

投稿類別：工程與技術類

篇名：改善徑向切槽之表面

作者：

徐兆鴻。臺北市立松山高級工農職業學校。機械科三年仁班
李東諮。臺北市立松山高級工農職業學校。機械科三年仁班

指導老師：

陳文榮老師

壹●前言

一、研究動機

切槽是車床加工過程中常見的加工方法，其作用為在圓形工件上作徑向槽狀切槽與切斷加工（陳順同、蔡俊毅，2008），這學期在數控車床實習課時，當我們在進行切槽加工的過程中，時常聽到不正常且尖銳的切削聲，加工完畢後將工件從主軸卸下查看，發現切槽處的表面有不正常的震刀紋路，且經量測後更發現尺寸不穩定，因此，對於改善此現象有濃厚的興趣。

在進行切槽時，纏屑的問題更是令人困擾，纏屑後的表面上會殘留有許多的刮痕，都是造成工件表面不理想的因素，總合上述問題，本研究希望能夠調整加工方法，使徑向切槽之表面能更理想。

二、研究目的

為了要改善切槽過程中的纏屑與震刀的問題，本研究希望能透過實習課所學，以修改切槽路徑為方法，解決上述之問題，使徑向切槽加工後之表面改善。

三、研究流程

本研究係在學校數控實習課時發現上述之問題，因此，利用高三專題課程的時間，與組員討論問題與擬定可行的想法後，開始蒐集資料，參考相關文獻，並開始進行相關之實驗，最後測試與紀錄，將其撰寫成研究報告。

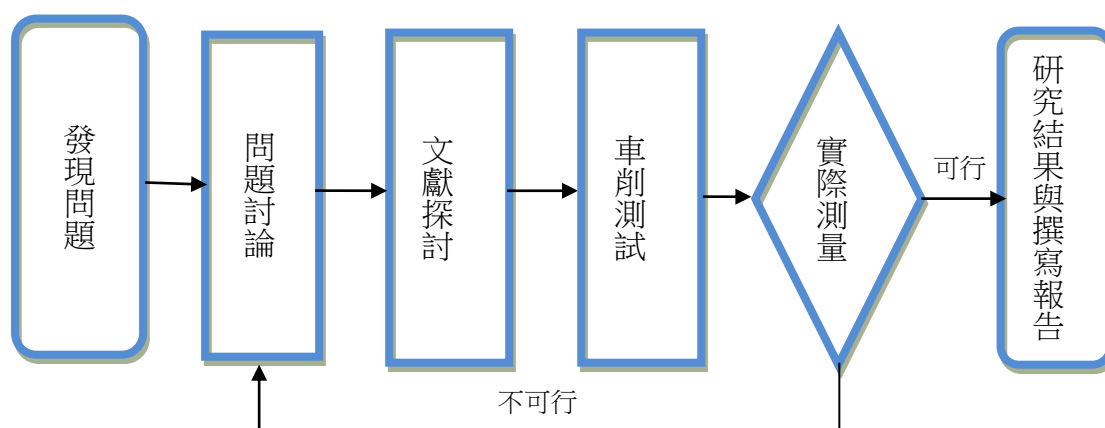


圖 1 實驗流程圖

貳●正文

一、文獻探討

(一) 表面織構

機械零件與結構零件在透過各式加工過程中，造成工件表面產生各種痕跡模樣，與使其從粗糙至光滑等階段，總稱為表面織構。(大西清，2011)。表面織構是能客觀顯示出零件表面的優劣，依照工作圖上標註之所需，來加工不同表面所需之要求，是保證零件表面要求的唯一保證(吳清炎、李建億，2014)。

工件加工表面共分成三種輪廓幾何特性，為粗糙度、波紋、結構等三種輪廓，如圖2所示，而本研究主要測量之基礎為粗糙度輪廓，此輪廓的產生方式為加工過程中，「刀具痕跡以及切削撕裂材料塑性變形所形成。」(吳清炎、李建億，2014)。

