

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組 機械科

第二名

090901

刀具研磨附件設計製作與分析

學校名稱：國立秀水高級工業職業學校

作者：	指導老師：
職二 王珈蔚	張漢佑
職二 林敬佑	周文清
職二 陳伯誠	
職二 吳彥霆	

關鍵詞：倒角刀、刀刃角度、研磨裝置

作品名稱：刀具研磨附件設計製作與分析

摘要

我們先利用現有的小型砂輪機製作一個研磨裝置，可以研磨銑床用倒角刀，學校實習課常有中心鑽斷裂，所以我們回收中心鑽研磨成倒角刀再利用。刀具在切削過程有不同的刃角、隙角及斜角，倒角刀在切削時刀端角(鑽唇角)為 90 度，同時也應有傾角(斜角)及隙角，因此我們設計的裝置可以研磨出這些角度，經過初步的設計後，可以研磨倒角刀，可是操作不易。後來我們發現利用偏心的方式來研磨間隙角，重新設計以集塵式砂輪機為基礎的研磨附件，可以研磨鑽頭的鑽唇間隙角、端銑刀的底刃間隙角及以回收中心鑽研磨成倒角刀。我們將研磨完成的刀具做實際切削，並利用光學投影機檢測刀具研磨的效果。當研磨裝置的偏轉位置在刀尖前方時，研磨的間隙角為負角，無法切削工件，偏轉位置在刀尖處及刀尖內側，可以研磨出正的鑽唇間隙角，就可以鑽削工件。同時當刀具挾持中心線偏心時，也可以有不同的鑽唇間隙角研磨結果，偏心量越大時，鑽唇間隙角越大，刀刃越銳利，強度就降低。

壹、研究動機

我們在學校上機械實習時有鑽孔這個工作，在車床及數控銑床加工時。為了定位，需要用到中心鑽。尤其是車床內孔加工時，常因為同學使用上沒有注意，一節實習課上完後，中心鑽就斷了兩三支，丟掉就很可惜，所以我們想回收再利用。由於銑床在加工過程中會使用倒角刀，構想設計一個裝置能將中心鑽研磨成倒角刀，也希望最後能設計出研磨鑽頭或端銑刀刀角的研磨附件。

貳、研究目的

- 一、設計一裝置可以將斷掉的中心鑽研磨成倒角刀
- 二、可以研磨鑽頭鑽唇間隙角的設計
- 三、可以研磨端銑刀的刀端各刀刃角

參、研究設備及器材

- 一、使用機具設備：
 - 車床
 - 銑床
 - 鑽床
 - 數值控制加工中心機
 - 車刀研磨機
 - 光學投影機
 - 砂輪機

- 二、使用材料：中碳鋼圓棒、銅料

肆、研究過程或方法

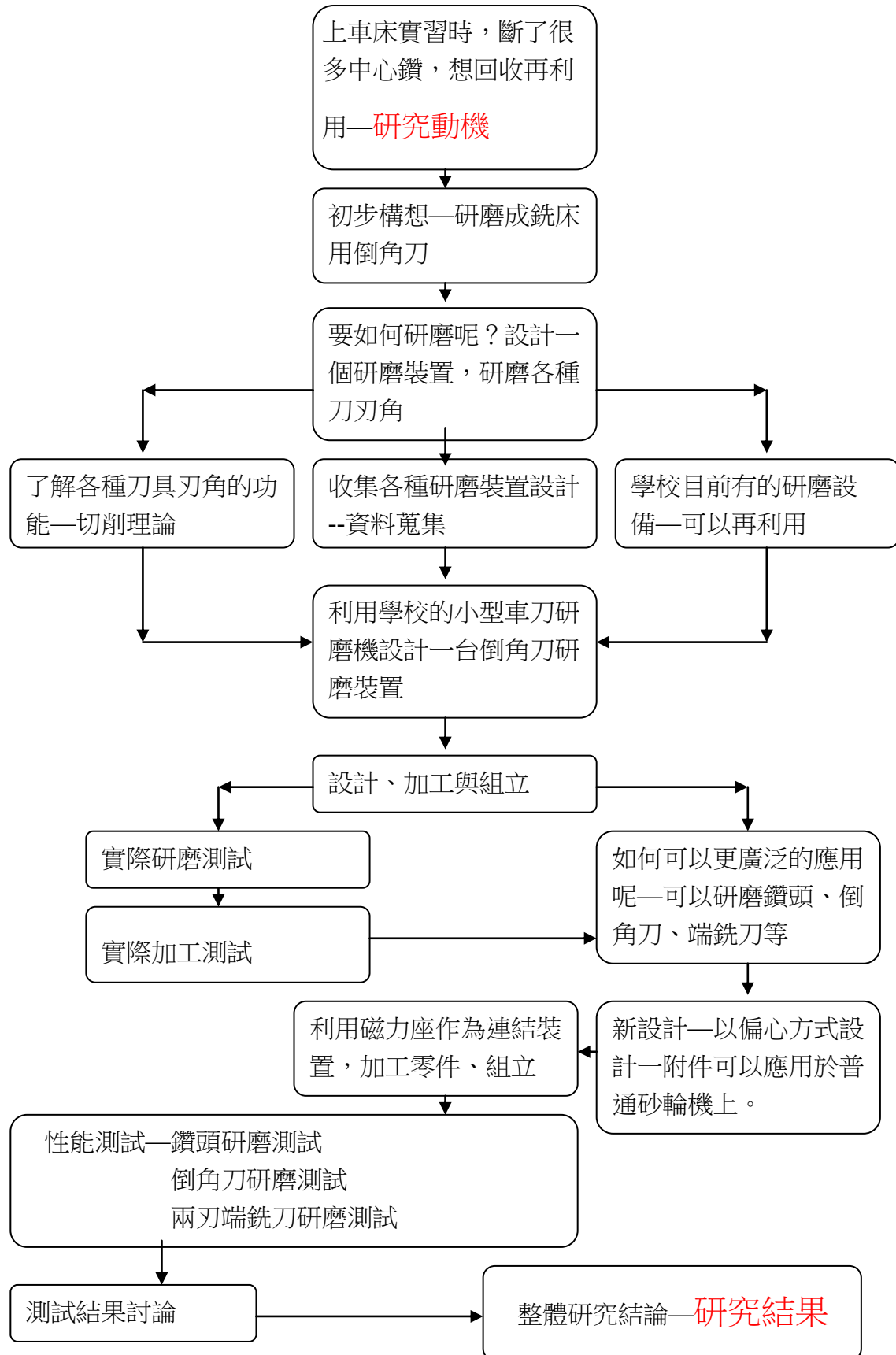


圖 1、研究流程圖

就以這把刀為基礎，設計研磨裝置。



圖 4 鑽唇角(90 度)



