

## 111 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、金屬與塑膠材料為製造常用之機械材料：（每小題 10 分，共 20 分）

(一)試說明金屬材料常見的三種晶體結構，並比較常用的塑膠材料結構有何不同？

(二)試以圖闡述說明熱軋鋼（Hot rolling steel）製程與其鋼製品性質之特點。

### 【解題關鍵】

《考題難易》：★★。

《破題關鍵》機械製造 C 機械材料之第二章金屬材料之組織及結構及機械製造 B 塑性加工中的熱滾軋法。

### 【擬答】

(一)

1. 最常見而且很重要的金屬結晶格子有下列三種：

(1) 體心立方格子（body-centered cubic lattices，簡寫為 BCC）

- ① 體心立方結晶構造之原子排列成立方體，包括每一角隅各有一個原子及單位晶胞之中心有一個原子，如圖 1-1 所示。每個結晶格子內含 2 個原子。
- ② 原子密集度為 0.68。
- ③ 結晶格子是體心立方格子的金屬有  $\alpha$ -鐵、 $\delta$ -鐵、鎢、鉬、鈉、鈦（高溫）、鉻、鉀及釩等。

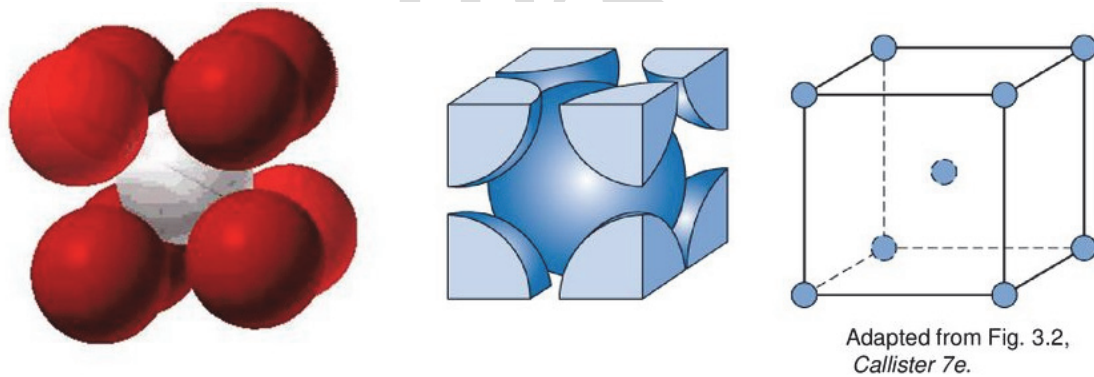


圖 1-1 體心立方格子

(2) 面心立方格子（face-centered cubic lattice，簡寫為 FCC）：

- ① 面心立方結晶構造之原子排列亦為立方體，包括每一角隅各有一個原子，及每一面之中心各有一個原子，如圖 1-2 所示，每個結晶格子內含 4 個原子。
- ② 屬面心立方格子之金屬有  $\gamma$ -鐵、銅 Cu、鋁 Al、金 Au、鉛 Pb、鎳 Ni、鉑 Pt 等。
- ③ 面心立方格子，其性質富延展性，易於加工，而有加工硬化現象。

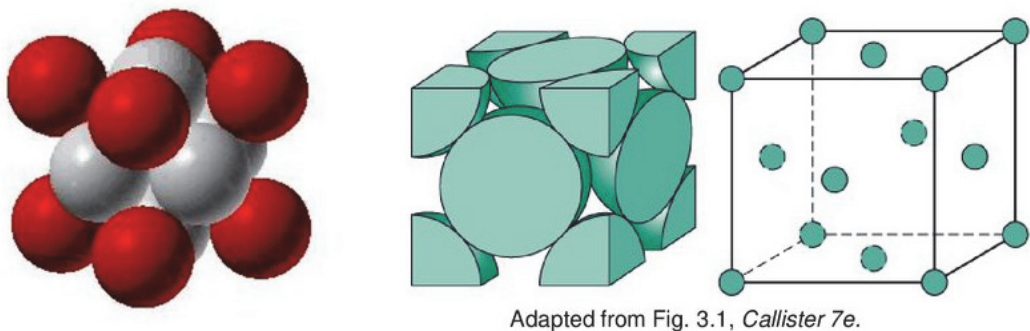


圖 1-2 面心立方格子

(3) 六方密格子 (hexagonal close-packed lattice, 簡寫為 HCP)

