

138392

機械工作法叢書

工件裝夾法

克勞特克著

王國章譯



科學技術出版社·1952

總號：0053 分號：1-18 定價：7,600元

版權所有 不准翻印

原著版本說明

書 名 Spannen im Maschinenbau

作 者 F. Klautke

出版者 Verlag von Julius Springer, Berlin

出版年月 1934年

著者：克勞特克（德） 譯者：王國章

特約責任編輯：譚惠然 文字編輯：曾一平 校對：婁燕翔

1951年8月發排（思明） 1952年2月付印（科技）

一九五二年二月初版

北京造 0001—4000 冊

科學技術出版社 北京燈市口甲45號

總 經 售

三聯·中華·商務·開明·聯雲

聯 合 組 織

中國圖書發行公司

出版者的話

工件裝夾方法是機械施工過程中的第一步工作。它直接影響到工具和機器所能發揮的效率，同時又決定了工件的製造精度。簡單的說：工件裝夾方法是決定工件產品數量和質量的一步重要工作。這本書內把裝夾工作的原理、方法和夾具的種類等，作了有系統的詳細的介紹，並且列舉了一些最常用的新式和老式的夾具及裝夾方法，加以比較，使讀者知道那些應該採取，那樣應該避免。

在增加產品、提高質量的口號下，對於工件裝夾方法的研究，已是很迫切的要求了，因此這本書對於現場的技術幹部以及準備參加機械製造工業的同志們，是一本很好的參考資料。

1951年9月

目 次

一 裝夾方法和裝夾工具的一般介紹.....	1
1 裝夾工作的重要性——2 夾緊力和切削力——3 夾緊壓力的種類——	
4 夾具如可承受切削力的問題——5 夾具的分類	
二 圓周加工的裝夾方法	12
1 頂尖加工的裝夾法	
6 普通情形——7 頂尖內撐桿——8 轉動的頂尖——9 轉動的定心盤	
10 星狀內頂尖盤及三爪內夾頭——11 帶動頂尖——12 帶動圓錐——	
13 帶動夾頭	
2 一端夾緊加工法	
14 螺釘夾頭——15 大夾盤——16 雙爪夾頭——17 三爪夾頭——	
18 四爪夾頭——19 空氣夾頭——20 套筒夾頭——21 順軸向的夾	
頭——22 張力內撐桿——23 張力外夾套	
3 輔助夾具	
24 中心架	
三 長面加工的裝夾方法.....	37
25 機器虎鉗的作用方式和使用上所發生的錯誤——26 機器虎鉗的	
種類——27 普通的平口虎鉗和轉口虎鉗——28 下壓虎鉗——29 定	
位虎鉗——30 正心虎鉗——31 用於工件形狀不規則時的虎鉗——	
32 各種特別構造的虎鉗——33 類似虎鉗的三角夾鐵——34 頂尖	
座——35 電磁吸盤——36 真空吸盤	

四	普通夾具和輔助夾具.....	49
	37 夾緊螺釘——38 壓鐵——39 墊鐵——40 工件的墊鐵——41 角 度夾鐵——42 頂緊夾鐵——3 螺桿頂柱	
五	特種工件的裝夾法和夾具.....	67
	44 曲軸的裝夾方法——45 鑽床上用的特種夾具	
六	裝夾工作上的誤差.....	75
	46 工件被夾變形——47 薄壁套筒加工時防止變形的的方法——48 防 止大型工件被夾變形的的方法——49 加強工件防止被夾變形——50 裝 夾方向的誤差	
	譯名對照表	87

