

107 年公務人員特種考試警察人員、一般警察人員考試及

107 年特種考試交通事業鐵路人員考試試題

考試別：鐵路人員考試

等 別：員級考試

類科組：機械工程

科 目：機械製造學概要

一、超大型鑄件的製程常使用泥土模 (loam molds) 以及呋喃模 (furan molds) 鑄造法，請分別詳述這兩種鑄模的製程。(20 分)

【擬答】

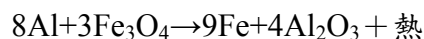
(一)泥土模 (loam molds) 鑄造法：製模時先用磚或大鐵件構成基本形狀，然後敷以厚泥漿，用於大型鑄件的鑄造。

(二)呋喃模 (furan molds) 鑄造法：使用乾燥而具有尖銳稜角之型砂混入磷酸(加速硬化作用)再加入呋喃樹脂 (膠合劑) 混合均勻，製成鑄型並保留 0.5 小時，讓它硬化，宜用在消失性模型或砂心的製造。

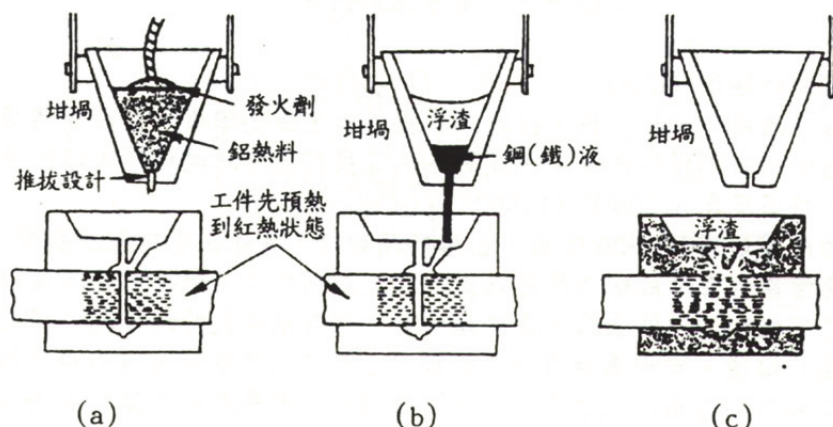
二、熱劑焊接法 (thermite welding) 是連續長銲鋼軌 (continuous welded rail) 的接合方法之一，請申論其悍接程序。(20 分)

【擬答】

(一)熱劑焊接法 (thermite welding) 發熱銲又叫鋁熱料銲接，其裝置如圖 2-1 所示。等量體積的鋁粉與氧化鐵粉(重量比約 1：3)混合均勻，然後置於坩堝中，用鎂粉或氧化鋇之發火粉點燃加熱到 $1100^{\circ}\text{C} \sim 1400^{\circ}\text{C}$ ，鋁粉就會與氧化鐵開始起化學反應，其反應如下：



(二)上式反應可產生 3600°C 之高溫，但因坩堝的吸收與輻射損失於大氣中，所以溫度約 2500°C ，反應後的 Al_2O_3 浮渣浮於鐵液上方，鐵液經坩堝下方的出口，注入於銲件接合處，待凝固後接合為一體。



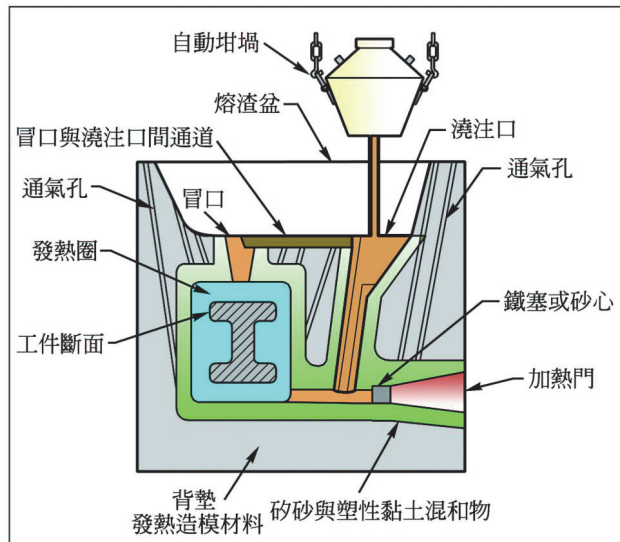


圖 2-1 發熱鋅接

(三)熱劑焊接法 (thermite welding) 大都用於熔接大軸、鐵路鐵軌等，須在工地執行之鋅接，及一些不易用其他方法鋅接的機件修配工作。

三、車削圓桿之前，在車床的兩頂心之間必須使用中心鑽在圓桿兩端面的中心預先鑽出中孔。為了求得該端面中心點，請繪圖且說明五種求法。(20 分)