圖 5 鑽唇間隙角



圖 6 鑽唇傾角

(二)、各種研磨裝置

最常見的研磨裝置為砂輪機，學校常使用的砂輪機都有加裝吸塵裝置如圖 7 所示。在專利搜尋上我們找到了專利證號鑽 223932 的鑽頭研磨機如圖 8 所示。及專利證號 M323957 倒角刀研磨機專門用於研磨倒角刀如圖 9 所示。



圖 7 集塵式砂輪機

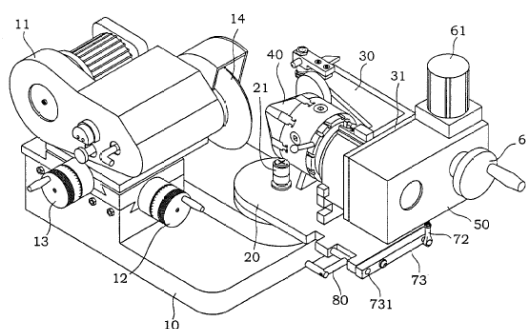


圖 8 鑽頭研磨機

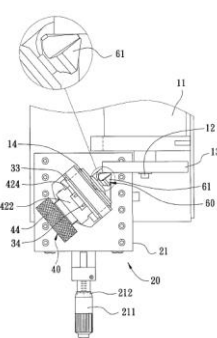


圖 9 倒角刀研磨裝置

二、 小型砂輪研磨裝置改裝與測試

(一) 設計構想

設計研磨裝置時，搜尋學校可以應用的物品，發現學校工具室內有一台小型的車刀研磨裝置，我們先以這台機器為基礎，設計想要的研磨裝置，這台研磨機有兩個鳩尾槽座，可以作為 X、Y 軸的移動，我們設計時保留這的部分，再將所需要的刀具挾持裝置、Z 軸高度調整、各種角度的調整設計，製作完成就能測試。

(二) 實際研磨測試

1. 砂輪修整

在研磨刀具前需要先修整砂輪，才能使刀具在研磨有正確的刀角，我們使用鑽石修整器

來修整砂輪片，使用時如圖 10 所示，將鑽石棒裝置於挾持器上，利用 Y 軸的移動就可以修正砂輪的端面。

2. 鑽唇角研磨

倒角刀的鑽唇角是 90 度，所以一半是 45 度，研磨時將主軸轉 45 度，將旋轉軸轉一圈即可研磨出鑽唇角如圖 11 所示。

3. 鑽唇傾角(斜角)研磨

研磨鑽唇傾角時，是利用圓的切線來進行研磨，所以將刀架移到高點，使需要研磨的地方與圓的切邊切齊，再往前移動即可研磨出傾角，如圖 12 所示。

4. 鑽唇間隙角研磨

鑽唇間隙角的研磨，如圖 13 所示，比先前的鑽唇角要更麻煩，角度比較難控制。

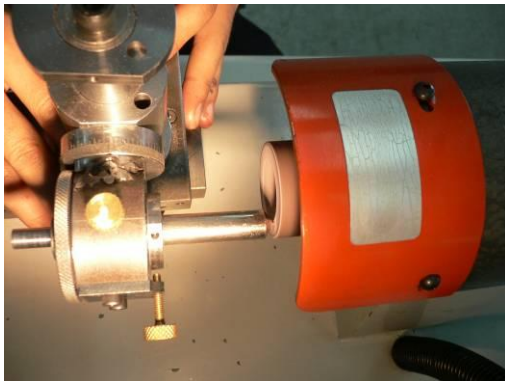


圖 10 鑽石修整砂輪

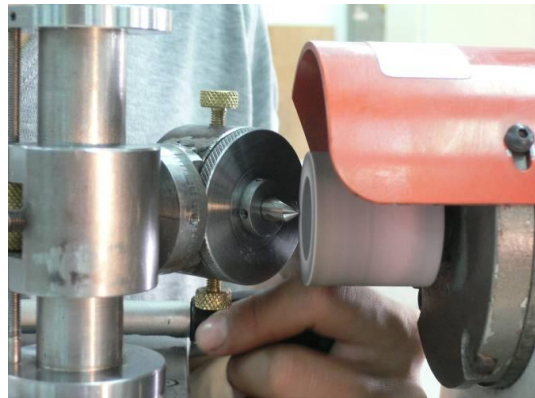


圖 11 研磨鑽唇角



圖 12 鑽唇傾角的研磨



圖 13 鑽唇間隙角研磨

三、砂輪機研磨附件設計

經過第一代研磨機構的設計製作及測試後發現一些問題，其中就是挾持上限制較多，且是小型砂輪機，與一般工廠常有的砂輪機不同，同時研磨的刀具也侷限於倒角刀，因此我們想另外設計一組研磨附件可以直接裝置於一般的砂輪機上，同時可以研磨鑽頭、倒角刀、端

銑刀等刀具。

(一) 設計原理

我們觀察以手工研磨鑽頭的動作，設計一個研磨裝置其原理如圖 14 所示，利用偏心來研磨鑽唇間隙角，我們將鑽頭刀刃對齊砂輪中心，鑽頭的中心線與夾具的搖擺中心有一可調整偏心，整個附件的搖擺中心為刀尖位置，研磨時，當刀尖(鑽唇)與砂輪接觸研磨到後，就可以往下擺動，這時鑽唇間隙角就可以研磨出來，理論上偏心越多，鑽唇間隙角越大，如果是平面砂輪也具有同樣的效果。