一 裝夾方法和裝夾工具的一般介紹

1 裝夾工作的重要性 工件施工時，一定要把它夾緊在機器上面，這項工作在機械工廠中叫做裝夾工作 (Spannen)。在施工過程中，工件受到一個刀具或是多個刀具的切削壓力 (Schnittdruck)，在這種切削壓力影響之下，工件與機器必須還能保持緊密的結合，才能完成工作。刀具作用到工件上所發生的力量，由工件傳到機器，同時機器上也生出了反作用的力量，這兩種力量都作用到作為中間體的裝夾工具上了。切屑斷面 (Spannquerschnitt) 增大的時候，切削力 (Schnittkräfte) 也因之增加，所以在施工時，究竟要用多大的切屑斷面來工作，或者是否可以把切屑斷面儘量的加大，以便發揮機器的最大效率，這完全與裝夾工具所能承受的力量有關。只有在把切屑斷面儘量加大的情形下，才算完全的利用了機器的效能。在很多場合下，所用的夾具不合要求，當施工時不得不遷就到夾具的效率而將切削力量降低，因此切屑斷面也隨之減小，小到夾具恰恰能把工件夾緊不動為止。這種情形自然是一種原則上的錯誤，應該盡力避免。由此可見，如果一部機器不能發揮它的全部效率時，夾具的問題是主要的原因之一。

夾具的作用，不僅要能把工件夾緊，同時還要能把工件定位 (Bestimmen) 以及定心 (Zentrieren)，並且要在全部施工過程中永遠保持固定不變的位置。具備了這些條件之後，才算完成了裝夾工作的任務。

對於圓周加工 (Rundbearbeitung)，通用的主要夾具是大夾盤 (Plattscheibe 俗名花盤)；對於長面加工 (Langbearbeitung) 所用的主要夾具是機器虎鉗 (Maschinenschraubstock)。由這兩種基本的夾具演變成爲其他主要的夾具種類。除了主要夾具是用來承受力量之外，還有輔助夾具是協助支持主要夾具用的，有時也可以單獨發生作用。

2 夾緊力和切削力 工件在施工之時，受到了各種不同方向的切削力，這些切削力都作用到夾具本身上，而發生不同的影響。那一種切削力對於夾具的那一種任務發生影響是一定的，例如：工件在施工過程中，有時候固然能够保持它應有的位置，就是說已經達到了定心或定位的目的，但是夾爪的力量抓得不緊，使工件在夾爪之內發生滑動；或者是夾爪雖然抓得够緊，工件不能滑動，但是工件移動了位置，就是說沒有達到定位或定心的條件。在圓周施工時（車、鑽、圓銑、圓磨），切削力總是想把工件在夾緊的位置內加以扭轉。假定工件是頂在兩個頂尖之間的，則不論切削力作用在工件的任何位置上，對於定位或定心問題多半不生影響；這時工件固然可以在它頂緊的地點滑轉，但是並不至於變動它的位置。在這種裝夾情形下，只須給工件加一個帶動裝置，使機器可以把它帶轉即可。這種帶動作用如果是用普通方法來實施，多半不能完全完成任務，但是採用特種方法，則可以只用極小的夾緊力，或是竟完全不用夾緊力而完成任務。

假定工件是單端夾在夾頭 (Futter) 之內，則切削力的方向，以及它作用在工件的位置，對於裝夾問題大有關係，因為切削力可以把工件由它原來的位置頂偏，甚或把工件由它的夾緊部位鬆脫出來。一個本來極小的切削力，在特殊情形之下可以變成極大的力量，以致用普通的夾具不可能將工件夾緊，或是可以使夾具所發生的夾力與切削力不能互相抵消；遇到這種情形，就必須另外尋求特別的方法來解決了。

