

銑床能力本位訓練教材 搪孔

編號：PMT-MIL0517

編著者：許惠東

審稿者：羅慶璋、廖景賢

主辦單位：行政院勞工委員會職業訓練局

研製單位：中華民國職業訓練研究發展中心

印製日期：九十年十二月

單元 PMT-MIL0510 學習指引

當你學習本單元之前，你必須精通下列的單元：

一、藍圖判讀

- 1.PMT-MIL0101 材料規格及符號
- 2.PMT-MIL0102 工作程序規劃
- 3.PMT-MIL0103 了解公差配合
- 4.PMT-MIL0104 認識表面符號
- 5.PMT-MIL0105 視圖判讀
- 6.PMT-MIL0106 認識幾何公差符號
- 7.PMT-MIL0107 組合圖判讀
- 8.PMT-MIL0108 材料認知

二、機器選用

- 1.PMT-MIL0201 銑床選用
- 2.PMT-MIL0202 銑床基本操作
- 3.PMT-MIL0203 銑床維護保養
- 4.PMT-MIL0204 銑床精度校正
- 5.PMT-MIL0205 銑床簡易故障排除
- 6.PMT-MIL0206 銑床基本電路檢修

三、週邊設備準備

- 1.PMT-MIL0301 銑床基本夾具使用
- 2.PMT-MIL0302 銑床特殊夾具使用
- 3.PMT-MIL0303 分度頭夾持與使用
- 4.PMT-MIL0304 圓轉盤夾持與使用

四、加工條件決定

- 1.PMT-MIL0401 切速選用
- 2.PMT-MIL0402 進給率使用
- 3.PMT-MIL0403 切削深度決定
- 4.PMT-MIL0404 刀具路徑決定
- 5.PMT-MIL0405 切削方向決定
- 6.PMT-MIL0406 刀具選擇
- 7.PMT-MIL0407 刀具校正
- 8.PMT-MIL0408 銑刀研磨
- 9.PMT-MIL0409 切屑排除
- 10.PMT-MIL0410 切削劑選用

五、加工方法選用

- 1.PMT-MIL0501 面銑削
- 2.PMT-MIL0502 銑平面
- 3.PMT-MIL0503 側銑
- 4.PMT-MIL0504 端銑

5.PMT-MIL0505 鑽孔

假如你自認能勝任上列單元之工作，請翻到第一頁開始學習，假如你自認無法勝任，則請按下列之指示進行學習：

- (1) 您完全無法勝任上列單元的知識或技能，請您將本教材放回原位，並取出編號 PMT-MIL0101 的教材開始學習或是請教您的老師。
- (2) 你會藍圖判讀及材料認知，而不會其他的單元，則請從編號 PMT-MIL0201 教材開始學習，或去請教你的老師。
- (3) 你會藍圖判讀、機器選用，而不會其他的單元，則請從編號 PMT-MIL0301 教材開始學習，或去請教你的老師。
- (4) 你會藍圖判讀、機器選用和週邊設備準備及加工條件決定，而不會其他的單元，則請從編號 PMT-MIL0401 教材開始學習，或去請教你的老師。
- (5) 你會藍圖判讀、機器選用、週邊設備準備及加工條件決定的各單元，而不會其他的，則請從編號 PMT-MIL0501 教材開始學習，或去請教你的老師。

引言

銑床能力本位訓練教材單元的學習，循序漸進完成了藍圖判讀、機器選用、周邊設備準備和加工條件決定等各單元後，相信你對銑床的基本操作、工件的夾持、刀具的選用等均有一定水準的能力。接下來的學習是應用這些知識和能力，從事銑床工件的銑削工作。在加工方法選用中的每一個能力項目就是一個銑削工作，而每一個銑削工作就是一個學習單元。

本單元的學習項目是銑床搪孔，這一項工作可以在立式銑床上或臥式銑床上進行銑削工作。當大型工件或形狀不規則的工件，無法或不適合在車床上夾持作搪孔車削時，將它裝置在銑床上作搪孔銑削，則是一種最適切的加工方法。

定義

搪孔：銑床搪孔係在立式銑床或臥式銑床上所進行的孔加工工作。將加工工件裝置在銑床床台上，並作正確的定位和夾持；再將搪孔刀具安裝於銑床主軸上並作正確的調整，進行一系列的內孔孔徑或工件外圓的加工。

學習目標

- 一、在不使用參考資料和書籍下，你能夠正確地說明銑床搪孔刀具的使用時機和其加工的型態。
- 二、在不使用參考資料和書籍下，你能夠正確地說明銑床搪孔時，校正搪孔刀具的中心對準工件中心的方法。
- 三、給你一張工作圖、材料及足夠的工具，在無人幫助的情況下，你能在二小時內，利用立式銑床作搪孔加工銑削，工件尺寸精度達到 IT11 級，表面粗糙度在 12.5a 以內。

如你認為能夠勝任以上學習目標的能力，請翻至第 41 頁做學後評量。
假如你需要更多學習的話，請翻到下一頁繼續學習。

學習活動

本單元的學習活動分為二部份：(1)相關知識，(2)實際操作。在實際操作的技能學習活動之前，我們必須學習搪孔工件的定位與夾持方法、搪孔刀具中心的校正等相關的知識與技能。你可以閱讀本教材，循序地的學習，或參考下列的書籍進行學習。

- 一、 閱讀能力本位銑床工，林有義編著，全華圖書公司，民 73，P207～P219。
- 二、 閱讀銑床加工與問題對策，林維新編譯，機械雜誌出版社，民 75，P149～P157。

本單元的第一個學習目標是：

不使用參考資料和書籍下，你能夠正確地說明銑床搪孔刀具的使用，和其加工的型態。

假如你認為能勝任上述的學習目標，請翻到第 15 頁做學習評量一測驗；假如你需要多一點的學習，請翻到下一頁。

一、搪孔刀的種類

搪孔刀依刀具的形式可分為整體式、焊接式、替換式；若依刀具材質分類的話，可有高速鋼、碳化鎢等。一般常用的刀具，依刀具的形式分述如下：

(一) 整體式搪孔刀（方形搪孔刀）

將切削角度研磨正確的搪孔刀片，裝入搪孔刀桿的夾刀孔穴，再以固鎖螺絲固定鎖緊，如圖(1)所示。整體式的搪孔刀，如一般的方形長條高速鋼車刀（俗稱自車刀），這種搪孔刀裝置簡單、價格較便宜，應用在粗加工或尺寸要求比較不精確的工作上。如果配合平式測頭的量表予以校正加工尺寸，則可以使用在單一孔徑大量生產的加工，且工作尺寸可得到較高的精確度，如圖(2)所示，但是這種刀具在搪孔尺寸上的調整較費時費事。

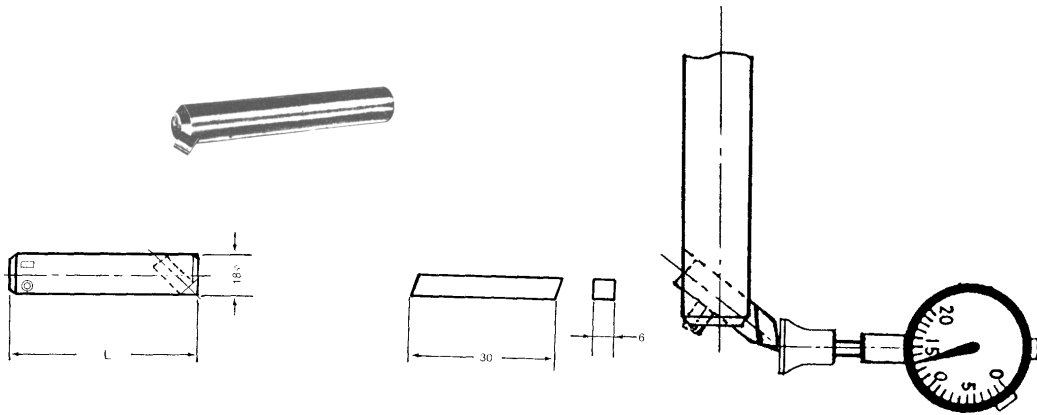


圖1 方形搪孔刀及搪孔刀桿

圖2 搪孔刀搪孔尺寸調校

(二) 焊接式搪孔刀

將搪孔刀片焊接在刀柄上，先將刀具切削角度加以研磨修整後，可以裝置在搪孔頭上，進行搪孔加工，如圖(3)所示，將搪孔刀具安裝在搪孔器上作大直徑的內孔加工。

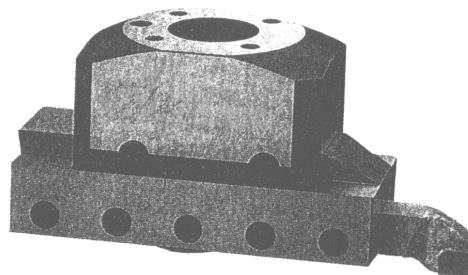


圖3 焊接式搪孔刀

(三) 捨棄式（替換式）搪孔刀

替換式刀片鎖緊於搪孔刀桿上，再將搪孔刀桿安裝於搪孔頭固定後，即可進行搪孔銑削，如圖(4)所示為替換式刀片的搪刀桿及搪孔頭。



圖 4 替換式搪孔刀（單鋒）

以上所述的均為單鋒刀片的搪孔刀，另外亦有雙切刃的搪孔刀，如圖 5 所示。從小孔徑（圖 5a）到較大孔徑（圖 5b）的尺寸，均可將刀具裝在銑床上直接進行孔加工，由於不具調整尺寸的功能，因此均有預留精加工銑削的加工裕量，圖 5c 則具有可調整的功能。

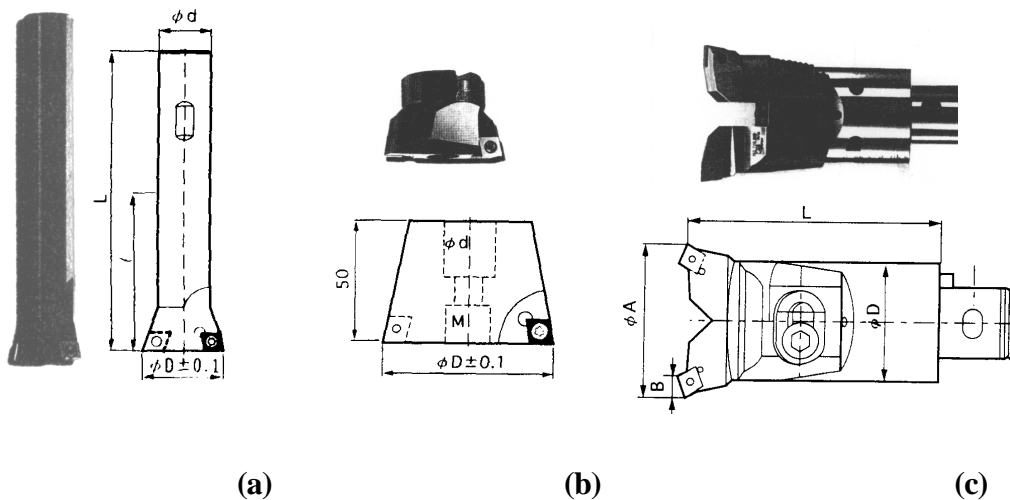


圖 5 雙切刃搪孔刀

二、 搪孔頭的種類

搪孔刀具必須安裝在搪孔頭（或稱搪孔器）才能進行搪孔銑削，目前市場規格產品，常見的有下列數種。

(一) 小徑搪孔刀頭

目前市場上有孔徑 5 mm 的小徑搪孔刀桿的搪孔頭，粗搪孔時有 ± 0.5 mm 的可調量，精搪孔時有 ± 0.1 mm。偏心調整量較小，但設計簡單，價格低廉，如圖 6 所示為小徑搪孔刀頭，具有尺寸調整功能。

