

投稿類別：工程技術類

篇名:

完美「曲」線- CNC 曲面加工比較與分析探討

作者：

謝元惠。臺北市立松山高級工農。機械三年智班

林和駿。臺北市立松山高級工農。機械三年智班

指導老師：

陳添財老師

胡銘軒老師

壹●前言

一、研究動機

在現今社會，許多企業皆廣泛的使用 Mastercam 軟體，並結合 CNC 切削中心機製作曲面相關的產品，如我們日常生活中的手機殼、遙控器、美工刀外殼……等，皆是曲面加工的應用。正因為現今社會曲面應用廣泛，而我們又身在技職體系的一環，身為製造業的機械科更應該去了解與研究曲面的製作應用，與各種條件下做出的曲面差別。

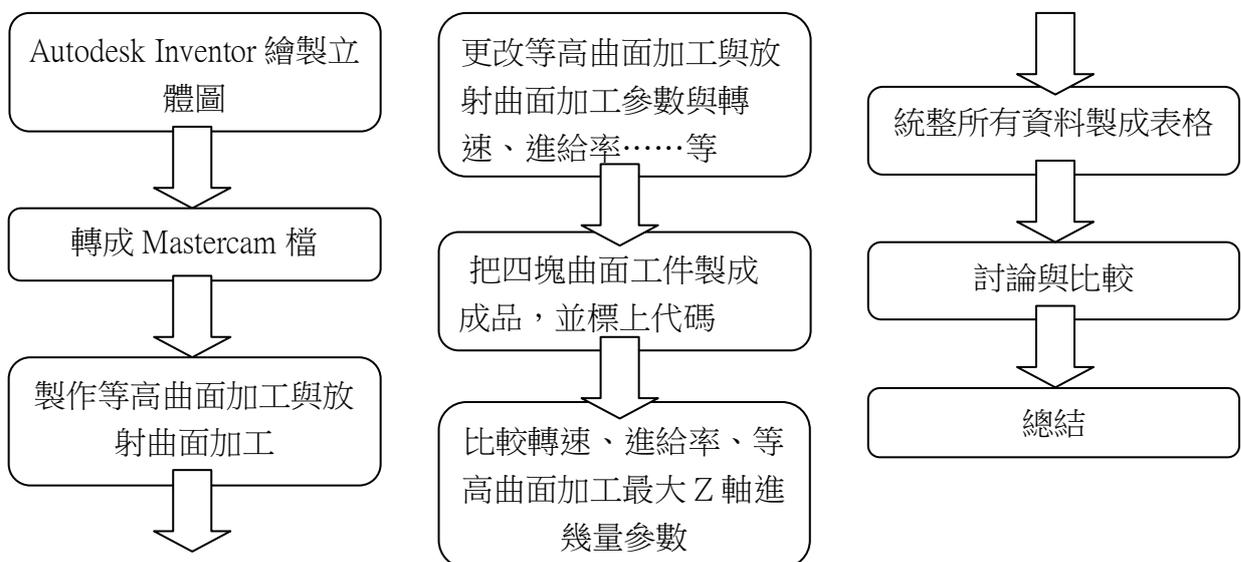
二、研究目的

我們這組研究這個專題，主要是要探討不同條件與參數會對製造出的曲面造成何種影響，並實際利用 CNC 切削中心銑削出來，讓我們在學校所學的知識和技能做結合做更加深入的探討。

三、研究方法

我們將利用 Mastercam 軟體把在 Autodesk Inventor 中繪製的曲面，利用等高曲面與放射曲面加工搭配上不同參數與主軸轉速、進給率……等，去做表面與時間上的比較，並統整歸納出結論。

四、研究步驟

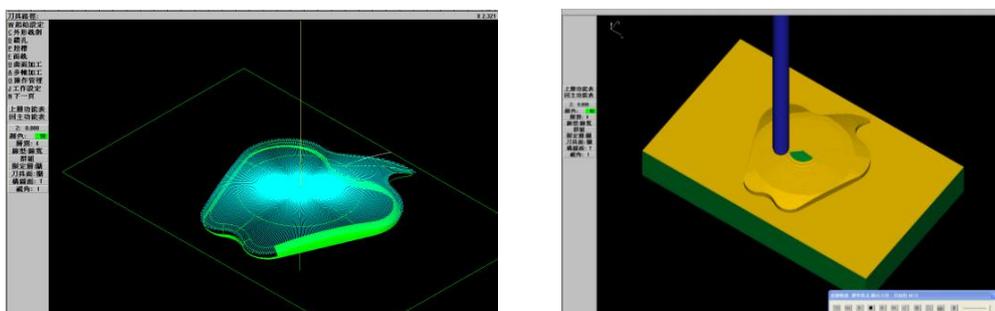


五、研究設備

名稱	版本或種類	單位	數量
Autodesk Inventor	2010	套	1
Mastercam Mill	V8.1	套	1
CNC 銑床	AWEA	部	1
電腦	Window XP	臺	1

