

# 第六屆旺宏科學獎

## 成果報告書

參賽編號：SA6-274

作品名稱：圖控研磨鑽頭系統

姓名：唐偉傑

關鍵字：圖控、鑽頭研磨機

# 壹、研究題目：圖控鑽頭研磨系統

## 摘要

就讀機械科,在校實習科目有鉗工、車床、銑床、以及電腦繪圖.....等。在實習時，使用鑽頭的機會非常高，鑽頭使用後常會磨損，以至於不能鑽孔。因為我們不太會研磨鑽頭，所以研磨鑽頭後因為鑽頭角度不對，如鑽頭間隙角為負值，則鑽頭根本無法進行鑽削工作。

在機械科裡有一台手動的鑽頭研磨機，它是使用凸輪來控制鑽頭間隙角的角度，在使用時要一邊旋轉鑽頭夾頭主軸，另一方面要控制另一主軸來設定進刀量大小。針對舊型的鑽頭研磨機，我們使用圖控鑽頭研磨系統來研磨鑽頭，讓手動的舊型鑽頭研磨機變為圖控的鑽頭研磨機。

圖控鑽頭研磨系統的動作是控制步進馬達 A 帶動鑽頭主軸旋轉，另一方面步進馬達 B 控制鑽頭前進與後退的位置，來達成研磨鑽頭的工作。

我們所發展的圖控鑽頭研磨系統有下列幾項特色及效果：

- 一、使用所學的 VB 程式，將 0 與 1 的訊號，經由 Print Port 傳到電路板，再由電子電路將訊號放大後，就可以用圖控鑽頭研磨系統，達成自動研磨鑽頭的效果。
- 二、在圖控鑽頭研磨系統輸入馬達 A 正轉與反轉的角度就可以正確的控制鑽頭主軸轉動的角度（轉動的角度最小為 0.6 度）。
- 三、在圖控鑽頭研磨系統輸入馬達 B 前進與後退的距離就可以正確的控制鑽頭前進與後退的進刀量（輸入的鑽頭前進與後退的最小距離為 0.004167mm）。
- 四、根據實測結果，找出最佳研磨的進刀工作角度。

	最佳研磨的進刀工作角度
鑽唇間隙角 8°	60°
鑽唇間隙角 10°	54°
鑽唇間隙角 12°	48°

依照進刀工作角度的大小，再輸入圖控資料，就可以磨出正確好用的鑽頭。  
註：進刀工作角度：研磨鑽頭行程，鑽頭在進刀時，馬達 A 所旋轉之角度。

五、根據最佳研磨進刀工作角度，我們設計了三種研磨路徑方法，其所花時間如下表：

研磨路徑	秒數
研磨路徑方法一	21
研磨路徑方法一	33
研磨路徑方法一	23

研磨路徑方法一所花時間最短，但是鑽頭切邊會被磨平導致鑽頭不能鑽削。而研磨路徑方法二能解決鑽頭切邊不被磨平的現象，可是所花時間過久，其方法並不佳。研磨路徑方法三提前  $12^\circ$  用來研磨鑽頭間隙角所花時間為 23 秒，雖然比研磨路徑方法一時間長，不過他可以避免切邊被磨平的現象，所以我們最後選擇研磨路徑方法三來研磨鑽頭。

手動研磨機一次僅能一人操作一台機器，而使用圖控鑽頭研磨系統後就可以一人同時操作多部鑽頭研磨機。假如現在同時需使用兩部鑽頭研磨機，每人每月薪水為 3 萬塊，則使用圖控鑽頭研磨系統後每月就可以節省 3 萬塊，換算每年就可以節省 36 萬塊的人工成本。

## 貳、研究動機

- 一、因為舊型的鑽頭研磨機使用操作不便，使用者需要受過訓練以及要有相當的經驗，才能磨出較準確的鑽頭，為了改善這個不方便，而作此研究。
- 二、為了使製作出之鑽頭擁有最低之誤差，所以研究以自動化代替人爲的方式，使鑽頭精度達到最標準。

## 參、研究目的

- 一、撰寫程式，使舊型的鑽頭研磨機變成自動鑽頭研磨機。
- 二、控制步進馬達 A，使鑽頭夾頭旋轉一定的角度。
- 三、控制步進馬達 B，使鑽頭前進、及後退一定距離。
- 四、找出馬達 B 需送幾個脈波，以便消除齒輪背隙。
- 五、找出研磨切邊時最佳進刀工作角度。
- 六、找出最佳研磨路徑方法。

