

中等专业学校交流讲义



# 冷冲压工艺学

太原重型机械学院锻冲教研组编著



中国工业出版社

5044

本书是依据1959年修訂的中等专业学校鍛冲专业的冷冲压工艺学教学大纲編写的。編写中对某些内容作了适当的补充，如：重点的講述了切斷、冲孔、弯曲、拉延、翻边等工序，增加了典型零件的工艺計算及模具設計一章，同时給讀者介紹了編制工艺及設計模具必須考慮的問題和解決問題的途徑。本书可作为中等专业学校鍛冲专业的交流帶义，也可供冷冲压技术人员参考。

## 冷 冲 压 工 艺 学

太原重型机械学院鍛冲教研室編著

\*

第一机械工业部教材編审委员会編輯 (北京復興門外三里河第一机械工业部)

中国工业出版社出版 (北京：朝陽門外10号)

(北京市十局出版字北許可証出字第110號)

化工印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

\*

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $9^{1/2}$ ·插頁2·字數221,000

1961年10月北京第一版·1961年10月北京第一次印刷

印數0001—2543·定价(9-4) 1.10元

\*

統一書号：15163·753 (一机-149)

# 目 次

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| 緒論.....                                       | 7  |
| 第一章 冷冲压用材料及材料工艺性能試驗.....                      | 9  |
| 第二章 剪裁.....                                   | 16 |
| § 1 平口剪床剪切 .....                              | 17 |
| § 2 斜口剪床剪切 .....                              | 22 |
| § 3 滾剪剪切 .....                                | 25 |
| 第三章 冲裁和打 孔.....                               | 28 |
| § 1 过程分析 .....                                | 28 |
| § 2 凹模和凸模間的間隙 .....                           | 29 |
| § 3 凹模及凸模刀口尺寸及公差註法 .....                      | 32 |
| § 4 冲裁力 $P$ 、推件力 $Q_{ap}$ 、卸件力 $Q_{ch}$ ..... | 38 |
| § 5 推件力的計算 .....                              | 43 |
| § 6 卸件力的計算 .....                              | 44 |
| 第四章 排样与裁板.....                                | 45 |
| § 1 排样 .....                                  | 45 |
| § 2 裁板法 .....                                 | 51 |
| § 3 最小搭边宽度的决定 .....                           | 55 |
| § 4 条料宽度 $B$ 及导尺宽度 $B_0$ 的确定.....             | 57 |
| 第五章 弯曲.....                                   | 61 |
| § 1 中性层位置 .....                               | 62 |
| § 2 最小許可弯曲半径 .....                            | 65 |
| § 3 弯曲的回弹 .....                               | 69 |
| § 4 弯曲模的圓角半径，凹模深度，模具間隙及公差 .....               | 72 |

|            |                            |            |
|------------|----------------------------|------------|
| § 5        | 弯曲毛坯的计算                    | 74         |
| § 6        | 弯曲力的计算                     | 77         |
| <b>第六章</b> | <b>拉延</b>                  | <b>86</b>  |
| § 1        | 拉延工作分析                     | 89         |
| § 2        | 拉延件毛料尺寸和形状的决定              | 95         |
| § 3        | 拉延次数和程序的决定                 | 111        |
| § 4        | 拉延模圆角及间隙                   | 134        |
| § 5        | 拉延力 $P$ 及压边力 $Q$ (防皱力) 的确定 | 139        |
| <b>第七章</b> | <b>其他工艺</b>                | <b>144</b> |
| § 1        | 翻边                         | 144        |
| § 2        | 走代                         | 148        |
| § 3        | 缩口                         | 150        |
| <b>第八章</b> | <b>冷冲压件的工艺性及工艺编制</b>       | <b>151</b> |
| § 1        | 冷冲压件的工艺性                   | 151        |
| § 2        | 冲压工艺规程的编制                  | 150        |
| <b>第九章</b> | <b>冷冲压的模具结构</b>            | <b>162</b> |
| § 1        | 概述                         | 162        |
| § 2        | 冲切模                        | 164        |
| § 3        | 弯曲模                        | 174        |
| § 4        | 拉延模                        | 177        |
| <b>第十章</b> | <b>冷冲模具设计</b>              | <b>184</b> |
| § 1        | 概述                         | 184        |
| § 2        | 与设计模有密切关系的压床数据             | 185        |
| § 3        | 模具的压力中心                    | 186        |
| § 4        | 冲头设计                       | 190        |
| § 5        | 凹模设计                       | 195        |
| § 6        | 凸模固定板和凸模垫板的设计              | 200        |

