

# 衝模製造技術

(一)(二)合訂

# 衝模製造技術

(一)(二)合訂

# 目 錄

譯序.....	
前言、序、概念.....	44-1
第一章 金屬板皮材料分割的基本原理.....	44-9
A. 剪切的工作程序.....	44-9
1. 簡單的切斷 2. 二個刀口 3. 材料之保持 4. 交叉 刀口 5. 應用交叉刀口時材料之支持 6. 穿孔 7. 刀口 作用相互的影響 8. 應用輥刀之剪切	
B. 切斷時之摩擦.....	44-17
9. 摩擦發生之原因 10. 銳利刀口 11. 自由角的意義 12. 刀口間隙的意義 13. 用小衝頭直徑時之刀口間隙	
C. 衝切速度.....	44-21
14. 衝程數作為速率 15. 平均衝切速度 16. 試驗結果 17. 衝擊速度	
D. 衝切圖之研討.....	44-23
18. 理想的剪斷圖 19. 紫銅 20. 鋼料 St. 42 之切斷過程 21. 紙板 22. 皮革及毛氈	
第二章 切斷過程之推論.....	44-31
A. 切斷過程與材料.....	44-31
23. 分割的過程 24. 切斷面的外觀 25. 材料厚度的極限 26. 持續破裂的危險 27. 切斷時接縫之變化 28. 毛邊之形 成 29. 材料之變形 30. 在片條邊緣的彎曲現象 31. 材料 彈性作用及保持適度 32. 正確的切斷 33. 材料之切斷性 34. 多層之衝切 35. 材料之強度方向	
B. 衝切過程及衝切.....	44-43

36. 需要力 37. 需要功率 38. 刀口材料之強度及韌性  
 39. 刀口硬度 40. 衝切材料之選擇 41. 刀口之磨光及整潔  
 42. 衝頭及衝模切板之自由角 43. 尖銳楔形角 44. 有刀口  
 的衝切 45. 交叉刀口 46. 穿引刀口 47. 刀口負荷之減小  
 48. 特殊情況之衝頭形狀

<b>第三章 衝造工廠</b> .....	44-60
<b>A. 材料問題</b> .....	44-60
49. 衝造工廠之材料 50. 材料的準備 51. 經由機械的材料 輸送	
<b>B. 機器問題</b> .....	44-63
52. 機器之選擇 53. 安全保護及減小擾音裝置 54. 機器之 安裝 55. 機器之維護	
<b>C. 衝模問題</b> .....	44-71
56. 衝造工場的衝模 57. 衝模的構造 58. 特種裝置 59. 生產製造	
<b>附錄</b> .....	44-74
<b>參考文獻</b> .....	44-78

## 前言、序、概念

衝模製造技術在工業界有極廣泛之用途，為一種無切屑的製造程序，保證適合於大量有效之生產。因此，在機械工廠叢書中，有計劃的將各類資料分別編著許多專門單獨著作，非但可減輕讀者閱讀時之負擔，且可使讀者易於了解。完全的工作，目前尚無手冊參考，僅有衝模製造熟練之領工熟悉。就技術方面而論，如應用已知之方法時，應了解各種式樣，為授與一種構想或提示，必須有具體感覺的印象，或用成語表示之，即“藉技術之途徑，變知識為智能”，以求知行合一。

### 衝模製造技術之目的

為將現有的金屬板皮，盤帶、片條及坯件等，經由工作程序完成下列各類工作為：

經切斷、下料、穿孔、整修等工作，使沖切分開。

經彎形、捲邊、引伸等工作，使改造變形。

經摺疊、壓縫、鍛接等工作，使合縫接合。

沖模不但適合於一固定的製造方法，且可將各種不同工作方法之整套程序綜合而成的“沖模製造技術”。（亦可與DIN工業標準之目錄中DK621.96類中之“沖切，沖壓、剪斷”等工作對照）。

衝模製造技術之工作程序為昔日之手工工藝。每依其工藝，由他發展負責工作方法、模具及工件等之各種命名，因此，在職業科別之間的簡單說明中，不會不再創示。因而現在的標準有二種基礎：除了有系統的知識與繪圖規則，加以整理外，首先必須顧問國際上錯綜複雜的技術，使應用每一種表示最簡單的方法；次一步尋求象徵性的符號，以替代觀念規則，必須將其作為組織的例範（如工作準備，進度控制及自動計算等工作），需認清一工業工廠之規劃室，從事於此種符號說明之工作，必須三年始可完成。