## 肆、研究過程與方法

### 一、鑽唇角 (Lip Angle) 及鑽唇間隙角 (Lip Clearance) 【1】

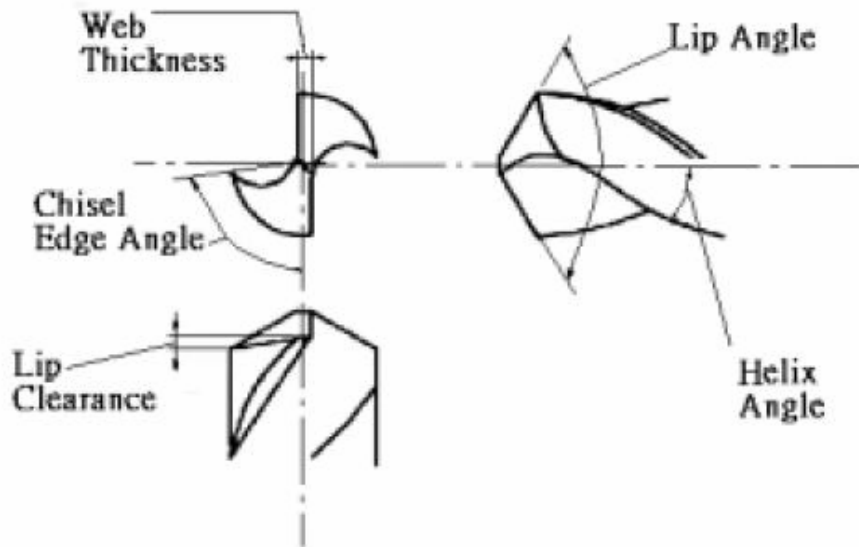


圖 1  
鑽頭角度示意圖

表 1 鑽唇角 (Lip Angle)，鑽唇間隙角 (Lip Clearance) 【2】、【4】

工作物	鑽唇角度 (Lip Angle)	鑽唇間隙角 (Lip Clearance)
一般鋼料	118°	8~12°

鑽唇角與鑽唇間隙角對鑽頭鑽孔的影響：

- (一)、一般鋼料鑽唇角為 118 度最為適合，由中心線分半角度 59 度，硬材料要增加；軟則要減少，兩側的半角度要相同且鑽唇長度也需相同，若兩者有其一項不同，皆有可能造成孔徑擴大的現象。
- (二)、一般鋼料鑽唇間隙角為 8 度~12 度，判斷間隙角較需要經驗，若使用無間隙角之鑽頭，鑽頭切邊不能切入工件造成摩擦，如果繼續施加壓力則可能導致鑽頭斷裂。當使用間隙角較大的鑽頭可能會很利，但切邊外角無多大支持，所以很快就會斷裂、或需再研磨一次。

二、研磨鑽頭間隙角所需前進的距離計算如下：

$$(1)h = \frac{3.1415926}{4} \times \text{Val}(\text{Text1}) \times \text{Sin}[\text{Val}(\text{Text2}) \times \frac{3.1415926}{180}]$$

※Val(Text1)：鑽頭外徑 Val(Text2)：鑽唇間隙角

(h 表示主軸旋轉 90 度時，鑽頭的前進量 =  $\frac{\pi D}{4} \times \text{Sin}\theta$ )

(2) 一圈需要 600 個脈波可前進 2.5mm。

ex：鑽頭 8mm、鑽唇間隙角 8 度

$$\text{ans} : h = \frac{3.1415926}{4} \times 8 \times \text{Sin}8^\circ \times \frac{3.1415926}{180} = 0.8744$$

$$\frac{0.8744}{0.0125} = 209.856 \text{ 脈波 取 } 210$$

也就說馬達 A 進刀工作角度為 90 度時，B 馬達前進 210 個脈波換算為距離的話，則鑽頭前進的距離為 0.875mm。

三、步進馬達可用二相激磁、一相激磁、半步激磁的步進馬達，它們的比較如下：

(1) 一相激磁：每次只另一個線圈通過電流。步級角等於基本步級角，消耗電力小，但轉矩小，振動較大，其激磁時序表 2 所示。【5】

表 2 一相激磁的步進馬達激磁時序表

STEP	AB $\overline{A}\overline{B}$	正轉	反轉
1	1000	↓	↑
2	0100		
3	0010		
4	0001		
5	1000		
6	0100		
7	0010		
8	0001		

(2)二相激磁：每次令兩個線圈通過電流。步級角等於基本步級角，轉矩大，如表 3 所示。【5】

**表 3** 二相激磁的步進馬達激磁時序表【5】

STEP	AB $\overline{A}\overline{B}$	正轉	反轉
1	1100	↓	↑
2	0110		
3	0011		
4	1001		
5	1100		
6	0110		
7	0011		
8	1001		

(3)一、二相激磁：1-2 相激磁又稱為半步激磁，採用一相和兩相輪流激磁，每一步級角等於基本步角的 1/2，因此解析度提高一倍，且運轉平滑。其激磁順序如表 4 所示。【5】

