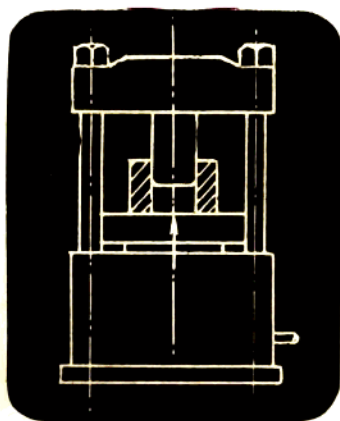


赵建祥 编著

怎样选择和装配压配合的零件



机械工业出版社

編著者：趙蘊祥

NO. 1411

1957年5月第一版 1957年5月第一版第一次印刷
787×1092^{1/32} 字数 17 千字 印張^{12/16} 00,001—11,000 册
机械工業出版社(北京东交民巷 27 号)出版
机械工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版業營業
許可証出字第 008 号

統一書号 15033·527
定价 (9) 0.11 元

內容提要 這是一本專談壓配合的小冊子，先從壓配合的定義和種類談起，接着敘述壓配合的選用、選擇配合以及冷壓和熱壓裝配的方法。本書內容適合四級以上裝配鉗工、修理鉗工作為學習材料，也可供各工種熟練工人作為學習壓配合基本知識的讀物。

目 次

一	壓配合的定義和種類.....	1
二	怎樣選用壓配合.....	4
三	壓配合的選配法.....	9
四	壓配合的冷壓裝配方法.....	13
五	壓配合的熱壓裝配方法.....	19

一 压配合的定义和种类

两个机械零件连接后，不准备拆开来，并且在使用时没有相对运动的配合，叫做压配合。

根据第一机械工业部部颁标准[标准直径公差与配合]，基孔制的压配合有六种，基轴制的压配合有两种。如果再按精度等级来划分，还可以分成表1、表2所列的几种。

表1 基孔制压配合的种类

配合类别	配合代号	按精度等级分类			
		1	2	3	4
第一种压配合	ПР1	ПР1 ₁	—	ПР1 ₃	—
第二种压配合	ПР2	ПР2 ₁	—	ПР2 ₃	—
第三种压配合	ПР3	—	—	ПР3 ₃	—
热配合	Гр	—	Гр	—	—
压配合	Пр	—	Пр	—	Пр ₄
轻压配合	Пл	—	Пл	—	—

表2 基轴制压配合的种类

配合类别	配合代号	按精度等级分类			
		1	2	3	4
热配合	Гр	—	Гр	—	—
压配合	Пр	—	Пр	—	—

表1、表2按精度等级分类的代号中，代号后面紧接着的大写数字，用来表示压配合的级数，而代号右下角的小写数字（角码），用来表示精度等级，但二级精度的配合一律不注角码。例

如：

ΠP_{13} ——指三級精度的第一種壓配合。

Γ_p ——指二級精度的熱配合。

ΠP_4 ——指四級精度的壓配合。

壓配合的連接件，裝配後是依靠配合時所產生的壓力來固定的。要在配合後產生壓力，就必須使被包容件（軸）的尺寸比包容件（孔）的尺寸大，如圖1。圖1中的 δ 是軸比孔大的尺寸，這個尺寸在公差配合制度中叫做「過盈」。各種壓配合的過盈都不相同，因此產生的壓力也不同。

假如拿每一種壓配合的平均過盈來比較的話，那末象 ΠP_4 、 ΠP_{33} 、 ΠP_{23} 、 ΠP_{13} 、 Γ_p 等的過盈都很大，配合後產生的壓力也很大； ΠP_2 、 Π_p 、 ΠP_{11} 等過盈較小，配合後產生的壓力也較小； Π_{11} 過盈最小，配合後產生的壓力也最小。