第一種情形，如果只希望達到足夠的帶動作用，並且不至於發生滑動，那是很簡單的事情。在圖 1 中的主切削力 P 作用在工件的外表上，它與工件的半徑 $\frac{d}{2}$ 組成一個力矩 (Moment)，叫作切削力矩 (Schnittkraftmoment)，如果用 A 來代表，則 $A = P \cdot \frac{d}{2}$ 。工件夾緊在夾盤上，同時也生出來一個夾緊力矩 (Spannmoment)，用 B 來代表，作為切削力矩的反作用，來防止發生滑轉。因此只要是 A 小於 B 的時候，工件就不會發生滑轉。夾緊力矩 B 是由夾緊壓力 (Spanndruck) C ，摩擦係數 μ 和夾緊直徑 (Spanndurchmesser) D 組成的，它們的關係是 $B = C \cdot \mu \cdot D$ 。在這公式中的 $C \cdot \mu$ 就是作用在夾緊直徑上的圓周力 (Umfangskraft)。如果夾緊壓力 C 不變動的時候，則夾緊力矩 B 是隨着夾緊直徑 D 的增加而加大的；摩擦係數 μ 的大小是和夾緊表面的粗糙程度有關，我們可以把夾緊表面故意作成粗糙，而使摩擦係數 μ 增大。此外則夾緊力矩 B 的大小和夾爪數目多少有關，兩個夾爪或是三個夾爪的夾具， $B = C \cdot \mu \cdot D$ ，四個夾爪的夾具， $B = 2 \cdot C \cdot \mu \cdot D$ ，因為四個夾爪分成各自獨立的兩組，夾緊力矩因而加倍。以上所說的情形是普通對於圓形物體的夾法。對於方形的物體，則可以完全不利用夾緊壓力而把工件帶動。但是對於圓形物體也可

以利用特種辦法使夾緊力矩在工作進行中自動的增大，永遠超過切

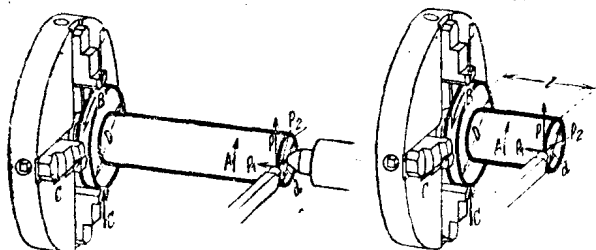


圖 1

圖 2

圖 1.2 圓周加工時夾緊力和切削力的作用情形

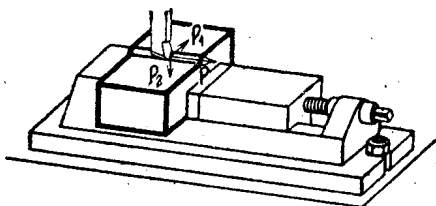
P = 主切削力 P_1 = 進刀壓力 P_2 = 反壓力

A = 切削力矩 B = 夾緊力矩 C = 夾緊壓力

削力矩。在圖 1 的情形下，進刀壓力 (Vorschubdruck) P_1 和反壓力 (Rückdruck) P_2 都不發生很大作用。圖 2 是工件單端裝夾的情形，這裏除要注意主切削力 P 之外，尚須注意到進刀壓力 P_1 和反壓力 P_2 所發生的影響。因為 P_1 不是作用在工件的軸線上，所以它除了有把工件壓入夾具的作用以外，還有把工件頂翻的作用（所用的力矩是 $P_1 \cdot \frac{d}{2}$ ）。 P_2 則發生一個把工件由夾具內頂偏的作用，同時還用力臂 l 來把工件曲撓，最後則主切削力 P 除了發生一個旋轉力矩 (Drehmoment) 外，還因為 P 是作用在工件的一端，因而發生一個以距離 l 為力臂的曲撓力矩 (Biegemoment)。

各種力量作用的情形與裝夾種類，切削位置，和切削種類有很大的關係，在此處不能深入的討論。不過在一切單端裝夾的情形下，各種副切削力對於定位或定心所發生的影響都能設法避免。在長面加工時（鉋、銑、等等），主切削力 P 發生一種把工件沿着切削方向推動的作用（圖 3），或者是如果工件伸出很長時，又可發生一種曲撓作用

(圖 9 及圖 16)。在圖 3 中進刀壓力 P_1 發生出一種把工件往側方向推動的作用, 反壓力 P_2 則發生一種把工件往底面壓, 或是由底面往上翻起的作用, 因此所用的夾具必須能夠對於這些可能發生的移動加以防止。圖 3 長面加工時夾緊力和切削力的作用情形



