
機械製造的演進



■ 本章要點 (建議分配教學時數為四節課)

1-1 加工機器的演進

摘要：工業革命、腳踏車床、皮帶車床、齒輪車床、電腦車床

1-2 機械製造的過程

摘要：設計、選材、生產計畫、製造加工、品管

1-3 切削性加工與非切削性加工

摘要：切削性加工：傳統式與非傳統式加工

非切削性加工：改變材料形狀、表面處理、機件連接、改變機械性質

1-4 切削工具的發展

摘要：工具鋼、高速鋼、鑄造合金、塗層刀具、陶瓷刀具、氮化硼、鑽石

1-5 機械製造方法之趨勢

摘要：專業化、電腦化、自動化、多元化、彈性化、

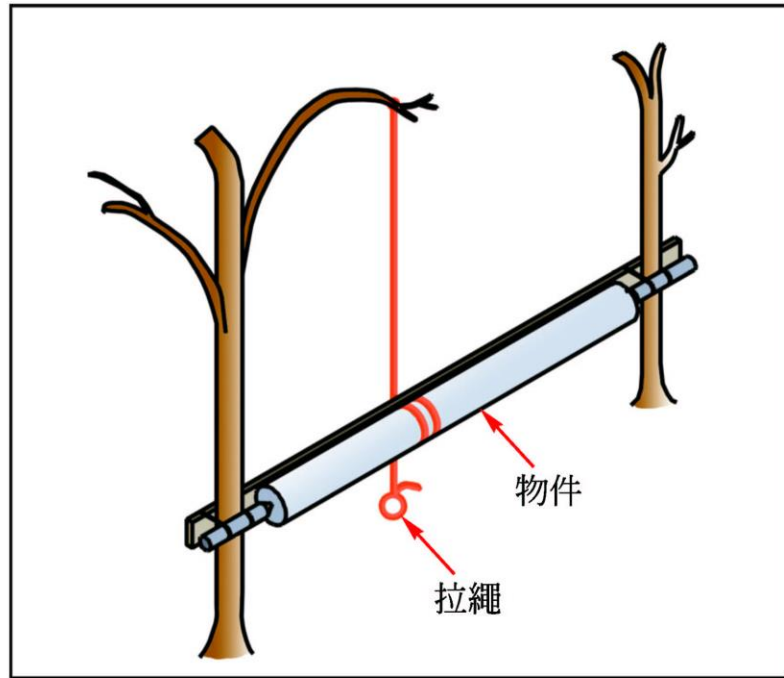
無屑加工與非傳統加工、刀具耐高溫及高硬度

■ 1-1 加工機器的演進

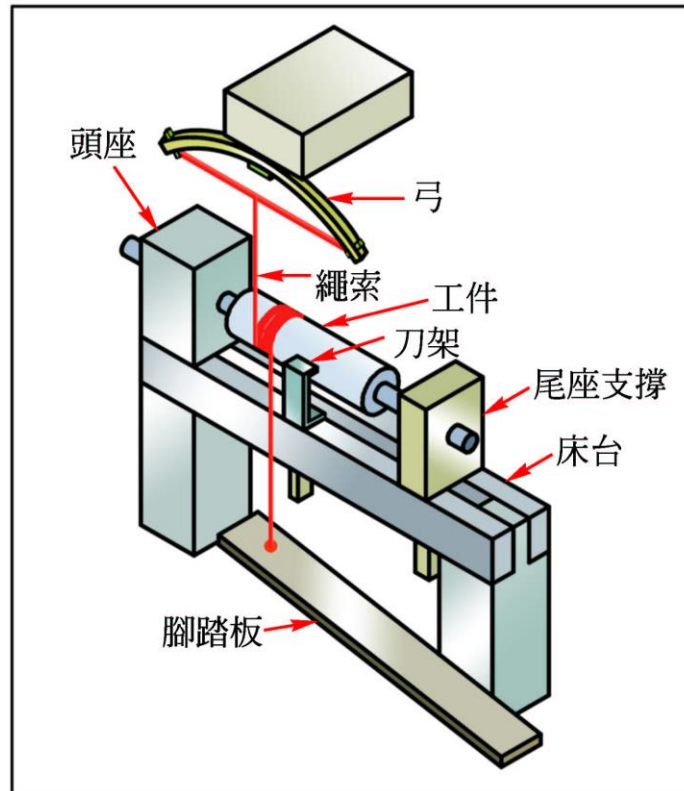
△ 人力→工業革命→機器時代→電腦→數值制時代

△ 車床原始模型→腳踏車床→皮帶式車床→

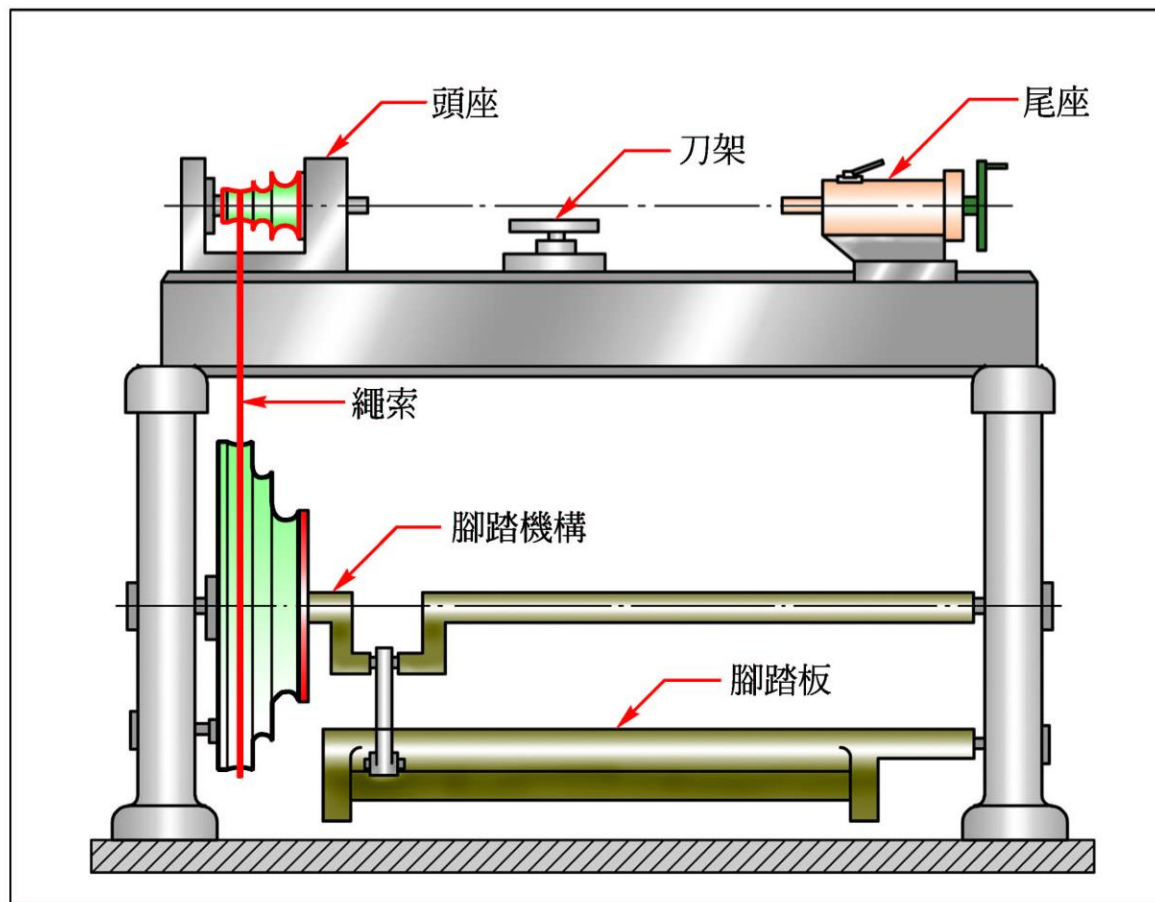