|             |                                |            |
|-------------|--------------------------------|------------|
| § 7         | 固定卸料板, 导尺, 挡料销及定料销的设计 .....    | 202        |
| § 8         | 活动卸料板的设计 .....                 | 206        |
| § 9         | 弹簧及橡皮设计和选用 .....               | 207        |
| § 10        | 导料及衬套 .....                    | 211        |
| § 11        | 螺釘与銷釘 .....                    | 212        |
| § 12        | 冲模上下底板 .....                   | 212        |
| § 13        | 弯曲模的主要设计尺寸 .....               | 212        |
| <b>第十一章</b> | <b>冲压工作的机械化与自动化 .....</b>      | <b>215</b> |
| § 1         | 送料的机械化与自动化 .....               | 215        |
| § 2         | 退料的机械化与自动化 .....               | 242        |
| § 3         | 装料装置 .....                     | 254        |
| <b>第十二章</b> | <b>冷冲压典型零件的工艺计算及模具设计 .....</b> | <b>259</b> |
| § 1         | 紧张罗拉托架 .....                   | 259        |
| § 2         | 散热器汽门盖 .....                   | 273        |
| § 3         | 垫圈 (上) —— 发动机悬置下垫垫 .....       | 281        |
| § 4         | 反射盘 .....                      | 297        |



## 緒 論

在室溫下，利用模具，在壓力機械（壓床、沖床等）上對金屬板料施加壓力，壓制成各種形狀零件的加工方法，稱之為冷沖壓工藝。

冷沖壓加工方法的主要優點是：

1. 生產率高，製造成本低，節省材料（與其他金屬加工方法，特別是與切削加工的空心零件相對比）；
2. 能壓制成各種形狀複雜的零件；
3. 壓制零件精度高（一般情況下4—5級，最高可達2級），互換性好；
4. 在大量、大批生產時，便於採用機械化與自動化裝置。

但模具製造成本較高，對小批、單件生產不宜採用。

由於冷沖壓加工方法優點較多，因而在機器製造業中日益佔據重要的地位。

冷沖壓工藝，在我國已有悠久的歷史，據文獻記載，遠在殷朝，我國已開始採用這種方法。到了商周，已用這種方法製造兵器和日用品。但由於封建勢力的黑暗統治，近百年來帝國主義的侵略與壓迫，加上國民黨四大家族的官僚資本的壓榨，使冷沖壓工藝長期得不到應有的發展。

解放後在黨的領導下，勞動人民在勞動中發揮了創造性，從而使冷沖壓工藝和其他工藝一樣，得到了迅速的發展。在社會主義建設總路綫、大躍進、人民公社三面紅旗的光輝照耀下，廣大的職工解放了思想、破除了迷信，出現了空前的群眾性的技術革新和技術革命運動，使我國的冷沖壓工藝達到了更高技術水平。

隨著我國國民經濟建設事業的飛躍發展，人民生活水平的不斷提高（金屬日用品幾乎全是用冷沖壓生產的），必然對冷沖壓生產提出更高的要求。為了適應工業生產迅速發展的需要，冷沖壓

工艺今后必将沿着下列几个方面发展:

1.大力推广机械化和自动化,以提高生产率和保证操作安全。

2.大力发展先进工艺,扩大冷冲压的应用范围,以更多的代替其他加工方法(焊、铸、切削等)。

3.提高模具的寿命,降低模具制造成本,以降低冲压件的成本,及使其能应用在批量不大的产品中。

4.进一步提高冲压件的精度。

冷冲压工艺的种类,到目前为止,已发展到种类繁多(参看表0—1),但用得最多的是:落料、冲孔、切断、拉延、弯曲和翻边等。

本教材就是以上述几个方面为重点来编写的。

## 第一章 冷冲压用材料及材料工艺性能試驗

冷冲压用的材料主要的有普通碳素薄鋼板，优质碳素薄鋼板，有色金属（鋼、鋁、銅合金和鋁合金等）和非金属（紙、皮革等）。

从形状上来分：有板料、条料、卷料和块料（板块）其中以板料用的較多，其尺寸规格可查有关标准。在实际生产中多将板料剪切成所需尺寸的条料，然后进行冲压。对于卷料，多用于自动送料生产，目前，在我国采用的还不够普遍。至于板块，则仅用于材料价值較贵的单件生产。

冲压件对材料的基本要求在于必須能适应冲压工作及其以后的使用条件，不同的冲压件，須採用不同的压制方法，而不同的压制方法就对材料提出了不同的要求，如表面质量、尺寸公差、机械性能、化学成份、金相組織、工艺性能、导电性等。

目前采用的工艺性能試驗，有剪力試驗，弯曲試驗和拉延試驗。剪力試驗的目的是为了确切地判定該批材料的抗剪力数值，借此以进行工艺計算和判定其是否符合规定要求，这一試驗可通过在万能試驗机上的冲裁模具来进行。弯曲試驗的目的在于判定其对弯曲变形的适应性，經過规定次数的往返弯曲后，材料在弯曲处不得有裂口、裂縫及分层。进行拉延試驗的目的在于測定材料的拉延性能，确定其对拉延工作的适应性，在规定的变形程度，不得有裂縫和分层。通常用深穴試驗来近似地判断其拉延性能。

