

塑料夹具图册

第一机械工业部机械制造与工艺科学研究院编

机 械 工 业 出 版 社



塑料夹具图册

第一机械工业部机械制造与工艺科学研究所编



机械工业出版社

15.7811-

出 版 者 的 話

本書介紹了塑料在夾具及檢驗測量裝置的設計、製造和使用的問題，是以蘇聯航空工業部重理機械製造工業部等工廠的工作經驗為基礎。

液性塑料夾具在蘇聯機械製造工業部的許多工廠里已經廣泛應用，可以保證較高的精度，這是一種先進新型的夾具。

本書可供工廠夾具設計人員、工程技術人員及有關研究單位應用。

NO. 3334

1958年12月第一版

1958年12月第一版第一次印刷

787×1092 $1/16$ 字數191千字 印張8 $1/8$ 0,001—3,000 冊

機械工業出版社(北京阜成門外百萬莊)出版發行

機械工業出版社印刷廠印刷

北京市書刊出版業營業許可證出字第008號

定 價 (11) 1.30 元

目 录

序言.....	4	11 滑柱及加压螺钉的推荐结构.....	10
1 应用范围与作用原理.....	4	12 塑料夹具实例.....	18
2 液性塑料的成分与性能.....	4	I 铰夹具.....	18
3 液性塑料的制造.....	5	II 齿輪加工夹具.....	53
4 塑料的澆注.....	6	III 車夹具.....	60
5 定心套筒.....	6	IV 搪夹具.....	83
6 用插入法求夹套筒的例子.....	7	V 磨夹具.....	94
7 定心套筒的制造.....	8	VI 鑽夹具.....	117
8 滑柱和夹紧螺钉.....	9	VII 檢驗夹具.....	120
9 液性塑料夹具之設計特点.....	9	VIII 工具.....	128
10 夹具的使用.....	9		

序 言

現代機械制造业对零件制造精度提出許多要求，这些要求的增長使我們必須在生产上寻求和采用先进的及能提高定心精度的新型夹具。在液性塑料作用下工作的薄壁圓柱形套，已获得肯定的結果。这种夹具通常我們簡称为塑料夹具。

液性塑料夹具在机械制造部的許多工厂里已广泛地应用。它保证了零件的定心精度与可靠的夹紧，提高了零件質量与减少了輔助時間。采用液性塑料可簡化夹具結構，减少了制造夹具的劳动量和成本。

为了在重型机械制造工业部工厂中加速和簡化推广使用塑料夹具，本册子是供給夹具設計員之用的指导資料。

本册子介绍了夹具及檢驗測量裝置的設計、制造和使用的問題，其中的材料是以苏联航空工业部、重型机械制造工业部 MTPM 及其他机械制造工业部的工厂、工作經驗为基础，并摘录了1951年出版的“塑料夹具”一書，删去其概論与計算部分。

1 应用范围与作用原理

液性塑料应用于（车床，鑽床，鏜床，銑床，插齿机，磨床及其他工序等）机床夹具、檢驗測量（直径及直綫尺寸）仪器及切削工具等方面。液性塑料夹具可以保证被加工表面的同心度0.01公厘范围之内。同时亦保证零件在夹具中定位同心度。液性塑料夹具作用原理是利用液性塑料将压力均匀的傳于定位套筒的壁上（單位夹具）或者在多位夹具中夹紧零件时将压力均匀的傳給滑柱。

液性塑料夹具工作示意图于圖1及圖2中当旋紧螺钉1（見圖1）时滑柱2挤压液性塑料3，液性塑料則傳遞压力給套筒4

的薄壁部分。按圓柱均匀的变形，使工件5定心和夹紧。当旋松螺钉1时，取消了压力，套筒薄壁部分在彈性力的作用下恢复至原来位置。在圖2为利用一个鉸鏈压板5同时压紧若干零件4的一例。压板5的空腔内充滿了液性塑料，在拉紧螺帽1时，螺钉又使空腔6内压力增加并平均的按滑柱3分配給零件4，并以相同的压力夹紧他們。

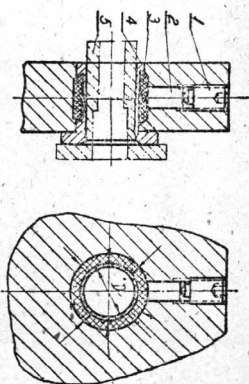


圖 1

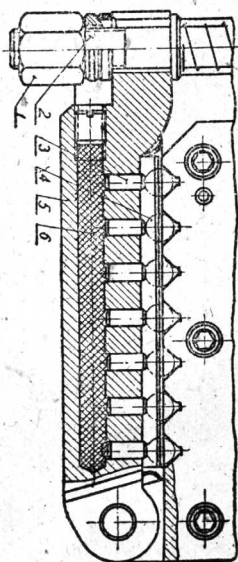


圖 2

2 液性塑料的成分与性能

液性塑料必須滿足下列要求：

1. 必須具有足夠剛性和粘度，俾在夹具連接部分不發生擠漏現象。
2. 基本上是不可壓縮的，并能均匀的將压力傳給夹紧套筒。
3. 不須很大的推压力，即有足夠的流动性；可在夹具的腔孔里輕易的移动。
4. 溫度不須很高，他就可以由塑性状态轉变为液性状态；使其向夹具里澆注时不形成气泡。

5. 在一般貯存條件下不發生化學變化，並在工作中也不與金屬發生反應。

6. 在長期使用期間內能保持自己的物理性質。

液性塑料有兩種材料，彼此以配方、性能、用途而區別，是蘇聯化工工業部符拉杰米爾化工廠的出品，在符拉杰米爾城。欲向該廠購買液性塑料時，可以與塑料、油漆與染料管理局聯系，該局(MXII)的地址是 Москва Б. Черкасский пер Д2/101。

