

## 112年公務人員高等考試三級考試試題

類 科：機械工程

科 目：機械製造學(包括機械材料)

黃易老師解題

- 一、玻璃是日常生活中不可或缺的材料，處理玻璃製造後的殘留應力方法主要有退火 (Annealing) 和回火 (Tempering) 兩種熱處理方法，試分別敘述兩種方法的操作過程及產生對玻璃的影響。(20分)

### 【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★★。
2. 《破題關鍵》：機械材料之非金屬的玻璃消除殘留應力的方法。

### 【擬答】

1. 玻璃退火是指在玻璃製造過程中，將已成型的玻璃製品慢慢冷卻，以消除製造過程中產生的殘餘內部應力。特別是對於較小、較簡單的物體，退火可能是製造過程中的附帶步驟，但對於較大或較複雜的產品，通常需要在溫度控制的窯爐中進行特殊的退火處理，這種窯爐被稱為退火爐 (lehr)。玻璃的退火對其耐久性至關重要。如果未經適當退火處理的玻璃仍保留了淬火產生的熱應力，那麼產品的強度和可靠性將會持續降低。退火處理不足的玻璃在遇到較小的溫度變化、機械衝擊或應力時可能會開裂或破裂，甚至可能自發性破裂。為了使玻璃退火，需要將其加熱到退火溫度。對於大多數類型的玻璃，退火溫度在  $454\sim 482^{\circ}\text{C}$  ( $850\sim 900^{\circ}\text{F}$ ) 範圍內，這被稱為玻璃的應力釋放點或退火點。此步驟所需的時間因玻璃類型及其最大厚度而異。然後，可以按照玻璃的熱容量、厚度、導熱性和熱膨脹係數的限制以一定的速率使其冷卻，直到溫度經過應變點 ( $\eta = 1014.5$  泊)，在該點以下，即使是微觀的內部流動也有效地停止，退火也隨之停止。然後可以以不會使其內部應力引發破裂的速率將產品冷卻至室溫。完成退火後，可以安全地對材料進行裁剪、鑽孔或拋光，而不會引發其內部應力破裂。
2. 鋼化玻璃，有時也稱回火玻璃或安全玻璃，強化玻璃的強化機制：是玻璃表面的輕微裂痕都會被應力所緊壓，而內層可能出現裂痕的可能性亦較低。
  - ① 物理鋼化玻璃又稱為淬火鋼化玻璃，它時將普通平板玻璃在加熱爐中加熱到接近玻璃的軟化溫度 ( $600^{\circ}\text{C}$ ) 時，透過自身的形變消除內部應力，然後將玻璃移出加熱爐，再用多頭噴嘴將高壓冷空氣吹向玻璃的兩面，使其迅速且均勻地冷卻至室溫，即可製得鋼化玻璃。急速冷卻淬火，玻璃表面就會形成壓縮狀態形成殘留壓應力，來增加它的強度。玻璃表面的壓縮應力跟它的中心層互相牽引平衡，會給予充分的張應力，當外力超過它內部封閉的張應力，這種張應力就會失去平衡而粉碎，成為無數的細粒狀。適合厚度在 2mm 以上的玻璃。
  - ② 化學強化玻璃是將玻璃浸入(硝酸鉀)熔鹽池中進行離子交換，玻璃內的鈉分子與鹽內分子交換。大量的鹽離子壓迫玻璃表面增加它的抗力。因為內層離子未交換，只有玻璃表面離子參與交換。

當離子半徑較大的  $\text{K}^+(1.33\text{\AA})$  取代玻璃中半徑較小的  $\text{Na}^+(0.95\text{\AA})$  位置時，由於較大的  $\text{K}^+$  被擠壓到一個較小空間中，當其試圖保持原有的離子半徑就會撐大玻璃的體積。但由於玻璃的體積已經不會改變了，所以  $\text{K}^+$  就被壓縮來適應此容積，這種被擠壓的趨勢於是形成表層玻璃的壓縮應力。因此，即使施加一個會裂開一般玻璃表面的外力，壓縮應力也會將其抵消並阻止裂紋惡化，玻璃也就更難破裂了。這種玻璃表面形成的壓縮應力層，就如同前面所提的熱處理工藝之效果，只不過這是使用化學方法，因此稱為化學強化玻