在機械工廠叢書之編著中，有關沖模製造技術之著作，編訂於第二十五冊為“深引伸技術”，第四十四為“沖切工藝學”，第五十七冊為“沖模的構件”，第五十九冊為“沖模構造的基本規則”，第六十冊為“成型沖模”

，以及第一一七冊為“金屬之壓型”等六冊。衝模製造技術的標準觀念及製圖為最基本的資料，已有編著介紹，故不贅述，以省篇幅。因此以第四十四冊之序言，作本冊第四版 \*新編工藝學之緒，關於綜合編述不足者，其現有標準尚待發展。

### 衝模製造技術已訂標準 \*\* 製造方法之範圍

表 1 所示為依工業標準 DIN 8580 所規定之製造方法的分類。製造方法主要可分六大類，如已說明之沖模製造技術屬於第二大類為“改造變形”類，第三大類為“沖切分開”類，與第四類為“合縫接合”類，以各種需要縫合之。

表 1 依工業標準 DIN 8580 規定之各類製造方法共分 1 至 6 大類

組 合				
創 造	保 持	免 除	使 增	加
創造形狀	改	造	形	狀
1. 原來形狀 例如： 冷澆。 熔解及澆鑄。 顆粒的壓造 及煨結。 電鑄	2. 改造變形 應用： 壓力。 拉力。 壓力及拉力。 彎曲。 推力。	3. 沖切分開 應用： 分割。 伸張。 拆卸。 分解。 清淨。 排除。	4. 合縫接合 應用： 摺合。 充滿。 壓緊及壓縮。 原來形狀。 改造彎形。 材料之結合。	5. 層疊成形。 例如： 蒸發。 熔接。 噴射。 塗刷。 電鍍。 塗珮瑯質。
6. 改變材料性質，應用：				
包 圍		折 出		入
例如：淬火、 硬化、韌化。		例如：除去氣 體，脫碳。		例如：滲碳。以 硝酸鹽處理。

\*：最初三版係於 1931，1940 及 1953 年分別出版。

\*\*：本書中各種敘述，特別製造方法的構造與概念均已採用已知的 DIN 標準。已知尺寸均為最新出版的 DIN 標準。該項標準可向柏林或哥隆地方之 Beuth-Vertrieb 圖書公司購買。

改造變形 為應用改變一固體形狀的可塑性之製造方法。

沖切分開 為應用改變一固體形狀的製造方法，其中將結合局部舉起，意即表 1 中所示各種可完全免除組合之製法。

合縫接合 係由二件或二件以上工件，不失原有材料使聯合在一起之製法。

表 2. 依工業標準 DIN 8582 分類之第二大類“改造變形”之製造方法

類 別	小	類	DIN 標準
2.1 壓力之改造 變形。 DIN 8583 - 1	2.1.1	輥 輾	8583 - 2
	2	自由成型	8583 - 3
	3	下凹形狀	8583 - 4
	4	壓 印	8583 - 5
	5	壓 通	8583 - 6
2.2 拉力及壓力 之改造變形 DIN 8584 - 1	2.2.1	引 伸	8584 - 2
	2	深引伸	8584 - 3
	3	壓 穿	8584 - 4
	4	頸部引伸	8584 - 5
	5	折下凸出	8584 - 6
2.3 拉力之改造 變形 DIN 8585 - 1	2.3.1	拉 長	8585 - 2
	2	拉 寬	8585 - 3
	3	拉 深	8585 - 4
2.4 彎力之改造 變形	2.4.1	自由彎形	8586 - 1
	2	振動彎形	8586 - 2
	3	滾動彎形	8586 - 3
	4	下凹彎形	8586 - 4
	5	引伸彎形(剖面圖形)	8586 - 5
	6	旋轉彎形	8586 - 6
	7	圓弧彎形	8586 - 7
	8	折 彎	8586 - 8
2.5 推力之改造 變形	2.5.1	推 移	8587 - 1
	2	扭 歪	8587 - 2

關於改造變形技術之製造方法，有時材料性質，可實施熱處理，隨溫度不同而異。因此，在改造過程中，可保持或使材料強度發生暫時的變化，或完全不變。改造變形之工作法，可區分為下列數種方式：

