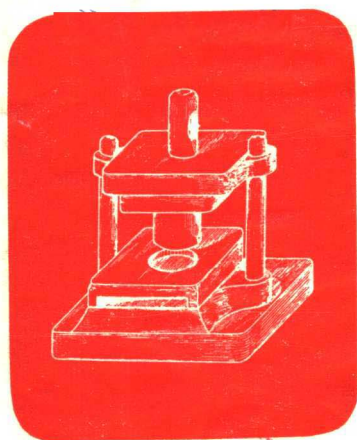


栗翼平編譯

模 衝 談



機械工業出版社



工 業 技 術

*

編譯者：栗真平 文字編輯：楊溥泉 責任校對：周任南

1953年8月發排 1953年11月初版 00,001—10,000冊

書號 0355-8-91 $31 \times 43\frac{1}{32}$ 14千字 10印刷頁 定價 1,000元(四)

機械工業出版社(北京盛甲廠17號)出版

機械工業出版社印刷廠(北京泡子河甲1號)印刷

中國圖書發行公司發行

目 次

一	衝模的切割作用	1
	1 單刃切割——2 雙刃切割	
二	切割時的摩擦	4
三	衝斷所需壓力的計算	6
四	衝模的一般構造	8
	1 衝具座——2 模座——3 模座導向柱——4 衝模材料——	
	5 退料和定料裝置——6 衝模的類型	
五	衝模所用的潤滑劑	16
	附表	17

一 衝模的切割作用

在使用鑿子切削工件的時候，我們很清楚地體會到，用什麼樣子的刃口，就可以衝切出來什麼樣子的切割面型（如圖1）。

把這種切割的原則，實用到鍛加工的剪切上面去，就是使用衝模切製工件的最原始的基本理據。

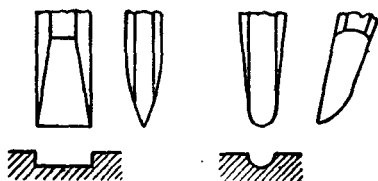


圖 1

我們常說起的「衝模」，實際上是包括有兩項工具的混合名稱，它們應該明確地被分開，叫做「衝具」和「模具」。

「衝具」的構成，就是根據圖1切割原則製造出來的複雜形狀的刃口，它的輪廓要和所要切割出來的工件一樣。而「模具」呢？就

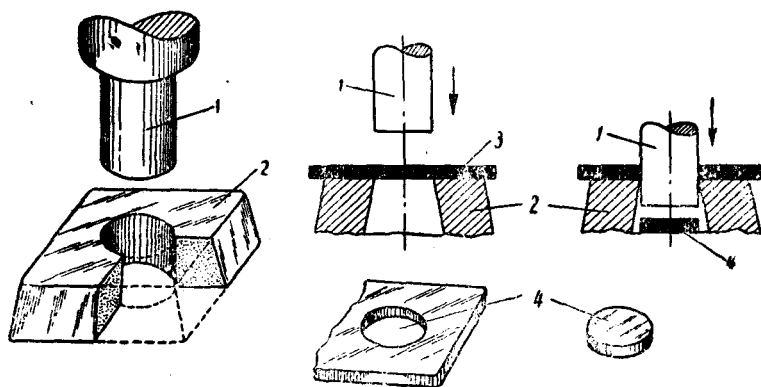


圖 2

是衝具滑套形式的凹空切割刀口。在工作中和衝具的刀口構成複雜形狀的剪刀刃的切割作用性質。這樣才能靠了衝具向下的衝切壓力，把夾在它們中間的鈹金材料切割出所要的工件來（如圖 2）。

我們知道：金屬材料是結晶體不規則地組織結構而成。不同元素成分的材料，有它不同的組織特性，也就表現出不同的抗張強度、彈性和延展性。而金屬材料的被外力切割開，首先是要通過一定的工具刀口，把加工外力集中到切割部位上去，克服了材料的抗張應力和彈性，壓縮這一部位的晶體組織，使它們喪失掉適宜外力的延展變形性（韌性），這樣就造成了它們組織間的分離破壞，達到了切割目的（如圖 3）。

