

科學圖書大庫

衝模設計與結構

蕭君朋 譯

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

衝模設計與結構

蕭青之 蕭君朋

徐氏基金會出版

我們的工作目標

文明的進步，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力，在整個社會長期發展上，乃人類對未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同把人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之成就，已超越既往之果積，昔之認為絕難若幻想者，今多已成為事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人有無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，尤為社會、國家的基本任務。培養人才，起自中學階段，學生對普通科學，如物理、數學、生物、化學，漸作接觸，及至大專院校，便開始專科教育，均仰賴師資與圖書的啓發指導，不斷進行訓練。從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啓導後學。旨趣崇高，至足欽佩！

科學圖書是學人們研究、實驗、教學的精華，明確提供科學知識與技術經驗，本具互相啓發作用，富有國際合作性質，歷經長久的交互影響與演變，遂產生可喜的收穫。我國民中學一年級，便以英語作主科之一，然欲其直接閱讀外文圖書，而能深切瞭解，並非數年所可苛求者。因此，本部編譯出版科學圖書，引進世界科技新知，加速國家建設，實深具積極意義。

本基金會由徐銘信氏捐資創辦，旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利。民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，返國服務者十不得一。另贈國內大學儀器設備，輔助教學頗收成效；然審度衡量，仍嫌未能普及，乃再遴承國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。主任委員徐銘信氏為監修人，編譯委員林碧銓氏為編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱。「科學圖書大庫」首期擬定二千冊，凡四億言，叢書百種，門分類別，細大不捐；分為叢書，合則大庫。從事翻譯之學者五百位，於英、德、法、日文中精選最新基本或實

用科技名著，譯成中文，編譯校訂，不憚三復。嚴求深入淺出，務期文圖並茂，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，有敎無類，效果宏大。賢明學人同鑑及此，毅然自公私兩忙中，撥冗贊助，譯校圖書，心誠言善，悉付履行，感人至深。其旅居國外者，亦有感於爲國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬菲薄，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，報國熱忱，思源固本，僑居特切，至足欽慰！

今科學圖書大庫已出版七百餘冊，都一億八千餘萬言；排印中者，二百餘冊，四千餘萬字。依循編譯、校訂、印刷、發行一貫作業方式進行。就全部複雜過程，精密分析，設計進階，各有工時標準。排版印製之衛星工廠十餘家，直接督導，逐月考評。以專業負責，切求進步。校對人員既重素質，審慎從事，復經譯者最後反覆精校，力求正確無訛。封面設計，納入規範，裝訂注意技術改善。藉技術與分工合作，建立高效率系統，縮短印製期限。節節緊扣，擴大譯校複核機會，不斷改進，日新又新。在翻譯中，亦三百餘冊，七千餘萬字。譯校方式分爲：(1)個別者：譯者具有豐富專門知識，外文能力強，國文造詣深厚，所譯圖書，以較具專門性而可從容出書者屬之。(2)集體分工者：再分爲譯、校二階次，或譯、編、校三階次，譯者各具該科豐富專門之知識，編者除有外文及專門知識外，尚需編輯學驗與我國文字高度修養，校訂者當爲該學門權威學者，因人、時、地諸因素而定。所譯圖書，較大部頭、叢書、或較有時間性者，人事譯務，適切配合，各得其宜。除重質量外，並爭取速度，凡美、德科學名著初版發行半年內，本會譯印之中文本，旋即出書，欲實現此目標，端賴譯校者之大力贊助也。

謹特掬誠呼籲：

自由中國大專院校教授，研究機構專家、學者，與從事科學建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究學人、留學生；

大專院校及研究機構退休教授、專家、學者。

主動地精選最新、最佳外文科學名著，或個別參與譯校，或聯袂而來譯校叢書，或就多年研究成果，撰著成書，公之於世。本基金會樂於運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。祈學人們，共襄盛舉是禱！

前 言

由金屬板 (Sheet Metal) 製成品，小如電話機零件，大如汽車車身，應以「冲壓」為最佳最基本之生產方法。就冲壓技術而論，雖若干方面已逐漸標準化，但創造性之天才仍可于製造困難而精確工作時不斷發揮。為求使初學者對若干基本原理增加了解，乃有本冊列入一連串之「機械黃背集」(Machinery's Yellow Back Series) 內發行之舉。在此薄薄小冊內當然不可能對冲壓工具之申述包括無遺，亦不可能使專家們能在本書獲得新鮮材料，其目的僅對本題加以較完整之介紹，作簡要之說明而已。

