

111 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：機械工程

科 目：機械製造學概要

黃易老師解題

一、鈹金加工法中之深引伸 (deep drawing) 成形常為製造杯狀或凹型中空工件常用之方法，請說明本製程加工原理及特徵。(20 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★。

2. 《破題關鍵》：機械製造第三章塑性加工之引伸加工法。

【擬答】

(一)引伸(Drawing)是將板料沖壓成有底空心件的加工方法，用法來生產之製品種類繁多，各種直壁類或曲面類的引伸製品，製品尺寸可由直徑數公尺至 2~3 公尺、厚度 0.2~300mm 等，在汽車、飛機、鐘錶、電器、及民生用品等領域均有廣泛的應用。

(二)引伸加工原理：係將圓形胚料在沖頭的加壓作用下，逐漸在下模間隙間變形，並被拉入下模穴，形成圓筒形零件。換言之，在引伸的過程中，由於板料內部的相互作用，使各個金屬小單元體之間產生了內應力，在徑向產生拉伸應力，圓周方向則產生壓縮應力，在這些應力的共同作用下，邊緣區的材料在發生塑性變形的條件下，不斷地被拉入下模穴內而成為圓筒形零件。

(三)引伸可製成的製品形狀有：圓筒形、階梯形、球形、錐形、矩形及其它各種不規則的開口空心零件。

(四)引伸與其他衝壓結合，可製造形狀複雜的零件，如落料與引伸組合在一起的落料引伸複合模。

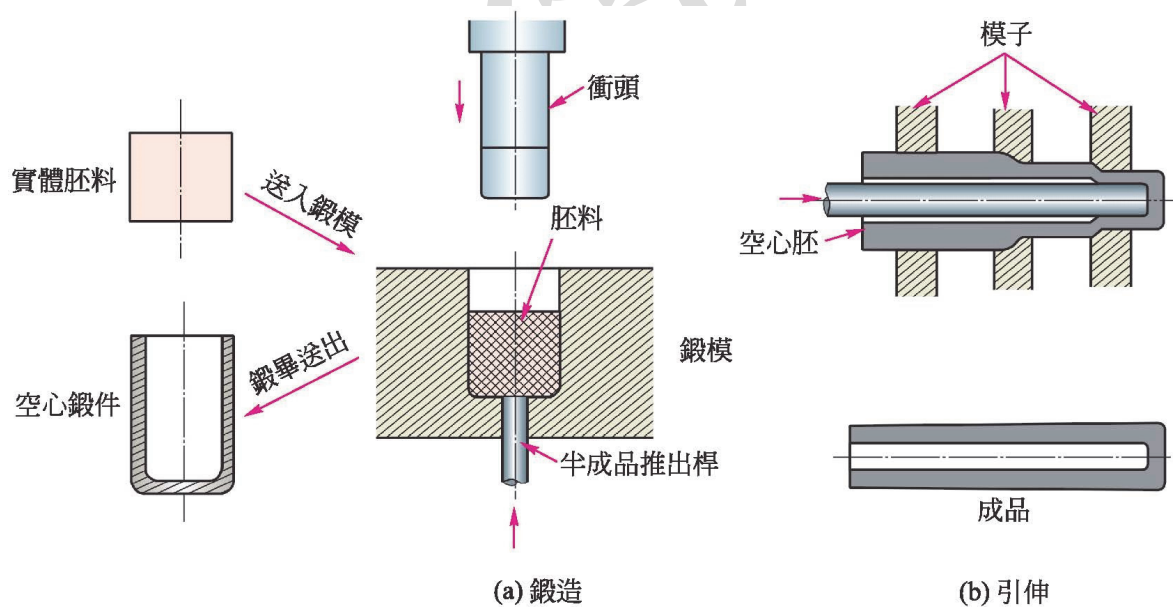


圖 1-1 氧氣筒的引伸加工示意圖

志光·學儒·保成



我全都要

公職工科
國營工科

一次準備 多次考取機會



張○維 資訊管理系

110鐵路佐級電子工程 9個月考取

補習班老師會幫忙整理好重點與考題，並且由淺入深的教學，讓我一開始先建立基本觀念，之後遇到進階的考題可以更加得心應手。

專業課程規劃

年度班	扎實的課程安排，讓您火速擁有考試硬實力
兩年班	完整課程安排，穩固您的應考實力
考取班	一次繳費輔考至您考取(每年只要繳交換證教材費用)