- ① 六方密格子中原子排列成六方柱體，12 個角隅各有原子，上、下底面中心各有一原子，柱體內有三個原子，如圖 1-3 所示，每個結晶格子內含 **6 個原子**。
- ② 屬於六方密格子之金屬有：鎂 Mg、鋅 Zn、鈹 Be、鈷 Co、鎘 Cd 等。
- ③ 六方密格子，其性質硬而脆，但高溫時稍具延性。

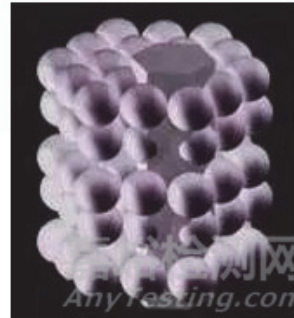
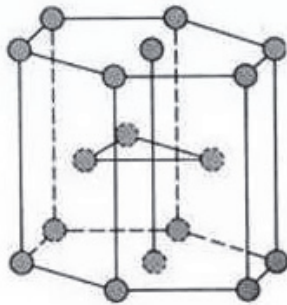
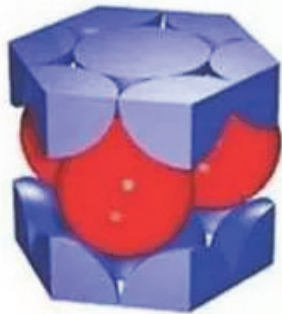
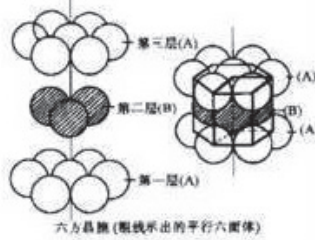