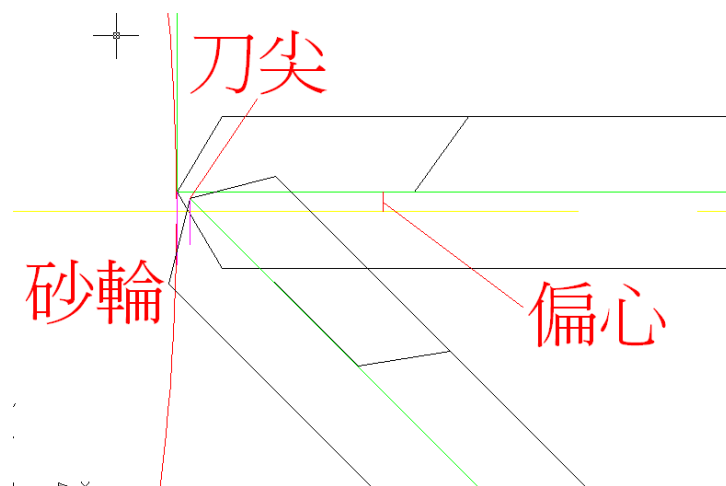


圖 14 研磨原理

(二) 砂輪機研磨附件機構設計

我們以之前的研磨機構為基礎，初步的設計如圖 15 所示，利用磁力座直接吸附於集塵式砂輪機上，調整好角度及位置後就可以研磨刀具，其刀具挾持方式及動作設計如圖 16 所示，挾持圓形刀具的夾頭是以現有的鑽頭夾頭改裝而成，鑽頭夾頭可以前後移動到一特定位置，初步設計的偏轉中心是在中間，研磨後的刀角有問題，最後我們修正其偏轉中心為刀尖位置如圖 17 所示。新設計旋轉的軸心為固定位置，但刀具的中心線可以向上、下調整為偏心，研磨時刀尖研磨到固定位置後，將挾持工具頭向下偏轉搖擺，間隙角的部分就會研磨到，同時搖擺越下面間隙角度越大。整個工具頭完成的設計如圖 18 所示。

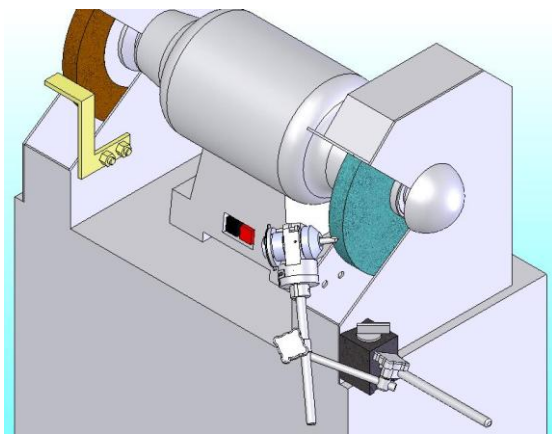


圖 15 新設計裝設位置圖

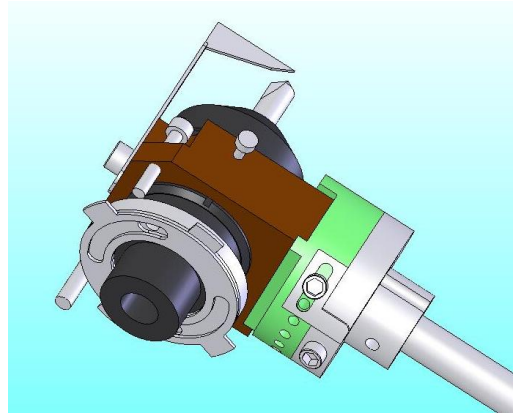


圖 16 新設計的挾持工具頭(原設計)

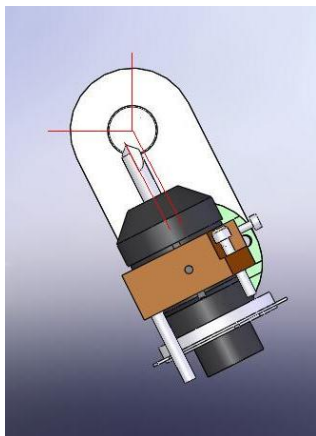


圖 17 偏心位置(方向相反)

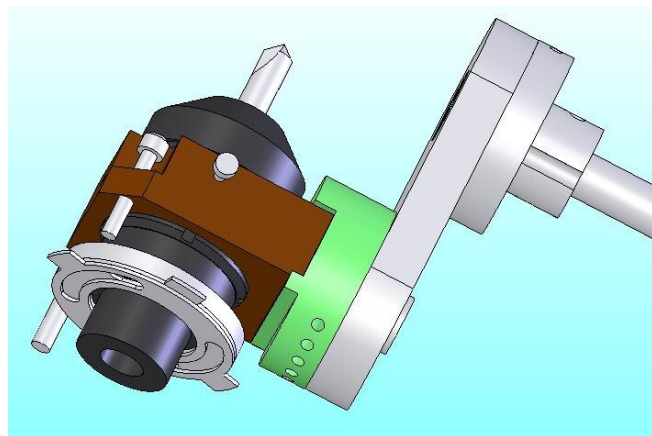


圖 18 完成的研磨附件設計圖

(三) 加工與組立

新設計完成零件圖後，加工時除了傳統加工機械外，也使用數值控制加工機械如圖 19 所示、及雷射切割加工機械。零件加工後組立完成的研磨附件如圖 20 所示。之前對於鑽夾的構造不是很清楚，在加工時因為最早的尺寸設計，使得有一個鑽夾被做壞掉，因此我們可以很清楚知道他的動作原理，利用錐度及螺桿的動作就可以使三爪同時運動，也具有一定的精確度。



圖 19 M/C 加工零件圖



圖 20 組立完成的研磨附件

(四) 實際研磨測試

整個機構完成後我們進行研磨測試，研磨方式如圖 21 所示，我們先以鑽頭做研磨測試，研磨時先裝置假鑽頭調整正確的鑽唇角，再更換成要研磨的鑽頭，研磨時的雙手握持方式如圖 22 所示，先將鑽頭往前推向砂輪，研磨到鑽唇時就可以將整個夾頭向下偏轉，研磨間隙角如圖 23 所示，當一邊研磨完成後就可以研磨另外一邊的刀唇，研磨好的鑽頭如圖 24 所示。