液性塑料成分 (按重量單位計)

成 分	CM	DM
1 聚氯乙稀樹脂 (牌號 M)	20%	10%
2 塑化劑 (二甲酸二丁脂)	78%	88%
3 穩定劑 (硬脂酸鈣)	2%	2%
	100%	100%

CM 牌塑料比較硬些，他用于自動定心心軸，塑料不需要顯著移動，而壓力傳得也不須很遠的夾具中。DM 牌塑料比較軟些，他用于將壓力傳至較遠距離并經過小孔的情況下。但是它容易間隙漏出，所以它要求比較準確的研磨滑柱，或在滑柱下放上由 CM 牌液性塑料所製成的，起密封作用的小塞子。

DM 液性塑料用于集中傳遞壓力而滑柱很多的多位夾具中。CM 牌液性塑料的溶解溫度約為 $130^{\circ}\text{C} \sim 140^{\circ}\text{C}$ 。凝結成膠體狀的溫度約為 120°C 。這種液性塑料可以用于工作溫度約 $+5^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ 的夾具中，在溫度低於 5°C 時塑料變硬，不能滿足傳遞壓力的要求。

DM 液性塑料約在 120°C 時熔化， 100°C 時凝結。可以用于溫度 $-20^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$ ，主要因為低溫變硬程度較 CM 牌較小。

液性塑料的壓縮系數是 5.4×10^{-5}

3 液性塑料的製造

在熔化以前若干小時最好將均勻研碎經過篩子篩過的聚氯乙稀樹脂，逐漸投入已用布濾過的苯二甲酸二丁脂，小心勻和，然後放起來待其自行膨脹。塑料的熔化最好在搪瓷的或鋁的鍋子裏進行。不可用鉄的鍍鋅的或銅的鍋，因為這些金屬加速了混合物的分解，而塑料在這種鍋里易燃燒。在熔化時加熱要緩慢些，和均勻些，最好加熱在油中或凡司林中進行，為了這個目的，用于熔化的鍋子最好能放在另一個礦物油（沸點不高于 300°C 的油）或是不含水的甘油所灌滿的鍋中。

池子見圖 3，放在電爐上或其他別的热源上，但不可放在火焰上，在熔化時必須將塑料加熱到 $140^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ （在池子中為 $140^{\circ}\text{C} \sim 155^{\circ}\text{C}$ ），不斷的用棒均勻攪拌，最好用鉛棒，但不允許用木棒。熔化直至聚氯乙稀完全溶于塑化劑中（二甲酸二丁脂）為止。為了確定熔化結束的時間，用圓棒將液性塑料取出些，看在棒上有没有溶化的白色聚氯乙稀樹脂的小質點，如無則熔化可結束。一般情況下攪拌良好時熔化時間由 1.5~2 小時就足夠。

在熔化結束時，在塑料中有許多由于攪拌所引起的小氣泡，為了消滅或去除這些氣泡，可在電爐上繼續放着，停止攪拌并保溫 0.5~1 小時。液性塑料的正常顏色是黃的或是淡黃色的。當在油池中进行熔化時，保溫階段可以以把電熱去掉，但鍋子仍放在池中保溫即可。

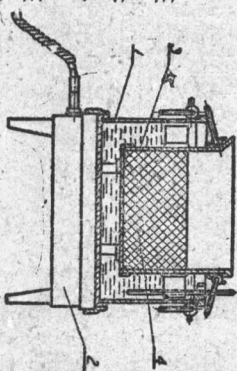


圖 3 甘油池

1—池中含有工業用甘油；
2—電爐；3—小罐；4—油。

在消除小氣泡後，在塑料表面上聚結一些皺皮，這些皺皮必

須小心的去掉，不允許把帶有皺皮的塑料澆入夾具中。因為這樣容易將空氣帶入夾具中，使得夾具中得不到所需的高壓力。每次熔化的塑料應該立即一次澆入夾具中，如果不能全部用完，可以傾入薄層的平底鍋中，讓其很快冷下來。冷卻的塑料很易與金屬分開。由於熔化時間內分解出有害氣體。所以必須在專門的通氣櫃中進行。因為制好的塑料性質不變，所以他可以保持很長時間。可以在任何條件下保存，但勿沾到污粒即可。

4 塑料的澆注

液性塑料向夾具中澆注可在熔化之後立即進行，或是事先熔化好以後再澆注。在後一種情況下在澆注之前必須對 CM 牌塑料加熱至 $140^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ ，對 DM 牌塑料加熱至 $120^{\circ}\text{C} \sim 130^{\circ}\text{C}$ 使其熔化。為了熔化已煉好的液性塑料要將其切成 $0.5 \sim 10$ 立方公尺的小塊。熔化可以在熔煉鍋中按上述手續來進行。在大多數情況下夾具在澆注之前，需預熱至 100°C ，當溫度為 $150^{\circ}\text{C} \sim 160^{\circ}\text{C}$ 時進行澆注。向夾具中澆注液性塑料時，是通過壓緊螺釘孔，當由出氣孔流出塑料時，停止澆注。澆注必須進行得快，不允許液性塑料冷卻下來。澆注液性塑料時須使所有腔孔中的空氣均完全排除，因為在液性塑料冷卻時有很大收縮，而在滑柱孔中形成縮孔。為了消除縮孔需要補澆注液性塑料，澆注孔的分布必須是這樣的，澆注液性塑料孔的位置比其他部分的位置要高。這主要是為了塑料具有自流性；如果這些條件由於某種原因不能實現時，必須採用壓力澆注。