圖 1-3 六方密格子

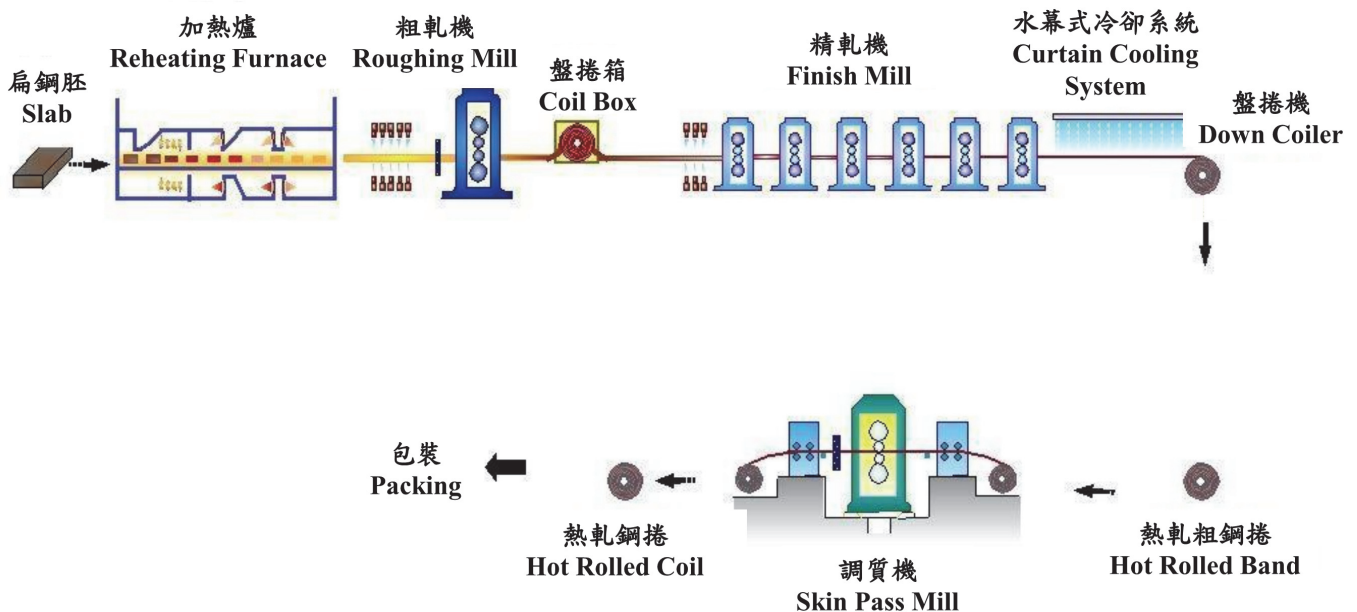
2. 比較常用的塑膠材料結構有何不同

金屬在通常是結晶結構，原子堆疊的方式通常是週期性三度空間矩陣，而塑膠材料的結構通常是非晶質或是部分結晶，塑膠分子結構有線性、分支、交聯和網狀(三維)分子結構。

(二) 試以圖闡述說明熱軋鋼 (Hot rolling steel) 製程與其鋼製品性質之特點。

1. 熱軋鋼 (Hot rolling steel) 製程

### 熱軋鋼捲 Hot Rolled Coil



圖片出處：中鴻鋼鐵股份有限公司公司介紹

2. 滾軋以材料與滾輪間的摩擦力，將材料引入滾輪間的成形方式，成型速度最快，極適合大量生產為最常用之塑性加工法。製品有鋼筋、型鋼、鋼板、鋼管及鋼棒等。

(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。

## 公職王歷屆試題 (111 年高考三級)

- 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。

二、試以圖闡述說明可樂飲料鋁罐或砲彈彈筒常用的深引伸 (Deep drawing) 製程與限制。(20 分)

#### 【解題關鍵】

《考題難易》：★★。

《破題關鍵》機械製造 A 第三章塑性加工之深引伸加工。

#### 【擬答】

- (一)深引伸或深抽成型、深衝是將金屬板坯料的外緣部分轉移到製件側壁，使板料或淺的空心工件成為空心件或深的空心件的衝壓工序。拉伸作為主要的衝壓工序之一，應用廣泛。用拉伸工藝可以製成圓筒形、矩形、階梯形、球形、錐形、拋物線形及其他不規則形狀的薄壁零件，如果與其他衝壓成形工藝配合，還可製造形狀更為複雜的零件。許多圓柱或箱形的工件亦是由板金製成的，例如：壺、平底鍋、各種食品及飲料容器 (圖 2-1)、不鏽鋼的廚房洗滌槽、茶葉罐及汽車的燃料槽等。此類的工件通常是用沖頭力將平板金胚料沖入模穴內而製成的。
- (二)深引伸的零件深度可以超過其坯料的原始直徑。深拉伸的縱向長度最多為零件截面內徑的 5 倍。零件縱向長度越長，則金屬板材越厚，否則加工過程中會出現表面撕裂，因為在拉伸過程中，金屬板材厚度會逐漸減小。
- (三)進行拉深加工的方法是使用沖頭和模具。沖頭具有零件底部的所需形狀。模腔與沖頭相匹配，並且稍微寬一些以允許其通過以及間隙。間隙必須足以避免切割板材並允許材料流動。
- (四)深抽引的重要變數計有板金的性質，即胚料直徑  $D_0$  對沖頭直徑  $D_p$  的比值、介於沖頭與模具間的間隙  $c$ 、沖頭的半徑  $R_p$ 、模具角的半徑  $R_d$ ，胚料夾緊力及各接觸表面的摩擦與潤滑等。
- (五)拉深具有很大的生產率和非常好的尺寸精度，但也會對材料產生太大的應變，可能會導致起皺或斷裂等缺陷。為了防止這些缺陷，必須確保可接受的拉伸比、適當的潤滑劑和正確的夾持力。
- (六)在抽引作業時，胚料進入模穴的運動，將導致在凸緣周圍產生壓縮 (環) 應力，抽引時將傾向於引起凸緣的皺縮 (wrinkle)。

