

112 年公務人員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、切削加工的相關問題如下，請依序回答。

(一)切削鋼材時，切屑與原工件相比何者硬度較高？為什麼？（7 分）

(二)刀具材料 (tool materials) 應具備那些特性 (characteristics)？（10 分）

(三)切削性 (machinability) 良好的工件材料具有那些切削加工的特性？（8 分）

【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★。

2. 《破題關鍵》：機械製造第五章切削理論之切屑形成，第一章機械製造方法簡介之刀具材料的性質及主要機械材料之加工性。

【擬答】

(一)切屑與原工件相比，切屑硬度較高。因為工件材料持續遭受剪切變形並累積，在剪切變形過程中，通過內摩擦產生高熱量。這就是為什麼切屑太熱而無法手動處理的原因，即使切割速度很低也是如此。此外，加工硬化的發生使切屑比工件材料本身更硬。

(二)刀具所必需具備的性質

(1)常溫硬度(Cold hardness)：在常溫時刀具材料的硬度需比工件材料的硬度高，才能對工件產生切削作用。一般硬度高的材料耐磨性也高，但韌性則較差，且不耐衝擊作用。

(2)高溫硬度(Hot hardness)又稱為紅熱硬度(Red hardness)。指刀具材料在一般切削過程所產生的熱作用下成為高溫狀態時，仍保有一定的硬度以維持其切削能力之性質。通常在 550°C 左右的切削溫度時，硬度仍可保持在 HRC55 以上，才能滿足切削的基本要求。高溫硬度愈大，愈適用於高速切削或重切削。

(3)耐磨性：硬度愈高、耐磨耗性愈佳。

(4)韌性：在承受連續或斷續的切削力情況下，刀尖不斷裂、破損的能力。

(5)高溫下物理及化學的穩定性：切削刀具應具有高溫硬度、導熱度大（防止刀尖高溫軟化及熱衝擊）、不易氧化或不易與被切削材料起化學反應等特性。

(三)切削性好壞的評估：切削性定義為“材料在給定切削條件下被加工的能力”。

(1)刀具的壽命越高，切削性越好。

(2)切削力和功耗較低，切削性較好。

(3)工件表面粗糙度值較低，切削性較好。

(4)切屑控制的難易程度也是可加工性的衡量標準。至於切屑控制，長而捲曲的切屑如果沒有被打碎，會捲曲在刀具的切削刃周圍，從而嚴重影響切削過程。

(5)不同材料的可加工性等級/指數是相對於標準指數得出的。以易切削鋼的切削性指標為標準指標，固定為 100%。可加工性指數基於 T = 60 分鐘的刀具壽命。

二、鑄鐵 (cast iron) 的含碳量為 2.11%~4.5%，依據有、無石墨 (graphite) 形成以及石墨之形狀，說明鑄鐵的種類可以分為那幾種？其強度、硬度與制震能 (damping capacity) 有何差異？(20 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★。
2. 《破題關鍵》：機械材料第 10 章鑄鐵。

【擬答】

(一)依據有、無石墨 (graphite) 形成以及石墨之形狀，鑄鐵的種類：

- (1)白鑄鐵：若鑄件冷卻速度快，大部份的碳以化合碳的形式出現，斷面呈白色稱為白鑄鐵。白鑄鐵的含矽量低於 0.8% 以下；質硬，加工困難，很少直接使用，大多用於耐磨製品。
- (2)粒滴斑鐵：含碳量為 4.3% 的鑄鐵，冷卻到 1143°C 時，發生共晶變態，得到雪明碳鐵和沃斯田鐵的共晶組織；當冷卻到 723°C 時，初晶的沃斯田鐵發生共析變態，整體組織是小群的波來鐵分散在雪明碳鐵基地內，呈現斑點狀的外觀稱為粒滴斑鐵。
- (3)灰鑄鐵(gray cast iron)：灰鑄鐵是鑄造合金中用途最廣，含矽量在 1.5~3.5%，斷面呈灰色。若鑄件冷卻速度慢， Fe_3C 的碳游離成石墨，得到灰鑄鐵。
- (4)高級鑄鐵(米漢納鑄鐵)：成為很細的石墨均於分散在波來鐵的基地內，或是波來鐵基地內石墨較少而近於鋼的理想組織。
- (5)延性鑄鐵(或稱為球狀石墨鑄鐵)：在熔融的鑄鐵熔液中，加入添加鎂(Mg)或鈰(Ce)為球化劑(spheroidizer)，促使片狀石墨變成球狀石墨，並可以使基地成為波來鐵或肥粒鐵，以獲得良好之韌性及延性的鑄鐵，稱為延性鑄鐵。