剪切試驗、弯曲試驗和深穴試驗用的装备如图 1—1，图 1—2 和图 1—3 所示。

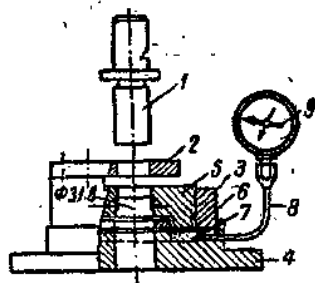


图 1—1 剪力試驗裝置

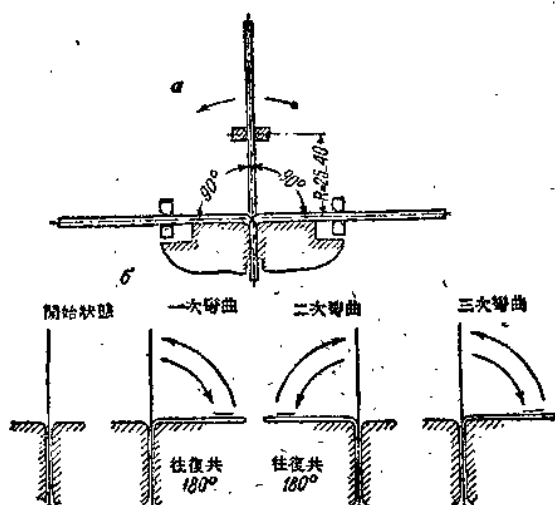


图 1—2 弯曲試驗裝置

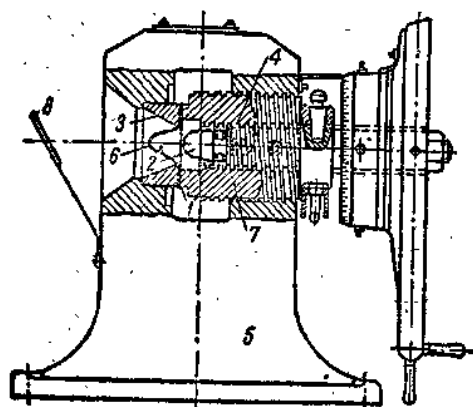


图 1—3 深穴試驗裝置

在图1—1中，  
可以活动的凹模，  
其口径为 31.8 毫  
米，装在环件 3  
内，並借其直筒形  
的外表面来与环件  
保持正确的方向。

在下面有橡皮  
垫圈 6，在垫圈与  
基座 4 之間有空  
隙，灌滿甘油 7 的  
管 8 与压力表 9 相

通。

空隙內的空气应完全排去。

这种裝置的工作原理是这样的，当冲裁样品时，凸模 1 将压

力供給活动的凹模 5，凹模开始向下移动，迫使橡皮垫圈 6 向下突出，甘油受到压力后，压力数值可直接在压力表 9 上讀出。

板 2 乃为每次冲裁以后，将废料由凸模 1 上脫下之用。

弯曲試驗：

这个試驗用于試驗厚度在 6 毫米以下的板料。

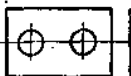
該試驗是这样的，将其反复的弯左弯右各  $90^\circ$ ，每分钟的弯曲次数，不能超过 60 次（所謂弯曲一次系指弯  $90^\circ$  再予攀直而言）。

总的弯曲次数，规定在材料的技术要求中，弯曲半径的大小与板料的厚度有关，由 2 至 10 毫米不等。

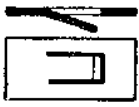
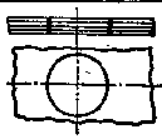
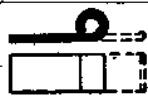
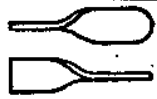
深穴試驗：

試驗的方法是这样的，将一个由試驗材料裁下的方形或圆形样品 1，紧紧地压在空心軸 7 与凹模 3 之間，将球形的标准凸模 2 压进，以形成圓穴 6；直到第一次出现裂縫为止，裂縫可以在鏡子 8 上看到，凸模置于有烟絲的軸杆內，由承珠支持着，凹模 3 則支持于基座 5 上，在机器的右边有操纵盘，其上装有一个鼓形輪，刻有測微刻度，由此可以讀出圓穴的深度，精确度可达 0.01 毫米。这个深度表示着金属对于拉延的适应程度。

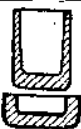
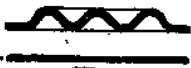
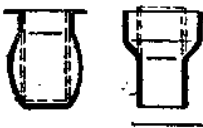
表 0—1 主要冷压工序的名称及性质

| 变形     | 分类序号 | 工序名称       | 工 序 簡 图                                                                             | 工序定义及性质                    |
|--------|------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 剪<br>裁 | 1    | 切断         |  | 将材料与毛料依敞开的輪廓分离开            |
|        | 2    | 冲裁<br>(落料) |  | 将材料与毛料以封閉的輪廓分离开，得到平的零件(工件) |
|        | 3    | 打孔         |  | 用将零件內的材料以封閉的輪廓分离开的方法来得到孔   |

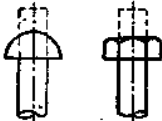
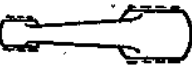
(續)