目 錄

上 冊

第一章	設計之基本原則.....	1
第二章	導桿、止環、胚料支板及定位具.....	9
第三章	倒裝式下料模及頂胚件機構.....	15
第四章	倒裝模用定位具.....	23
第五章	下料沖孔複合模.....	31
	中英名詞對照表	45

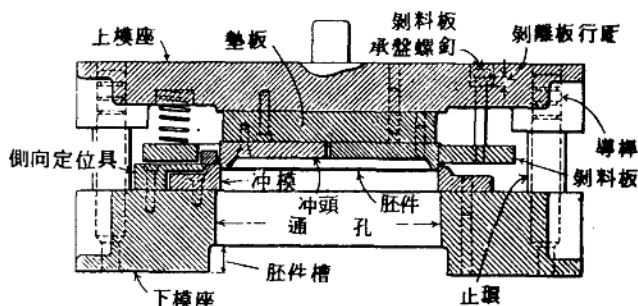
下 冊

第一章	級進式下料及沖孔模.....	1
第二章	剪式沖孔及切斷模.....	17
第三章	廢塊式切斷模.....	29
第四章	沖孔，切斷及成形模.....	35
	中英名詞對照表.....	47

第一章

設計之基本原則

最簡單之板金沖模為下料模 (Blanking Dies)，下料模又分為通孔式 (Drop-through Type) 及倒裝式 (Return-blank Type) 二種，前者沖頭 (Punch) 居上，沖模 (Die) 在下，胚件 (Blank) 被沖頭迫降通過沖模開口 (Die opening)；後者沖頭在下，沖模反居上方，故胚件須由一頂出銷 (Ejector) 迫使向上經由沖模滑出。



圖一 通孔式下料模

一代表性之通孔式下料模如圖一。沖頭裝于上模座 (Punch Shoe)，下降時穿過胚料 (Stock Strip) 進入沖模開口處使胚件切下。通常「沖模」一詞有二種意義：一為包括沖頭及沖模之整套；另一則單指沖頭進入以剪切胚料之部份而言。沖模裝于下模座 (Die shoe) 上，沖下之胚件通過沖模及下模座可逕由沖床面上之承盤鐵板 (Bolster Plate) 開孔處落下；亦可堆積於承盤鐵板之上，由操作人不斷自下模座下方胚件槽推出。

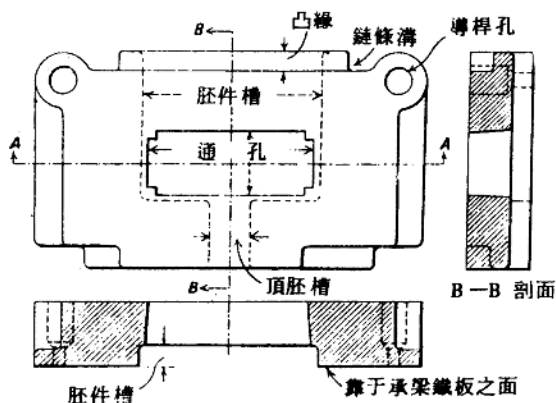
2 衝模設計與結構 (上冊)

當沖床向上沖程開始，由一彈簧操縱之板壓緊胚料于沖模至沖頭離開為止，使胚料脫離沖頭，稱為剝離作用 (Stripping)。

胚料于每一行程送進沖模，通常可由手操作或自動進給裝置，位置則由定位具 (Gages) 或胚料槽 (Stock Guide) 確定。此即最簡單之下料模簡單介紹。

下模座之結構

圖二為一下模座，通常由鑄鐵製成，有時亦採用低炭鋼或鍋爐板。下模座外方有供夾緊于沖床承梁鐵板之凸緣，如沖模過重需要起重機時，則尚須有鏈條溝。



圖二 通孔式下料模下模座

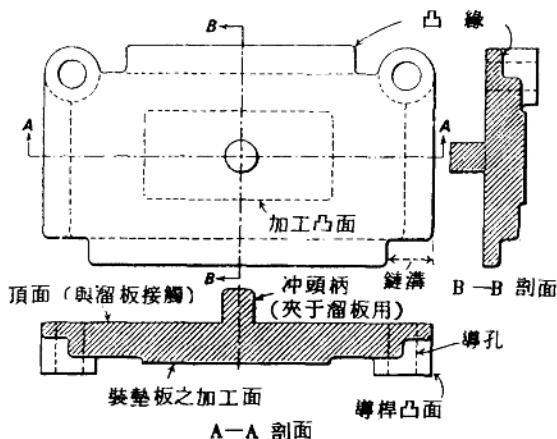
下模座加工面上可裝定位具，並須有兩個以上之凸面可鑽孔鉸孔，以保持上下模座對準之導桿 (Guidepin) 滑動用。