齒輪式車床→數值控制車床



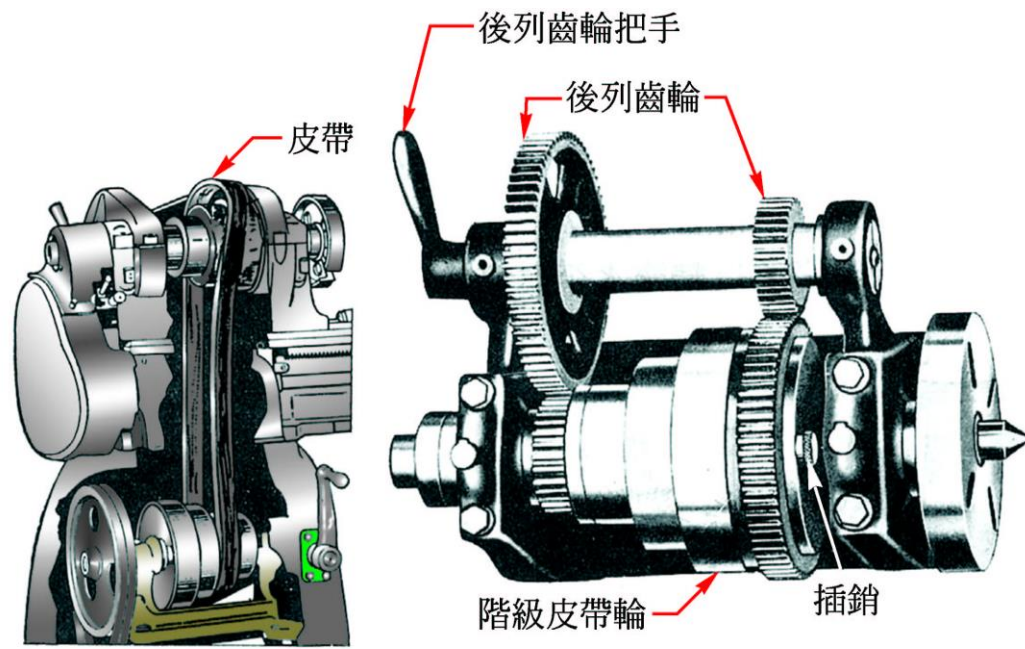
▲ 圖 1-1 車床原理(取自參考書目 1)



▲ 圖 1-2 原始車床模型(取自參考書目 2)



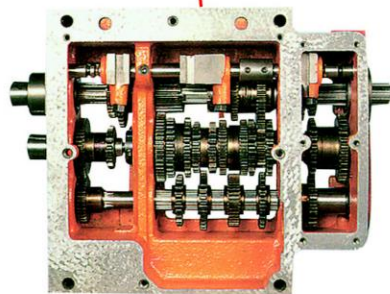
▲ 圖 1-3 腳踏車床(取自參考書目 2)



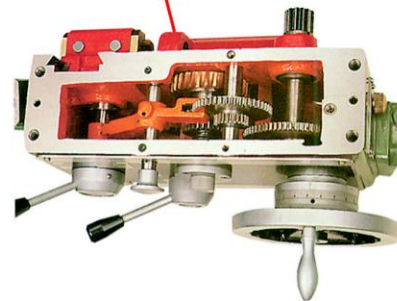
▲ 圖 1-4 皮帶傳動車床裝置(取自參考書目 2)



(A) 齒輪式車床外觀

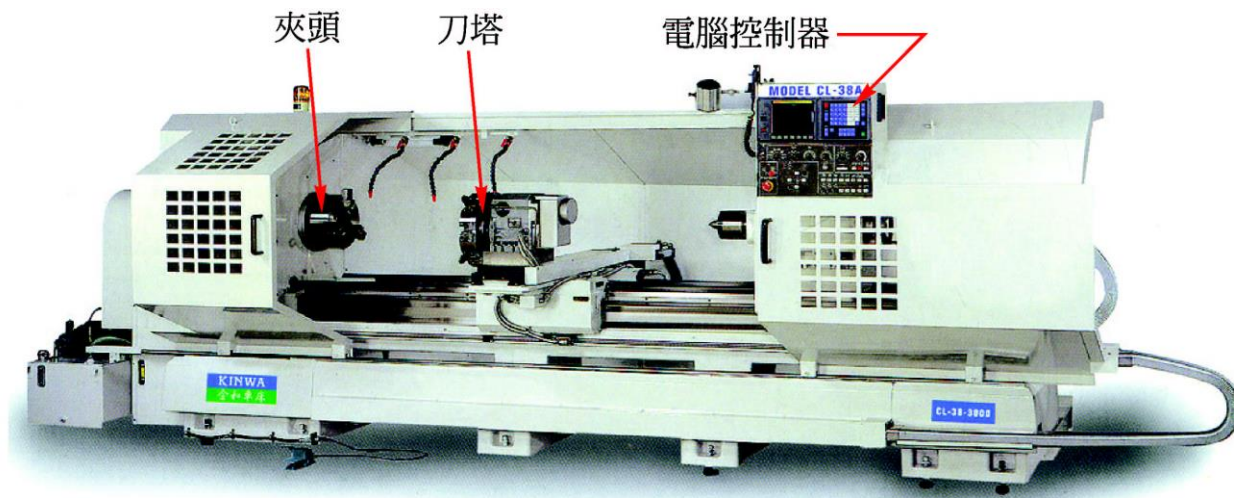


(B) 頭座齒輪系



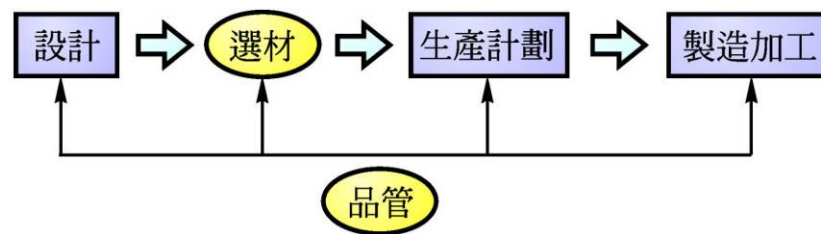
(C) 床帷齒輪系

▲ 圖 1-5 齒輪系傳動車床(參考廠商 1 提供)



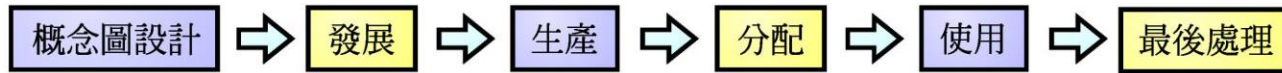
▲ 圖 1-6 電腦數值控制車床(參考廠商 1 提供)