| 變形       | 分類序號 | 工序名稱 | 工 序 圖 示                                                                             | 工 序 定 義 及 性 質                             |
|----------|------|------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 剪 裁      | 4    | 切口   |    | 將材料以敞開的輪廓部分地離開，而不將兩部分完全分離                 |
|          | 5    | 剖切   |    | 將平的、彎的或空心的毛料分成兩部分或几部分                     |
|          | 6    | 切邊   |    | 將平件、空心件或立體實心件不平順的或多餘的外邊去掉                 |
|          | 7    | 修邊   |    | 將平件外緣預留的加工量去掉，求得準確的尺寸、尖利的邊緣和光滑垂直的剪裂面      |
|          | 8    | 裁切   |    | 將非金属材料板主要沿封閉的外緣或內緣分離開                     |
| 彎 曲      | 9    | 彎曲   |   | 將平毛料變成彎曲件或將其作進一步的變形（改變輪廓）                 |
|          | 10   | 卷邊   |  | 將平的邊緣根據一定半徑彎成平順的圓形                        |
|          | 11   | 扭曲   |  | 將平毛料的一部分與另一部分相對的轉個角度，變成曲線形的工件             |
| Ⅲ<br>拉 延 | 12   | 拉延   |  | 將平毛料變成任意形狀的空心件，或將其形狀及尺寸作進一步的改變，而不引起其厚度的改變 |

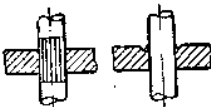
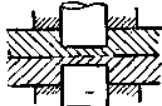
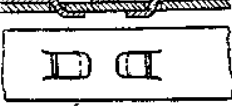
(續)

| 變形          | 分類序號 | 工序名稱 | 工 序 簡 圖                                                                             | 工序定義及性質                         |
|-------------|------|------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Ⅲ<br>拉<br>延 | 13   | 拉形   |    | 將平毛料拉伸並將其蓋到樣體上，作出曲綫形的空心件        |
|             | 14   | 擠延   |    | 用改變剖面厚度的方法來改變空心毛料的尺寸(減小直徑及壁厚)   |
| Ⅳ<br>成<br>形 | 15   | 起伏成形 |    | 將毛料拉伸，形成局部的凸起及凹進部分，來改變其形狀       |
|             | 16   | 凸肚   |    | 將空心件或空心毛料從裏面用徑向拉伸的方法加以擴張        |
|             | 17   | 翻孔   |    | 沿原先打好的孔邊或空心件外邊使用材料拉伸的方法形成凸緣     |
|             | 18   | 翻外邊  |   | 沿毛料外緣曲綫輪廓，主要使用材料壓縮的方法，形成不高的凸緣   |
|             | 19   | 卷緣   |  | 沿空心件外緣以一定半徑彎曲成環狀圓角              |
| 形           | 20   | 縮徑   |  | 將空心件或立體零件的端部使材料由外向內壓縮以減小直徑的收縮方法 |

(續)

| 變形                    | 分類序號 | 工序名稱                   | 工 序 簡 圖                                                                             | 工序定義及性質                                       |
|-----------------------|------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| IV<br>成形              | 21   | 整形<br>a) 平面的<br>b) 立體的 |    | a) 將零件或毛料不平的表面或曲度壓平<br>b) 將原先彎曲的或壓延的零件壓成正確的形狀 |
| V<br>立<br>體<br>壓<br>制 | 22   | 壓印                     |    | 由於使材料發生翻滾，改變零件厚度，在表面上得出凸凹的模紋來                 |
|                       | 23   | 沖眼                     |    | 用沖針在零件表面上沖出淺的中心眼，備以後鉗孔用                       |
|                       | 24   | 壓花                     |    | 用將金屬局部擠走的方法，在零件的表面上形成凹進的花樣或符號                 |
|                       | 25   | 頂鐵                     |    | 將金屬體積作重新分布及轉移，使其局部變粗形成所要求的形狀                  |
|                       | 26   | 鐵粗                     |   | 用將金屬體積作重新分布，向周圍自由流動的方法，減小毛料高度                 |
|                       | 27   | 精壓                     |  | 將毛料精壓至所要求的限度，得到有準確尺寸及光滑表面的立體零件                |
|                       | 28   | 立體成形                   |  | 將金屬體積作重新分布，使其充滿在模子的空腔內，得到立體的實心件               |
|                       | 29   | 冷沖擠                    |  | 用將金屬塑性沖擠到凸模及凹模之間的潤滑內的方法，將厚的毛料轉變為薄壁件或剖面較小的毛料   |