(二)抗拉強度：

- (1)石墨的分佈、含量、大小及形狀，對鑄鐵的機械性質均有影響。
- (2)石墨的分佈的越均勻則強度高。
- (3)碳當量提高時，石墨會變的粗大，使得抗拉強度降低。
- (4)冷卻速度越慢，鑄鐵中的石墨越多，強度越低。
- (5)鑄鐵熔化溫度越高，石墨越細強度越高。

(三)抗壓強度：鑄鐵的抗壓強度為抗拉強度 3~4 倍，所以鑄鐵通常被用在需承受壓力的機械零件。

(四)硬度：鑄鐵含石墨多時，硬度較低，含雪明碳鐵量較高時性質較為堅硬。

(五)衝擊強度：鑄鐵的衝擊強度與含碳量及碳在鑄鐵中存在的形狀有關，通常強度大，衝擊值就會較高。

(六)鑄鐵的制震能(damping capacity)：物體受到震動時，會吸收震動的能量而使其震動逐漸減弱至靜止，這種性質稱為制震能。石墨的大小及形狀都會對制震能有所影響。通常石墨越小，形狀越簡單，制震能越小。

三、超音波銲接 (ultrasonic welding) 與傳統電弧銲接 (arc welding) 的銲件接合原理有何不同？
各適用於銲接何種元件？(10 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★。
2. 《破題關鍵》：機械製造第 4 章銲接，超音波銲接 (ultrasonic welding) 與傳統電弧銲接。

【擬答】

- (一)超音波銲接 (ultrasonic welding) 為固態焊接的一種，是指通過單獨施加壓力或熱和壓力的組合產生聚結的連接過程。如果使用熱量，則過程中的溫度低於被焊接金屬的熔點。不使用填充金屬。超音波銲接在兩個部件之間施加中等壓力，並在平行於接觸表面的方向上使用超聲波頻率的振盪運動。法向力和振動力的結合會產生剪切應力，從而去除表面薄膜並實現表面的原子鍵合。超聲波焊接主要用於連接有色金屬；可以使用 Al - Cu、Au - Al 或 Al - glass 等材料的組合。主要應用是連接薄膜或薄膜帶，以及在半導體技術中生產導電端子。也可以連接最薄的薄膜和較厚的部分。
- (二)傳統電弧銲接 (arc welding) 是融接(Fusion Welding)：融接是將欲接合金屬(母材)的接合處，加熱到熔融狀態後，與加入的銲料熔液(亦可不加銲料)互相熔合，待冷卻凝固後接合為一體的銲接法。用於通過使用電力產生足夠的熱量來熔化金屬來將金屬連接到金屬，熔化的金屬在冷卻時會導致金屬結合。傳統電弧銲接是一種使用焊接電源在金屬棒（“電極”）和基材之間產生電弧以熔化接觸點金屬的焊接類型。弧焊電源可以為工件 提供直流(DC) 或交流 (AC) 電流，同時使用消耗性或非消耗性電極。它在造船業中具有重要的商業意義。如今，它仍然是車輛和鋼結構製造的重要工藝。



