

冲床與冲模

游 正 晃 編 著

修 訂 版

科技圖書股份有限公司

TC 385
992

本公司經新聞局核准登記
登記證局版台業字第1123號

書名：冲床與冲模

編著者：游正晃

發行人：趙國華

發行者：科技圖書股份有限公司

台北市重慶南路一段49號四樓之一

電話：3118308・3118794

郵政劃撥帳號0015697-3

六十七年七月初版
七十二年八月修訂八版

特價新台幣80元

編輯大意

- 一、本書根據當前工業教育的迫切需要編輯而成。除供專科及職業學校沖床與沖模課程教學用外，並可供模具從業人員自修及參考。
- 二、本書內容，共十章。以沖床、沖模及其工作法為主題，兼重沖床的安全裝置。旨在瞭解沖床工作的原理及提高操作技術與效能。
- 三、本書在敘述方面力求簡單扼要，且理論與實際並重，俾使學生易於發揮學以致用的功效。
- 四、本書內的專有名詞是根據教育部頒訂機械工程名詞為準。
- 五、本書在各章之後，附有練習題，以供學習者測驗其所了解的程度。
- 六、本書的編撰，多在公畢課餘之隙，雖經多次校訂，但疏漏謬誤仍所難免。尚祈海內先進，隨時指正，俾在再版，得以訂正是幸。

游正晃 謹識

中華民國六十七年六月

目 錄

第一章 沖壓工作法概念

1-1	前 言	1
1-2	沖壓加工的特點	2
1-3	沖床加工的種類	4
1-3-1	沖剪加工	4
1-3-2	彎曲加工	5
1-3-3	抽製加工	5
1-3-4	成形加工	6
1-3-5	壓縮加工	7

第二章 沖 床

2-1	沖床的分類	9
2-2	沖床的構造與特長	10
2-2-1	人力沖床的構造與特長	10
2-2-2	動力沖床的構造與特長	11
2-3	沖床的規格及選用	19
2-4	沖床的精度	23
2-5	沖床工作的安全	29
2-5-1	傷害的原因	29
2-5-2	傷害的防止	29

第三章 沖 模

3-1	沖模的分類	39
3-1-1	依模具的構造方式分類	39

3-1-2	依產品的加工方法分類	41
3-2	模具的組成零件	44
3-2-1	模座	45
3-2-2	材料導件或導規	48
3-2-3	定位零件	49
3-2-4	脫模具	57
3-2-5	排料件	61
3-3	模具的分割組成	63
3-4	模具的安裝	64
3-5	沖模構成材料	66
3-6	模具的使用與保養	67
3-6-1	使用中需注意的事項	67
3-6-2	模具的再研磨	68
3-6-3	模具的保養	68

第四章 沖剪加工

4-1	沖剪加工的過程	70
4-2	成品切口的斷面形狀	71
4-3	模具間隙	73
4-4	角間隙	74
4-5	剪斜角	76
4-6	沖剪所需的壓力及功	77
4-6-1	沖剪所需的壓力	78
4-6-2	沖剪所需的功	80
4-7	模具的強度	81
4-7-1	沖模塊的強度	81
4-7-2	沖頭強度	81
4-8	材料裁取法	83
4-9	廢邊料的裕度	86
4-10	模具壓力中心的確定	87

4-10-1	圖解法	87
4-10-2	解析法	88
4-11	下料及沖孔產品設計的主要工作要求	89
4-12	沖剪模具的種類	91

第五章 彎曲加工

5-1	彎曲變形	98
5-2	最小彎曲半徑	99
5-3	毛坯展開長度的決定方法	101
5-4	彈性回跳	105
5-4-1	V型彎曲	105
5-4-2	U形彎曲	109
5-5	彎曲所需的壓力	113
5-6	彎曲產品設計的主要工作要求	115
5-7	彎曲模具的種類	118

第六章 抽製加工

6-1	概 說	132
6-2	圓筒抽製金屬的流變過程	132
6-3	抽製時板厚的變化	133
6-4	抽製加工所需的壓力及功	135
6-4-1	圓筒容器的抽製壓力	135
6-4-2	壓皺壓力	136
6-4-3	抽製加工所需的功	138
6-5	圓板抽製的裁板	139
6-5-1	用面積法估計毛坯直徑	139
6-5-2	用幾何作圖法求毛坯直徑	144
6-5-3	輪廓圖解法	146
6-5-4	用重心法求毛坯直徑	147
6-5-5	部份面積法	149