(續)

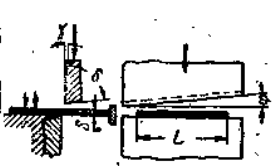
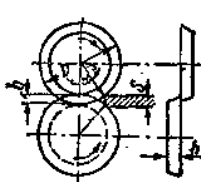
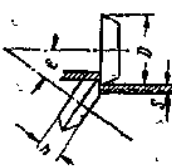
| 變形                    | 分類序號 | 工序名稱       | 工 序 簡 圖                                                                            | 工 序 定 義 及 性 質                                      |
|-----------------------|------|------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 用<br>模<br>子<br>裝<br>配 | —    | 擠壓         |   | 用壓配合使一個或兩個接合件發生變形，並將它們接合在一起                        |
|                       | —    | 鉚接         |   | 將兩塊或幾塊板或零件用鉚釘或由接合材料沖擠成鉚釘形狀來接合                      |
|                       | —    | 冷壓焊接       |   | 將兩塊板或零件用凸模沖擠，由於晶體間的結合力使其連接在一起                      |
|                       | —    | 鎖接(折接)     |   | 將兩塊板或零件用彎邊法鎖接在一起                                   |
|                       | —    | 翻邊         |   | 將兩個或幾個零件用彎緣法接合在一起                                  |
|                       | —    | 縮徑和扩徑      |   | 將兩個零件用外件縮徑或內件扩徑的方法接合在一起                            |
|                       | —    | 翻舌彎曲接合     |  | 將一個零件的舌插到另一個零件的縫內，並彎曲使之接合                          |
| Ⅱ<br>組<br>合<br>壓<br>制 | —    | 複合的組合压制    | 见图 2                                                                               | 將毛料作一次定位，壓床沖擊一次，可完成兩道或幾道不同工序的压制方法                  |
|                       | —    | 連續的組合压制    | 见图 3                                                                               | 不同的工序由各個凸模在壓床的幾次沖擊下連續完成，毛料依次在各工序間通過，每一次沖擊可得一個壓好的零件 |
|                       | —    | 連續兼複合的組合压制 |                                                                                    | 將連續與複合压制方法結合在一起，用以完成幾道工序                           |

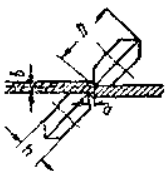
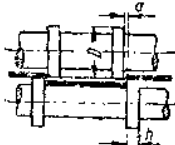
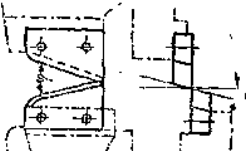
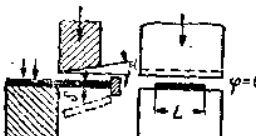
附注：主要冷壓工序的分類(圖1)及名稱(表4)，對於有些個別工序說，在定義上及分組上是無法要求很嚴格的。

## 第二章 剪 裁

在冷冲压工作中，剪裁工作是一主要工艺之一，通常冲压用的原材料多是以板料的形式供应，因此冲压前需把整张板料剪裁成合乎尺寸要求的条料或块料，我国的许多工厂里。冲压车间都设有备料工部或工段，把剪裁工作集中进行。剪裁设备最常用的有龙门剪床（它又分为平口的和斜口的龙门剪床）；滚剪和振动剪以及一些专用设备。它们的形式和主要用途见表2—1。