選擇 **志光學儒保成**

是你通往**上榜最快的捷徑**

你還可以考這些考試

- ✓ 初等考
- ✓ 鐵路營運人員
- ✓ 國營聯招職員
- ✓ 中油僱員
- ✓ 台電僱員
- ✓ 台菸酒評價人員
- ✓ 台水評價人員

四、回答下列有關金屬成形加工 (metal forming) 的問題。

(一)鍛造機的主要驅動方式有那幾種。不同驅動方式的主要特性為何？(10 分)

(二)說明鈹金成形使用的模具中，複式模 (compound die)、連續模 (progressive die)、傳送模 (transfer die) 的主要差異。(10 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鍛造機的主要驅動機構(機械式與液壓式)其機構與沖壓床機構相似，沖壓加工的特殊模具。

【擬答】

(一)

(1)鍛造加工機械的分類：

①油壓機(Presses)

(A)油壓機是以等速率及負載限制(負載超過機器容量時會自動停止)方式操作。在整個行程中是以等量負載作用在胚料上，且速率可以調整。

(B)與其他鍛造加工機械比較，油壓機之產量較低、初購成本較高，但所須之保養最少。

(C)油壓機作用在工件上之時間較長，所以工件之冷卻速率較快，這一點應特別注意。

(D)常用於引伸工作。

②機械式鍛造機：機械式鍛造機的能量是由一個電動馬達驅動一個大飛輪所產生，以連桿、偏心、肘節、關節等機構驅動沖錘，屬於行程極限之操作。其操作速度比油壓機快，但作用力較小，且行程各處之速率不一。

(A)單曲柄(Single Crank)：單曲柄機構，是最常用的鍛造床驅動機構(如圖 4-1 (a)所示)，其滑塊的動作，很接近簡諧運動，下行時速度由零開始逐漸加速，至行程中點附近達最高速，然後逐漸減速至停止。鍛造加工大都在行程的中點附近實施，此時滑塊的速度最大，可利用的動能也最高。

(B)偏心式(Eccentric)：由偏心軸(如圖 4-1 (b)所示)所驅動的滑塊動作，與曲柄式相同，只是行程較短而已。此式的優點是在構造上有較高的剛性，不像單曲柄那麼容易變形。

(C)凸輪式(Cam)：凸輪驅動的動作循環，可由凸輪的設計來加以控制，通常用於動作複雜的工作。凸輪的外表很像偏心軸，所不同的是：凸輪利用輓子從動件，而偏心軸的滑塊裝在連桿上。

(D)齒條及小齒輪式(Rack and Gear)：由小齒輪的迴轉，驅動齒條，使滑塊往復運動，如圖 4-1 (c)所示。通常用在需要行程很長的工作場合，其滑塊的動作緩慢而均勻。此式機器裝有停止器，可控制行程的長短。必要時還可裝置速回機構，使滑塊迅速回到起點位置。

(E)肘節式(Toggle)：此機構在行程之末端，兩連桿幾乎成一直線時，能獲得最高的機械利益，產生極大的壓力，如圖 4-1(f)所示。由於此種機構具有很高的負載能力，故常用於壓花紋及尺寸矯正。

(F)關節式(Knuckle Joint)：關節機構如圖 4-1(g)所示，中間的輔助滑塊由曲柄驅動下移時，下方的主滑塊會往上移動。當曲柄恰在下死點時，主滑塊有片刻的停止，能提供板片胚料有效的夾持作用，以利作引伸的操作。