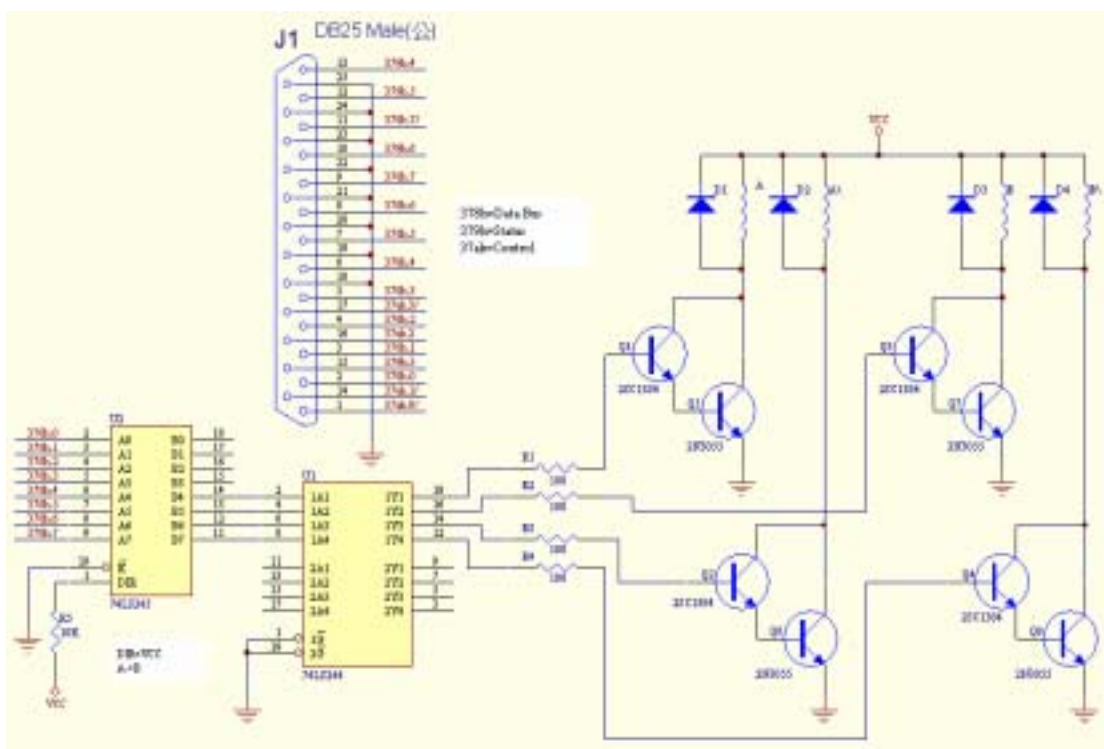
**表 4** 半步激磁的步進馬達激磁時序表【5】

STEP	AB $\overline{A}\overline{B}$	正轉	反轉
1	1000	↓	↑
2	1100		
3	0100		
4	0110		
5	0010		
6	0011		
7	0001		
8	1001		

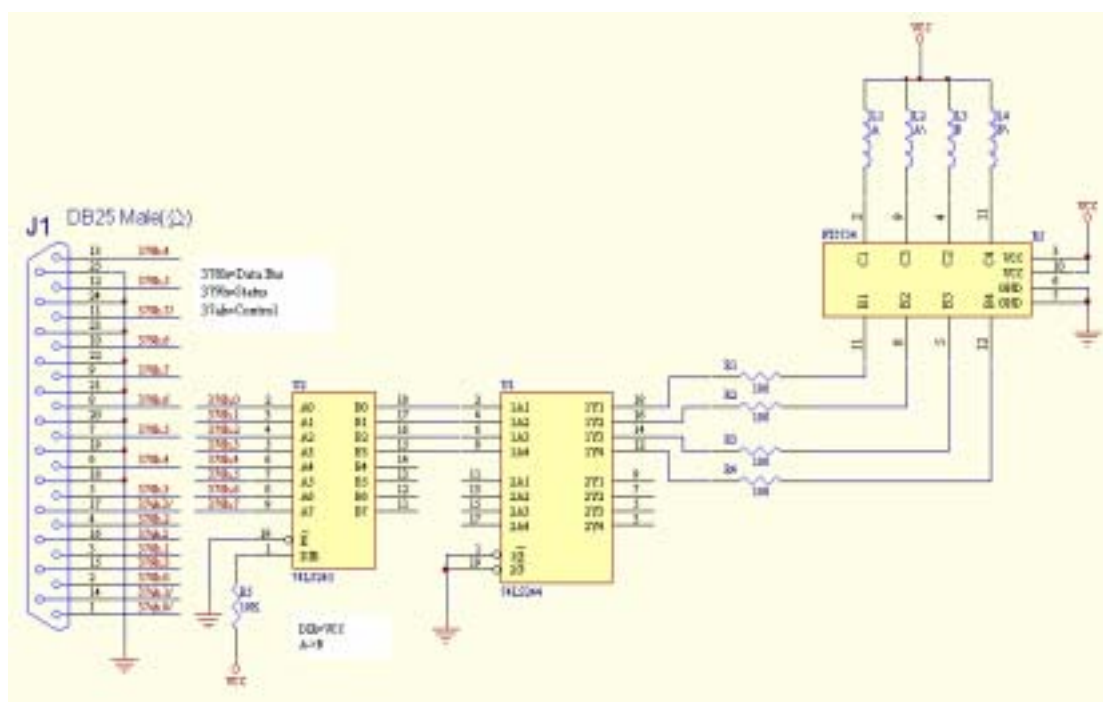
由於我們需要的**扭力**要較大，所以我們使用**二相激磁**。

#### 四、步進馬達電路方塊圖【5】

##### (一) 大功率步進馬達驅動電路



##### (二) FT5754 IC 步進馬達驅動電路



## 伍、研究器材與設備

### 一、設備

(1.) 車床：如右圖

廠牌：ctor

規格：400\*750



(2.) 砲塔銑床：如右圖

型號：Yc-2GU



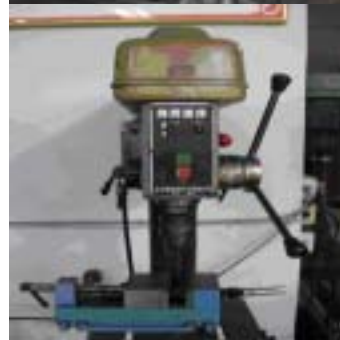
(3.) 立式銑床：如右圖

型號：Lc-1 1/2TM



(4.) 鑽床：如右圖

型號：SC-15



(5.) CNC 銑床：如右圖

型號：MCV-610AP





## 陸、研究過程與方法

### 一、驅動鑽頭夾頭的步進馬達

#### (一) 第一代：

第一代是使用 0.1 瓦特步進馬達來帶動鑽頭研磨機的鑽頭夾頭旋轉，首先量測步進馬達的尺寸，量測結果為長、寬 42mm、高 32.5mm 的長方體，所以就取一塊長寬 60mm 高 39mm 的長方體鋁塊當作材料來製造容納馬達的容器，製作過程是先由 Auto CAD 設計出配合馬達的圖 (2-1) 之後，再利用 Master Cam 轉換成 NC 程式的程式碼然後使用 Machining Center (機械加工中心) 加工成設計圖所呈現的物件。