3 夾緊壓力的種類 裝夾工作在基本上可以分為兩種, 一種是硬性的裝夾, 一種是彈性的裝夾, 以下要分別討論。

a) 硬性的裝夾方式——硬性的裝夾方法是原始的和最常用的裝夾方式。一切老式的夾具多半是利用螺桿、偏心、鍵, 以及類似的機械原件所組成的, 所以基本上都是一些硬性的夾具。這種裝夾方式的特點, 是夾具上直接施力於工件的機構, 例如夾盤的夾爪和螺釘, 在加工過程中永遠是固定不動的。如果工件本身在受力之後因為材料彈性作用而漸漸的發生了變形, 則施力機構不能隨時緊緊壓牢工件, 因此即可發生鬆弛現象, 夾緊壓力因之漸漸變小。但是有時的情形恰恰與此相反, 例如: 工件經過切削時所生出的熱量能將工件漲大, 因而增加了夾緊壓力。又如當工件鬆動了之後, 將要開始滑轉,

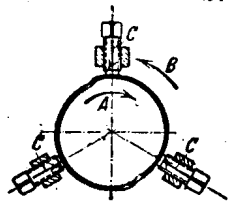


圖 4

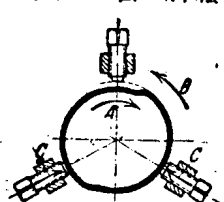


圖 5

圖 4、5 圓周加工時使用硬性裝夾方式所發生的情形 A=切削力矩 B=夾緊力矩 C=夾緊壓力(硬性的)

而這時工件表面上高起的部分, 用一種楔狀的作用, 或是偏心的作用擠入夾爪之內, 這樣也就增加了夾爪對於工件的夾緊壓力, 這種情形以在粗糙表面的工件為最顯著。由

此可見，硬性的裝夾方式有時可以發生不好的結果，有時也可以發生很好的結果，要看如何將工件裝夾而定。圖 4 和圖 5 是表示在圓周加工時可能發生的不良結果。圖 6 和圖 7 是表示在長面加工時可能發生的不良結果。我們設想一個粗糙表面上是有高低不平波狀的起伏，例如圖 4 和圖 5 所顯示放大的情形。如果在裝夾這些工件之時，夾具上的夾爪恰巧夾在表面的凸起處（圖 4 和圖 6），則工件在受了轉動力和推動力之後，隨時有從這表面凸起處滑下來，因而由夾具中鬆脫出來的危險（圖 5 和圖 7）。如果在裝夾這些工件之時，夾具上的夾爪恰巧夾在表面的

凹下處，則工件在受力之後發生轉動，而將凸起部分用一種楔狀或偏心作用擠入爪夾之下，這時夾緊壓力將要增大因而把工件夾得更緊。

硬性的裝夾方式在另外一種情形下也還有他的長處，例如在夾緊了的工件上，如果由於切削力發生了一種槓桿

作用，例如一個單端裝夾的圓形物體（圖 8）或是一個在機器虎鉗中夾緊了的工件（圖 9），則硬性的裝夾方式可以確實的防止工件翻倒。

硬性的裝夾方式在一定限度之內自然也有相當的彈性，因為夾具本身總是有些彈性的，不過這種彈性並不改變以上所說的這種夾

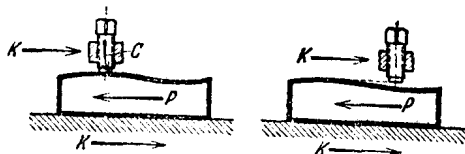


圖 6

圖 7

圖 6, 7 長面加工時使用硬性裝夾方式所發生的情形
 P = 切削壓力 C = 夾緊壓力（硬性的） K = 反向力

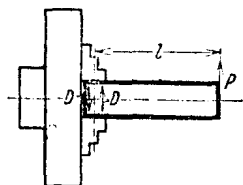


圖 8

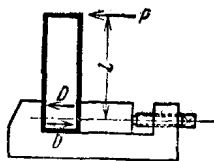


圖 9

圖 8, 9 硬性裝夾方式的優點舉例

P = 切削壓力 $P \cdot L$ = 翻倒力矩 D = 抵抗力矩

具的作用情形。

b) 彈性的裝夾方式——新式有彈性的裝夾方式主要是利用壓縮空氣作用的夾具。此外還有用油壓力，彈簧壓力，或是電磁力來設計的夾具。這種夾具的特點是在施工過程中，夾緊壓力保持不變，因此絕不至於發生鬆動情形。圖 10 和圖 11 是表示圓周加工的情形，圖 12

