

3. 氣鐸：氧乙炔氣鐸(3500°C)

- ①碳化焰：乙炔多，火焰最長、焰溫最低，適用於蒙鈉合金、鎳及合金鋼的鐸接；
- ②中性焰：碳鋼的鐸接，以及切割工作(氧乙炔壓力不變；純氧壓力，工件越厚壓力越大)；
- ③氧化焰：氧氣多，火焰最短、焰溫最高，**火焰呈藍色且有嗶嗶的聲音**，適用於青銅、黃銅的鐸接
- ④氧乙炔氣體切割：氣切鐸炬的火嘴中心有個較大的孔，可噴出純氧，另有一同心圓孔，噴出氧乙炔的混合氣。操作時，先以氧乙炔中性火焰將切割處加熱到暗紅色，接著由中心孔噴出純氧，利用氧與鐵的高度親和力，瞬間將鋼料氧化成氧化鐵
- ⑤氣鐸設備：a.氧氣瓶(塗黑色)必須是鋼製之無縫瓶，乙炔氣瓶(塗咖啡色或褐色)採用鐸接鋼瓶
 - b.橡皮管：**氧氣管**為綠色，接頭螺帽用**右螺紋**；**乙炔氣管**為紅色，接頭螺帽用**左螺紋**
 - c.鐸炬：開啟→先開乙炔(1/4轉)，再開氧氣；關閉→先關氧氣，再開乙炔。

4. 電阻鐸接：①是在低電壓、大電流下產生電弧； ②電弧長度約等於蕊線直徑； ③碳棒與鎢棒為非消耗性電極

A. 電鐸機分成：①**交流電鐸機**：電弧不穩定，但不會產生偏弧； 

②**直流電鐸機**：電弧穩定，但會產生偏弧，有兩種 DCSP 與 DCRP

a.直流正極性(DCSP)：工件接⊕極，2/3 熱量在⊕極工件，適合厚工件的鐸接

b.直流反極性(DCRP)：工件接⊖極，2/3 熱量在⊕極鐸條，適合薄工件的鐸接

B. 鐸藥功能：①穩定電弧 ②產生保護氣體 ③減少金屬濺散 ④熔渣保護已熔化的金屬 ⑤去除氧化物。

C. 電鐸種類：

- ①遮蔽金屬電弧鐸接 (SMAW)：俗稱電鐸，以熔化的鐸條充當填料(**不與工件接觸**)，是很廣用的電弧鐸接法
- ②碳極電弧鐸接 (CAW)：利用碳棒為電極產生電弧，熔化母材金屬而鐸接
- ③原子氫電弧鐸接 (AHW)：在氫氣流中以**兩支鎢棒電極**引發電弧，使分子狀態的氫氣分離成原子狀態；原子狀態的氫氣在鐸接面上還原成分子狀態。可產生 6,000°C以上的高溫
- ④潛弧鐸接(SAW)：只適用於平鐸，使用消耗性的鐸條
- ⑤氣體鎢極電弧鐸接 (TIG)：a.使用**非消耗性**的鎢棒做為電極，**可另加鐸條**； b.保護氣體為氫氣，俗稱氫鐸；
 - c.碳鋼、不鏽鋼選用 DCSP； 銅合金選用 DCRP；
 - d.鋁、鎂材料使用 AC；
 - e.高品質薄板鐸接
- ⑥氣體金屬極電弧鐸接(MIG)：a.使用消耗性的金屬棒做為電極； b.保護氣體為 CO₂，俗稱 CO₂ 鐸；
 - c.選用 DCRP，電流比 TIG 大，穿透力大，特別適用於鋁、鎂、銅、鋼的鐸接；
- ⑦電漿鐸接(PAW)：又稱電離氣鐸接，PAW 使用兩道給氣系統，一道供電離氣之用，另一道作為保護氣；保護氣體為氫氣，可鐸極薄之板材且得較深的滲透

5. 電阻鐸接：①藉低電壓、大電流通過欲接合之金屬；

② $H=0.24I^2RT$ (卡)= IET(焦耳) (以**加大電流**對生熱的幫助最大)