再拿一塊長 60mm、寬 41mm、高 16mm 的長方體鋁塊作為材料，再使用銑床銑削成圖 (2-2)，這個工件的作用是用來連接馬達，另外設計了鳩尾槽的功能，其主要目的是能夠使馬達作橫向移動，可調整馬達上的齒輪與鑽頭夾頭上的齒輪作較準確的配合。

再拿一塊長 71mm、寬 61mm、高 21mm 的長方體鋁塊作為材料，再使用銑床銑削成圖 (2-3)，這個工件是使用 60 度的鳩尾刀銑出鳩尾座，目的是配合(2-2)的工件，使(2-2)的工件在這個底座可作滑動。

再拿一塊長 71mm、寬 61mm、高 21mm 的長方體鋁塊作為材料，再使用銑床銑削成圖 (2-4)，這個工件是用來固定在鑽頭夾頭上，位於工件中央，銑出一條長 58mm 寬 11mm 的溝槽，銑出溝槽是為了解決移動來達到所需要的位置，寬 11mm 是為了解決配合螺帽大小。

將以上物件組合完成後如圖 2。



圖 2 第一代組合完成圖



圖 2-1

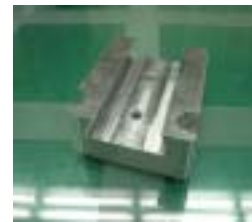


圖 2-3



圖 2-2



圖 2-4

(二) 第二代：

因為第一代的實驗結果失敗，原因是馬力不足，所以我們做了第二代，換了 5.1 瓦特的馬達，因為新馬達尺寸較大，所以重新製作了新的馬達容器。

首先測量馬達尺寸為高 51mm、長與寬皆為 56mm，找一塊長 120mm、寬 90mm、高 30mm 的長方體鋁塊當作固定馬達的材料，利用 Auto CAD 設計出配合馬達的圖 (3-1) 然後在中心部位銑出半徑 28.5mm 的圓，且在圓的四邊鑽出 4 個  $\phi 4.2\text{mm}$  的孔，然後用 M5x0.8mm 螺絲攻攻螺紋。目的是使馬達更密合。然後在圓的上下銑出溝槽，便可以用來調整馬達的位置。

另外測量鑽頭夾頭和齒輪間的長度，如圖 (3-2)。然後在工件中央銑出溝槽，是為可以方便控制與齒輪間的位置。圖 (3-3)、(3-4)、(3-5) 所製作出的成品都是用來裝置馬達的，在將其連接組裝於鑽頭夾頭上方可完成圖如 3。



圖 3 第二代組合完成圖

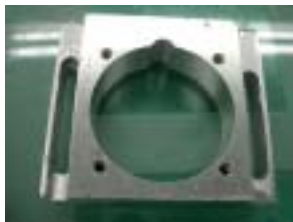


圖 3-1

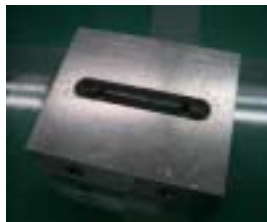


圖 3-2

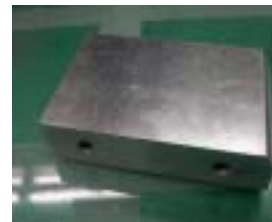


圖 3-3



圖 3-2



圖 3-3

(三) 第三代：

因為實驗第二代的時候，馬達的馬力仍然不足，所以我們又換了 18.5 瓦特的馬達。這一代用來裝置馬達的容器，首先製作圖 (4-1)，製作步驟是先測量馬達尺寸後，在工件中央銑出可以固定馬達的凹槽，於凹槽中央鑽出直徑 10mm 的孔，使馬達轉軸露出，連接齒輪，以便配合鑽頭夾頭上的齒輪，為了使馬達與(4-1)更吻合，再凹槽的四個角落鑽出  $\phi 4.2\text{mm}$  的孔，然後用 M5×0.8mm 螺絲攻攻螺紋。

測量出齒輪與齒輪的配合位置後，製作出圖 (4-2)，為了可以與鑽頭夾頭配合且可以移動，所以在中央作出一條溝槽即完成。圖 (4-3)、(4-4)、(4-5) 所製作出的成品都是用來裝置馬達的，在將其連接組裝於鑽頭夾頭上方可完成圖 4。



圖 4 第三代組合完成圖



圖 4-1(正面)



圖 4-1(反面)