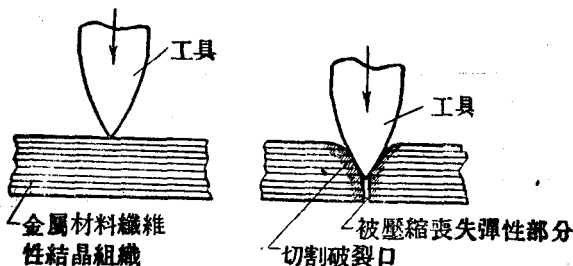


圖 3

由這裏我們可以體會到，衝模固然可以定出來要切割的形狀輪廓，可是切割活動的成，却是主要地決定在工件材料的本身被切割加工的性質上的，這就是說材料的破裂分開，不能完全由外力（衝模）來決定，必須要根據不同的材料性質設計衝模才能保證衝製品的規格質量。以下讓我們來談談有關衝模方面的一些基本知識。

1 單刃切割 當力 R 把刀刃衝壓到材料中去，這時力的作用，像圖 4 那樣，力 R 在楔形刃物的兩邊分解成垂直於刀面的兩個分

力 P_1 跟 P_2 。這兩分力又分爲垂直跟水平於材料的分力：垂直於材料的分力 P_{1s} 跟 P_{2s} ，它們是衝壓材料的力量。水平於材料的分力 P_{1w} 跟 P_{2w} ，是刃面使材料分離的力量，也就是橫壓的力量。由於這一種應力的產生，刃面的材料就只能像圖 4 那樣，沿着刃面進入的方向延長，不會發生向水平方向伸延的毛病。當材料是比較軟一些的時候，刃面的材料，就會像圖 6 那樣，產生沿着刃面下沉的現象。當壓力 P_1 和 P_2 繼續

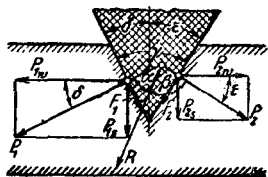


圖 4



圖 5



圖 6



圖 7

作用在刃面上時，刃面與材料間產生摩擦力 $F_1 = P_1 \mu$ 和 $F_2 = P_2 \mu$ ，這一情況的發生，是值得特別重視的，因為它能使上面所談到的運動遲緩發生，因此，刃面周圍的材料，既不像圖 5，也不像圖 6 那樣，而是像圖 7 那樣，產生向下沉的圓弧形狀。

2 雙刀切割 雙刀中間，插入飯料時，在接觸面上，力 P 發生作用（圖 8）。假如使力 P 繼續加在刃刀上，材料因為有彈性的關係，接觸面上發生變化，同時全壓力 P ，離開了切斷面 AB ，產生旋轉力矩 $P \times L$ 。

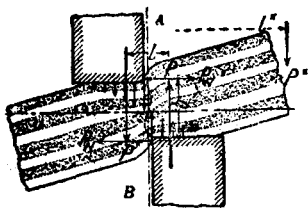


圖 8

當衝壓一件放得非常平正的材料時，這種旋轉力矩，會使材料從水平面向上傾斜。由這一傾斜作用，就會產生出另外一種旋轉力矩

$P_v \times b$ 。只有在 $P \times L$ 大於 $P_v \times b$ 的時候，刀刃才能把材料切斷成爲兩塊。爲了使材料不致傾斜得太多，所以我們要想辦法加上另外一種力矩 $P \times L$ 。這種旋轉力矩的方向，必須與 $P \times L$ 相反，通常的方法，就是使用比較尖銳些的刀刃，像圖 9 那樣，當刃前角 $\beta < 90^\circ$ 時，力 P 相互間的水平距離 L ，比 $\beta = 90^\circ$ 時，要小一些，也就是說它們中間所產生的旋轉力矩變小了，因此材料的傾斜程度，也跟着變小了。