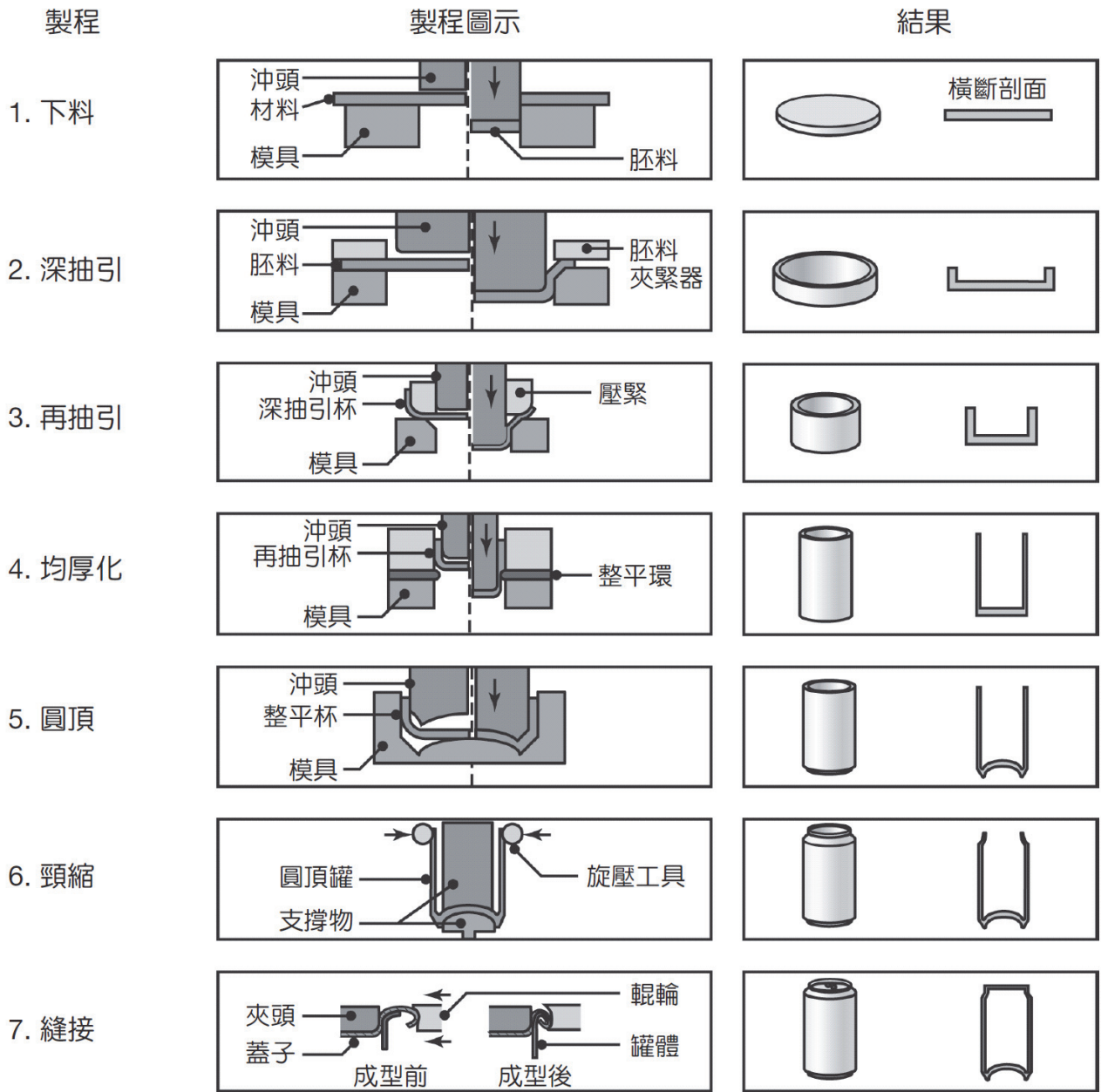


圖 2-1 金屬成型製程

志光 學儒 保成

# 我變強的祕密

## 工科題庫班

**解析** 題目觀念



精選易錯題型  
加強觀念解析

**強化** 解題技巧



以題目授課  
加強應考實力

**增快** 答題速度



加強快速審題  
增加取分機會

**題庫班老師**會將考試內容做統整，並講解解題需注意的點，讓學生在考場上遇到相似題型，不會不知如何著手以及解省時間。

110年高考&鐵路高員電子工程 李○憲 **考取2種考試**



志光 學儒 保成

# 我同時考取4種工科考試



跟著**連過4榜**的學長 掌握關鍵科目解題技巧



不考取不放棄!我選擇**考取班**

推薦給正在準備工科考試的你!