5 定心套筒

代表符號 (見圖 4)

D ——基面直徑 (公厘)

- δ ——定心套筒薄壁部分的厚度 (公厘)
- L_p ——定心套筒薄壁部分的長度 (公厘)
- T ——支承台階的寬度 (公厘)
- r_k ——支承台階的厚度 (公厘)
- ΔD ——在套筒中間部分的直徑變形 (公厘)
- ΔS ——在套筒基面與被加工零件表面間最大間隙 (公厘)
- δ ——套筒支承台階和夾具主體之間的直徑處的公盈 (公厘)
- P ——使定心套筒薄壁部分變形所必要的液性塑料壓力 (公斤/公分²)

M_{np} ——由切削力所引起的扭矩 (公斤-公分)

L_{gp} ——套筒在工作位置時的接觸面長度 (公厘)

d ——套筒表面長度與被加工零件相接觸的長度特性係數。

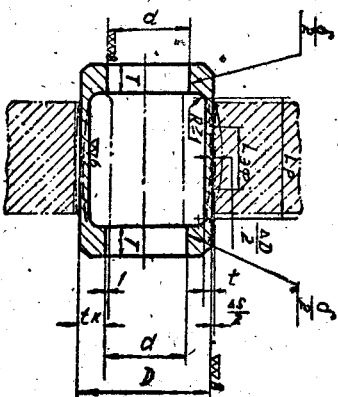
$$= \frac{L_{gp}}{L_p}$$

按 PTM-732 及 H1AT

表 1 與表 2 的資料確定薄壁定位套筒的尺寸和計算數值，表 1 用來選擇夾緊定心套筒尺寸，接觸長度係數的數值 $\alpha = 0.5 \sim 0.8$ ，列於表 1，它能保證準確的定心，和可靠的夾緊被加工零件。

表 2 是用來選擇它在輔助夾緊時只起定心被加工零件的作用 (套筒尺寸)，它同時也用來選擇具有中間剛性凸肩的套筒尺寸 (表 2 的接觸長度係數 α 取為 0.1)。由表 1 與表 2 中可看出套筒的薄壁尺寸，按已知的 D ， M_{np} ， $\frac{L_p}{D}$ 及 ΔD 的數值而定， M_{np} 按下式決定

$$M_{np} = P_z l$$



P_z ——切削力，公斤

L_p ——切削力臂，公分

L_p ——数值根据被加工表面的基面長度、結構条件来选取，如果 $\Delta S < \Delta D$ ，那么被加工零件非常准确的定心，和可靠的夹紧。

$\Delta S > \Delta D$ 不推荐采用。

决定夹紧定心套筒尺寸的实例。

已知：套筒直徑 $D = 100$ 公厘，最大間隙（当 $\frac{A_3 + X_3}{\Delta S} = 0.21$ ）公厘，套筒薄壁部分的長度 $L_p = 75$ 公厘；切削力臂 $L = 110$ 公厘，材料强度極限 $\sigma_b = 75$ 公斤/公分²，切削进刀量 $S = 0.1$ 公厘/轉，切削深度 $t = 1.5$ 公厘，切削力 $P_z = 54$ 公斤。

計算順序：

1. 求扭矩 $M_{kp} = P_z L$

$$= 54 \times 110 = 600 \text{ 公斤公分}$$

2. 决定比值 $\frac{L_p}{D/2} = \frac{75}{50} = 1.5$

3. 按表 1 选出定心夹紧零件的下述数值

a. 套筒直徑的变形 $\Delta D = 0.23$

因而 $\Delta S < \Delta D$

6. 定心套筒壁厚 $t = 2.5$ 公厘

B. 支承台阶的寬度 $T = 15$ 公厘

1. 支承台阶的厚度 $t_k = 10$ 公厘

2. 液性塑料的压力 $P = 200$ 公斤/公分²

e. 直徑公差 $\delta = 0.2$ 公厘

在所要求的基面直徑 (D) 和扭矩 (M_{kp}) 与表 1 数值不同，定心套筒尺寸可按插入法求出。这种套筒扭矩之間差別是由变形因素的 3 次方来决定 (例如套筒直徑的三次方)。

6 用插入法求夹紧套筒的例子

已知：套筒基面直徑 D_u 和比值数 $\frac{L_p}{D_u/2}$ (按表格) 扭矩 M_{kp} ，按表格选取一个近似的套筒直徑 D 后，则其扭矩 M_{kp} 为： $M_{kp} = M_{kp_u} (D/D_u)^3$ 。如果 M_{kp_u} 的数值与表中所給数值相符合的話 (允許不重合程度 $\pm 10\%$)，那么所有其他尺寸都乘以相应的系数 $K_u = D_u/D$ ，这就得到套筒所要求的数值 K_u ， $\Delta D_u = K_u \Delta D$ ， $K_u = K_u$ ， $T_u = K_u T$ ， $\delta_u = K_u \delta$ 。

如果 M_{kp} 数字在 M_{kp_1} 和 M_{kp_2} 之間，而 M_{kp_1} 及 M_{kp_2} 各自相应于不同的 D 系数 $L_p/D/2$ ，那么首先要求出两者之間的平均值 (例 $t_{cp} = \frac{t_1 + t_2}{2}$ ， $\Delta D_{cp} = \frac{\Delta D_1 + \Delta D_2}{2}$ 等)，然后乘系数， $K_u = \frac{D_u}{D}$ 所得数值就是套筒所求的尺寸。