下模座必須有一較胚件稍大之孔，以供胚件順利通過。如胚件外形複雜，則此孔不能鑄成或鍛成，尚須予以機器加工，孔亦不能過大，致使沖模刀口成爲懸臂狀態。

如承梁鐵板無孔時，則下模座須有較胚件稍寬之胚件槽，從通孔延伸至下模座後側。通孔前方另有一頂胚槽，但不必具有胚件同樣寬度，因其目的僅在使操作人能推出落下之胚件而已。

如條狀胚料係由右向左進給，則胚件槽應從通孔延至左方，而頂胚槽則位于右方，至于胚料進給從右至左抑從前至後，則須由採用之沖床型式以決定之。

歐美各國常有標準型模座購用，免自製費時費錢，模座不應太大，僅須有夠容納沖頭沖模剝料板定位具之面積即可。



上模座之結構

圖三 上模座

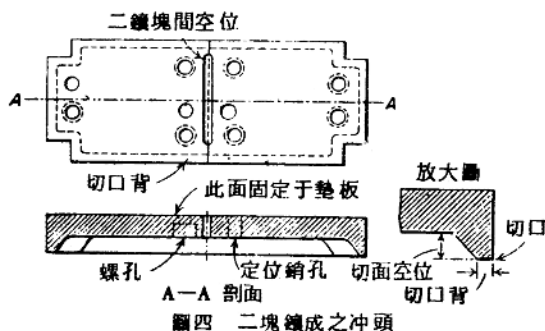
上模座由鑄鐵製成，如圖三。底面加工，沖頭及剝料板附于其上。上面有一圓形柄可裝入沖床溜板 (Ram) 內，圓形柄有時亦可取消，

而于凸緣用螺釘固定于沖床溜板。如上模座太重時亦須有鏈溝，以便用起重機吊起之用。

供導桿滑動用之凸面須有相當長度，在沖模位于閉合位置時，應使導桿露出頂面約 $\frac{1}{2}$ 吋；開模時導桿可稍脫離上模座凸面。

沖頭結構

沖頭用工具鋼硬化製成，此種工具鋼可為圓棒鋼，組合鋼 (Composite steel)，或鑄鋼，小型沖頭多為一整體；大型者則可多塊鑲成如圖四，因可避免淬火時變形。如有二塊以上鑲配成之沖頭，通常附裝于一鑄鐵或錫爐板之墊板上，故實際沖頭已結成一整體。沖頭與胚件尺寸相同，故可決定胚件自胚料沖下之尺寸。



圖四 二塊鑲成之沖頭

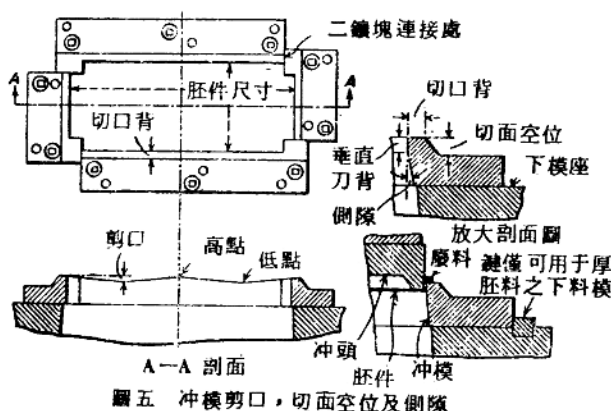
加工後之沖頭鑲塊斷面尺寸如為 $1\frac{3}{8}$ 吋厚 $\times 2\frac{3}{8}$ 吋寬時，宜採用 $1\frac{1}{2}$ 吋 $\times 2\frac{1}{2}$ 吋材料，如為 $1\frac{1}{8}$ 吋厚 $\times 2\frac{1}{8}$ 吋寬，可採用 2×3 吋材料。長度則以12吋為限，過長時淬火易變形收縮。沖頭切剖面常有空位 (Face Relief) 留下之切口背 (Face Land)，約 $\frac{3}{8}$ 吋寬。空位目的在減少重磨銳時之面積。

