

475044

金屬片沖壓技術

(I)

工具機手冊 第三十五冊

金屬工業發展中心 編譯

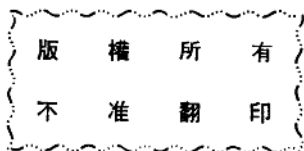


金屬片沖壓技術

(I)

工具機手冊 第三十五冊

邱 先 拿
章 敬 賢 全 譯



中華民國六十九年七月出版

工具機手冊之(三十五)

金屬片沖壓技術

(I)

編譯者：金屬工業發展中心

發行者：經濟部國際貿易局

印刷：佳興印刷局企業有限公司

前 言

我國工具機製造，近年來各機種不論在產量和品質上，都有長足的進步，與國外各廠產品，已可媲美，且已大量出口。經濟部國際貿易局鑑於唯有改進產品品質，始可保持已有的市場和進一步拓展外銷，乃於民國六十七年十二月委託本中心編撰工具機手冊約四十冊，內容包括切削加工工具機的製造技術、沖壓模具、塑膠模具、壓鑄技術、鑄造技術、熱處理、表面處理、控制系統等，提供有關本業工廠技術員工參考，希冀由本手冊的刊行，能解答工廠中一部份所遭遇的問題；至於有關工具機書籍已刊載的內容，在本手冊中不再贅述，謹於篇首，簡介如上，至於編撰時間倉促，容有不週，尚祈不吝指正！

序

作者Donald F. Eary, Edward A. Reed 共同教導了幾年工科學生，並以指導工廠中不同階段的模具工程特別計劃教材，強調必要及潛在的利益，能夠自解說模具入門設計中導出本書，原來工程入門的構想由 Edward. A. Reed 先於美國機械工程師協會（A. S. M. E.）披露以迄付梓成冊。自那時起，他已與 Donald. F. Eary 於通用汽車研究所之工具及程序工程組又把它用作模具課程教材。而今把它當做寫成本書之計劃及指標以迄出版本手冊。

本書內容上，所有對處理和實際的模具設計及加工材料的基本重要材料。它提供了專科職業學校或大學程度教育或自修之用途。爲了要有效地運用此一概念，必須要試驗決定：傳統切割，（Cutting）成型，（Forming）及引伸的作用力分析，這些資料用以計算模具之基本組成的型式比例。在密契根州立大學的 Wayland P. Smith 教授指導下進行研究程序及分析試驗數據以作公式引證。

特別值得感謝Malcoln 先生，由於提供了雪佛蘭標準及材料說明使本書生色不少。

原序也提及其他來自材料沖壓加工業的模具工程師及製造沖壓設備的業者對本書也提供了資料及圖說，表示謝忱！

編者認爲本手冊對於金屬片沖壓之理論計算與實作，尤以文字淺易，插圖簡明，頗適於我國工業界中等以上程度學生、技術人員閱讀。在本手冊第一集四十冊中先出版本課題二冊，在續集第二集二十冊中希能將其補全以饗讀者，希能有所裨益。

金屬片冲壓技術

(I)

目 錄

第 一 章

金屬片割切理論.....	1
冲剪金屬片術語.....	2
冲剪理論.....	3
深 切.....	9
間 隙.....	10
彈性回復及冷焊.....	12
除去邊料.....	14

第 二 章

金屬片割切公式.....	19
割切不含剪切力.....	19
割切含剪切力.....	22
脫 模 力.....	24

第 三 章

金屬片的割切操作.....	26
剪 切.....	27
切 斷.....	28
分 切.....	29
下 料.....	29
冲.....	31
插 孔.....	32
打 孔.....	32

冲 缺 口.....	33
半—冲缺口.....	34
連 切.....	35
分切及切斷.....	35
切 邊.....	37
橫向切邊.....	38
分 剪.....	38
削 剪.....	40

第 四 章

金屬片成形理論.....	41
中和軸線.....	42
金屬流動.....	44
金屬移動.....	46
回 彈.....	47
抗拉強度與打底壓力.....	50
機零件之疲勞失效.....	50
彎曲力曲線特性.....	52

第 五 章

金屬成形公式.....	54
彎 曲 力.....	54
墊 板 力.....	56
打 底 力.....	57
坯料展開.....	59

第 六 章

金屬片成形操作.....	62
彎 曲.....	62
凸 緣.....	63

彎緣與双彎緣.....	65
壓 肋.....	67
冲 棒.....	68
皺 縮.....	70
鼓 脹.....	70
成波 形.....	70
浮 壓.....	72
管子成形.....	73
成 形.....	74