圖 21 研磨鑽頭時的刀角



圖 22 研磨時雙手握持位置



圖 23 研磨鑽唇間隙角



圖 24 試研磨鑽頭尖端

(五) 刀具實際加工測試

研磨好的鑽頭實際鑽削如圖 25 所示，當鑽頭從工件鑽下，剛開始時會有斷斷續續的切屑，當鑽削到一定深度時，鑽屑就以螺旋條狀出來，鑽屑如圖 26 所示。



圖 25 實際加工的情形



圖 26 實際鑽削出來的鐵屑

伍、研究結果

一、 砂輪機型研磨附件的機構實際使用問題與處理

新的研磨附件經過組立完成後，使用上有些地方需要修正與處理分別說明如下：

1. 原先的設計轉軸在鑽頭夾頭的中間位置，旋轉時刀尖會遠離砂輪，因為旋轉半徑較大，約有 40mm，所以工具頭一旋轉，刀尖就會很快的轉離砂輪，間隙角就無法研磨到。因此我們就加裝一個連接塊，使旋轉中心移到刀尖位置。
2. 磁力座連桿無法固定不動，剛性不夠，因為把手不易施力，不易夾緊因此我們另外加工固定螺帽，可以比較容易固定不動。
3. 由於操作時偏擺動作不順暢如圖 27 所示，因此我們重新設計偏擺心軸的機構如圖 28，我們使用止推軸承作為轉軸，可以將滑動配合改為滾動配合可以使操作更順暢如圖 29 所示。

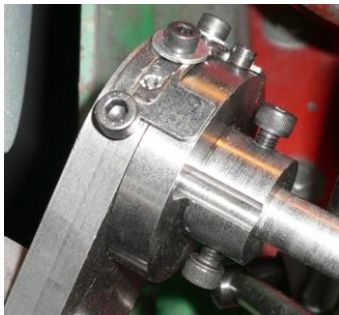


圖 27 舊的偏轉設計



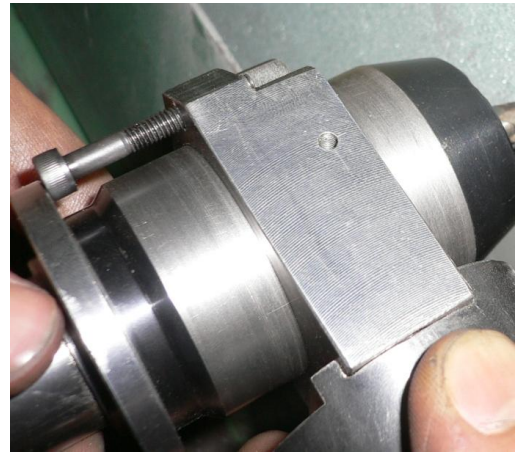
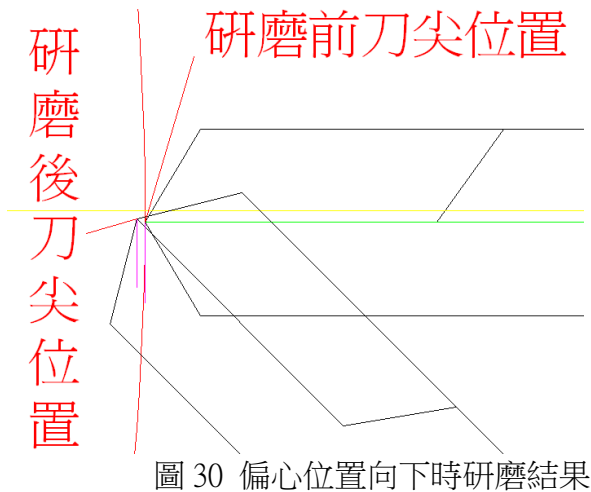
圖 28 新的偏轉設計



圖 29 使用兩顆止推軸承，使偏轉由滑動變為滾動

4. 偏心位置不對，原本構想位置為向下偏心如圖 30，可是研磨後發現應該要向上偏心，刀尖才會遠離砂輪，間隙角才会有偏轉的效果。
5. 原本設計的挾持裝置不能取下，安裝刀具較不方便，因此修正如圖 31 所示，可以取下鑽夾裝置好刀具再裝上研磨。
6. 研磨操作方式：
 - (1) 先將假鑽頭安裝在附件的鑽夾上，假鑽頭為階級設計，可以直接定位。
 - (2) 將磁力座調整適當位置，使鑽夾的中心線為水平位置，高度約為砂輪中心上方 5mm。
 - (3) 將假鑽頭的鑽唇直線切齊砂輪片(外周或側面皆可)。

- (4) 將鑽夾安裝待磨削鑽頭，並以定位裝置設定鑽頭伸出長度。
- (5) 調整限制螺絲，使研磨的鑽唇位置一樣，研磨到鑽唇後即可向下擺動研磨間隙角。
- (6) 一邊研磨完成後就可以研磨另外一鑽唇。



陸、討論

一. 鑽頭研磨鑽削結果

我們想了解偏心對鑽唇間隙角的影響，因此研磨時設計不同的偏心距離，研磨後加工工件作測試，研磨時我們以假鑽頭來調整正確的研磨角度如圖 32 所示。同時我們將工具箱內磨損的鑽頭收集起來，以 7.8mm 的鑽頭研磨測試，安裝定位方式如圖 33 所示。



在研磨時，我們設計偏心位置分別為 0、0.25、0.5、0.75、1.0 的偏心距離，經過實際鑽削後發現，當偏心越大時，鑽唇間隙角就越大，鑽唇就越銳利。實際鑽削結果如圖 34~38 所示，其中鑽削阻力以無偏心最大，鑽出來的切屑大致上會有捲繞出來的情況，但是仍有許多小切

屑會產生，偏心 1.0 的鑽頭其切屑為片狀，一般會有這種情況表示鑽頭太銳利了。



圖 34 無偏心研磨鑽頭鑽削結果



圖 35 偏心 0.25mm 鑽頭鑽削結果



圖 36 偏心 0.5mm 鑽頭鑽削結果



圖 37 偏心 0.75mm 鑽頭鑽削結果



圖 38 偏心 1.0mm 鑽頭鑽削結果

二. 倒角刀研磨測試

實際以中心鑽研磨倒角刀，研磨時我們收集斷掉的中心鑽如圖 39 所示，研磨方式如鑽頭，只是要使用假倒角刀來設定鑽唇角為 90 度，研磨好的倒角刀如圖 40~41 所示，我們先利用這支倒角刀對鑽孔加工後的孔進行倒角，倒角時如圖 42 所示，因為研磨時是以偏心 1.0mm 的位置研磨倒角刀，所以其刀刃應該是較銳利的狀況，因此在做孔倒角工作時，比較會有如圖中所出現的震刀現象發生。另外我們以這把倒角刀實際對工件邊緣做 45 度的倒角，加工如圖 43 所示，完成的倒角如圖 44 所示，倒角可以正確完成，銑削的阻力也是正常的情況。