■ 1-2 機械製造的過程

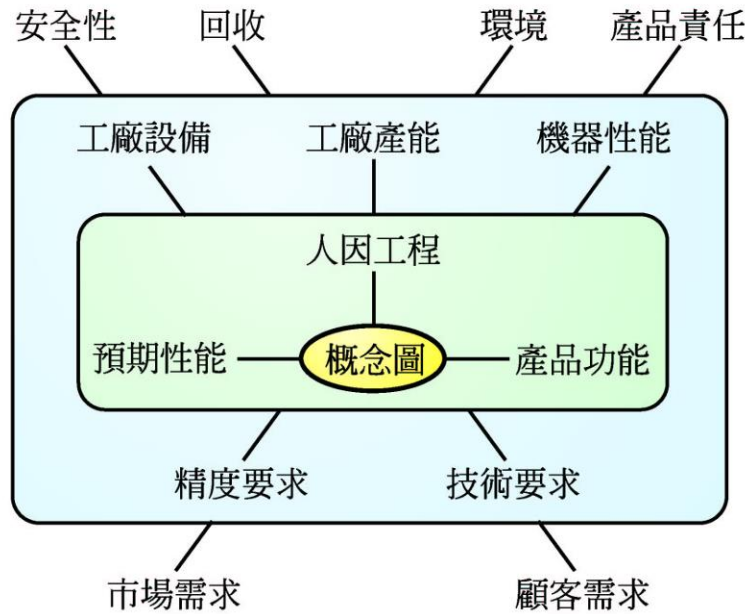


▲ 圖 1-7 機械製造流程

一、設計



(A) 設計考慮流程



(B) 設計考慮內外因素

▲ 圖 1-8 設計考慮因素

二、慎選材料

機械性質及特性，價格及供應的難易度

三、生產計畫

擬定生產計畫

四、製造加工

切削性加工 非切削性加工

五、品管要求

QC、QA、SQC、5M、ISO

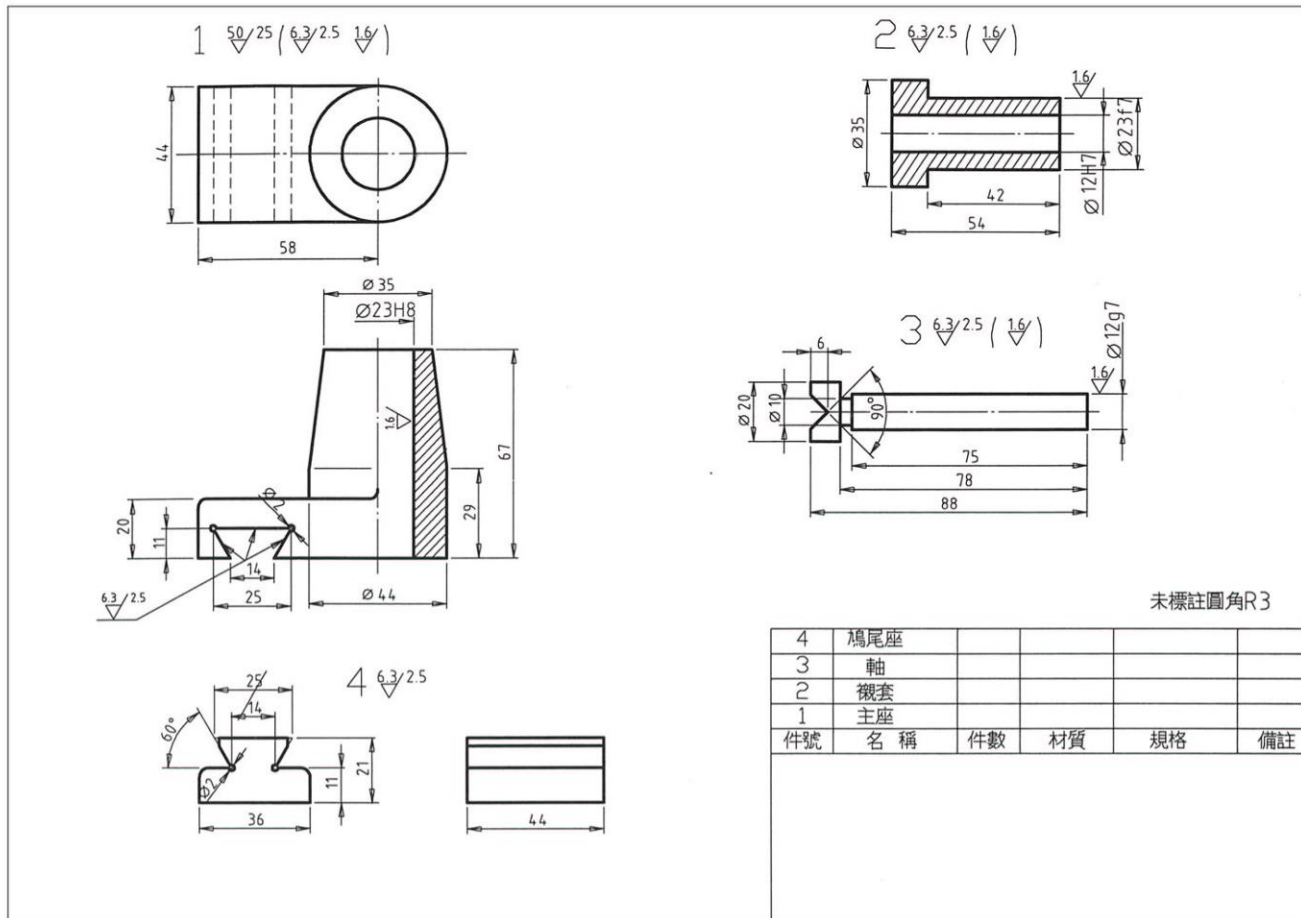


(A)



(B)

▲ 圖 1-9 汽車方向燈(參考廠商 2 提供)



▲ 圖 1-10 製造加工需符合工作圖



(A) 顧客滿意度和需求調查



(B) 品管圈之腦力激盪會議

▲ 圖 1-11 品管要求(參考廠商 2 提供)

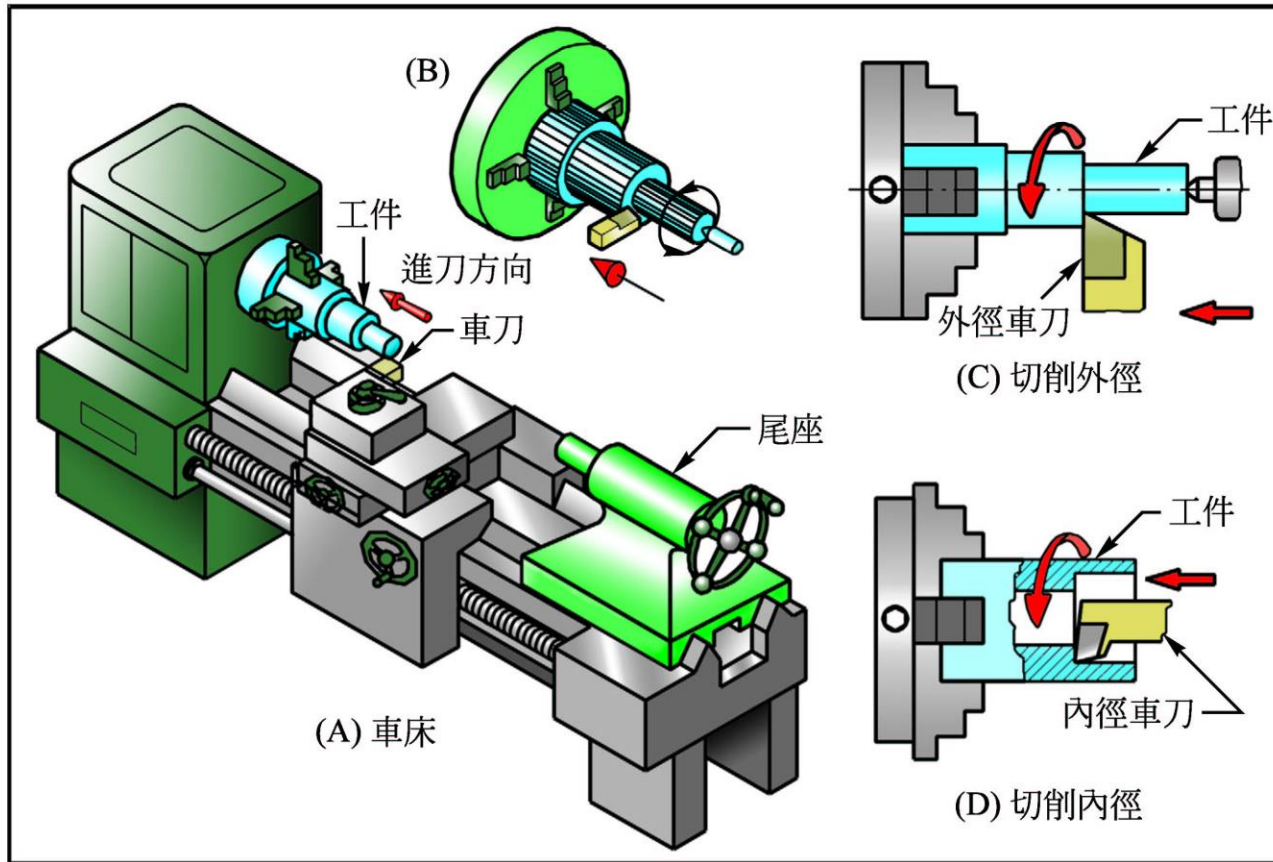
■ 1-3

切削性加工與非切削性加工

一、切削性加工

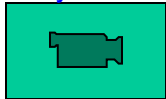
1. 傳統式切削加工法

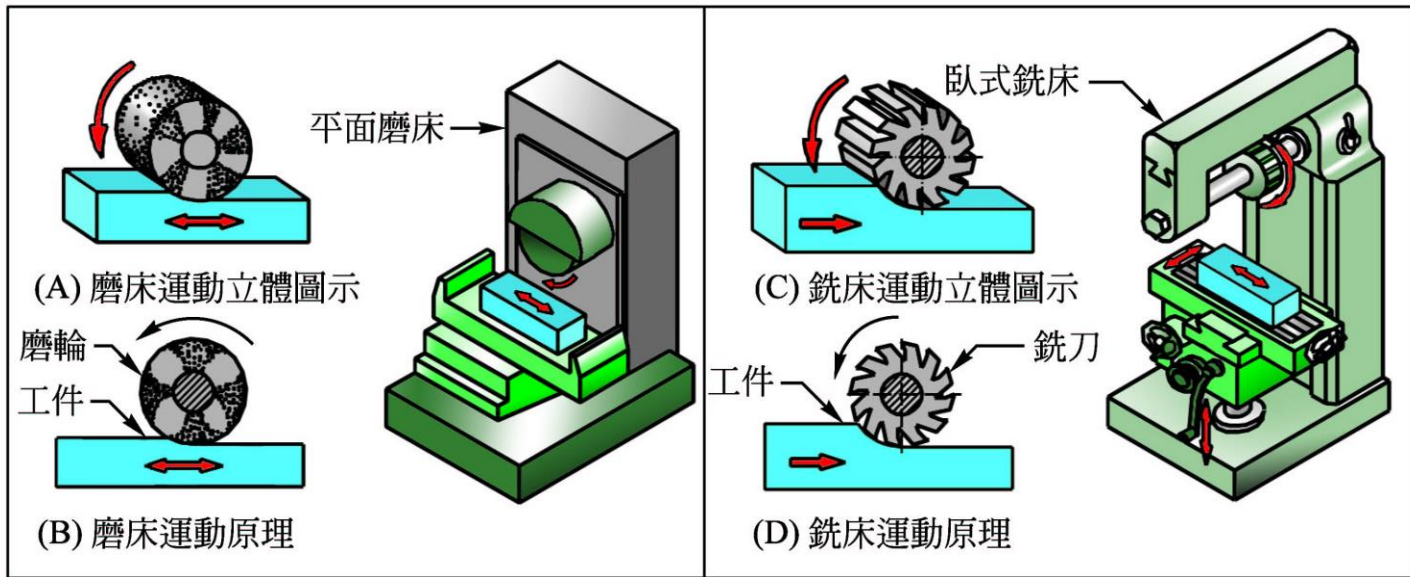
- (1) 車削
- (2) 磨削與銑削
- (3) 鉋削
- (4) 拉削(Broaching)、鑽削(Drilling)、鋸削(Sawing)
- (5) 搪削(Boring)



