

110 年公務人員特種考試關務人員考試

考試別：關務人員考試

等 別：三等考試

類 科：機械工程

科 目：機械製造學（包括機械材料）

一、對於鋼鐵材料之表面硬化處理，請分別說明滲碳法和氮化法兩者之硬化處理過程、硬度分布及硬化深度。(25 分)

【解題關鍵】

- 《考題難易》：★★。
- 《破題關鍵》：機械製造(C)→機械材料第八章鋼之表面硬化；製表較滲碳與氮化，內容包含兩者的原理固體、液體及氣體擴散原子來源，加熱溫度、適用材質、工作時間、硬化層組織與硬化深度等項目。

【擬答】

比較	滲碳法	氮化法
原理	將碳原子滲透(擴散)到低碳鋼的表面，使表層變為高碳而硬化。	將氮原子滲透(擴散)到合金鋼的表面，氮進入表層內與 Fe、Cr 或 Al 等成分結分結合生 Fe_pCr_g 或 $Fe_xAl_yN_2$ 之硬化合物，使鋼表面硬化。
適合材質	一般滲碳用鋼是含碳量在 0.12~0.23% 間的低碳鋼及低合金鋼。	氮化用鋼是指含碳量在 0.25~0.45% 間，含鋁(Al)、鉻(Cr)、鉬(Mo)、釩(V)、鈦(Ti)的合金鋼。
固體原子來源	固體滲碳作用非常緩慢，若僅利用木炭為滲碳劑則滲碳作業不易進行，必須加入 20% 碳酸鋇($BaCO_3$)或(及)10% 碳酸鈉(Na_2CO_3)等促進劑。當 $BaCO_3$ 約占 40%，或 Na_2CO_3 約占 5% 時，滲碳促進劑之促進效果最好。	氮肥、固體尿素粉末。
氣體原子來源	氣態滲碳劑含高濃度煤氣、CO 及 CH_4 。	氨氣(NH_3)這樣含有氮成份的氣體
加熱溫度	將鋼材加熱至 900~950°C (沃斯田鐵狀態)，使初生碳原子擴散到鋼材內。	加熱至 500~550°C。
處理時間	約 8~16 小時	約 20~100 小時
表面處理後，在淬火回火處理	滲碳後的鋼，表面含碳量高，心部含碳量低，兩者的相變態溫度不同，必須施行適於各部的硬化處理。一般採用二次淬火法，第一次淬火主要目的是使心部組織微細化，第二次淬火才使滲碳層硬化及表面組織細化，最後施行回火以使硬化層的組織安定化。	無須經過淬火處理。
表面硬化組織	麻田散鐵	金屬間化合物(形成 Fe-Al-N 及 Fe-Cr-N 氮化物)
硬化層硬度	較低	較高
硬化深度	較深(<2.5mm)	較淺(0.3~0.65mm)
不須硬化部位	鍍銅	鍍錫或作 80% 鉛、20% 錫之軟焊，鍍鎳亦可。

公職王歷屆試題 (110 關務特考)

液體滲碳法：將鋼件浸漬在以氰化鈉(NaCN)為主要成分的熔融鹽浴中進行處理，通常加熱 750～850℃，處理時間約為 15～60 分鐘；熔融的氰化鈉會分解出碳(C)與氮(N)，兩者同時滲入鋼材的表面。液體滲碳反應是利用氰化鈉(NaCN)分解與空氣中的氧、水份及二氧化碳反應變成氰酸鹽。碳(C)與氮(N)兩者同時滲入鋼材的表面，當溫度在 700℃ 以上時以滲碳為主，溫度在 700℃ 以下時以滲氮為主。

二、請繪圖且詳述利用熔體紡絲(Melt spinning)製造非晶質合金的過程。(25 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★★★★。
2. 《破題關鍵》：機械製造(B)→機械製造第十八章新興製造技術；此題非正常的機械製造內會提到的內容，必須有長期觀看材料生產的文獻，因為這最早是通用汽車用該方法製造鈹鐵硼強磁鐵的製程之一，而後被衍生應用製作非晶質的絲、薄帶等產品。