③步驟：擠壓—通電鐸接—維持 ④ex：冰箱、鐵櫃、電器外殼、汽車車身鈹金等的製造

6. 電阻鐸接種類：①點鐸：缺點為 a.鐸接處有凹陷，約為板厚的 20~30%； b.電極壽命短

②浮凸鐸：沖出約為板厚的 60%；鐸接處平整，電極壽命長

③接縫鐸接：兩個圓盤形的滾子為電極，大多用於冰箱、汽油桶、金屬罐之製造

7. 特殊鐸接：①電子束鐸接(EBW)：必須在真空中，深：寬= 100：1，電子、電腦零件鐸接；

②雷射鐸接(LBW)：可以在大氣中使用，鐸接兩種物理性質差異很大的金屬；

③摩擦鐸接(FRW)：大鑽頭的高碳鋼鑽柄與高速鋼的鑽身； ④爆炸鐸接：大面積板材的鐸接

⑤超音波鐸接(USW)：罐頭的封裝，振動方向與接合面**平行**；

⑥發熱鐸接(TW)：鋁粉：氧化鐵= 1：3，適用於鐵軌、大軸等必須在現場之鐸接；

⑦電熱熔渣鐸接：可以得到**最大厚度**的鐸接，此法只適用於**立鐸**

(2) 斜角：①有後斜角與邊斜角

②正斜角排屑順暢，切削作用力小；**負斜角(陶瓷刀具)**具有較強的切刃，刀口強度大

(3) 間隙角：有前間隙角與邊間隙角，**一定是正值**，車刀之前間隙角約 **8° ~ 12°**

(4) 刀端角：屬於間隙角，可避免刀端與工件面的摩擦；**刀端角越大，車刀強度越低**

(5) 切邊角：①屬於切削角，所以角度大小與工件硬度成正比

②此角作用：a.控制切屑流向； b.使切屑變薄； c.增加刀口強度

(6) A. **避免摩擦**：前間隙角、邊間隙角、刀端角；

B. **控制切屑流向**：後斜角、邊斜角、切邊角(角度越大，鐵屑越薄，切削力越小)

(7) 工件硬度高，則**間隙角與斜角都要小(成反比)**，**刀唇角成正比** (影響刀具各部位角度最主要因素為**工件之材質**)

6. 刀具研磨順序：(1)先磨切邊角+邊間隙角；(2)再磨刀端角+前間隙角；(3)最後磨刀頂面，包含後斜角及邊斜角

7. 切削力：①切線分力 67%； 軸向分力 27%； 徑向分力 6%

②進刀量愈大、切削深度愈深，則切削力愈大； 加切削劑可**略降低**切削力

8. 切削溫度：①剪切區 60% ②刀頂面與切屑摩擦熱 30% ③刀腹面與工件面摩擦熱 10%

9. 刀具壽命：①兩次重磨之間的切削時間長短，以**分**為單位來表示；

②泰勒 (Taylor) 刀具壽命公式可知： $V \times T^n = C$ ，刀具壽命長短以**切削速度**的影響最大

10. 磨損位置：①**刀腹**磨損，切削**脆性**材料 ②**凹口**磨損，高速切削**延性**材料

11. 切削性佳：含碳量 0.3%的中碳鋼、**肥粒鐵系不銹鋼**、灰鑄鐵、黃銅、**鎂**

12. 切削性不佳：沃斯田鐵系不銹鋼、白鑄鐵、鋁、純銅、鈦合金

13. 受**切削速度**影響最大的有：①切削溫度 ②刀具壽命 ③表面粗糙度 (**★★註：切削力受切削速度影響不大**)