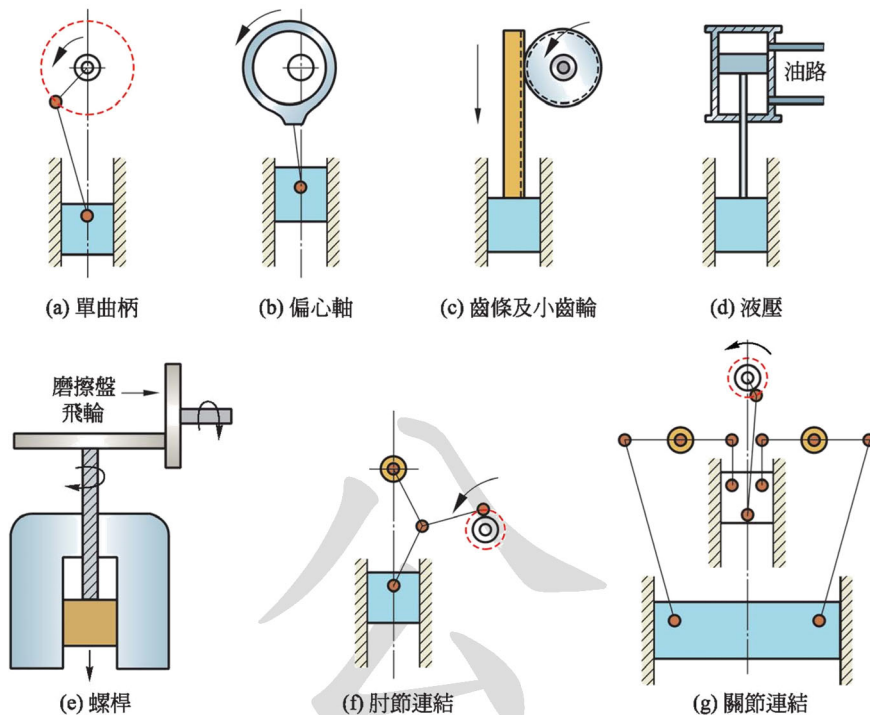


圖 4-1 鍛造床的驅動機構

③落錘機(Hammers)

- (A)落錘機之能量是由沖錘的位能轉換為動能而來的，屬於能量極限之操作。
- (B)落錘機之鍛造速率高，成形之時間短，對鍛件之冷卻速率最低，所以適合複雜形狀工件之鍛造，特別是有薄斷面及深凹孔之工件。
- (C)落錘機是最多樣化且成本最低之鍛造設備。
- (D)落錘機有重力落錘機、動力落錘機、逆吹式落錘機及高能率落錘機等多種。

(二)

(1)複合模(Compound die)

剪斷加工由於沖頭與母模之間有間隙，所以製品會彎曲。以墊圈為例，如果下料與沖孔同方向施工，將會加大製品彎曲的程度。圖 4-2 所示之複合沖模，將下料沖頭裝置在下方，沖孔沖頭裝置在上方。沖壓時，在同一位置同時反向沖孔與下料，可減少製品之彎曲，並提高效率。

①優點：

- (A)工件同軸度較好，表面平直，尺寸精度較高；
- (B)生產效率高，且不受條料外形尺寸的精度限制，有時廢角料也可用以再生產。

②缺點：模具零部件加工製造比較困難，成本較高，並且凸凹模容易受到最小壁厚的限制，而使得一些內孔間距、內孔與邊緣間距較小的下件不宜採用。

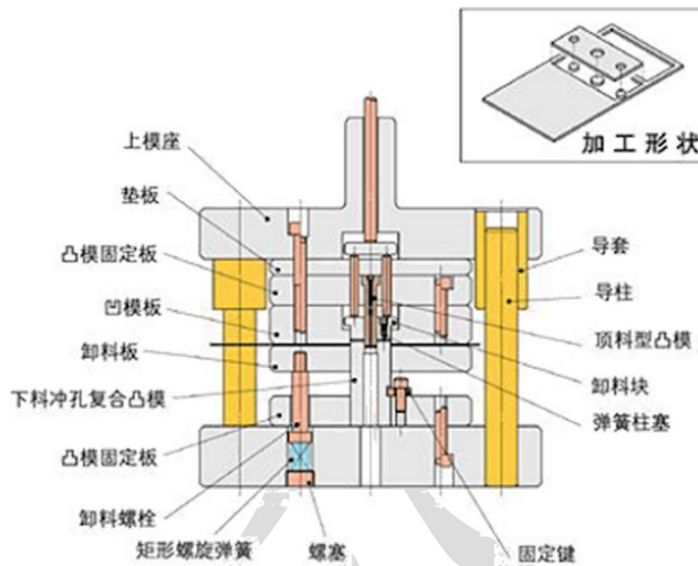


圖 4-2 下料及沖孔複合模

(2)連續模(級進沖模)(Progressive Die)