貳●正文

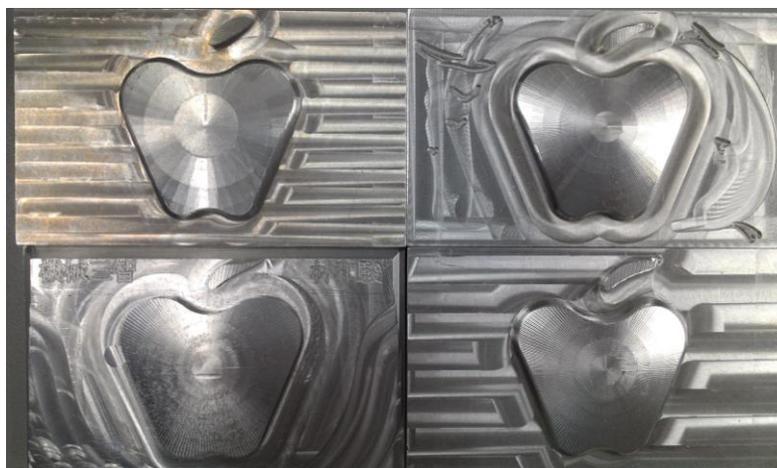
一、在 Mastercam 製作等高曲面加工與放射曲面加工並模擬切削(如圖一)



(圖一)曲面加工模擬切削

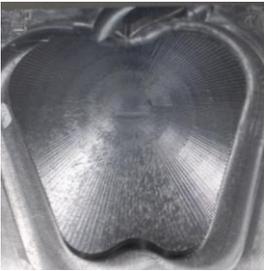
二、將曲面製作為成品進行表面比較

把四塊曲面工件製成成品，並標上代碼(如圖二)，圖中依照順序編號分別為：左上為 A 曲面、右上為 B 曲面、左下為 C 曲面、右下 D 曲面。



(圖二)曲面成品圖

三、各曲面加工數據、參數與曲面時間比較

曲面代號	A 曲面	B 曲面	C 曲面	D 曲面
主軸轉速	3000	3000	3000	1500
進給率	200	200	350	200
等高外形	Z 軸進給量 1	Z 軸進給量 0.5	Z 軸進給量 0.5	Z 軸進給量 0.5
放射加工	最大角度增量 0.8	最大角度增量 0.8	最大角度增量 0.8	最大角度增量 0.8
等高曲面外形完工時間	6 分 3 秒	10 分 2 秒	10 分 2 秒	10 分 2 秒
放射曲面加工完工時間	53 分 29 秒	53 分 29 秒	31 分 12 秒	53 分 29 秒
曲面切削總時間	59 分 32 秒	63 分 31 秒	41 分 14 秒	63 分 31 秒
成品圖				

(圖三)

(圖四)

(圖五)

(圖六)

(一)主軸轉速比較: B 曲面與 D 曲面

曲面代號	B 曲面	D 曲面
主軸轉速	3000	1500
進給率	200	200
刀具	φ 6 球刀	φ 6 球刀
曲面切削總時間	63 分 31 秒	63 分 31 秒

比較結論:

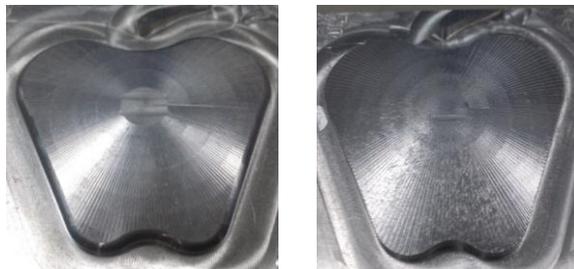
B 曲面與 D 曲面在相同的條件與曲面參數下，加工時間相同，但 B 曲面的表面明顯比 D 曲面要來的平整，表面粗糙度也較 D 曲面佳，可以得出主軸轉速對曲面的影響相當大，使用 3000 轉的 B 曲面較 D 曲面能反射更多的光，代表精度較好。



(圖七) B 曲面與 D 曲面表面比較

(二)進給率比較: B 曲面與 C 曲面

曲面代號	B 曲面	C 曲面
主軸轉速	3000	3000
進給率	200	350
刀具	φ 6 球刀	φ 6 球刀
曲面切削 總時間	63 分 31 秒	41 分 14 秒

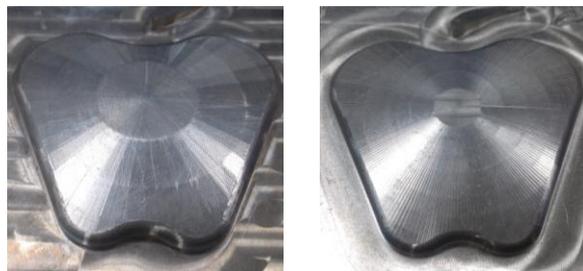


(圖八) B 曲面與 C 曲面表面比較

(三)曲面加工參數

1.等高曲面比較:A 曲面與 B 曲面

曲面代號	A 曲面	B 曲面
主軸轉速	3000	3000
進給率	200	200
刀具	φ 6 球刀	φ 6 球刀
最大 Z 軸 進給量	1	0.5
曲面切削 總時間	59 分 32 秒	63 分 31 秒