▲ 圖 1-12 車削

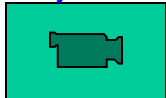
Play Flash

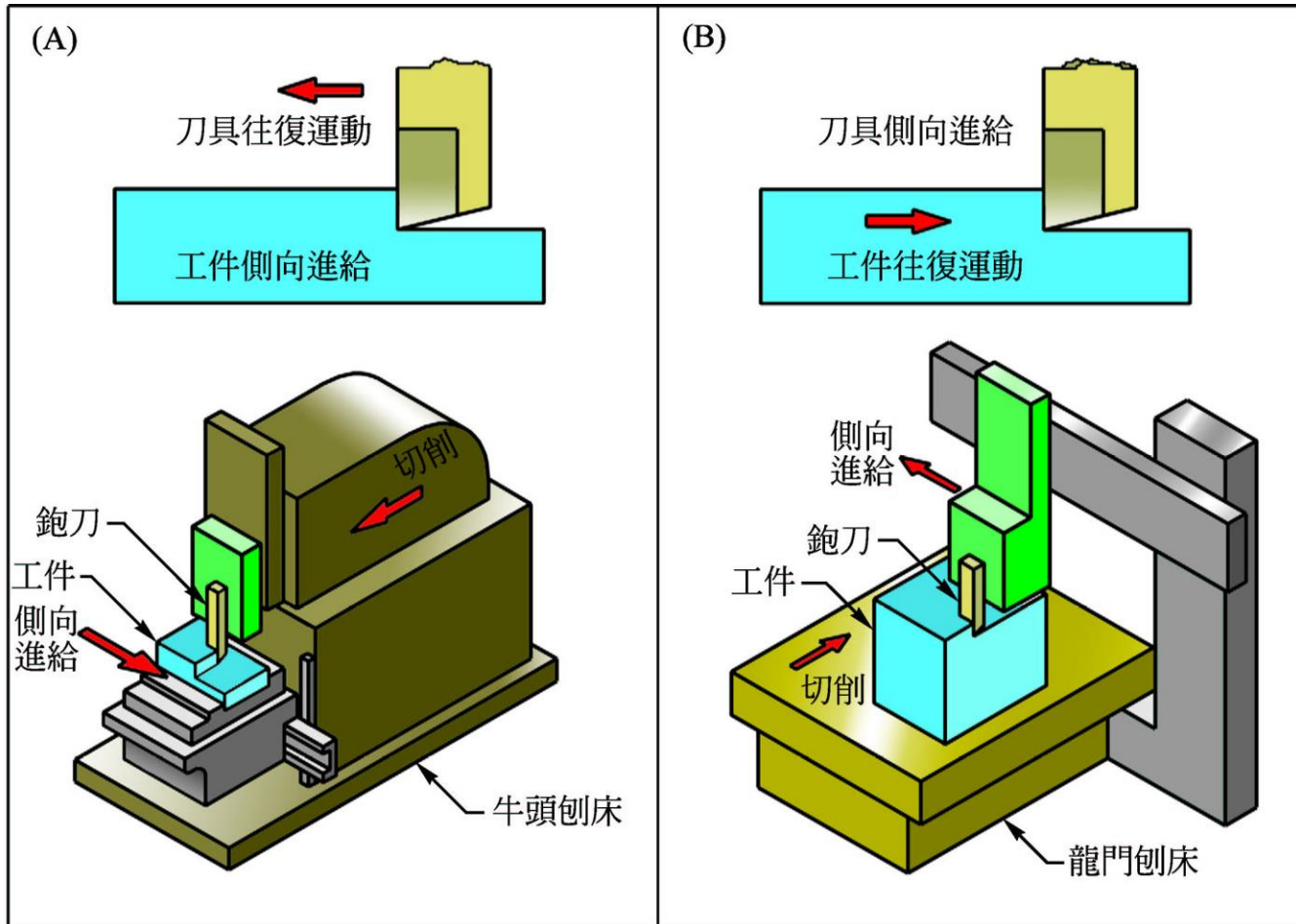




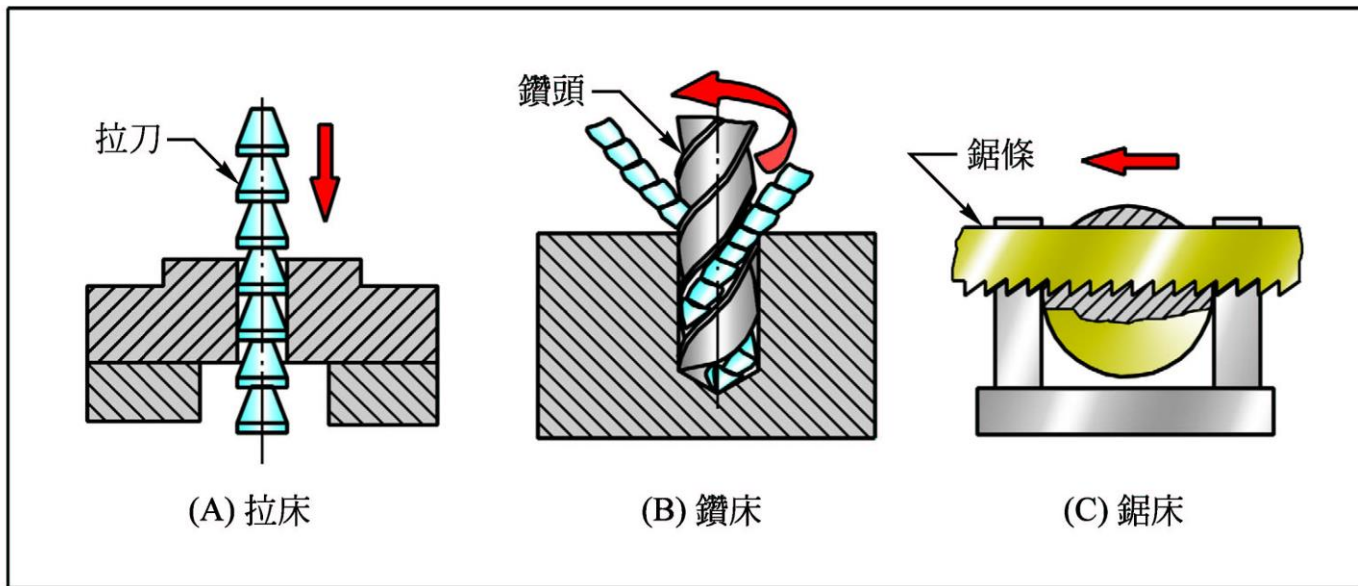
▲ 圖 1-13 磨削與銑削

Play Flash





▲ 圖 1-14 鉋削



▲ 圖 1-15 拉削與鑽削與鋸削示意圖

2. 非傳統式切削加工法

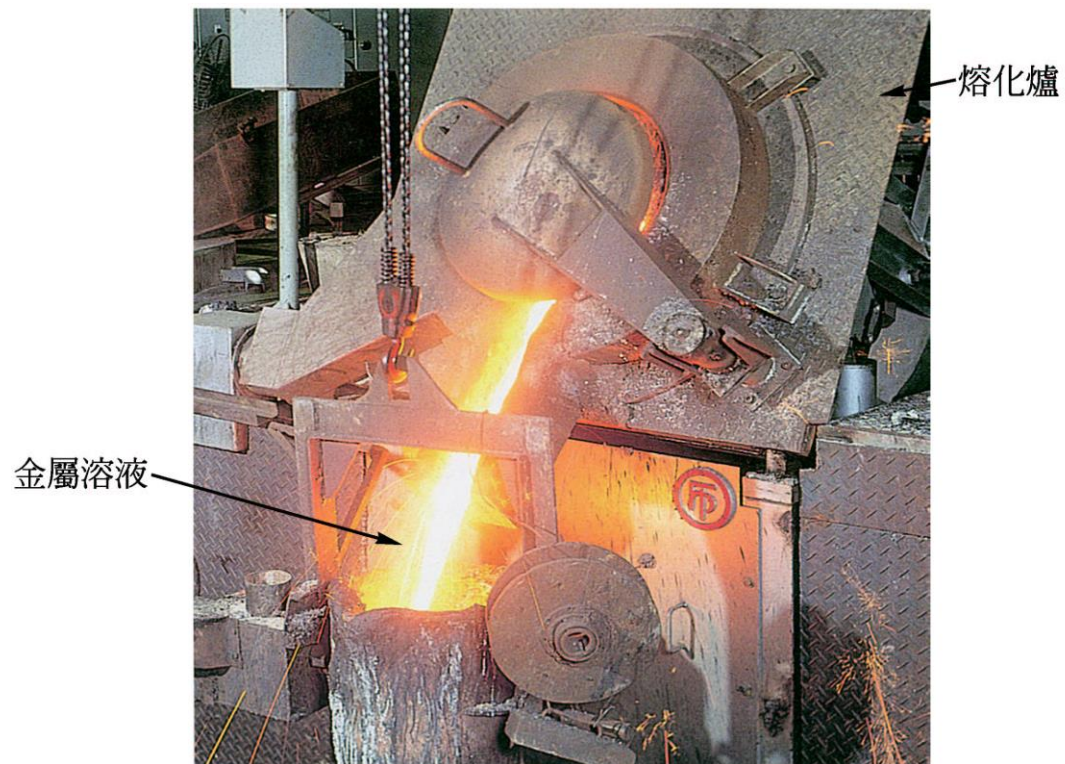
常見者有：

- (1) 超音波加工法
- (2) 放電加工法
- (3) 雷射光加工法
- (4) 電子束加工法
- (5) 電化加工法
- (6) 化學銑切加工法

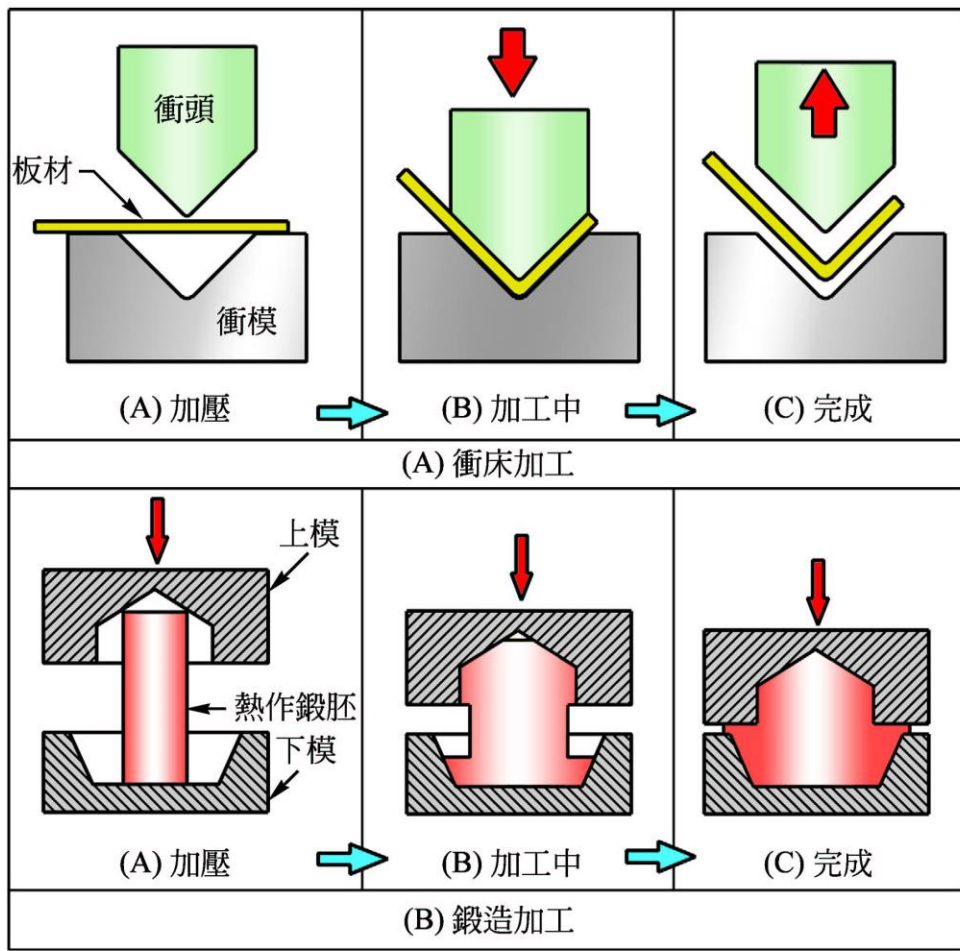
二、非切削性加工

1. 改變材料形狀的加工法

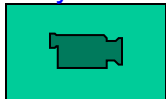
- (1) 鑄造
