

Product Accuracy of Powder-Based RP Machine by Using CMM Measurement

詹依蓓、劉大銘

E-mail: 9511247@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

Rapid prototyping technology uses layered manufacturing technology to produce complicated prototypes directly from a CAD model through the STL tessellation. Rapid prototyping and manufacturing has been proved as an effective prototyping process in assisting product development due to its advantages of reducing product development cycle, shortening product development time, and enhancing product quality. The main concern in this research is to explore the effects of process parameters of 3DP-Z402 rapid prototyping machine on accuracy of prototyped part with simple form features by using Taguchi method and orthogonal array L9 for nominal-the best to carry out the optimization experiment. Process parameters include the layer thickness and location of part with 3-level and stacking direction with 2-level. Also form features include cubic cylindrical and spherical shapes. Accuracy for prototyped part shape is measured by CMM.

Keywords : Rapid prototyping, 3DP, Taguchi method, optimal process Parameters

Table of Contents

第一章 緒論	1.1 前言	1	1.2 研究動機與目的	1	
	1.3 本論文架構	2	1.3.1 CAD建模與RP製作	2	
	1.3.2 田口實驗計畫法(Taguchi's Method)	3	第二章 文獻回顧	6	
第三章 快速成型機	3.1 工作原理	11	3.2 快速成型機的種類	12	
	3.2.1 液態製程 (Liquid Process)	12	3.2.2 面曝光製程(Solid Ground Curing)	15	
	3.2.3 粉末製程 (Powder Process)	17	3.2.4 紙層積製程	20	
	3.2.5 塑料擠出製程	22	3.2.6 3D印刷製程	23	
	3.3 加工流程	25	3.3.1 建立CAD模型	26	
	3.3.1 建立CAD模型	26	3.3.2 轉換為STL	26	
	3.3.3 前處理	28	3.3.4 RP成型	28	
	3.3.5 後處理	30	3.4 3D印刷製程原理	31	
3.5 3D印刷製程參數		31	第四章 三次元量測系統	4.1 量測系統介紹	33
	4.2 三次元量測儀測頭	33	4.3 接觸式測頭種類	36	
	4.3.1 機械式測頭	36	4.3.2 觸發式測頭	37	
	4.3.3 類比式測頭	37	4.4 非接觸式測頭種類	38	
4.5 三次元量測儀之操作種類		39	4.5.1 手動是三次元量測儀	39	
	4.5.2 馬達驅動式三次元量測儀	39	4.5.3 CNC式三次元量測儀	40	
	4.6 軸向導引機構	40	4.6.1 空氣軸承導軌	40	
	4.6.2 滾子軸承導軌	41	4.6.3 滾珠和滾子導軌	41	
	4.7 座標系統	42	4.7.1 機械座標系統	42	
	4.7.2 工作座標系統(Part coordinate system)	42	4.7.3 參考原點(Reference origin)	43	
	4.8 量測模式	44	4.9 尺寸模式	45	
	4.10 CMM量測RP模型	46	第五章 田口實驗	5.1 基本概念	49
5.2 田口品質工程學		51	5.3 直交表的探討	55	
	5.3.1 交表的觀念	55	5.3.2 交表的選擇	56	
	5.3.2 交表的選擇	56	5.4 雜音比的選擇	57	
	5.4.1 望目特性SN比	58	5.4.2 望小特性SN比	58	
	5.4.3 望大特性SN比	59	第六章 型狀特徵之實驗	6.1 工作區域的最佳成型位置	60
	6.1.1 方型X、Y、Z的變化量	60	6.1.2 圓柱ID與高的變化量	66	
	6.1.3 球型ID的變化量	67	6.2 切層厚度的關係	69	
	6.3 擺放方向	73	6.3.1 方型不同的擺放方向	73	
	6.3.2 圓柱的擺放方向	77	6.4 設定單型狀特徵之實驗	79	
	6.4.1 確定實驗目標	79	6.4.2 實驗設計流程	80	
	6.4.2 實驗設計流程	80	6.4.3 確定實驗目標並了解實驗參數	81	
	6.4.4 選擇直角表並且配置因子水準(虛擬水準法)	82	6.5 單型狀特徵(方型)	84	
	6.5.1 方型X方向實驗	85	6.5.2 方型X方向確認	85	