圖 39 斷掉的中心鑽



圖 40 研磨好的倒角刀



圖 41 研磨好的倒角刀(另外一個角度)



圖 42 實際對孔做倒角工作



圖 43 以銑床對工件邊緣做倒角工作



圖 44 完成的倒角

三. 兩刃端銑刀研磨測試

端銑刀研磨時，我們先收集直徑 5mm 的端銑刀如圖 45 所示，研磨時刀具角度為 1~3 度也就是中心位置先研磨，刀尖位置最後才研磨到，研磨時如圖 46 所示，偏心位置為 1.0mm，調整研磨位置後，直接將刀具轉一個角度，往前推移研磨即可研磨出底刃的間隙角，研磨好的端銑刀如圖 47 所示。我們將研磨好的端銑刀實際加工工件如圖 48 所示。可以銑削溝槽出來如圖 49 所示。圖 50 為初步測試的加工試片。



圖 45 已經磨損的端銑刀

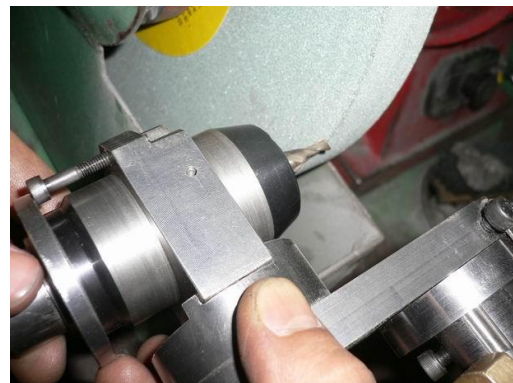


圖 46 端銑刀研磨



圖 47 研磨好的端銑刀



圖 48 端銑刀實際加工

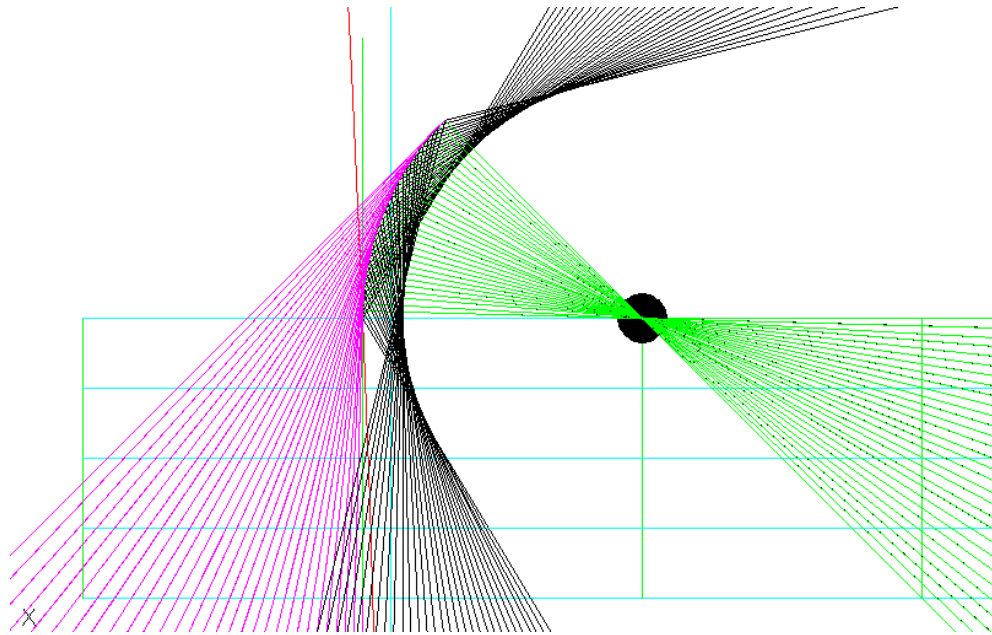


圖 52 刀尖偏心 0mm，偏轉位置為刀尖內 1mm 研磨理論示意圖

首先探討沒有偏心時的相對位置關係，設計如下。

1. 刀尖偏心位置 0mm，偏轉位置在刀尖外側 1mm 處。
2. 刀尖偏心位置 0mm，偏轉位置為刀尖處。
3. 刀尖偏心位置 0mm，偏轉位置為刀尖內側 1mm 處。
4. 刀尖偏心位置 0mm，偏轉位置為刀尖內側 2mm 處。
5. 刀尖偏心位置 0mm，偏轉位置為刀尖內側 3mm 處。

圖 53~57 中有一粉紅色的線條為垂直鑽唇的線條，當砂輪面接觸到粉紅色的線條時，表示鑽唇間隙角被磨到了。從圖中可以發現研磨時偏轉中心應在刀尖內側，也就是刀具安裝時應該使刀尖超過轉動中心，這樣研磨時才不會磨到刀刃處。