- (2) 熱作：如鍛造、滾軋等。
- (3) 冷作：如抽拉、壓印、壓浮花等。
- (4) 衝壓：如衝床工作。
- (5) 電積成型
- (6) 塑膠模成型



▲ 圖 1-16 鑄造(參考廠商 3 提供)



Play Flash



▲ 圖 1-17 塑性加工(衝床加工與鍛造加工)

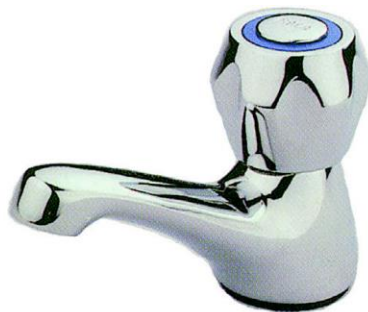
2. 表面處理

(1) 表面形成：

- ① 機械法：如搪磨、研磨、拋光、擦光、滾磨、超光磨、噴砂等。
- ② 冶金法：如表面硬化法(滲碳法、氮化法、高週波硬化法)。
- ③ 化學法：如化學研磨、電解研磨、酸蝕雕刻等。

(2) 表面塗層：

- ① 金屬塗層：如電鍍、金屬噴佈等。
- ② 無機塗層：如陽極氧化、磷酸防蝕等。
- ③ 有機塗層：如油漆、塑膠膜等。



▲ 圖 1-18 電鍍製品

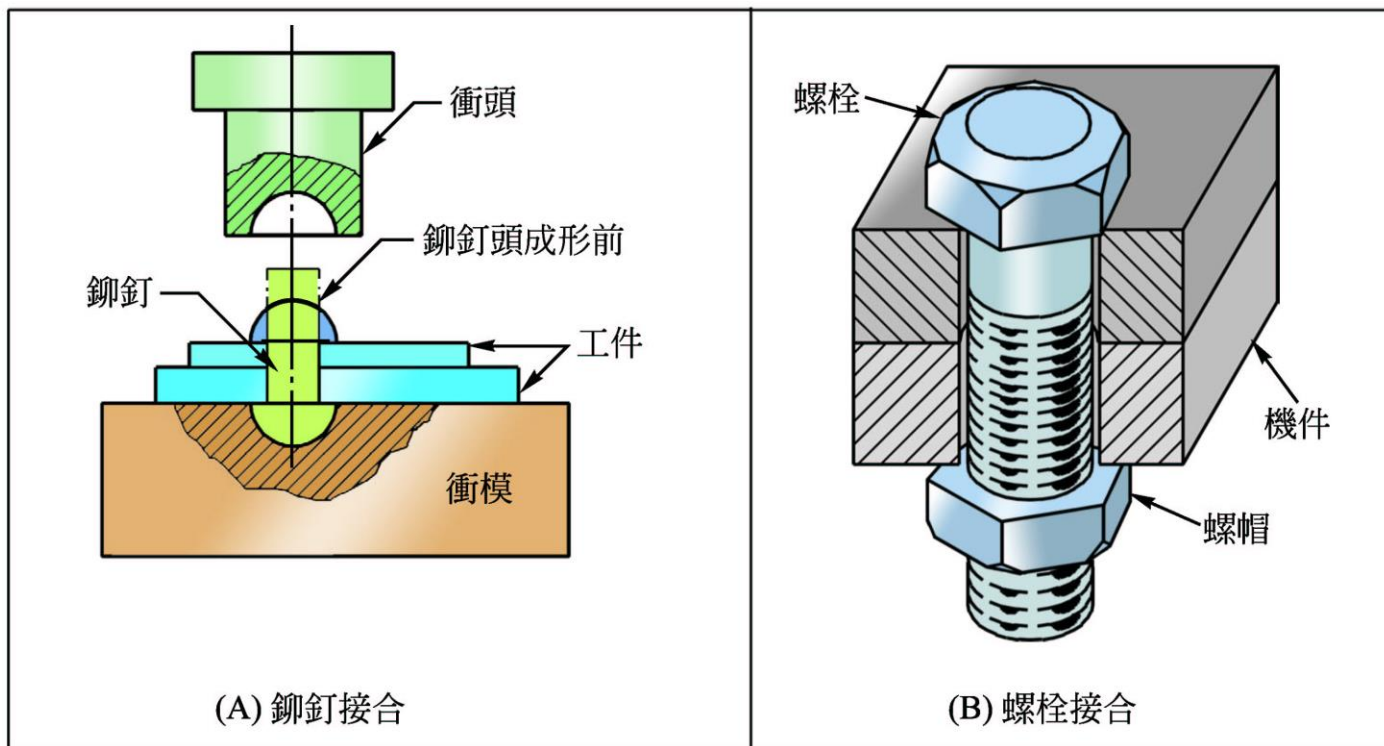
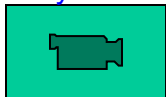
3. 機件或材料之連接法