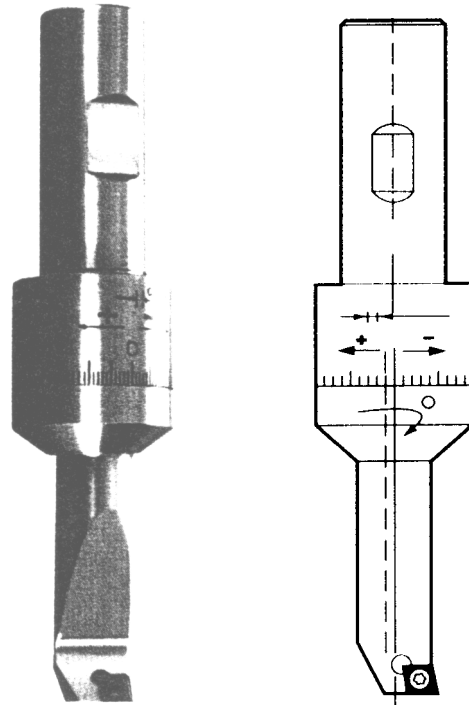


圖 6 小徑搪孔刀頭

(二) 微調搪孔頭

微調搪孔刀頭有多種型式，如圖 7 所示，最小微調刻劃 0.01 mm，可調整的行程範圍較大。使用方形搪刀（整體式或焊接式），裝置於夾刀孔穴，以固定螺絲鎖緊。市場規格品有不同搪孔需求的尺寸可供選用。

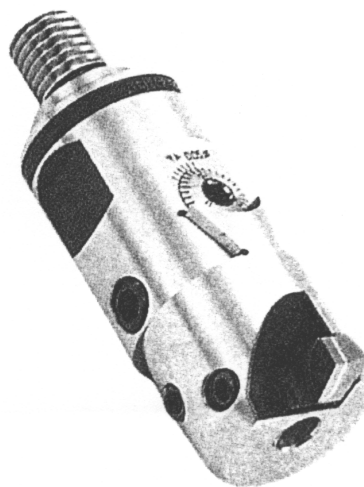


圖 7 微調搪孔頭

其他的微調搪孔頭，如圖 8 所示，一般市場規格以盒裝整套為一組。將搪孔刀插置在搪孔器鳩尾滑座件的圓孔內（垂直或橫置），固定鎖緊後配合微調機構，可做小孔徑和較大孔徑的搪孔加工。圖 8 為微調搪孔頭及其套件，圖 8a 是 R8 錐柄，圖 8c 為銑床標準錐度錐柄。

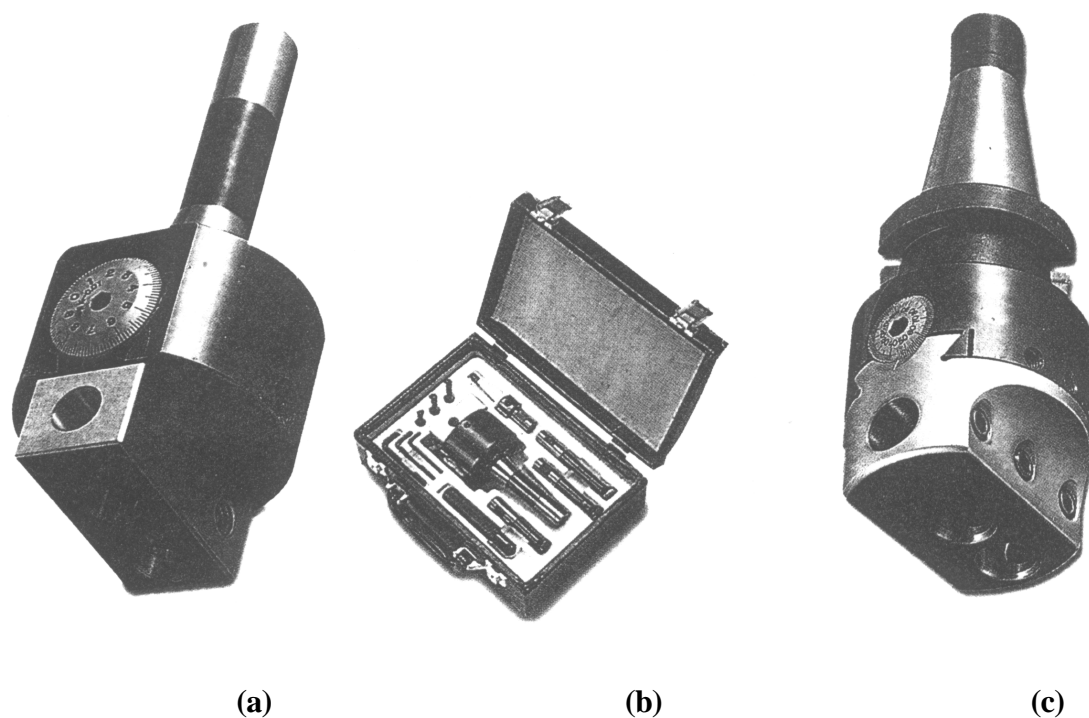


圖 8 微調搪孔頭（套牢式）

（三）萬能搪孔頭

萬能搪孔頭除了具有微調搪孔頭的功能之外，尚可作平面銑削、錐孔或外錐度銑削、外圓銑削等特殊功能，並具有進給量選擇、自動進給和停止裝置，因此亦有稱萬能搪孔頭為精密自動搪孔頭，如圖 9 所示。

- | | | | |
|----|--------|----|--------|
| A： | 主軸錐柄 | G： | 快速退刀環 |
| B： | 自動進刀按鈕 | H： | 自動進刀鈕 |
| C： | 進刀量調整鈕 | J： | 微調刻度環 |
| D： | 進刀停止塊 | L： | 滑座鎖緊螺絲 |
| E： | 指示刻劃 | M： | 固定桿螺絲孔 |
| F： | 扭力調整螺絲 | N： | 搪頭本體 |

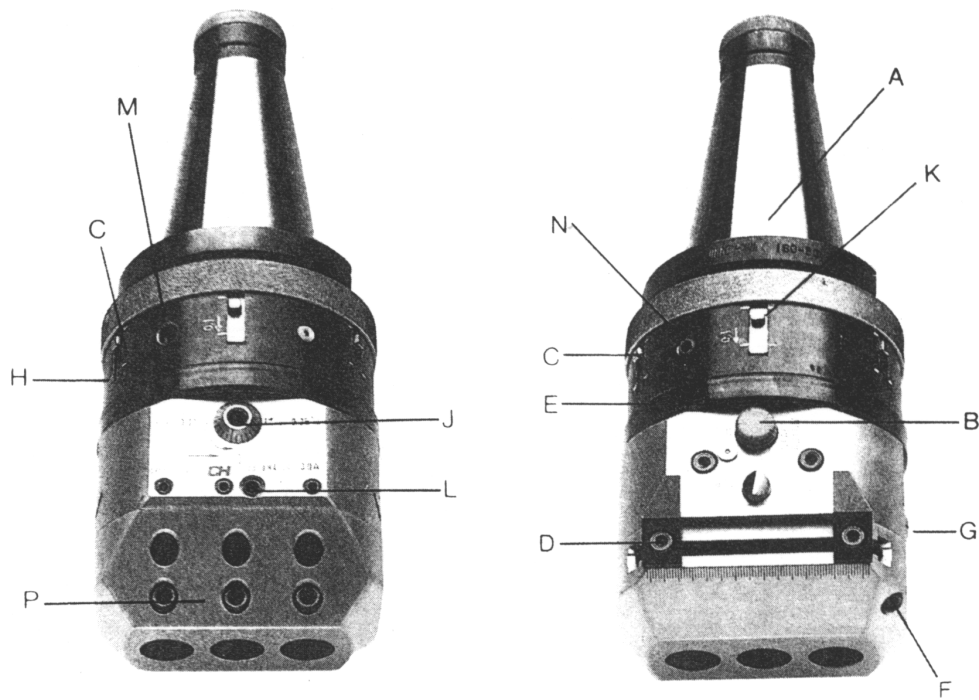


圖 9 萬能搪孔頭

(四) 手控精密搪孔頭

這一類型的搪孔頭比較特殊的是銑床主軸轉動時，搪孔頭本體不迴轉，具有手動進刀與微調的功能，如圖 10 所示。

- A：主軸柄徑
- B：滑座鎖緊螺絲
- C：刀桿滑座
- E：搪頭本體
- F：搪頭本體（不迴轉）
- G：進刀手把
- H：手把鎖緊螺絲
- K：刻度環
- L：刻度環
- M：主軸柄徑
- N：刀桿鎖緊螺絲
- P：滑座
- T：鳩尾座

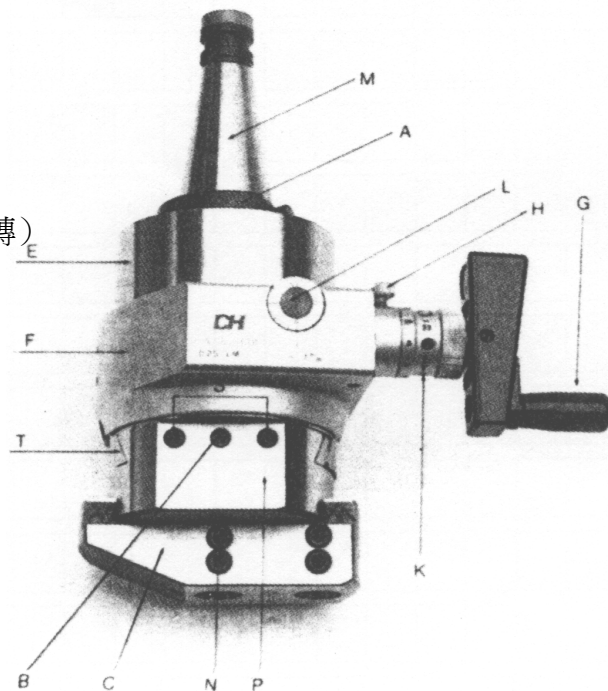


圖 10 手控精密搪孔頭

三、銑床搪孔的加工型態

將工件定位與夾持於銑床床台上，搪孔刀具裝置於銑床主軸並作校正，選用正確的銑削速度，啟動電源開關後，即可從事銑床的搪孔加工。一般常見的加工型態如下列所示：

- (一) 平面銑削：利用精密自動搪孔的裝置，可進行由孔中心向外或由外向內銑削平面，如圖 11 所示。a 圖為加裝延伸桿套接件銑削大平面，b 圖係將搪孔刀直接安裝在滑座上銑削小平面。