【擬答】

- (一)熔體紡絲(Melt spinning)也可以稱為『旋渦熔煉』，指以金屬熔液流衝擊旋轉之冷凍塊，形成片狀、帶狀或棒狀產物之“快速硬化”製程。典型的熔體紡絲工藝包括通過將熔融金屬噴射到旋轉的輪子或轉鼓上來鑄造熔融金屬，該旋轉的輪子或轉鼓通常在內部由水或液氮冷卻。熔融物料與滾筒的較大的冷表面積接觸後迅速固化。滾筒的旋轉不斷地除去固化的產品，同時使新的表面積暴露於熔融金屬流中，從而實現連續生產。然後將所得的色帶沿著生產線引導，以包裝或機加工成其他產品。
- (二)在熔體紡絲中，首先將合金或金屬在坩堝中熔化。然後，使用惰性氣體（通常為氬氣）將熔融材料從位於坩堝底側的噴嘴中噴出。產生的液體流被引導到內部被冷卻的旋轉輪或轉鼓的外周表面上。感光鼓的外表面非常靠近噴嘴，但不與噴嘴接觸。通常，滾筒表面的速度必須在 10 m/s 和 60 m/s 之間，以避免分別形成小球（液滴）或破壞色帶。一旦水流接觸到滾筒的表面，就會形成一小桶熔體（熔融的材料）。由於熔體的粘度低，滾筒表面在熔體下方的相對運動所產生的剪切力僅延伸到水坑中幾微米。換句話說，只有少量的水坑受到滾筒旋轉產生的摩擦的影響。因此，隨著轉鼓旋轉，大部分熔體熔池通過表面張力保持在噴嘴和轉鼓之間。但是，與滾筒直接接觸的熔池底部的熔體迅速凝固成薄帶。固化的碳帶從滾筒表面上的噴嘴下方帶走最多 10° 旋轉，然後來自滾筒旋轉的離心力將其排出。
- (三)這個過程是連續進行的，因此當從熔體的熔池下方除去固化的材料時，更多的液體材料便從噴嘴添加到熔池中。

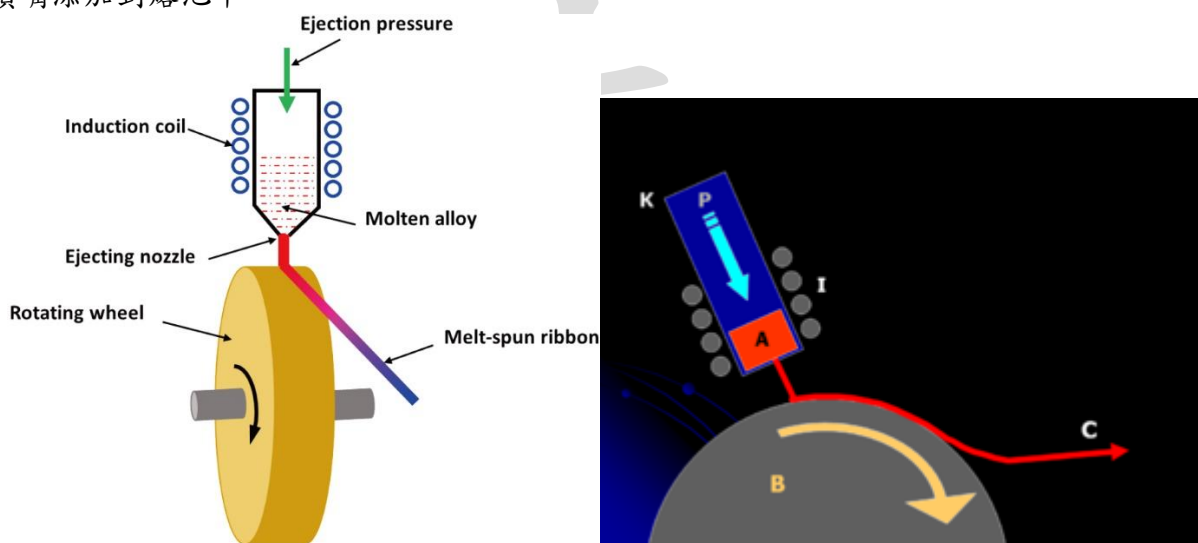


圖 2-1 熔體紡絲 (Melt spinning) 製造原理示意圖

金屬 (A) 被感應線圈 (I) 熔化並被氣壓 (P) 推動，通過噴射流穿過旋轉鼓 (B) 上方坩堝 (K) 中的小孔，在此處迅速冷卻以形成金屬 (A)。非晶材料帶 (C)