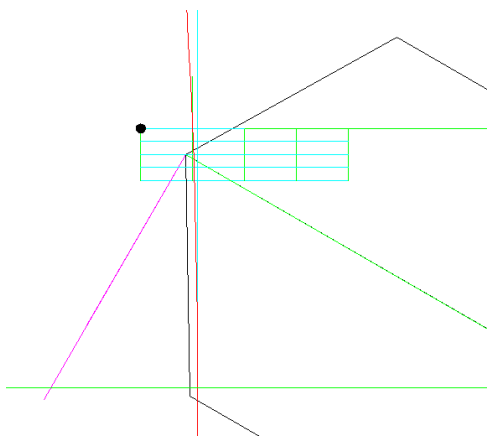


圖 53 偏轉位置刀尖外側 1mm 處

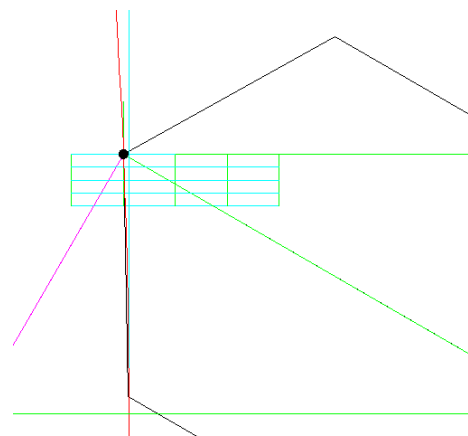


圖 54 偏轉位置刀尖處

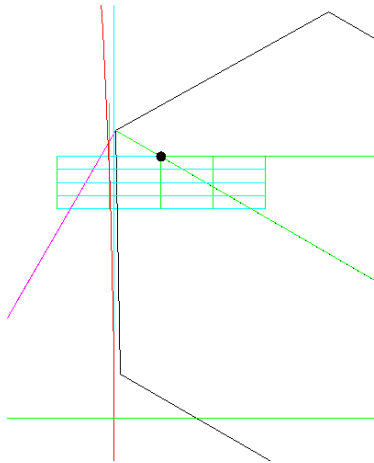


圖 55 偏轉位置刀尖內側 1mm 處

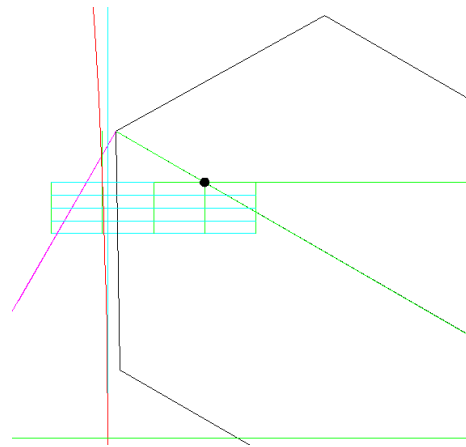


圖 56 偏轉位置刀尖內側 2mm 處

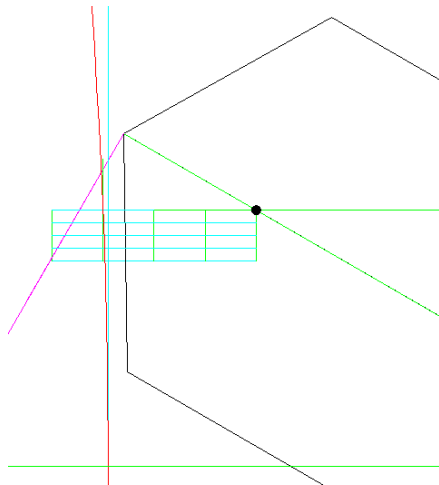


圖 57 偏轉位置刀尖內側 3mm 處

研磨好的鑽頭使用輪廓投影機來觀察其間隙角如圖 58，檢驗時先檢驗其鑽唇角度，如圖 59 所示，先移動工作台，使鑽頭中心尖端位置投影在投影幕的中心位置，再利用投影幕上的轉盤檢驗鑽唇角，可以直接在顯示幕上讀出數值。鑽唇間隙角的檢驗如圖 60 所示，先轉動鑽頭使其一鑽唇的邊緣清楚投影在投影幕上，調整位置使鑽唇的一端在投影幕的中心位置，轉動投影幕使水平線對齊兩鑽唇的端點，將回轉投影幕上讀出的數值歸零，再轉動投影幕就可以讀出角度值。



圖 58 光學投影機檢驗鑽唇間隙角

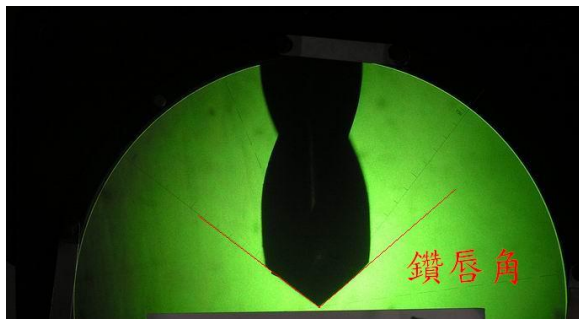


圖 59 鑽唇角檢驗

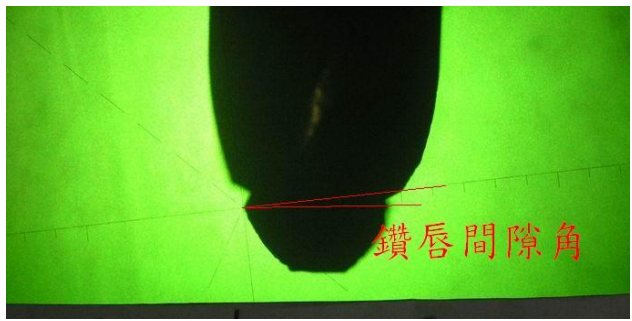


圖 60 鑽唇間隙角檢驗

經過研磨後量測的鑽唇角都在 118 度左右，其中在鑽夾無偏心，偏轉位置不同情況所得的鑽唇間隙角如圖 61 所示，測試研磨時我們使用三支不同直徑的鑽頭來做比較，當偏轉位置在刀尖前方時，會研磨成接近零的鑽唇間隙角，理論上是不能切削工件，實際測試也是無法加工。當偏轉位置在刀尖處或內側時，就可以得到正的鑽唇間隙角。所以研磨時應該設定偏轉中心為刀尖內側。同時在研磨的結果中發現偏轉位置在刀尖內側 1mm 處時可以得到較大的鑽唇間隙角。