如圖 4-3 所示之工件若採用單獨沖模來加工，則需要多付沖模分開施工，不符合大量生產之要求。大量生產需要設計連續沖模，以沖孔、定位、剪缺口及剪斷四次工程在不同位置同一沖程中完成製品。

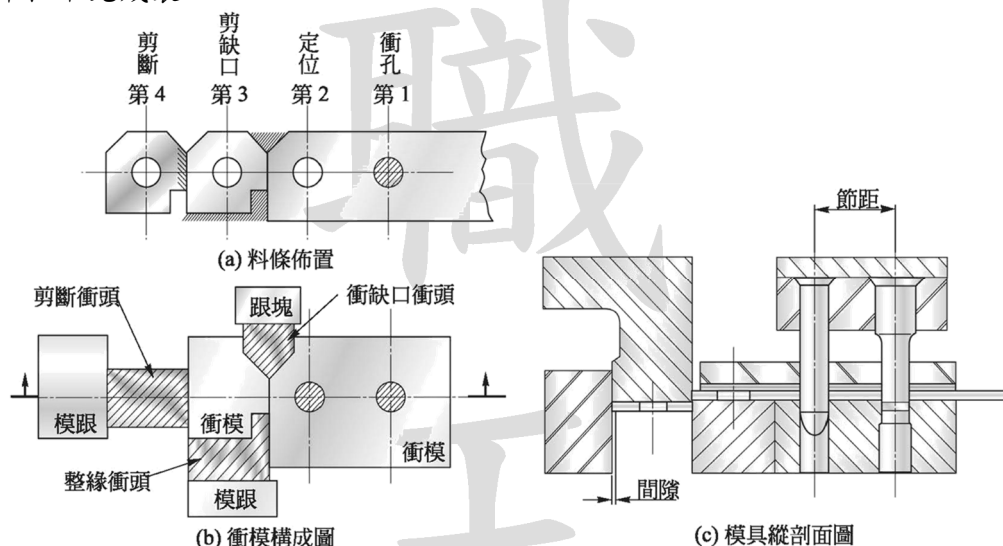


圖 4-3 沖孔及剪斷連續模

(3)傳遞模(Transfer Die)

傳遞模是一種多站模具，和連續模不同的是加工的各站之間，材料並不相互連接。一般情形是第一站先行下料，之後胚料被自動移位裝置，依序傳遞到各加工站，最後完成所需的形狀。其主要優點為：

- ①材料使用率比連續沖模高，此乃因傳遞模無須像連續模一樣，在工件形成過程中要利用料條連接。
- ②由於各站獨立，所能適應加工的形式較具彈性，如沖壓件可做某一角度的傾斜或翻轉的加工，這是連續模所不容易做到的。

成為國營.特考之星

就選志光學儒保成



鐵路特考 高員三級運輸營業 莊○翔	鐵路特考 高員三級會計 陳○利	鐵路特考 高員三級材料管理 陳○勳	鐵路特考 員級運輸營業 邱○峰	國營事業職員 台電企管 徐○玫	國營事業職員 台糖儀電 馬○雍
台電僱員 綜合行政中區 蘇○婷	台電僱員 綜合行政南區 李 ○	台電僱員 綜合行政東區 李魏○榛	台電僱員配電 線路維護南區 蔡○寬	台電僱員配電 線路維護澎湖區 陳○豪	台電僱員 起重技術北區 邱○元
台水評價人員 營運士業務類第五區 劉○謨	台水評價人員 營運士行政類第七區 王○禾			台水評價人員 技術士操作類(甲)第四區 陳○愷	中華郵政專業職(二) 外勤郵遞業務南投 陳○丞
中華郵政專業職(二) 外勤郵遞業務三重 陳○忻	中華郵政專業職(二) 外勤郵遞業務板橋 李○霖			中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務(身心)屏東 卓○芬	中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務(身心)南投 廖○軒
中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務(身心)台東 林○省	中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務(身心)苗栗 江○維			中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務(身心)台中 洪○恆	中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務南投 賴○瑋
中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務新竹 廖○涵	中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務苗栗 徐○恩	中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務三重 葉○榕	中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務台南 葛○瑄	中華郵政專業職(二) 內勤櫃台業務台中 李○億	中華郵政專業職(二) 內勤郵務處理嘉義 吳○軒
中華郵政專業職(二) 內勤郵務處理台北 洪○強	中華郵政專業職(二) 內勤郵務處理三重 李○喬	中華郵政專業職(二) 內勤郵務處理台北 紀○名	中華郵政專業職(二) 內勤外匯櫃台台南 黃○瑄	中華郵政專業職(一) 程式設計不分區 呂○珊	 完整榜單查詢 請洽全國各班