圖 4-2

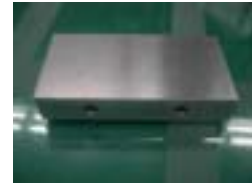


圖 4-3

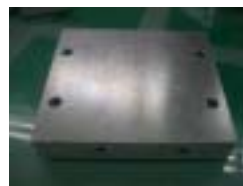


圖 4-4



圖 4-5

## 二、驅動進刀與退刀的步進馬達

首先要先製作圖 (5-1)，為固定在鑽頭研磨機的底座上的物件，由於底座傾斜為 85 度，所以就要銑削 5 度的斜度來配合，先計算出底座上的齒輪，與驅動進刀與退刀的步進馬達上的齒輪與其配合的位置，在底座上鑽出  $\phi 5\text{mm}$  的孔，然後用 M6×1.0 螺絲攻來攻牙，將此工件物鎖緊於底座上即完成。

圖 (5-2) (5-3) 目的是用來連接圖 (5-1) 與 (5-4)，只需鑽  $\phi 6.8\text{mm}$  的孔再用 M8×1.25 螺絲攻來攻牙。

我們將圖 (5-4) 設計成 L 型的物件，銑出 L 型的原因是因為可以避免與齒輪碰撞，且有多餘的空間可以使底座上的齒輪，與驅動進刀與退刀的步進馬達上的齒輪互相配合。

再銑出圖 (5-5) 所需的尺寸，中央在銑削一個與馬達配合的凹槽，使馬達接連處可置入凹槽中，在凹槽 4 個角落鑽  $\phi 4.2\text{mm}$  的孔再用 M5×0.8mm 的螺絲攻攻牙，使馬達可以確切的鎖緊在圖 (5-5) 上。

凹槽中央在鑽  $\phi 10\text{mm}$  的孔，目的是可以讓馬達轉軸外露，以使馬達上的齒輪與底座上的齒輪傳動用。將所有物件組合，即完成圖 5。

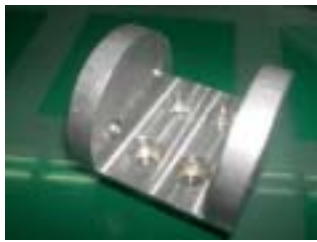


圖 5-1



圖 5-2



圖 5-3



圖 5 組合完成圖



圖 5-4

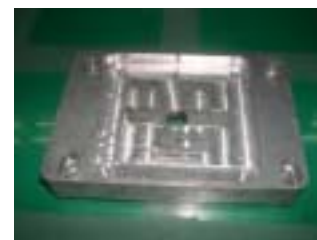


圖 5-5

### 三、齒輪製作過程 【7】

齒型曲線的近似畫法：齒輪的齒型曲線有漸開線和擺線 2 種，但此兩種曲線繪製十分繁瑣，所以我們用近似畫法來代替真正的齒形曲線。

在畫齒形近似曲線時，不需要把全部的輪齒都畫出來，通常只需畫 3~4 齒即可。

(1) 利用 Auto CAD 根圓和  $20^\circ$  之壓力線。齒輪之模數和齒數都已經知道了，而齒冠圓和齒根圓計算公式如下：

$$\text{齒冠圓：} D_o = M(T+2)$$

$$\text{齒根圓：} D_i = (T-2.314) M \quad \text{【4】}$$

(2) 畫出壓力線之切圓，也就是基圓。並量取齒厚和齒間，通常齒輪之齒厚與齒間均為周節一半。而周節之計算公式如下：

$$\text{周節：} P_c = \pi D / T$$

$$\text{齒厚} = \text{齒間} = P_c / 2$$

(3) 以  $1/8$  節圓直徑長當半徑，圓心在基圓上，畫弧，讓它通過齒厚的等份點。線與齒根圓間以  $1/8$  周節當半徑化小圓弧倒角，即可得齒形曲線。

(4) 12 齒和 36 齒的完成圖如圖 6、7。

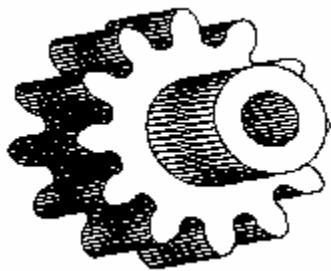


圖 6 (12 齒)

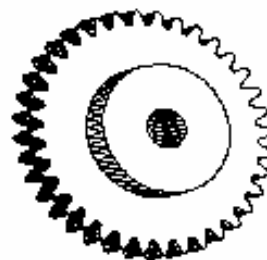


圖 7 (36 齒)

把畫完的圖在用 Mster Cam 換成 NC 程式的程式碼然後使用 Machining Center (機械加工中心) 加工成設計圖所呈現的物件。

↓(模數 3、12 齒)



