

473066

金屬片沖壓技術

(IV)

工具機手冊

第四十六冊

金屬工業發展中心 編譯

金屬片冲壓技術

(IV)

工具機手冊 第四十六冊

邱 先 拿 譯

版 權 所 有
不 准 翻 印

中 華 民 國 七 十 年 二 月 出 版

工 具 機 手 冊 之 (四十六)

金 屬 片 冲 壓 技 術

(IV)

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，與國外名廠產品，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，乃于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；本手冊前四十冊已於六十九年九月全部刊行，就正我工業界；復承國貿局支持本中心續編第四十一至六十冊計二十冊，主要在將工具機製造公差，工程量測，金屬片沖壓項目等工具機生產技術，又益以精密工具機中心與國外技術合作旋臂鑽床製造之範例，一併編印出版以饗讀者。至於編撰印行，因時間倉促，容有不週，至祈不吝指示！

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，心須要試驗決定：傳統切割，(Cutting) 皮型，(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 Malcolm 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 (I) (II) 二冊，在本續刊第二集二十冊中再出版 (III) (IV) (V) 三冊，將其補全以饗讀者，希能有所裨益。

金屬片冲壓技術

(IV)

目 錄

第十四章 模具設計技術.....	1
------------------	---

金屬片沖壓技術

冊（I）參考目錄

- 第一章 金屬片割切理論
- 第二章 金屬片割切公式
- 第三章 金屬片的割切操作
- 第四章 金屬片成形理論
- 第五章 金屬片成形公式
- 第六章 金屬片成形操作

冊（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

冊（III）參考目錄

- 第十章 模具結構類型
- 第十一章 料件排列技術簡例
- 第十二章 模具構件之多種及功用
- 第十三章 型式模具構件之設計

冊（V）參考目錄

- 第十五章 沖壓機型別
- 第十六章 機械的送料裝置
- 第十七章 模具材料

金屬片沖壓技術

(IV)

第十四章 模具設計技術

(Die design techniques)

因為用於金屬片加工之模具是一種工具，所以“工具設計”此名詞包含有模具設計，下文中所介紹之技術及若干修正處，可應用於所有形式的工具設計。

模具之設計若是不能實際製作出來的話，對工具製造者（Tool maker）而言，那是極為嚴重的。工具製造者經常結合其過去的經驗，使得設計達到可行性及經濟性。因此設計者若無經驗，或是他僅繪劃模具而不是設計它，則任何人均可坐下來劃工具圖，但究竟有多少人能利用工程知識及適當的設計技術來設計一用於特殊工作之工具。工業上需要的是工程師，而不是劃圖員。

設計而非僅繪劃一個圖之構想，這是很難將全部需求都灌輸入訓練中設計者之腦海中。因而，一系列的模具設計技術將提供給學者。不過在從事設計以前，學習者必須先已具有數學，實用繪圖及其他相關的知識基礎。

此處所說明的設計技術為切割模具及其元件，由於成形與引伸模具元件之設計與前者相類似，故不再詳細討論它。

切割鋼模：(Cutting steels)

首先敘述設計切割鋼模之原理及規則，切割鋼模包括衝模及孔模（Punch & die steels）兩部份。

孔模可分為下列兩大類：

1. 不用頂出板之穿落式孔模或切邊模具。

2. 利用頂出板孔模的模具。

穿落式模具之孔模有一特別的設計，因為由條狀切割的金屬片必須通過慎重設計之模具開口（Die opening）。假如於孔模的整個高度中，模具開口僅為整個孔模高度的一部份，實際切雙側之尺寸，如切雙下無離隙（Relief）之設計，則會造成切下坯件之阻塞。從金屬片切割的零件可能為胚件亦可為廢料，圖 147 為說明用於穿落式孔模之適當設計。