五、說明放電加工(EDM)的材料去除原理，以及繪製放電加工過程中，電壓與電流的變動示意圖。並且說明為何放電結束的瞬間，不宜立即進行充電的原因。(15 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》：★★★。

2. 《破題關鍵》：機械製造第 14 章特殊加工之特殊切削加工的放電加工。

【擬答】

(一)

1. 放電加工(EDM, electrical-discharge machining)

- (1) 雕模放電加工簡稱 EDM，其加工原理如圖 5-1 所示。工具與工件分別連接於直流電源的正負兩極，兩極之間隔以絕緣液；通常用煤油。加約 100V 之電壓，並充分接近至 $0.02\sim0.05\text{ mm}$ 之間距，使兩極表面最接近部分發生脈衝式放電，其溫度高達 12000°C ，足以令火花區附近之工件及工具局部蒸發或熔解而逐步蝕去，最後依工具之形狀而成形，沖蝕出之廢屑由絕緣液帶出工作區，經過濾後絕緣液還可循環使用。
- (2) 絕緣液使用時需兼具冷卻和可移除被加工材料所產生微粒的功能。
- (3) 放電加工進行時，工具亦因火花之熔蝕而逐漸變形，故加工進行中往往需要修磨電極或更換新電極。EDM 使用之電極之導電體，例如：碳化鎢、銅鎢合金、銀鎢合金、石墨、純銅、黃銅及鋅合金等，均可作為工具材料。
- (4) 工件表面粗糙的程度與放電能量頻率成比例，放電能量大，頻率低，則工件表面形成粗糙。若電流小，頻率高，則每次放電所蝕去的金屬愈少，表面光平度較光平。