加工前



加工後



加工前



加工後

#### 四、鑽頭研磨時的過程

將鑽頭夾頭馬達第三代與底座馬達組裝完成，然後開啓 VB 程式，把每次要研磨的進刀工作角度及退刀量加以修改後，即可開始研磨鑽頭。

其中我們定義進刀工作角度：研磨鑽頭行程時，鑽頭在進刀時，馬達 A 所旋轉角度。



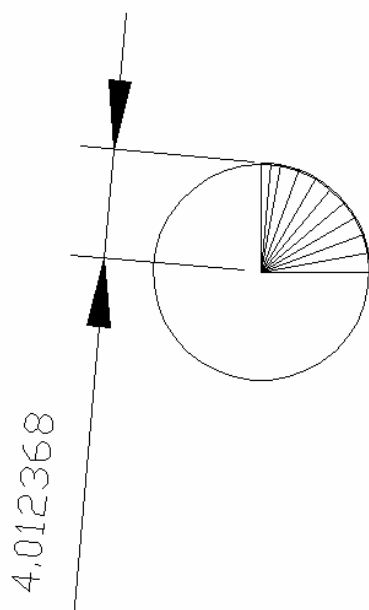
圖 8 鑽頭研磨過程

## 五、研磨鑽頭之標準操作步驟

- 1、使用鑽石修整器修整砂輪面。
- 2、調整砂輪面與鑽頭夾頭主軸的夾角為  $59^\circ$ ，讓研磨後的鑽唇角為  $118^\circ$
- 3、將鑽頭裝上鑽頭夾頭上後，調整鑽頭的其一切邊約成水平後。
- 4、調整鑽頭至砂輪面約  $0.2\text{mm}$  的位置。
- 5、輸入鑽頭尺寸、鑽唇間隙角、每次進刀量、總進刀量、工作角度。
- 6、啓動運轉鈕，持續加入切削劑。
- 7、即完成

## 六、以數位訊號來控制步進馬達對鑽頭曲線平滑度的影響

- 1、把四分之一圓劃分為 10 等份所研磨出來的鑽頭如下圖所示，得到的鑽頂平面最高點至圓表面的距離為  $0.012368\text{mm}$ 。
- 2、我們的實驗是將四分之一圓劃分為 150 等份，得到的鑽頂平面最高點至圓心距離為  $4.000054832\text{mm}(4/\cos 0.3)$ ，誤差值為  $54.8$  奈米。



## 陸、研究結果

一、齒輪的繪製及製作：齒輪外型為倒圓角，在傳動時可以減少齒輪干涉的現象。



二、第一代及第二代我們所使用的馬達因為馬力不足，所以沒辦法帶動。

第一代：如右圖

功率：1kg-cm/sec

外觀尺寸：

42x42x33



第二代：如右圖

規格：5.1V，1A

外觀尺寸：

56x56x51



三、延遲時間（Delay-Time）對步進馬達轉動的影響：

在程式裡面如果我們令  $DTime=200000$ ，會因為延遲時間過短，而造成步進馬達未完成轉動之動作前，電腦又送入新的脈波給步進馬達，所以步進馬達無法正常轉動。

而當  $DTime=300000$  時，步進馬達將可依照我們所給的指令來作運轉的動作，於是我們就可以完成研磨鑽頭的動作。

$DTime=500000$  的時候，因為延遲時間太長，所以會影響到鑽頭夾頭旋轉時的速率。

四、研磨鑽頭的結果與鑽頭鑽孔情形：

（一）研磨鑽頭條件如下，研磨結果如右圖：

進刀工作角度為 90 度。

鑽唇間隙角 8 度。

鑽唇角 118 度。

鑽頭直徑為 8mm。

使用 400 脈波消除齒輪背隙。



因為鑽頭研磨時進刀工作角度太大，導致旋轉後砂輪機研磨到另一端，所以用此鑽頭鑽削時，無法鑽孔。

鑽削結果：因為切邊位置較低，所以無法鑽削  
鑽削情形如右圖。



(二) 研磨鑽頭條件如下，研磨結果如右圖：

進刀工作角度為 78 度。

鑽唇間隙角 8 度。

鑽唇角 118 度。

鑽頭直徑為 8mm。

使用 300 脈波消除齒輪背隙。

鑽削時切削劑過少，造成過熱產生退火現象。



鑽削結果：仍可進行鑽削，但是鑽削時的阻力  
較大需要使用較大的力量，連續鑽  
削 6 個 17mm 深的孔之後，刀刃切  
邊有些微磨損。



(三) 研磨鑽頭條件如下，研磨結果如右圖：

進刀工作角度為 60 度。

鑽唇間隙角 8 度。

鑽唇角 118 度。

鑽頭直徑為 8mm。

使用 250 脈波消除齒輪背隙。

鑽削結果：排削情況良好，連續鑽削 6 個 17mm 深的孔之後，鑽頭切邊磨損的現象與 78 度比起來更少，鑽孔過程如下圖。





## 五、研磨路徑之改善

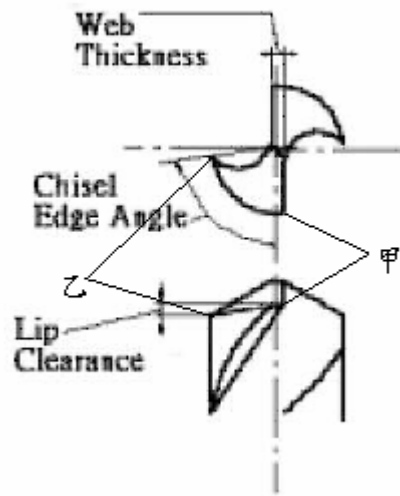


圖 9 鑽頭的甲乙兩點

研磨路徑方法一：砂輪研磨鑽頭的第一次路徑，研磨一次之週期為 32 秒。

- 1、步進馬達 B 帶動鑽頭前進至鑽頭切邊也就是如圖 9 切點甲的位置。
- 2、接著步進馬達 A 帶動鑽頭一邊旋轉，同時步進馬達 B 帶動鑽頭按照進刀比例進刀，最後研磨到點乙的位置。
- 3、步進馬達 B 帶動鑽頭退刀至鑽頭切點甲同高的位置，再多退 250 個脈波（一個脈波為 0.00416mm，所以多退 1.042mm），作為消除齒輪背隙之用。
- 4、步進馬達 B 帶動鑽頭再進刀 250 個脈波至鑽頭切點甲同高的位置，然後步進馬達 A 帶動鑽頭旋轉至另一邊甲的位置。
- 5、重複步驟 1~4 的動作，即為一週期所花時間  
**一週期所花時間為 21 秒。**