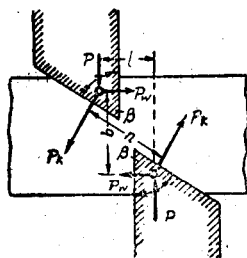


圖 9

二 切斷時的摩擦

在切斷過程中，產生摩擦的地方很多，如被切削下來的材料，跟殘料中的摩擦；刀面跟材料間的摩擦；以及材料中的旋轉力矩，材料的展性跟彈性變形等等。我們研究摩擦發生的基本原因：是由垂直於摩擦面的壓力；摩擦面的滑動距離，跟摩擦係數三要素的變化而增加或減少。使用相對刀口切斷工件時，摩擦的情況是由刀刃

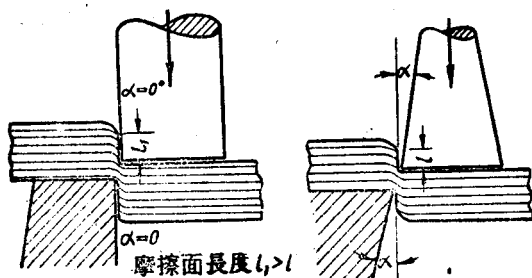


圖 10

的自由角(又叫逃角) α 的磨法不同而決定的(如圖10)。但是當 $\alpha > 0$ 時,無疑地會削弱了刀刃的強度。因此在衝切彈性很大的材料,估計到切口跟刀口可能產生嚴重的摩擦情況時,才可以用 $\alpha > 0$ 的衝模刀口。而且 α 的大小,只允許在 $0^\circ \sim 6^\circ$ 的範圍以內。減少摩擦係數的另外一種方法,可以從切斷面的切斷情況來判斷。從上一節的論述裏,已經知道分離是由刀刃的強大剪斷應力而開始的,因此實際上的分離面對於理論上的切斷面形成傾斜,(切斷軟鐵時,在刀刃附近約傾斜 5°)同時在平行的兩個分離面之間產生破斷。如果用適當的間隙就能夠使刀刃與材料間的摩擦減少(如圖11甲)因為

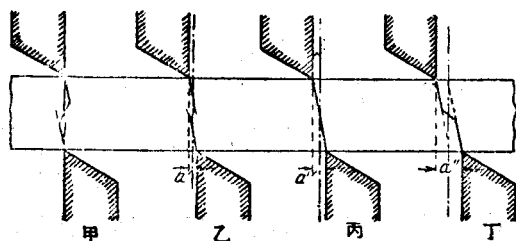


圖 11

上模跟下模之間沒有間隙,在上模刀口附近材料所發生的傾斜,使材料不能落下去。嚴重的情形還能使工具損壞,間隙如果過大,就會產生圖11丁的結果,造成製品的邊緣不光滑,尺寸也就不準確。要防止這種現象,就只有採用適合的間隙(如圖11乙和丙),這樣就可以把好多需要逃角刀口的模具在製造上簡化了,在衝切刀口之間,留有一定的間隙。衝模刀口間隙的大小,要根據材料的厚度、硬度而定。在一般情況下,可以依照下面表裏所指示的數據來選定間隙值。

實際上兩刀刃間的間隙,只有圖12所示值的一半。但是在衝

製製品要求得非常精密的時候，還可以依照具體情況，選擇適當的間隙；有時在衝製小直徑的孔時，爲了使上模不被材料的橫張壓力扭擠，也可以把間隙適當的放寬一些，不一定機械地受圖 12 的限制。

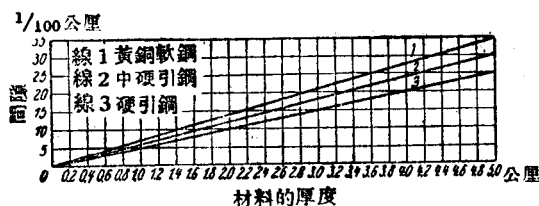


圖 12

在這裏會發現一個疑問，如果要在 2 公厘厚的黃銅皮上衝製一個 10 公厘直徑的孔，或者用來製造一個 10 公厘直徑的圓片，間隙是應該加在上模呢？還是下模呢？由於衝孔工作所衝掉的那一部分是不要的屑片，我們爲了保持孔徑尺寸的準確，要把間隙加在下模。下料模的情形恰巧與這相反，所以把間隙留在上模。仍拿上面的題目來作解答，從圖 12 中查出 2 公厘厚的黃銅皮應留的間隙是 0.10 公厘。當我們要衝直徑 10 公厘的孔時，那麼上模就要做成直徑 10 公厘，下模就要加大，做成直徑 10.1 公厘。如果要製造直徑 10 公厘的圓片，下模也要做成直徑 10 公厘，上模就要減小，做成直徑 9.9 公厘；這樣衝出來的結果，才能夠達到預期的目的。

