

五軸數控工具機加工渦輪葉片曲面之研究

蘇宏明、余振華

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

摘要

近年來為了達到高精度、高品質的產品要求，使用五軸數控工具機加工就成為產業間競爭的優勢。五軸加工在航太工業、汽車業、輪胎模具業及其他模具業等被重視，國內外對五軸加工技術需求日趨廣泛，國內也有許多工具機業界正努力積極發展五軸數控工具機。由於五軸數控工具機比一般三軸數控工具機多了兩個旋轉軸，可以有較廣泛的加工能力。它用來處理三軸數控工具機加工所無法達到的特殊曲面或幾何造型，如離心式渦輪葉片、軸流式螺旋葉片等複雜曲面造型之零組件，其曲率變化大，曲面精度要求高，葉片與葉片間重疊部份高等加工難題。因此本研究以渦輪葉片為載具，探討五軸加工之製程規劃與刀具路徑產生，並以機臺介面，模擬驗證數控程式。首先以UG/CAM產生適當的刀具路徑，並對刀具路徑做初步模擬檢查。再運用VERICUT建立DECKEL MAHO DMU 60T機臺介面，利用此機臺介面模擬後處理轉出的刀具路徑NC碼，最後經由實作加工驗證，完成渦輪葉片。

關鍵詞：電腦輔助製造；五軸加工；離心式渦輪葉片

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii	中文摘要	iv	英文摘要	iv
.....v		誌謝.....	vi	目錄.....	vii
圖目		錄.....	ix	表目錄.....	xiii
第一章 緒論.....	1	1.1 前言.....	1	1.2 研究動機與目的.....	2
1.2 研究動機與目的.....	2	1.3 文獻回顧.....	4	1.4 研究方法.....	7
1.5 研究架構.....	9	第二章 UG的電腦輔助製造.....	11	2.1 三軸粗銑削加工設定.....	11
2.2 五軸中銑削及精銑削葉片設定.....	15	2.3 五軸中銑削及精銑削輪轂凹面設定.....	22	2.4 刀軸長度設定.....	24
2.5 巨指令設定及後處理.....	25	第三章 VERICUT模擬銑削.....	28	3.1 工具機建構.....	28
3.2 素材設定.....	34	3.3 刀具設定.....	36	3.4 模擬銑削設定.....	37
3.5 實際模擬銑削.....	41	第四章 CNC車床之素材加工.....	43	4.1 CNC車床.....	43
4.2 CNC車床製程指令參數設定.....	44	4.3 工作原點設定.....	46	4.4 刀具幾何形狀補正值設定.....	47
4.5 刀尖磨損補正值設定.....	48	4.6 素材加工注意事項.....	49	第五章 五軸數控工具機之曲面加工.....	50
5.1 五軸數控工具機.....	50	5.2 加工素材夾持及校正.....	51	5.3 X軸座標量測及修正.....	52
5.4 刀長量測及設定.....	54	5.5 程式傳輸及修改.....	56	5.6 執行銑削其他注意事項.....	58
5.7 實際加工及結果.....	59	第六章 結果與討論.....	62	第七章 結論與建議.....	70
參考文獻.....	73	圖目錄		圖1.1 三軸球刀加工曲面.....	1
圖1.2 五軸球刀加工曲面.....	1	圖1.3 一般無VERICUT模擬之流程圖.....	8	圖1.4 本研究之流程圖.....	9
圖2.1 零件幾何元素.....	12	圖2.2 點選穴型加工.....	12	圖2.3 實際加工用素材.....	12
圖2.4 模擬用素材.....	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.....	13
圖2.7 座標系統不一.....	14	圖2.8 座標系相同.....	14	圖2.9 粗銑削模擬切削情形.....	15
圖2.10 區段圖.....	16	圖2.11 驅動方法選擇.....	16	圖2.12 刀軸Swarf驅動設定.....	16
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2.15 刀軸相對於驅動設定.....	18
圖2.16 Z軸超行程.....	19	圖2.17 2L葉片面模擬情形.....	19	圖2.18 刀軸朝向一點設定.....	19
圖2.19 尋找點座標及刀軸朝向一點UG模擬情形.....	20	圖2.20 面積比例不變有過切.....	21	圖2.21 曲面比例選項.....	21
圖2.22 面積比例縮小無過切.....	21	圖2.23 凹面分割為五個小區域.....	22	圖2.24 凹面五個小區域UG刀具路徑模擬.....	22
圖2.25 VERICUT模擬精銑削.....	24	圖2.26 刀長設定.....	25	圖2.27 巨指令之刀具路徑選項.....	26
圖2.28 後處理設定.....	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.....	31	圖3.7 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.....	35
圖3.12					

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.....	38
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.....	37	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.....	52	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.....	54	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.....	55	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.....	59	圖5.13 試銑插刀及過切現象.....	60
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.....	62	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 刀具頸部磨擦工件.....	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件.....	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.....	20	表2.3 中銑削葉片曲面比例設定值.....	21
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.....	23	表2.6 G-Cord 部份修正說明.....	27
表4.1 切削速率.....	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.....	51
表5.2 原始程式.....	56	表5.3 經修改後程式.....	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		

參考文獻

- [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. Dufflou, 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.