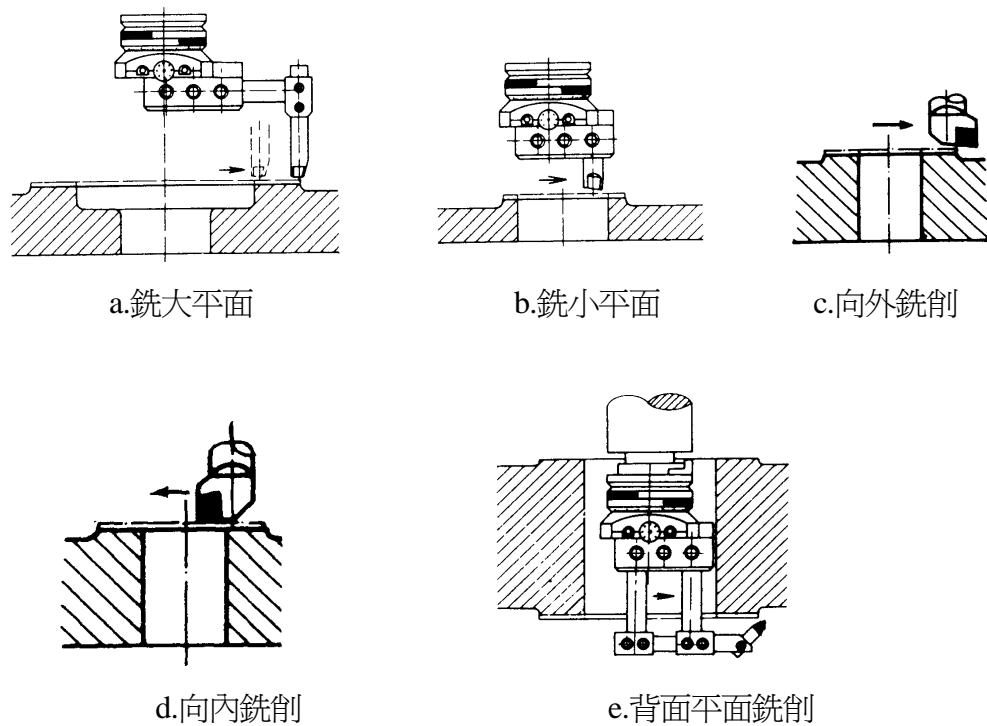


圖 11 平面銑削

- (二) 內孔搪孔：小孔孔徑或大孔孔徑的銑削，分別選用不同的搪孔刀進行加工，如圖 12 所示。

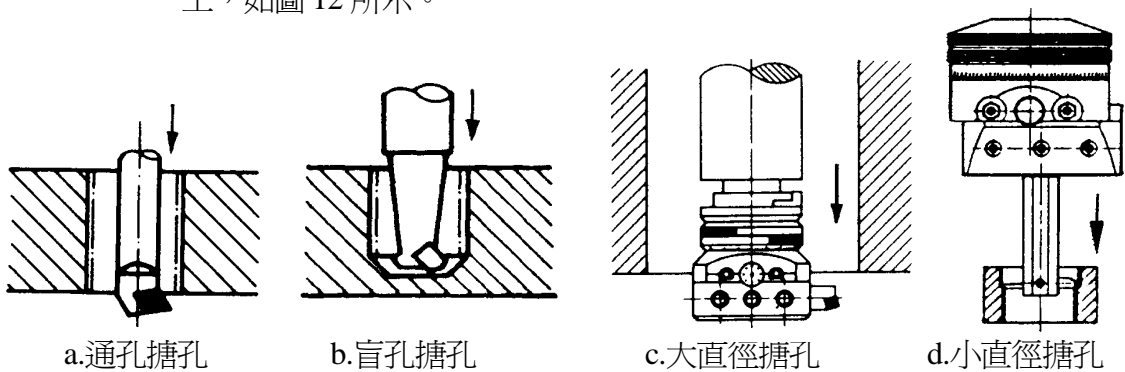


圖 12 內孔搪孔

(三) 內溝槽銑削

在工件內孔銑削內溝槽，可利用萬能搪孔頭夾持搪孔刀，作內孔徑的溝槽銑削，如圖 13 所示。

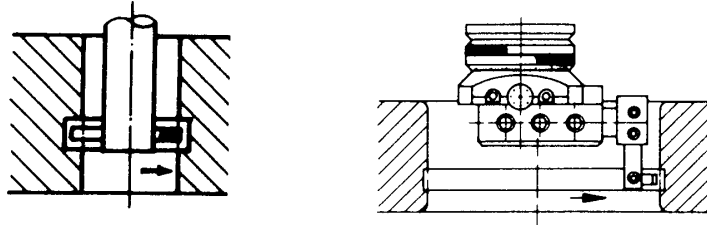


圖 13 內溝槽銑削

(四) 內螺紋銑削

一般的加工件之內螺紋，大多用車床車製或絲攻攻製，若以銑床銑削時，則需配合萬能搪孔頭及螺紋切削進給機構，才能銑削內螺紋，工作圖示如圖 14 所示。

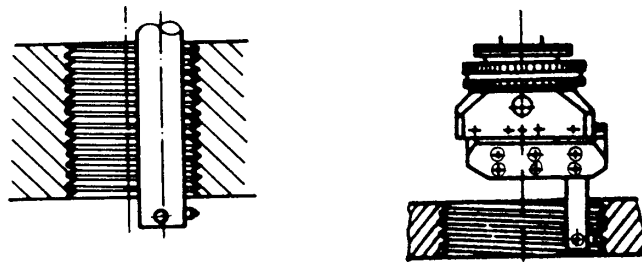


圖 14 內螺紋銑削

(五) 外圓旋轉銑削

利用延伸桿夾持搪孔刀，配合萬能搪孔頭，亦可進行如車床車削外徑的模式，進行工件外圓的銑削加工，如圖 15 所示。如果將刀具研磨成溝槽切削刀具時，亦可進行外溝槽銑削，如圖 15c 所示。

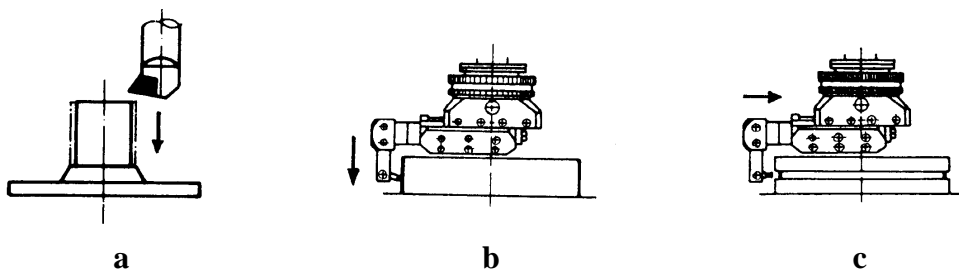
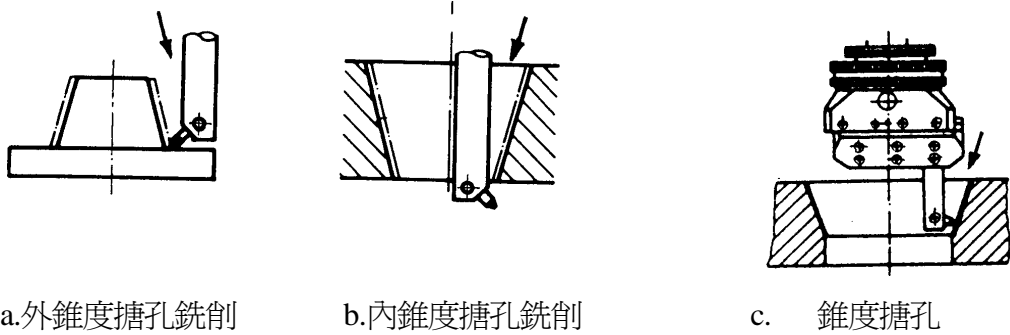