工科新班開課 全面優惠中

志光·學儒·保成



你，也能快速就業

掌握機會

鐵路特考攻略班 公職、國營一次搞定

鐵路運輸攻略班

- 鐵路佐級運輸營業
- + 初等考交通行政
- + 郵局內勤(專業職二)

鐵路事務攻略班

- 鐵路佐級事務管理
- + 初等考一般行政
- + 台電僱員綜合行政

鐵路工科攻略班

- 鐵路佐級工科
- + 初等考電子
- + 台電工科

鐵路員級攻略班

- 鐵路員級運輸營業
- + 國營職員企管組

郭○伶 鐵路特考佐級運輸營業·郵局專業職二櫃台業務

不希望以後遇到中年失業，所以決定投入國考，由於郵局專業職二櫃台業務與鐵路佐級運輸營業有許多科目重疊，加上補習班相差的科目有優惠價，所以決定兩個考試一起準備。



現在報名鐵路課程享超值優惠價

二、在使用砂模鑄造法所生產的鑄件可能會發生許多缺陷，請舉四種缺陷的成因及如何預防？

(20 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★。
2. 《破題關鍵》：機械製造第 2 章鑄造之鑄造缺陷。

【擬答】

有缺陷的鑄件，考量其嚴重性及功能性，或加以修補，或予以報廢處理。常見的鑄件缺陷與預防方法。

(一)氣泡(blow)

氣泡有氣孔、氣孔巢、針孔及殼孔等多種型態，分別敘述如下：

1. 氣孔(Gas hole)：為金屬冷卻所析出的氣體，砂模裡之氣體與澆鑄時捲入之空氣未能及時逸散出，在鑄件表面層形成之孔隙。由於砂心不當所形成的氣孔則產生在接近砂心的表面或其附近；因冷激鐵、撐鐵或鐵絲所引起的氣孔則散佈在其鄰近。金屬熔化時之吸收氣體、金屬不潔均有可能產生氣孔。
2. 氣孔槽(porosity)：因水蒸氣或是氣體穿越金屬溶液，常含有雜質或是砂模夾渣，仍屬氣孔之一。因似縮孔或是樹枝狀，故常被誤認為縮孔。
3. 針孔(pin hole)：係鑄件的一部份或是全部表面出現之多量針狀小孔。鋁、銅合金內所溶解的氫氣在金屬冷卻時析出，使針孔和較大氣孔在鑄件內部發生，鋼液去氧未徹底，澆鑄未烘乾均為原因。其原因可以歸類如下：
 - ①上砂箱太淺。
 - ②鑄砂透氣性不良。
 - ③砂心太硬或是存有硬點。
 - ④砂心的砂透氣性不良。
 - ⑤砂心烘烤不足，以致殘留水份太多。
 - ⑥冷熱物料接觸。
 - ⑦搥砂太緊，致砂模過硬，透氣性降低。
 - ⑧熔解時吸氣太多。
 - ⑨澆鑄時發生捲氣。

預防的方法：提高砂模及砂心的透氣性，降低澆注時高溫熔液對氣體的溶解度，採用成本較高之真空熔法。

(二)縮孔(Shrinkage cavity)

澆入鑄型中的液態合金，在隨後的冷卻和凝固過程中，若其液態收縮和凝固收縮引起的容積縮減得不到補充，則在鑄件上最後凝固的部位形成一些孔洞。其中容積較大的孔洞叫縮孔，細小且分散的孔叫縮鬆。一般出現在鑄件上部或最後凝固的部位，形狀多呈倒圓錐形，內表面粗糙，通常隱藏在鑄件的內層。結晶溫度範圍愈窄的鑄造合金，愈傾向於逐層凝固，也就愈容易形成縮孔。首先液態合金充滿鑄型，由於鑄型的冷卻作用，使靠近鑄型表面的一層液態合金很快凝固，而內部仍然處於液態；隨著鑄件溫度的繼續下降，外殼的厚度不斷加厚，內部的液態合金因自身的液態收縮和補充外殼的凝固收縮，使其體積減小，從而引起液面下降，使鑄件內部出現空隙。如此下去，鑄件逐層凝固，直到完全凝固，在其上部形成縮孔；繼續冷卻至室溫，固態收縮會使鑄件的外形尺寸略有縮小。總之，鑄造合金的液態收縮和凝固收縮愈大，縮孔的體積就愈大。