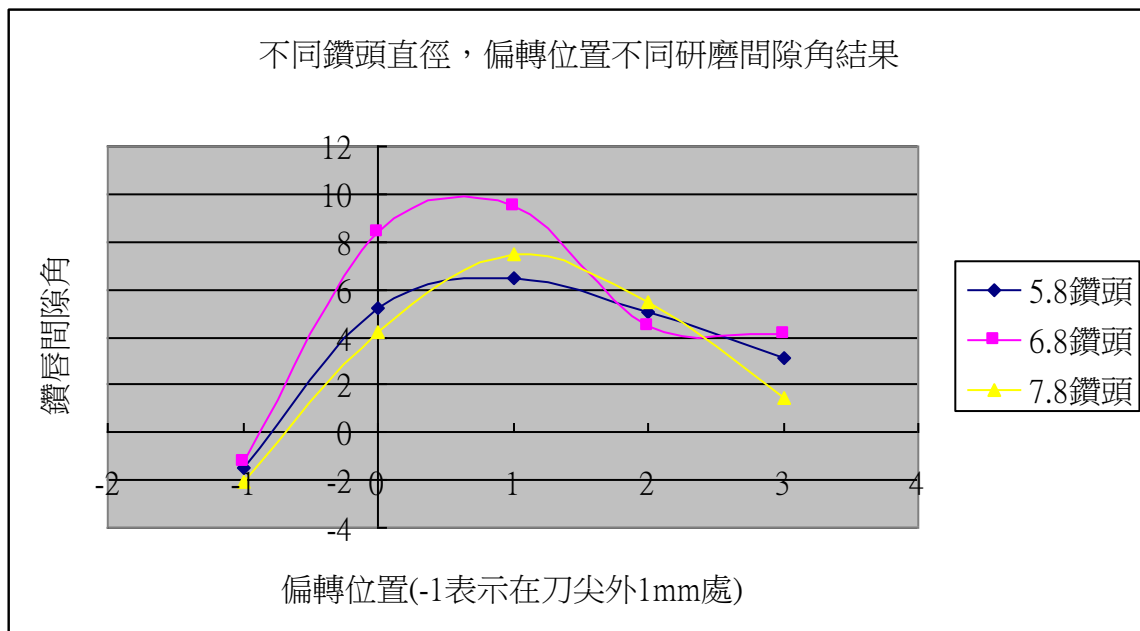


圖 61 不同偏轉位置研磨結果

五. 偏心位置對鑽頭研磨的影響討論

經過偏轉位置的研磨實驗後，我們再設定以不同的偏心位置，測試研磨的結果。我們先觀察以 AutoCAD 繪圖軟體完成的研磨曲線如圖 62 所示，了解研磨的可能情況後，就開始研磨測試。

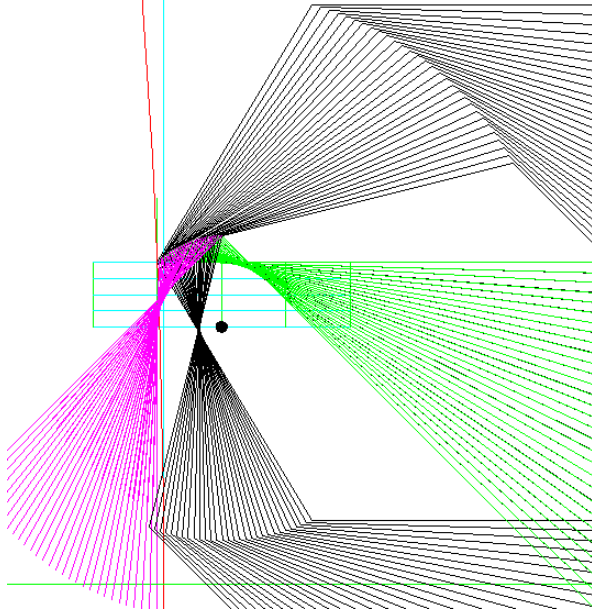


圖 62 刀尖偏心 1mm 研磨理論圖，粉紅色線條為研磨到的間隙角

我們以不同的鑽頭偏心位置來測試，設計方式如下

1. 刀尖向上偏心 0.25mm，偏轉中心在刀尖內側 1mm 處，如圖 63。
2. 刀尖向上偏心 0.5mm，偏轉中心在刀尖內側 1mm 處，如圖 64。
3. 刀尖向上偏心 0.75mm，偏轉中心在刀尖內側 1mm 處，如圖 65。
4. 刀尖向上偏心 1.0mm，偏轉中心在刀尖內側 1mm 處，如圖 66。

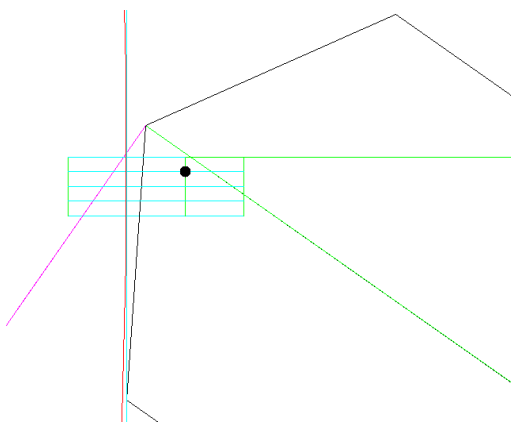


圖 63 刀尖偏心 0.25mm

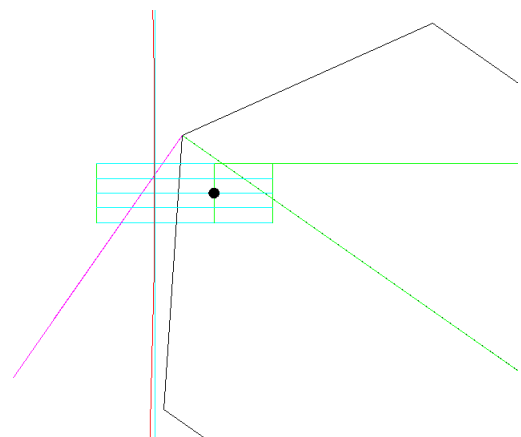


圖 64 刀尖偏心 0.5mm

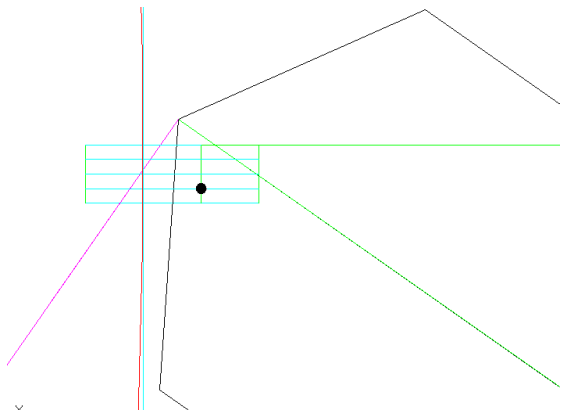


圖 65 刀尖偏心 0.75mm

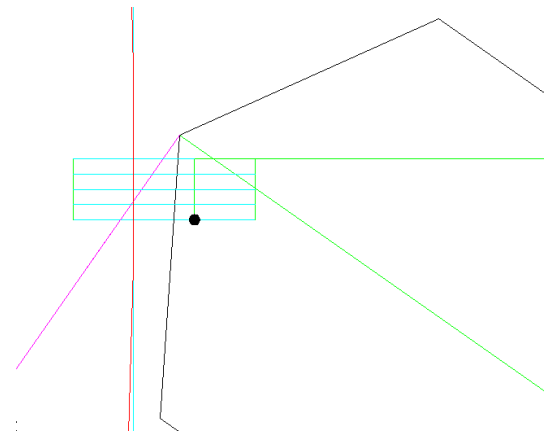


圖 66 刀尖偏心 1mm

圖 67 為偏轉位置固定在刀尖內 1mm，不同偏心時得到的鑽唇間隙角，從圖中可以發現當偏心位置越大時，可以得到越大的鑽唇間隙角，同時偏心位置在 0.25~0.75 間都可以研磨出我們所需的鑽唇間隙角。