圖 15 外圓旋轉銑削

(六) 錐度搪孔銑削

在加工件上作外圓錐度銑削或內孔錐度搪孔銑削，如圖 16 所示，係利用萬能搪孔頭夾持搪刀，配合進給切削機構作錐度銑削工作。



a. 外錐度搪孔銑削

b. 內錐度搪孔銑削

c. 錐度搪孔

圖 16 錐度搪孔銑削

另外有一種專門用於銑削錐孔或外錐度的搪孔頭，如圖 17 所示；可作自動進給切削，加工的範例如圖 18 所示。

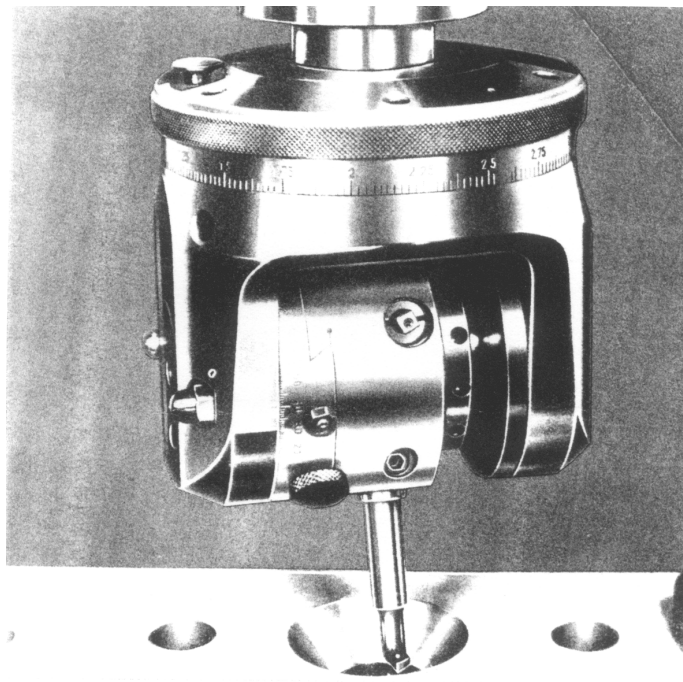


圖 17 錐度銑削搪孔頭

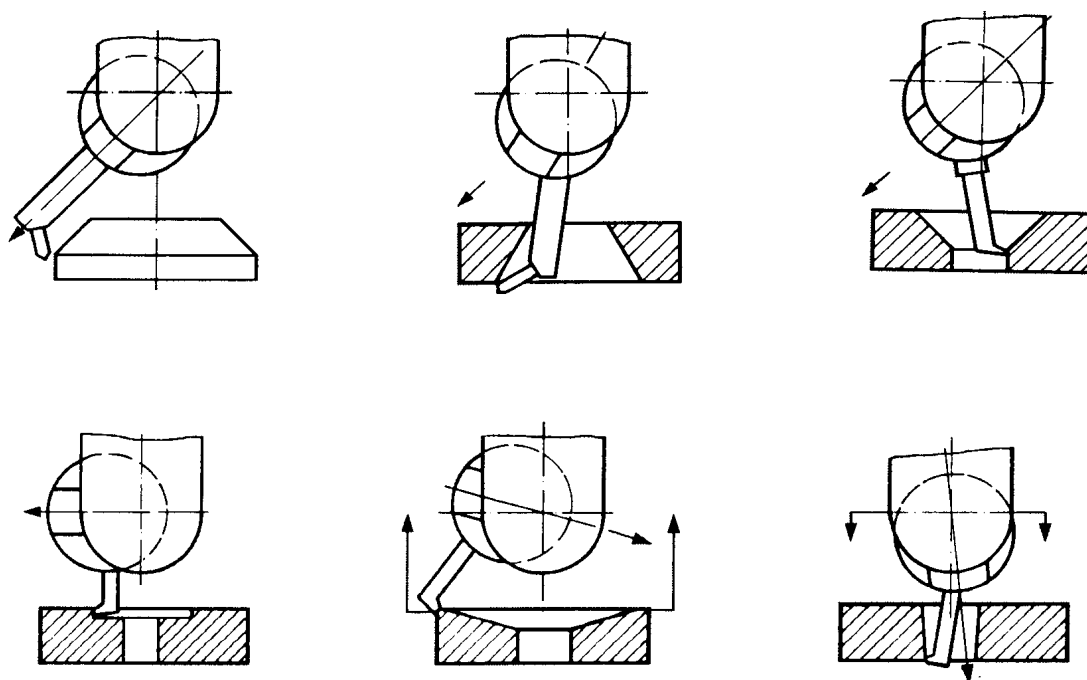


圖 18 錐度擴孔銑削加工範例

學習評量一：

請不要使用參考資料，寫出下列各題的答案：

一、 銑床搪孔刀具，依刀具形式分類可分為幾種？請簡述。

二、 銑床常用的搪孔頭有那幾種？請簡述。

三、 銑床搪孔時常見的加工型態有那些？

學習評量一答案：

你的答案應該包括下列要點：

- 一、一般常用的刀具有：
 - (一) 整體式搪孔刀：如方形長條高速鋼（俗稱白車刀）。
 - (二) 焊接式搪孔刀：將搪孔刀片焊接在刀柄上。
 - (三) 替換式搪孔刀：將替換式刀片鎖緊於刀柄上。
- 二、一般市場規格，常見的銑床搪孔頭有下列數種：
 - (一) 小徑搪孔頭：刀具偏心調整，調整量較小。
 - (二) 微調搪孔頭：有單支或整套的規格，裝置搪刀桿後可搪小孔徑或較大孔徑的工件。
 - (三) 萬能搪孔頭：具有微調搪孔頭的功能之外，尚可作平面銑削、錐度或錐孔銑削、外圓銑削，並具有自動進給和停止裝置，亦稱為精密自動搪孔頭。
 - (四) 手控精密搪孔頭：搪孔頭本體不迴轉，搪孔時具有手動進給和微調的功能。
 - (五) 錐度搪孔頭：專門用於銑削錐孔或外錐度的搪孔頭，可作自動進給切削。
- 三、常見的銑床搪孔加工型態有下列數種：
 - (一) 平面銑削。
 - (二) 內孔搪孔。
 - (三) 內溝槽銑削。
 - (四) 內螺紋銑削。
 - (五) 外圓旋轉銑削。
 - (六) 錐度搪孔銑削。

假如你的答案與上述之重點相似，請翻至下一頁。假如你的答案不與上述之重點相似，請重新自本教材第 5 頁開始再閱讀或閱讀第 4 頁所列之參考書籍，以便發現你的錯誤之處，並將第 15 頁上的錯誤更正，然後翻到下一頁。

本單元的第二個學習目標是：

不使用參考資料和書籍下，你能夠正確地說明銑床搪孔時，校正搪孔刀具的中心對準工件中心的方法。

機械加工時，首重工件的定位和夾持，再依據加工的需求，選用正確的刀具，正確安裝後，即可進行一系列的加工，銑床搪孔工作也是如此。茲將銑床搪孔加工工件定位與夾持後，如何將搪孔刀具對準工件中心的工作方法敘述如下：（註：銑床搪孔刀具對準工件中心之前，最好是先將工作表面加工完成，以便於有基準面作夾持、量測、劃線及校正之用。）

一、繪線針尖對準加工件孔中心

將待加工之工件，依工作圖之尺寸要求劃線，找出工件之孔中心位置；再將工件夾持於銑床工作台上。利用銑床刀具夾具將繪線針夾持於銑床主軸上（註：繪線針必須研磨正確，不可偏心），移動銑床床台，使繪線針尖和工件孔中心位置重合，即將縱向和橫向刻度值記錄下來，做為加工工件孔中心的座標值，如圖 19 所示。或者利用銑床上已裝有線性測量尺（俗稱光學尺）和數值顯示器的裝置，讀取孔加工中心的座標值；一般以 X 軸和 Y 軸歸零後再使用較為方便，如圖 20 所示為光學尺和 X 軸、Y 軸數值顯示器。

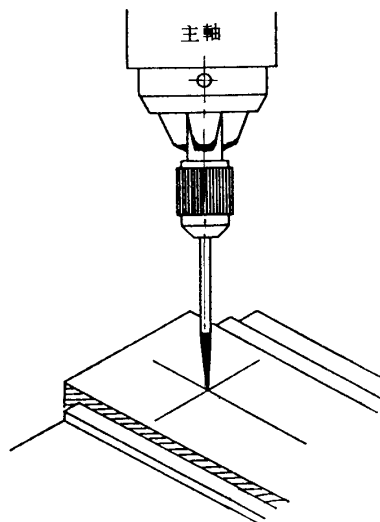
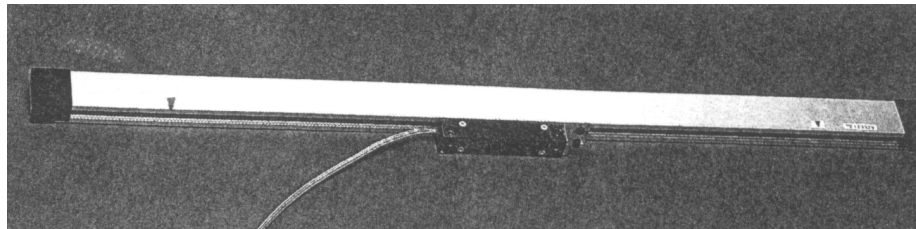
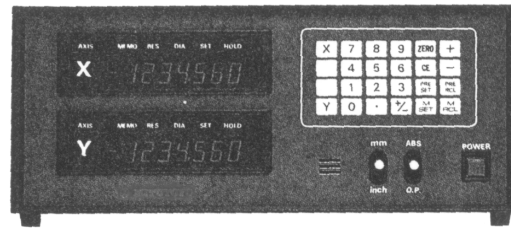


圖 19 繪線針尖對準孔加工中心



(a)光學尺



(b)數值顯示器

圖 20 光學尺和數值顯示器

這種方法非常簡便，但須注意繪線針尖是否和主軸同心，檢查時可以開動機器，讓主軸迴轉，目視觀察繪線針尖是否偏擺。若有不正確時，重新拆下繪線針，將繪線針及刀具夾具等擦拭乾淨後，再重行安裝，直到繪線針尖不偏擺為止。

二、標準圓桿校準加工件孔中心

將加工工件夾持於銑床床台上；選用磨光標準圓桿，利用銑床刀具夾具夾持於銑床主軸上，轉動主軸，檢視標準圓桿不可偏擺，移動銑床床台 X 軸向，使加工工件的邊緣和標準圓桿接觸，工件與標準圓桿接觸時，可用厚薄規或紙片介於兩者之間，待工件與標準圓桿漸漸接近時，抽動厚薄規或紙片，檢測其壓力，若微微接觸可抽離時即停止，如圖 21 所示，將 X 軸向的刻度值記錄下來或刻度環作歸零調整，或將光學尺的數值顯示器 X 值歸零，則加工工件中心 X 軸向的定位值即可求出。若加工工件孔中心距工件邊緣為 a ，標準圓桿半徑為 d ，厚薄規或紙片厚度為 t ，標準圓桿中心（即銑床主軸中心）與加工工件孔中心距離為 X ，則 $X = a + d + t$ 。

在 X 軸向上，將標準圓桿和工件分離後，以同樣的方法再求 Y 軸向的定位值，則可得到 $Y = b + d + t$ ，如圖 22 所示。

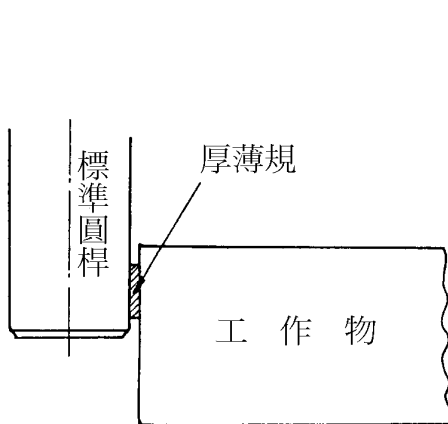


圖 21 標準圓桿與加工工件之關係

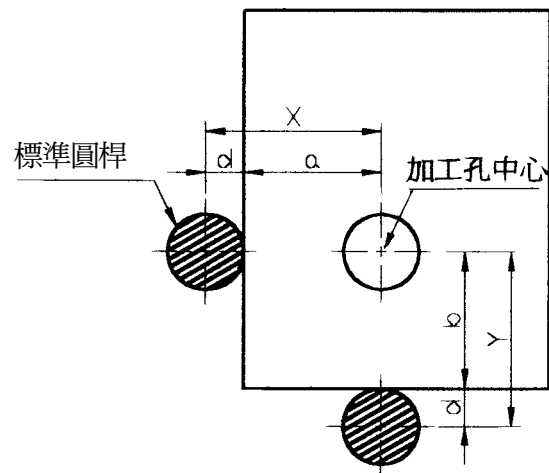


圖 22 標準圓桿定位加工孔中心

如上所述，可將加工工件孔中心位置定位出來，定位調整的方式有下列三種：

(一) 配合銑床上所裝置光學尺和數值顯示器定位調整

移動銑床床台 X 軸向，由光學尺和數值顯示器上得到 X 值，再移動床台 Y 軸向，由光學尺和數值顯示器上得到 Y 值，將床台 X 軸和 Y 軸向固鎖後，銑床主軸中心即與加工工件孔中心同在一直線上（即同心）。

(二) X 軸和 Y 軸刻度環歸零後定位調整

移動床台 X 軸向，由手輪刻度環上的刻度設定 X 值，再移動床台 Y 軸向，由手輪刻度環上的刻度設定 Y 值，將床台 X 軸向和 Y 軸向固定後，銑床主軸中心即與加工工件孔中心同心。

(三) X 軸和 Y 軸刻度環未歸零的定位調整

若銑床 X 軸向和 Y 軸向的手輪刻度未具有歸零調整的裝置，則需將 X 軸上的目前刻度值記錄下來，再加上 X 值（或減去 X 值，依床台移動方向決定），即是 X 軸必須移動調整的刻度值。同理 Y 軸之調整亦是如此，則銑床主軸中心亦可定位於加工工件孔中心上，使其同心。

三、迴轉式尋邊器校準加工工件孔中心

將銑床搪孔加工工件夾持於床台上，利用銑床刀具夾具將迴轉式尋邊器夾持於銑床主軸上，迴轉式尋邊器如圖 23 所示，夾持柄和尋邊測桿係兩節式的設計，不同心時兩節係偏離的，若兩節同心時，則看起來像一體不會偏擺，使用迴轉式尋邊器的步驟如圖 24 所示，操作程序如下：