組合鋼沖頭

組合鋼沖頭由一硬化工具鋼刀片銲接于軟鋼基底而成。工具鋼刀片能鍛成胚件外形，用碰銲方法 (Butt-Welding Process) 銲接于軟鋼基底上。如此可節省加工損失，且易用定位銷及螺釘固定于鑄鐵模座，如須變更鑲塊位置以變更胚件尺寸，亦可僅重鑲軟鋼基底之定位銷孔，而毋須將鑲塊退火。

設計下料模之前，應先決定「胚件」形狀與尺寸。此並非易事，因「胚件」並非最後成品，而僅為引伸成形之第一步驟。求得「胚件」尺寸須相當準確，使可供決定模座號數及訂購鑲塊之用；但亦不必準確到即可做最後下料沖模尺寸之程度，通常可先做一薄片樣品。

沖頭鑲塊用螺釘及定位銷固定于墊板。螺釘頭應埋入沖頭內，僅墊板部份有螺紋。定位銷及螺釘之大小及個數視胚料厚度而定。過厚之胚料，有時于鑲塊後面用一鍵固定，不再墊以其他部份。下料時常產生側向及下向衝力，當沖頭切口變圓而鈍時，側向衝力增大。二衝頭鑲塊之間必須留空位，使接觸面距離減短，易于精確配合。關於如何使沖模結構合乎經濟條件，沖模設計者應予牢記在心。



圖五 沖模剪口，切面空位及側隙

沖模與沖頭常採用相同材料。除有切面空位外，切口內壁約 $\frac{1}{8}$ 吋下須留側隙 (Side clearance) 如圖五所示。此 $\frac{1}{8}$ 吋平行內壁稱為

垂直刀背 (Vertical Land)。此側隙可做成一約 3° 之錐形或 $\frac{1}{8}$ 吋之偏位，其目的在使沖下之「胚件」能順利落下。

沖頭與沖模內壁亦須有空隙，約等于胚料厚度之 10%。如胚料厚為 0.031 吋，則沖頭與沖模內壁間之空隙應為 0.003 吋。此空隙通常並不于圖上註明。

沖模「頂面」（或稱刀背），顯示者為一平面，實際應為一波狀表面。此可于沖模完成後任意磨成之，目的為減低操作時所受壓力稱為剪口 (Shear)。通常剪口高約等于三倍胚料厚度。最低處不必均勻分佈。沖模頂面之剪口並不影響「胚件」之平度，因胚件係與沖頭接觸，但將使廢料 (Stock Scrap) (即沖下胚件後剩餘之胚料) 成波浪形狀。繪裝配總圖時，沖頭應進入沖模內距離等于剪口深加上 $1/16$ 吋。

下料所需壓力之計算

普通金屬板下料所需壓力可以下式求得其近似值：

$$P = 50,000LT$$

P = 需要壓力以磅計。

L = 胚件周圍尺寸以吋計

T = 胚料厚度以吋計

此式僅可用于無剪口之沖模，如磨有剪口，則下料壓力並未同時作用，此時常數 50,000 可減為 25,000。

剝料板之設計

剝料板通常由鍋爐板或冷軋鋼製成，用承盤螺釘使附于上模座，靠壓縮彈簧壓向下方，而由螺釘頭部支承于上模座，當上模座于上方位置時——即沖模在開模位置時——剝料板底面稍低于沖頭底面。

剝料板承受一初壓縮最少 $\frac{1}{4}$ 吋，即當承盤螺釘頭在最低位置時，彈簧仍有 $\frac{1}{4}$ 吋被壓縮。當上模座下行程時，剝料板與胚料接觸使靠于

冲模頂面，此時繼續向下，剝料板彈簧被壓縮。至胚件已被冲下，上模座開始向上行程，彈簧迫使剝料板壓胚料于冲模頂面，使胚料剝離冲頭。直至上模座繼續上昇，承盤螺釘頭部達到最下方時，剝料板乃與模座一同上昇。