插入法計算实例

已知：套筒直徑 $D_u = 95$ 公厘

$$\text{比例关系 } \frac{L_p}{D_u/2} = 1$$

扭矩 $M_{kp_u} = 900$ 公斤公分

相近于表格上的直徑 $D = 100$ 公厘

找出所列的扭矩和系数 K_u

$$M_{kp} = M_{kp_u} = \left(\frac{D}{D_u}\right)^3 900 = \left(\frac{100}{95}\right)^3 = 1050 \text{ 公斤公分}$$

$$K_u = \frac{D_u}{D} = 0.95$$

已得的扭矩数值在 $M_{kp_1} = 600$ 公斤公分和 $M_{kp_2} = 3000$ 公斤公分之間，算出所有数的平均值

$$t_{cp} = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{1.5 + 2.6}{2} = 2.05 \text{ 公厘}$$

$$\Delta D_{cp} = \frac{\Delta D_1 + \Delta D_2}{2} = \frac{0.15 + 0.1}{2} = 0.125 \text{ 公厘}$$

$$t_{cp} = \frac{K_1 + K_2}{2} = \frac{7.5 + 10}{2} = 8.75 \text{ 公厘}$$

$$T_{cp} = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{14 + 15}{2} = 14.5 \text{ 公厘}$$

$$P_{cp} = \frac{P_1 + P_2}{2} = \frac{150 + 250}{2} = 200 \text{ 公斤/公分}^2$$

$$\delta = 0.2 \text{ 公厘}$$

求出所設計套筒的尺寸

$$t_u = K_u \cdot t_{cp} = 0.95 \cdot 2.05 = 2 \text{ 公厘}$$

$$\Delta D_u = K_u \cdot \Delta D_{cp} = 0.95 \cdot 0.125 = 0.12 \text{ 公厘}$$

$$K_u = K_u \cdot t_{cp} = 0.95 \cdot 8.75 = 8.3 \text{ 公厘}$$

$$T_u = K_u \cdot T_{cp} = 0.95 \cdot 14.5 = 13.8 \text{ 公厘}$$

$$P = P_{cp} = 200 \text{ 公斤/公分}^2$$

$$\delta = K_u \cdot \delta = 0.95 \cdot 0.2 = 0.19 \text{ 公厘}$$

支承台阶和套筒薄壁的过渡部分做成圆弧 $R \geq \delta$ (見圖 4) 是为了避免套筒的破損。

材料

为了制造定心套筒推荐采用下列材料:

1. 套筒直徑 < 40 公厘 40XTOCT 4543-48
2. 套筒直徑 > 40 公厘 V7A TOCT 1435-54

7 定心套筒的制造

制造定心套筒基本工序:

1. 制造毛坯 (进行除薄壁外的所有車工工序)
2. 热处理

$$V7A \text{ 硬度 } R_C = 33 \sim 36$$

$$40X \text{ 硬度 } R_C = 35 \sim 40$$

3. 搪套筒薄壁部分 (在 3MC 工厂里用磨来代替)

4. 磨支承台阶

5. 粗磨套筒的工作表面。

6. 压套筒 (預热套筒或冷却主体)

在将定心套筒压在夹具主体上时必须保証公盈以防止液性塑料由支承台阶与主体之間接触部分漏出, 連接强度必須保証傳遞由切削力所引起的扭矩。在夹具主体上, 压入定心套, 只能采用加热外面零件或冷却里面零件的办法, 为了避免套筒薄壁部分的变形, 允許在冷的状态下压配, 冷却剂可以采用干冰, 其沸点是 -79°C 。

在加热外部零件装配时, 加热温度按下式計算:

$$T = 115 \frac{\delta}{D_1} + 20^\circ\text{C}$$

式中 T —— 外面零件加热温度。 D_1 —— 配合直徑 (公厘)。

δ —— 最大公盈 (公忽)。

$+20^\circ\text{C}$ —— 室温。

經驗和計算指出, 在实际中, 外面零件加热至 $100^\circ\text{C} \sim 115^\circ\text{C}$ 可以完全保証自由地和配合件装配起来。

7. 澆注夹具的液性塑料。

8. 最后磨削套筒表面, 被加工表面由一个截面至另一个截面其过渡部分必須是圓滑的, 而不允許有凸起, 定心套筒之薄壁部分是在弹性变形限度内工作的, 因此他的制造必須保証下述要求:

a) 套筒薄壁部分允許的壁厚差当直徑 $D < 40$ 公厘时为 ± 0.03 公厘, $D > 40$ 公厘时为 ± 0.05 公厘。

6) 套筒的工作表面与台肩的压台表面振摆不应大于 0.01 公厘。

b) 套筒的工作表面相对夹具基准面的振摆不大于 0.005 公厘。

8 滑柱和夹紧螺钉

滑柱是用来由夹紧螺钉将压力传递到塑料上,并且保持工作腔的密封性。在很多工厂里滑柱按2级滑配制造,并进行研配。夹具体壳上的孔为4级。为了避免研配,滑柱按1级紧配合制造,滑柱工作面长度为 $1.8 \sim 2$ 倍直径,滑柱直径按结构条件,在 $10 \sim 20$ 公厘内选择,推荐用45号钢做滑柱,最后热处理硬度 $R_{C40 \sim 45}$,如果在特殊情况下(没有地方容纳滑柱时)(如图48),可以采用夹紧螺钉而不用滑柱,但在这种情况下螺栓必须制成1级精度的。用40与45号钢制造夹紧螺钉,热处理后硬度为 $R_{C35 \sim 40}$ 。在33页上列出了建议采用的滑柱和压紧螺钉结构(按M, A, I标准)。