(一) 將迴轉式尋邊器夾持於銑床主軸上。

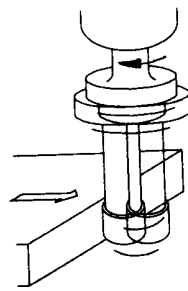
(二) 調整銑床轉速約 400~600rpm。

(三) 開動機器，讓主軸迴轉。

(四) 移動床台（如 X 軸向），將工件邊緣慢慢接近尋邊器測桿，如圖 24a 所示。

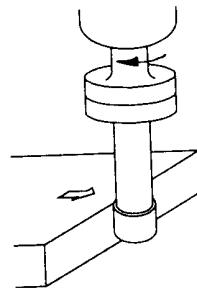
(五) 漸近的工件擠壓尋邊器測桿，待尋邊器夾持柄和尋邊測桿看起來像一體，同步迴轉時，則銑床中心到加工工件孔中心距離即可求出，如圖 24b 所示。銑床中心至加工工件孔中心距離等於孔中心距工件邊緣尺寸加上尋邊測桿的半徑。

(六) 若移動工件的距離過大，則尋邊器夾持柄和尋邊測桿之中心，將在瞬間又偏離，如圖 24c 所示。因此在移動床台時，小心的求取工件邊緣和尋邊器尋邊測桿微微接觸時（即相切），即可求得最正確的銑床中心和加工工件孔中心之間的距離。



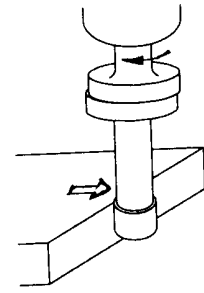
(a)

圖 23 迴轉式尋邊器



(b)

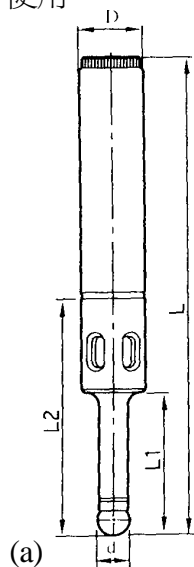
圖 24 迴轉式尋邊器之操作



(c)

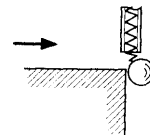
四、光電式尋邊器校準加工件孔中心

光電式尋器如圖 25 所示，使用時可利用銑床刀具夾具將它夾持於銑床主軸上，再移動床台，將工件邊緣慢慢靠近尋邊器的球體測頭，當工件邊緣與球體接觸時，尋邊器的指示燈會亮（註：工件必須是導體，當工件與尋邊器球體接觸時，形成通路導電，故指示燈亮），或尋邊器具有音效時會發出「嗶」聲，同時具有視覺與聽覺的效果，提醒工作人員注意。若操作人員不慎將工件移動過量時，尋邊器的球體會偏離，內部以彈簧拉引，避免損壞尋邊器，這是一種安全的設計，如圖 25b 所示。使用光電式尋邊器時，為了避免裝置上的誤差，第一次使用時，工件與球體測頭接觸後，先記錄其手輪刻度值，再將兩者退離；以手動轉動銑床主軸，轉動 180°，再將工件與球體測頭作接觸，檢視手輪刻度是否與前一次相同，若有誤差則表示光電式尋邊器安裝不正確，須重新安裝，消除偏擺現象後再行使用。



(a)

圖 25 光電式尋邊器



(b)

配合光學尺和數值顯示器的同時使用，可以非常快速地完成加工工件孔中心位置的定位，計算式如下所示：

$$X \text{ 軸向： } X = a + d/2$$

X ： X 軸向移動距離， a ：孔中心距工件邊緣， $d/2$ ：球半徑

$$Y \text{ 軸向： } Y = b + d/2$$

Y ： Y 軸向移動距離， b ：孔中心距工件邊緣， $d/2$ ：球半徑

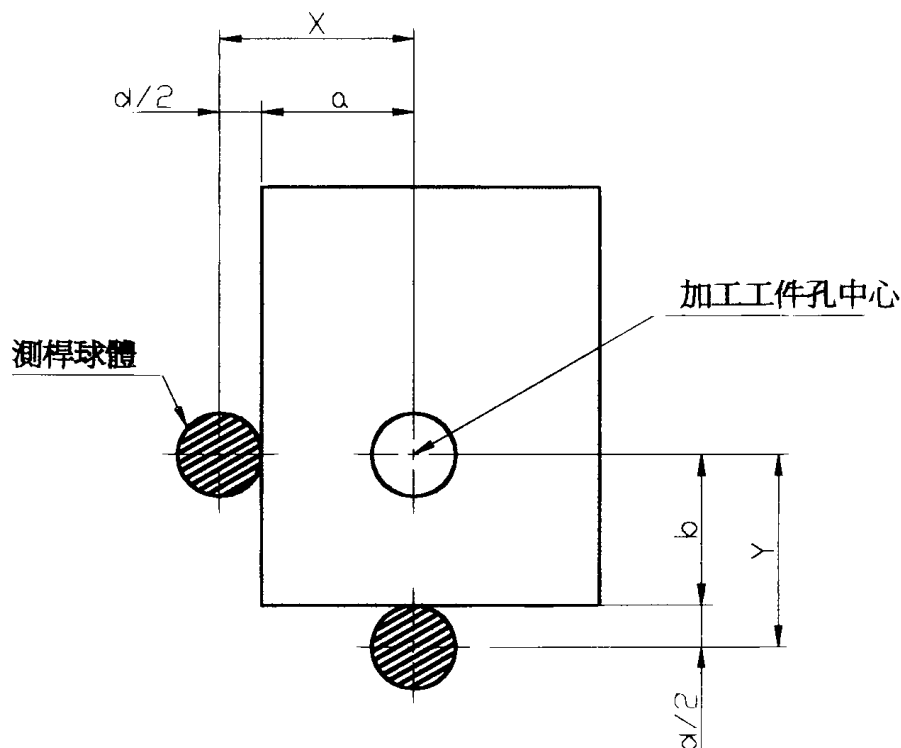


圖 26 光電式尋邊器定位加工孔中心

五、量表校準加工件孔中心

對於已經加工過的內孔，若需再作搪孔擴大尺寸時，使用量表校準加工工件孔中心是最適宜的方法。當內孔孔徑尺寸較大或極大時（一般銑床搪孔加工內孔尺寸約 300 mm 以內），可以將普通量表放入時，則可直接將普通量表安裝於銑床主軸上，量表測軸接觸內孔孔壁，進行內孔中心的校準工作，使工件孔中心和銑床主軸同心。

若是較小孔徑的內孔，則可用槓桿量表校準孔中心，如圖 27 所示為縱形量表（T 形量表），槓桿量表的測程較小，使用時須小心，以免折斷測桿。

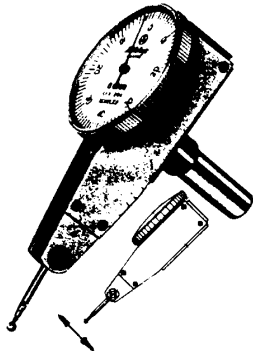
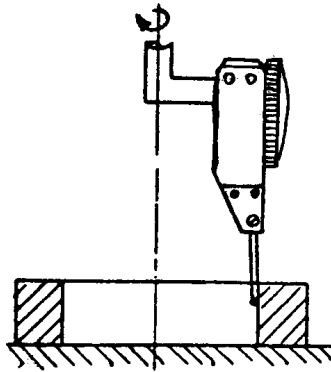
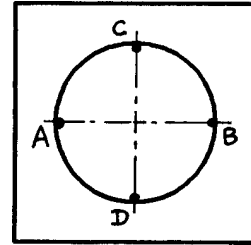


圖 27 槓桿量表（縱形）



(a)



(b)

圖 28 槓桿量表校準內孔中心

使用槓桿量表校準已經加工過的內孔中心，簡要操步驟如下：

- (一) 將內孔已加工過的工件夾持於銑床床台上。
- (二) 利用銑床夾具或磁力座，將槓桿量表裝置於銑床主軸上。
- (三) 移動床台，使工件內孔趨近槓桿量表。
- (四) 調整槓桿量表於適當位置，使槓桿量表測桿微微接觸工件內孔孔壁。
- (五) 調整銑床主軸為空檔或高速檔。
- (六) 以手動迴轉主軸一圈，目測檢視量表指針，校準工件內孔中心，如圖 28(a) 所示。
- (七) 依量表指針顯示，移動調 X 軸和 Y 軸，再手動迴轉主軸檢測，使內孔孔壁圓周上 A、B、C、D 四點的量表顯示量一樣，則孔中心和銑床主軸中心為同心，如圖 28(b) 所示。
- (八) 固定 X 軸和 Y 軸（記錄 X 和 Y 軸度環刻度值或作歸零調整；配合光學尺和數值顯示器時，將 X 軸和 Y 軸數值歸零，設定為原點）。
- (九) 拆卸槓桿量表，完成槓桿量表校準加工工件孔中心。

以上述五種加工工件孔中心的校準方法，使用者可視工場設備及加工校正的方便性，由操作者自行定奪。總之，加工工件作切削加工之前必須作正確的定位、校正和夾持，後續的切削加工才有基準可言，自是疏忽不得。

學習評量二：

請不要使用參考資料，寫出下列各題的答案。

一、是非題：

- () 1.光學尺必須配合數值顯示器使用才能發揮功能。
- () 2.標準圓桿校準加工件孔中心時，銑床主轉要轉動，作動態的校準。
- () 3.使用迴轉式尋邊器時，銑床主軸轉速約在 400~600rpm 之間為宜。
- () 4.使用光電式尋邊器時，可以啓動電源，讓銑床主軸迴轉。
- () 5.使用光電式尋邊器時，第一次與第二次的檢校，銑床主軸須轉動 180° 以檢校光電式尋邊器是否有偏擺。

二、請寫出工場中常用的加工工件孔中心的校準方法。

學習評量二答案：

一、是非題：

1.(○)

2.(×)

3.(○)

4.(×)

5.(○)

二、工場中常用的加工工件孔中心的校準方法有如下數種。

(一) 繪線針尖對準加工工件孔中心。

(二) 標準圓桿校準加工工件孔中心。

(三) 迴轉式尋邊器校準加工工件孔中心。

(四) 光電式尋邊器校準加工工件孔中心。

(五) 量表校準加工工件孔中心。

假如你的答案與上述之重點相似，請翻到下一頁。假如你的答案不與上述之重點相似，請重新自本教材第 17 頁開始再閱讀或閱讀第 4 頁所列之參考書籍，以便發現你的錯誤之處，並將第 25 頁上的錯誤更正，然後翻到下一頁。