6-5-6	用重量法求毛胚直徑	150
6-6	圓筒容器的抽製性	150
6-6-1	抽製率與抽製比	150
6-6-2	再抽製	152
6-6-3	毛胚直徑與板厚的相對關係對抽製工作的影響	153
6-7	模肩圓弧半徑	154
6-8	沖頭圓弧半徑	156
6-8-1	R P 與抽製性	156
6-8-2	再抽製的傾斜沖頭作圖法	156
6-8-3	再抽製的圓筒沖頭作圖法	159
6-9	抽製模具的間隙	159
6-10	圓筒抽製模具設計的順序	160
6-11	反向抽製法	163
6-11-1	反向抽製法	163
6-11-2	連續反向抽製法	164
6-12	引縮加工	165
6-13	特殊圓形容器的抽製	169
6-13-1	附有凸緣容器的抽製	169
6-13-2	附有段凸緣容器的抽製	171
6-13-3	半球形容器的抽製	172
6-13-4	圓錐形容器的抽製	173
6-14	角筒抽製金屬的流變	175
6-15	角筒容器抽製所需的壓力與功	176
6-15-1	角筒容器抽製所需的壓力	176
6-15-2	角筒容器抽製所需的功	177
6-16	一道工程能抽製完成的角筒容器裁板法	177
6-17	角筒容器的抽製特性	180
6-17-1	隅角半徑與抽製深度的關係	180
6-17-2	抽製深度與寬度的關係	181
6-17-3	毛胚面積與沖頭斷面積的比較	181

6-18	模肩圓弧半徑與沖頭圓弧半徑·····	182
6-19	間 隙·····	182
6-20	角筒抽製模具設計的順序·····	183
6-20-1	方形角筒容器的設計實例·····	183
6-20-2	矩形角筒的設計實例·····	185
6-21	多道工程的角筒抽製·····	187
6-22	潤滑劑·····	191
6-23	抽製速度·····	193
6-24	抽製模具的種類·····	193

第七章 壓縮加工····· 200

7-1	材料變形·····	200
7-2	壓縮加工法的特點·····	201
7-3	壓縮加工法的缺點·····	202
7-4	壓縮加工法的種類·····	203
7-4-1	端壓加工·····	203
7-4-2	擠製加工·····	209
7-4-3	壓印加工·····	218
7-4-4	壓花加工·····	211

第八章 橡皮模具····· 223

8-1	葛林法·····	223
8-2	橡皮模的應用·····	225
8-2-1	沖剪加工·····	225
8-2-2	彎曲加工·····	227
8-2-3	成形加工·····	228
8-2-4	抽製加工·····	229
8-3	馬氏成形法·····	229

第九章 液壓成形法····· 232

9-1	成形法概念	232
9-2	液壓成形過程	233
9-3	液壓成形法的特長	233
9-4	韋龍成形法	234
9-5	液體動壓力成形法	235
9-6	流體成形法	236

第十章 成形加工 238

10-1	圓緣成形	238
10-2	凸張成形	241
10-3	凸緣成形	243
10-4	孔凸緣成形	244
10-5	捲邊成形	246
10-6	頸縮成形	248
10-7	旋彎成形	249
10-8	常溫輥子成形	250
10-9	特殊圓形斷面成形	251
10-10	爆炸成形	254

第一章 冲壓工作法概念

1.1 前言

由於近代理工業的急速發達，使材料加工技術之進步與發展一日千里，而冲壓加工技術亦在不斷的改進與發展中，其成長較往年更為迅速驚人，尤其是金屬板製造法與成形法之改進，使表面光滑、厚度適宜的金屬板能充分供應。及其所需的機器已臻高速而大型階段，故其加工範圍遂廣泛。如作冲孔或切邊等工作，則較鑽孔或銑切時，其製造精度與生產效率都可提高，故材料有適合於冲製者，則冲床加工有代替鑽孔或銑切的趨勢。又近年來多數鑄件、壓鑄品及鍛造品亦漸被冲床加工所代替，其原因是由於成品重量的降低，以及可收到較佳的零件強度與剛性的效果。冲床加工更進一步的發展因素，是在零件的最終形狀不必再作進一步的切削加工。所以冲壓工作可以說是現代工業生產中降低成本的最佳方法。