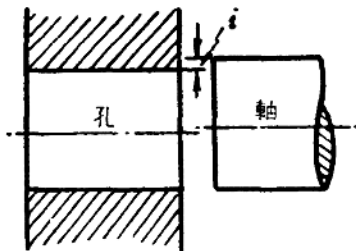


圖1 壓配合的軸要比孔的尺寸大。

如果拿二級精度 Γ_p 、 Π_p 和 Π_{11} 三種壓配合的平均過盈來比較的話，那末，它們的配合壓力的大小成 1:0.5:0.25 的比例。

表1和表2上所列出的各種壓配合，一般都不再用附加的輔助固定零件，如鍵、銷等來固定軸和孔兩種零件的相對位置；只有在不能採用壓力大的壓配合，而傳送的動力又很大，並且受有沖擊力量時，才用附加的固定零件。特別是象 ΠP_4 、 ΠP_{33} 、 ΠP_{23} 和 Γ_p 等配合壓力很大的壓配合，在孔壁不太厚的情況下，當軸跟

● 當甲乙兩個零件相結合的時候，如果甲零件是裝在乙零件里的，那末乙零件就叫做甲零件的「包容件」；甲零件就叫做乙零件的「被包容件」。

孔配合时，零件上受的力量很大，不要再加鍵、銷等零件来固定，否則在配合压力很大的情况下，很容易在鍵槽轉角处裂开，因而影响配合件的质量，甚至可能造成廢品。从这一点来講，压配合跟过渡配合的固配合 Γ 、牢配合 T 、紧配合 H 、密配合 Π 是不同的，过渡配合所構成的靜連接，必須依靠輔助固定零件才能防止軸跟孔在使用时發生松动。

每种压配合，根据公称尺寸的由小到大，过盈也逐漸加大；这是按照一定的关系来增加的，以便适应零件的强度，得到合适的紧度。如热配合 Γ_p 的过盈，有些工人同志常按公称尺寸每100公厘放0.1公厘的比例来制造，也就是軸的尺寸比孔的尺寸大 $\frac{1}{1000}$ 的孔徑。例如：

例1 孔徑为75公厘，問 Γ_p 配合的軸徑是多少？

解 軸徑 $D = \text{孔徑} + \text{孔徑} \times \frac{1}{1000} = 75 + 75 \times \frac{1}{1000} = 75 + 0.075 = 75.075 \text{公厘}。$

这样計算，在零件表面加工精度很光的情况下，是符合于公差配合制度的。如果零件表面加工精度不高，热配合 Γ_p 的平均过盈可按照下面的公式来計算：

$$i_{\text{平均}} = d \times \frac{1}{1000} + 0.015 \text{公厘}$$

式中 $i_{\text{平均}}$ 代表平均过盈。公式后面所加的0.015公厘，是考虑表面加工精度毛糙而添上的。这样例一的軸徑应为：

$$\begin{aligned} D &= 75 + 75 \times \frac{1}{1000} + 0.015 = 75 + 0.075 + 0.015 \\ &= 75.09 \text{公厘}。 \end{aligned}$$

由上面的計算公式，我們可以知道：公称尺寸大了，过盈也相应的增大。

在公差制度中，为了計算簡化起見，并不是每一种尺寸都訂出不同的公差，而是把公称尺寸从小到大分成几段，例如6~10

公厘为一段，10~18公厘为一段……等等。每一段中，根据中間尺寸訂出公差，凡是属于同一段內的公称尺寸都用这个公差^①。

同一个公称尺寸，因使用要求不同，在公差配合制度中，定出了各种配合，以适应实际需要的紧度。为了比較各种压配合过盈范围大小的不同，今以公称尺寸18~30公厘直径的配合公差，以圖2表示如下：