三 衝斷所需壓力的計算

要計算剪斷材料的壓力，也不是一件簡單的事情，因爲在切斷時，切斷的速度、模子的構造、和刃口斜角的大小等，都會直接影響所需要的壓力。但是爲了在應用上的方便，我們可以採取概略的計

算辦法，現在把計算公式寫在下面： $W = U \times S \times K$

式中的 W ——從分離面斷開來所需要的壓力(公斤)

U ——切斷綫的長度(公厘)

S ——材料的厚度(公厘)

K ——材料的衝斷係數，它的大小一般都採用各種材料
抗剪強度的 1.7 倍(公斤/平方公厘)

現在把常用材料 K 的值列於表 1 內

表 1 各種材料的衝斷數值表

材 料 名 稱	衝 斷 數 值 K 公斤/平方公厘	材 料 名 稱	衝 斷 數 值 K 公斤/平方公厘
軟 鋼 板	60~70	拉深鋼板(冷)	40~60
銅 板	25~40	鋼板(加熱至暗赤色)	12~20
鋅 板	9~15	錫	2~3
鉛	1.5~2.4		

使用衝孔切割工件，因為它的切斷結果是建立在材料組織被壓縮破折的基礎上的，所以它的衝切刃口斷面是層疊式鱗狀的邊緣(圖 10)，有人曾經對軟鋼的衝孔工作應力的分佈，作過實驗跟計算，像圖 14 那樣實綫代表壓縮應力，虛綫代表剪斷應力，圖中數字的單位是以公斤/平方公分來表示的。從這裏可以看出剪斷應力是很快地減低了，僅僅在上模的切刃附近，剪斷應力的值是超過了材料的強度。而壓縮應力，就是在材料的內部也可以看到。這裏我們要注意一件事情，就是衝具的邊上受力最大，所以在設計衝模時除開要考慮依據衝壓件所用材料的強度和硬度，來選擇該用什麼材料跟多大硬度來做衝模之外，一般說來衝具的材料質量和熱處理

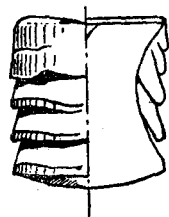


圖 13

規格是應當比模具較高的。

在實際應用的場合下，上面這一種計算出來的數值，可能會超出機床規定的能量。爲了發揮機床的潛在力，我們可以採用剪角 ω 的辦法。圖15就是採用剪角 ω 的方法，這一方法的好處，不僅大大地降低了工作時的瞬間壓力，而且減輕衝擊現象。一般的情況，剪角 ω 應在 $0^\circ \sim 12^\circ$ 之間，因爲剪角過大，被剪切下來的材料，會發生彎曲變形，嚴重的甚至會

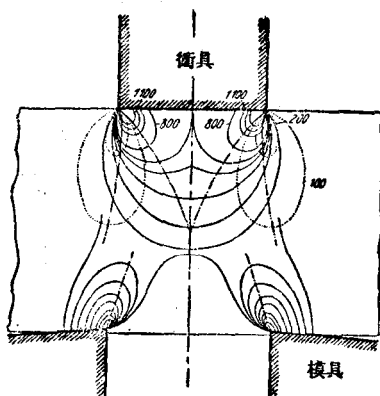


圖 14

- 壓縮應力
- - - - 剪斷應力
- · · · 最大壓縮應力綫
- · · · 最大剪斷綫



圖 15



圖 16

使材料成爲圓弧形，如圖16所示，（對於薄的長而狹的材料表現得更顯明），所以我們在選用剪角時，儘量地採用較小的數值。使用剪角以後，所需要壓力的計算公式如下：

$$W = \frac{0.225 \times S^2}{\tan \omega} \times K。$$

四 衝模的一般構造

最簡單的衝模，像圖17那樣，僅僅有上模和下模兩件。比較完

善一點的衝模，如第 18 圖，由 1 衝具座、2 模座、3 衝具、4 模具、5 衝具固定板、6 退料板和 7 模座導向柱，8 入料口等所組成的；爲了使這些零件能够裝配組合起來，還必須用一些普通的機械原件，如螺釘，銷子等。有時爲了迎合大量生產，也可以再加裝自動退料、餵料的機構。現在把一般性的衝模各主要部分的情況介紹於下：

