

103 年公務人員普考考試試題

類 科：機械工程

科 目：機械製造學概要

一、砂模鑄造使用的砂箱，以分模線(Parting Line)區隔為上砂箱(Cope)及下砂箱(Drag)的結構。請附剖面示意圖說明重要的特徵如澆口(Pouring Basin)等。

【擬答】：

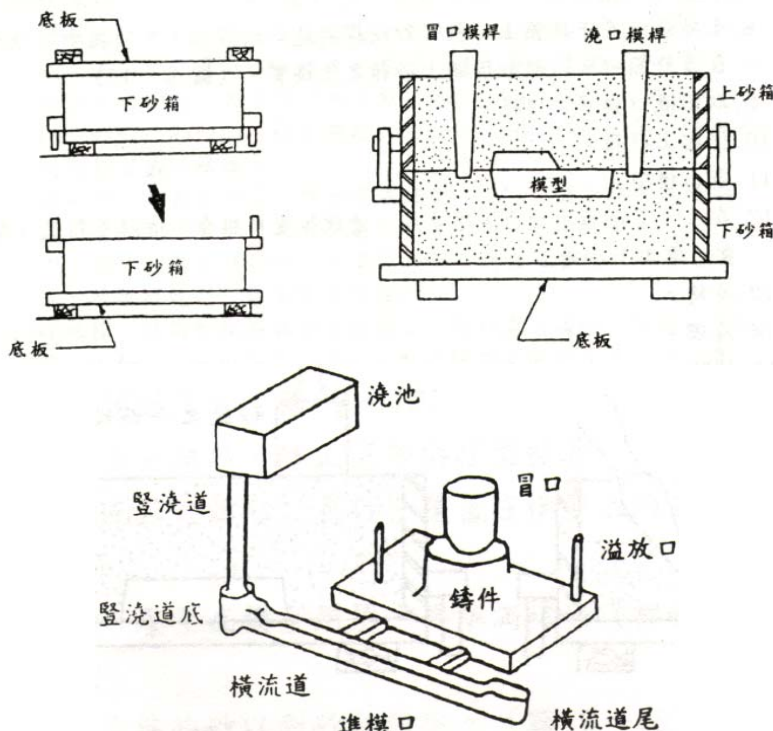


圖 1-1 砂模設計之示意圖

(一)流路系統的設計主要的目的如下：

1. 使金屬熔液迅速而穩靜的流入模中。
2. 金屬熔液充滿模中空隙，以免夾氣。
3. 良好的除渣設置，以淨化金屬熔液。
4. 均勻的溫差變化，以為良好的凝固方式。

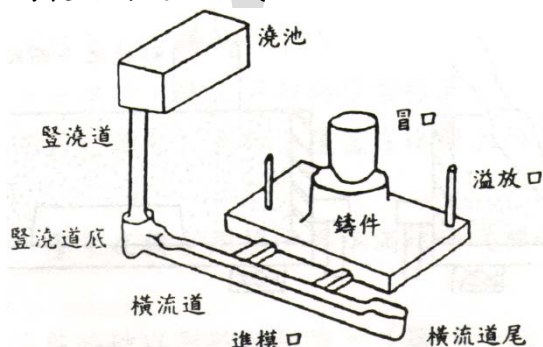


圖 9-18 流路系統

(二)澆口系統

1. 澆池(Pouring Basin)(漏斗式澆口杯(Pouring Cup)，澆口箱，澆槽)：為最早承受金屬熔液的地方。為便於澆鑄金屬液、隔離雜質及達到整流效果而開設。
2. 澆道(Sprue, Down Sprue, Down Gate)(澆口，下澆道)
 - (1)位於澆池下方之垂直通道，主要功用為輸送金屬液。其形狀通常為上大下小之圓錐體，以使其隨時充滿金屬液，避免夾入氣體，並可達到調節金屬壓力及控制澆鑄速度之目的。
 - (2)澆道位於模穴邊約 25mm 處。

公職王歷屆試題 (103 高普考)

3.橫流道(Runner, Cross Gate): 位於模穴四周之水平通道, 其功用為:

- (1)輸送及分配金屬液。
- (2)隔離金屬液中之雜質。
- (3)排除由澆口捲入之氣體。
- (4)減少金屬液之亂流。
- (5)減緩金屬液之流速。

4.橫流道尾(Runner Extension): 為橫流道之延伸, 主要功用為除去最初注入之金屬熔液已變冷或是不良之部分, 以及減低金屬熔液注入鑄模之壓力, 長於橫流道最後再延長一小段, 此部分即稱為橫流道尾或稱橫澆道延長。

5.進模口(Gate, In-gate)(鑄口, 澆入門): 為金屬進入模穴之小通道, 靠模穴之部分較小以便產生缺口效應。

(三)冒口系統

1.冒口(Riser Feeder Head): 冒口通常設於最大截面處之正上方, 為上大下小之圓錐狀。

(1)功用

- ①補縮。
- ②排氣。
- ③除渣。
- ④檢視澆鑄情形。
- ⑤代替澆口。
- ⑥增加密度。

(2)設計冒口應考慮下列三項因素:

- ①補給體積。
- ②補給範圍。
- ③凝固時間。

(3)下述狀況不必設置冒口:

- ①薄肉鑄件。
- ②碳當量(CE, Carbon Equivalent)高之鑄件。
- ③鑄口多。
- ④高壓造模。
- ⑤乾模造模。
- ⑥使用冷鐵。
- ⑦澆口系大。

2.溢放口(Flow off, Run off)(排泄孔, 升鐵口): 設於離鑄口最遠或鑄件最突出的部位, 其功用為排氣、除渣。

3.通氣孔(Vent, vent hole)

4.冷激塊(Chills)

(1)若鑄件之體積較大, 或有數個厚截面部分, 則勢必使用數個冒口。不過由於實際上的困難, 不能用太多的冒口時, 補救之法是在冒口效力不易達到之處, 設法使其先凝固, 將收縮作用移於有冒口之處, 這就是使用冷激塊(Chills)的原理。

(2)冷激塊可用鑄鐵、鋼、或銅合金製造。其放置之處, 係以鑄件凝固之先後及進行方向而定。

二、適當地應用金屬成型製程(Metal Forming)可以讓產品獲致鍛壓組織(Wrought Structure)。

請說明其必要性、發生的機制及可獲致的具體效益。

【擬答】:

當塑性加工採用不同變形方式或變形工具時, 金屬內部所產生的應力狀態是不同的, 甚至在同一變形方式下, 金屬內部不同部位的應力狀態也可能是不同的, 擠壓時坯料內部的應力狀態為三向受壓; 抽製時徑向受壓, 軸向受拉; 自由鍛粗時, 坯料內部存在三向壓應力, 而到側表面層, 水平方向的壓應力轉變為拉應力。拉應力易使滑移面分離, 金屬內部的顯微裂紋

公職王歷屆試題 (103 高普考)

擴展，而壓應力的作用與拉應力相反。因此，三個方向中壓應力數目越多，塑性越好。但壓應力會增加金屬變形時的內部摩擦，使變形抗力增大，拉應力數目越多，則塑性越差。

三、鍛造用的設備有所謂「負載限制 (Load Limited)」、「能量限制」(Energy Limited)」及「行程限制(Stroke Limited)」三大類別；請附圖示說明這些鍛壓機的個別特徵及意涵。

【擬答】：

鍛造設備可以依操作原理而分類：

(一)負載限制：液壓衝壓機是負荷限制的設備，因為他們的成形操作的能力主要受到液壓設備最大負載容量的限制。油壓機是以等速率及負載限制(負載超過機器容量時會自動停止)方式操作。在整個行程中是以等量負載作用在胚料上，且速率可以調整。與其他鍛造機比較，油壓機之產量較低、初購成本較高，但所須之保養最少。