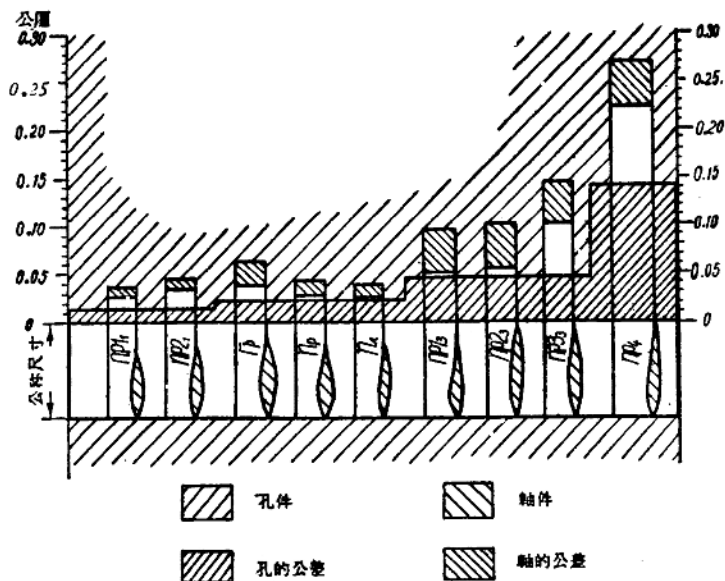


圖2 基孔制，公称直径为18~30公厘的各种压配合，公差范围的比較。

二 怎样选用压配合

以往我国旧式工厂中，对压配合的选择很不重視，一般只是

① 关于压配合的公差，請參閱〔金屬切削工人手冊〕。

統稱叫做紅套（也有叫紅裝的）。實際上要合適地來固定機件，必須根據零件工作條件、尺寸大小、機件形狀、材料性質和機件精度等來加以選擇。一般在選擇壓配合時要注意下列各點：

1. 傳遞力量較大的時候，要選擇大的過盈配合；傳遞的力量較小的，可以選擇較小的過盈配合。

2. 要在工作中保持可靠的固定連接時，必須採用過盈大的壓配合。

3. 零件在裝配時承受較大的軸向壓力的時候，才可以採用大的過盈配合（見圖3）。

4. 材料強度低的，或者孔壁比較薄的零件，為避免產生過度的變形使零件損壞時，應採用過盈小的壓配合。

5. 零件形狀複雜的，不能用過盈大的壓配合；特別是在配合面旁的軸徑有很大的改變，並且軸徑改變處的圓角很小（見圖4），或配合面旁有鍵槽、螺紋等（見圖5）的情況下，應避免用

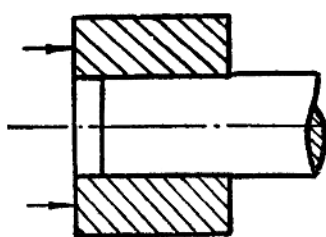


圖3 裝配時的軸向壓力。

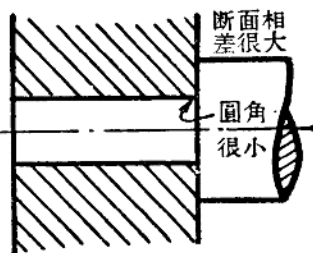


圖4 不適於選用過盈大的壓配合的情形之一。

過盈大的壓配合。

6. 零件工作時作用力是反復的（如軸徑經常反復倒轉），或受沖擊負荷的，應採用較大的過盈配合。但必須注意，大的壓配合會增加軸和孔的變形程度，在軸中產生應力集中的現象，降低

軸在使用時的耐久強度，特別是在孔壁邊緣處（應力最大）。因此，在採用大的過盈配合時，應在軸的配合面上車出凸頸，如圖6。如果沒有條件車成凸頸時，那末至少要在孔壁邊緣倒出圓角。否則，就不能採用大的過盈配合，必須用其他方法來固定零件。

7. 配合面愈長，選擇的壓配合的精度應愈高些，且過盈也應小些。

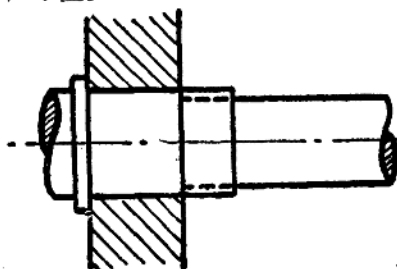


圖5 不適於選用過盈大的
壓配合的情形之二。

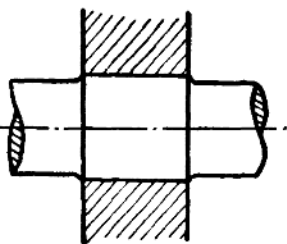


圖6 大過盈的壓配合應在
軸上車出凸頸。

8. 製造的機件準確度要求高的，裝配時需要互換的，應該選擇精度高的壓配合。零件允許有較大的過盈。加工零件的設備差的，可以選用精度較差的壓配合。

9. 空心軸應該採用配合壓力低的壓配合。

10. 速度高的零件應該採用配合壓力較高的壓配合。

11. 在工作時孔的溫度比軸高的時候，過盈應增加。軸的溫度比孔高時，過盈應減小。

根據上面所談的各點來選擇各種壓配合，是一項很重要的工作。如果不注意壓配合的選擇，那末，當選得太松時，機件裝成運用後，就會逐漸鬆動；選得太緊時，會降低零件的強度，影響零件的使用壽命，甚至有時會在裝配時或使用後造成零件裂開損壞的情形。