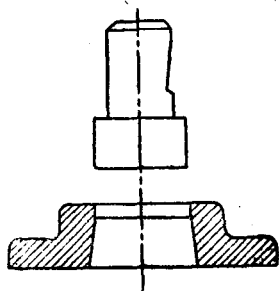


圖 17

1 衝具座 衝具座一般都用鑄鐵製造，經過加工以後，用它來固定衝具和把它裝到機床上去。衝具座上面有突出來的圓柄，叫做提把或模尾（如圖 19），它的大小是隨着機床上的圓孔直徑不同而定的。通常規定圓孔採用國際公差標準基孔制 H_7 級，提把的大小則選用 H_7 級（轉合座）。有時爲了使衝具座製造方便起見，也有把提把單獨製造後，再安裝到衝具座

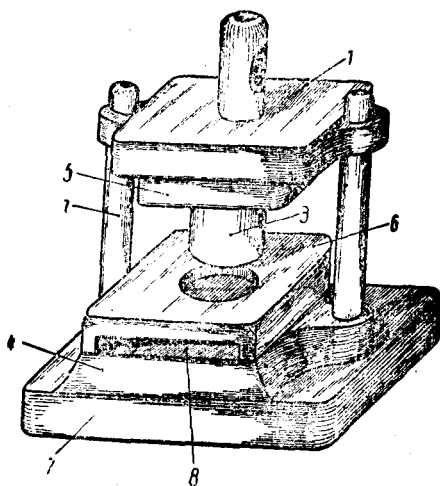


圖 18

上去，安裝的辦法是：把提把套入衝具座後鉚牢；把提把下端製成螺扣，旋入衝具座後用銷子固定；把提把由衝具座下面打入。這幾

種辦法，第一種只能用在輕型的衝壓工作，第4種只能適合於繁重的衝壓工作。

2 模座 模座也是用鑄鐵製成的，它必須負擔着固定下模的任務，同時又得使模具能裝到機床的床面上去，因此在模座的兩旁，有突出的耳形物兩個。圖 20 是各種不同形狀的模座。在衝壓工作多的工廠裏，多半制訂一套適合本廠衝壓床規格和使用簡便的標準模座，供製造衝模時選用。這樣，可以節省設計和製造衝模時間，同時衝模的編號、管理和保養也方便得多。

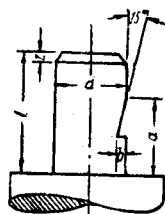


圖 19

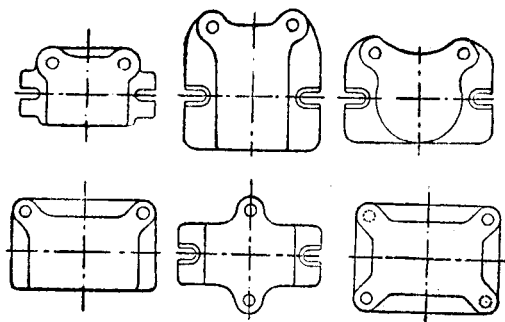


圖 20

3 模座導向柱 模座導向柱的主要功用是使衝模在衝壓過程中，保持準確的相對位置，不致因為機床的震動，或安裝上的鬆動變形，把衝模的刃口打壞，所以它的材料，需要能够承担摩擦的損失，通常都選用中碳鋼來製造，隨着模座的標準化，它的長短大小也有規定的。