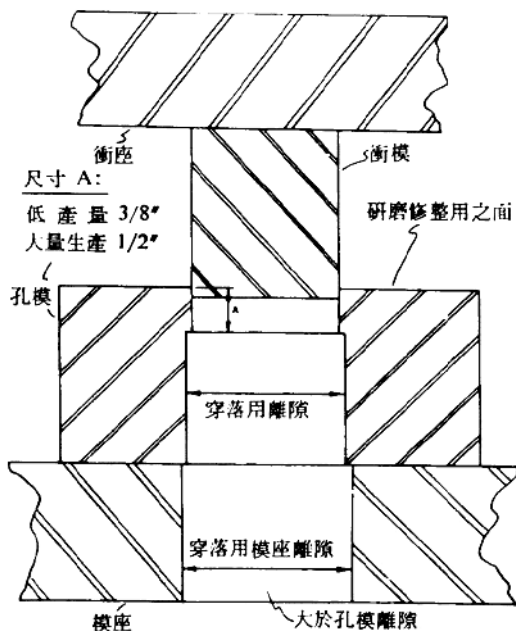


圖 147 穿落式模具中孔模及模座離隙。

孔模會因使用而變鈍。為了修整孔模，必須研磨其表面直到產生一銳口為止，假如用於大量生產的模具，切雙側下面，例如圖 147 之

A 模具開口高為 $\frac{1}{2}$ "，小量生產可用 $\frac{3}{8}$ "。

避免一平直模具開口而設計成一大之離隙或為 -1° 之離隙角 (Relief angle)，其餘部份則為正常之離隙。圖148表示之情況，第一個離隙角必須足夠小，使得模具尺寸及模具間隙不至於因修整加工而喪失其準確度。

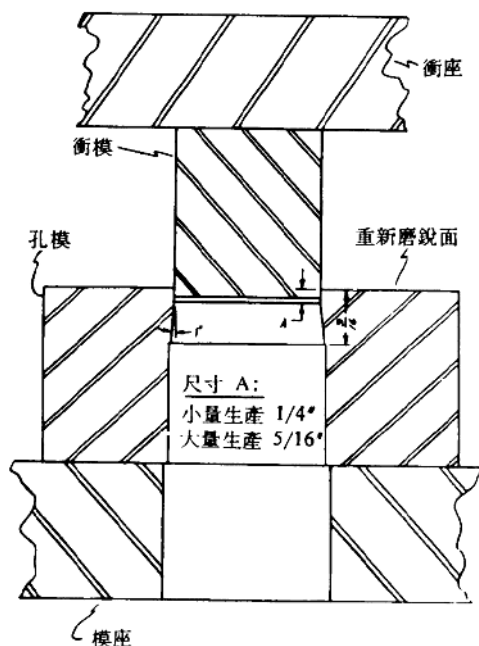


圖 148 穿落式模具——離隙角形狀。

使用頂出板之模具是異於穿落式者，為胚件不穿過孔模，因此不需要離隙。每一胚件於切割及模具打開後將由模口挺射而出。沒有離隙則孔模之整個高度可保持一正確的切刃側尺寸，這種特性使頂出板