- a. 使加熱改變形狀（熱加工改造變形）。
- b. 不加熱改變形狀（冷加工改造變形）。
- c. 不改變材料強度的改造變形。

有暫時的改變材料強度的改造變形。

保持改變材料強度的改造變形。

於改造變形製造方法之分類（工業標準DIN8582）時，完成之作用力為：壓力、拉力、彎力矩與扭力矩，以及以上諸力組合而成之力（參閱表2）。

於衝模製造技術之第三大類“沖切分開”中，僅“分割”小類，加以考慮，“分割”依工業標準DIN 8588規定為材料之機械分割，應不發生不成形的材料。分割之分類，如表3所示。

表3 依工業標準DIN8588分類之第三大類“沖切分開”中，“分割”小類之製造方法。

類 別	製 造 方 法			
剪 切 (沖切) DIN8588 - 2 (無剪口之沖切)	1	開式切斷 閉式切斷	4	沖缺口 切入 整修 沖齒形(鋸切)
	2	壓擠切斷 引伸切斷		
	3	下料 穿孔 剪下 切開 修剪	5	複合沖切 連續沖切
6			四邊形的沖切 十字形的沖切	
楔形剪口之沖切 DIN8588 - 3	1	有刀口的沖切(一刀口對正木墊板)		
	2	鋸咬式沖切(二刀口彼此相反)		

在工業標準DIN8593中已編訂第四大類“合縫接合”之所有製造程序(參閱表1)。在衝模製造技術中，實際上除了應用改造變形之合縫接合之



外，尚可見到沖件經由鍛接、焊接或黏貼等之繼續加工。上述本叢書中之衝模製造技術，僅限於應用改造變形之合縫接合製法，可參閱表 4。

表 4. 第四大類“合縫接合”中，應用改造變形之“合縫接合”類之製造方法（依工業標準 DIN 8593, 5）。

1. 共同使成粒狀或成鋸齒形	9. 鉚孔
2. 共同捲邊	10. 折凸
3. 共同滴漏	11. 縮小
4. 共同拉引	12. 向內伸展
5. 共同壓鑄	13. 成鋸齒形及顆粒狀
6. 輓壓管形	14. 折彎
7. 摺疊	15. 分裂
8. 延展	16. 扭轉及扭歪

#### 工業標準 DIN 8588 之概念

本叢書依照工業標準 DIN 8588 所編訂表 3 之製造方法，作為設計模具及工件之命名，如沖切模沖造而成之件，即稱為沖切件。

**刀口面** 即剪切材料時所接觸之沖模面，於剪切時之自由面與垂直面所成斜角為  $\alpha$  角，而與材料之分開面相反，壓力面與工件之上表面所成之斜角為  $\gamma$  角（參閱圖 82 所示）。用楔形剪口時，則有二壓力面（如圖 13 所示）。

**刀口楔** 為刀口面構成的沖頭楔，刀口（即刀雙邊）為刀口面之切斷線。刀口間隙（如圖 42 及 43 所示之單側間隙）為於沖切過程中，介乎沖頭與沖模彼此滑動經過之間的最小距離，於閉式切斷時，其直徑與刀口間隙有關。

**切斷平面**（如圖 17 及 38 所示）為一理想的平面，該平面與切斷線相切，位於沖模沖切方向。

**切斷線** 為一線，沿該線應將材料切斷。

**切斷面** 為於切斷時所形成材料分開的面。

**切斷邊** 為切斷面的邊。切件為所造之工件。

#### 衝切製造方法

（剪切及楔形刀口之冲切\*）在工業標準DIN8588（參閱表3）中，依下列觀點區分之（圖1）：

1. 切斷方式：於開式切斷時，刀口投影於材料表面，可切斷最小的材料邊緣。於閉式切斷時，刀口投影於材料表面上形成一閉鎖的線，例如，下料及穿孔時之情形。

2. 切斷運動：於壓擠切斷時，刀口在切斷平面垂直作切斷運動（如圖1）所示之 $\lambda = 0$ ）。於拉伸切斷時，刀口在切斷平面成一尖角垂直作正常的切斷運動，（如圖1所示之 $\lambda > 0$ ）。