14. 欲得良好的加工面 (表面粗糙度小)，其條件為：①切深淺、②進給小、③切削速度快(rpm)、④刀鼻半徑大

⑤切邊角大、⑥刀端角小、⑦噴注油基切削劑

15. 切削劑

(1) 功能：①降低刀具和工件的溫度； ②減少切屑、刀具和工件間的摩擦； ③沖走切屑；

④改善工件表面粗糙度； ⑤增加刀具壽命； ⑥防止刀口產生 BUE

(2) 具備性質：①**不易揮發**，不起泡沫； ②**著火點高**，不易起火燃燒； ③具有良好的冷卻能力； ④具有潤滑性

(3) 切削劑的種類

①切削油的主要成分是礦物油，具有良好的潤滑作用

②乳化液(調水油、太古油)：具有良好的冷卻作用與潤滑性，機械實習工廠大都用這種切削劑；

一般工作用加水稀釋 40 ~ 50 倍

(4) 切削劑的選用：①鑄鐵：乾切削、壓縮空氣或溶解油； ②鋼：水溶性油、硫化油或礦物油；

③黃銅：乾切削； ④磨削工作：用乳化液或水溶液

②兩心間工作**不可以做** a.切斷、b.鑽孔、c.搪孔、d.攻螺紋、e.鉸孔……等工作

B. 夾頭夾持：①三爪、②四爪

C. 扶料架夾持：①固定式扶料架(中心架)：a.有3個扶料爪、b.裝在床軌上、c.分段車削

②從動式扶料架(跟刀架)：a.有2個扶料爪、b.裝在床鞍上、c.跟著車刀移動而支撐工件

D. 花盤(面盤)夾持：夾持大且不規則之工件，ex：自來水肘管或曲柄軸

9-2 鑽床

1.鑽床的種類：莫斯錐度

(1) 靈敏鑽床：①手動操作，沒有自動進刀機構； ②傳動機構是皮帶輪； ③只能鑽 $\phi 13\text{mm}$ 以下的直柄鑽頭

(2) 立式鑽床：①有自動進刀機構，也可手動操作； ②傳動機構是變速齒輪箱； ③適宜重切削

(3) 旋臂鑽床：適用於笨重工件或大面積板材鑽孔，**規格以旋臂長度表示**

(4) 排列鑽床：許多個鑽床頭裝置在同一個床台上，用於大量生產

(5) 轉塔鑽床：使用目的與排列鑽床相同

(6) 多軸鑽床：可以同時鑽出許多孔，工件須用鑽模夾持，用導套引導鑽頭進行鑽孔，具有很高的互換性

2.鑽床的規格：①能裝工件最大直徑； ②能裝工件最大高度； ③能鑽削最大的孔徑； ④能鑽孔最大的深度

4.鑽頭的介紹：*在機械基礎實習的重點整理中*

5.鑽頭的種類：

A. 麻花鑽頭：螺旋槽的功能是①排屑用(主要功能)、②加切削劑用

B. 深孔鑽頭(槍管鑽頭)：採用單槽、直槽，鑽削時採用**高轉速、小進給**。

C. 中心鑽頭：小麻花與 60° 錐孔鉸刀組成，規格以前端小麻花之直徑表示

D. 鏟形鑽頭：**厚工件**鑽大孔

E. 鋸條式鑽孔刀：**薄工件**鑽大孔

F. 翼形刀鑽頭：**薄工件**鑽大孔

6.鑽孔操作：

(1) 用相同直徑的高速鋼鑽頭，當工件材質越硬，則鑽頭轉速要越低

(2) 大鑽頭、進刀快；小鑽頭、進刀慢， \therefore 大鑽頭螺旋槽較寬，可以排除較多的鐵屑

7.搪削：鑽中心孔→鑽孔→搪孔→鉸孔的步驟進行

9-3 鉋床

1.鉋床的種類：

(1) a.曲柄式牛頭鉋床：鉋床最常見的運動方式 b.液壓式牛頭鉋床

(2) a.臥式牛頭鉋床：衝錘在水平位置作往復運動，規格以最大衝程長度表示

b.立式牛頭鉋床：衝錘運動方向垂直於工作台，規格以最大衝程長度 \times 工作台直徑

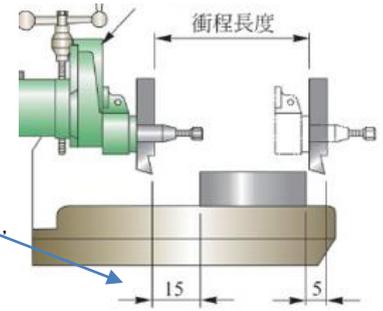
(3) a.普通式牛頭鉋床 b.萬能式牛頭鉋床：床台除左右進給之外，床台與水平面傾斜一個角度，以便鉋削斜面