金屬片冲壓技術(Ⅱ)參考目錄

第七章 金屬片之引伸理論

第八章 金屬片引伸公式

第九章 金屬片引伸操作

金屬片冲壓技術

(I)

第一章

金屬片割切理論

以冲頭及模具作金屬片切割，此基本上的作用力為剪力，在金屬片上造成之壓力稱之為剪應力（Shear stress）金屬片本身會產生與剪作用相反的內應力（Stress），亦稱為抗剪強度（Shear strength），換言之，對某一種金屬片而言，當剪應力大於抗剪強度時之剪力，必可發生剪切作用，不同之金屬片其抗剪強度皆可經由實驗求得。例如，抗拉強度（Tensile strength）之求得，此乃由指定尺寸的拉伸試片，當其被拉斷時之力（Force）的精確記錄等斷面積之剪力試片，當其被剪成二塊後亦同樣的作成記錄，此剪切力除以截面積，即可得該金屬片之抗剪強度（Shear strength），各種不同之金屬片，當冲模剪切之大約的抗剪強度如圖1⁽¹⁾。當金屬硬度增高，抗剪強度亦增強；因此當無拉伸試驗機可資利用時，不同金屬之抗剪強度亦可以

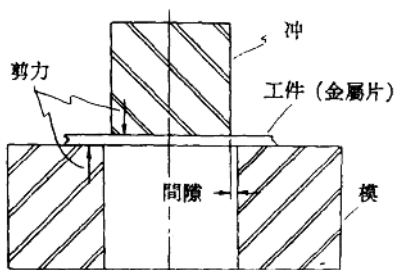


圖1 割切模細部名稱。

(1) E. V. Crane, Plastic Working in Press, John Wiley New York 1948 P.36。

Rockwell 或 Brinell 硬度試驗儀比測之。

模具冲剪術語之運用應予定義，以求對模具設計及操作有進一步了解，圖 1 所示者乃為一冲模自板條下圓料之剖面圖，冲頭是內切緣 (Inner cutting edge)；而模具則是外切緣 (Outer cutting edge)，介於內切緣與外切緣之空隙稱為間隙 (Clearance)，本圖所示乃為冲頭接觸金屬片料的一瞬間所作用之剪力如表 1：

表 1

概約的抗剪强度表：

材料	抗剪强度 (磅/平方吋)
材	3,500
錫	5,000
鋁	8,000
鋅	14,000
銅	22,000
黃銅	33,000
青銅	36,000
鋼0.10c	35,000 (軋化)，43,000 (冷軋)
鋼0.20c	44,000 (軋化)，55,000 (冷軋)
鋼0.30c	52,000 (軋化)，67,000 (冷軋)
不銹鋼	57,000
矽鋼	65,000
鎳鋼	35,000

冲剪金屬片術語

冲剪中由於金屬片獨特的變形，有幾個項目應該加以定義，圖 2 所示為一典型的金屬片冲剪剖面圖說：

板金下料的切邊各有不同，尤以相當厚的片為然，其切邊可以清晰見其切口，而擦光 (Burnish) 可見其光芒閃耀，若毛口 (Burr) 太

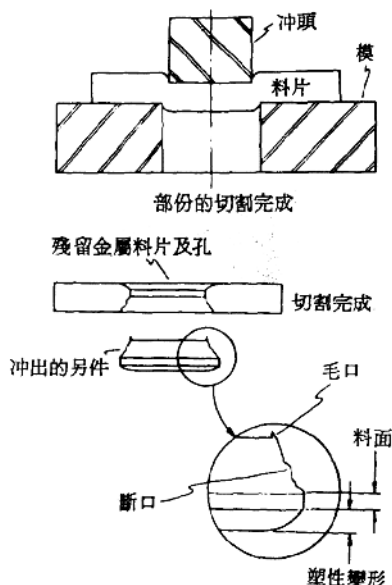


圖 2. 金屬料片切割術語。

小不易發現時，則以觸摸可以感覺得到，裂口及塑性變形 (Fracture & plastic deformation) 即在較薄之金屬片亦有所見。

冲 剪 理 論

金屬片冲剪各進級階段的理論，自冲頭接觸到片料，以迄下料完成將加以解說，自圖 3 觀察 200 倍之放大圖，此金屬片厚為 $\frac{3}{16}$ 吋而冲頭的深切此板 0.010 吋深時，此時冲頭切緣冲入之範圍，其附近晶粒開始稍有拉伸 (Elongated) 現象。此後數例中此類伸長則更為明顯，因此這些晶粒必處於拉應力下，當模具上某點正開始切入金屬片料時亦同樣地處於拉應力之狀況下。

