

Study on the Machining Turbine Blade Surface Using Five-Axis Numerical Control Machine Tool

蘇宏明、余振華

E-mail: 9405654@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

In order to reach the high-precision and high-quality produce demand these years, adopting 5-axis CNC has become an advantage among the industrial competition. 5-axis machining has been valued by the aerospace industry, the automobile industry, the tire mold industry and other mold industries. Besides, the demand of 5-axis machining has gradually become keen. In Taiwan, more and more machine industries are developing 5-axis CNC actively. Because 5-axis CNC has two additional rotation degrees of freedom than 3-axis CNC, it has more powerful processing ability. It's used to deal with the special curve or geometrics that 3-axis CNC can't do with. Take the centrifugal air turbine blade and axial-flow spiral blade for example, 5-axis CNC can deal with the processing problems such as the large changeability of the curve rate, the highly demand of curve precision and the highly overlap of the blades. Therefore, we use turbine blade as an example in this study to analyze the process planning of 5-axis CNC and tool path generation. We try to simulate and confirm the axis program by the machine interface. First of all, we produce the proper tool path from UG/CAM, and take the first step to simulate and check it. We can use DECKEL MAHO DMU 60T machine interface which is based on VERICUT to simulate NC code of the tool path. At last, we can complete the air turbine blade successfully through the accurate experimental confirmation.

Keywords : CAM ; five-axis machining ; axial-wheel turbine blade

Table of Contents

封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii 中文摘要	iv 英文摘要
.....v 誌謝.....	vi 目錄.....	vii 圖目.....
錄.....	ix 表目錄.....	xiii 第一章 緒論.....
言.....	1 1.2 研究動機與目的.....	1 1.1 前
法.....	7 1.5 研究架構.....	1 1.2.1 三軸粗銑削
加工設定.....	9 第二章 UG的電腦輔助製造.....	11 2.1 五軸中銑削及精銑削葉片設定.....
2.4 刀軸長度設定.....	11 2.2 五軸中銑削及精銑削葉片設定.....	22
削.....	15 2.3 五軸中銑削及精銑削輪轂凹面設定.....	2.4.1 五軸粗銑削
28 3.1 工具機建構.....	24 2.5 巨指令設定及後處理.....	28 3.2 素材設定.....
定.....	28 3.3 刀具設定.....	34 3.3 刀具設
36 3.4 模擬銑削設定.....	37 3.5 實際模擬銑削.....	34 3.4 模擬銑削設定.....
43 4.1 CNC車床.....	41 第四章 CNC車床之	43 4.1 CNC車床.....
素點設定.....	43 4.2 CNC車床製程指令參數設定.....	44 4.3 工作原
加工注意事項.....	46 4.4 刀具幾何形狀補正值設定.....	46 4.4 刀具幾何形狀補正值設定.....
5.2 加工素材夾持及校正.....	47 4.5 刀尖磨損補正值設定.....	47 4.5 刀尖磨損補正值設定.....
5.5 程式傳輸及修改.....	48 4.6 素材.....	48 4.6 素材.....
第六章 結果與討論.....	49 第五章 五軸數控工具機之曲面加工.....	49 第五章 五軸數控工具機之曲面加工.....
圖目錄 圖1.1 三軸球刀加工曲面.....	50 5.1 五軸數控工具機.....	50 5.1 五軸數控工具機.....
8 圖1.4 本研究之流程圖.....	51 5.3 X軸座標量測及修正.....	52 5.4 刀長量測及設定.....
12 圖2.3 實際加工用素材.....	56 5.6 執行銑削其他注意事項.....	58 5.7 實際加工及結果.....
模擬素材附於零件位置.....	62 第七章 結論與建議.....	70 參考文獻.....
13 圖2.6 實際素材及夾治具.....	70 參考文獻.....	73
14 圖2.8 座標系相同.....	1 圖1.2 五軸球刀加工曲面.....	1 圖1.3 一般無VERICUT模
16 圖2.11 驅動方法選擇.....	1 圖2.1 一般無VERICUT模擬之流程圖.....	12 圖2.2 點選
17 圖2.13 刀軸Swarf驅動模擬切削情形.....	9 圖2.1 零件幾何元素.....	12 圖2.3 實際加工用素材.....
18 圖2.16 Z軸超行程.....	12 圖2.4 模擬用素材.....	12 圖2.5 模擬素材附於零件位置.....
19 圖2.19 尋找點座標及刀軸朝向一點UG模擬情形.....	12 圖2.5 模擬素材附於零件位置.....	13 圖2.6 實際素材及夾治具.....
20 圖2.20 面積比例不變有過	13 圖2.7 座標系統不	13 圖2.8 座標系相同.....
切.....	14 圖2.8 座標系相同.....	14 圖2.9 粗銑削模擬切削情形.....
21 圖2.21 曲面比例選項.....	14 圖2.9 粗銑削模擬切削情形.....	15 圖2.10 區
22 圖2.24 凹面五個小區域UG刀具路徑模擬.....	15 圖2.10 區段圖.....	16 圖2.11 驅動方法選擇.....
24 圖2.26 刀長設定.....	16 圖2.11 驅動方法選擇.....	16 圖2.12 刀軸Swarf驅動設定.....
25 圖2.27 巨指令之刀具路徑選項.....	16 圖2.12 刀軸Swarf驅動設定.....	17 圖2.13 刀軸Swarf驅動模擬切削情形.....
26 圖2.28 後處	17 圖2.13 刀軸Swarf驅動模擬切削情形.....	17 圖2.14 刀軸Swarf驅動模擬有過切.....
	17 圖2.14 刀軸Swarf驅動模擬有過切.....	17 圖2.15 刀軸相對於驅動
	19 圖2.17 2L葉片面模擬情形.....	18 圖2.16 Z軸超行程.....
	19 圖2.19 尋找點座標及刀軸朝向一點UG模擬情形.....	19 圖2.17 2L葉片面模擬情形.....
	20 圖2.20 面積比例不變有過	19 圖2.18 刀軸
	21 圖2.22 面積比例縮小無過切.....	20 圖2.20 面積比例不變有過
	21 圖2.23 凹面分割為五個小區域.....	21 圖2.21 曲面比例選項.....
	22 圖2.25 VERICUT模擬精銑	22 圖2.22 面積比例縮小無過切.....
	削.....	22 圖2.23 凹面分割為五個小區域.....
	24 圖2.26 刀長設定.....	23 圖2.24 凹面五個小區域UG刀具路徑模擬.....
	25 圖2.27 巨指令之刀具路徑選項.....	24 圖2.25 VERICUT模擬精銑
	26 圖2.28 後處	25 圖2.26 刀長設定.....