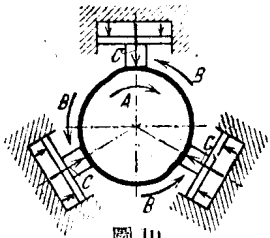


圖 10

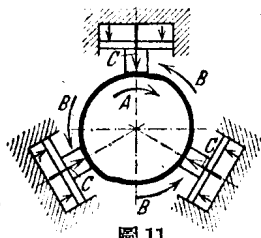


圖 11

圖 10、11 圓周加工時使用彈性裝夾方式所發生的情形

A = 切削力矩 B = 夾緊力矩

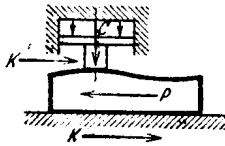


圖 12

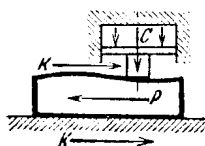


圖 13

圖 12、13 長面加工時，使用彈性裝夾方式所發生的情形

P = 切削壓力 C = 夾緊壓力(彈性的) K = 反向力

如：空的物體，以及他種不太堅強的物體，很容易經過過大的夾緊壓力發生變形，而被夾壞，在硬性裝夾方式中，所有夾具照例是用手來扳緊，對於壓力大小全靠工作者的感覺，而無法加以控制，因此很有可能用力過大。彈性的裝夾方式，對於夾緊壓力可以按照需要加以適當調節，因此絕不至於發生壓力過大而把工件夾壞的情形。

利用壓縮空氣來作夾具壓力，對於承受很大的扭轉力特別適合，

這種大的扭轉力發生在多刀具的車床，或是輻頸車床之上。圖 14 和圖 15 是表示兩件相同工件使用同樣的裝夾機構夾緊的情形，不過這

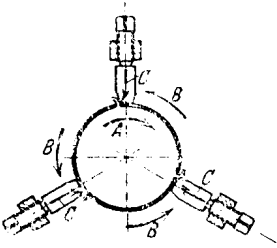


圖 14 使用硬性裝夾方式時，
夾緊作用鬆弛的情形
A = 切削力矩 B = 夾緊力矩
C = 夾緊壓力(硬性的)

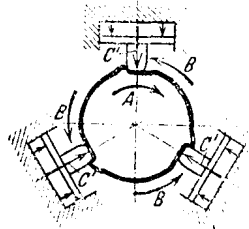


圖 15 使用彈性裝夾方式時，
夾緊作用保持不變的情形
A = 切削力矩 B = 夾緊力矩
C' = 夾緊壓力(彈性的)

兩種夾具的性質，一個是硬性的，一個是彈性的。對於一件軟材料的工件，儘管使用的是平的夾爪，也很容

易把工件夾得很緊，因為夾爪可以在夾緊壓力 C 的

作用下稍稍擠入材料之中。在硬性裝夾方式時，如果工件發生了滑轉，則阻礙滑轉動作的那部分材料將被夾爪磨損，但是夾爪仍然保持原來位置並不移下，於是夾緊壓力漸漸減小，最後減至為零（圖 14）。如果在彈性裝夾方式時，工件發生了滑轉，則夾爪可以用不變的壓力稍稍壓入材料，這時阻礙滑轉的那一部分材料，起初只被擠高起來直到所發生的阻力與扭力平衡時為止。材料表面不致於磨損（圖 15）。為了對於硬質材料也能發生上面所說的阻止滑轉的作用起見，可以把夾爪作成尖口，或是鋸齒形狀。