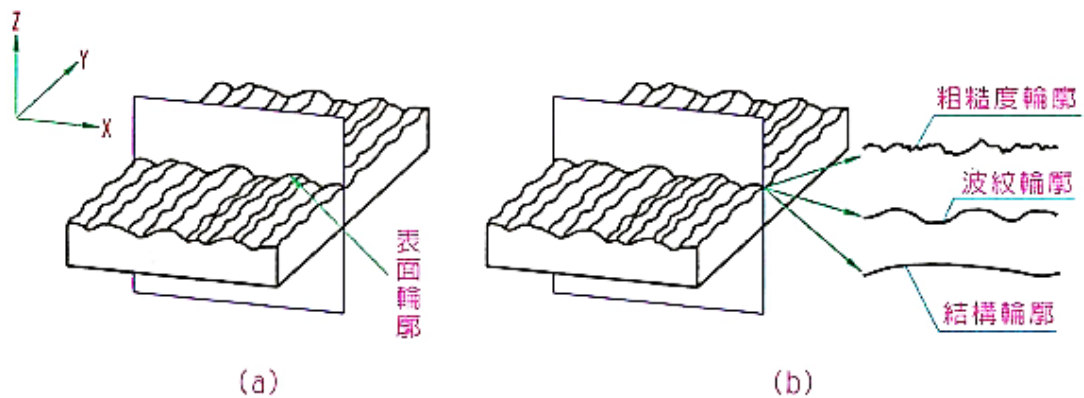


圖 2 表面輪廓

(二) 造成切槽震刀的原因

工件受刀具切削時，「內部產生了塑性變形，剪力面受剪切作用，在克服剪切面的剪切力及刀頂面的摩擦力後，沿刀頂面流動形成切屑。」(王千億、王俊傑，2014)，如圖3所示。

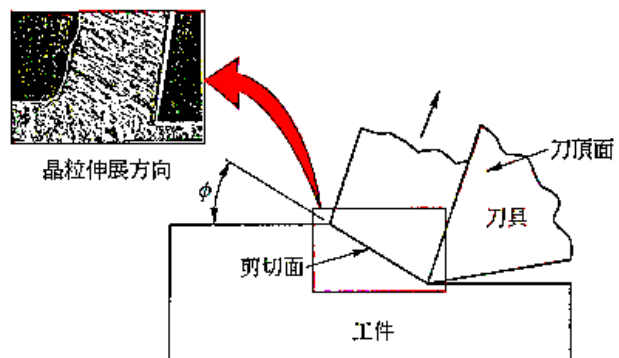


圖 3 形成切削過程

「切屑的型態分為三種，一、連續式切屑（Continuous Chip）。二、刀口積屑的連續式切屑（Continuous Chip With Built-up Edge）簡稱BUE。三、不連續式切屑。」（王千億、王俊傑，2014）本文探討第一種：連續式切屑，形成連續式切屑的因素有下列數項：工件材料延展性高、刀具磨擦係數小、使用切削劑、進刀量小、切削速度快……等等。

（三）造成切槽震刀原因

選用適當的工具機，及具有強度高的刀具支持器，可減少刀具在徑向切削帶來的阻力，可有效避免震刀帶來的表面粗糙以及尺寸的影響。

在切削的過程中，由於切槽刀只做徑向進給，所以車床主軸便承受較大的徑向力，如果剛性欠佳的車床或切削位置離夾頭較遠，容易使車床和工件產生顫動，造成工件的表面產生震刀的紋路，同時也影響了工件的尺寸（陳順同、蔡俊毅，2008），為了避免工件的震動而影響工件的尺寸精度與表面品質，當切削條件改變時，如切槽進刀量、切削速度、進給深度、工件材質或是加工時使用切削液，這些因素都會導致切削時的徑向力產生變化。

二、研究設備

（一）材料與設備

1. 使用材料：S45C 磨光圓鐵 $\varnothing 65*120$ 。
2. 使用工具：外徑車刀、切槽刀。
3. 工具機：數值控制車銑複合機、表面織構儀。
4. 參數：主軸轉速：G50 S2000RPM G96S280 進給率：F0.06mm/rev