下面再举些实际例子来说明各种压配合的应用:

1. ΠP_4 四級精度的压配合的配合压力最大。适用于加工精度要求較低的机械零件上, 例如农业机械及铁路貨車的零件。

在铁路貨車及机車上, 为了降低制造成本, 还有采用一种叫[組合配合]的方法来装配压配合零件的, 所謂組合配合, 就是將孔和軸中間的一个, 提高一些制造精度, 使配合精度也相应的得到提高, 以符合于实际使用的要求。一般因为孔的制造比軸困难, 所以采用 ΠP_4 的孔与 ΠP_3 的軸相配合, 这样比孔和軸都做成三級精度可以节省一些孔的加工費用。

公称尺寸小于10公厘及大于 120 公厘的零件一般不用 ΠP_4 的压配合。

2. ΠP_3 三級精度的第三种压配合的配合压力很大, 因此孔和軸所用的材料、强度都要比較大的才能用这种配合, 这种配合多用在制造重型机械、农业机械、蒸汽机等零件。在沒有必要按照 Γ_p 二級精度热配合制造的零件, 可以选用 ΠP_3 , 但因为这种配合的压力較大, 必須注意孔件的孔壁厚薄不能太薄, 否則零件容易损坏。

6 公厘以下的公称尺寸不用这种配合。

3. ΠP_2 三級精度的第二种压配合, 根据平均过盈来講, 比 Γ_p 热配合的压力略大, 如果难于按二級精度 Γ_p 制造的零件, 可用 ΠP_2 来代替。这种配合适用于凸緣联轴器等、輪心和齿圈的配合等。

公称尺寸小于 6 公厘的零件不用这种配合。

4. ΠP_1 三級精度的第一种压配合。按平均过盈来講: 公称尺寸在 100 公厘以下时, 配合压力比 Γ_p 大比 ΠP_2 小; 公称尺寸在 100 公厘以上时, 配合压力比 Γ_p 小比 ΠP_2 大。

公称尺寸在 100 公厘以上加工精度較差的零件，常用 ΠP_1 ，来代替 Πp 。

如果零件的材料强度略差，不能胜任 ΠP_2 的压力时，可以采用 ΠP_1 。

公称尺寸在 3 公厘以下的零件不采用这种配合。

5. Γp 二級精度的热配合主要用于鋼紧圈，其他情况下应用也很广，如車輪輪心跟車輪圈的配合、齿圈跟齿輪心的配合、蜗輪青銅齿圈跟鋼的輪心的配合、各种离合器、联轴器以及拖拉机上的連杆头等。

6. Πp 二級精度的压配合的配合压力較小，但在一般工作情况下，仍能保持連接零件的固定位置。可以用压力机装配而不需加热。这种配合的过盈量，最适合于鑄鉄或硬青銅輪轂和軸的配合，輪轂的厚度約等于軸徑的一半，接触面的長度約等于直徑。

Πp 压配合用于皮帶輪跟軸的安裝、軸承套筒、减速机中齿輪跟軸的配合、齿輪和蜗輪的青銅輪緣跟生鉄輪轂的配合、連杆中的套筒、电动机轉子鉄心跟硅鋼片的配合、电动机鉄心跟軸、定位銷、固定鑽套和鼓風机軸上的襯套等的配合。

有冲击和不加挑选裝配的零件，要用附加輔助固定零件，通常用半月鍵，如：載重汽車軸上的齿輪和变速齿箱上的齿輪等。

7. ΠP_1 和 ΠP_2 一級精度的第一种和第二种压配合。这两种配合应用得比較少，只有在配合面很長或具肩的兩节軸同时要压合时才用，如有些中小型电动机轉子軸和轉子的配合；这两种配合的精度和表面光潔度的要求都很高，因此制造費用也很高，装配时不需挑选保証互换性。大于 180 公厘的零件，不用这两种配合。