研磨路徑方法二：為改善研磨路徑方法一，因未對準向位角，而將切邊磨平的缺點，砂輪研磨鑽頭的步驟如下。

- 1、步進馬達 B 帶動鑽頭前進至鑽頭切邊也就是如圖 9 切點甲的位置。
- 2、接著步進馬達 A 帶動鑽頭一邊旋轉，同時步進馬達 B 帶動鑽頭按照進刀比例進刀，最後研磨到點乙的位置。
- 3、步進馬達 B 帶動鑽頭退刀，其退刀量大小為鑽頭旋轉 120 度時，鑽頭間隙角所對應高度，再多退 250 個脈波（一個脈波為 0.00416mm，所以多退 1.042mm）。然後步進馬達 B 帶動鑽頭再進刀 250 個脈波，作為消除齒輪背隙之用。
- 4、接著步進馬達 A 帶動鑽頭一邊旋轉，同時步進馬達 B 帶動鑽頭按

照進刀比例進刀，步進馬達 A 總計旋轉 120 度以後，最後到點另一邊甲的位置。

5、重複步驟 1~4 的動作，即為一週期所花時間。

**一週期所花時間為 33 秒。**

研磨路徑方法三：因為研磨路徑方法二所發時間 33 秒，比研磨路徑方法一 21 秒所發時間長很多，因此我們再設計了研磨方法三，研磨方法三只多走了 12 度的斜面角度。

- 1、步進馬達 B 帶動鑽頭前進至鑽頭切邊也就是如圖 9 切點甲的位置。
- 2、接著步進馬達 A 帶動鑽頭一邊旋轉，同時步進馬達 B 帶動鑽頭按照進刀比例進刀，最後研磨到點乙的位置。
- 3、步進馬達 B 帶動鑽頭退刀至鑽頭切點甲的研磨高度位置。
- 4、馬達 B 再退刀至另一切邊前 12°之鑽頭間隙角的研磨高度位置。
- 5、接著馬達 A 帶動鑽頭主軸旋轉至另一切邊前 12°之位置。
- 6、馬達 A 一邊旋轉，馬達 B 同時依照進刀比例前進至另一切邊位置。
- 7、重複步驟 1~6 的動作，即為一週期所花時間。

**一週期所花時間為 23 秒。**

#### 研磨路徑方法的討論

雖然研磨路徑方法一所花時間最短，但是鑽頭切邊會被磨平導致鑽頭不能鑽削。而研磨路徑方法二能解決鑽頭切邊不被磨平的現象，可是所花時間過久，其方法並不佳。研磨路徑方法三提前 12°用來研磨鑽頭間隙角所花時間為 23 秒，雖然比研磨路徑方法一時間長，不過他可以避免切邊被磨平的現象，所以最後選擇研磨路徑方法三。

研磨路徑方法每次行程所需時間表

研磨路徑	秒數
研磨路徑方法一	21
研磨路徑方法一	33
研磨路徑方法一	23

## 六、自動鑽頭研磨控制系統的視窗指令說明

**自動鑽頭研磨控制系統**

鑽頭外徑(mm)	8	每次進刀量	0.0125	mm	運轉	離開	
鑽唇間隙角(度)	8	總進刀量	0.05	mm			
馬達A正轉角度	0.6	度	執行	馬達A旋轉相位	0	歸零	
馬達A反轉角度	0.6	度	執行	馬達B前進距離	0.0125	mm	執行
馬達B前進距離	0.0125	mm	執行	馬達B後退距離	0.0125	mm	執行
馬達B後退距離	0.0125	mm	執行	馬達B前進量	0	歸零	

- 1、【馬達 A 正轉角度】：馬達 A 所傳動的小齒輪給一個脈波轉動 $1.8^\circ$ ，而小齒輪與大齒輪的齒數比為 1：3。在機件原理有教到齒輪齒數與主軸旋轉角度成反比所以小齒輪轉動 $1.8^\circ$ 大齒輪則會轉動 $0.6^\circ$ ，所以我們藉由這個原理來調整鑽頭的相位角。
- 2、【馬達 A 反轉角度】：馬達 A 所傳動的小齒輪給一個脈波轉動 $1.8^\circ$ ，而小齒輪與大齒輪的齒數比為 1：3。在機件原理有教到齒輪齒數與主軸旋轉角度成反比所以小齒輪轉動 $1.8^\circ$ 大齒輪則會轉動 $0.6^\circ$ ，所以我們藉由這個原理來調整鑽頭的相位角。
- 3、【馬達 B 前進距離】：齒輪旋轉 1 圈前進距離是 2.5mm，輸入一個 Step 前進的距離是 0.004166667 但是這是無理數，改成一次輸入三個 Step 前進的距離為 0.0125mm。
- 4、【馬達 B 後退距離】：由於馬達反轉會有空轉的現象相對於前進量我們必須多退 250 個 Step。
- 5、【馬達 A 旋轉相位】：計算馬達 A 正、反轉所累積的相位角度（可歸零）。
- 6、【馬達 B 前進量】：計算馬達 B 前進、後退所累積的位置（可歸零）。
- 7、【運轉】：輸入鑽頭外徑、鑽唇間隙角、總進刀量和每次進刀量，輸入完成後只要按下〈運轉〉按鍵就可自動完成研磨鑽頭的工作。