之導引更為簡易，圖149所示為一使用頂出板之孔模設計。

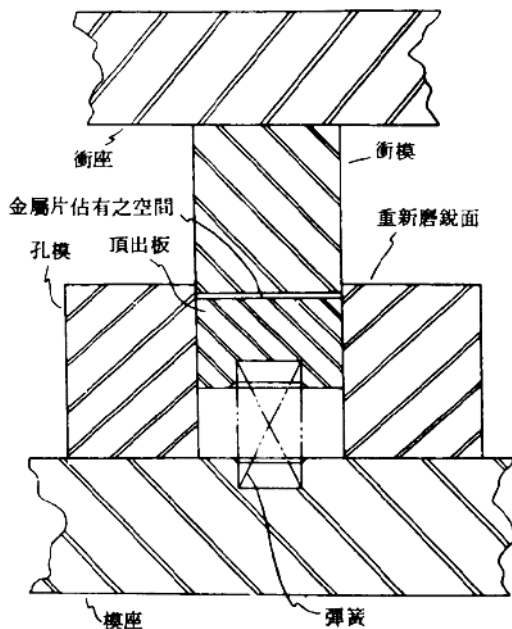


圖 149 孔模一頂出型。

依照其一般尺寸，孔模之另一分類如下：

1. 小型孔模，用平面磨床重新磨銳者。
2. 大型或一群的孔模，以手操作之電動或氣動研磨機重新磨銳者。

當孔模以平面磨床重新磨銳時，其研磨面之區域通常是不受限制的，因而頂面可保持平坦。當孔模須以手操作之研磨機重整時，其研磨面之區域宜小，使其易於完成磨礪，離隙角或臺階可使待重整之面積大幅的縮小，圖 150 表示無離隙孔模及幾種具備離隙孔模之型式，其加工處皆在頂面。

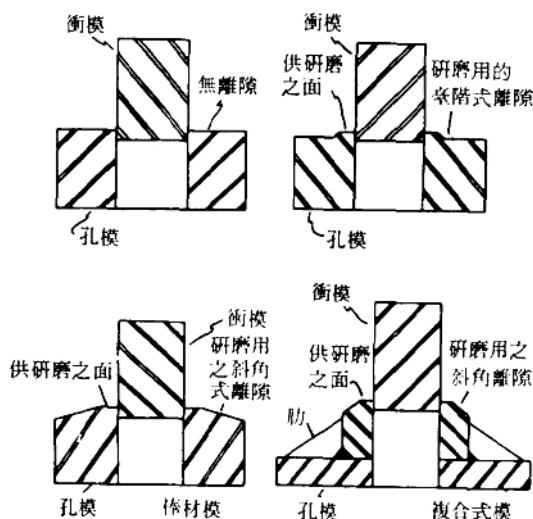


圖 150 供重整用之離隙圖。

採用手操作研磨機 (Hand grinder) 重整之孔模有下列幾種：

1. 大的修邊或下料模不適合在平面磨床上加工，但亦有可卸下磨銳的。
 2. 大型或小型切割模具，其切刃側是不平的或不是平坦面所組成的。
 3. 裝置在壓機上的模具。
 4. 模具中某部份較易磨耗，需用手操作研磨機作部份的修整。
 5. 破裂或損壞切刃之模具，其重整工作必須仍在留置於沖床上的。
- 如所設計之孔模為上述五種之一者，則應要有一離隙角以供重整之用。

孔模的第三種分類是依其製造方法，有下列幾種：

1.棒料加工； 2.鑄造； 3.鍛造； 4.組合式的。

太小的孔模，都可由一棒料直接加工而成。其餘的情況，孔模可由幾件棒料加工之工件組合而成。不管孔模是整體的或是分件的，必須依據最少人工之條件來設計，圖 151 表示適當地及不適當地孔模設計。不適當的設計不僅需要更多之人工，且易受有向切割力致使之撓曲。

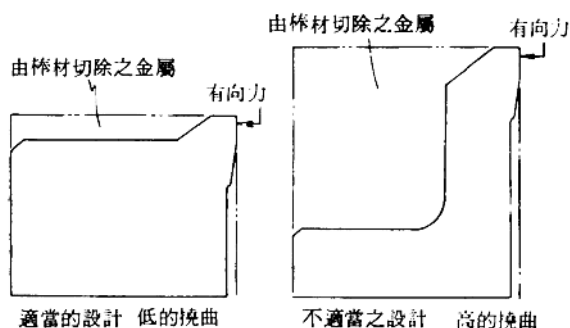


圖 151 棒材的孔模之設計。

一般而言，一部份垂直切割力是以水平向力傳送至孔模上。圖 152 說明模具在切割加工中如何形成水平向切割力。這力可高達幾噸，力之大小決定於所切割之材料及其厚度而定；因而設計孔模必須能抗拒此水平向的力。在不適當地孔模設計，此向量力有引起模具之扭曲變形及破裂之可能性。

標準棒料：(Standard bar stock)