璃 Chemically strengthened glass。所以玻璃經過化學強化後可以做切割、鑽孔、鍍膜等後加工。化學強化玻璃適合厚度 2mm 以下的玻璃。

二、請嘗試以五個面向（強化效應、缺陷、異向性行為、表面精度及尺寸準確度），說明熱加工製程對於加工後產品的影響。（20 分）

**【解題關鍵】**

1. 《考題難易》：★★。
2. 《破題關鍵》：機械製造第 3 章塑性加工之熱作加工的優缺點比較。

**【擬答】**

1. 熱作(Hot working)：熱作又稱為熱加工或高溫加工，其加工溫度高於金屬之再結晶溫度，但低於熔點。
2. 熱作的優缺點
  - (1)優點：
    - ①鑄錠中的氣孔，在極高的熱作壓力下，逐漸密合而消失。
    - ②金屬中的雜質經加工而破碎，呈細粒狀而均勻分佈。
    - ③若加工終了溫度接近再結晶溫度，晶粒沒有足夠的時間成長，所得的晶粒較細，可以改善機械性質，如強度及韌性等。
    - ④若加工終了溫度比再結晶溫度高很多，則晶粒有較長的時間成長所得的晶粒較粗，可增加延展性，對後續的冷作加工有利。
    - ⑤熱作所需的能量，遠較冷作為低。
  - (2)缺點
    - ①高溫操作危險性增大。
    - ②高溫易生氧化，產生銹皮，致使表面積垢，光平度差。
    - ③熱作完了，降溫過程中有冷縮現象，尺度精密度較差。
    - ④高溫作業的設備及維護費用較高。
    - ⑤熱滾軋加工時晶粒會沿滾軋方向呈長條晶狀，晶粒形貌均不一致，此會導致材料機械性質具有嚴重的異向性傾向。

三、請說明如何改善銲接過程中的銲接金屬之不完全融化與滲透（Incomplete fusion and penetration）現象，試列舉五種方法。（20 分）

**【解題關鍵】**

1. 《考題難易》：★★。
2. 《破題關鍵》：機械製造第四章銲接的缺點。

**【擬答】**

1. 不完全熔合缺陷係銲道與母材或銲道層間未完全熔合，亦即其熔合度低於標準規範中之規定範圍。由於不完全熔合呈線形且端部尖銳，因此需留意不完全熔合缺陷之產生。不完全熔合缺陷可產生於銲道任何部位。
2. 不完全熔透缺陷係銲道根部未完全熔透。由於不完全熔透呈線形且端部尖銳，因此亦需留意不完全熔透缺陷之產生。不完全熔透缺陷一般產生於銲道根部。
3. 要改善銲接過程中銲縫金屬的不完全熔合和滲透問題，可以採取以下措施：
  - (1)選擇適當的銲接參數：選擇適當的銲接電流和銲接速度以增加銲縫的滲透深度。使用較高的銲接電流可以提高銲縫的滲透深度，但需要注意電流與銲絲進給速度之間的平衡。
  - (2)準備良好的銲接接頭：確保銲接接頭的準備工作充分。對於對接接頭，正確設置接頭的

- 根部間隙和鉸縫準備，避免根部間隙過小或過大。對於填角接頭，保持正確的填角角度。
- (3) 選擇合適的鉸絲直徑或電極直徑：對於窄縫鉸接，選擇較小直徑的鉸絲或電極，以便能夠更好地滲透到鉸縫的根部。
  - (4) 採用適當的鉸接技術和角度：選擇合適的鉸接角度和方向，將鉸槍或電極正確地引導到鉸縫的根部。避免鉸接速度過快，以確保足夠的熱量用於熔化和滲透。
  - (5) 進行適當的檢測和檢查：使用視覺檢查、鏡子或內窺鏡工具等進行鉸縫的可視檢查。可以使用無損檢測方法如超聲波檢測和射線檢測來檢測鉸縫的不完全熔合和滲透。



志光 保成 學儒

# 我連過 3 榜!

>>> 跟著老師上課的進度走  
很快地就可以把所有內容讀熟，順利上榜!