【擬答】

(一)單腳卡求中心：如圖 3-1 所示之單腳卡，打開至較工件半徑稍大時單腳靠住工作物外端，他端則畫圓弧，畫出井字形，此井字形的中央就是工作物的中心，心沖起初要輕輕打擊，待正確無誤後再施以較重的打擊以擴大中心點。



圖 3-1 用單腳卡求中心

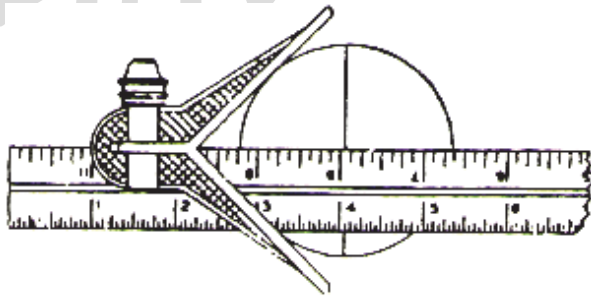


圖 3-2 用複角尺求中心

(二)劃線台求中心：將工作物放在平板之 V 槽塊上以右手支持劃出井字的中央位置，用中心沖打中心點。

(三)求心規劃中心：如圖 3-2 所示用求心規靠住工作物在端面處劃線，接著轉動約 90° 再劃一條線，此時二條線成十字形交叉，其交點即為工作物的中心。

(四)游標卡尺劃中心：如圖 3-3 所示將游標卡尺張開等於工件半徑，劃兩相交直線即可。

(五)鈴形中心衝求中心：如圖 3-4 將工件置於鈴形中心衝之杯上衝擊中心衝，即可求出其中心。

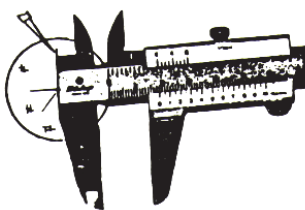


圖 3-3 用游標卡尺劃中心



圖 3-4 鈴形中心衝求中心

四、針對鈹金成形(sheet-metal forming)，在板彎曲過程中常發生鈹金回彈的問題，請從沖頭和模具的設計，列舉且繪圖說明五種減少或消除回彈的方法。(20 分)

【擬答】

平板彎曲後，接近中立面部分的材料受力未達彈性限度，仍然保持其原有的彈性。故沖頭移開後，會產生彈性恢復作用，使彎曲的角度變大，這種象線叫彈回 (Spring Back)，如圖 4-1 所示。

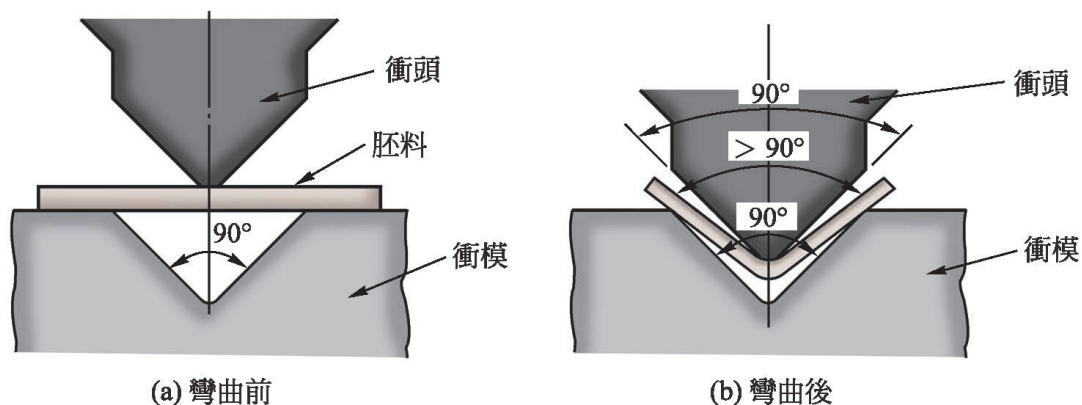


圖 4-1 彎曲操作中之彈回作用

(一)選擇彎曲性能好的材料：用屈服極限小、彈性模量大的材料作為彎曲件，可獲得較高的彎曲品質。此外，坯料的厚度公差大小，表面品質的優劣和平面度的好壞，都對彎曲回彈有較大的影響。對彎曲精度要求高的工件，也要對坯料此方面的品質加以篩選。

(二)選擇較小的相對彎曲半徑： r/t 值小，表明變形程度大。一般在 $r/t \leq 3-5$ 時，認為板料的彎曲區已全部進入塑膠狀態。較小的彎曲半徑對減燭回彈有利，但過小的彎曲半徑會使彎曲區破裂。目前資料上給出的材料最小彎曲半徑主要是絕對經驗資料，可作為板金設計者設計工件彎曲半徑的參考依據。