(4) 龍門鉋床：規格以 床台寬度 \times 至橫軌高度 \times 床台長度來表示

2.臥式牛頭鉋床(曲柄式)的機構：切削行程佔 220°，回程佔 140°，時間比為 去程：回程=3：2

3.鉋削操作：

- (1) 鉋刀的前間隙角約 4°~6°(車刀的一半)
- (2) 衝程長度比工件長度長 20mm，前 5mm，後 15mm
- (3) 長方形工件的鉋削方向，應往長方向鉋削，∴ 所需時間較短
- (4) 平面鉋削順序：大→小→小→大；夾持時活動鉗口與工件之間，可以夾一支銅棒，可使工件夾持更穩固 (也適用於銑床)
- (5) 鑄鐵鉋削：鉋削鑄鐵件時，為防止邊角碎裂，宜先用砂輪前後倒角
- (6) 鉋削原則： a.粗鉋削：大切深、小進給 b.精鉋削：小切深、大進給



9-4-1 鋸床

1.鋸床的種類：

- (1) 往復式鋸床：
- (2) 帶鋸機：
 - a.立式帶鋸機：可以作直線、角度、曲線輪廓鋸切；裝鋸條順序：剪斷、銲接、**回火**、修整
 - b.臥式帶鋸機：大量工件切斷用(下料用)
- (3) 圓鋸機：
 - a.金屬圓鋸機：①很大的金屬圓盤鋸片； ②高齒有倒角用於粗切，**低齒沒有倒角用於精切**
 - b.鋼摩擦盤圓鋸機：①沒有鋸齒作切削作用，利用摩擦生熱； ②適用於硬度高之不銹鋼或高碳鋼
 - c.磨料圓鋸機：①薄砂輪為刀具，工件材料不受限； ②乾式用樹脂結合法，濕式用橡膠結合法

9-4-2 拉床

1.拉床的種類：

- (1) 拉力拉床：最常用的拉床，大多用於內孔拉削、螺紋孔、槍管的來復線
- (2) 推力拉床： (3) 表面拉床： (4) 連續拉床：

2.拉床的優缺點：

- A. 優點：①粗、精切由一支拉刀，一次切削完成，效率很高 ②**內孔、外型都能加工** ③尺度精確、表面光滑
- B. 缺點：①刀具昂貴，不適小量生產 ②加工面不能有硬點，會損刀具壽命 ③切除量不能太多

9-5 銑床：

1.銑床的種類： 銑床銼度 7/24

- (1) 臥式銑床：刀軸平行於床台，規格以縱向(長方向)移動距離表示
- (2) 立式銑床：刀軸垂直於床台，規格以縱向(長方向)移動距離表示，目前工廠最常用的銑床

- (3) 萬能銑床：床台可以在床鞍上水平左右迴轉 45°； (4) 床式銑床：床台只能做縱向、橫向移動，無法做上下移動
 (5) 龍門式銑床：液壓式，工件不動，面銑刀向工件進給

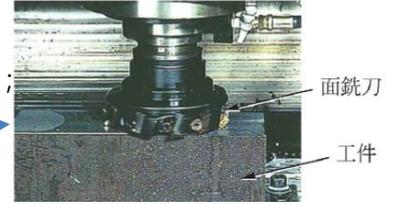
2. 銑刀的種類：

A. 臥式銑床用：①平銑刀：銑削大平面用； ②側銑刀：銑削溝槽用； ③鋸割銑刀；

④角銑刀：上銑法； ⑤成形銑刀：齒輪銑刀、鏈輪銑刀

B. 立式銑床用：①面銑刀：銑削大平面用； ②端銑刀：銑削溝槽用，上銑法；

③T形槽銑刀：端銑刀先銑明槽，再用T形槽銑刀銑暗槽 ④半月鍵銑刀：類似T形槽銑刀



3. 銑削方向：上銑法(粗銑)&下銑法(精銑)，(不用背，可以用畫圖思考判斷)

A. 上銑法(逆銑)：①粗銑削； ②切屑由薄而厚； ③刀口受力由小→大； ④夾(銑)厚工件； ⑤有震紋(粗銑)；

⑥壽命短(粗銑)； ⑦適合銑削鑄鐵件； ⑧適用端銑削、角銑削；

B. 下銑法(順銑)：①精銑削； ②切屑由厚而薄； ③刀口受力由大→小； ④夾(銑)薄工件； ⑤無震紋(精銑)；

⑥壽命長(精銑)； ⑦不適合銑削鑄鐵件； ⑧會插刀需有消除背隙裝置；

4. 切削時間：①先利用 $V = \frac{\pi \times D \times N}{1000}$ 求出轉速 N，計算**每分鐘進刀量** = (每刀刃進刀量) x 刀刃數 x (轉速 N)