4 衝模材料 衝模在衝壓過程中，必需要有相當高的強度，來

承擔反覆的衝擊；同時又得具備着一定的硬度，來抵抗衝擊中的摩擦，一般都用合金鋼或者是碳素工具鋼來製造。當合金鋼的價錢很貴，又不容易買到適合各種不同衝壓工作的材料（附表 2）。所以在大规模的衝壓工場裏，有採用低碳鋼板來製造下模的，製造的方法

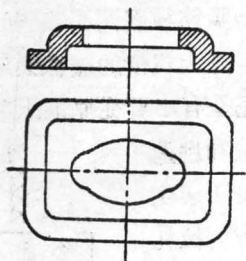


圖 21

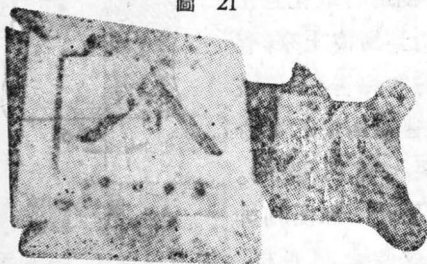


圖 23

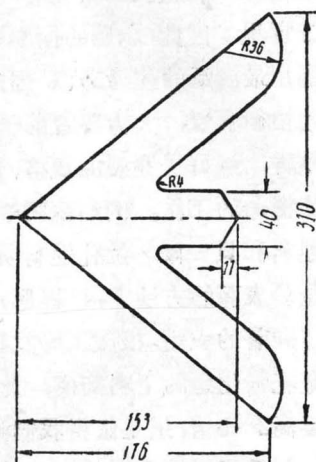


圖 22

是把低碳鋼板衝壓成圖 21 的形狀，在製造下模時，只要依照成品的輪廓尺寸開出槽來，再經過滲碳、淬火、磨光等手續，就可以直接裝到機床上去。這個辦法，不但節約了價昂的合金鋼，而且還可以節省模子的製造工時，因此降低了產品的成本。根據[工業技術通訊]一九五二年第三期上的報導，農業機械製造廠在製造最大的 270 號鋤齒時（如圖 22），曾經使用球墨鑄鐵來做衝模，經過加工及表面淬火後，硬度達洛氏硬度 Rc 60 左右。圖 23 就是該廠應用球墨

鑄鐵所製成的上下模，在熱衝 500 多次後所攝的照片。掌握材料的性質，根據現實情況充份發揮材料的使用性能和效率，是衝壓生產技術最重要的基本條件。在中國工人階級做了自己工廠的主人之後，在蘇聯先進經驗的啓發教育下，發揮工人階級固有的積極性和創造性，在祖國工業化的鬥爭裏開動腦筋找竅門使我們的理想早日實現。因此，金屬的衝壓加工方法，是大規模的機械製造中一種應用最廣泛的生產方法，因此，我們完全有必要從原則上掌握了它的技術實質，大力學習蘇聯先進經驗和創造精神，做好提高製品規格、質量，延長工業生產壽命的工作。例如蘇聯學者恩·依·拉札連科和貝·爾·拉札連科所創造的電花強化金屬表面的方法^①，已經應用到衝模上來，有了顯著的成績。根據工廠試驗的報告，一個被電花強化過的下料衝模，比普通衝模的壽命要高 2~5 倍，這是值得我們深入學習研究的。

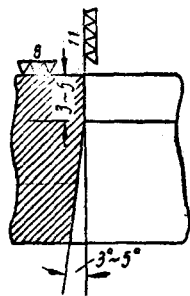


圖 24

爲了保持衝壓件的準確尺寸，和便利排除殘料起見，一般衝模，都製成像圖 24 那樣，從刀口向下 3~5 公厘的一段是直壁形，然後再留一斜角約 $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 。模子刀口處的表面精度，一般如圖 24 所示。

5 退料和定料裝置 爲着使材料不至跟隨着上模上升，所以在衝模工作中，要加上退料的設備。圖 25、26 和 27 三種裝置，是把退料設備固定在衝床上的方法。圖 28、29 和 30 三種是在衝模上裝置退料板方法。有些衝模，由於衝壓製品的具體情況不同，和機床