三、研究方法

（一）切槽捲屑

先將材料粗車除料，再以切削8mm、12mm、16mm的切槽深度，觀察鐵屑的纏繞情形。

1. 當切槽單邊深度分別為8mm、12mm、16mm，探討捲屑情形，如圖4、圖5、圖6所示之切槽捲屑程度：



圖4 切深8mm



圖5 切深12mm



圖6 切深16mm

從上述圖片可得知，當切槽越深，則捲屑情況越嚴重，捲屑不但傷及工件表面，在處理鐵屑也是十分耗時的事情，若是在旋轉狀態下用鐵屑鉤去鉤除的話，還有可能使加工者被捲入進而造成操作上的危險。

鐵屑纏繞是因為，在連續的進給切削下，鐵屑沒有斷屑的空間和時間，導致鐵屑越切越長，造成纏繞在工件表面的情形發生。解決方法為，在輸入程式時，若需要切除較深的溝槽，可以分段進行深度切槽，根據實驗結果，8mm是最安全又不會使鐵屑纏繞的深度，超過8mm的槽深，可以在切除8mm時候，提刀2~3mm的提刀量，讓鐵屑有空間離開工件表面，之後再依據深度決定是否要繼續提刀，即可改善嚴重捲屑的問題。

(二) 切槽震刀

以工作圖3為例，一般切槽除料可以用手寫程式的G72（徑向粗加工複循環）（施忠良徐世威，2010）來做切槽除料加工，指令格式：

G72 W_R_（W：每次進刀量；R：每次切削退刀量）

G72 P__Q__U__W__F__（P：開始循環單節序號 Q：結束循環單節序號 U：X軸精車預留量 W：Z軸精車預留量 F：刀具切削進給量）

上述指令第二列的W可用來預留切槽粗加工後的餘量，預留量以大於槽刀之刀鼻為原則，在一般控制尺寸時，精修會走兩次，第一次為修除粗車留下的分段階級痕跡，第二次為控制尺寸用，往往會在走第二次精修時，因為預留量不足，造成震刀的現象。若改用手寫程式中的G75指令，即可改善上述問題，但缺點是非常的耗時，G75後面不可加入G70，只能重複用G75指令來作為精車，故不考慮此指令。

解決方式為在走完第一次精修後，修改程式的Z值，指座標點偏離工件0.01mm，不要讓切槽刀重覆走一樣的面，也就是在走G70時，下來的徑向為空行程，到底面直徑時，才開始有接觸到工件表面，如此一來即可解決餘料不足造成的震刀問題。

依據上述的說明，測試工件在有無移開表面下的情況：

1. 第一次精修後的表面，如圖7，以及無移開的表面，如圖8的實驗。



圖 7 第一次精修

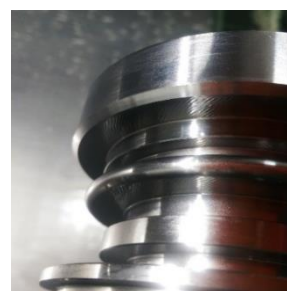


圖 8 第二次精修

2. 第二次精修後，無移開如圖9以及離開工件表面0.01mm精修，如圖10之比較：

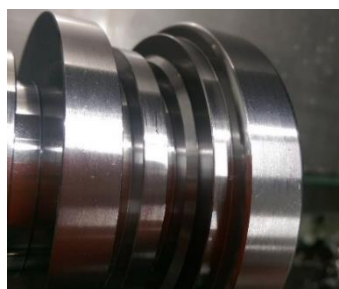


圖 9 第二次精修



圖 10 第二次精修

3. 表面數據比較：

- (1) 表面織構概述：

「零件在經過加工方法中，由於機械震動、刀具尖端等因素，使機件表面產生凹凸紋路或粗糙痕跡，稱為表面織構(Surface Texture)。」

(吳清炎、李建億，2014)

- (2) 表面比較：

為了得到真實的表面比較，必須將其數據化顯示出來，得到確切的表面粗糙度，於是將兩隻相同直徑的車件來測量粗糙度，分別測試無移開的切槽精修面：如圖11、圖12、圖13所示精修表面，以及有移開的切槽精修面：如圖14、圖15、圖16之表面比較。