(三)選擇需要的模具間隙：V 型彎曲，其間隙值是靠高速機床來實現的，與模具本身無關。而對 U 型彎曲來說，其回彈隨凹模開口深度增大而減少，隨模具間隙減小而回彈量減小。若彎曲精度高的工作，可以取彎曲單邊間隙值為 $Z=t$ ；若需要更高的彎曲精度，採用帶有稍許變薄的彎曲，對減少回彈會更有用。因為零間隙或負間隙彎曲，可以改變板料的應力狀態，使其由普通的彎曲轉化為具有拉彎性質的彎曲，使壞料的中性層內側壓應力狀態，從而坯料整個截面在切向均處於拉應力狀態，卸載後內外側纖維回彈相互抵消，可減小回彈。所以採用拉彎工藝及可調間隙的模具，對控制回彈是很有好處的。

(四)設計合理的工件形狀：U 型彎曲件比 V 型件回彈量小。工件形狀複雜，各部分間相互牽扯多，回彈困難。所以 V 型回彈量比 U 型小。若在彎曲處壓制出適宜的加強筋，則回彈量更小。因此對彎曲件進行翻邊或疊邊處理，既可以提高剛度，又能減小回彈。

(五)採用合適的組織狀態：冷作硬化後的材料，彎曲回彈量大。對精度要求高的彎曲件其坯料有冷作硬化，應對其進行退火處理，再彎曲。在需要且又允許的情況下，應對較厚坯料的工件採用加熱彎曲消除回彈。

(六)採用校正彎曲式：校正彎曲回彈角明顯小於自由彎曲，且校正力愈大，回彈愈小。這是因為校正彎曲力將使衝壓力集中在彎曲變形區，迫使金屬內層金屬受擠壓，則板材被校正後，內外層纖維都被伸長，卸載後都要縮短。由於內外層的回彈趨勢相反，回彈量將減小，從而達到克服或減少回彈的目的。故校正彎曲，是與拉彎性質相似的一種彎曲方式，其應用範圍顯得更大一些。欲解決由彈回所造成的角度誤差，可依工作經驗略為減小沖模的角度，使板料彈回後恰為正確角度。例如：製品的彎曲角度為 90° ，則沖模的角度應略小於 90° 。

(七)在模具上採取措施

- 1.補償法控制回彈：補償法控制回彈是根據彎曲件回彈方向和回彈量的大小，控制模具工作部分的幾何形狀與尺寸，使工件彎曲後回彈得到補償。例如對彎曲較大的 U 形件，可將凸模端面或頂板表面製成圓弧狀、或將凸、凹模製成一定角度的傾斜面，從而卸載時被彎曲成的圓弧處或傾斜處產生的變形，可以補償兩個圓角的回彈變形。(圖 4-2)

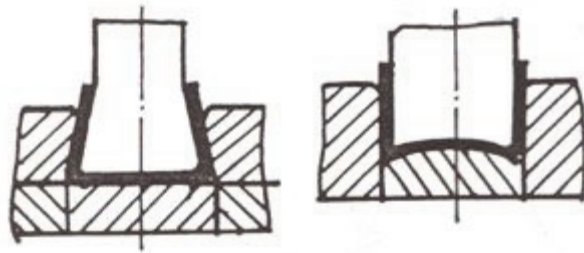


圖 4-2 補償法控制回彈

- 2.採用聚氨酯橡膠彎曲模：對坯料較薄的工作件，可以用聚氨酯橡膠模進行彎曲，其控制回彈量效果好。因為聚氨酯橡膠彎曲模不但可以獲得無間隙彎曲，甚至可以達到類似拉深狀態的彎曲，因而彎曲品質高。

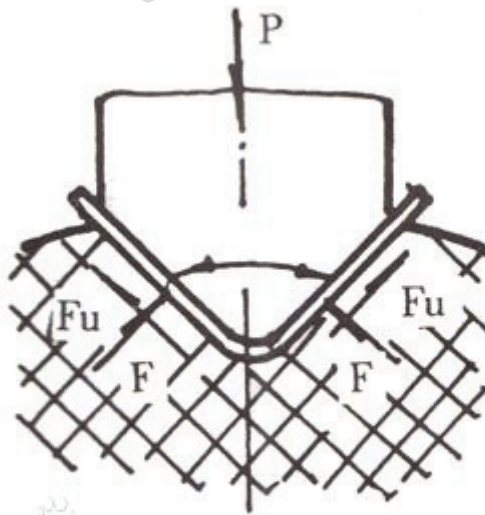


圖 4-3 採用聚氨酯橡膠彎曲模

- 3.採用斜楔彎曲模：斜楔彎曲模採用擠壓校正彎曲的方法，一般來說是可以獲得較高品質彎曲件的。
- 4.採用大圓角凹模與小圓角的凸模：圖 4-4 所示，對彎曲件角部進行變薄彎曲，使之成為全塑性彎曲。