②銑削加工時間：**記得要加入銑刀的直徑**

5. 分度頭：利用蝸桿與蝸輪(40:1)之減速機構

公式① $N = \frac{40}{T}$ · T：欲銑齒數；

公式② $N = \frac{A}{9^\circ}$ · A：欲銑之角度；

9-6 磨床

1. 磨床的種類：

(1) 外圓(圓柱)磨床：砂輪與工件**同向旋轉**，以兩頂心間夾持

(2) 內圓磨床：a.目的與鉸孔相同； b.孔徑與砂輪直徑的比例為 3:2

(3) 無心磨床：加工時沒有固定的夾持中心，適合圓柱形工件的大量生產

a.外圓無心磨床：①由切削輪、調整輪、扶料板組成； ②兩砂輪同向旋轉，工件反向旋轉；

③切削輪(硬)轉速快，負責磨削； ④調整輪(軟)轉速慢，負責①帶動工件旋轉、②軸向進給、③水平支撐；

⑤兩輪偏轉 0°~10°，目的係為使工件產生軸向進給； ⑥進刀量： $\pi \times D \times N \times \sin \alpha$

⑦進給方式：①直進法：一般圓柱形工件； ②內進法：帶頭工件； ③端進法：錐度工件

b.內圓無心磨床：①由切削輪、調整輪、壓力輪、支持滾子組成； ②內孔孔壁厚度均一，能確保同心度

(4) 平面磨床：①床台以磁性吸盤夾持工件； ②**粗磨**每次進給為輪寬之 1/2~2/3，**精磨**進給為輪寬之 1/3~1/2

2. 砂輪的規格： GC 120 J 9 V 300 x 19 x 19.05

(磨料—粒度—結合度—組織—製法—外徑—厚度—孔徑)

(1) 砂輪磨料：

a.天然磨料：鑽石磨料使用最多，碳化鎢刀具的精磨削

b.人造磨料：A 褐色氧化鋁：純度低，適用碳鋼、合金鋼； C 黑色碳化矽：純度低，適用鑄鐵、銅、鋁；

WA 白色氧化鋁：純度高，適用高速鋼刀具； GC 綠色碳化矽：純度高，適用碳化物刀具粗磨削

11-2 塑膠加工

1. 塑膠之基本是碳分子，具有可塑性者稱為樹脂，屬於有機材料
2. 塑膠分類：(1)熱塑性塑膠：分子呈鏈狀結構，屬於物理反應； (2)熱固性塑膠：分子呈網狀結構，屬於化學反應
3. 塑膠種類：
 - (1) 熱塑性塑膠：
 - ① 聚乙烯 PE：常用於保鮮膜、耐熱塑膠袋、奶瓶
 - ② 聚丙烯 PP：a.有極優的電絕緣性； b.行李箱、電視機外殼、電絕緣件
 - ③ 聚苯乙烯 PS：俗稱保麗龍，可用於鑄造時的消散模型
 - ④ 聚氯乙烯 PVC：雨衣、水管、電線的外皮絕緣塑膠
 - ⑤ ABS 塑膠：現代機車的車身外殼
 - ⑥ 壓克力 PMMA：a.所有塑膠中具又最高的透明性； b.廣告招牌、汽機車的大燈尾燈、隱形眼鏡
 - ⑦ PET 寶特瓶
 - (2) 熱硬性塑膠：
 - ① 酚醛樹脂：又稱電木，使用最多
 - ② 矽喃樹脂：鑄造用矽喃模
 - ③ 環氧樹脂：印刷電路板、IC 外殼、陶瓷刀片與鋼質刀把的黏結劑
 - ④ 尿素甲醛
4. 塑膠成型法：
 - (1) 模塑成形：
 - ① 壓縮模成形法：常用於熱硬性塑膠，製造面積較大、凹凸較深的電器開關或家電外殼
 - ② 傳遞模成形：
 - ③ 射出成形法：a.目前塑膠加工大量生產、高速操作最常用的方法； b.產品有玩具、垃圾桶、臉盆、各種容器
 - ④ 擠製成形法：a.為長條狀或薄片狀斷面均一產品； b.製品為管(澆花水管)、桿、板
 - ⑤ 吹製成形法：寶特瓶、塑膠容器
 - ⑥ 吹管擠製法：管袋式的塑膠袋或垃圾袋
 - (2) 加熱成形
 - (3) 補強成形：①在塑膠中添加纖維狀的補強材料，以增加強度； ②塑鋼(FRP)，常用於浴缸、洗衣機外殼、遊艇
 - (4) 鑄造成形：①膠埋：將電子零件預先放置於模中，再澆入塑膠一體成形，常用於電容器或電阻器製造
② 嵌埋或封裝，是將生物標本或裝飾品，膠裝在透明的壓克力裡面。
 - (5) 發泡成形：塑膠泡棉(多孔性的產品)，具有絕緣、隔音、隔熱等功效