志光.學儒.保成 規劃了豐富完整的課程

精心安排專屬**工科人**的學習規劃，最完整的上榜課程

工科考試所需要的準備，我們通通幫你安排好了



- 法科架構班**：學校沒教的，我們教給你！名師精解法科知識，結合實務例子，助你建構法科概念。
- 扎實正規班**：完整堂數規劃，循序漸進學習，讓您深度修習工科各專業學科知識。
- 作文實戰班**：作文再也不是理工人的痛！透過專業老師的輔導，快速強化您的寫作架構、邏輯概念。
- 主題題庫班**：主題式教學，搭配各類試題演練，進行考點分析及破題要點訓練，讓您短時間各科實力倍增。
- 精華總複習**：考前重點總複習，精準掌握重要考點，讓您考前實力突飛猛進。
- 時事議題修法要點**：自己沒時間彙整最新資訊沒關係！完整時事補充，修法即時解析，考前重點全面補遺。
- 考前提要關懷講座**：名師考前最終提點，穩定你累積許久的實力，讓你的觀念更加清晰。
- 全國全真模擬考**：檢視應考實力、訓練臨場反應、掌握最新考題趨勢，全程比照考試時程，模擬考場實戰氛圍，讓您能以平常心應考！

志光.學儒.保成

公職工科+國營事業

1+1 更有力

準備公職的同時，可報考國營事業考試，善用重疊考科，一次準備就上榜！

110年上榜路徑大公開！一起準備最聰明，一年超過8次上榜機會，等你工頂！

初等考 1月 ● 最容易上手的公職考試	關務特考 4月 ● 考科少於同職等考試	鐵路特考 6月 ● 佐級錄取率最高	高普考 7月 ● 一次準備，四次上榜機會	調查局特考 8月 ● 三等月薪76,000起
地方特考 12月 ● 考科同高普考	自來水評價人員 不定期舉辦 ● 只考選擇題	台電考試 不定期舉辦 ● 考科少、好準備 ● 110年預計5月考試	中油僱員 不定期舉辦 ● 只考2科，多為選擇題	國營事業職員級 不定期舉辦 ● 國營退休潮，缺額多，限工科報考競爭者少

錄取率高

109年
工科錄取率
最高達**19.42%**

電力工程

高考 19.42%

普考 17.33%

電子工程

高考 9.04%

普考 9.39%

機械工程

高考 18.27%

普考 13.70%

資訊工程

高考 12.92%

普考 10.47%

三、請分別繪圖且詳述選擇性雷射燒結(Selective laser sintering)的製程。(25 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★。
2. 《破題關鍵》：機械製造(B)→機械製造第十八章新興製造技術；新興製造技術中的積層製造，其中 SLS 也是最可能高強度結構材料工業化的積層製造技術。

【擬答】

(一)選擇性雷射燒結 (Selective Laser Sintering, SLS)：SLS 的工作過程與 3D 列印相似，都是基於粉末床進行的，區別在於 3D 列印是通過噴射粘結劑來粘結粉末，而 SLS 是利用紅外雷射燒結粉末。先用鋪粉滾軸鋪一層粉末材料，通過列印設備裡的恆溫設施將其加熱至恰好低於該粉末燒結點的某一溫度，接著雷射束在粉層上照射，使被照射的粉末溫度升至熔化點之上，進行燒結並與下面已製作成形的部分實現黏結。當一個層面完成燒結之後，列印平台下降一個層厚的高度，鋪粉系統為列印平台鋪上新的粉末材料，然後控制雷射束再次照射進行燒結，如此循環往復，層層疊加，直至完成整個三維物體的列印工作。