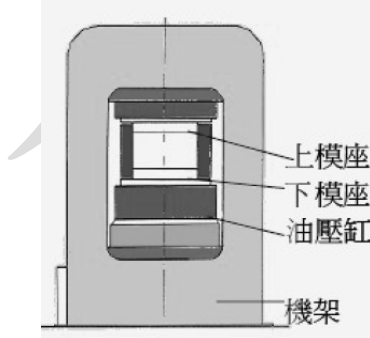


圖 3-1 液壓衝壓機

(二)能量限制：在鍛錘機中，作用力是由落下重量或是衝擊所提供，這些是屬於能量受限制的機械，因為變形的結果而消耗落錘之動能。

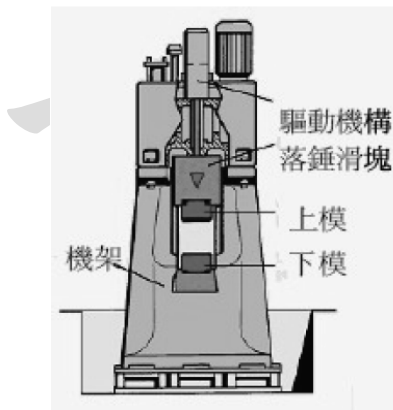


圖 3-2 落錘鍛造機

(三)行程限制：機械鍛壓機為衝程受限制的機械，因為衝程長度和在各衝程位置之有效負荷代表著他們的能力。機構沖床的能量是由一個電動馬達驅動一個大飛輪所產生，以連桿、偏心、肘節、關節等機構驅動沖錘，屬於行程極限之操作。其操作速度比油壓機快，但作用力較小，且行程各處之速率不一。

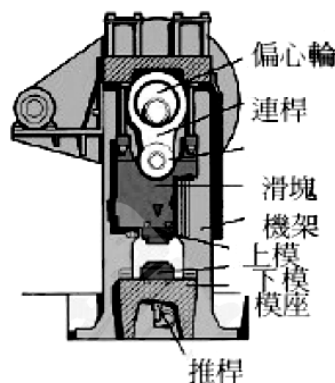


圖 3-3 機械鍛造沖床

公職王歷屆試題 (103 高普考)

四、小到眼鏡框上的小螺絲釘或發電廠的大型渦輪機輪軸通常皆由車削製程(Turning)為之。請廣泛列舉十種適合在車床完成的切削工作(Machining Operations)。

【擬答】：

(一)車削工作：

1. 外徑車削
2. 端面車削：
3. 內孔車削：
4. 錐度車削：車刀需對準中心，若沒對準則錐度變小。
5. 螺紋車削：車刀需對準中心，若沒對準則牙角變大。
6. 切槽及切斷：
7. 鑽孔及鉸孔：
8. 壓花：
9. 車偏心：
10. 成型車削：成型車削時，車刀刀口與工件表面接觸面積大，應降低轉速，並注意刀具剛性，以免振動。

五、生活上機械製品，小從家用冷氣機的循環管路，大到高度精密的半導體設備上組成之諸多關鍵機械元件，係將數個零件經由接合組裝成子系統或總成(Modules)；其中普遍應用之製程技術，如 50 年代長期發展的有「遮蔽氣體金屬電極電弧焊接」(Gas Metal Arc Welding，俗稱 MIG)，請說明該焊接方法的特徵及注意事項。

【擬答】：

(一)遮蔽氣體金屬電極電弧焊接」(Gas Metal Arc Welding，俗稱 MIG)，的特徵：

也可以稱為惰氣金屬極電弧焊接，又叫 MIG (Metal Inert Gas)，係以消耗性的金屬線(銲線)為電極，與工件間產生電弧，銲線受熱熔化，直接填充於銲道上，如圖 5-1 所示，銲線由滾輪推動，定速前進。係指明為使用惰性氣體為遮蔽氣體，而以赤裸實心銲線為消耗性電極而言。銲接對象以非鐵金屬居多，如鋁合金、銅合金等。以 MAG 稱呼者一般為使用多重遮蔽氣體，銲接對象為 60 kg/mm^2 之高張力鋼。若僅用二氧化碳氣體作遮蔽氣者，直接稱呼為 CO_2 銲接，一般用於軟鋼及 50 kg/mm^2 之高張力鋼。

(二) GMAW 銲接應注意的事項：

1. 銲接電流
2. 電弧電壓
3. 銲接速度
4. 銲線伸出量
5. 銲槍角度與方位
6. 銲線線徑
7. 銲接姿勢

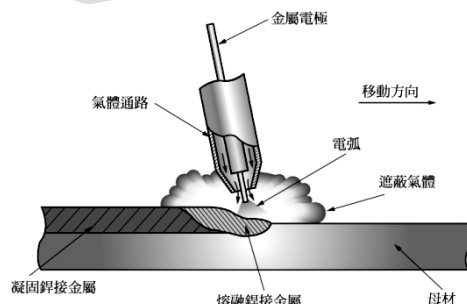


圖 5-1 惰氣金屬極電弧銲接示意圖

六、一個機械元件被設計完成之後，可以達成設計規格的製程，通常不只是單一選項；在選定材料的前提下，該工程材料之應變率效益(Rate-deformation Effects)：