彈性夾具也有它的缺點，因此它並不是對於任何情形都能適合的。例如一件通體都是很薄弱的工件，或是在加工之後某一處將要變成很薄的工件（在銑工工作時常有這種情形），則彈性夾具所發生的固定壓力將要把這薄弱的工件壓下或是變形。這種情形在使用硬性夾具之時是不會發生的，因為當工件稍一彎曲或稍有變形縮小時，

夾緊壓力就立即減小了。所以對於銑工夾具多半不能利用壓縮空氣的夾具。

此外則對於伸出很長的工件也不適宜利用彈性夾具，因為工件受到了槓桿作用，很有由夾具中翻倒的可能。圖 16 中所表示的就是這種情形，不過我們可以利用一種設計把夾具的後退作用減小或完全阻止，例如圖 17 中所表示的樣子。可是平常通用的彈性夾具多半

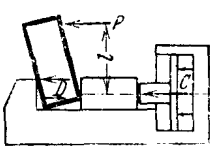


圖 16 彈性夾具不帶阻止

夾具後退的設備

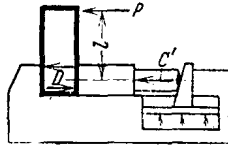


圖 17 彈性夾具附帶阻止

夾具後退的設備

$P \cdot l$ = 翻倒力矩 D = 抵抗力矩 C 和 C' = 夾緊壓力

沒有這些設備，因此如果利用它們夾一件伸出很長的工件，則在施工時，工件外端受到了切削力的作用，很有可能發生把工件翻倒的危險。

4 夾具如何承受切削力的問題 作用到夾具上的力是切削力，夾具所發生的應力是夾緊力。夾緊力承受切削力的方式可以分成下列基本的兩類，這對於硬性夾具或彈性夾具都是相同的。

a) 夾緊力間接的承受切削力——夾爪用夾緊力 C 夾到工件之上而與摩擦係數 μ 組成抗滑力 $\mu \cdot C$ 。這個抗滑力一定要比由主切削力生出的作用在夾緊圓周上的圓周力來得大，工件才不至於滑轉，通常的情形，夾緊力要比切削力大 6 倍至 8 倍方可。這種承受力的情形是在切削力與夾緊力垂直的時候發生的。例如：圓柱體的工件頂在車床頂尖之間，或是夾在夾盤上（圖 18），或

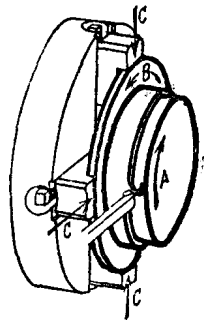


圖 18 夾具承受切削力的情形（圓周加工）

A = 切削力矩

B = 夾緊力矩

C = 夾緊壓力（硬性的）

者是大工件直接裝在鉋床面上(圖 19), 又或是小型工件夾在機器虎鉗內時都屬於這一類。在這些裝夾情形時, 所有由雞心夾頭 (Dreh-

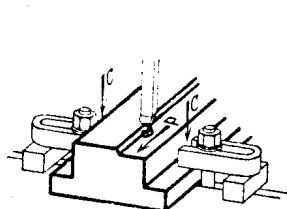


圖 19

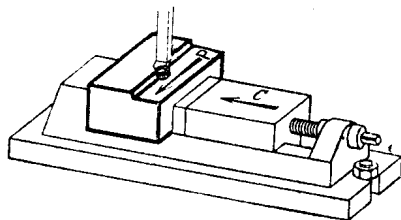


圖 20

圖 19、20 夾具承受切削力的情形(長面加工)

P = 切削壓力 C = 夾緊壓力

herz)、夾爪 (Spannbacken)、壓鐵 (Spanneisen) 以及鉗口等所生出的抗滑力, 一定應該足夠需要, 方能完成任务

b) 夾緊力直接的承受切削力——這種情形是在切削力與夾緊力同在一個方向時發生的。切削力的方向有時是向着夾具的固定邊, 例如: 固定的鉗口; 也有時是向着夾具的活動邊, 例如: 活動的鉗口或是壓緊螺桿。夾緊力只要比切削力大一倍半至兩倍就夠用了。這種受力的情形多半發生在鉋工或銑工工作, 使用機器虎鉗裝夾工件時。切削力的方向是與鉗口垂直的(圖 21 及 22)。在進程方向所產生的