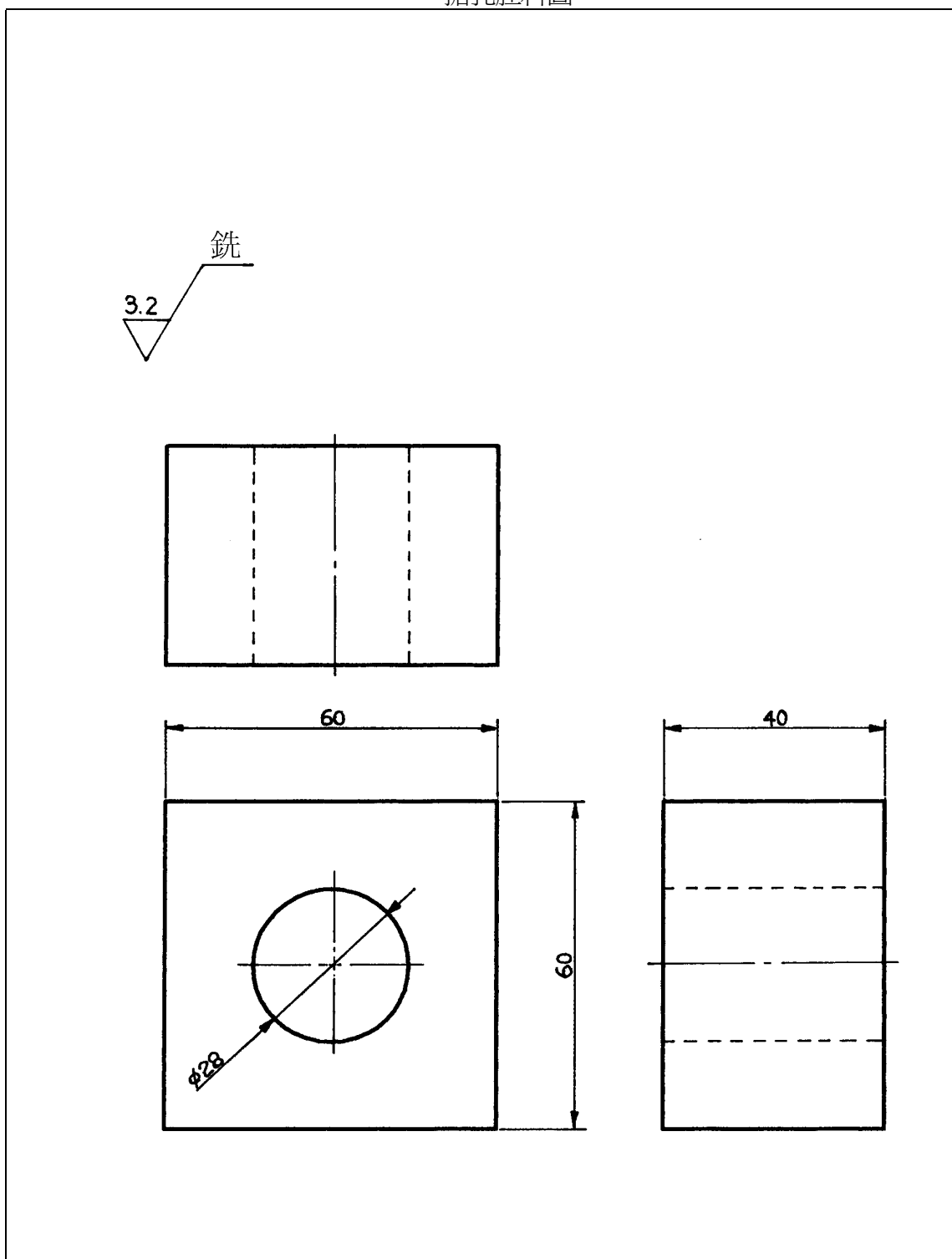
恭喜你完成了前面二個學習項目，並通過學習評量，現在進入技能操作領域，你將會運用這些知識來作搪孔銑削。

本單元的第三個學習目標是：

給你一張工作圖、材料及足夠的工具，在無人幫助的情況下，你能在二小時內，利用立式銑床作搪孔加工銑削，工件尺寸精度達到 1 T11 級，表面粗糙度在 12.5a 以內。

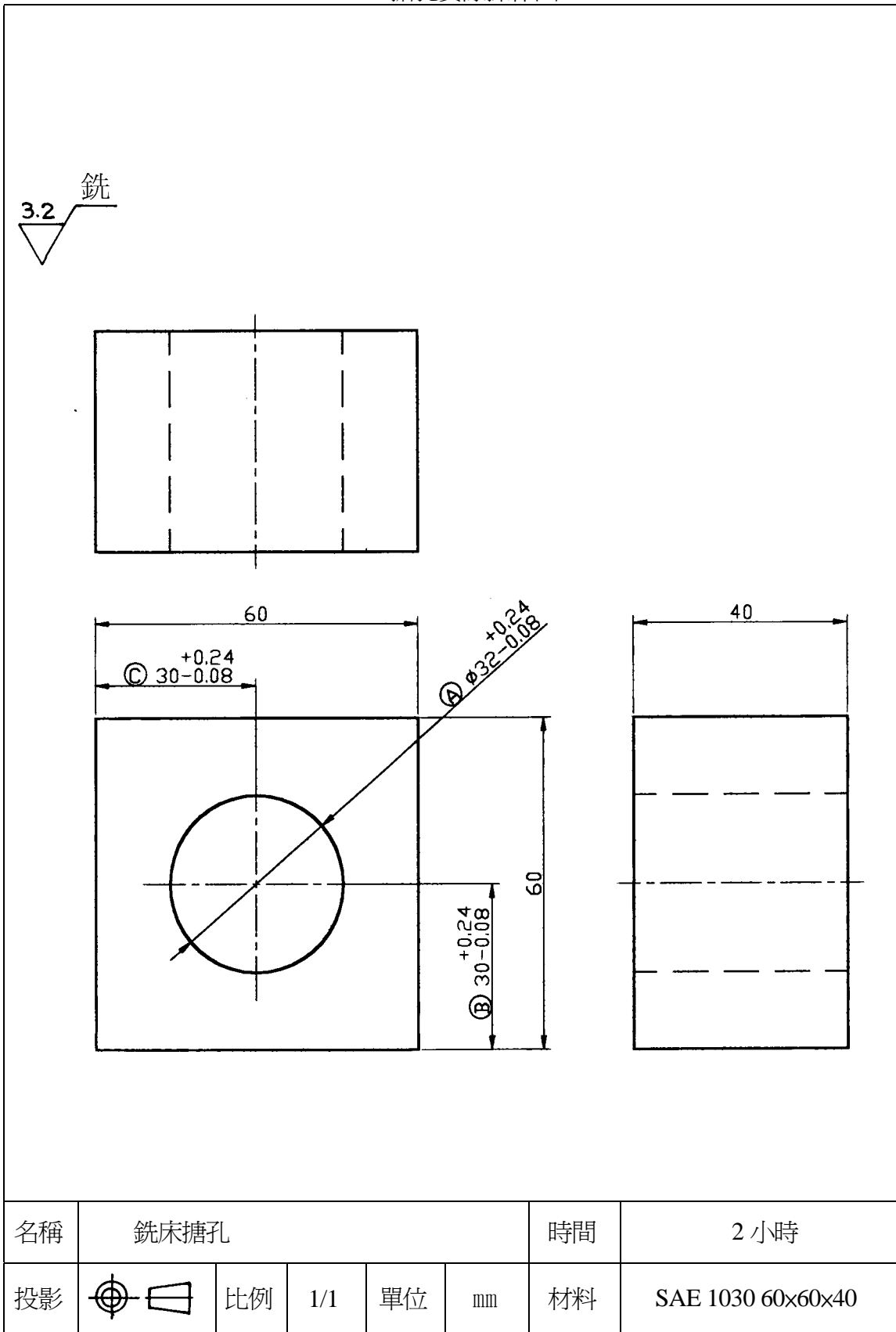
當你實際作立式銑床搪孔銑削之前，你必須熟悉立式銑床搪孔銑削的操作程序。現在先請你到工具管理室，向管理員借用編號 **PMT-MIL0517** 的電視錄影片，再到教學區找一部錄影放映機，放映錄影片學習立式銑床搪孔銑削的操作程序（暫無教學錄影帶時，請老師示範）並參照閱讀以下之操作步驟，進行立式銑床搪孔銑削。搪孔銑削胚料圖及實際操作圖如下：

搪孔胚料圖



名稱	搪孔胚料				時間	
投影		比例	1/1	單位	mm	材料
						SAE 1030 60 × 60 × 40

搪孔實際操作圖



一、作業前準備

實作操作之前，必須將各類需要用的東西準備妥當，以免需用時手忙腳亂，影響工作效率。作業前準備工作分述如下：

(一) 機械及工具

項次	名稱	規格	單位	數量	備註
1	立式銑床	床台左右移動距離 710 mm	台	1	2 號立式銑床（含附屬專用工具、六角扳手、梅花扳手等）
2	彈簧筒夾	6 mm~25 mm	組	1	含 NT40 套筒式夾頭本體及鉤形扳手
3	銑床虎鉗	125 mm或 150 mm	座	1	
4	平行塊		套	1	
5	香檳鎚	1 磅	支	1	軟金屬鎚或木鎚亦可
6	安全眼鏡	安全鏡片	付	1	
7	油石	3/8x1x4 吋	塊	1	
8	鐵屑鉤		支	1	
9	棕刷	4 吋	支	1	
10	毛刷	2 吋	支	1	

(二) 刀具

項次	名稱	規格	單位	數量	備註
1	銑床搪孔頭	NT40 錐柄	組	1	微調型或萬能型（含附屬工具）
2	替換式搪孔刀	替換式	組	1	（含刀片及搪刀桿）
3	什錦銼	5 支組	組	1	

(三) 量具

項次	名稱	規格	單位	數量	備註
1	內分厘卡	25~ 50 mm/0.01 mm	支	1	或三點式內徑分厘卡
2	光學尺	300 mm/5 μ m 750 mm/5 μ m	支	各 1	已安裝於銑床 X、Y 軸上含介面延長線
3	數值顯示器	X、Y 二軸式/5 μ	組	1	
4	光電式尋邊器	測頭球徑 10 mm 夾持柄徑 20 mm	支	1	
5	厚薄規	公制	組	1	
6	粗糙度比較片	車床用	片	1	搪孔時用車床粗糙度比較片
7	游標卡尺	150 mm/0.02 mm	支	1	

(四) 材料及消耗品

項次	名稱	規格	單位	數量	備註
1	塊料	SAE 1030 60 × 60×40	塊	1	已加工完成
2	潤滑油	# 30		若干	保養機器用
3	切削劑	非水溶性		若干	
4	抹布	棉質	塊	若干	

二、操作程序

- (一) 檢查立式銑床各部位，擦拭乾淨並加注潤滑油。
- (二) 依作業前準備所列清單，準備刀具、工具、量具和相關之耗材。
- (三) 檢查銑削工件胚料尺寸是否正確。
- (四) 安裝虎鉗，並作鉗口校正，使平行於 X 軸向（即縱向、床台的左右方向），如圖 29 所示。