9 液性塑料夹具之设计特点

在压套筒时所推荐的公盈量,保证在沒有附加的固定情况下,套筒能可靠的工作,但是当进行重切削或加工大型尺寸的零件时,套筒必须锁住并用螺钉紧固在主体上。为了增加定心套筒的工作长度 L_p ,可使套筒的一个或二个凸肩处做成凹角(如图5),凹角建议采用 35° 到 45° ,这时支承轴肩的宽度取成 $T_1 = 1.25T$ 。对于按照基准表面具有环形沟槽或较大长度的工作时,设计时必须使套筒带有防止套筒破坏的刚性台肩,其尺寸按下述式样选取。

1. 宽度依照槽的数值 K_1 来选取,同时 $K < K_1$ 。

2. 筋的厚度 T_n 取稍小于支承轴肩的厚度,也即是说取 $T_n = 0.75 \sim 0.9K_0$ 。具有中间刚性台肩之套筒必须看成为沿着一个轴心依次分布的两个套筒,其中每一个工作长度决定于支承台肩与中间台肩之间的距离,而扭矩是等于具有中间台肩套筒之总扭矩的一半,为了保证在一个夹具上能加工几个零件推荐采用一组可拆卸的变换套。

为了减少塑料与工作腔腔和槽壁表面的摩擦,因而有关表面之光洁度不应低于 $\nabla \nabla 6$ 。

为了防止薄壁零件在加紧时发生过大的变形,夹具上应做一个可以调节(压力)的螺钉。

当没有调节螺钉时,可以利用压紧螺钉旋到轴肩上的支柱。夹具的结构在那些可能形成气泡的地方应考虑有出气孔。这些孔在浇注液性塑料以后应该可靠的封死。

编制在本指导资料里的几种夹具结构,虽然已应用在工厂中,但是,他们仍是有缺点的。

——采用在定心套筒的支承轴肩和滑柱上做上述迷宫槽的密封形式是不合理的,因为它反而减少了零件的工作表面,因而促使液性塑料从夹具中流出,没有采用点接触的夹紧螺钉和滑柱也是这种夹具的缺点(参看68页的夹具)。在这种情况下当夹紧螺钉旋转时滑柱也旋轉。这样,滑柱就会使得与之相连的塑料柱塞产生研磨现象。

10 夹具的使用

当夹具装在机床上时必须找正并消除套筒工作面的振摆。在找正时不允许敲击定心套筒。为了防止折断和定心套筒的残余变形,在未装夹被加工零件前不允许施加负荷。在工作间断时和贮藏夹具时应将滑柱移出,以便不使液性塑料受到压力。

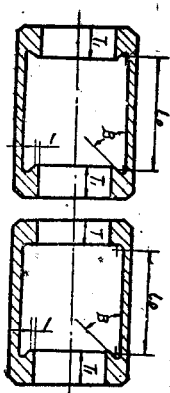


图 5

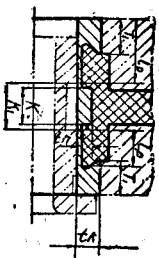


图 6

表 1 決定定心夾緊套筒的尺寸、薄壁部分的變形及液性塑料的壓力

D	$\frac{L^p}{D/2} = 0.25$						$\frac{L^p}{D/2} = 0.5$						$\frac{L^p}{D/2} = 0.75$						$\frac{L^p}{D/2} = 1.0$						δ
	M_{kp} (公斤-公分)	δ	ΔD	P	支承台階 T	夾緊 tK	M_{kp} (公斤-公分)	δ	ΔD	P	支承台階 T	夾緊 tK	M_{kp} (公斤-公分)	δ	ΔD	P	支承台階 T	夾緊 tK	M_{kp} (公斤-公分)	δ	ΔD	P	支承台階 T	夾緊 tK	
8																									
10																									
15													20	0.5	0.01	450	3	1.5	10	0.4	0.02	300	2	1.5	0.03
													20	0.5	0.01	450	3	1.5	25	0.5	0.015	450	3.5	2	
													5	0.3	0.02	100	4	1	5	0.3	0.04	130	4	1.5	
20													25	0.4	0.01	250	4	2	25	0.5	0.02	350	4	2.4	0.06
													45	0.4	0.01	450	4	1.5	50	0.6	0.01	450	4.5	2.5	
													20	0.3	0.03	150	4	2	20	0.4	0.04	100	3.5	2	
30													80	0.5	0.02	300	4	2	90	0.6	0.03	250	4	3.5	0.04
													150	0.7	0.01	450	5	2.4	200	1.0	0.02	450	6.5	3.5	
													40	0.3	0.03	100	4	2.5	40	0.4	0.06	100	4.5	2.6	
40	0.2	0.02	120	4	2		40	0.3	0.03	100	4	2.5	200	0.8	0.04	250	5	4	40	0.5	0.07	150	4.5	3	0.08
							200	0.5	0.02	200	4.5	3	200	0.8	0.04	250	5	4	200	1.0	0.04	250	6	5	
							350	1.0	0.01	450	8.5	4	450	1.2	0.02	450	8	4.5	450	1.7	0.02	450	8.5	6	
60	130	0.3	0.02	100	4.5	2.5	130	0.6	0.05	100	5.5	4	130	0.6	0.08	100	6	4	130	0.9	0.1	100	7	4.5	
	300	0.5	0.01	300	6	3	650	1.0	0.02	300	8	4	700	1.2	0.04	250	8	6	700	1.5	0.05	250	8	7	0.12
							1200	1.4	0.01	450	8	5	1500	2.0	0.03	450	10	7	1500	2.5	0.04	450	11	8.5	
80	300	0.4	0.03	100	6.5	3.5	300	0.8	0.05	100	8	5	300	0.8	0.12	100	9	5	300	1.2	0.1	150	10	6	
	750	0.7	0.01	300	8	4	1500	1.3	0.03	300	9	6	1600	1.7	0.05	250	10	7	1600	2	0.07	250	10	7	0.16
							2800	1.8	0.02	450	12	7	3600	2.5	0.04	450	12	8	3600	3.5	0.05	450	13	9	