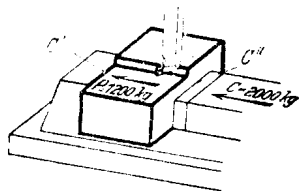


圖 21

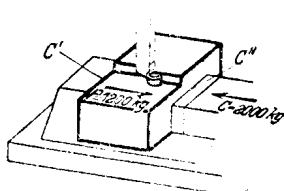


圖 22

圖 21、22 夾具承受切削力的情形

P = 切削壓力 C = 夾緊壓力 C' = 由於切削壓力的影響, 作用到固定鉗口上的切削壓力 C'' = 由於切削壓力的影響, 作用到活動鉗口上的切削壓力。

壓力,只有利用抗滑力來承受了。

如果切削力小於夾緊力,則在硬性夾具中不會產生另外附加的力量。這點要在下面特別指出,例如:一個工件夾在虎鉗之中,夾緊壓力 $C=2000\text{ kg}$,這時鉗口每邊與工件之間,都有 2000 kg 的壓力。假設切削力 $P=1200\text{ kg}$,它的方向是向着固定鉗口作用的(圖 21),則固定鉗口上的壓力並不變動,仍是 2000 kg , $C=C'=2000\text{ kg}$,因為切削力只不過是代替了活動鉗口上的一部分壓力 (1200 kg) 作用到固定鉗口上而已。但是如果切削力的方向是向着活動鉗口一邊的話(圖 22),則固定鉗口上的壓力將要減少變為 $C'=800\text{ kg}$,可是活動鉗口上的壓力仍然不變,還是 $C=C''=2000\text{ kg}$ 。

如果所用的夾具是彈性夾具(例如:壓縮空氣夾具),則當切削力的方向向着固定鉗口時,所發生的情形就不同了(圖 21),這時夾緊力 $C=2000\text{ kg}$ 與切削力 $P=1200\text{ kg}$ 將要相加,因此固定鉗口上的壓力變為 $C'=3200\text{ kg}$,可是活動鉗口上的壓力並沒有變動,仍然還是 $C=C''=2000\text{ kg}$ 。

假設切削力的方向是向着活動鉗口的話,則所發生的情形與硬性夾具相同 $C'=800\text{ kg}$ $C''=2000\text{ kg}$ (圖 22)。

5 夾具的分類 機械工作上使用的普通夾具,可以按照施工種類分為圓周加工夾具,長面加工夾具及混合加工夾具三類。

二 圓周加工的裝夾方法

圓周加工的方法可分兩類，一類是頂尖加工法(Spitzenarbeit)，一類是夾頭加工法(Futterarbeit)，所用的夾具因此也可以分為兩類。但是在特殊情形時，有的夾具也可以適合兩種工作方法的使用。

1 頂尖加工的裝夾法

頂尖加工法，是把工件頂在兩個頂尖之間來加工的方法(俗名叫頂起來車或銑)。一個頂尖是裝在機器主軸之內，而與主軸共同旋轉，另外一個後頂尖是裝在固定的頂尖座內(Reitstock)，多半是固定不轉，但是新式的高效率車床的後頂尖也有隨同工件旋轉的。圓磨床上的兩個頂尖都是固定不轉的，因此圓磨床的設計與車床的設計基本上是不相同的，這有它的一定的原因，此處不能詳說。在特種情形之下，也可以使用別的補助辦法，來代替普通機器上附帶的頂

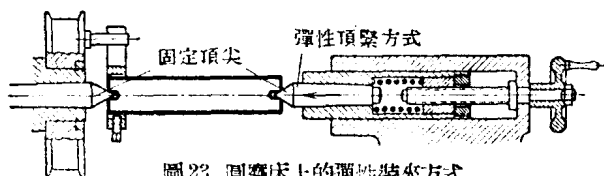


圖23 圓磨床上的彈性裝夾方式