基本電學是全部學科的根基，跟著老師的課程，從解釋概念到掌握電路的解題技巧，成為你的上榜關鍵秘笈。

**盧○源**

普考 電力工程 / 鐵路特考 佐級電子工程 / 國營聯招新進職員 電機(二) / 地方特考四等 電力工程(高市)



鐵路特考

高普考

地方特考

自來水評價人員

台電僱員

中油僱員

國營聯招職員級

三、精密光學元件可用鑽石刀具配合精密單點鑽石車削加工 (Single-point diamond turning, SPDT) 機台進行加工：(每小題 10 分，共 20 分)

- (一)試說明鑽石刀具對無氧銅 (Oxygen-free copper, OFC) 和石英 (Quartz) 玻璃等兩種不同材料進行車削加工之加工原理有何不同？
- (二)試說明對上述兩種不同材料進行車削加工在選用鑽石刀具時，如刀具傾角、車削加工參數和是否使用冷卻液時有何不同考量？

**【解題關鍵】**

《考題難易》：★★★★。

《破題關鍵》機械製造 A 第一章機械製造方法簡介中的刀具材料，無氧銅是軟材且銅與碳沒有化學親和力，而石英是斷裂韌性低、硬度高，所以利用鑽石來做鏡面加工是相當適當的刀具材質。

**【擬答】**

- (一)
  1. 鑽石俗稱金鋼石，為世上最堅硬最耐磨之刀具材料，鑽石刀具具有硬度高，切削效果好，熱傳導速度快，耐用時間長等優點。
  2. 因為無氧銅質軟與鑽石不會產生化學反應，所以可以用極高的切削速度，一般來說無氧銅對於鑽石車刀幾乎是不產生磨耗，由於 SPDT 加工技術之材料去除率極小，且其加工精度極高，因此在進行車削，加工前，刀具尖點之高度就必需與工件之旋轉中心充份對齊，才能使加工件達到要求的幾何精度及表面精度。
  3. 石英因其斷裂韌性低、硬度高而成為難加工材料之一。在用鑽石工具切割光學玻璃時，通過塑性變形和脆性斷裂發生在玻璃、環境、工具和機器之間的複雜相互作用中。
- (二)單點鑽石車削 (SPDT) 是一種利用具有奈米級刀口銳度、形狀再現性和耐磨性的單晶鑽石刀具的加工工藝。該工藝能夠生產具有微米至亞微米形狀精度和納米範圍內表面粗糙度的組件。影響 SPDT 表面光潔度和形狀精度的切削參數，如主軸轉速、進給速度、切深等。刀具角度則宜採用正的切削角度，小的隙角和大的刀鼻半徑，以分別得到降低切削力、保持刀具的結合性和增進加工後表面之粗糙度等效果。由於鑽石刀具硬而脆的特性，切削深度以不超過 0.05mm 為宜。較高的切削速度可以減小切削力，而低速切削會增大切削力，從而加速刀具崩刃失效。

## 公職王歷屆試題 (111 年高考三級)

四、試說明鋁熱熔接或鋁熱銲接 (Thermit welding) 原理與以圖闡述製程方法及其在軌道車輛之鋼軌接合應用。(20 分)