3. 刀口彼此相向的位置（如圖1所示）：

全邊切斷（亦稱平行邊的切斷）為刀口介於二個在切斷平面上平行切口之切斷（刀刃斜度 $\psi = 0$ ）

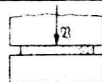
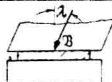
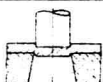
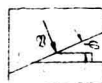
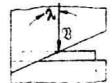
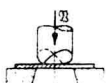
	開式切斷		閉式切斷	
	壓擠切斷	引伸切斷	壓擠切斷	引伸切斷
全邊切斷 $\psi = 0$	 開式壓擠 全邊切斷	 開式引伸 全邊切斷	 閉式壓擠 全邊切斷	
交叉剪斷 $\psi > 0$	 開式壓擠 交叉剪斷	 開式壓擠 交叉剪斷		 閉式壓擠 交叉剪斷

圖1 衝切製造方法及綜合（DIN8588）之圖表說明。

交叉剪斷 為刀口介於二個在切斷平面上交叉切口之切斷（刀刃斜度 $\psi > 0$ ）。

4. 切斷線於材料界限之位置：

\*：楔形刀口之衝切用作刀刃切碎黏性材料，如紙板、毛氈、皮帶、布帛、本書分別編著於第21、22及24節。

**下料** 為製造工件外形，刀口沿一閉合切斷線之沖切（如圖 2 所示）。

**穿孔** 為製造工件內形，刀口沿一閉合切斷線之沖切（如圖 3 所示）。

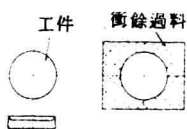


圖 2 下料 (DIN8588)

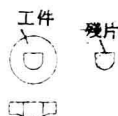


圖 3 穿孔 (DIN8588)

**剪下** 為沿一開式（意即，不閉合的）切斷線剪下的工作法（如圖 4 及 5 所示），或如圖 10 所示：



圖 4 衝缺口及剪下

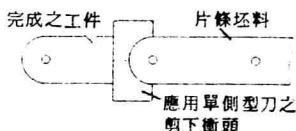


圖 5 剪下（砍切）

**切開** 為沿一開式或閉式切斷線完全分開二件工件之工作法（如圖 6 所示）。

**修剪** 為在工件之外界限，應用開式（圖 7）或閉式（圖 8）切斷法，將多餘的材料完全分開之工作法。類似於引伸及彎形時，冷壓及熱壓時，或用於模鍛時之多餘邊料之切除工作，因此，可保證模具內之空間可完全充滿材料，而可保持足夠成型之壓力。此種多餘材料，常為突出之毛邊，介於模

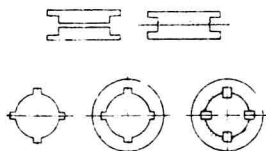


圖 6 切開 (DIN 8588)

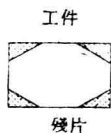


圖 7 應用開式切斷之修剪

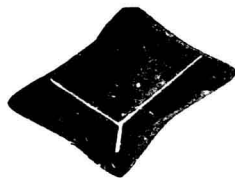


圖 8 應用閉式切斷之修剪

#### 44-8 機械工廠叢書44—衝模製造技術（第一編）

具零件之間，經將毛邊切除整型，大都可用一閉式切斷法切除毛邊（如圖9所示）。

沖缺口 是將扁平形工件內周（如圖10a所示）或外圍（如圖10b所示），沿工件邊緣位置的閉式切斷線切除一小片或數小片之工作法，亦如圖4所示。

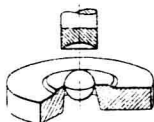


圖9 應用閉式切斷法將毛邊切除

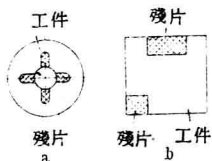


圖10 在內周(a)及外圍(b)之衝缺口 (DIN8588)

切入 將材料局部分開，即形成切入（如圖11所示）。

整修 參閱第32節之敘述。

鋸切 於鋸切時沿一任意形狀的切斷線一件一件將材料分開切下的方法（如圖12所示）。



圖11 材料局部分開的切入法 (DIN 8588)

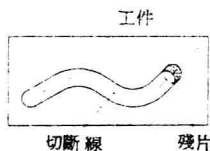


圖12 鋸切法 (DIN 8588)