彈簧需要根數由下式計算剝料力 (Stripping Force) 而定：

$$S = 2500LT$$

S = 剝料力以磅計

L = 胚料周圍以吋計

T = 胚料厚度以吋計

彈簧壓力可由工程手冊查知。

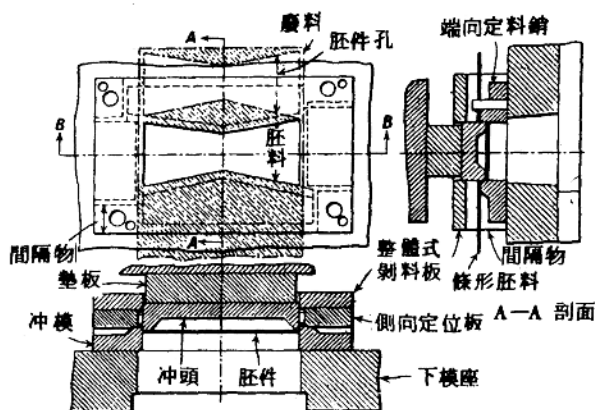
上模座須鑽埋頭孔並有足夠之深以供容納彈簧之用，但剝料板因太薄，則不宜鑽孔，或僅鑽極淺之容孔。

剝料板承盤螺釘，僅具極短之螺紋部。在上模座之埋頭容孔深決定剝料板行程距離。一般情況下，此埋頭容孔位于上模座，但在大型冲模，亦有將埋頭孔位于剝料板者，其優點為不須將整套冲模自冲床取下，即可將剝料板取出。剝料板孔與冲頭間公隙可達 $1/16$ 吋，因剝料板目的僅在將胚件切下後之餘料剝離，不須十分精確也。

有時可用整體式剝料板代替彈簧式者，即于剝料板與冲模頂面之間，胚料之兩側，各隔以一側向定位板 (Side Gage Plate)，如圖六，此定位板之厚度應以足夠容許條形胚料 (Strip Stock) 舉起越過端向定位銷 (End Gage) 而不致干涉及剝料板為度。整體式剝料板係用定位銷及螺釘經側向定位板及間隔物 (Spacer) 固着于下模座如圖六所示。側向定位板係用以導引條形胚料，當冲頭向上行程，胚料亦跟隨上昇，撞到剝料板時，即自冲頭剝下。

冲模採用整體式剝料板之主要缺點為操作者無法窺見胚料。因已被板蓋住，故最後一塊胚件及最先一塊胚件切下時不易控制。通常除特別重之胚料須極大彈簧壓力者，甚少採用整體式剝料板。

如將整體式端面定位銷 (Solid End Gage Pin) 代以自動輪掣式端面定位具 (Automatic trigger-end gage)，則操作者不需每次冲切後舉起條形胚料使越過定位銷，此時整體式剝料板可留 $1\frac{1}{2}$ 倍



圖六 採用整體式剝料板之沖模結構

胚料厚度之空位，以免當第一張胚料用完，將次一張胚料往前頂時，不致重疊。輪掣式定位具以後再予討論。

沖頭墊板

如沖頭由兩塊以上拼成，則此鑲塊通常固定于一沖頭墊板 (Punch Adapter) 上，使成為一單件。但如當無足夠之垂直空位可供利用，且沖模安裝工時需要甚多時，則可不用墊板。

墊板斷面應稍小于沖頭，每邊約小 $\frac{1}{8}$ 吋。如沖頭形狀複雜，可待沖頭形狀決定時再予鑄造，或先鑄成或鍛成毛胚，再予加工使每邊留出 $\frac{1}{8}$ 吋。

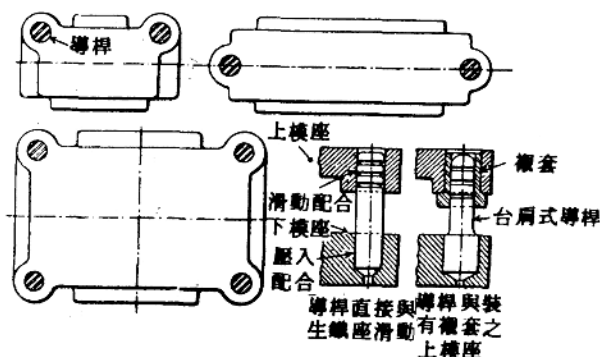
第二章

導桿・止環・胚料支板及定位具

前章討論通孔下料模之一般原則，沖頭，沖模及其座之結構，下料壓力之計算，剝料板及墊板之設計。本章將闡述導桿 (Guide pins)，止環 (Stop Collars)，胚料支板 (Stock Supports) 及定位具。或稱胚料導板 (Gages or Stock guides)。