## 柒、討論 Q&A

- 一、.Q：是否有其他自動化鑽頭研磨機在市面上的？
- A：我們在網路上查到的資料，有 CNC 電腦工具磨床，它的效果應該比我們所研究的鑽頭研磨機效果還要好，只是要買一台 CNC 電腦工具磨床要花很多錢。
- 二、.Q：除了以 VB 程式控制外，還有其他程式嗎？
- A：除了可以使用 VB 程式來控制鑽頭研磨的工作，還可以使用 PLC、8051 單晶片微電腦來控制鑽頭研磨的工作。
- 三、.Q：自動研磨與手動研磨的鑽頭有差別嗎？
- A：自動研磨鑽頭時，我們只要在旁加切削劑即可，而手動研磨需要一邊進刀一邊加切削劑，所以自動研磨機只要一個人就可以完成這項研磨鑽頭的工作，而手動研磨機可能需要兩人才能完成研磨鑽頭的工作。
- 四、.Q：是否符合經濟效益？
- A：可以降低操作機器的人數，相對的可以減少成本的付出，當然符合經濟效益。
- 五、.Q：如何知道鑽頭夾頭的角度偏移是否準確？
- A：配合使用角度儀可以檢查輪面與主軸的夾角。
- 六、.Q：研磨時鑽唇表面為什麼呈現黑色物質，對鑽頭有什麼影響呢？
- A：會呈現黑色物質的原因就是鑽頭過熱，使鑽頭退火及軟化，鑽頭就無法鑽孔了。
- 七、.Q：鑽頭相位角對於研磨鑽頭時有何影響？
- A：如果鑽頭切邊超過水平面，則需要比較大的進刀深度。但是如果未超過水平的話，則工作深度就要在剪掉切邊和水平的夾角。

## 捌、結論

- 一、使用所學的 VB 程式，將 0 與 1 的訊號，經由 Print Port 傳到電路板，再由電子電路將訊號放大後，就可以用圖控鑽頭研磨系統，達成自動研磨鑽頭的效果。
- 二、在圖控鑽頭研磨系統輸入馬達 A 正轉與反轉的角度就可以正確的控制鑽頭主軸轉動的角度（轉動的角度最小為 0.6 度）。
- 三、在圖控鑽頭研磨系統輸入馬達 B 前進與後退的距離就可以正確的控制鑽頭前進與後退的進刀量（輸入的鑽頭前進與後退的最小距離為 0.004167mm）。

- 四、要消除齒輪背隙，馬達 B 必須多退 250 個脈波。  
 五、根據實測結果，找出最佳研磨的進刀工作角度。

	最佳研磨的進刀工作角度
鑽唇間隙角 8°	60°
鑽唇間隙角 10°	54°
鑽唇間隙角 12°	48°

依照進刀工作角度的大小，再輸入圖控資料，就可以磨出正確好用的鑽頭。

註：進刀工作角度：研磨鑽頭行程，鑽頭在進刀時，馬達 A 所旋轉之角度。

- 六、根據最佳研磨進刀工作角度，我們設計了三種研磨路徑方法，其所花時間表。

研磨路徑	秒數
研磨路徑方法一	21
研磨路徑方法一	33
研磨路徑方法一	23

- 七、研磨路徑方法一所花時間最短，但是鑽頭切邊會被磨平導致鑽頭不能鑽削。而研磨路徑方法二能解決鑽頭切邊不被磨平的現象，可是所花時間過久，其方法並不佳。研磨路徑方法三提前 12° 用來研磨鑽頭間隙角所花時間為 23 秒，雖然比研磨路徑方法一時間長，不過他可以避免切邊被磨平的現象，所以我們最後選擇研磨路徑方法三來研磨鑽頭。

- 八、手動研磨機一次僅能一人操作一台機器，而使用圖控鑽頭研磨系統後就可以一人同時操作多部鑽頭研磨機。假如現在需使用五部鑽頭研磨機，每人每月薪水為三萬塊，則使用圖控鑽頭研磨系統後每月就可以節省 12 萬塊、換算每年就可以節省 144 萬塊的人工成本。

## 玖、參考資料

- 一、Shi, W., P. Iovenitti, and R. Nagarajah, 1999, ? Expert System for Multidiameter Drill Section: An Embedded Knowledge Base Approach? Int. J. Advanced Manufacturing Technology, Vol.15, pp.1-6.
- 二、張甘棠 編著，機工學（全冊）－鑽床與鑽頭 P65~67。三文出版社。
- 三、林信成 編著，精通 Visual Basic 6 程式設計－迴圈控制 P 8-3~8-6。2002 年 1 月初版十七刷。
- 四、吳明杰 編著，鉗工實習 一第六章鑽孔。龍騰文化事業有限公司。  
<http://www.lungteng.com.tw>
- 五、陳天利、詹東功 編著，微電腦控制實習 一 台科大圖書股份有限公司。2002 年 12 月初版，2005 年 1 月三版二刷。<http://www.tiked.com.tw>
- 六、楊玉清 編著，數值控制機械實習 I 一。2002 年 6 月二刷。  
<http://www.sunspot.com.tw>
- 七、柯雲龍 編著，機械製圖與實習 III 一 正齒輪之繪製 P109~110。台科大圖書股份有限公司。2001 年 9 月初版。<http://www.tiked.com.tw>