(一)和生產要素有何密切之關係？

公職王歷屆試題 (103 高普考)

(二)和材料抗拉強度(Tensile Strength)之相關性；並以圖示說明加工溫度因子構成三者的相互關聯性。

(三)以切削製程為例，其加工應變之範圍在 1-10 之間，應變率在 0.1-100 1/sec 之間；請列舉任兩種其他製程的對應狀況。

【擬答】：

(一)應變率(變形速度)即單位時間內的變形量，應變率會影響材料之應力、應變行為，低應變速率下可能出現的應變時效效應以及高應變速率下的過熱狀態，當然也此決定了生產的速度。

(二)提高金屬變形時的溫度，可使原子動能增加，原子間的結合力減弱，使塑性增加，變形抗力減少。高溫下固溶體的溶解度增加，有利於形成單一固溶體；高溫下變形後的再結晶能及時克服加工硬化現象，因此適當提高變形溫度對改善金屬可鍛性有利。含碳量 0.45% 的鋼在高溫下的延伸率是常溫下的 4 倍，強度僅為 1/30，這樣金屬可承受大的變形量，不易裂開，容易成形。

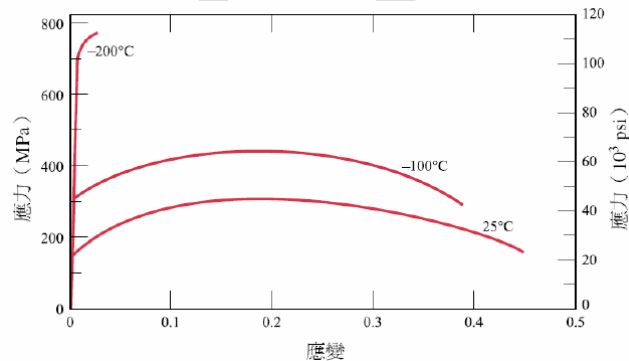


圖 6-1 鐵在三種不同溫度下之工程應力與應變行為

(三)金屬線抽拉應變率：其應變速率約在 $10^{-1} \sim 10^2 \text{ sec}^{-1}$ 間；機械壓床(mechanical press)冷鍛加壓下其應變速率約在 $10^0 \sim 10^2 \text{ sec}^{-1}$ 間。

七、請試述下列名詞之意涵或回答相關問題：

(一)膝關節置換件(Total Knee Replacement)應用之鑄造方法。

(二)大型皮帶輪如何由棒材胚料，逐步帶入環軋軋(Ring Rolling)製程完成必要加工？

(三)成型極限圖(Forming-Limit Diagrams)的內涵及應用上的重要性。

(四)搪孔(Boring)加工與立式搪孔機(Vertical Boring Mill)。

(五)無心研磨(Centerless Grinding)的工作原理，及與柱面外研磨(Cylindrical Grinding)的差異點。

(六)化學機械拋光(Chemical-mechanical Polishing)及主要應用。

(七)水刀切削(Water-jet Machining)及主要加工優勢。

【擬答】：

(一)膝關節置換件(Total Knee Replacement)應用之鑄造方法。

現今的人工全髖關節主要是由：人工髖臼杯，人工襯墊，人工球頭，人工股骨柄四個元件所組成。髖臼杯：通常是用鈦合金或鈷鉻鉬合金製造，植入骨盆腔的髖臼內。襯墊：包括有超耐磨聚乙烯，陶瓷，金屬等，以做為關節的介面。球頭：接合在股骨柄上，和襯墊做關節介面來活動。股骨柄：插入股骨骨髓內以達到固定的效果。

若以人工全髖關節接合面的材質來分類，現今的人工全髖關節主要可分成三類：一、金屬球頭+聚乙烯 (PE 塑膠) 襯墊；二、金屬球頭+金屬襯墊；三、氧化鋁陶瓷球頭+氧化鋁陶瓷襯墊。