8. $\Pi л$ 二級精度的輕压配合。用于材料强度較低，孔壁很薄

的配合件，傳遞動力很小或不傳遞動力的地方用這種配合。如一般機械中薄壁套筒、閥座壓入槽內、車床車頭齒輪和襯套等。

三 壓配合的選配法

從圖 2 中可以看出，各種壓配合的孔和軸，它們的公差範圍都不相同，壓配合的精度愈差，最大過盈和最小過盈的相差也愈大。例如以 18~30 公厘公稱直徑的各種壓配合來比較：

	最大過盈	最小過盈	相 差
ΠP ₁	0.037 公厘	0.015 公厘	0.022 公厘
ΠP ₂	0.044 公厘	0.022 公厘	0.022 公厘
Π _л	0.039 公厘	0.002 公厘	0.037 公厘
Π _p	0.042 公厘	0.005 公厘	0.037 公厘
Γ _p	0.062 公厘	0.016 公厘	0.046 公厘
ΠP ₁ ₃	0.095 公厘	0.005 公厘	0.090 公厘
ΠP ₂ ₃	0.100 公厘	0.010 公厘	0.090 公厘
ΠP ₃ ₃	0.145 公厘	0.055 公厘	0.090 公厘
ΠP ₄	0.270 公厘	0.085 公厘	0.185 公厘

上面最大過盈跟最小過盈的相差數，在公差和配合的術語中，叫做「過盈公差」。精度最低的 ΠP₄ 的過盈公差達 0.185 公厘。這樣，在裝配時就很可能發生問題：碰到孔和軸兩個零件是最大過盈時，配合後產生的壓力很大，可能使材料超過原來設計時的強度而裂開；如果兩個零件用最小過盈來配合，那末配合壓力可能不夠，使配合件有可能在工作過程中發生鬆動。其他 Γ_p、Π_p、ΠP₁₃、ΠP₂₃、ΠP₃₃ 等同樣也有這種情況。

在設計方面來講，為求各種配合能得到預期的效果，當然希望能夠提高零件的配合精度，要提高配合精度，必須減少零件的製造公差，但是減少零件的製造公差，常常因為設備上和技术上

的問題受到限制，即使能够解决這些問題，在經濟上也不合算。

因此，必須另行設法在不增加（甚至能够放大）零件制造公差的条件下，来提高配合精度。也就是要既能保證零件使用时得到較高的机械性能，又能利用一般的設備和技术进行制造使成本能够降低。〔选配法〕就是为了达到以上目的而提出来的。

在压配合中，为了使零件的配合能符合設計的要求，应当使两个相配零件的过盈，尽量接近最大和最小过盈的平均值。选配法就是根据这项原則，在装配前把一批配合零件中公差接近于上偏差的孔配以公差接近于上偏差的軸；公差接近于下偏差的孔配以公差接近于下偏差的軸；公差适中的孔和公差适中的軸相配。

选配法可以根据配合精度的要求不同，把軸和孔各分成几类，配合精度要求高的，可多分几类，有时配合精度要求虽不太高，但为了放大孔和軸的制造公差、降低制造成本，也需要多分几类。

最常用的选配法，是把孔和軸都分成三类（圖 7），軸的公差分为 I、II 及 III 3 类；孔的公差也分为 I、II 及 III 3 类。在装配的时候，軸的第 I 类跟孔的第 I 类相配，軸的第 II 类跟孔的第 II 类相配，軸的第 III 类跟孔的第 III 类相配。現在举例來說明选配法的优点。

