

# Study of Applying Reverse Engineering to Turbine Blade Manufacture

張俊智、余振華

E-mail: 9601301@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

Reverse engineering is a kind of technology for rebuilding CAD models from solids. For a work-piece without original CAD model data, we apply reverse engineering technology to rebuild it 's CAD model, and then manufacturing the work-piece as same as the original solid. In industry, they almost draw the work-piece models by using CAD systems for business. According to the CAD models to produce tool path files, and input these tool path files into multi-axis machine tool systems for manufacturing models. The turbine blades not only include the complicated geometry exterior, but also the different shapes of the turbine blades have different performance obviously. As a result, in order to get precise dimension of the actual turbine blades solid models seems to be very important. In reverse engineering technology, it mainly divides into four parts: dimension measurement, rebuild models, tool path planning, and machining at 5-axis CNC machine tool actually. First, in dimension measurement, in order to decrease measurement error and rebuild models conveniently, we use a coordinate measurement machine with strap-on rotary axis equipment. Second, in rebuild models, we use UG CAD/CAM system to rebuild models. Third, in tool path planning, we use strap-on grip function in UG system to develop optimized tool path program. Finally, in machining at 5-axis CNC machine tool actually, we use table-spindle 5-axis machine tool to manufacturing the turbine blades.

Keywords : Reverse Engineering, Turbine Blades, Coordinate Measuring Machine,

## 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.....	xi	表目錄.....	xv																																																																																																																												
第一章 緒論	1	1.1 研究動機與目的.....	1	1.2 文獻回顧.....	2	1.3 研究方法.....	4	1.4 本文架構.....	5	第二章 葉片幾何和三維量測之探討	21	2.1 葉輪(impeller)之幾何特徵名稱.....	8	2.2 葉輪幾何特徵參數介紹.....	9	2.3 離心式壓縮機葉輪特性.....	10	2.4 量測需求和規劃.....	12	2.5 三次元量測系統之介紹漢選定.....	13	第三章 量測流程構思	18	3.1 量測流程排定.....	18	3.1.1 規劃葉輪幾何參數之量測點數.....	18	3.1.2 三次元測定機探針之選用.....	19	3.1.2.1 量測定位用尺寸用之探針.....	19	3.1.2.2 量測幾何用尺寸用之探針.....	20	3.1.2.3 量測Shroud Curve用尺寸用之探針.....	21	3.1.2.4 量測Leading Edge用尺寸用之探針.....	21	3.1.2.5 量測Hub Surface、Pressure Surface、Suction Surface用之探針.....	22	3.1.3 探針校驗.....	23	3.1.4 探針校驗資料表.....	24	3.1.5 量測件安裝.....	24	3.2 工件座標設定程序.....	25	第四章 渦輪葉片量測	27	4.1 渦輪葉片外觀幾何尺寸量測.....	27	4.2 渦輪葉片葉形量測.....	28	4.2.1 葉形Shroud Curve量測.....	28	4.2.2 葉形Leading Edge量測.....	28	4.2.3 葉形Hub Surface量測.....	29	4.2.4 葉形Suction Surface量測.....	30	4.2.5 葉形Pressure Surface量測.....	31	第五章 CAD/CAM之應用	34	5.1 CAD/CAM軟體之選用.....	32	5.2 建構渦輪葉片之流程(CAD).....	34	5.2.1 建構葉輪素材之流程.....	34	5.2.2 建構單一葉片之流程.....	37	5.2.3 建構完整葉輪(impeller)之流程.....	43	5.3 CAM路徑規劃流程.....	45	5.3.1 葉輪粗加工路徑規劃流程.....	45	5.3.2 葉片中加工路徑規劃流程.....	47	5.3.3 葉輪Hub Surface中加工路徑規劃流程.....	47	5.3.4 葉片精加工路徑規劃流程.....	48	5.3.5 葉輪Hub Surface精加工路徑規劃流程.....	49	5.3.6 葉輪粗加工、葉片表面加工及葉輪Hub Surface加工路徑規劃之優點.....	49	第六章 VERICUT切削模擬	59	6.1 工具機機台建構.....	59	6.2 控制器建構設定.....	60	6.3 素材建構設定.....	61	6.4 刀具庫建構設定.....	61	6.5 VERICUT刀具路徑.....	63	6.6 VERICUT模擬切削.....	63	第七章 五軸加工機對葉輪之應用	68	7.1 五軸加工機之定義及種類.....	68	7.2 葉輪五軸加工前準備工作.....	71	7.2.1 加工素材的準備.....	72	7.2.2 治具之選擇及素材安裝固定.....	72	7.2.3 製程單之規劃.....	74	7.3 五軸加工機實際銑削葉輪之流程.....	75	7.3.1 葉輪粗加工之流程.....	75	7.3.2 葉片中加工之流程.....	76	7.3.3 葉輪Hub面中加工之流程.....	77	7.3.4 葉片精加工之流程.....	79	7.3.5 葉輪Hub面精加工之流程.....	79	7.4 五軸加工實驗結果.....	81	第八章 結論與未來展望	83	8.1 研究結論.....	83	8.2 未來展望.....	85	參考文獻.....	87

## REFERENCES

- ( 1 ) 范光照.章明.姚宏宗.許智欽編著,“ 逆向工程技術與應用 ”,台北:高立,2000。 ( 2 ) 呂三和,“ 葉輪之電腦輔助製造 /量測系統之開發與研究 ”,台灣科技大學機械工業技術研究所碩士論文,1998。 ( 3 ) 賴景義,翁文德 “ 逆向工程技術在 CAD模型重建之應用 ” , 機械工業第188期,1998,pp.211 - 220。 ( 4 ) 汪昭宏,“ 離心式渦輪葉片加工規劃 ” ,台灣大學機械工程研究所碩士論文,1999。 ( 5 ) 周弘裕,“ 逆向工程系統簡介 ”,機械工業誌,1994,pp.130-136。 ( 6 ) 李銘宗,“ 軸流式葉片五軸粗加工規劃 ” , 碩士論文,台灣大學機械工程研究所,2001。 ( 7 ) 陳文翔,“ 五軸加工規劃之整合研究 ” , 碩士論文,台灣大學機械工程研究所,2000。 ( 8 ) C.Meng, and F. L. chen, “ Curve and Surface Approximation From CMM Measurement Data ” , Computers & Industrial Engineering,1996,pp.211 - 255。 ( 9 ) E.L.J. Bohes,S.D.R. Senadhera,K. Pole and T. TAR, “ A geometric modeling and five - axis machining algorithms for centrifugal impellers ” ,J. of Manufacturing Systems,Vol. 16,No.6,1997,pp.422 - 436。 ( 10 ) Shang-Liang Chen,Wen-Tsai Wang, “ Computer aided manufacturing technologies for centrifugal compressor impellers ” ,Journal of Materials Processing Technology,Vol.115, pp.284-293,2000。 ( 11 ) 李榮顯,陳響亮,“ 3-D 自由曲面之五軸NC程式設計研究(III) ”,工業技術研究院委託學術研究計劃,期中報告,1998。 ( 12 ) 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。 ( 13 ) “ VERICUT 模擬軟體使用手冊4.1版 ” CGTech,1999。 ( 14 ) “ CAM-POST 2000 ” ,INSTALLATION & USERS GUIDE/13.0 Version,I CAM Technologies Corporation。 ( 15 ) 周波,巫維標,“ 數控工具機及實習 ”,文京圖書,1997。 ( 16 ) 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。 ( 17 ) 蔡國銘,黃俊明,吳運明,“ Unigraphics/CAM ”,全華科技圖書,2002。