D	$\frac{L^P}{D/2}=1.5$										$\frac{L^P}{D/2}=2$										$\frac{L^P}{D/2}=3$										$\frac{L^D}{D/2}=4$										8
	M_{sp} (公斤-公分)	ΔD	P	支承台階		M_{sp} (公斤-公分)	ΔD	P	支承台階		M_{sp} (公斤-公分)	ΔD	P	支承台階		M_{sp} (公斤-公分)	ΔD	P	支承台階		M_{sp} (公斤-公分)	ΔD	P	支承台階																	
				T	tK				T	tK				T	tK				T	tK				T	tK	T	tK														
8	4	0.3	0.01	400	2	1.5	15	0.3	0.05	200	4	2	20	0.3	0.01	400	4	2	15	0.4	0.01	450	4	2		0.016															
	0.6	0.3	0.02	250	1.3	1.2	0.6	0.4	0.02	450	8	1.5	1.5	0.2	0.02	200	3	1.5	1.5	0.3	0.03	200	3	1.5																	
	3.4	0.4	0.02	350	1.7	1.5					20	0.3	0.045	300	3	1.5	10	0.4	0.02	300	3	1.5			0.02																
10	7	0.5	0.01	450	2	1.5	25	0.3	0.01	100	3	2	30	0.4	0.01	450	3	1.5	30	0.5	0.015	450	3	1.5																	
	2	0.4	0.04	250	2	2	2	0.6	0.04	450	2	2	5	0.3	0.03	150	2	2	5	0.4	0.04	250	2.5	2																	
	10	0.5	0.03	350	2.5	2					70	0.4	0.025	250	2.5	2	4	0.6	0.03	350		3.5	2		0.03																
15	25	0.7	0.02	450	3.5	2	100	0.5	0.01	100	4	2	100	0.6	0.015	450	4	2	90	0.7	0.02	450	4	2.5																	
	5	0.5	0.05	250	2.5	2.5	25	1	0.05	400	5	3	112	0.3	0.05	150	4	2.5	12	0.5	0.05	250	5	2.5																	
	25	0.7	0.04	350	3.5	3					85	0.5	0.03	250	4.5	2.5	90	0.7	0.04	300		5	3		0.04																
20	60	0.9	0.03	450	4.5	3	250	0.6	0.01	430	6	2	270	0.8	0.02	450	5	2.5	200	1	0.03	450	6	3																	
	20	0.75	0.07	250	4	3.5	85	1.5	0.07	450	7	4.5	40	0.5	0.07	150	4	3	40	0.8	0.07	250	5	4																	
	90	1.0	0.06	300	6	4					250	0.8	0.05	250	5	4	300	1	0.06	300		6	4.5		0.06																
30	200	1.4	0.05	450	7	5	800	0.9	0.02	450	8	3	900	1.2	0.03	450	7	4.5	750	1.4	0.05	450	7.5	5.5																	
	40	1.0	0.09	250	7	5	200	2	0.09	450	9	6	100	0.7	0.09	150	6	4	100	1	0.1	250	7.5	5																	
	200	1.4	0.08	300	8	5.5					650	1	0.07	250	8	5	700	1.4	0.08	300		9	6		0.08																
40	450	1.8	0.06	450	10	6	2000	1.2	0.03	450	10	4.5	2000	1.6	0.05	450	9	6.5	1700	1.9	0.06	450	10	8																	
	130	1.5	0.14	250	9	6	670	3	0.13	450	13	10	320	1	0.15	150	9	5	320	1.6	0.14	250	10	8																	
	750	2	0.11	350	10	8					2000	1.5	0.1	250	10	8	2400	2.2	0.12	300		12	9		0.12																
60	1500	2.7	0.09	450	12	10	7000	1.8	0.04	450	13	7	7000	2.4	0.07	450	12	10	6000	2.8	0.09	450	14	12																	
	300	2	0.19	200	18	10	1600	4	0.18	450	18	12	750	1.3	0.18	150	15	10	070	2	0.19	250	15	10																	
	1700	2.8	0.15	300	15	12					5000	2	0.13	250	15	10	5600	3	0.15	350		18	12		0.16																
80	3600	3.6	0.12	400	18	13	16000	2.4	0.05	450	20	8	17000	3.2	0.09	450	17	12	14000	3.8	0.12	450	22	13																	

(續)

