

投稿類別：工程技術類

篇名：

CNC 車床冰雕

作者：

曹庭瑋。臺北市立松山高級工農職業學校。機械科三年仁班

蔡佳君。臺北市立松山高級工農職業學校。機械科三年仁班

周世揚。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：

江元壽 老師

林俊呈 老師

壹●前言

下學期開學後代表暑假的結束，但是炎熱的天氣卻不會因為暑假結束而轉涼。在暑假吹著冷氣上輔導課的同時，心中還是會有「夏天就是要吃冰」的那種感覺，而想著想著，寶特瓶裝水冷凍可以帶在身邊消消暑，那如果把這圓柱體的「冷凍水」拿到車床上車呢？

在機械製造加工中，材料大部分都是金屬，少數的非金屬也只有木材、塑膠及低熔點金屬等材料。因此這次我們突發奇想，我們想嘗試以非金屬、密度低、又硬、又脆且介於固態與液態之間的「冰塊」，來當做加工的材料，進行 CNC 車床實務加工，看看能否做出預期的工件。

貳●正文

一、參考文獻

爲了瞭解冰塊切削的原理與數值控制機器的深入探討，本組特別參考網路上的製冰過程(註一)；之後，再參考高一機械製造課本中，有關各種材料的性質(註二)；再來，我們還參考了數值控制實習 II (註三)，更加了解手寫程式與實體切削，一般來說我們是用碳鋼製作各種課程所需零件，但是在經過我們學習數值控制的這幾堂課下來，我們想要嘗試看看其他的材料，因爲在課堂的教學當中，我們可以由數值控制做出的許多不同材質的工件，最後藉由較深入的探討與研究，訂出這份報告的研究方向與內容。

二、研究目的

通常機械業的工具機大部分都是用來加工金屬材料，而這次我們突發奇想，使用寶特瓶冷凍後的冰塊拿來車削。究竟這種「質量輕、密度低、又硬、又脆、還會隨著溫度升高而消逝的非金屬材料」能不能在工具機上利用車刀做成冰雕？又有甚麼技術上的困難等著我們去克服呢？這就是我們想要嘗試的目標！

三、研究方法

因爲「車削冰塊」這種實驗應該沒有別人嘗試過，在擬定實驗計畫之前，我們根本不知道這個計畫不可行，於是引發了我們的好奇心。

我們從寶特瓶製冰開始，一步一腳印做參數的實驗，發現哪裡遇到瓶頸就從哪裡解決問題，待問題克服之後再延伸下一階段的實驗。

四、CNC 車床冰雕實驗過程

(一) 做冰雕的前置作業就是要先製冰，我們先以寶特瓶裝水拿到冷凍庫冷凍，第一次就先冰存了六瓶冰塊以便實驗的不時之需，如圖一所示。

CNC 車床冰雕

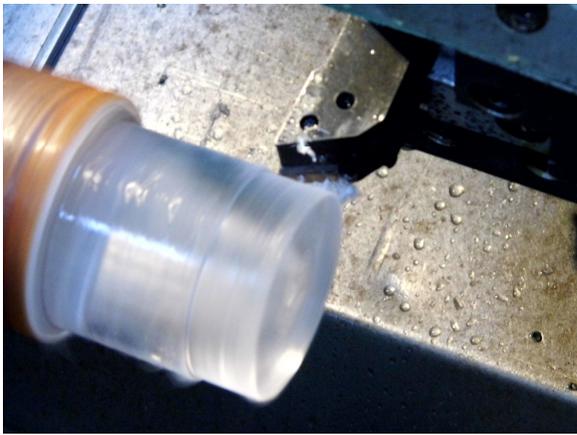
(二) 我們以最短的時間將保特瓶置於 CNC 車床夾頭夾持，因為冰塊很脆，一放到夾頭上就直接被夾碎了，因此，我們試著降低夾頭的夾持壓力至 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ (如圖二)，並將保特瓶夾持後，以手動試車車出外徑，發現這個計畫確實有它的可行性存在，如圖三所示。



圖一 冰雕材料



圖二 調降夾持壓力



圖三 瓶裝冰塊試車結果

(三) 由於以保特瓶塑膠瓶裝冰塊進行車削時，冰塊尾端與夾爪接觸夾持部分因為溫度較高熔化較快速，會發生夾持力不足的問題，車削過程容易發生冰塊從夾爪上飛出來的危險 (如圖四)。因此，我們再嘗試用鐵鋁罐進行夾持，以壓力 $8\text{kg}/\text{cm}$ 進行夾持，可是唯一的壞處是，鐵鋁罐冰凍時會產生破裂的情形 (如圖五)。之後我們製冰都一次冰存五罐，實驗時取外形變形較小的鐵鋁罐冰塊來進行車削。