例 2 有一配合为 $60 \frac{A}{T_p}$ ，試比較普通装配法和选配法的配合精度？

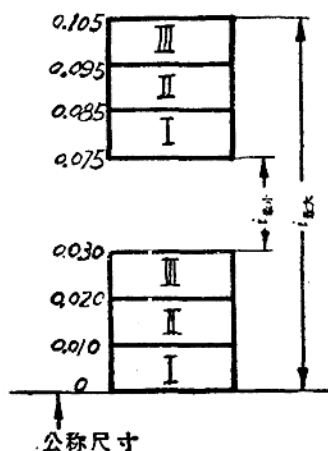


圖 7 压配合的选配法。

解 $60 \frac{A}{T_p}$ 是指公称直径为 60 公厘，孔是基孔制 2 级精度，轴是二级精度的热配合。

孔的上偏差是 +0.030 公厘，下偏差是 0，

轴的上偏差是 +0.105 公厘，下偏差是 +0.075 公厘。

得最大过盈 $i_{\text{最大}} = 60.105 - 60 = 0.105$ 公厘，

最小过盈 $i_{\text{最小}} = 60.075 - 60.105 = -0.045$ 公厘。

平均过盈 $i_{\text{平均}} = \frac{0.105 + 0.045}{2} = \frac{0.150}{2} = 0.075$ 公厘。

现在如果把一批配合零件中的轴和孔，按照公差大小，各分为三类（见图 7），然后把相应的各组分别配合起来，那末配合过盈情况如表 3 所示。

表 3 用选配法装配 $60 \frac{A}{T_p}$ 时的配合过盈^①（公厘）

配合情况	孔的公差(十)	轴的公差(十)	最大过盈	最小过盈
轴 I 跟孔 I	0~0.01	0.075~0.085	0.085	0.065
轴 II 跟孔 II	0.01~0.02	0.085~0.095	0.085	0.065
轴 III 跟孔 III	0.02~0.03	0.095~0.105	0.085	0.065

这样，这批零件配合的过盈范围，从原来的 0.045~0.105 公厘减少到 0.065~0.085 公厘，也就是说，把过盈公差从 0.060 减少到 0.020 公厘。很明显，采用选配法比普通装配法的配合精度要提高很多了。

从上面的例子还可以看出，采用选配法时的平均过盈仍然是 0.075 公厘，孔和轴的制造公差没有减少而配合精度却提高了。

由此，我们可以知道选配法有下列优点：

(1) 可以增大最小过盈，使配合后比较安全稳固，避免零件在使用时发生松动。

① 轴的最大极限尺寸跟孔的最小极限尺寸之差，叫做最大过盈；轴的最小极限尺寸跟孔的最大极限尺寸之差，叫做最小过盈。

(2) 可以减少最大过盈，配合后不致因过盈太大使零件材料受到损坏，保证使用时的安全。

(3) 如因设备上、技术上及成本上的困难，不能制造出零件公差要求较高的成品来时，可以采用选配法来放大零件制造公差；即使可能做到较精密的制造公差，也可以采用选配法放大制造公差来降低成本和提高劳动生产率。

采用选配法唯一的缺点，是在检验时要多一番分类的手续，但这项缺点比起技术上、设备上的困难，是要便当得多的。

当然，要取得最好的配合结果，可以完全按平均过盈值来选取。

现在来谈谈求平均过盈的方法。平均过盈可把最大过盈加最小过盈除以 2 求得。基孔制孔的下偏差等于 0，因此最大过盈就是轴的公差上偏差，即图 8 中的 A_1 和 B_2 之间的距离。最小过盈即图 8 中 A_2 和 B_1 之间的距离，也可以说最小过盈等于轴的公差下偏差减去孔的上偏差。

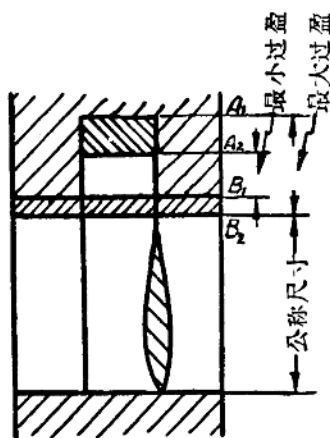


图 8 最大过盈、最小过盈和平均过盈的示意图。

例 3 有一配合 $30 \frac{A_1}{H_1}$ ，求平均公差？

解 查表知孔的尺寸为 $30^{+0.140}$ 公厘，轴的尺寸为 $30^{+0.270}_{+0.225}$ 公厘，

最大过盈 = 轴的上偏差 = 0.270 公厘，

最小过盈 = 轴的最小极限尺寸 - 孔的最大极限尺寸

$$= 30.225 - 30.140$$

$$= 0.085 \text{ 公厘,}$$

$$\begin{aligned} \text{平均过盈} &= \frac{\text{最大过盈} + \text{最小过盈}}{2} \\ &= \frac{0.270 + 0.085}{2} \\ &= 0.1775 \text{ 公厘。} \end{aligned}$$