#### 5. 工件生產的衝程數：

複合沖切 為在一次衝程時，同一工件有許多切斷線之沖切法。

連續沖切 為在多次衝程時，同一工件有許多切斷線之沖切法。

# 第一章 金屬板皮材料分割的基本原理

## A. 剪切的工作程序

選用沖切作為金屬片材料之分割，為沖模製造技術之目的，由於推力之有效作用，經由推力將金屬片在已準備固定放置之斷面處，足夠正確的分開。於剪切金屬片時產生推壓力，因有彈性，常使需要的力不太均勻，每一已知寬度的面，所用之壓力，為可能在金屬片之分開位置二側傳達力及抵抗力。剪斷過程為純剪力，如分割的金屬片材料均勻及非彈性者有效。置於工件上所施之壓力，使變為分開所需之推力，此最後目的成為剪切，由於力僅經由面而傳達，故在分開位置，亦產生附加的彎力。

1. 簡單的切斷 當一刀口打入一材料內時，材料之阻力必須由力  $R$  克服之。（如圖 13 所示）。 $R$  分解為二分力為  $P_1$  及  $P_2$  垂直於刀口楔的壓力面，每一力作用於材料上，再分別分解為垂直的與水平的分力。二垂直的分力為  $P_{1v}$  及  $P_{2v}$ ，壓刀口進入材料，二水平分力  $P_{1w}$  及  $P_{2w}$  排擠材料向外移動；使該處有甚小的阻力。若側旁周圍的材料回避而受阻礙時，因此材料保留於刀口作一多餘的自由運動。多餘的材料將升高到刀口上面，形成毛邊（如圖 14 所示）。若材料易撓時，則多少隨之向內牽引（如圖 15 所示）。力  $P_1$  及  $P_2$  相繼施於切斷面而發生摩擦力： $F_1 = P_1 \mu_1$  及  $F_2 = P_2 \mu_2$ 。常適當的顯示出如前所述可能發生之牽引現象，及向內形成向下之摩擦力（如圖 16 所示）。

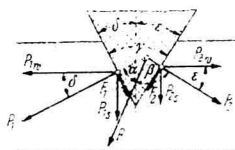


圖 13 在刀口上之力

$R$	$P_1 = R \frac{\sin \beta}{\sin \gamma}$	$P_{1v} = P_1 \cdot \cos \delta$ $P_{1w} = P_1 \cdot \sin \delta$ $F_1 = P_1 \cdot \mu_1$
	$P_2 = R \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$	$F_2 = P_2 \cdot \mu_2$ $P_{2v} = P_2 \cdot \cos \epsilon$ $P_{2w} = P_2 \cdot \sin \epsilon$



圖 14 毛邊之形成



圖 15 向內牽引的材料



圖 16 摩擦力的作用

2. 二個刀口 若將金屬片條置於剪切工具刀口之間，則刀口材料與片條材料之間的接觸面傳遞一力  $P$ （如圖 17）所示。刀口以此力繼續前進，於接觸面發生材料彈性，因此，力  $P$  由切斷平面  $A-B$  上推擠出來。形成一扭矩  $P \cdot l$ ，由於此種作用於水平方向引進材料，同樣情形，相對的水平方向則刀口侵入，經由傾斜繼續共生扭矩  $P_w \cdot b$ ，若扭矩  $P \cdot l$  大於  $P_w \cdot b$  時，則切刀受彎，可使斷裂。可藉壓板之助施力  $P^*$  及桿臂  $l^*$  抵制工作。若不允許此種安排時，則切刀的作用方式，可應用帶有尖銳之楔形角  $\beta$ （如圖 18 所示）。

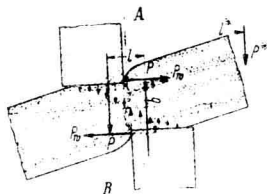


圖 17 二個刀口之力的作用， $A-B$  為切斷平面。

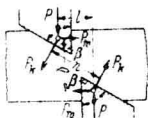


圖 18 應用尖銳楔形角相等的傾斜扭矩。

$P$	$P_l = P \cdot \sin \beta$
	$P_w = P \cdot \tan \beta$

$P \cdot l = P_l \cdot a = P_w \cdot b$

依照經驗為克服材料的阻力，必須用力  $P$  將刀口切入。如此繼續時，所用尖銳刀口之力的分佈即不均勻，而且在刀口較深切入片條坯料之內，力較大時可一直壓入材料。因此於應用單側尖銳刀口（ $\beta < 90^\circ$ ），合力  $P$  在水平方向互相移動，較應用圖 17 之刀口（ $\beta = 90^\circ$ ）時較近， $l$  較短，扭矩  $P \cdot l$  較小，因此，同時材料之斜度亦較傾斜。

