2。$$

因为筒壁很薄 (h 与 R 之比很小), 略去式中右面第二項 πh^2 后仍有相当高的准确度, 因此环状面积可認為:

$$F = 2\pi R h。$$

这样, 軸向应力 σ_2 就可用下式表示:

$$\sigma_2 = \frac{\pi R^2 p}{2\pi R h} = \frac{R}{2h} p。 \quad (1)$$

求切向应力 σ_1 时, 我們可取半个按軸心綫分开的圓筒 (圖 7 c) 来研究。

圖中圓筒長为 L 。由上列假定, 当圓筒很長时, 薄壁上的切向应力不受兩端刚性蓋子的影响, 整个圓筒圓柱部分的切向应力, 可認為仅由徑向压力所产生。因此可以由积分法先求出作用在半个圓筒筒壁上的总压力, 然后求出切向应力, 其求法如下。

設 A 点与 OY 軸成 θ 角, 則角度增量 $d\theta$ 所对应之筒壁面积为 $LRd\theta$ 。在此面积上所受到的压力为 $pLRd\theta$, 此压力之水平分