- (1) 熔接：如軟銲、硬銲、氣銲、電銲及電阻銲等
- (2) 鉚接
- (3) 黏接
- (4) 螺釘接合

4. 改變機械性質的加工法

- (1) 熱處理
- (2) 熱作
- (3) 冷作
- (4) 珠擊法

Play Flash

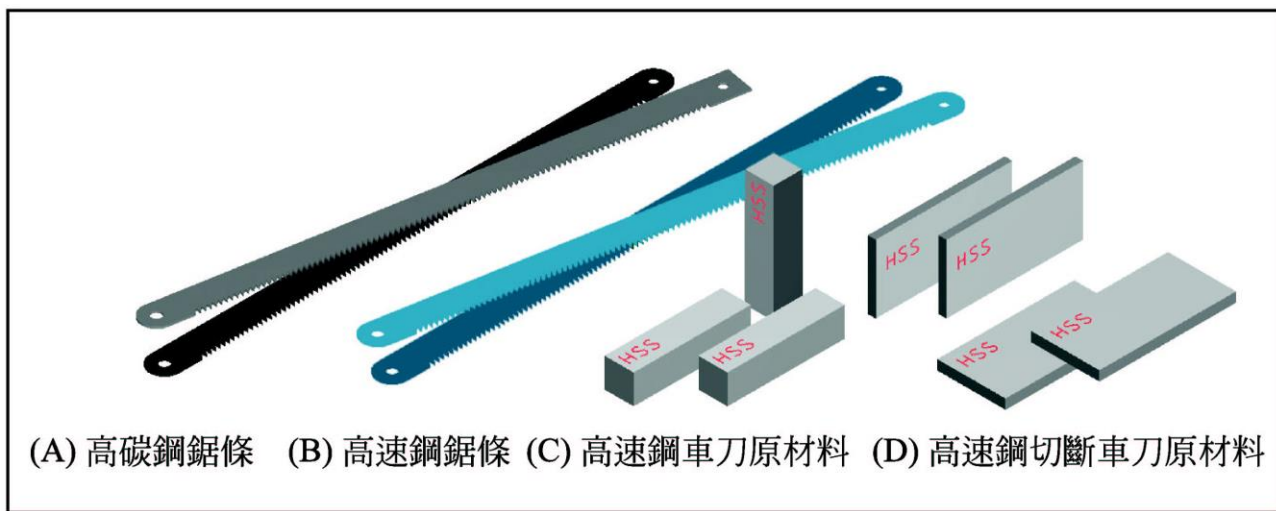


▲ 圖 1-19 鉚釘接合與螺栓接合

■ 1-4 切削工具的發展

一、工具鋼(Tool steel)

以鐵、碳為主要元素，含碳量約 1.0~1.5%，硬度在HRc62~HRc64，耐熱溫度約 200°C，主要用於製造銼刀、刮刀、鋸片、鑿子或低切削能力之刀具。



▲ 圖 1-20 高碳鋼與高速鋼

二、高速鋼(High-speed steel)

1. 鎢系高速鋼(T 級)

常見標準型為 18-4-1 型，即分別各含鎢 18 %、鉻 4 %、釩 1 %，是製造各類型車刀和成型刀具的主要材料。

2. 鉬系高速鋼(M 級)

常見標準型為 6-6-4-2 型，即分別各含鎢 6 %、鉬 6 %、鉻 4 %、釩 2 %，主要用於低速切削刀具，如鑽頭、鉸刀或螺絲攻等的主要材料。

3. 鈷系高速鋼

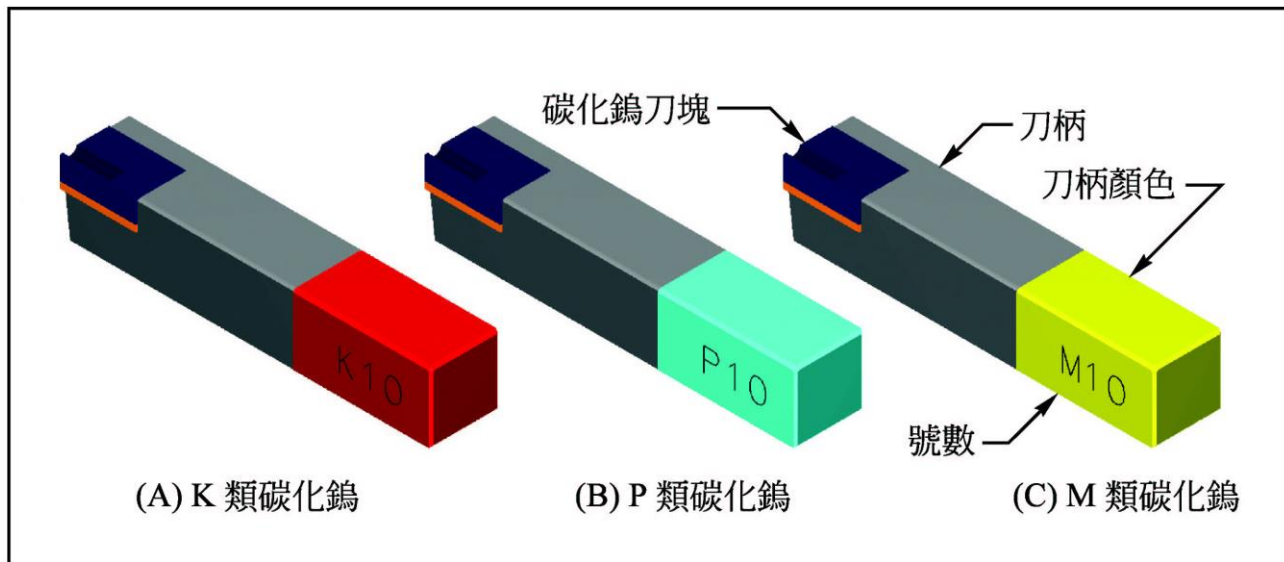
常見者為含鎢 2 %、鉻 4 %、釩 2 %、鈷 12 %，又稱超高速鋼，用於耐高溫之切削。

三、鑄造合金(Cast alloy)

以鑄造方式製成，主要成份為鎢(W)、鉻(Cr)、鈷(Co)，最具代表者為Stellite(史斗鉻鈷)，亦稱亮金。耐熱溫度約 820°C ，常溫硬度為HRc55~62，切削速度約比高速鋼大2倍。一般用於製造測定工具，工模夾具、鑿岩鑽頭或用於高速切削抗拉材料或不銹鋼之刀具。

四、碳化物刀具(Sintered carbides)

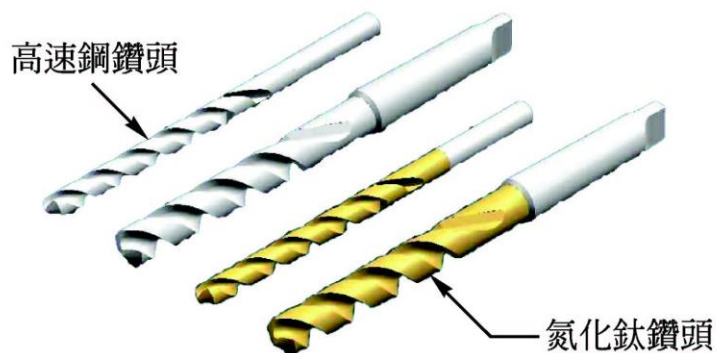
常見者為碳化鎢，耐熱溫度約 1200°C ，紅熱硬度達HRA92(約HRc76)，切削溫度約比高速鋼大3~4倍，耐磨性佳，但性脆。碳化鎢主要成份為碳(C)、鎢(W)粉末混入鈷(Co)粉作為結合劑後，加壓成形並經約 1500°C 燒結溫度之粉末冶金法製成。製成刀片後，以銅鍍在刀柄上使用。