(圖九) A 曲面與 B 曲面表面比較

比較結論:

A 曲面與 B 曲面在轉速、進給、刀具……條件相同下，差別只有等高曲面的最大 Z 軸進給量參數不同而已，A 曲面更改為 1 而 B 曲面設定 0.5，雖然調整過後 A 曲面的加工時間縮短，但明顯表面並無參數為 0.5 之曲面精細，甚至用手去撫摸時會發現 A 曲面高低落差較大，有如階級，不像 B 曲面平滑。

參●結論

曲面代號	A 曲面	B 曲面	C 曲面	D 曲面
精度排序	4	1	3	2
完工時間排序	2	3	1	3
曲面優劣	4	1	3	2

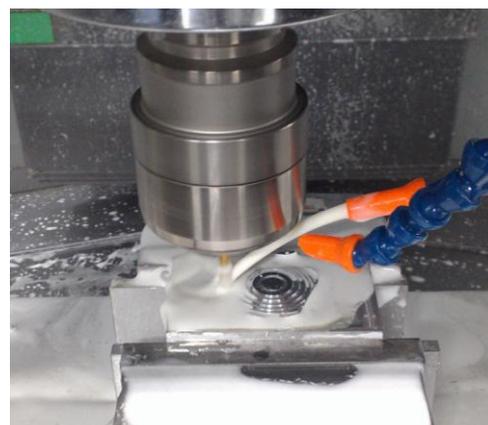
(一)討論與結論

根據上面所統整出來的結果，以整體而言 B 曲面的精度是最佳的，C 曲面為了節省加工時所耗費的時間加快了進給率，雖然達到省時但同時也使得曲面的精度變差，而 A 曲面雖然把等高曲面的最大 Z 軸進給量參數調整為其他的兩倍，也是把加工時間縮短了，但等高曲面的刀痕卻會把放射曲面給銑掉，而經過對比放射曲面的精度較等高曲面佳，故我們得出了以下幾點結論：

- 1.等高外形曲面較適合粗銑，而放射曲面較適合精銑
- 2.要減少加工時間，調整進給率比調整曲面參數較能維持精度
- 3.使用較快的主軸轉速能加工出品質較高的曲面
4. 若曲面弧度較大則「等高外形-最大 Z 軸進給量」設定數值不宜過高，否則產生不出較平順的曲面

(二)遭遇到的困難

加工時不一定每次都能如預期般理想，所以對刀時都要非常接近，有沒有夾緊……等狀況，也會有所影響，而又要做比較，誤差值不能太大，否則可能會影響到之後比較的正確性，所以在製作時都要非常謹慎，也不是每塊曲面都是銑成功的，就算成功也並非適合拿來做比較，其中切削液也會影想到曲面精度，所以每一個步驟都不得有誤，也要經歷很多嘗試與練習。



(圖十)CNC 曲面加工圖

(三)未來還能再嘗試的空間

下次可先使用等高外形銑削，再使用放射曲面加工，並提高進給率，這樣就能在維持一定精度的情況下，縮短加工時間。也可以嘗試更多曲面加工方式如：

- 1.平行銑削
- 2.陡斜面加工
- 3.投影加工
- 4.曲面流線
- 5.交線清角
- 6.環繞等距

肆●引註資料

(圖一)、(圖二)、(圖三)、(圖四)、(圖五)、(圖六)、(圖七)、(圖八)、(圖九)、(圖十)。自行拍攝

何仁琪(2006)。曲面精度加工研究。102年3月15日，取自
<http://file.lw23.com/3/37/373/3730bac6-f4fb-4e58-bba3-cd755e7ba9d9.pdf>

馬秋生(2005)。MasterCAM 的 曲面精加工方法比較與應用。102年3月17日，
取自 <http://file.lw23.com/c/c5/c55/c5507bc2-13e2-4234-908d-ef1ec1b5e059.pdf>

陳維方(2012)。曲面量測、重建與加工研究。遠東學報第二十九卷第三期

江元壽(2010)。機械製造。新北市：台科大圖書股份有限公司

鍾華玉、李財旺 (2006)，Mastercam 3D 繪圖與加工教學手冊。新北市：
全華圖書股份有限公司。

施忠良、徐世威。數值控制機械實習 II。台科大圖書股份有限公司

模具數控加工刀具的選擇及銑削曲面時應注意的問題。102年3月05日取自
<http://www.dictall.com/indu58/21/5821429DFE5.htm>

劉紅霞。Mastercam多軸數控加工典型實例詳解。機械工業出版社

劉宗旻、蔡明勳、吳浩生、陳俊宏 (2012)。電腦輔助製造實習。台科大圖書股份有限公司

鍾華玉、陳添鎮 (2006)，Mastercam 2D 繪圖與加工教學手冊。新北市：
全華圖書股份有限公司。