人工關節可以利用真空上吸鑄造成形技術，精密鑄造成形。

(二)大型皮帶輪如何由棒材胚料，逐步帶入環軋軋(Ring Rolling)製程完成必要加工？

首先將實體的原料塊加熱到鍛造溫度，置於壓力機的模內，以穿孔沖子壓入，使胚料形成一端閉合的中空鍛件。鍛件從模中取出後，再加熱到鍛造溫度。然後置於引伸機上，以頂壓桿經一連串模子，改變其直徑及厚度並達到引長的目的，然後裁減成適合還滾軋的適當

長度，接著進行環滾軋。

環滾軋如圖 7-1 所示，將一個厚度較大之環狀工件放在主驅動滾輪與壓力滾輪之間，利用滾軋力將斷面軋薄，擴張成直徑較大的環。如利用成形滾輪可滾軋出不同的環狀工件，例如腳踏車輪框、火箭、齒輪圈、渦輪、球軸承及滾珠軸承環，管的加強環等。

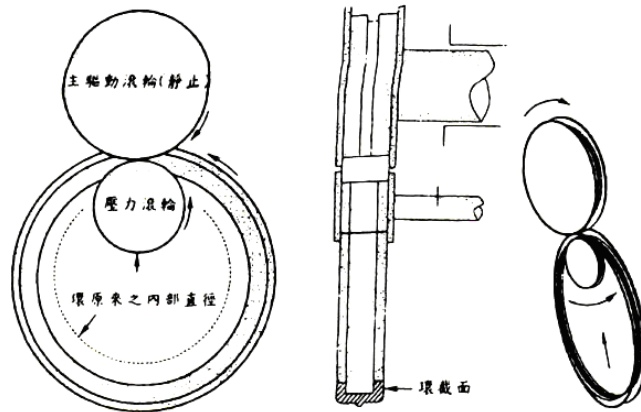


圖 7-1 環滾軋

(三)成型極限圖(Forming-Limit Diagrams)的內涵及應用上的重要性。

20 世紀初，美國福特汽車的工業化生產大大推動了板材成形技術的研究和發展。研究工作基本上在板材成形技術和成形性兩方面同時展開，關鍵問題是破裂、起皺與回彈，涉及可成形性預估、成形方法的創新，以及成形過程的分析與控制。研究的重點是板材成形性能及成形力學，遠不能滿足汽車工業的需求。

60 年代是板材成形技術發展的重要時期，各種新的成形技術相繼出現。尤其是成形極限圖 (FLD) 的提出，推動了板材性能、成形理論、成形工藝和品質控制的協調發展，成為板材成形技術發展史上的一個里程碑。

成形極限圖 (Forming Limit Diagram)

1. 在試驗用坯料上製備好座標網格；
2. 以一定的載入方式使坯料產生脹形變形，測出試件破裂或失穩時的應變 ϵ_1 、 ϵ_2 (長、短軸方向)；
3. 改變坯料尺寸或載入條件，重複 2) 項試驗，測得另一狀態下的 ϵ_1 、 ϵ_2 ；

取得一定量的數值後，在平面座標圖上描繪出各試驗點，然後圓滑連線，作出 FLD。成形極限曲線將整個圖形分成如圖 7-2 所示的三部分：成形區、破裂區及臨界區(極限應變區)。

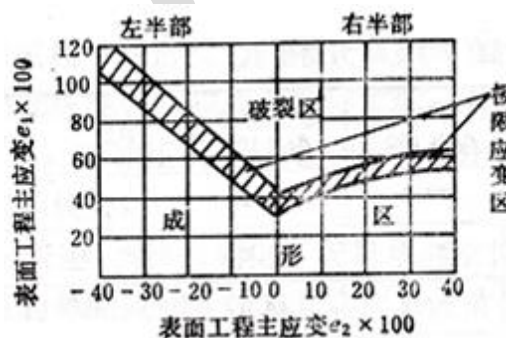


圖 7-2 成形極限圖

(四)搪孔(Boring)加工與立式搪孔機(Vertical Boring Mill)。

在組裝時如需有精密的配合，則需用到鉸孔或搪孔的技術，以做出精密尺寸的孔，直徑較小的孔以鉸刀鉸孔，直徑較大的孔則以搪孔刀加工，其目的為了改善鑽孔之精密度、真圓度與表面粗糙度，可進一步搪孔。搪孔與車床車內孔相似，圖 7-4 下左將一單端點刀刃夾裝在刀把上進行搪孔加工。