當製造或設計模具構件時，應採用標準棒料。軋鋼廠所生產之標準棒料較特殊尺寸棒材為價廉。大多數工具室選用標準尺寸之棒料。因所選擇之棒材，既有可以大量採購及價格不高兩優點，且可事前貯存。貯存預先選定之棒材尺寸，不僅減少成本且消除了臨時採購所延

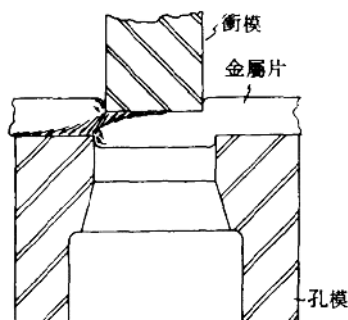


圖 152 切割加工中所形成之水平向力。

遲的時間，模具設計者將可儘可能的利用倉庫中所貯備尺寸的棒材。

使用正確的標準鋼棒亦可減少製造模具構件中之工資成本。有關製造衝模、孔模及其他模具構件所選擇棒料之規格，應依模具規格決定之。

圖 153 及 154 表示兩種不同設計之實例。第一及第三情況，表示為

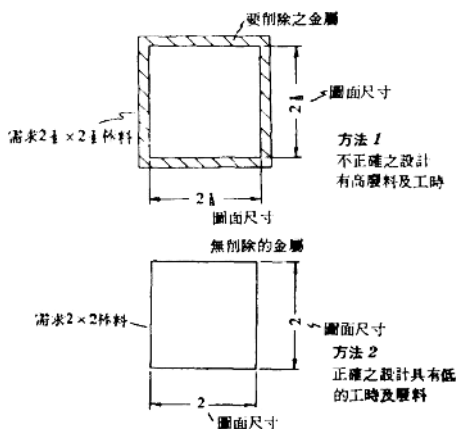


圖 153 冷軋標準棒鋼尺寸對工時之說明圖示。

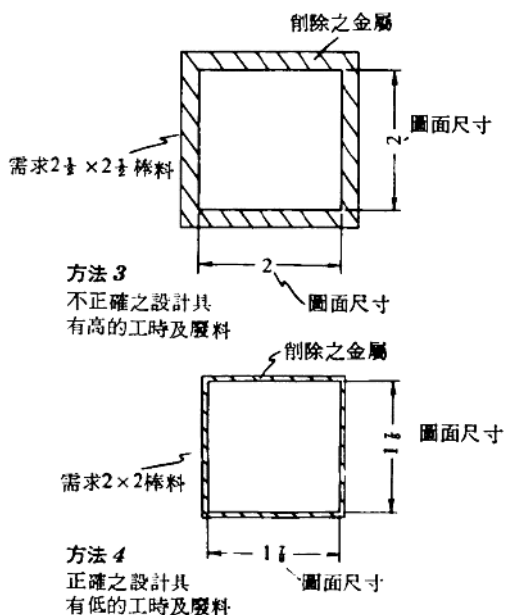


圖 154 熱軋標準棒狀工具鋼對工時之說明圖示。

不正確的設計，因其所採用之標準棒料尺寸需求最大的人工。第二及第四情況乃表示均為正確的設計，因需求最小的人工，所除去的金屬或廢棄的金屬均能減至最小。

因熱軋的工具鋼表面留有銹皮且精確度不好。況且，鋼材表面部份主要的含碳量的減少是由於熱軋加工發生之脫碳現象（Decarburization）。假如此種表面不予除去的話，熱處理後所需求的硬度將不可能達到。為了這些理由，棒料工具鋼於使用前必須切除黑皮，故當決定以棒料製造之構件尺寸時，必須估計此切削所需之加工裕度。在所有棒料尺寸中，此裕度小型構件通常取 $\frac{1}{8}$ "，大型構件則取 $\frac{1}{4}$ "。

假如構件採用冷軋低碳鋼時，只須在精密面方面保留輕微磨削（Light grinding cut）的裕度。冷軋鋼棒沒有銹皮且精度良好，其含

碳量並非重要因素，且不必經過熱處理程序。圖 153 說明冷軋鋼棒用於構件製造的適當尺寸被磨削掉者僅約為 $1/10,000''$ 厚度，故模具構件尺寸很可能與原始的棒料尺寸相差甚微。