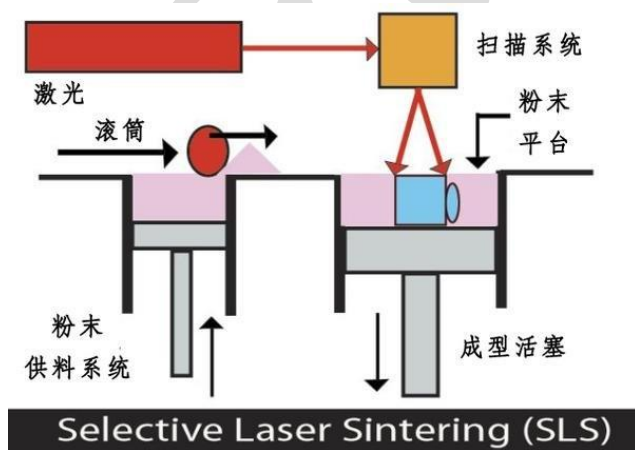


圖 3-1 SLS 原理示意圖

(二)SLS 優勢：

1. 可使用材料廣泛。可使用的材料包括尼龍、聚苯乙烯等聚合物，鐵、鈦、合金等金屬、陶瓷、覆膜砂等；
2. 成型效率高。由於 SLS 技術並不完全熔化粉末，而僅是將其燒結，因此 a 製造速度快；
3. 材料利用率高。未燒結的材料可重複使用，材料浪費少，成本較低；
4. 無需支撐。由於未燒結的粉末可以對模型的空腔和懸臂部分起支撐作用，不必像 FDM 和 SLA 工藝那樣另外設計支撐結構，可以直接生產形狀複雜的原型及部件；
5. 應用面廣。由於成型材料的多樣化，可以選用不同的成型材料製作不同用途的燒結件，可用於製造原型設計模型、模具母模、精鑄熔模、鑄造型殼和型芯等。

(三)SLS 技術限制：

1. 原材料價格及採購維護成本都較高。
2. 機械性能不足。SLS 成型金屬零件的原理是低熔點粉末粘結高熔點粉末，導致製件的孔隙度高，機械性能差，特別是延伸率很低，很少能夠直接應用於金屬功能零件的製造。
3. 需要比較複雜的輔助工藝。由於 SLS 所用的材料差別較大，有時需要比較複雜的輔助工藝，如需要對原料進行長時間的預處理（加熱）、造成完成後需要進行成品表面的粉末清理等。

四、請詳述使用切削刀具在切削工件的過程中所發生的強制振動和自激振動對工件品質、刀具、工具機各有何不利的影響？(25 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★。
2. 《破題關鍵》：機械製造(A)→機械製造第五章切削理論；在車削過程中會產生震動與顫動，分析比較發生的原因與所產生的影響。

【擬答】

- (一)在金屬切削時，因機械、刀具或工件之振動，會導致工件精度變低、表面粗糙度變大、刀具崩裂甚至損壞機器之軸承。機械切削加工時，產生之顫振有兩種，即：振動(Vibration)與顫動(Chatter)。
- (二)顫振是一種由刀具振動引起的加工不穩定現象，它會在工件表面留下顫振刀痕，而當刀具再次經過這些刀痕時，就會引起更大的振動，在工件表面產生更深的刀痕，造成工件表面的波浪形和較大的粗糙度，並且加速刀具的磨耗。
- (三)自激式顫動(self-excited Chatter)：這是因為切削加工時具有週期性的工作凹凸不平特性造成週期相位的少許錯開而又反覆重疊的再生效果所產生的影響一般又可稱之為『共振』(Resonance)，其主因來自於工具機結構的自然頻率受到激發或者是工件夾持系統的自頻率過低而受到激發所引起。由於結構的自然頻率只隨夾持或固定方式的改變而改變，因此振刀發生時，改變切削條件(如改變轉速)往往以改善切削振動，然而在某些無法改變切削速度的場合(如攻牙或某些材質的切削)，往往只有借助於夾持方式的變更，甚至於改變刀具或刀具固定方式才能解決這類問題。此式顫動與外力無關，完全由結構本身所引發。該種顫動分為兩類：
1. 高頻率顫動：由材料中之硬點、刀腹與工件面之摩擦所引發。
 2. 再生顫動：由前一次刀痕所引發。
- (四)強制振動：有外力的作用且振動頻率跟激勵頻率一致。這是在斷續切削而導致的強制振動或者是因轉動零件有瑕疵而造成的振動，一般常見常見的如軸承的損壞而造成的異音或齒輪嚙合不佳以及工件夾持不佳、主軸擺幅過大等現象皆屬此類。這類問題中，斷續車削屬於加工技術問題，而零件瑕疵即大部份來自於工具機的裝配技術及其關鍵零組件的品質控制，而且也與機台結構設計理念有關。其特徵為振動的特性與轉數的大小有直接的關聯。