D	$\frac{L^P}{D/2}=0.25$										$\frac{L^P}{D/2}=0.5$										$\frac{L^P}{D/2}=0.75$										$\frac{L^D}{D/2}=1.0$										8
	M_{kp} (公斤-公分)	δ	ΔD	P	支承台階		M_{kp} (公斤-公分)	δ	ΔD	P	支承台階		M_{kp} (公斤-公分)	δ	ΔD	P	支承台階		M_{kp} (公斤-公分)	δ	ΔD	P	支承台階																		
					T	t/K					T	t/K					T	t/K					T	t/K	T	t/K															
100	600	0.5	0.03	100	8	4	600	0.8	0.08	200	9	6	600	1	0.15	100	11	6	600	1.5	0.15	150	14	7.5	0.2																
	1500	1	0.02	400	9	4.5	3000	1.6	0.04	300	10	7.5	3000	2	0.08	250	14	8.5	8000	2.6	0.1	250	15	10																	
							5500	2.2	0.03	450	13	8.5	7000	3	0.06	450	15	11.5	7000	3.6	0.07	450	19	13																	
120	950	0.5	0.04	100	8	5	1000	1.2	0.1	100	10	9	1000	1.4	0.13	100	13	8.5	1000	1.8	0.17	150	17	9	0.24																
	2500	1	0.02	350	12	5.5	5000	1.8	0.05	300	14	8.5	5500	2.5	0.1	250	17	13	5500	3.0	0.11	250	18	12																	
							9500	2.7	0.03	450	17	10	10000	3.7	0.06	450	20	14	10000	5.0	0.07	450	24	16																	
140	1500	1	0.04	250	10	6	1600	1.4	0.12	130	15	8	1600	1.5	0.18	100	16	8.5	1600	2.0	0.2	150	18	10	0.28																
	4000	1.2	0.02	350	13	7	8000	2.3	0.05	270	16	12	9000	3	0.1	300	20	15	9000	3.7	0.12	280	20	15																	
							15000	3	0.04	450	20	13	19000	4.4	0.06	450	24	18	19000	6.0	0.1	500	26	18.3																	
160	2000	1	0.05	150	9	7	2500	1.6	0.13	130	16	8.5	2500	1.8	0.19	100	18	11	2500	2.4	0.23	150	22	12	0.32																
	6000	1.5	0.03	350	17	8	15000	1.8	0.09	200	18	11	13500	3.4	0.13	300	23	17	13500	4.2	0.15	300	22	19																	
							20000	3.6	0.05	450	21	15	22000	4.4	0.1	450	30	17	23000	5.6	0.11	430	30	22																	
180	3000	1	0.06	150	14	8	3500	1.5	0.15	100	14	10	3500	2	0.22	100	22	11	3500	2.7	0.25	150	22	13	0.36																
	8500	1.5	0.03	350	15	9	17000	3	0.1	350	24	12	17000	3.6	0.16	250	35	15	17000	4.5	0.22	260	30	22																	
200	4500	1	0.07	100	15	10	5000	1.5	0.16	100	18	10	5000	2.2	0.23	100	24	12	5000	3.0	0.28	150	25	16	0.4																
	10000	2	0.04	400	20	9	20000	3	0.08	300	25	15	20000	3.7	0.15	220	30	20	20000	4.8	0.2	250	30	24																	
250	10000	1.5	0.1	200	18	10	25000	3	0.2	200	24	15	10000	3	0.29	100	30	15	10000	3.8	0.35	150	33	20	0.5																
	23000	2.5	0.07	400	24	13							25000	3.5	0.15	150	30	18	25000	4.7	0.24	200	32	22																	
300	25000	2	0.09	200	22	12	25000	2.5	0.3	150	26	13	25000	3	0.48	100	35	18	16000	4.5	0.42	150	40	33	0.6																
	3500	2	0.14	150	20	15	25000	2.5	0.35	100	33	20	25000	3.5	0.56	100	40	20	25000	5.3	0.5	150	42	26																	
	4000	2	0.16	100	22	17	25000	3	0.4	100	35	24	25000	4	0.64	100	45	24	25000	5.5	0.48	130	50	28																	

表 2 用于求定心套筒的尺寸、薄壁部分变形和液性塑料压力

D	$\frac{L^p}{D/2}=0.25$						$\frac{L^p}{D/2}=0.5$						$\frac{L^p}{D/2}=0.75$						$\frac{L^p}{D/2}=1.0$						δ		
	M_{kp} (公斤-公分)	ΔD	P	支承台阶		M_{kp} (公斤-公分)	ΔD	P	支承台阶		M_{kp} (公斤-公分)	ΔD	P	支承台阶		M_{kp} (公斤-公分)	ΔD	P	支承台阶								
				T	tK				T	tK				T	tK				T	tK							
8																											0.016
10																											0.02
15																											0.02
20																											0.04
30																											0.06
40																											0.08
60																											0.12
80																											0.16
100																											0.2
200	1.8	0.04	450	16	6	330	3.2	0.08	440	22	10	500	4.5	0.12	450	27	15	600	5	0.18	400	29	17				0.2