所謂冲壓加工，係指利用冲床機械及其專用工具，在常溫狀態下對加工材料施行冲剪、彎曲、成形、抽製或壓縮等，以製造各種不同用途的零件。其成品小自一個墊圈或一個螺釘，大如一部汽車的車身或飛機的外殼，以及計算機、收音機、打字機、電視機、洗衣機、電冰箱、照相機與鐘錶等零件，大部份也是由冲壓加工製造而成的。尤其近年來，由於工業水準的不斷提高，如裝飾品、家庭用具及機械零件等的需要量大幅增加，為謀爭取廣大市場，暢銷其產品，需用大量生產，降低成本，以及提高品質，才能滿足消費者的需求。冲壓加工法，就是在於有高超的生產量，全年生產可達幾千萬以上。又同一冲模所冲製的產品，不但精度高且有互換性。因此，冲壓加工法已走向

2 冲床與冲模

近代工業化的途徑，而發展冲壓設計與製造技術，實為重要的一環。

1.2 冲壓加工的特點

冲壓工作之所以能迅速的成長，其主要原因是與其他金屬加工法相比較，不論在技術方面或經濟方面，都具有很多優點，其中主要如下：

(1) 在生產過程中，應用了自動化的機械設備及多工程的自動進給裝置，故生產效率高。

(2) 在冲壓加工中，不但廢料較其他加工為少，而且廢料亦可製成其他較小的零件，所以材料之利用率高。

(3) 同一模具製造出來的產品，具有相同的尺寸與形狀，可得良好的互換性零件。

(4) 在冲床簡單的冲擊下，即可得到形狀複雜的零件，這些零件如用其他加工法來製造，將是不可能的或是困難的。

(5) 在材料耗費不大的情況下，可得到強度大、剛性高而重量小的零件。

(6) 生產量大，零件的製造成本低。

(7) 縮短工作時間，節省勞力。

(8) 操作簡單容易，非熟練工人亦能操作。

冲床工作雖有如上所述諸優點，但其缺點亦甚多，列述如下：

(1) 零件的形狀需合於生產的形狀，才能加工。

(2) 模具多屬於專用化，一付模具只能生產同一形狀的零件。

(3) 零件的製造費用，隨生產量的多少而定，產量少，則對模具費用分攤要高，故對於生產量少者，較不適用。

(4) 為提高零件的精度，需有高精度的模具，故不但模具製造困難、費時，而且價格提高。

(5) 對於零件的形狀與大小不同，則其冲床機械的選用亦不同。

(6) 模具製造需有相當的時間，不能即時生產，故交貨期間受到限制。

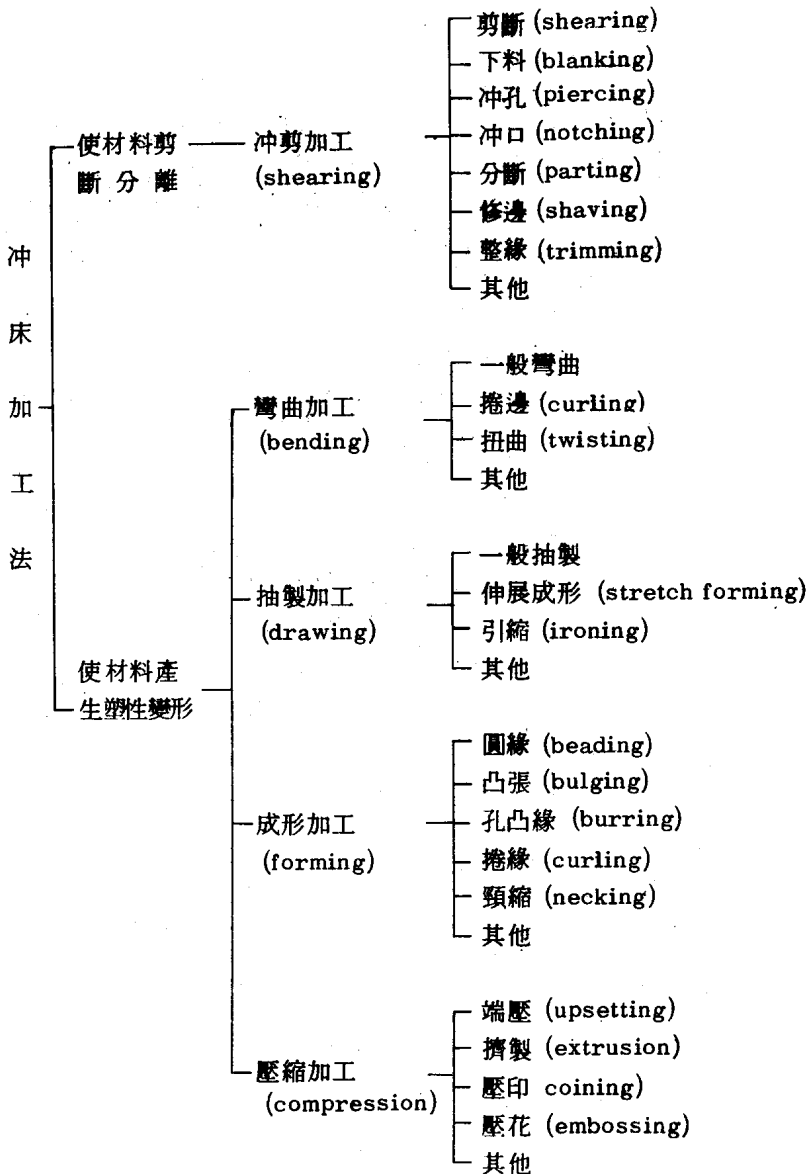


表 1-1 冲床加工分類

4 冲床與冲模

(7) 冲床在操作上有較高的危險性及傷害率，需在安全措施方面要下更多的工夫。