CNC 車床冰雕



圖四 冰塊從夾爪上斷裂



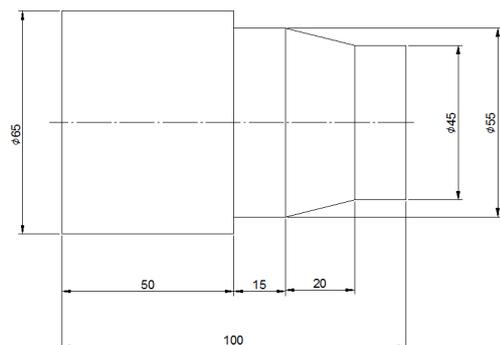
圖五 鐵鋁罐冰凍時產生破裂的情

(四) 在試車的過程中，我們又發現夾頭溫度太高時，會使冰塊加速熔化，因此我們就以隔熱墊包覆在冰塊外層，以避免冰塊直接與夾爪接觸，同時須注意是否有偏心，儘量以相同厚度或層數的隔熱紙包覆，如圖六所示為包覆後的夾持狀況及所須工具，由於偏心的問題極小，可以忽略。



圖六 相同厚度的隔熱紙包覆進行夾持及所須工具

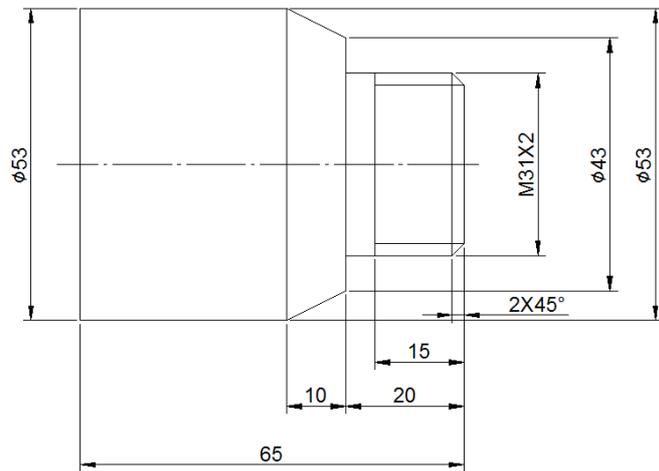
(五) 由於夾持問題漸漸克服，我們開始嘗試以 CNC 程式來試車了外徑與錐度，感覺切削效果不錯，錐度表面也十分漂亮。如圖七所示。



圖七 以 CNC 程式來試車了外徑與錐度

CNC 車床冰雕

(六) 錐度結束後，我們嘗試了螺紋，由於先前切削時間過長，導致冰塊逐漸融化而產生嚴重的偏心，因此車削螺紋時，只有單邊螺紋形成，並不算成功如圖八所示。



圖八 螺紋車削

(七) 嘗試過以上的實驗後，我們就想要在冰塊上鑽孔，我們以 $\phi 18$ 的麻花鑽頭直接鑽入冰塊裡，結果非常成功，如圖九所示。



圖九 鑽孔加工

(八) 在確定上述的加工方法可行之後，本研究設計了一個工作圖，融入包含外徑、錐

度、螺紋、內孔及鑽工的切削加工，加工成品如圖九所示。



圖九 包含外徑、錐度、螺紋、內孔及鑽工的切削加工例

參●結論

在我們經過多次的試驗之下，我們發現：

- (一) 只要冰塊可以夾持，就可以車削。
- (二) 夾持力的力道足夠溫度維持在一定範圍以及壓力平衡的狀態時，冰塊是可以成功車削出我們想要的外形形狀。
- (三) 另外在切割的情況之下，我們需要注意冰塊溶化的時間點以及偏心率。

不過我們還是有一點小遺憾，我們嘗試了多次切槽、切斷，但是都沒有成功，也許是到切槽時已經消耗太多時間的關係，冰塊已經熔化的差不多了，以致它無法承受過多的徑向壓力，也有可能是他實在是太脆了，一點小小的碰撞、輕微的震動都有可能造成他破裂，甚至斷掉、工件飛出。

最後的結果，冰塊是絕對可以切削的，但它所能承受的壓力，就縱向與徑向切削力比較而言，很明顯的，縱向切削力遠遠大於徑向的切削力，若能把加工時間予以縮短或夾持壓力再小一些，切槽或切斷應該是可以切削成功的。

由這次實驗讓我們了解到不僅僅只有冰塊的特性，更多的是我們對於 CNC 車床的了解，很難相信我們在 CNC 車床上所鑽的第一個孔，竟然是在冰塊上，而不是在一般的碳鋼，這真的是一件十分奇特的事情，也謝謝老師、同學的幫助，他們幫我們想了很多節省時間、控制溫度的方法，也謝謝科主任，借我們使用如此先進的機器，並陪我們留到很晚，真的很謝謝他們！

我覺得我們是個十分奇特的小組，沒有爭吵、不曾意氣用事，大家都是十分認份的分配工作、完成自己的任務，每次的工作都是帶著十分愉悅的心態來面對，失敗了，就是一直檢討並找出錯誤，慢慢修整；我們的作品或許不是最優秀的，但我們組員間的向心力強，協調性佳，讓我們體會出夥伴的重要。

肆●引註資料

註一、水的特性。民國 102 年 03 月 8 日，取自網址

http://library.thinkquest.org/C0126220/significance/print_c.htm

註二、葉輪(2011)。機械製造 II。台北市：全華圖書公司。

註三、葉輪(2011)。數值控制實習 II。台北市：全華圖書公司。