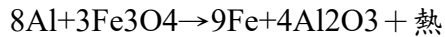
### 【解題關鍵】

《考題難易》：★★。

《破題關鍵》機械製造 A 第四章銲接中特殊銲接中的鋁熱銲。

### 【擬答】

(一)發熱銲又叫鋁熱料銲接，其裝置如圖 4-1 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  $3600^{\circ}\text{C}$  之高溫，但因坩堝的吸收與輻射損失於大氣中，所以溫度約  $>2500^{\circ}\text{C}$ ，反應後的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  浮渣浮於鐵液上方，鐵液經坩堝下方的出口，注入於鋼軌銲件接合處預先裝妥的鑄模內，待凝固後接合為一體。

(三)鋁熱銲的銲接方法較為簡單，對操作人員的要求相對較低，銲接時間短，可在鋼軌固定的情況下進行銲接，但銲接質量不如接觸銲和氣壓銲。

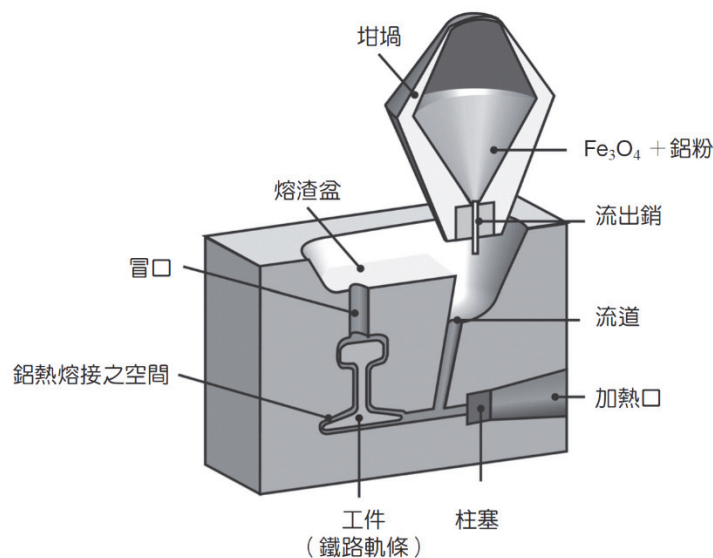


圖 4-1 發熱銲接

五、試說明積層製造 (Additive manufacturing) 適用於製造射出成形模具之異型水路 (Conformal cooling) 的金屬粉末積層製造方法名稱、製程方法及限制。(20 分)

### 【解題關鍵】

《考題難易》：★★。

《破題關鍵》：機械製造(B)第十八章新興製造技術中的粉末材料選擇性雷射燒結(SLS法，Selective Laser Sintering)。

### 【擬答】

(一)燒結法——粉末材料選擇性雷射燒結(SLS法，Selective Laser Sintering)

粉末材料可以是塑膠、蠟、陶瓷、金屬或它們複合物的粉體、覆膜砂等。粉末材料薄薄地鋪一層在工作台上，按截面輪廓的訊息， $\text{CO}_2$ 雷射束掃過之處，粉末燒結成一定濃度的實體片層，逐層掃描燒結最終形成快速原型。用此法可以直接製作精鑄蠟模、實型鑄造用消失模、用陶瓷製作鑄型式殼和模芯、用覆膜砂製作鑄型、以及鑄造用母模等。

(二)加工步驟：

1. 列印：粉末會以薄層方式散步在成型粉槽內頂部的平台中。列印機將粉末預熱到略低於原料熔點的溫度，這讓雷射在追蹤模型以固化零件時更容易針對特定的區域加溫。雷射會掃

## 公職王歷屆試題 (111 年高考三級)

描3D模型的橫截面，將粉末加熱到略低於熔點或正好等於熔點。將粒子燒結融合在一起，進一步形成實體零件。未燒結的粉末可在列印過程中作為物件的支撐，因此不需要專門的支撐結構。接著，平台會下降一層進入成型粉槽，通常是介於 50~200 微米之間，接著會持續重複這個過程，直到物件完成。

2. 冷卻：列印後，成型粉槽內需要在列印機內與列印機外稍微冷卻，以確保最佳的機械性能也避免零件翹曲。
3. 後處理：將成品從成型粉槽中取出、分離，並清除多餘的粉末，粉末可以回收利用，且可以透過噴砂機等設備對物件進行進一步的後處理。