立式搪床的工作物係裝置在水平工作檯上，並加以旋轉，其方式類似古老陶匠的拉胚機，切削刀具裝在可以調整高度的橫軌上，除作進給運動外，是固定不動的。

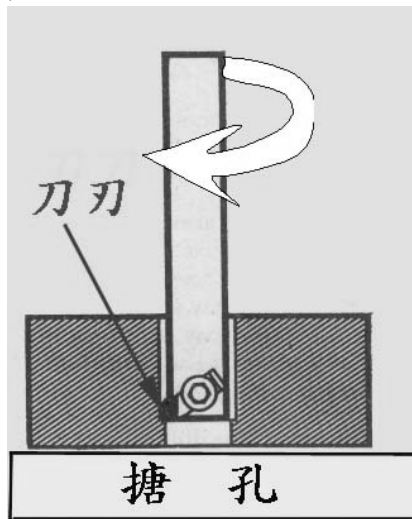


圖 7-4 搪孔操作示意圖

(五)無心研磨(Centerless Grinding)的工作原理，及與柱面外研磨(Cylindrical Grinding)的差異點。

1. 無心研磨(Centerless Grinding)的工作原理：

如圖 7-5，工件以支托板支持於高速迴轉的主削輪及低速迴轉之調整輪間，進行磨削。加工時無中心支持，故稱為無心磨削，最適合圓形工件之大量生產。加工時工件與兩砂輪之轉向相反。

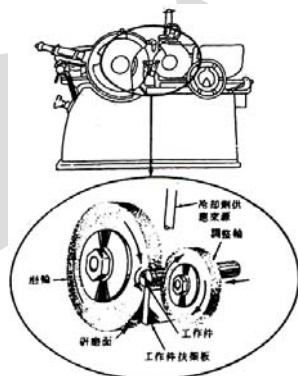


圖 7-5 外圓無心磨削

2. 與柱面外研磨有下列優點：

- (1) 機器操作不需太高的技術，容易自動化。
- (2) 不需要夾頭、心軸或其他工件夾具。
- (3) 工件支托很穩固，不致發生顫動或撓曲現象。
- (4) 操作迅速，特別適用於大量生產。
- (5) 工件尺寸易於控制。
- (6) 磨削時存在一種真實的浮動情況，能自動使磨除的材料減至最少，砂輪磨損較慢。
- (7) 工件長度無限制。
- (8) 工件不產生徑向推力，磨長工件不產生扭曲。

(六)化學機械拋光(Chemical-mechanical Polishing)及主要應用。

- 1. 結合化學加工與精密拋光兩種加工法。
- 2. 使用含強酸性或是強鹼性的化學溶劑，在電子業所用之晶圓(wafer)表面腐蝕形成較軟之氧化層，然後用研磨劑(slurry)，配合研磨墊(pad)與晶圓表面的相對運動，以磨除晶圓表面不平整之凹凸部分(約 50 μ m)，重複步驟，一直加工到所需表面粗糙度為止。
- 3. 優點：加工過程可全自動化，節省大量人力。
- 4. 缺點：需大量清水清洗，廢液之污染性極高。

負荷	施加於晶圓上的向下壓力，一般研磨速率正比於負荷的大小
----	----------------------------

轉速	轉速包括研磨墊的轉速與晶圓的轉速； 相對轉速增加，研磨速率便增大
研磨溫度	影響化學機械研磨過程中化學反應的速率
拋光時間	研磨時間過短，晶圓表面平坦度不足； 研磨時間過長可能對晶圓表面造成傷害

(七)水刀切削(Water-jet Machining)及主要加工優勢。

水噴射加工(WJM, water jet machining)：利用直徑僅有純 0.25 mm 之水流，以每秒鐘由 600 至 900 公尺之高速，產生這種高速之水流，需要高達 20 至 40 kg/mm^2 之高壓，射至工件，能切斷若干種材料，如木材、塑膠纖維板材，以及瓷器等。

公
職
王