從事冲壓加工時不但需兼顧上述之優缺點，慎重選用，而且能將缺點謀求妥善，才能使冲床加工發揮最高效率。

1.3 冲床加工的種類

冲床加工的種類很多，依加工性質之不同而異。有些是將材料用剪切使其分離者，亦有些是加力於材料的表面，以產生塑性變形，使其伸張或壓縮或兩者均有者。又有以成品加工方式的不同而將冲床加工分為冲剪加工、彎曲加工、抽製加工、成形加工及壓縮加工等五大類。如表 1-1 所示。

1.3.1 冲剪加工 (shearing)

冲剪加工，係指使用冲剪模具，在材料上加破斷強度以上的外力，沿封閉的或敞開的輪廓，使材料的一部份與另一部份分離。此種加工主要可完成切斷、下料、冲孔、冲口、分斷、修邊與整緣等工作，如圖 1-1 所示。

(1) 剪斷 (shearing)：將材料與毛坯依敞開的輪廓冲剪使其分離，如圖(a)所示。其剪斷線可為直線狀或曲線狀。

(2) 下料 (blanking)：將材料與毛坯依封閉的輪廓冲剪使其分離，如圖(b)所示。

(3) 冲孔 (piercing)：冲孔與下料恰好相反，是將零件內的材料以封閉的輪廓冲剪使其分離的加工，而所冲出的剪斷片通常成為廢料，如圖(c)所示。

(4) 冲口 (notching)：在材料的端邊冲剪開口槽，如圖(d)所示。

(5) 分斷 (parting)：將平的、彎曲的或空心的毛坯，冲剪成兩個部份或幾個部份，如圖(e)所示。

(6) 整緣 (trimming)：將抽製或壓縮出來的零件的周圍不平順的或多餘的外邊除去，如圖(f)所示。

(7) 修邊 (shaving)：修邊加工是利用冲床的再加工剪切方式，

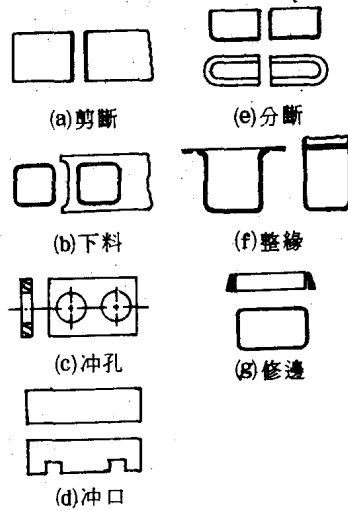


圖 1-1 各種冲剪加工

將不整齊面或外緣預留的加工量剪削，以得準確的尺寸與光滑垂直的剪斷面，如圖(g)所示。

1.3.2 彎曲加工 (bending)

通常在不改變材料厚度的原則下，將平整材料的一部份或全部冲成一個角度的形狀，謂之彎曲加工。此種加工可以完成一般彎曲、捲邊、扭曲等工作，如圖 1-2 所示。

(1) 一般彎曲：將平的毛胚冲製成彎曲件，如 V 形彎曲 (V-bending)、U 形彎曲 (U-bending) 等，如圖(a)所示。

(2) 捲邊 (curling)：將平板料的邊緣用一定半徑彎曲成平順的圓形，如圖(b)所示。

(3) 扭曲 (twisting)：將平毛胚的一部份與另一部份相對的扭轉一個角度，使變成曲線形的製件，如圖(c)所示。

1.3.3 抽製加工 (drawing)