3. 材料之保持 考慮一正方形鐵塊的切斷面，則可區分為四個區域（如圖 19 所示）：區域 1 及 4 為刀口的壓下區域，區域 2 可從金屬光澤及光滑情形而識



圖 19 切斷面的區域分佈情形。

別。區域3為無光澤及成顆粒狀的斷裂面，如側視圖（右側）所示不平，而且差不多成S形。因此，切斷過程如下之經過，刀口壓入材料，至導入之力超過材料阻力。在推壓力的影響下完成切斷。斷裂發生於壓應力延續超過壓碎極限之時。茲研究觀察堅實鐵塊於靠緊豎置之情形（如圖20所示）。再進一步將刀口壓入於材料內，利用接觸之發生，使鐵塊在刀口之間斜置，如力 $P$ 繼續增高（圖17），在圖20中之鐵塊外表的纖維紋路折斷，然後或多或少沿彎曲的線突然斷裂，在力逐漸改小中完成分開工作。在圖20中適應切斷面的點正切於纖維紋路彎曲之弧，如圖所示，弧線自中心向邊緣之弧度甚大，意即變形，由於應力在中心不若邊緣之大。切斷面上張力分佈均勻而呈對稱。但於應用一壓板夾具時之變形，係受二個刀口而發生，有關的中心線不再對稱，移動情形如圖21所示。壓碎及彎曲不但對於主件顯著，而且從剪下斷塊亦可觀察，若與已剪斷的片條太強較寬者相比，則不及重力下墜者之顯著，由於在此種情形中之運動超過較大料長之分割，或因由於材料的

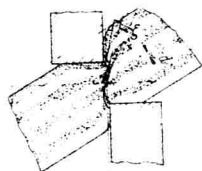


圖20 保持受力的鐵塊。

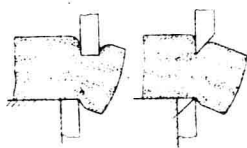


圖21 下底座對於變形的影響。

彈性平均，尤其施於金屬片上下面受控制，經洞孔摩擦之薄片，大都均受阻礙。尚有此種壓碎及彎曲顯示刀口之施力效用，並不限於切斷面上，而且每牽連到圍繞的材料。由於閉鎖之故，因此材料的流動在分開過程受到牽制。此種流動係在垂直於刀口之二平面上，亦存在於上表面（如圖20所示）及在金屬片之切斷面（如圖22所示），均可識別之。



圖22 在金屬片上材料之流動圖。

再如圖21所示之彎折及材料於剪下時之屈服情形，切斷過程之正確問題係將二個刀口上下鋪展，於剪斷時，由下模座夾置固定材料，一如一側壓緊之棒，緊密地用力負載壓置，彎曲進行明顯的類似方式，常切斷形狀猶如一

閉合線經牽引之後，要求將該材料自由放置於平板上之情形。凡荷重之荷重線才密貼於板上，經過簡單的檢驗，使想像容易：用淡色印泥的橡皮章由上面施力，可獲得一全面均勻的印章。同樣處理一黃銅圖章，同樣用印泥壓緊蓋印時，僅周圍清楚，因此在印章中央消失，發生於邊緣負荷之工件乃呈穹窿形。於用橡皮圖章蓋印時，僅有一定的壓力施於圖章之外邊緣，因此印章面適應受壓材料之穹窿形。同樣原理，切刀彈性或硬度等對於切斷過程不無影響。

4. 交叉刀口（參閱第 45 節） 交叉刀口為帶剪口之斜剪刀口，刀刃之斜度  $\psi$ （如圖 23）用作剪切的目的是，尤其用於較長的切斷希望施力均勻，如圖 24 所示為平行刀口及交叉刀口之需要力情形，力線 A 為平行刀口之需要力，力線 B 為交叉刀口之需要力。