11-3 電積成型

1. 與電鍍原理相同，將導電的模子接陰極，欲鍍金屬接陽極；電積成型鍍層較厚，電鍍鍍層較薄
2. 特別適用於薄殼、高精密度、內面光平及內孔形狀複雜產品，ex 喇叭口型之鐘、鋼筆殼、無縫管
3. 優點：①尺寸精密度很高； ②粗糙度可達 μm 以下； ③可製極薄、極複雜的產品； ④高純度製品
4. 缺點：①速度慢； ②外部形狀難以控制； ③只限於薄層製品之生產，工件厚度限制在 10mm 以下

11-4 非傳統加工

1. 熱電式：利用**電熱能**將材料溶解或蒸發切除工件，ex：放電加工、電子束加工、雷射加工、電漿加工。

(1). 放電加工(EDM)：

- ①雕模放電加工：a.工具與工件分開小間隙(不接觸)，通以直流電，工具接正極，工件接負極
- b.兩極之間浸於絕緣液(常用煤油)，沖出的廢屑由絕緣液帶出
- c. EDM 的工具電極為導體，ex：碳化鎢、銅鎢、純銅、黃銅、**石墨**

②線切割放電加工(WEDM)：

- a.工具電極是一條金屬線(純銅或黃銅線)，以脫離子水或蒸餾水做為絕緣液
- b.由 CNC 程式指令床台在軸向移動加工出 2D 形狀

③優點：a.工件只要能導電就能加工，**不受硬度限制**

- b.加工時沒有真正的切削作用，**沒有殘留切削應力**，可以加工太脆或太薄的工件
- c.製品精密度高
- d.可以完全自動化，操作者不需太高操作技術

④缺點：a.**工件與工具都必須能導電才能加工**

- b.加工時間太慢
- c.**電極有消耗**
- d.由於急冷急熱的反覆作用，加工面會有**殘留熱應力**

(2).電子束加工(EBM)：在真空中以電子高速撞擊工件產生高熱，將工件溶解或蒸發；極適合加工微細電子電腦零件

(3).雷射加工(LBM)：

(4).電漿加工(PAM)：①使用電漿做為**非鐵金屬及不銹鋼板**的切削加工；

②優點是切削速度快，切縫寬度小；③缺點是加工面有氧化現象，表面粗糙，尺寸不精確

2. 機械式：磨料噴射加工(AJM)、超音波加工(USM)、水噴射加工(WJM)

(1). 磨料噴射加工(AJM)：適用於**硬脆材料**之鑽孔、除鏽、去毛邊工作；常用切削顆粒是氧化鋁或碳化矽

(2). 超音波加工(USM)：此種加工法特別**適用於硬脆之材料**，ex：玻璃、陶瓷

(3). 噴射加工(WJM)：此法常用於木材、塑膠、皮革之切割；混砂水刀可切割大理石

3. 電化式：電化加工(ECM)、電化研磨(ECG)

(1). 電化加工(ECM)：原理與電鍍完全相同，但裝置不同；**工件接陽極**、工具接陰極，**又稱反電鍍法**

(2). 電化研磨(ECG)：工件 90%是以電解作用去除，10%是磨削作用去除

4. 化學式：

(1). 化學銑切：係以化學腐蝕方式，代替銑床銑切加工，以鋁、鎂合金為主

(2). 化學切胚：代替沖床將薄板狀之材料加工，ex：小齒輪

(3). 化學雕刻：不鏽鋼雕花門及各種名牌