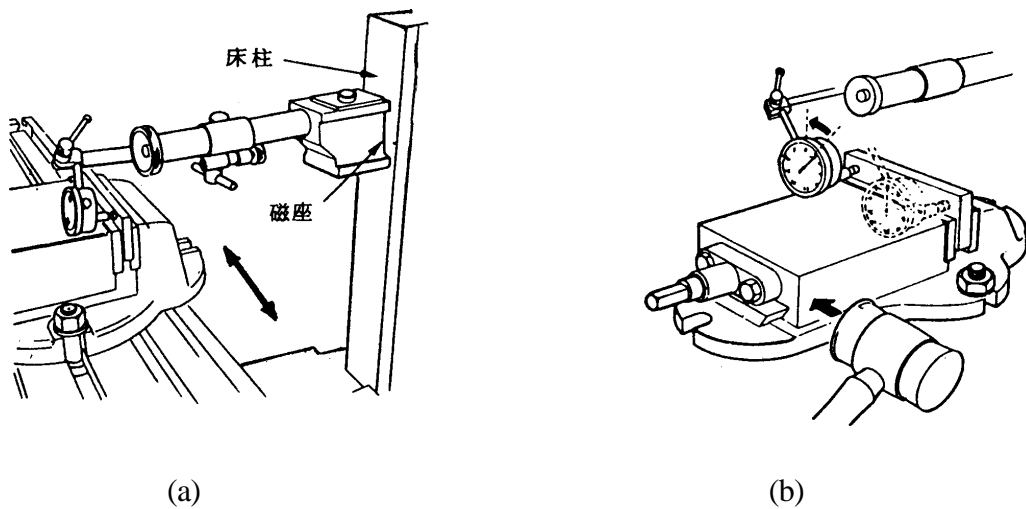


圖 29 虎鉗校正

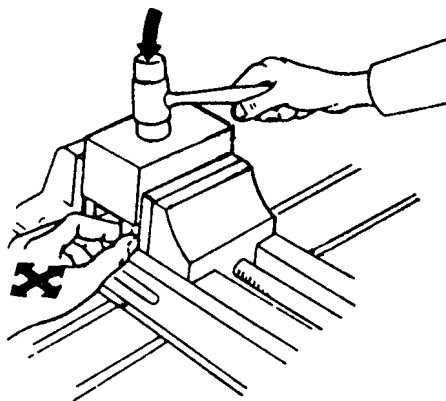


圖 30 工件夾持

- (五) 使用平行塊，墊高工作物，使工物露出鉗口高約 15 mm。虎鉗夾緊工件並用香檳槌（或軟金屬鎚）敲擊，務必使工作物緊貼於平行塊上，並用手抽拉（搖擺）檢驗，如圖 30 所示。

- 注意事項：1. 虎鉗及平行塊必須擦拭乾淨，避免有雜物影響精確。
2. 虎鉗及平行塊若有毛邊，須用油石推磨礪除。
 3. 兩側邊所用之平行塊必需等高。
 4. 敲擊工件時，勿太用力，以免反彈使工件和平行塊不能貼緊。

(六) 安裝 X、Y 軸數值顯示器，連接 X、Y 軸介面延長線；打開數值顯示開關，移動銑床床台 X 軸和 Y 軸，檢視 X、Y 軸介面裝置是否正確；若有不正確時，關閉電源再重新調整，而後再打電源備用。

(七) 使用光電式尋邊器求取加工工件孔中心

1. 使用彈簧筒夾將光電式尋邊器夾裝於主軸。（如圖 31）
2. 參考圖 26 所示之方法，緩慢移動床台，使工件 X 軸向的邊緣與光電式尋邊器測桿球體微微接觸（接觸信號燈亮），求取工件孔中心與測桿球體中心的距離， $60/2 + 10/2 = 35\text{mm}$ 。
3. 押按數值顯示器 X 軸，並作歸零設定。
4. 光電式尋邊器測桿球體退離工件邊緣，以相同的方式，再求取 Y 軸向工件孔中心與測桿球體中心的距離， $60/2 + 10/2 = 35\text{ mm}$ 。
5. 押按數值顯示器 Y 軸，並作歸零設定。
6. 光電式尋退離工件，銑床床台下降。
7. 移動銑床床台 X 軸和 Y 軸，使銑床主軸中心移向加工工件孔中心。
8. 檢視 X、Y 軸數值顯示器，使 X 與 Y 之顯示值為 35 mm。
9. 固定銑床台 X 軸向和 Y 軸向，完成銑床主軸中心和工件孔中心同心的調整。
10. 押按 X、Y 軸數值顯示器，使 X、Y 軸之顯示值設定為 0，作為加工時之原點，如圖 32 所示。

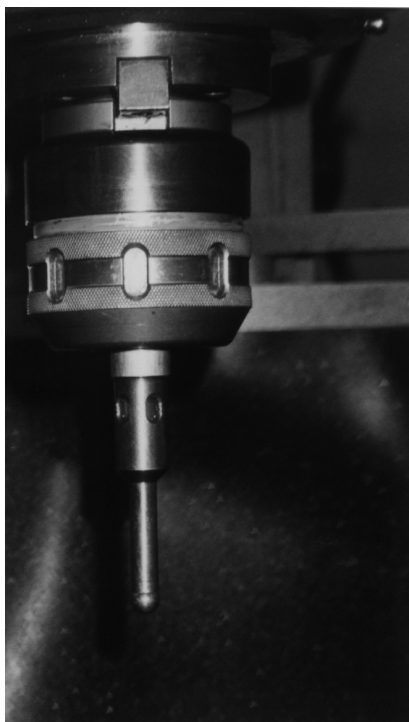


圖 31 尋邊器安裝



圖 32 設定工作原點

(八) 安裝搪孔器

1. 將光電式尋邊器拆下，擦拭乾淨後歸位。
2. 將 NT40 錐柄的微調搪孔器擦拭乾淨後，安裝於銑床主軸。

(九) 選用替換式搪孔刀，安裝於搪孔器上並固定鎖緊，如圖 33 所示。

(十) 調整搪孔刀與工件孔壁之距離，保持些微之間隙，再將搪孔刀退離孔壁，如圖 34 所示。

注意事項：1.調整時係放鬆搪孔器鳩尾座固定螺絲，以扳手旋轉刻度環移動搪孔刀；不可以移動床台。

2.注意搪孔刀尖不可碰撞，避免破裂。

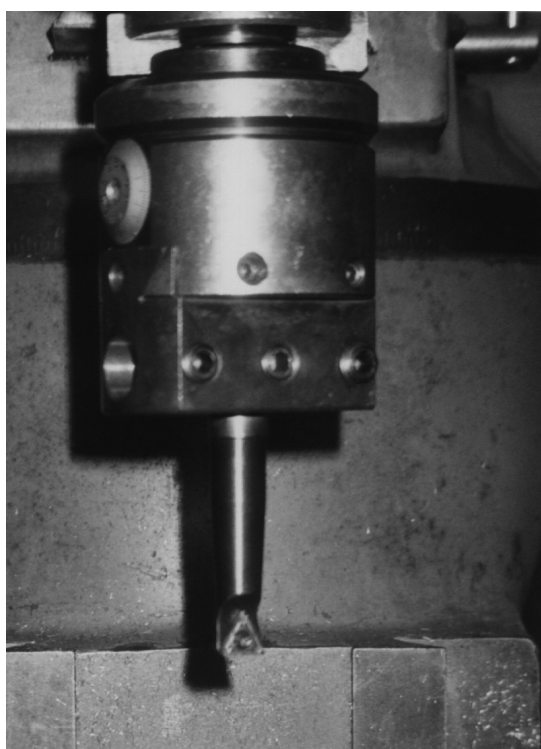


圖 33 搪孔刀安裝

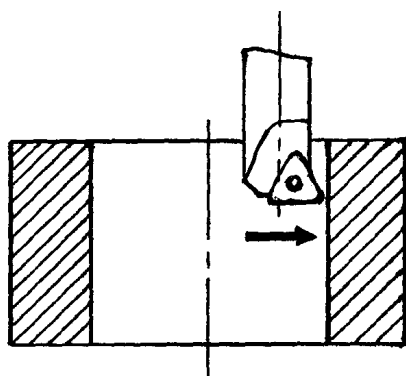


圖 34 搪孔刀位置調整

(十一) 搪孔銑削

1. 調整銑床主軸轉速和切削進給率。適當的切削速度和進給，如表 1 所示。以碳化物刀具切削普通鋼為例，若工件孔徑 30 mm 時，則主軸轉速約為 600rpm（或再酌予降低些）。

表 1 搪孔切削速度和進給

工作物材料	高速度鋼刀具		鈷高速度鋼刀具		碳化物刀具	
	切削速度 (m/min)	進給(mm/rev)	切削速度 (m/min)	進給(mm/rev)	切削速度 (m/min)	進給(mm/rev)
普通鋼	30	0.2~1.0	40	0.2~1.0	60	0.2~1.0
鎳 鋼	25	0.2~1.0	32	0.2~1.0	50	0.2~1.0
鎳鉻鋼	20	0.2~0.8	28	0.2~0.8	40	0.2~0.8
不鏽鋼	15	0.2~0.8	20	0.2~0.8	30	0.2~0.8
鑄 鐵	10~15	0.2~5.0	18~25	0.2~5.0	30~60	0.2~4.0
鑄 鋼	8~10	0.2~3.0	14~20	0.2~3.0	25~40	0.2~2.0
黃 銅	20~40	0.2~0.8	30~50	0.2~0.8	40~80	0.2~0.8
輕合金	150~250	0.1~1.0	300~400	0.1~1.0	400~600	0.2~0.8

2. 調整搪孔刀於適切的位置（單邊切削約為 0.2 mm），再將鳩尾座固定。
3. 開啓電源，試銑削，充分的使用切削劑。（應用銑床自動進給切削裝置，進行搪孔銑削）。
4. 切削到孔底，停止自動切削進給。
5. 關閉電源，停止銑床主軸轉動。
6. 檢視搪孔刀尖位置，以手轉動主轉，偏轉到可觀察搪孔刀尖的位置。
7. 放鬆銑床 X 軸和 Y 軸向的固鎖扳手；移動銑床床台使搪孔刀尖偏離工件內孔孔壁。
8. 將搪孔刀自工件內孔孔底提升到工件上方。
9. 以游標卡尺或內徑分厘卡量測工件內孔孔徑，並計算補進刀尺寸。
10. 移動銑床床台使加工工件之孔中心回復到銑床主軸中心同心位置（由光學尺和 X、Y 軸數值顯示器之指示調整）。
11. 固定銑床床台 X、Y 軸固鎖扳手。
12. 調整搪孔器搪孔刀的進刀距離，並予以固定。
13. 啓動電源，再次進行搪孔銑削。
14. 重複步驟(3)到步驟(13)的工作程序，進行粗銑削後，再完成精銑削。

(十二) 修除工件毛邊，完成搪孔銑削。

(十三) 拆卸工件，拆下刀具、工具，清潔後歸位。

(十四) 擦拭機械、清潔上油、地面清掃。

現在你已熟悉立式銑床搪孔銑削的操作步驟，假如你仍未能完全熟悉，請重複學習編號 PMT-MIL0517-V 的教學錄影帶（暫無教學錄影帶時，請老師示範）和本教材，直到你熟悉為止，若還有困難則去請教你的老師；待完全熟悉後，將編號 PMT-MIL0517-V 的教學錄影帶歸還工具管理員，並領取材料及借用刀具、工具、量具等。再向領班借用立式銑床一部，根據實際操作工作圖，作搪孔銑削練習。操作練習中，你可以參考操作步驟，邊作邊學；若有困難時，也可以去請教你的老師。

當你做好了練習，請你將作品依下一頁的評量表，做自我評量。若你對自我評量的結果不滿意，你可以將搪孔尺寸加大 3 mm（或再向管理員領取一塊材料），再繼續作練習，直到你能勝任本單元學習目標三所列之能力為止。

自我評量表

我對自己作業的評分：

(一) 尺寸精度

部位	標示尺寸		實測尺寸	評分標準						得分
				IT9		IT10		IT11		
A	32	+0.14		+0.14	40	+0.18	28	+0.24	24	/80
		+0.08		+0.08		+0.08		+0.08		
B	30	+0.14		+0.14	20	+0.18	14	+0.24	12	
		+0.08		+0.08		+0.08		+0.08		
C	30	+0.14		+0.14	20	+0.18	14	+0.24	12	
		+0.08		+0.08		+0.08		+0.08		