理設定.....	26	圖3.1 VERICUT工具機模型建構圖.....	28	圖3.2 A軸及B軸設定方	
式.....	29	圖3.3 當B軸設定為Component時轉向正確.....	30	圖3.4 如果B軸設定為Model時旋轉軸錯	
誤.....	30	圖3.5 當A軸設定為Component時旋轉正確.....	31	圖3.6 刀具座標設定錯誤.....	
量測刀具轉軸下緣中心相對於B軸中心的座標值.....	32	圖3.8 刀具座標設定一.....	32	圖3.9 刀具座標設定	
二.....	33	圖3.10 A軸轉向相反設定.....	33	圖3.11 素材轉入IGES設定.....	
素材轉入前一次成品檔設定.....	35	圖3.13 刀長設定.....	36	圖3.14 刀具號碼設定.....	
定.....	37	圖3.15 刀具路徑檔案型態選擇.....	37	圖3.16 程式相對應點設定.....	
圖3.17 程式初始原點設定.....	39	圖3.18 程式初始原點量測.....	39	圖3.19 刀具路徑原點設定.....	
40	圖3.20 粗銑模擬完成結果.....	41	圖3.21 中銑模擬完成結果.....	41	圖3.22 精銑模擬完成結果.....
42	圖4.1 素材尺寸.....	43	圖4.2 CNC車床.....	43	圖4.3 CNC車床軸向座標圖.....
44	圖4.4 修端面.....	47	圖4.5 測量Z軸尺寸.....	47	圖4.6 修外徑.....
47	圖4.7 測量外徑尺寸.....	47	圖4.8 素材車削完成.....	49	圖4.9 素材成品及治具.....
49	圖5.1 DECKEL MAHO DMU 60T 五軸數控工具機.....	50	圖5.2 素材夾持.....	52	圖5.3 校正素材.....
50	圖5.4 X軸座標量測.....	52	圖5.5 X軸座標設定.....	53	圖5.6 刀長量測.....
52	圖5.7 TT130 程式類別選擇.....	54	圖5.8 TT130 刀長量測程式.....	55	圖5.9 輸入刀具概略長度.....
54	圖5.10 刀長增加10mm測試.....	55	圖5.11 網路傳輸畫面.....	55	圖5.12 粗銑之比較.....
55	圖5.13 試銑插刀及過切現象.....	59	圖5.14 整個粗銑成品.....	61	圖5.15 葉片及凹面中銑成品.....
61	圖5.16 葉片及凹面精銑成品.....	61	圖5.17 完成品.....	61	圖6.1 UG之刀具設定.....
61	圖6.2 UG刀具路徑模擬.....	63	圖6.3 VERICUT刀刃長設定.....	63	圖6.4 刀刃長不足之模擬.....
63	圖6.5 球型長頸2刃刀目錄.....	63	圖6.6 刀具頸部磨擦工作.....	64	圖6.7 變更刀柄同刀刃直徑設定.....
64	圖6.8 刀柄納入刀把設定.....	64	圖6.9 模擬出刀具頸部磨擦工作.....	65	圖6.10 UG實際刀長設定.....
66	圖6.11 VERICUT刀長設定.....	66	圖6.12 VERICUT模擬顯示撞刀.....	68	圖6.13 VERICUT模擬無撞刀警示.....
68	圖6.14 經修改後模擬銑削正常.....	69	表目錄 表2.1 葉片曲面第一次UG刀具路徑設定值.....	18	表2.2 經修改後葉片曲面UG刀具路徑設定值.....
18	表2.3 中銑削葉片曲面比例設定值.....	20	表2.4 輪轂凹面UG刀具路徑設定值.....	23	表2.5 中銑削輪轂凹面比例設定值.....
21	表2.6 G-Cord 部份修正說明.....	23	表2.6 G-Cord 部份修正說明.....	27	表4.1 切削速率.....
27	表4.2 NC車床車削素材程式.....	45	表4.2 NC車床車削素材程式.....	46	表5.1 MAHO DMU 60T配備功能表.....
46	表5.2 原始程式.....	51	表5.2 原始程式.....	56	表5.3 經修改後程式.....
56	表5.4 循環銑削主程式.....	57	表5.4 循環銑削主程式.....	57	表6.1 UG後處理程式部份內容.....
66	表6.2 VERICUT刀軸設定.....	66	表6.2 VERICUT刀軸設定.....	66	