▲ 圖 1-21 碳化鎢刀具

五、塗層刀具

常見之塗層刀具有鍍層高速鋼及鍍層碳化鎢(Coated carbides)，係在具有高強度之成型刀片上，利用蒸鍍法(Vapor deposition process)鍍上一層 $5\sim 8\ \mu\text{m}$ 薄膜之碳化鈦、氮化鈦或氧化鋁而成。具耐磨性及降低切削間之親和性，較不易黏屑現象。



(A) 高速鋼與氮化鈦鑽頭塗層刀具



(B) 氮化鈦刀具

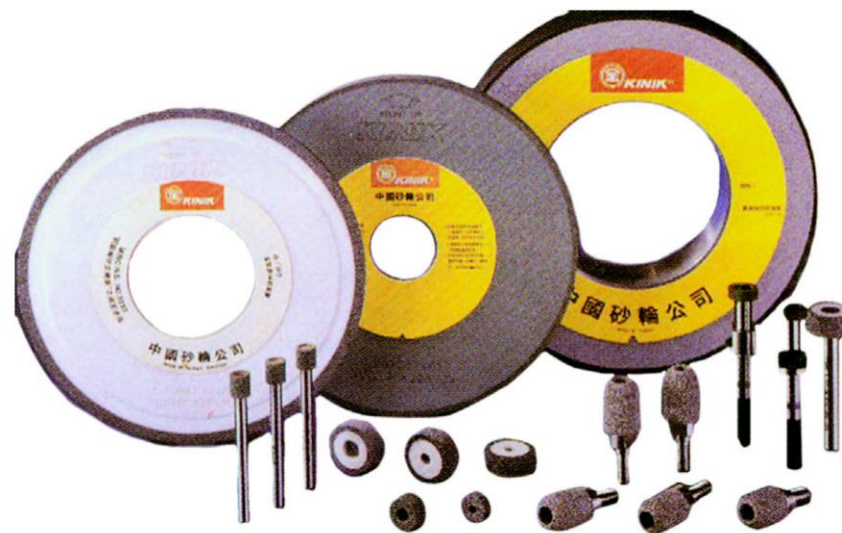
▲ 圖 1-22 塗層刀具

六、陶瓷刀具(Ceramic)

主要成份為氧化鋁(Al_2O_3)，以粉末冶金法製成，又稱燒結氧化物刀具(Cemented oxide)，硬度達HRA94，切削速度約比碳化鎢高2~3倍，具耐高溫、耐磨性佳、壽命長及加工後光度佳等特性。但是，陶瓷刀具韌性低、性脆而不耐衝擊，不適合重切削或振動性切削，一般研磨刀口斜角時，均取負5~負7度，以增加其強度，一般用於切削鑄鐵及高硬度材料。

七、立方氮化硼(CBN)

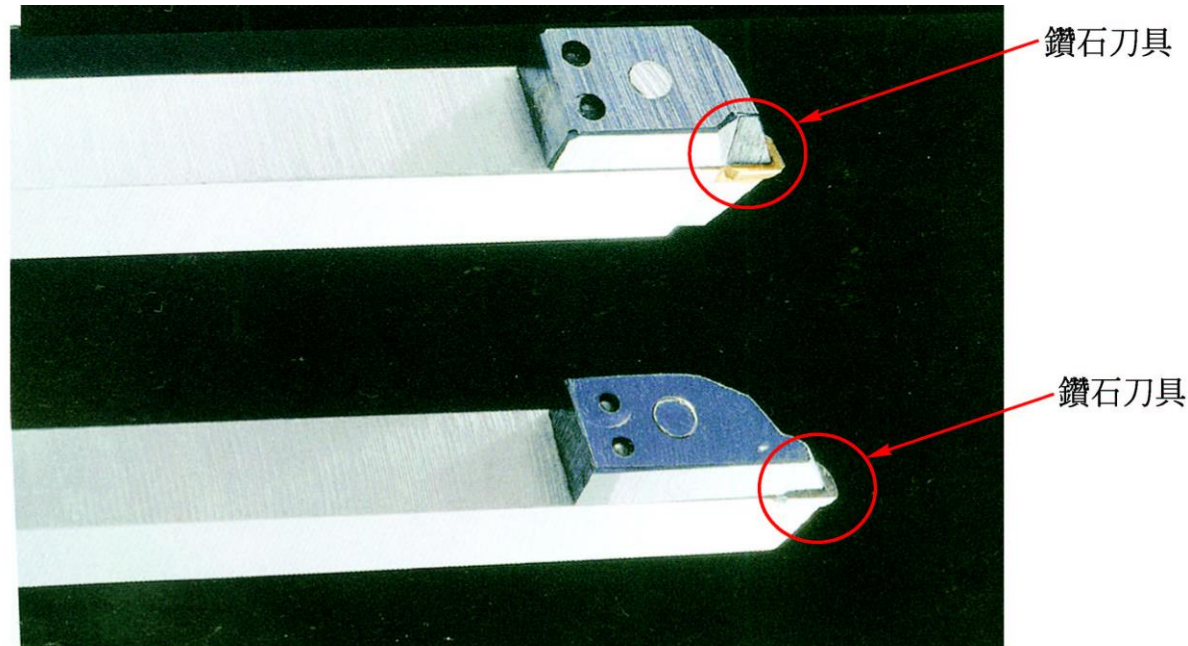
主要係由碳化物基質外加一層多晶體硼氮化物(B_3N)，如圖1-23所示，此外層作切削用，硬度比陶瓷刀具高，達莫氏14度(約HRA97)，刀具壽命為碳化物刀具之300倍。一般刀具採用負斜角及15度以上切邊角，以增加其強度。切削時避免振動，極適合高硬度淬火鋼及耐熱鋼之切削工作。



▲ 圖 1-23 立方氮化硼砂輪(參考廠商 4 提供)

八、鑽石(Diamond)

鑽石硬度達莫氏硬度 15 度，故性極硬、耐磨，但脆性大、價格昂貴，如圖 1-24 所示，不宜作衝擊性切削，適切削鋁、銅、塑膠、玻璃纖維等，最高速之精切削工作；**不適合切削鐵系材料**，以免鐵和鑽石產生親和作用。一般用於砂輪修整器、冷作抽線模及切削或研磨工具。



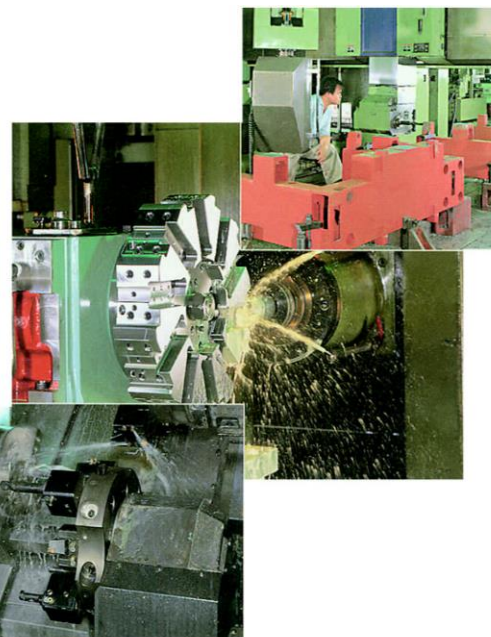
▲ 圖 1-24 鑽石刀具(參考廠商 4 提供)