圖11震刀A面



圖12震刀B面



圖13震刀C面



圖14精修A面



圖15精修B面



圖16精修C面

上圖可比較出，震刀的工件表面粗糙度為精修表面粗糙度的兩倍以上，其中，如圖11與圖14相差2um多，震刀不僅僅影響表面，也影響了尺寸，由此可知修改切槽精修程式的重要性。

參●結論

一、研究結果

本研究中測試了兩個主題，分別是切槽捲屑、切槽震刀，的兩項核心，在經過多次的實驗後，得到了實驗結果，並探討結果是否合乎研究目的中想要解決的問題，並針對本次研究做出以下的探討：

(一) 切槽捲屑之探討：

此實驗的解決方法為修改程式的 X 值，在單次切削深度不超過 8mm 的情況下去切槽，如同深度啄切的道理，可改善纏屑的問題，但此方法不代表可以完全克服捲屑，一開始不知道要切多少，常常切下去的過程就已經捲屑，在主軸旋轉的狀況下用鐵屑勾去清除，其實很危險。

經過多次的切深後得到結果，雖然還是有輕微的纏繞，但已經比一刀切到底改善很多，這只能減輕捲屑的問題，若要有良好的切屑型態，依然要考慮刀片的性質、後斜角、主軸轉速、進給率的快慢、刀片本身斷屑功能的好壞、切削液、以及切削的深度等等，都會是影響鐵屑的因素，所以在開始加工前，必須先判斷加工的刀具與材料，選擇正確的加工條件，可以達到省時又省力的效果。

(二) 切槽震刀之探討：

在作切槽練習時，常在控制尺寸時發生震刀，在切削過程中，就能明顯聽到尖銳刺耳的摩擦聲，而不是切削的聲音，震刀不只是影響了表面，連尺寸都會影響，所以我打算解決這個問題，一開始都是在更改進給率，但發現效率不是很高，每次都這樣調整很耗時，且還是會有震刀的紋路。

如圖 8 所示，在一次的測試中我更改了座標點的位置，讓它離開工件表面，如圖 17 示意圖；發現到就沒有切削尖銳刺耳的聲音，表面也依然如第一次精修般的光亮，如圖 18，於是想針對這方向作探討，但移除 0.01mm 只是測試的結果，不是一個絕對的定值，況且在修改程式時，也有可能輸入錯誤的程式，導致刀具的損毀、機台的損壞的問題，程式修改後必須再花時間看模擬圖，這些動作都會額外的花時間，若要真正得到良好的表面之後，依然要考慮主軸轉速、進給率、刀把材質、刀片特性、切削液、粗車預留量、以及機台的剛性等等的問題。

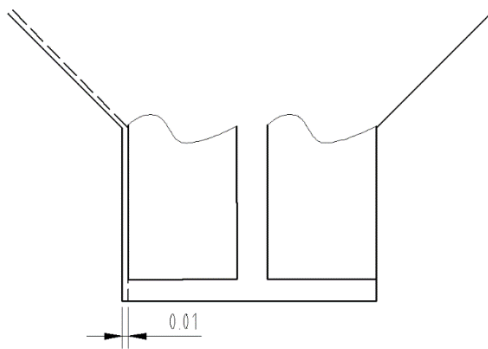


圖 17 移開 0.01mm



圖 18 成品

二、未來展望

未來可以開始去探討刀片的角度，角度會影響切削以及排屑，就不單單只是改良切槽的工法而已，改善切槽的排屑槽，使鐵屑順利斷屑，在加工上

可達到省時又安全的效果，加強刀柄的抗震效果，刀柄的材質也是影響震刀的關鍵，依照不同的材料嚴選適當的刀柄材質，就可避免不必要的震刀影響。

肆●引註資料

- 一、陳順同、蔡俊毅（2008）**車床實習Ⅱ**。全華圖書股份有限公司。
- 二、大西清（2012）**機械設計製圖便覽**。全華圖書股份有限公司。
- 三、吳清炎、李建億（2014）**製圖實習Ⅱ**。華興圖書股份有限公司。
- 四、王千億、王俊傑（2014）**機械製造Ⅱ**。全華圖書股份有限公司。
- 五、施忠良、徐世威（2010）**數值控制機械實習Ⅱ**。台科大圖書股份有限公司。