預防方法：改進冒口之位置及大小，減少鑄件之厚薄差距過大，澆注溫度不要過高等。

(三)雜質(Inclusions)

鑄件雜質來自金屬熔化過程及澆注過程。注意清除熔化爐、澆桶內之雜質或在爐中加入除渣劑等方式避免。

(四)變形(Distorsion)

鑄件外形或尺寸發生誤差的現象。可能原因為模型變形，起模不當致使模穴變形，砂心位置不正確，澆注蝕模穴受到沖蝕而變形或鑄件材料本身之凝固收縮變形等。

公職王歷屆試題 (111 鐵路特考試題解答)

預防方法有事前檢查模型是否適用，確實做好製模過程所要求的動作及注意事項，改善流路系統的設計或鑄件的外形更改設計等。

(五)偏析(Segregation)

所謂鑄造偏析就是液態合金在鑄型中凝固以後，鑄件斷面上各個部分及晶粒與晶界之間存在化學成分的不均勻現象。它有三種類型：即晶內偏析、區域偏析和比重偏析。有時鑄件上只存在某一種類型的偏析，有時則幾種類型同時並存。由於偏析的存在，鑄件斷面上或晶粒與晶界處的機械性能也不一致，從而會影響到鑄件的使用壽命。為此，在鑄件的生產中，應盡量防止偏析的產生。熔融金屬內各種成分的凝固溫度不同，導致凝固的時間不同所引起。可藉由均質化熱處理或熱作加工來改善。

三、請說明欲生產硬質合金材質的自潤性軸承或自潤性齒輪會使用何種方法生產？其生產步驟及其經濟效益為何？(20分)

【解題關鍵】

- 1.《考題難易》：★。
- 2.《破題關鍵》：機械製造第13章粉末冶金的自潤軸承製作流程。

【擬答】

- (一)生產硬質合金材質的自潤性軸承或自潤性齒輪會使用粉末冶金方法生產。
- (二)自潤軸承製作流程：



(三)優點：

- ①為某些製品獨一無二的製法：燒結碳化物、多孔性自潤軸承、陶瓷、雙金屬，以及耐高溫的金屬棒(鎢、鈿)等，僅能以PM法製造。
- ②加工時無廢料產生，可節省原料。
- ③不需高度技術，人工費用低廉，可降低生產成本。
- ④製品純度高。
- ⑤可控制零件的孔隙。
- ⑥與鑄件相較，PM製品的尺寸精確、表面光滑。
- ⑦可量產化，適用於量多而小件製品的生產。
- ⑧成品之重量輕。

(四)限制：

- ①設備成本高，不適合小量生產。
- ②金屬粉末價格較高。
- ③金屬粉粒容易氧化變質，不易儲存。
- ④與液態金屬相較，金屬粉粒的流動性偏低，無法製造太複雜的機件。
- ⑤由於壓力機容量的限制，製品尺寸不能太大。
- ⑥鋁、鎂、鋅、鈦等較活潑的金屬粉末，容易燃燒而引起火災或爆炸。
- ⑦燒結溫度必須嚴格控制，故加熱困難。
- ⑧除了燒結鍛造法外，大多數的PM製程所生產的製品，密度都太低。

四、在切削加工中，會產生一種切屑名為積屑刀口 (built-up edge, BUE)，請說明形成原因及如何防止產生積屑刀口？(20 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★。
2. 《破題關鍵》：機械製造第五章切削加工的切削種類之的 BUE。

【擬答】

(一)積屑刀口的連續式切屑(Continuous Chip with Built-up Edge)