■ 1-5 機械製造方法之趨勢

一、零件製造朝專業化



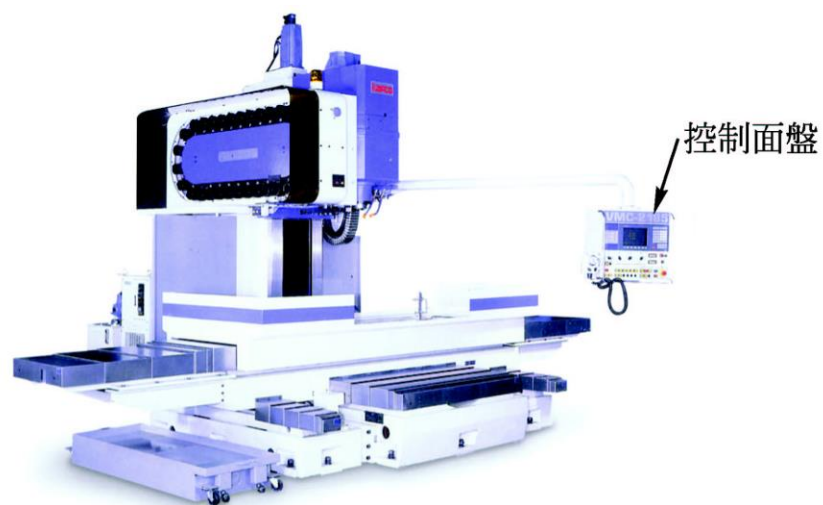
(A) 機器組裝



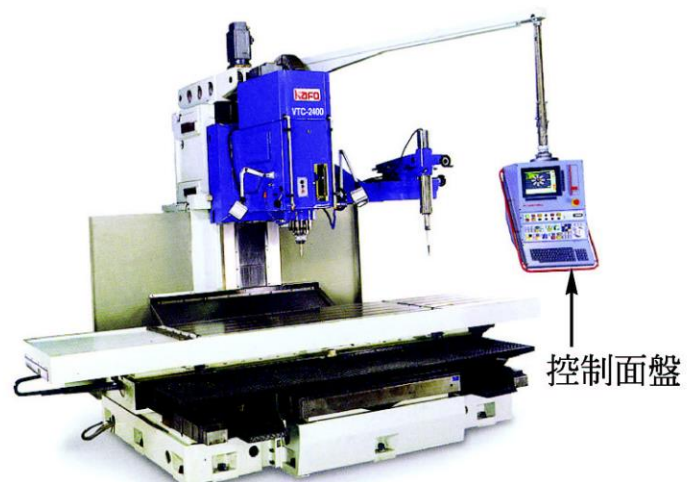
(B) 主要機件製造

▲ 圖 1-25 零件製造專業化(參考廠商 3 提供)

二、控制方式朝電腦化



(A) 立式綜合加工機



(B) 電腦靠模銑床

▲ 圖 1-26 CNC 工作機械(參考廠商 5 提供)



(A) 立式電腦銑床



(B) 模具切削中心機

▲ 圖 1-27 CNC 工作機械(參考廠商 5&6 提供)



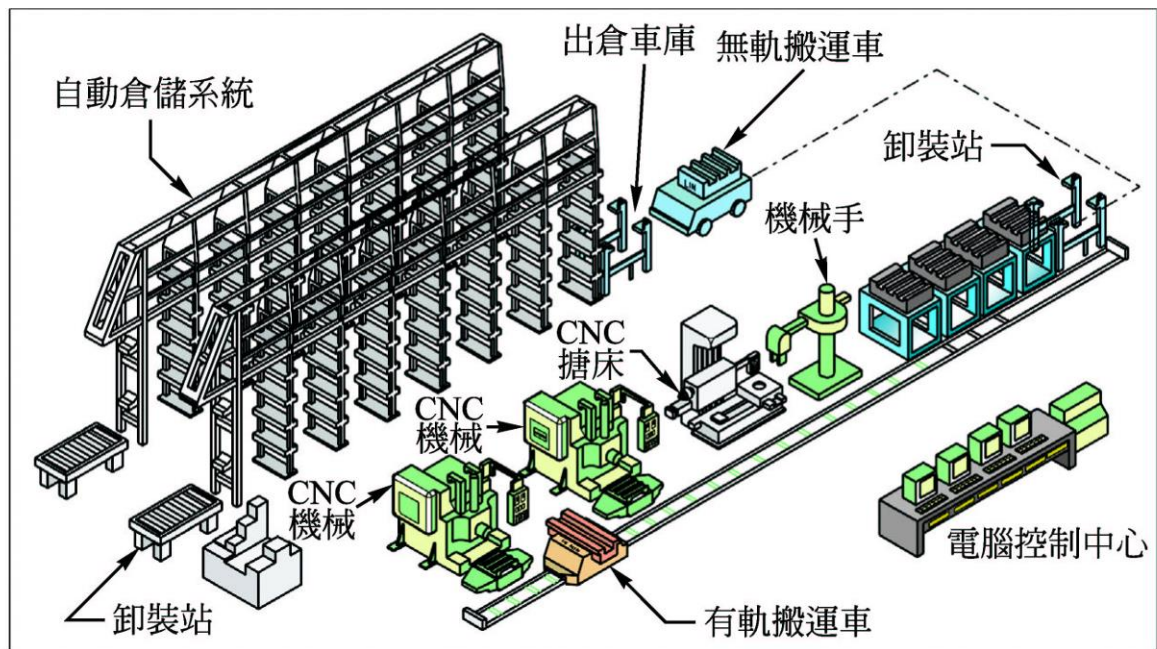
(A) 立式電腦車床



(B) 臥式電腦車床

▲ 圖 1-28 CNC 工作機械(參考廠商 6 提供)

三、製程朝自動化



▲ 圖 1-29 CNC 機械，CNC 搪床

五、加工觀念彈性化



(A) 逆向工程掃描系統



(B) RP 快速原型設備



(C) 產品圖例

▲ 圖 1-30 逆向暨快速原型設備(參考廠商 41 提供)

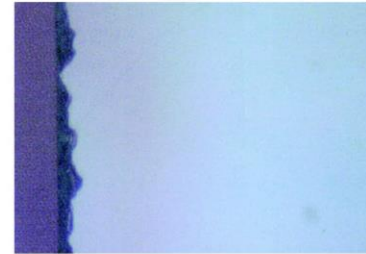
六、加工方式朝無屑加工及非傳統式加工



▲ 圖 1-31 放電加工機(參考廠商 7 提供)



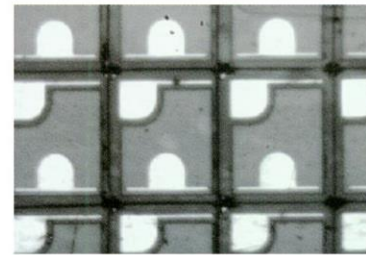
(A) 雷射加工機



(B) 傳統晶片切割面有崩角



(C) 雷射切割面平滑無崩角



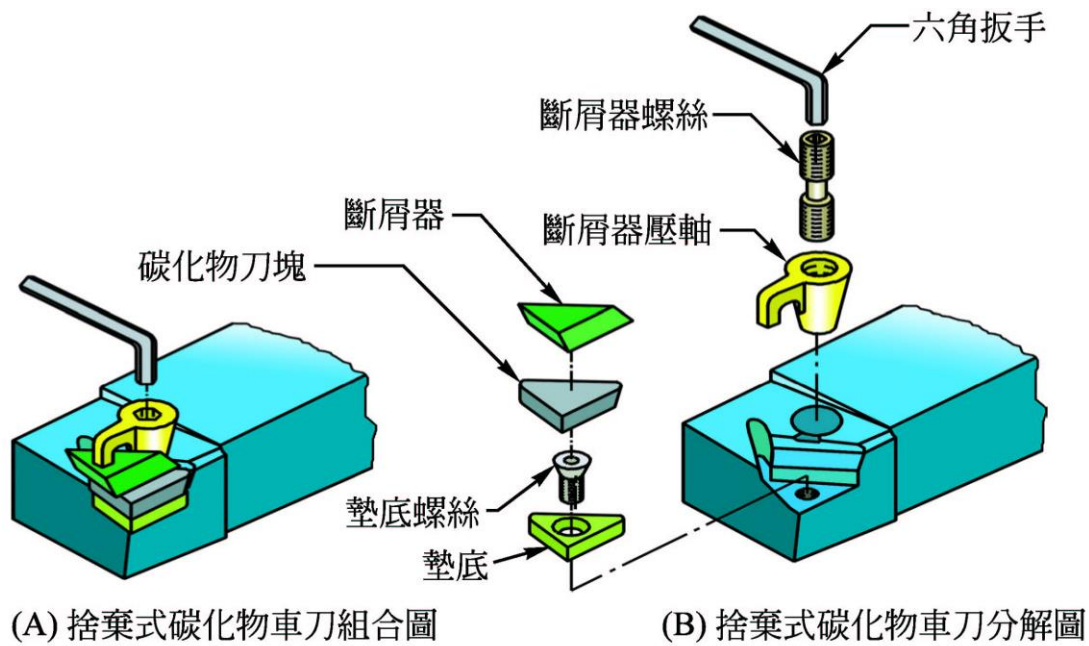
(D) 藍寶石晶片切割

▲ 圖 1-32 雷射加工機(參考廠商 8 提供)

七、切削刀具朝耐高溫及高硬度



▲ 圖 1-33 各種高硬度刀具(參考廠商 9 提供)



▲ 圖 1-34 捨棄式碳化鎢刀片(取自參考書目 22)



▲圖 1-35 常見捨棄式刀具(參考廠商 10 提供)