應力分析：(Stress analysis)

為了抗拒向量力，所設計之孔模，承受之應力或相當之應變，應有均勻的分佈，消弭應力之集中而不使發生破裂。

為了更強調這個因素，製造幾個塑性的孔模樣件，而後在偏極光鏡(Polariscope)上作應力之分析。應力集中之發生如圖155所示。注意在尖隅處有應力集中現象。嚴重的應力由顯現在極化圖(Polarized Picture)之線條數目而指示，故理想的設計有少的應力線，另一應力嚴重區域在埋頭孔(Counter-bored)之底部螺絲肩頭承受壓力處。少的應力集中點亦表示此孔模易於熱處理作業。

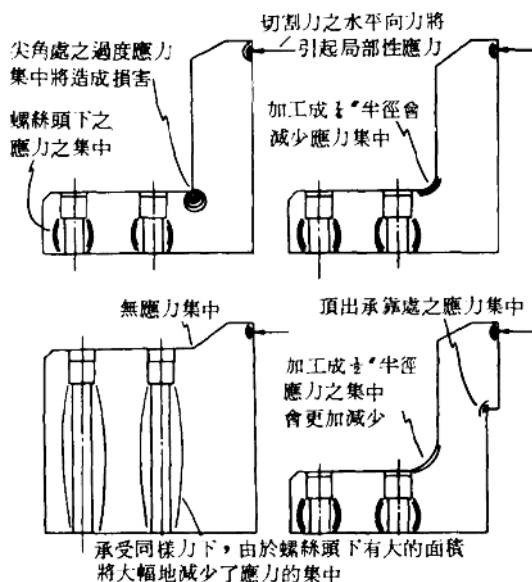
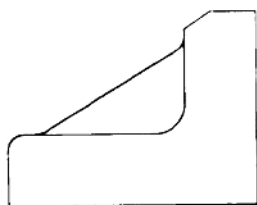


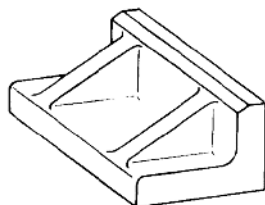
圖 155 受應力之孔模作偏光分析。

鑄造的孔模：(Cast die steels)

當設計鑄造的孔模時，爲便於鑄造起見，鑄件之厚度必須保持均勻。爲了達到此特性，假設孔模是人形的。垂直腿部（Vertical leg）要抗拒水平向切割力而爲一脆弱部份，爲了支撐垂直腿部，肋條乃鑄入於孔模中，如圖 156 所示。鑄造孔模時常用在切割大型曲線型零件，這種孔模如利用整塊料製造當然需用昂貴的加工費用。鑄鋼亦可加以硬化。鑄鋼由於對每不同形狀均需要先做一型模（Pattern），應付出模型費用。業已經標準化的鑄造孔模，成本較低，使用乃稱便。



鑄造孔模之側視圖



鑄造孔模之垂直邊加肋條作爲補強

圖 156 鑄造孔模。

鍛造孔模：(Forged die steels)

鍛造孔模比鑄造孔模更有抗震力，假如需要複雜的形狀，則鍛造孔模尤爲昂貴。鍛造孔模若是焊接於軟質基座上，而形成一種組合式孔模，則此方法大幅地簡化了鍛造操作及降低了鍛造成本。

組合式孔模：(Composite die steels)

組合式孔模是由兩分件組成的鋼模。一分件由硬化鋼製成的切刃部份；另一分件爲軟質機械鋼製成的。所用到的昂貴鋼材乃減至最少且軟質基座具有易於更換螺釘及定位銷孔之優點，當設計組合式孔模，在國外其尺寸可由型錄中找到。當垂直部份之高度很大時，組合式孔模須有如鑄造孔模一樣的補強肋。