1. 刀頂面上的摩擦特性

在切削塑性材料時，如果前刀面上的摩擦係數較大，切削速度不高又能形成帶狀切屑的情況下，常常會在切削刃上粘附一個硬度很高的鼻型或楔型硬塊，稱為積屑瘤。如圖 4-1 所示，積屑瘤包圍著刀口，將前刀面與切屑隔開，其硬度是工件材料的 2~3 倍，可以代替刀刃進行切削，發生增大刀具前角和保護切削刃的作用。

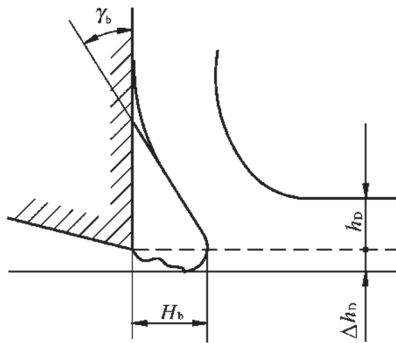


圖 4-1 積屑刀口現象

2. 刀口積屑(BUE, Built-up Edge)是以低速切削延展性及摩擦係數皆高的材料所產生的切屑熔著現象。當刀具開始切削時，由於很高的摩擦阻力與切屑間的壓力，導致若干微粒黏結在刀具面上。此種粘結物隨著切削繼續進行而愈積愈多，當堆積至相當高度後，此 BUE 會脫離刀尖而流失，然後又在刀尖重新產生粘結物，如此循環不已。

3. 形成 BUE 的加工條件為：

- ① 工件材料延展性高，且摩擦係數大。
- ② 刀具的摩擦係數大，或與工件之親和力大。
- ③ 未使用切削劑。
- ④ 刀具頂面粗糙。
- ⑤ 進刀量大。
- ⑥ 切削深度大。
- ⑦ 刀具斜角小。
- ⑧ 切削速率慢。
- ⑨ 刀口鈍。

4. 圖 4-2 所示者為 BUE 的循環過程，按：形成→成長→分裂→脫落的步驟進行。

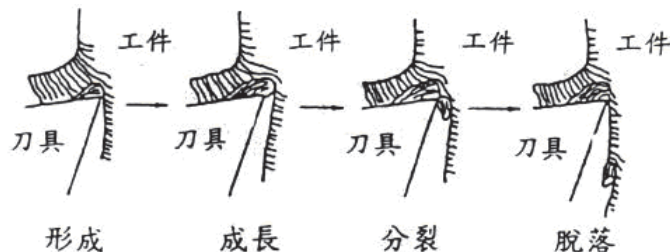


圖 4-2 BUE 的循環過程

5. 圖 4-2 所示者為 BUE 的循環過程，按：形成→成長→分裂→脫落的步驟進行。

6. 由於摩擦對切削變形、刀具壽命和加工表面品質有很大影響，因此，在生產中常採用下列的方法來減小摩擦：

- ① 減小切削力。

公職王歷屆試題 (111 鐵路特考試題解答)

- ②縮短刀與切屑接觸長度。
- ③降低加工材料降服強度。
- ④選用摩擦係數小的刀具材料。
- ⑤提昇刀面研磨品質。
- ⑥澆注切削液等方法。

五、請繪圖並說明電化學切削 (electrochemical machining, ECM) 之加工原理及其適合的加工領域。 (20 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★。
2. 《破題關鍵》：機械製造第 14 章特殊切削加工之電化學加工。

【擬答】

(一)電化加工(ECM, electrochemical machining)加工原理：

1. 定義：

- ①如圖 5-1，電化學加工(electrochemical machining, ECM)係應用逆(反)電鍍原理(electroplating)，即將兩個電極放在電解液中，通入直流電後，金屬從陽極電極(工件)電解電鍍至陰極(刀具)上。通電時工件被電離而被電解液帶走，即能隨工具形狀逐漸成形。
- ②原理與電鍍法相同，不過其工件為陽極而工具為陰極，所以也可說是一種反電鍍法。
- ③工件之電離體並無真正鍍到工具上，而係被電解液帶走，其所製工作物面之形狀，完全為工具(電極)之複製。