表4 公称直径为 18~30 公厘的各种压配合的
最大、最小和平均公盈 (公厘)

配合符号	孔		轴			过 盈		
	下 偏差	上 偏差	下 偏差	上 偏差	轴的公差	最大	最小	平均
ПР ₁₁	0	+0.013	+0.028	+0.037	0.009	0.037	0.015	0.026
ПР ₂₁	0	+0.013	+0.035	+0.044	0.009	0.044	0.022	0.033
Гр	0	+0.023	+0.039	+0.062	0.023	0.062	0.016	0.039
Пр	0	+0.023	+0.028	+0.042	0.014	0.042	0.005	0.0235
Пл	0	+0.023	+0.025	+0.039	0.014	0.039	0.002	0.0205
ПР ₁₃	0	+0.045	+0.050	+0.095	0.045	0.095	0.005	0.050
ПР ₂₃	0	+0.045	+0.055	+0.100	0.045	0.100	0.010	0.055
ПР ₃₃	0	+0.045	+0.100	+0.145	0.045	0.145	0.055	0.100
ПР ₄	0	+0.140	+0.225	+0.270	0.045	0.270	0.085	0.1775

实际应用时，除 ПР₁₁、ПР₂₁ 及 Пл 外，其他各种压配合最好都按平均过盈来挑选，这样一来，就可以得到最合适的紧度。

四 压配合的冷压装配方法

压配合的装配方法有两种：

1. 冷压装配 适用于配合压力较小的几种压配合，如：Пл、ПР₁₁、ПР₂₁ 及 Пр。在大量生产时比较便利迅速。

2. 热压装配 适用于配合压力较大的几种压配合，如：Гр、

ΠP_1 、 ΠP_2 、 ΠP_3 及 ΠP_4 等，有时 Πp 也可应用热压装配。

冷压装配通常利用水压机或油压机来进行（圖9）。沒有液压設備或工件不适于用压力机来装配时，可以用抓子（上海工人称[拉馬]）或螺絲拉杆来进行冷压装配或拆卸（圖10及圖11）。

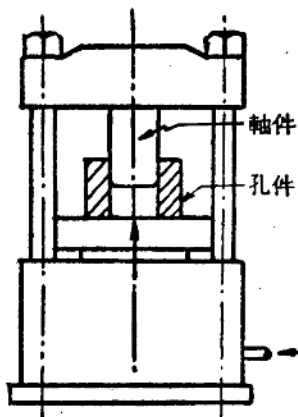


圖9 用压力机进行冷压装配法。

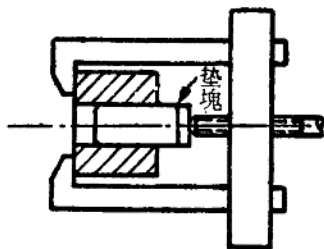


圖10 用抓子进行冷压装配。

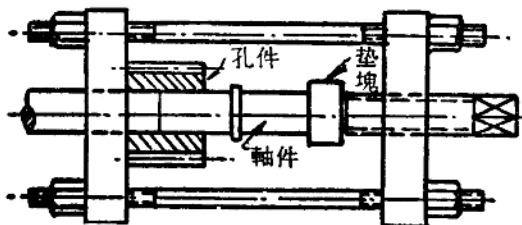


圖11 用螺絲拉杆进行冷压装配。

采用冷压装配方法时，应当預先計算冷压时的作用力，来檢查压力机能不能胜任。計算方法如下：

一、如果孔件外徑等于孔徑的兩倍时，可以按照下列經驗公式計算：

1. 当孔件和軸件的材料都是鋼时，压入作用力按下式計算：

$$P \approx 2 i l。$$