(二) 表面粗糙度

工件	標示值	實測值	評分標準						得分
件 1	3.2a		3.2a	20	6.3a	14	12.5a	12	/20

(三) 扣分項目

項目	實測記錄	評分標準	扣分
每處傷痕		-4	
每處毛邊未修除		-1	
材料使用每換一件		-2	

假如你能勝任學習目標三所列之能力，請準備參加學後評量。

學後評量

一、是非題：

- () 1. 銑床搪孔後測量其內徑，若孔徑須再加大時，調整銑床床台 X 軸向或 Y 軸向即可再次作搪孔銑削。
- () 2. 銑床搪孔時，搪孔刀無法像鑽頭一般切入工件，必須先作鑽孔後再行加工，或工件已具有孔穴才能進行搪孔銑削。
- () 3. 銑床上搪孔和車床上搪孔，兩者刀具的作動原理是一樣的。
- () 4. 銑床上搪孔關閉電源時，搪孔刀刀尖必須退離工件內孔壁，再將搪孔刀提升到工件上方作補進刀調整，以免刀尖受損。
- () 5. 銑床搪孔銑削時，若孔徑較標準尺寸小 0.2 mm，則搪孔器刻度環指示位置應調整加大 0.1 mm，再作搪孔銑削。

二、選擇題：

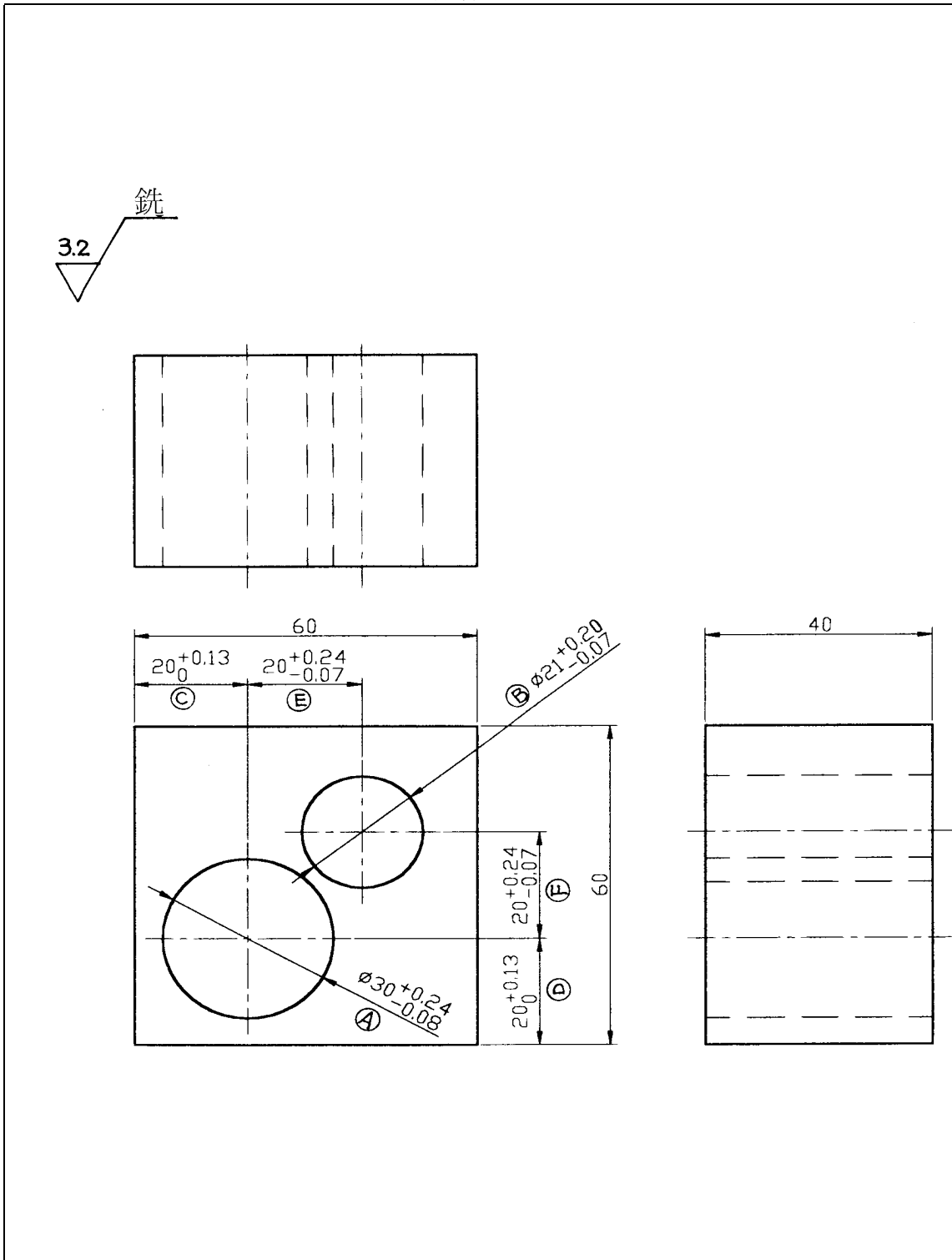
- () 1. 銑床主軸標準錐度為 (1)1/20 (2)1/24 (3)7/24 (4)1/40。
- () 2. 搪孔加工時，產生顫動的可能原因為 (1)切削速度不當 (2)搪刀桿徑太小 (3)工件夾持不穩定 (4)以上皆是。
- () 3. 光電式尋邊器之夾裝，通常是用何者夾持為宜 (1)鑽頭夾頭 (2)彈簧筒夾 (3)C 形夾 (4)磁力夾座。
- () 4. 下列之尋邊器，何者在應用時，主軸須作慢速回轉（約 400rpm） (1)光電式尋邊器 (2)標準圓桿 (3)二節式（迴轉式）尋邊器 (4)以上皆是。
- () 5. 光學尺的使用須配合下列何者一起使用 (1)量表 (2)手輪刻度環 (3)數值顯示器 (4)投影機。

三、實作測驗：

根據實作測驗工作圖，到工具室向工具管理員領取材料及所需之刀具、工具、量具等，再向領班借用立式銑床一部，開始作實作測驗。

在你工作之前，請先填好工作計劃單，送請老師認可。

實作測驗圖



名稱	銑床搪孔					時間	3 小時
投影		比例	1/1	單位	mm	材料	SAE 1030 60x60x40

自我評量表

我對自己作業的評分：

(一) 尺寸精度

部位	標示尺寸	實測尺寸	評分標準						得分
			IT9		IT10		IT11		
A	30 +0.14 +0.08		+0.14 +0.08	20	+0.18 +0.08	14	+0.24 +0.08	12	/80
B	21 +0.12 +0.07		+0.12 +0.07	20	+0.15 +0.07	14	+0.20 +0.07	12	
C	20 +0.05 0		+0.05 0	10	+0.08 0	7	+0.13 0	6	
D	20 +0.05 0		+0.05 0	10	+0.08 0	7	+0.13 0	6	
E	20 +0.20 +0.07		+0.20 +0.07	10	+0.22 +0.07	7	+0.24 +0.07	6	
F	20 +0.20 +0.07		+0.20 +0.07	10	+0.22 +0.07	7	+0.24 +0.07	6	

(二) 表面粗糙度

工件	標示值	實測值	評分標準						得分
件 1	3.2a		3.2a	20	6.3a	14	12.5a	12	/20

(三) 扣分項目

項 目	實測記錄	評分標準	扣 分
每處傷痕		-4	
每處毛邊未修除		-1	
材料使用每換一件		-2	

我的作業評分=尺寸精度+表面粗糙度-扣分
=___分，屬於___等

A=95 分以上 B=85 分以上 C=75 分以上

D=65 分以上 E=64 分以下

二、我的工作計畫得分___分，屬於___等。

三、安全習慣得分___分，屬於___等。

四、敬業精神與學習態度得分___分，屬於___等。

五、教師評分

評 分 項 目	得 分	教 師 評 語
1.作業得分		
2.工作計畫		
3.安全習慣		
4.敬業精神與學習態度得分		

參考資料

- 一、能力本位銑床工，林有義編著，全華圖書公司，民 73，P207～P219。
- 二、銑床加工與問題對策，林維新編譯，機械雜誌出版社，民 75，P149～P157。

銑床能力本位訓練教材單元一覽表			
PMT-MIL0101	材料規格及符號	PMT-MIL0507	T形槽銑削
PMT-MIL0102	工作程序規劃	PMT-MIL0508	鳩尾銑削
PMT-MIL0103	了解公差配合	PMT-MIL0509	鍵槽及半月鍵銑削
PMT-MIL0104	認識表面符號	PMT-MIL0510	切槽及切斷
PMT-MIL0105	視圖判讀	PMT-MIL0511	成形銑削
PMT-MIL0106	認識幾何公差符號	PMT-MIL0512	排銑與騎銑
PMT-MIL0107	組合圖判讀	PMT-MIL0513	鑽孔
PMT-MIL0108	材料認識	PMT-MIL0514	鉸孔與攻牙
PMT-MIL0201	銑床選用	PMT-MIL0515	圓弧切削
PMT-MIL0202	銑床基本操作	PMT-MIL0516	栓槽銑削
PMT-MIL0203	銑床維護保養	PMT-MIL0517	搪孔
PMT-MIL0204	銑床精度校正	PMT-MIL0518	搪錐孔
PMT-MIL0205	銑床簡易故障排除	PMT-MIL0519	齒輪銑削
PMT-MIL0206	銑床基本電路檢修	PMT-MIL0520	銑齒條
PMT-MIL0301	銑床基本夾具使用	PMT-MIL0521	傘齒輪
PMT-MIL0302	銑床特殊夾具使用	PMT-MIL0522	螺旋槽銑削
PMT-MIL0303	分度頭夾持與使用	PMT-MIL0523	搪磨
PMT-MIL0304	圓轉盤夾持與使用	PMT-MIL0524	搪外圓
PMT-MIL0401	切速選用	PMT-MIL0601	品質判別
PMT-MIL0402	進給率使用	PMT-MIL0602	基本量具使用
PMT-MIL0403	切削深度決定	PMT-MIL0603	GO-NO GO 規使用
PMT-MIL0404	刀具路徑決定	PMT-MIL0604	塊規使用
PMT-MIL0405	切削方向決定	PMT-MIL0605	厚薄規使用
PMT-MIL0406	刀具選擇	PMT-MIL0606	R 規使用
PMT-MIL0407	刀具校正	PMT-MIL0607	PIN-GAGE 規使用
PMT-MIL0408	銑刀研磨	PMT-MIL0608	高度規使用
PMT-MIL0409	切屑排除	PMT-MIL0609	SIN-BAR 使用
PMT-MIL0410	切削液選用	PMT-MIL0610	缸徑規使用
PMT-MIL0501	面銑削	PMT-MIL0701	安全規則遵守
PMT-MIL0502	銑平面	PMT-MIL0702	安全區域安全(油污、物料)維護
PMT-MIL0503	側銑	PMT-MIL0703	工作搬運
PMT-MIL0504	端銑	PMT-MIL0801	機械行業概況及未來發展
PMT-MIL0505	斜溝槽銑削		
PMT-MIL0506	角度V形槽銑削		