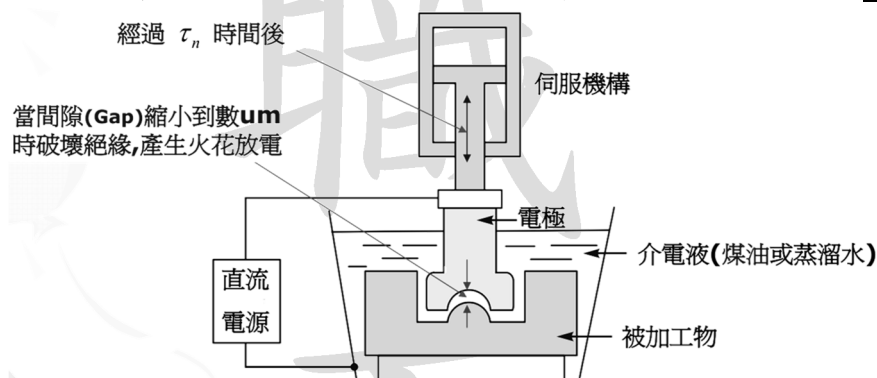


圖 5-1 雕模放電加工機(EDM)的原理

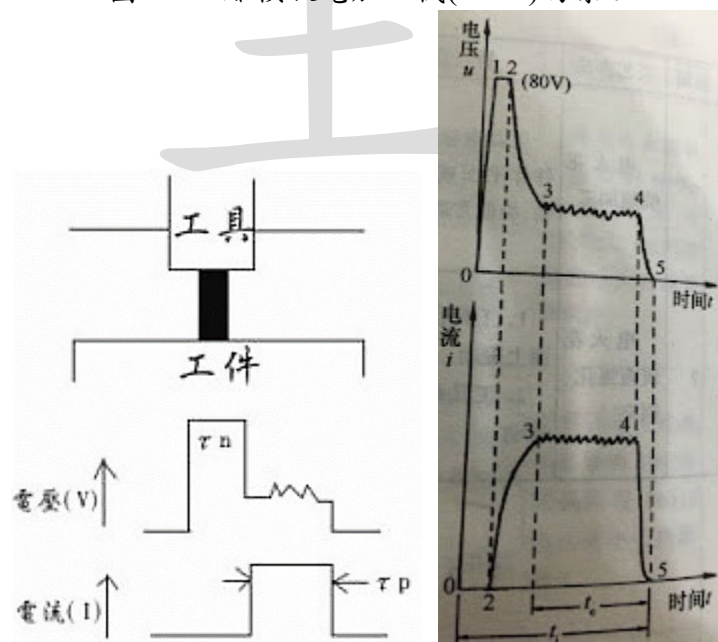


圖 5-2 雕模放電加工機(EDM)加工中的電壓與電流的變動示意圖

(二)

放電休止間為放電持續時間結束後至下次放電的間隔時間，此段時間提供介電液恢復絕緣狀態，以及介電液沖刷排出加工殘渣，需要適當的休止時間來幫助放電加工，數值大則休止的時間長，加工安定但加工速度緩慢，採用較小的放電休止時間有助於提高加工初期的加工速度；但當加工到達造成波列惡化的深度後，較長的放電休止時間雖可減輕波列惡化的現象，但同時降低了放電頻率。

六、量測誤差之種類有那些？詳細說明引起這些誤差的主要原因。(10 分)

【解題關鍵】

- 1.《考題難易》：★★。
- 2.《破題關鍵》：機械製造第 11 章量測與品管之誤差的種類。

【擬答】

進行尺寸量測時，受測件真實尺寸與量測值之間之差異量稱為誤差，造成誤差之因素很多，必須加以了解，並使其影響減至最低，大體上量測誤差可分為下列幾項：

- (1)系統誤差：此為量測設備本身具有之硬體或軟體結構誤差，是量測設備正常操作下具有的基本誤差，如設備之精密度與準確度等造成的固有誤差，此種誤差之改善，必須藉由設備本身設計之改良，或經校正後實施補正技術來達成。
- (2)操作誤差：此為非標準狀態下，進行量測操作產生之誤差，如儀器設備未歸零、量測擺設角度造成之餘弦誤差、人為操作誤差、誤讀、使用不正當量測力使阿貝誤差擴大、使用不正確操作參數、錯誤的操作程序等。此種誤差藉由標準作業程序(SOP)由操作者本身即可加以改善。
- (3)環境誤差：非標準環境進行量測操作產生之誤差，其因素有溫度、溼度、振動、電磁干擾、氣壓不穩定等。
- (4)隨機誤差：不可預期之量測誤差則可歸類為隨機誤差，如電壓之不穩定、電子設備老化造成之訊號不穩定等。
- (5)阿貝原理 (Abbe Law)：測量長度時，“標準線與測量線需置於同一直線上”，其中標準線為量測用標準件之標準值取得之讀取方向線，測量線則為量測設備與受測物接觸之量測方向線。若測量時，標準線與測量線置於同一直線上，稱為滿足阿貝原理。若標準線與測量線未在同一直線上，則稱為不滿足阿貝原理，產生之誤差稱為阿貝誤差。例如游標卡尺，其標準線位於游尺與本尺讀取位置，測量線為卡尺與工件接觸位置，因此游標卡尺並不滿足阿貝原理。