2. 工具：工具的材料必須為導體，大都為銅。

3. 加工液：電解液的成份雖無標準的規定，但大都使用氯化鈉溶液。

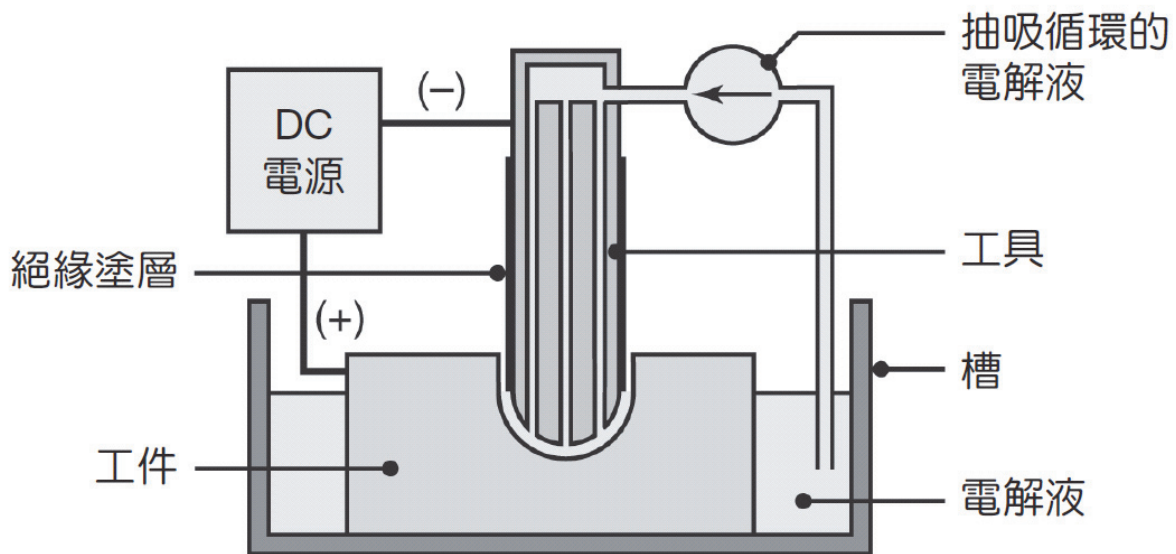


圖 5-1 電化加工的示意圖

4. 優點與缺點：

①優點：

- (A) 只要是導電材料，不論其性質軟或硬皆能加工。
- (B) 工具可用軟質材料製造，以利加工。
- (C) 加工時所生的熱很少，不會產生熱應力和金相的變化。
- (D) 加工面之表面粗糙度可維持在 $Ra\ 0.125\sim 0.25\ \mu m$ 之間。
- (E) 無切削力，不產生切削應力。
- (F) 加工面不產生毛邊。
- (G) 切除率很大，可達 $1000cm^3/hr$ 。

②缺點：

- (A) 基本設備費用比 EDM 高。

公職王歷屆試題 (111 鐵路特考試題解答)

- (B) 夾持裝置須能承受電解液之高流率。
- (C) 工具頭因需考慮絕緣及引導電解液，故較 EDM 工具頭難製作。
- (D) 電解液易生腐蝕。

(二)電化加工(ECM, electrochemical machining)應用：

1. 大量使用於航太產業及被廣泛應用於金屬的精密成型加工。
2. 電化學切削通常被用於具複雜形狀之凹穴及高硬度材料的加工。
3. 造形管電解切削 (shaped tube electrolytic machining, STEM) 是由 ECM 演變而來的，可用於小直徑的深孔之打孔開槽，如渦輪葉片的微細孔加工。

志光·學儒·保成

I can handle it.

輕鬆上榜 我做得到

鐵路特考 8 大學習資源 全面整合

基礎班	正規班	題庫班	總複習班
全國模擬考	考前關懷	申論指導	經驗傳承

善用補習班資源 幫助我上榜

寫申論題時,常常不知道如何下筆,交給老師批閱、提點後,便可朝著該方向練習,避免因為作答方向錯誤而浪費時間。

鐵路特考 員級 運輸營業 黃○禎

報名鐵路各類課程 享 專屬優惠價

王