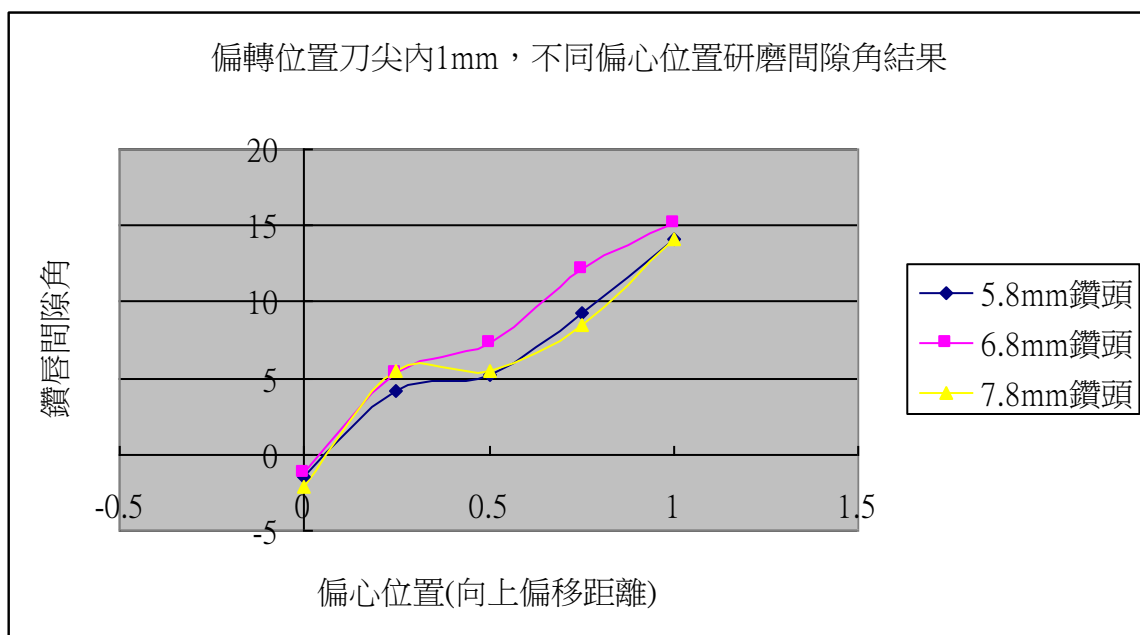


圖 67 不同偏心位置研磨結果

六. 修改挾持裝置可以研磨大端銑刀

由於鑽夾無法挾持直徑 13mm 以上的端銑刀，因此我們可以製作挾持不同直徑的端銑刀套筒如圖 68 所示，就可以研磨大端銑刀如圖 69 所示。



圖 68 挾持大端銑刀套筒



圖 69 實際研磨直徑 20mm 端銑刀

柒、結論

我們以資源回收再利用的觀念來製作倒角刀研磨裝置，初步製作的過程讓我們對於一些加工的方式及精度控制的方法能更熟練，因為初步設計的概念無法滿足實際需要，因此我們再設計第二代研磨裝置，以現有的集塵式砂輪機為基礎，利用磁力座來固定研磨附件，經過研磨與加工測試後，第二代的設計可以符合我們的需要，可以研磨鑽頭、倒角刀及端銑刀。經過這一連串的設計及組裝修正過程讓我們學習到很多技術及能力，我們研究的研磨裝置還是有一些地方要修正，後來我們針對偏心的位置與鑽唇間隙角的實際關係做測試研磨與討論，想了解我們設計的研磨附件，研磨出來的特性如何，因為鑽頭取得較容易，因此以鑽頭做測試，鑽頭研磨後可以發現其鑽唇間隙角比較小，同時在接近鑽唇地方角度間隙角更小，初步的結論是其特性為刀刃處強度會較高，可以避免刀刃崩裂，在鑽削上也可以順利鑽出條狀鐵屑。至於鑽削阻力的部分，是我們後續必須考慮的地方，其他像倒角刀與端銑刀在不同的偏心位置研磨後，與其加工物的表面粗糙度的關係，也是我們未來的研究方向。對於機構的操作上也有一些問題要處理，我們也會繼續將這個作品修正到更實用的程度。

捌、參考資料及其他

1. WAYNE R. MORE 原著，孫葆銓、孫樂南翻譯，機械準確性的基礎，適齊企業有限公司出版部，台北，頁 211，民國七十一年初版。
2. 張漢佑、施忠良著，機械基礎實習，新文京出版社，民國 98 年。
3. 陳勤仁、施忠良著，銑床實習，台科大圖書股份有限公司，2008 年元月。
4. 劉瑞興、張志榮著，精密測量，龍騰文化事業股份有限公司，民國 98 年。
5. 王飛達、林英明著，數值控制機械上冊，長諾資訊圖書股份有限公司，民國 86 年。
6. 黃世峰、陳文峰、林鴻儒著，機械基礎實習，台科大圖書股份有限公司，2006 年。
7. 邱瑞敏著，機件原理，台科大圖書股份有限公司，2008 年元月。
8. 林文豐、陳億成、林寰生著，實用精密量測與機件檢驗，台科大圖書股份有限公司，2001 年 3 月。
9. 經濟部智慧財產局本國專利公報。
10. 精密銑削專輯，精密加工百科 6，松祿出版社，1991 年七月。
11. 參考網站資料來源：<http://blog.yam.com/hainbuch/article/12973878>

<http://www.c-cnc.com/news/file/2008-8/20088916267.gif>

【評語】 090901

刀具研磨用夾具的設計與製作是本作品的主題，成果充分顯示所完成之夾具可以有效地研磨鑽頭、倒角刀及端銑刀。本作品亦將研磨完成之刀具作實際切削，並得到滿意的結果。本作品具實用性而其研究法亦適切，是一優良作品。