<電子學>一開始的基本觀念建立都是跟老師的課開始，將老師提供的筆記多次反覆的來抄寫背誦，基本上就有機會對大部份考題略懂。

<基本電學>及<電子學>筆記就照著老師板書寫的抄寫下來，熟讀筆記內容，接著就是不停地算題目，課本、題庫班的題目算熟，考試時會用到的觀念基本都在筆記以及題庫班中。

洪○銓  
2狀元 & 1榜眼

111年 高考 電子工程 全國狀元

111年 鐵路特考 高員級 電子工程 全國狀元

109年 普考 電子工程 全國榜眼、應屆考取

志光 保成 學儒 陪你

# 站上工科巔峰

電力工程

電子工程

機械工程

資訊處理

<p><b>【全國狀元】</b> 111 高 考 電子工程 洪○銓</p> <p><b>【全國榜眼】</b> 111 普 考 資訊處理 羅○昌</p> <p><b>【台北市榜眼】</b> 111 地特三等 電子工程 郭○瑞</p> <p><b>【台北市榜眼】</b> 111 地特四等 電力工程 張○境</p> <p><b>【金門縣榜眼】</b> 111 地特三等 資訊處理 李○杰</p> <p><b>【台北市探花】</b> 111 地特四等 電子工程 楊○榮</p> <p><b>【高雄市探花】</b> 111 地特四等 電子工程 何○宇</p> <p><b>【全國第五】</b> 112 初 等 考 電子工程 陳○豪</p>	<p><b>【台北市第五】</b> 111 地特三等 電子工程 薛○文</p> <p><b>【全國第七】</b> 111 普 考 電子工程 卓○倫</p> <p><b>【全國第八】</b> 111 高 考 機械工程 江○禾</p> <p><b>【全國第八】</b> 111 普 考 電力工程 陳○璋</p> <p><b>【全國第八】</b> 111 普 考 電子工程 李○穎</p> <p><b>【台北市第八】</b> 111 地特四等 資訊處理 吳○進</p> <p><b>【全國第九】</b> 111 普 考 機械工程 施○佑</p>
---	---

各 類 考 試 優 秀 考 取

高考 電力工程 丁○翔; 高考 電力工程 陳○璋; 普考 電力工程 梁○豐; 普考 機械工程 金○璋; 高考 資訊處理 陳○廷; 普考 資訊處理 吳○翰; 普考 資訊處理 褚○華 高考 電力工程 王○甯; 高考 電力工程 曾○倫; 高考 電子工程 王○榕; 高考 資訊處理 于 ○; 高考 資訊處理 陳○明; 普考 資訊處理 李○庭; 普考 資訊處理 劉○廷 高考 電力工程 吳○瑋; 高考 電力工程 葛○宇; 高考 電子工程 卓○倫; 高考 資訊處理 李○庭; 普考 資訊處理 曾○瑋; 普考 資訊處理 張○偉; 普考 資訊處理 劉○銘 高考 電力工程 吳○瑋; 高考 電力工程 蔡○昇; 高考 電子工程 莊○雪; 高考 資訊處理 胡○斌; 高考 資訊處理 黃○迪; 普考 資訊處理 張○慧; 普考 資訊處理 鄭○然 高考 電力工程 吳○顯; 高考 電力工程 蔡○鏡; 普考 電子工程 馮○恩; 高考 資訊處理 張○偉; 高考 資訊處理 廖○仲; 普考 資訊處理 陳○明; 普考 資訊處理 賴○全 高考 電力工程 李○源; 高考 電力工程 鄧○駿; 普考 電子工程 蔣○霖; 高考 資訊處理 許○傑; 高考 資訊處理 劉○廷; 普考 資訊處理 陳○堂; 地特三等 資訊處理 龍○穎 高考 電力工程 席○棠; 普考 電力工程 吳○哲; 高考 機械工程 黃○榮; 高考 資訊處理 郭○哲; 高考 資訊處理 賴○全; 普考 資訊處理 曾○瑋; 初 等 考 電子工程 楊○榮 高考 電力工程 梁○豐; 普考 電力工程 吳○瑋; 普考 機械工程 江○禾; 高考 資訊處理 郭○哲; 高考 資訊處理 羅○昌; 普考 資訊處理 黃○迪; 初 等 考 電子工程 楊○文
--