導桿設計與裝置

導桿之目的在保證上模與下模座之對準，其使用之根數視沖模之大小而定。小型及從沖床前方看去較狹長之中型沖模均用二根導桿即夠；寬中型及大型沖模則須用四根。導桿之位置如圖一所示。



圖一 導桿之設計與定位

導桿與下模座爲壓入配合，而與上模座則爲滑動配合。滑動端須開槽以供容納及分配潤滑油之用。

導桿材料可爲未經熱處理之冷軋鋼；經氧化之冷軋鋼；低炭鋼滲炭淬火或工具鋼淬火。有時上模座導桿孔亦有壓入淬火硬化之鋼襯套者，但此僅于甚高之生產量或導桿有受側向推力之可能情況採用之，通常鑄鐵上模座不需鋼襯套。如上模座爲鑄鋼或軟鋼則須予以表面硬化，以免滑動時被刮傷。

如利用廢剩胚料 (Scrap Stock) 沖切毛胚，則導桿宜置于沖模後方，以免與此胚料干涉，因可能爲一不規則之形狀也。當預先不知將來所用者爲「新胚料」或「廢剩胚料」，爲安全計仍以將導桿置于沖模後方爲妥。

止環之應用

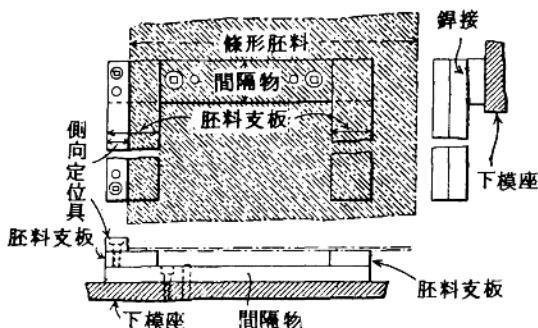
當沖模儲存時期常于導桿周圍套以止環 (Stop collar) 或導桿突面裝以止塊 (Stop Block) 以作爲間隔物，同時止環或止塊，可使安裝沖模于沖床上時易于調整沖床之閉合高度 (Shut Height) 以適合沖模。

沖模安裝工人將沖模溜板 (Ram) 向下方調整至接觸上模座，然後再調整沖床，使沖模閉合高度增加約 $1/32$ 吋。故止環並非每一衝程均真正碰到上模座下方，而在于防止沖模于安裝或儲存時太過於閉合致將損傷沖頭及沖模，甚至將損傷剝料板之彈簧。

胚料支板

胚料支板之作用係在沖模前方供給一短距離之支撐；但並非一定爲沖模之一部份，因有時可附于沖床或由地板上建立一胚料之支板均可。

當胚料支持板作爲沖模之一部份時，可用一或二個冷軋鋼棒組成，裝附于下模座，如圖二所示。支板頂面與沖模頂面平，一導引條形



圖二 胚料支板與側向定位具

胚料之側向定位具裝于支板頂面。支板可直接裝附于下模座頂面，或裝于間隔物上。此間隔物則裝附于下模座頂面。

通常胚料寬者用二支板，狹者用一支板即可。當用二支板時，如胚料係由前向後進給 (Feed)，則右邊支板應位于胚料邊緣之內方，使操作人于將胚料送進沖模時能握住胚料邊緣。進給方向與沖床型式有關，側向開口型 (Open-Side) 沖床從右向左，側向閉口型 (Closed-Side) 從前向後。

如胚料係新品，則須有使胚料一側面及端面定位之定位具；如係廢剩胚料，則不需定位具，而由操作人目視定位。

如胚料甚狹則一個端面定位具即夠；如胚料寬則用二件。如條形胚料進給方向由前向後，側向定位具可裝于沖模左方；如由右向左進給，則裝于沖模後方。胚料定位具不必十分精確，因對胚件之尺寸並無影響，僅留于二胚件中間之廢料或多或少而已。

普通採用二側向定位具，一彎成或銲接而成之直角形，正對沖切位置；另一儘量置于沖切位置之前端遠方。後者常為一壓入下模座或胚料支板上側向定位棒之圓銷。側向及端向定位具之位置須能使連續二胚件間或胚料邊緣與胚件間之廢餘胚料寬最少為 $\frac{1}{8}$ 吋。

經濟胚料之定位方法