金屬片受剪力作用，實際上顯然是一由抗拉應力割斷之理論，因

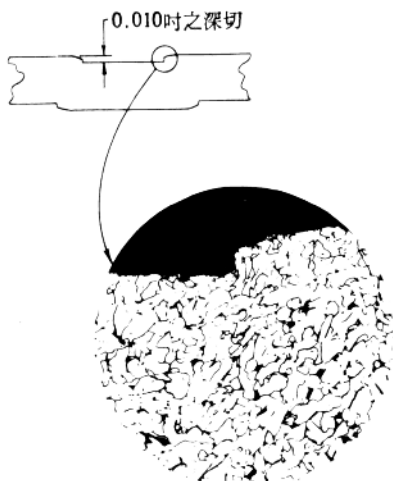


圖 3. 深切0.010 吋時之 200倍放大。

此表示金屬片切割中的遭遇應力—應變圖是一個理想的參考，此應力—應變圖乃由標準試片經拉力試驗推論出之曲線。圖 4 即為一鋼樣片

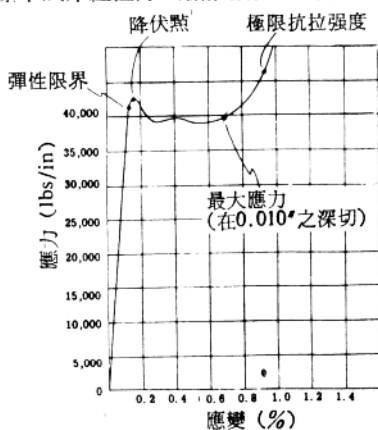


圖 4 退火鋼之應力—應變圖。

之應力—應變圖*

當深切點到達 0.010 吋之前，片料的遭遇如何？沖頭吃入片料非常地淺，在達到彈性限界前，沖頭退回時，片料亦隨之回復原狀，因此並未發生任何永久變形。

其次，若允許沖頭再深切超過彈性限界，金屬片即產生永久塑性變形，本狀況如圖 3 所示，在此點一些晶粒層已超過此彈性限界，而其他仍在此彈性限界以下。在彈性界以下之晶粒是短暫地變形，且是遠離割切邊緣的。

圖 3 所示狀況可加分析，金屬片完全地變形(Radically deformed)表示受有拉應力，顯示在放大圖上方。因為沒有明顯的破碎，為所受的內應力仍低於金屬料的極限強度的結論。因此金屬料在低於極限強度內之數個受力點均可視內應力為零 (Zero Stress)。

另件經沖孔頂端及底部之邊緣所產生之變形或碟狀，此點是應該加以重視的。此變形以迄坯件最後被沖出時止，會繼續益趨嚴重，並注意此變形是沿直立的方向，且使得沖頭與坯料產生磨擦而變成擦光 (Burnished)，並且注意同等的變形亦產生在沖頭及模具之雙口上。