D	$\frac{L^p}{D/2}=1.5$										$\frac{L^p}{D/2}=2$										$\frac{L^p}{D/2}=3$										$\frac{L^p}{D/2}=4$										δ
	M_{kp} (公斤-公分)	ϵ	ΔD	P	支承台階		M_{kp} (公斤-公分)	ϵ	ΔD	P	支承台階		M_{kp} (公斤-公分)	ϵ	ΔD	P	支承台階		M_{kp} (公斤-公分)	ϵ	ΔD	P	支承台階																		
					T	tK					T	tK					T	tK					T	tK	T	tK															
100	600	2.5	0.23	200	15	10	3100	5	0.2	450	22	15	1500	1.6	0.22	150	15	8	1500	2.6	0.23	250	18	13	0.2																
	3400	3.5	0.18	300	17	14							6500	2.5	0.17	250	18	11	10000	3.6	0.19	350	22	14																	
	7000	4.5	0.15	450	21	15	25000	2.6	0.08	350	20	12	25000	3.5	0.12	450	20	14	25000	4.7	0.16	450	27	15																	
120	1000	3	0.28	250	18	10	5500	6	0.26	450	27	19	2500	1.9	0.28	150	16	12	25000	3.0	0.28	250	20	16	0.24																
	6000	4.2	0.22	350	21	17							16500	3.0	0.26	240	20	16	25000	4.6	0.22	380	29	18																	
	12000	5.4	0.18	450	25	21	25000	2.5	0.11	250	20	13	25000	3.5	0.17	350	22	16																							
140	1600	3.5	0.33	250	20	15	8500	7	0.3	450	31	22	4000	2.3	0.3	150	22	14	4000	3.7	0.32	250	25	18	0.28																
	9000	5	0.25	350	25	19	25000	2.5	0.15	200	22	14	2500	3.5	0.23	250	25	18	25000	4.9	0.27	350	30	20																	
	19500	6.3	0.21	450	34	20																																			
160	2500	4	0.38	250	25	15	12500	8	0.35	450	36	25	25000	3.4	0.3	200	26	21	6000	4.2	0.37	250	30	21	0.32																
	14000	5.6	0.3	350	28	23	25000	2.4	0.2	200	20	15							25000	5.0	0.34	350	30	23																	
	25000	6.8	0.25	450	37	25																																			
180	3500	4.5	0.43	250	25	18	18000	9	0.4	450	40	28	25000	3.6	0.35	200	27	22	25000	5.4	0.4	280	35	25	0.36																
	20000	6.3	0.37	350	32	25																																			
	5000	5	0.47	250	28	22	25000	10	0.45	450	45	32	25000	3.8	0.4	200	28	25	25000	5.8	0.45	280	38	28																	
200	24000	5.7	0.38	350	32	28																			0.4																
	10000	6.2	0.6	250	32	30	25000	10	0.6	450	47	36	25000	4.0	0.55	150	30	30	25000	6.6	0.56	250	43	32																	
	24000	8.5	0.48	350	42	35																																			
250	16000	7.5	0.72	250	45	33	25000	12	0.72	450	57	43	25000	5.0	0.66	150	36	27	25000	8.0	0.68	250	40	40	0.5																
	3500	8.7	0.7	250	48	40	25000	14	0.84	450	65	50	25000	5.7	0.77	150	42	32	25000	10	0.8	250	47	45																	
	400	25000	10	0.96	250	52	50	25000	16	0.96	450	75	58	25000	6.5	0.88	150	48	36	25000	10	0.9	250	54		52															

(續)

D	$\frac{L^p}{D/2}=0.25$						$\frac{L^p}{D/2}=0.5$						$\frac{L^p}{D/2}=0.75$						$\frac{L^p}{D/2}=1.0$						δ
	M_{HP} (公斤-公分)	ΔD	P	支承台阶		M_{HP} (公斤-公分)	ΔD	P	支承台阶		M_{HP} (公斤-公分)	ΔD	P	支承台阶		M_{HP} (公斤-公分)	ΔD	P	支承台阶						
				T	tK				T	tK				T	tK				T	tK	T	tK			
120	20	0.6	0.15	50	8	5	25	0.9	0.28	50	10	5	35	1.8	0.3	150	20	9	150	4.2	0.3	340	25	18	0.24
	340	2.1	0.05	450	22	6.7	570	4	0.1	440	26	12	850	5.4	0.15	450	22	17	1000	6.0	0.22	450	35	20	
140	35	0.7	0.17	50	12	5	40	1.0	0.32	50	12	5	55	2.1	0.35	150	20	12	250	4.9	0.35	340	30	20	0.28
	550	2.5	0.05	450	24	8	900	4.5	0.11	440	39	14	1300	6.3	0.17	450	38	20	1700	7	0.25	450	41	23	
160	50	0.8	0.19	50	15	5	60	1.2	0.37	50	17	5	80	2.4	0.4	150	22	15	380	5.5	0.4	340	34	23	0.32
	820	2.8	0.06	450	30	8.5	1300	5.0	0.12	440	34	16	2000	7	0.2	450	43	23	2500	8	0.28	450	47	26	
180	80	0.9	0.22	50	16	6	90	1.3	0.4	50	18	6	100	2.7	0.45	150	25	16	550	6	0.45	340	38	26	0.36
	1100	3.0	0.07	450	34	9	1900	5.8	0.14	440	38	18	2300	8	0.22	450	48	26	3500	9	0.32	450	53	30	
200	120	1.0	0.25	50	17	7	120	1.5	0.46	50	20	7	160	3	0.5	150	30	17	750	7	0.5	340	43	29	0.4
	1600	3.5	0.07	450	37	10	2500	6.5	0.16	440	43	20	4000	9	0.25	450	54	29	4900	10	0.36	450	59	33	
230	250	1.3	0.3	50	25	8	250	1.8	0.57	50	26	10	300	3.8	0.62	150	30	26	1350	8.75	0.565	340	53	36	0.5
	3900	4.4	0.09	450	47	13	5200	8.0	0.2	440	58	25	7600	11	0.31	450	67	36	9500	12.5	0.45	450	74	40	
300	400	1.5	0.37	50	30	9	400	2.2	0.68	50	32	10	540	4.5	0.75	150	36	31	2500	10.5	0.68	340	65	43	0.6
	5000	5.3	0.11	450	56	16	9000	9.8	0.24	440	65	31	13000	13.5	0.37	450	81	44	16500	15	0.54	450	88	50	
350	650	1.8	0.43	50	35	10	650	2.6	0.8	50	37	11	850	5.2	0.88	150	52	30	4000	12	0.79	340	75	50	0.7
	8500	6.0	0.13	450	65	18	14000	11	0.27	440	75	36	21000	15.5	0.44	450	95	50	22000	15	0.6	450	100	58	
400	950	2.0	0.49	50	40	12	950	3	0.92	50	42	12	1300	6	1	150	55	37	6000	14	0.9	340	86	60	0.8
	12500	7.0	0.15	450	75	20	21000	13	0.31	440	86	40	25000	18	0.5	470	100	60	25000	20	0.63	450	100	65	