REFERENCES

- [1] 陳文翔, “五軸加工規劃之整合研究”,碩士論文,國立臺灣大學機械工程研究所,2000.
- [2] B. K. Choi, J. W. Park, C. S. Jun, “Cutter-Location Data Optimization in 5-Axis Surface Machining”,Computer- Aided Design, Vol.25, No.6, 1993, pp.377-386.
- [3] R. S. Lin, Y. Koren, “Efficient Tool-Path Planning for Machining Free-Form Surfaces”,Journal of Engineering for Industry, ASME, Vol.118, 1996, pp.20-28.
- [4] 薛堯文, “多軸工具機刀具路徑規劃與碰撞問題之研究”,博士論文,國立臺灣大學機械工程研究所,1997.
- [5] K. Morishige, K. Kase, Y. Takeuchi, “Collision-Free Path Generation Using 2-Dimensional C-Space for 5-Axis Control Machining” The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol.13, 1997, pp.393-400.
- [6] 瞿志行, “實體模型NC粗切削加工之研究”,碩士論文, 國立臺灣大學機械工程研究所,1992.
- [7] E. L. J. Bohez, S. D. R. Senadhera, K. Pole, J. R. Duflou, T. Tar, “A Geometric Modeling and Five-Axis Machining Algorithm for Centrifugal Impellers”,Journal of Manufacturing Systems, Vol.16, no.6, 1997, pp.422-436.
- [8] 汪昭宏, “離心式渦輪葉片加工規劃”,碩士論文, 國立臺灣大學機械工程研究所,1998.
- [9] 洪良德, “機械工場實習(二)”,全華科技圖書,1991.
- [10] 梁碩芃, “具螺旋插值之多軸曲面加工演算法與軟體系統設計”,碩士論文, 國立成功大學製造工程研究所,1998.
- [11] 陳來毅, “淺談五軸加工機發展現況”,機械工業出版社,April, 1996, pp.159-165.
- [12] 李榮顯,李政男, “五軸加工NC程式設計”,機械月刊第二十六卷第三期,2000,pp.425-439.
- [13] 姚宏宗,林榮信, “CNC工具機電腦輔助加工新趨勢-五軸高速切削加工之應用”,機械月刊第二十七卷第三期,2001,pp.490-500.
- [14] C. F. You, C. H. Chu, “Automatic Correc of Tool Interference in Five-Axis NC Machining of Multiple Surfaces”,Journal of the Chinese Society of Mechanical Engineers, Vol.17, 1996, pp.435-442.

- [15] 余振華, “空間凸輪五軸加工數值控制程式設計系統之研究”,博士論文,國立成功大學機械工程研究所,1997.
- [16] 周波,巫維標, “數控工具機及實習”,文京圖書,1997.
- [17] 黃俊明,吳運明,詹永裕, “Unigraphics II模型設計進階篇” 全華科技圖書,2002.
- [18] 蔡國銘,黃俊明,吳運明, “Unigraphics/CAM”,全華科技圖書,2002.
- [19] VERICUT User Manual V5.3,CGTECH,2003.
- [20] Unigraphics NX Documentation Help.