圖 5 又是一個放大圖說，此刻沖頭已深切入金屬片深約 0.025 吋

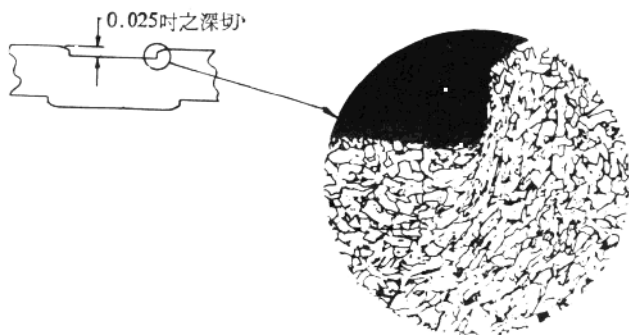


圖 5. 深切 0.025 吋時之 200 倍放大圖示。

* 參圖 L. S. Marks 機械手冊 1941 年版，P. 419。

，晶粒抗拉引伸，並且有較嚴重的變形。但因現時並未產生裂紋，其抗拉應力必仍低於極限強度，亦即此一深切已將金屬板沖壓至較前為高之受力點，但仍在極限強度以下。

圖 6 之放大圖說，沖頭已深切入約 0.035 吋時，抗拉引伸已更為嚴重，且變形更為徹底了，此刻拉應力仍低於極限強度。

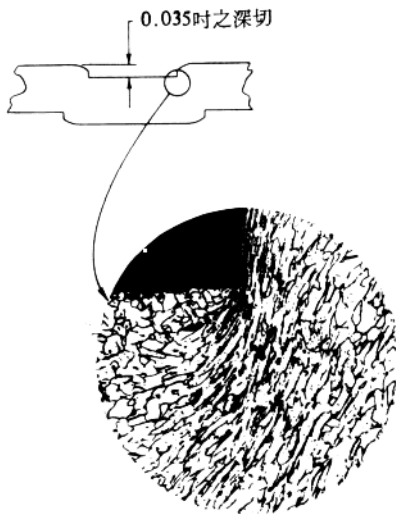


圖 6. 深切入 0.035 吋時之 200 倍放大圖示。

圖 7 之放大圖中，沖頭已深入 0.050 吋時，抗拉引伸與變形較諸前面狀況更形嚴重，而現在已經超過了材料的極限強度，此點可正好在沖頭割切邊緣上面，開始形成微小的裂口而得到證明，同等的內應力亦產生於模孔割切邊緣上。

圖 8 放大圖顯示沖頭已深切入達 0.060 吋之狀況，先前所提到的裂口此刻已開始擴大，直到裂口超過本身的割切邊緣為止。對金屬片再加衝深一點，將造成裂口更深一點，直到由於模具切刃對金屬片也

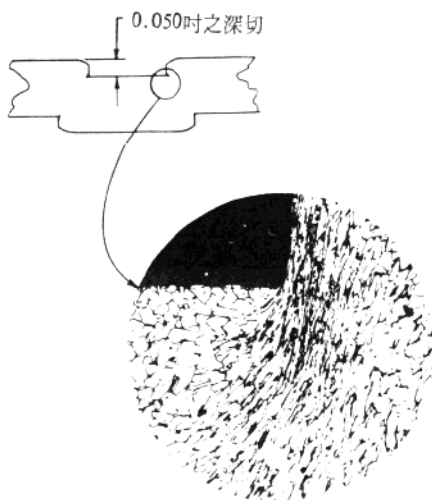


圖 7. 深切入 0.050 吋時之 200 倍放大圖示。

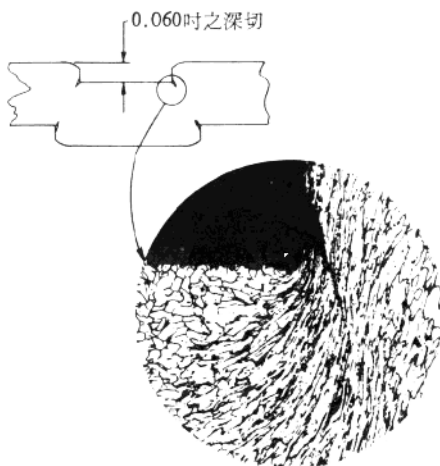


圖 8. 深切 0.060 吋時之 200 倍放大圖示。

產生同等深度的裂口坯件為止，於是被衝出來。由於有擦磨作用（Burnish action），坯件有附着沖孔內之傾向，乃需要藉著一小的外力，將其從模具孔中頂出，上述深切的五個階段，其最大應力點（Max. stress point）之應力-應變如圖9所示。

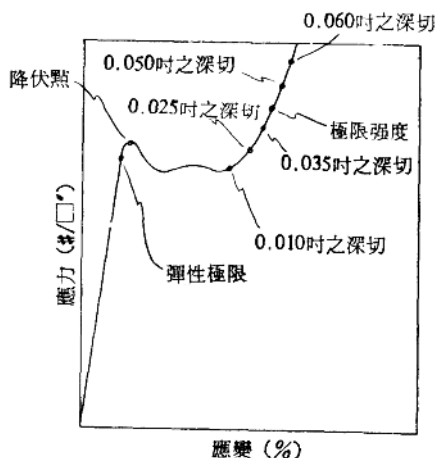


圖9. 沖頭在各不同深切點之最大應力曲線。

以上之分析可得如下之結論：

A. 金屬片之切割包含下列步驟或應力之條件：

1. 應力在彈性極限以下。
2. 永久變形在極限強度以下。
3. 應力在極限強度之上。
4. 擦磨作用產生時需加外力，藉以由模具頂出坯件。

B. 產生的特性：

1. 碟狀塑性變形。
2. 垂直擦光。