① 關於電花強化法的詳細說明，可以參考機械工業出版社所出版的《金屬的電加工法》一書。

的性質不同，也可以利用膠皮或者彈簧來作退料裝置的。

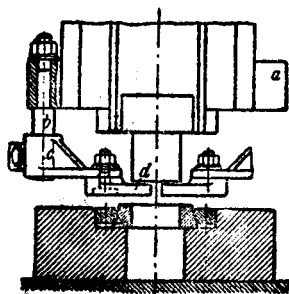


圖 25

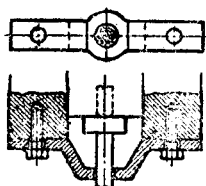


圖 26

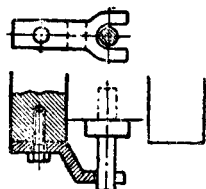


圖 27

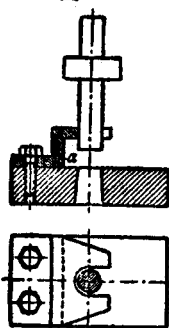


圖 28

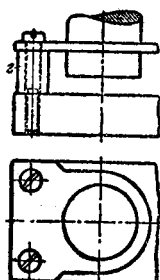


圖 29

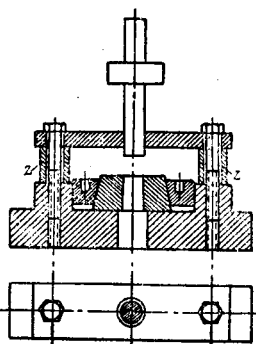


圖 30

在衝壓製品中，節約原材料，是降低產品成本的主要問題，尤其在大量生產的情況下，多留了一些殘邊（餘料），所造成的浪費數字，是驚人的。有人曾經對各種厚度的帶料板作過實驗，得出附表 1 的結果。另外，也有人得出的結果，是像第 31 圖那樣。上面這兩種情況，我們在實際運用時，還可以根據材料的性質和軟硬的程度，作適當的變更。當應留的殘邊作出決定以後，就是如何使材料按一定的間距進行衝製工作，最普遍的辦法，是使用定步鉗，定步

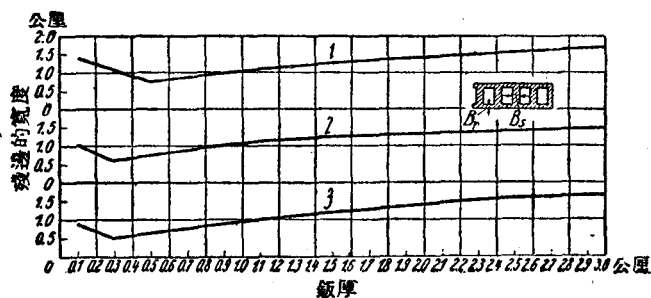
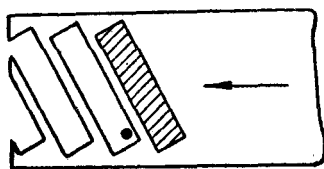
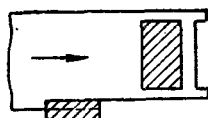


圖 31

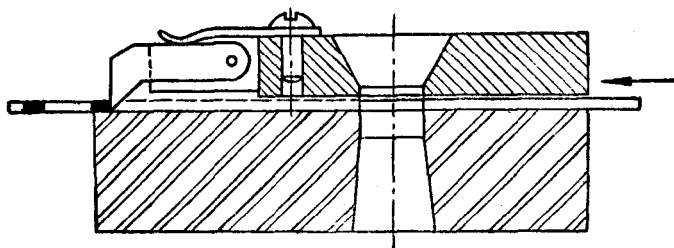
1. 橫切時殘邊的寬度 2. 二個衝孔間殘邊的寬度 B_s 3. 邊緣和上模的寬度 B_r



(甲)



(乙)



(丙)

圖 32

爪和衝出刀口來定位 (圖 32)。其他的定位方法還有很多，因為篇幅的關係，只好省去，希望同志們在實際工作中，創造更多更好的辦法來豐富衝模的定料方法。天津自行車廠在增產節約運動中，僅加裝一些簡單的附件，創造了廿餘種自動式衝模，是一個良好的範