版面有限 無法一一刊登

四、請列舉至少四種板金切斷製程，並說明這些製程對於厚板金件的主要切割方法。(20分)

【解題關鍵】

- 1.《考題難易》：★★。
- 2.《破題關鍵》：機械製造第3章塑性加工之沖壓加工內的剪切加工，第4章銲接中的氧乙炔切割、電漿電弧切割與第14章特殊加工中的雷射加工。

【擬答】

以下是常見的金屬板材切割工藝：

- (1)電動金屬剪刀：使用電動操作的金屬剪刀，可以快速而準確地切割金屬板材。
- (2)角磨機：使用磨盤進行金屬切割，適用於較厚的金屬板材。
- (3)電動曲線鋸：使用電動操作的曲線鋸，適用於需要沿曲線切割的金屬板材。
- (4)金屬切割機：使用鉗口夾持金屬板材，並通過上下刀具的移動進行切割。
- (5)氧氣/乙炔切割噴槍：使用氧氣和乙炔混合氣體進行切割氧乙炔切割，其原理為產生一與焊炬相同的氧乙炔火焰，並對鋼板預熱至燃燒溫度約 870°C 以上，然後由切割炬的另一管路噴出純高壓氧氣，使鋼板中的鐵元素與氧氣產生劇烈的化學燃燒反應，熔融的鐵元素由於受氧氣高壓噴離即形成割口 (Kerf)，適用於較大厚度的金屬板材。
- (6)電漿切割噴槍：使用等電漿(離子弧)進行高速切割，適用於各種金屬板材。
- (7)水刀切割：使用高壓水流進行切割，適用於各種金屬板材。
- (8)衝壓機：使用衝壓工藝將刀具通過衝壓力作用於金屬板材上，實現切割。
- (9)雷射切割：使用雷射光束進行高精度切割，適用於各種金屬板材。
- (10)剪板機：通過上下刀具的運動夾持和切割金屬板材。

五、請說明消失樣模鑄造法(泡沫消去法)，並寫出該製程至少四個優點。(20分)

【解題關鍵】

- 1.《考題難易》：★。
- 2.《破題關鍵》：第2章鑄造內的可消散模型鑄造法。

【擬答】

- 1.可消散模型(Disposable Pattern)：全模法，可消散模型，不須從砂模中取出，仍保留於砂模內，金屬澆鑄時氣化而逸去，可消散模型皆使用發泡聚苯乙烯(Polystyrene)製成。
- 2.澆鑄時速度宜快，以免聚苯乙烯發生燃燒，而遺留碳之殘跡。此模型之表面均塗一層耐熱材料，可使鑄件表面光淨且加強模型強度，由於聚苯乙烯氣化迅速，因此上、下砂箱需扣緊，壓重要大。
- 3.適用於鐵金屬及非鐵金屬，已演變成汽車工業最重要的鑄造方法之一。
- 4.優點：
  - (1)造模簡單。
  - (2)很多鑄件可以不要冒口補縮。
  - (3)模型設計自由度大。
  - (4)不需砂心盒也不需製造砂心。
  - (5)免除了鑄件生產中使用的砂心。
  - (6)模型不需鬆件部份，可製成一整體模型。
  - (7)模型不需起模斜度等裕度，製作簡單。
  - (8)在模型接合面不產生飛邊。
  - (9)對於多樣少量或非機械造模的鑄件的生產，只需較短的工時。

5.缺點：

## 公職王歷屆試題 (112年高三級)

- (1)每一模型只能鑄造一個鑄件。
- (2)澆鑄時會產生大量的氣體，鑄件形成氣孔機會高。
- (3)模型需小心的處理，否則鑄件表面較粗糙。
- (4)模型強度差，所以易變形。
- (5)不能使用造模機械從事大量生產工作。
- (6)造模後，無法檢查模穴表面是否完整，且無法整修。

# 公 職 王