### (三)優點：

1. 可以採用多種材料。從理論上說，任何加熱後能夠形成原子間粘結的粉末材料都可以作為 SLS 的成型材料。
2. 過程與零件複雜程度無關，製件的強度高。
3. 材料利用率高，為燒結的粉末可重複使用，材料無浪費。
4. 無須支撐結構。
5. 與其他成型方法相比，能生產較硬的模具。

### (四)加工限制：

1. 原型結構疏鬆、多孔，且有內應力，製作易變性。
2. 生成陶瓷、金屬製件的後處理較難。
3. 需要預熱和冷卻。
4. 成型表面粗糙多孔，並受粉末顆粒大小及雷射光斑的限制。
5. 成型過程產生有毒氣體及粉塵，污染環境。

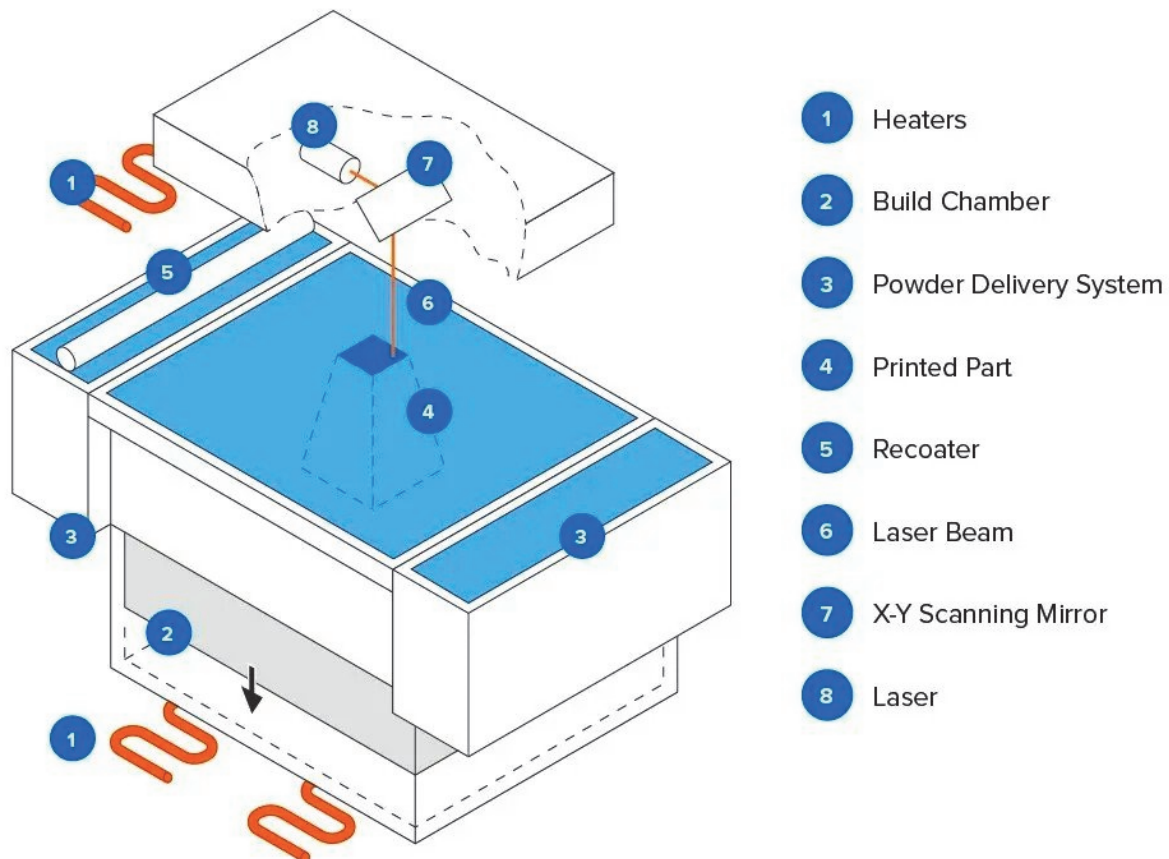


圖 5-1 粉末材料選擇性雷射燒結設備示意圖

(圖片來源：台灣天馬科技公司網頁)