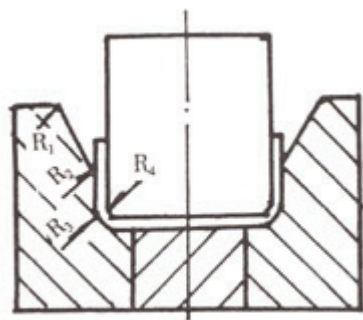


圖 4-4 大圓角凹模、與小圓角的凸模

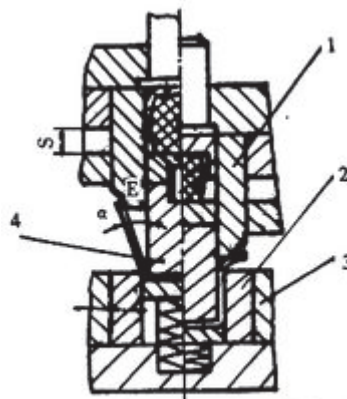


圖 4-5

5. 凸模凹模圓角半徑是順流：圖 4-5 所示，成功的關鍵是減少了彎曲阻力，亦即圖示中的 α 角要小，同時凹模圓角半徑要大。
6. 分步彎曲法：級進模中對彎曲工步處理也是相當慎重的。例如對 90° 彎曲為求得彎曲精度和防止回彈，所以分成兩步：第一步彎 45° ，第二步彎成 90° 。採用角部校正法來克服或減小回彈是級進模中常用方法。此法是在彎曲行程終了，對工件彎曲角處施加一定的擠壓力，近使彎曲處內層的金屬產生切向拉深應變，使之內外層應變相同、回彈相抵消等。此外尚有用拉壓方法進行彎曲、側向加壓等方法來校正、克服回彈，以達到高精度的彎曲件。

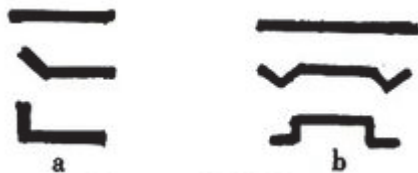


圖 4-6 分步彎曲法

五、請詳述在塑膠等非導體表面鍍上一金屬層之操作程序。(20 分)

【擬答】

化學鍍(chemical plating)或自身催化電鍍(autocatalytic plating)。化學鍍是指於水溶液中之金屬離子被在控制之環境下，予以化學還原，而不需電力鍍在基材(substrate)上。先在工作物表面形成具有催化力的金屬面，或是利用工作物表面本身的催化作用，以化學還原方法，使金屬離子成金屬狀態析出。無電鍍法可用來產生鎳、鈷、鈹、鉍、銅、金、銀和含這些金屬合金的鍍層。使用的還原劑為次磷酸鈉、甲醛、聯胺、硼氫化物及胺基硼烷，其中應用最早且最為廣泛者，為使用次磷酸鈉的無電鍍鎳，所得的鎳層並不是純鎳，而是含磷 3~15% 的鎳磷合金。

(一)化學鍍浴的組成及其作用：

1. 金屬離子(metal ions)為鍍層金屬的來源。
2. 還元劑(reducing agent)：將金屬離子還原成金屬。
3. 催化劑(catalyst)：使基材表面具有催化性。
4. 錯合劑(complexing agent)：防止氫氧化物沉澱、調節析出速率、防止鍍浴分解，使鍍浴安定。
5. 安定劑(stabilizer)：吸著微粒雜質防止鍍浴自然分解，以延長鍍浴壽命。
6. 緩衝劑(buffer)：控制 pH 值在操作範圍內。
7. 潤濕劑(wetting agent)：使表面作用良好。
8. 光澤劑(brightener)：使鍍層具有良好光澤性。

(二)無電鍍法具有下列特性，使得其應用更為有利：

1. 鍍層的均一性良好，不論工作物之幾何形狀如何複雜，各部份析鍍的厚度近乎一致；可以鍍到任何所希望的厚度。
2. 鍍層的孔隙度比電鍍法的鍍層還要小。
3. 不需電鍍設備。
4. 包含玻璃、陶瓷及塑膠等非導體，經過適當前處理後，便可施行無電鍍法。
5. 鍍層具有獨特的化學性質、機械性質或磁性。