表2—1 板料的各种剪裁方法

| 剪刀形式            | 图                                                                                   | 剪刀的工作部分                                                                                                                                                                                                                               | 主要用途                                          |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 斜口剪<br>及杠杆剪     |    | 交角 $\phi$ ;<br>对于斜口剪 $\phi = 2 \sim 6^\circ$<br>对于杠杆剪 $\phi = 7 \sim 12^\circ$<br>切削角 $\delta = 75 \sim 85^\circ$<br>后角 $\alpha = 2 \sim 3^\circ$<br>为了刃磨方便起见，可用 $\delta = 90^\circ$ 和 $\alpha = 0$ 的数值<br>剪刀间的间隙为 $0.05 \sim 0.2$ 毫米 | 将板料裁成条料或单个毛料。能裁的材料厚度在40毫米以下（视剪床型号而定）          |
| 圆盘剪<br>(两轴平行)   |   | 咬角 $\alpha < 14^\circ$<br>重迭高度 $h = (0.2 \sim 0.3) S$<br>剪盘尺寸:<br>对于厚料 ( $S > 10$ 毫米)<br>$D = (25 \sim 30) S$ ,<br>$h = 50 \sim 90$ 毫米;<br>对于薄料 ( $S < 3$ 毫米)<br>$D = (35 \sim 50) S$ ,<br>$h = 20 \sim 25$ 毫米                        | 将板料裁成条料，或由板边向内裁圆形毛料。能裁的材料厚度在30毫米以下（用不同形式的圆盘剪） |
| 圆盘剪<br>(下剪盘是斜的) |  | 斜角 $\gamma = 30 \sim 40^\circ$<br>剪盘尺寸:<br>对于厚料 ( $S > 10$ 毫米)<br>$D = 20 S$ ,<br>$h = 50 \sim 80$ 毫米;<br>对于薄料 ( $S < 3$ 毫米)<br>$D = 28 S$ ,<br>$h = 15 \sim 20$ 毫米                                                                   | 裁条料和圆形及环状毛料。能裁的材料厚度在30毫米以下（用不同形式的圆盘剪）         |

| 剪刀形式        | 簡 圖                                                                               | 剪刀的工作部分                                                                                                                                                                | 主要用途                                              |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 圓盤剪<br>(斜刃) |  | 間隙 $a \leq 0.2S$<br>間隙 $b \leq 0.8S$<br>剪盤尺寸:<br>對於厚料 ( $S > 10$ 毫米)<br>$D = 12S$ ,<br>$h = 40 \sim 60$ 毫米<br>對於薄料 ( $S < 5$ 毫米)<br>$D = 26S$ ,<br>$h = 20 \sim 10$ 毫米 | 減半徑不大的圓形、環狀及曲綫毛料。後刃面呈曲狀，故材料可以很易的轉動。所裁的材料厚度在10毫米以下 |
| 多圓盤剪 (各軸平行) |  | 切削角 $90^\circ$<br>剪盤尺寸:<br>$D = 40 \sim 125S$ ,<br>$h = 15 \sim 30$ 毫米<br>重迭高度 $b$ 由 $\sim 0.5S$ 到 $+0.5S$<br>間隙 $a = 0.1 \sim 0.2S$                                   | 同時裁幾個條料，或將條料和卷料修成一定的寬度。所裁的材料厚度在10毫米以下（用不同型式的圓盤剪）  |
| 震動剪         |  | 每分鐘轉速2000~2500次<br>剪刀行程 2~3 毫米<br>前角 $\alpha = 6 \sim 7^\circ$<br>交角 $\varphi = 24 \sim 30^\circ$                                                                      | 根據切縫或樣板裁半徑小的 ( $r = 15$ 毫米以下) 曲狀毛料                |
| 切斷模         |  | 前角 $\alpha = 2 \sim 3^\circ$<br>交角 $\varphi = 0$                                                                                                                       | 將條料切斷成单个毛料                                        |

上述常用的剪裁設備中，尤以龍門剪床用得最廣最普遍，在本章里也着重講述這種剪床的剪切。

### §1. 平口剪床剪切

由表2—1的第一圖中可以看出，當  $\varphi = 0$  就是平口剪床，其特点是上下剪刀是平行的，當剪切時，上剪刀與被剪切的板料全部同時地接觸。下面我們先來討論一下其剪切的過程。