將平的材料變成任意有底無縫的容器，或將直徑較大的有底無縫



(a)一般彎曲



(b)捲邊



(c)扭曲



(a)一般抽製



(b)伸展成形



(c)引縮

圖 1-2 各種彎曲加工

圖 1-3 各種抽製加工

容器作進一步的改變，以減小直徑，增加深度，謂之抽製加工。此種加工可以完成一般抽製、伸展成形與引縮等工作。如圖 1-3 所示。

(1) 一般抽製：將平板材料抽製成任意有底的容器，或將有底容器作更進一步的深抽製，如圖(a)所示。

(2) 伸展成形 (stretch forming)：將平板材料拉伸，並將其蓋到樣模上，作出曲線形的空心件，如圖(b)所示。

(2) 引縮 (ironing)：將有底無縫之容器施行再抽製，並使其厚度產生變化，如圖(c)所示。

1.3.4 成形加工. (forming)

使用各種局部變形的的方法來改變毛坯或零件的形狀，如圓緣、凸脹、孔凸緣、捲緣、頸縮、接縫等工作。如圖 1-4 所示。

(1) 圓緣 (beading)：將平板或加工品表面的一狹窄部份壓成凹凸形狀，供補強或裝飾之用，如圖(a)所示。

(2) 凸脹 (bulging)：將圓筒形或管的一部份直徑擴大的成形方法，如圖(b)所示。

(3) 孔凸緣 (burring)：將已沖過之孔的邊緣或空心件的外邊，使用材料拉伸的方法以形成凸緣，如圖(c)所示。

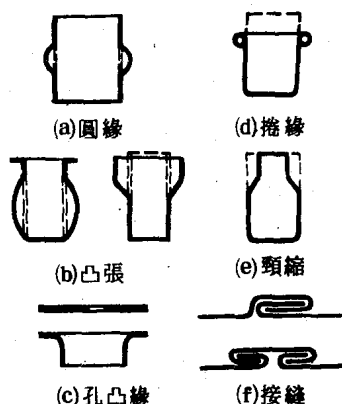


圖 1-4 各種成形加工

(4) 捲緣 (curling)：將空心件或管的邊緣捲成半圓形或圓形，如圖 (d) 所示。供補強或裝飾用。

(5) 頸縮 (necking)：將圓筒形或管之一端直徑縮小而將長度增加的成形，如圖 (e) 所示。

(6) 接縫 (seaming)：將兩塊板或零件利用多次彎曲相互連接在一起之加工法，如圖 (f) 所示。

1.3.5. 壓縮加工 (compression)

在毛胚上加重壓，使其體積作重新分配，以改變毛胚的輪廓、外形或厚度，以完成各種形狀複雜的成品，如端壓、擠製、壓印、壓花等工作，如圖 1-5 所示。

(1) 端壓 (upsetting)：將材料的全體或一部份沿其長度方向壓縮，以減少長度而增大斷面積，如圖 (a) 所示。

(2) 擠製 (extrusion)：將毛胚加壓，迫使其從沖或模的出口，或沖與模的間隙流出，而成為薄壁空心零件，或斷面較小的成品，如圖 (b) 所示。

(3) 壓花 (embossion)：將上下模作成凹凸花樣，在幾乎不改變材料厚度的情況下，使材料成凹凸斷面，如圖 (c) 所示。

(4) 壓印 (coining)：壓印與壓花相似，但材料在加工後其厚度

8 冲床與冲模

被改變，並使其充塞在有凹凸的模腔內，在零件表面上形成凹凸的工作方式，如圖(d)所示。

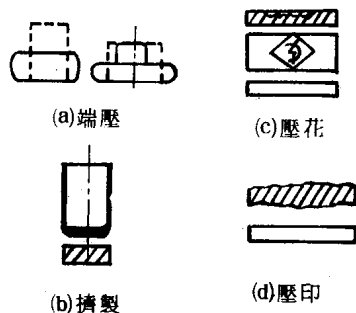


圖 1-5 各種壓縮加工

習題一

1. 何以冲壓工作可以說是現代工業生產中降低成本的最佳方法？
2. 何謂冲壓加工？
3. 冲壓工作有何優點與缺點？
4. 冲床工作如何分類？
5. 何謂冲剪加工？彎曲加工？抽製加工？成形加工？壓縮加工？