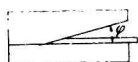


圖 23 交叉刀口（同圖 1）。

應用“全邊切口”（圖 1）時，為完全直角的橫斷面，同時切下，所需之力（參閱第 36 節）與橫斷面及材料之強度有關（參閱表 6）。如應用“交叉刀口”時，刀口相互成斜度（如圖 23 及 25 所示），因此，有時僅有部份橫斷面在分開壓力下，實在的切斷力較小（如圖 24 及 29 所示）。而與上刀刃的運動方向 B 無關，存在的力為  $P_v$  及  $P_u$ ，常垂直於刀口邊。利用此種力將刀刃切入材料，設想  $P_v$  及  $P_u$  二力個別正對刀邊，企圖將材料從剪口開

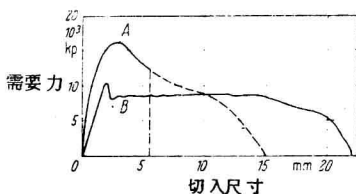


圖 24 用  $45 \times 15$  mm 鋼料刀口之需要力情形。  
 線 A：為單行刀口  $\beta = 85^\circ$ ， $\psi = 0^\circ$   
 線 B：為交叉刀口  $\beta = 80^\circ$ ， $\psi = 10^\circ$

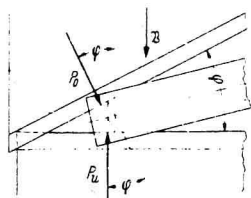


圖 25 應用交叉刀口時之剪力及斜角圖， $\psi$  為斜角之角度

口處推出去。同時，以此種相同之力使在刀口面上發生摩擦力，而與推出去之力作對抗作用。當自行阻止前進時，因此工件未被排削，意即角度  $\psi$  之斜度使二力正對滑動面成一垂直線，如摩擦角較小，則  $\tan \psi$  小於附着係數  $\mu$



，凡鋼對鋼乾燥時之平均係數為0.21，因此 $\psi$ 於選用時，應該不大於 $12^\circ$ ，而與實際上之經驗數值符合，故工件不被推出而固定夾緊，而且工具進行十分穩固。

5. 應用交叉刀口時材料之支持 容許力 $P$ 確實的保持在切斷平面上，技術上不可能，因此於平行的刀口（ $\psi = 0$ ）應用尖銳楔形角 $\beta$ 作扭矩 $P \cdot l$ 處理（圖18）。此種扭矩使材料彎曲離開水平線而作切斷線（即分開線），回顯圖20及21所示。

在圖26中所示之刀口斜置情形，彎曲發生於水平及垂直平面，而且完成時在垂直方向彎曲受 $P_1$ 之影響，（如圖27所示），在水平方向彎曲係受 $P_2$ 之影響。試驗 $P_3$ 於剪切前可將材料推開，於剪開後繼續施力於材料，可繼續導致彎曲，如圖28所示。剪斷片條愈狹，則此種彎曲顯示愈顯明。用於甚狹的片條，剪斷片等於廢邊料屑，此種情形，如刀及斜度之角度 $\psi$ 增大時，則需要之剪力愈小（如圖29所示）。

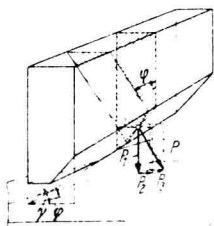


圖 26 斜置刀及上之力

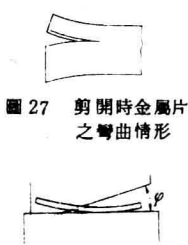


圖 27 剪開時金屬片之彎曲情形



圖 28 剪斷時之繼續彎曲情形

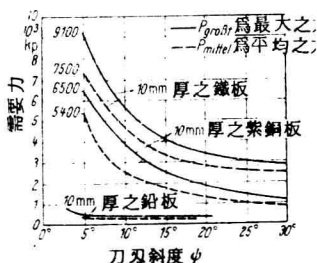


圖 29 刀及斜度對於需要力之影響

6. 穿孔 原則上“穿孔為一狹窄的觀念”，亦為一沖切過程，經特別留意而沖成，當沖頭直徑與材料厚度相等時，是非常小的孔，影響沖孔時施力的作用，應有限制。穿孔時之殘片，為一擦光之形狀，如圖30所示，已知沖切時之個別工作程序為：首先材料在沖切力，如(1)下形



圖 30 穿孔時衝下之擦光殘片