實驗.....	88	6.5.3 方型Y方向實驗.....	90	6.5.4 方型Y方向確認實驗.....	94
驗.....	93	6.6 單型狀特徵(圓柱).....	94	6.6.1 ?冀W橫截面實驗.....	97
驗.....	94	6.6.2 ?冀W確認實驗.....	97	6.7 單型狀特徵(球型).....	98
型).....	98	6.7.1 球型橫截面實驗.....	98	6.7.2 球型確認實驗.....	100
實驗.....	100	第七章 結論 7.1 結論.....	103	7.2 未來展望.....	106
.....	103	7.2 未來展望.....	106	參考文獻.....	107
.....	107	圖目錄 圖1.1 軟硬體設備流程.....	4	圖1.2 設計流程.....	5
.....	5	圖3.1 SLA系統.....	13	圖3.2 SOUP系統.....	14
.....	14	圖3.3 面曝光系統.....	16	圖3.4 SLA系統.....	18
.....	18	圖3.5 EOS加工機構.....	19	圖3.6 EOS系統.....	19
.....	19	圖3.7 LOM系統.....	21	圖3.8 FDM系統.....	22
.....	22	圖3.9 3D printing 系統.....	24	圖3.10 成型區的噴塗方向.....	24
.....	24	圖3.11 快速製造技術.....	25	圖3.12 方型.....	26
.....	26	圖3.13 圓柱.....	26	圖3.14 球型.....	26
.....	26	圖3.15 STL檔案格式.....	27	圖3.16 CAD轉換成STL檔案格式.....	28
.....	27	圖3.17 CAD模型切層的基本演算法.....	29	圖3.18 CAD圖檔.....	29
.....	29	圖3.19 RP分層建構原理.....	29	圖3.20 參數視窗.....	30
.....	30	圖3.21 膠水噴量比.....	32	圖4.1 接觸式探頭.....	36
.....	32	圖4.2 機械是探頭.....	36	圖4.3 觸發式探頭內部構造.....	37
.....	36	圖4.4 非接觸式測頭種類.....	38	圖4.5 探頭移動所造成之誤差.....	39
.....	38	圖4.6 工件座標之設定.....	43	圖4.7 參考原點及其應用.....	44
.....	43	圖4.8 各種元件量測法.....	45	圖4.9 美國HELMEL三次元屬於接觸式量測儀.....	46
.....	45	圖4.10 方型量測路徑.....	47	圖4.11 圓柱量測路徑.....	47
.....	47	圖4.12 球型量測路徑.....	48	圖4.13 圓柱工件擺放.....	48
.....	48	圖5.1 產品/製程之參數圖.....	50	圖5.2 田口式品質工程之三階段.....	52
.....	50	圖5.3 兩階段最佳化程序.....	53	圖5.4 直交表的符號.....	55
.....	53	圖6.1 方型橫斷面.....	61	圖6.2 Z420機台成型區域.....	61
.....	61	圖6.3 成型區域位置劃分.....	61	圖6.4 圓柱橫斷面.....	64
.....	61	圖6.5 球型的橫斷面.....	67	圖6.6 階梯幾何形狀.....	69
.....	67	圖6.6 階梯幾何形狀擺放位置.....	70	圖6.8 方行-階梯圖 (0.088mm、0.1mm和0.125mm).....	72
.....	70	圖6.9 方型幾何尺寸.....	73	圖6.10 方型的擺放位置.....	74
.....	72	圖6.11 圓柱階梯擺放方向.....	77	圖6.12 橫向RP實體模型.....	79
.....	74	圖6.13 直向RP實體模型.....	79	圖6.14 實驗設計流程.....	80
.....	79	圖6.15 方形、圓柱、球型幾何尺寸.....	81	圖6.16 擺放位置左、中、右.....	81
.....	80	圖6.17 切層厚度0.088、0.1、0.125 mm.....	82	圖6.18 物件擺放位置座標設定.....	83
.....	81	圖6.19 工作區域內分成三個區域.....	84	圖6.20 方型X方向因子效果圖(單位：dB).....	87
.....	83	圖6.21 方型Y方向因子效果圖(單位：dB).....	92	圖6.22 切層斷面示意圖.....	94
.....	87	圖6.23 圓柱因子效果圖(單位：dB).....	96	圖6.24 球型因子效果圖(單位：dB).....	99
.....	92	圖7.1 方型切層厚度0.088、0.1與0.125mm.....	103	圖7.2 圓柱(橫)切層厚度0.088、0.1與0.125mm.....	103
.....	99	圖7.3 圓柱(直)切層厚度0.088、0.1與0.125mm.....	104	圖7.4 球型切層厚度0.088、0.1與0.125mm.....	104
.....	103	圖7.5 切層厚度與膠水滲透量的影響.....	105	表目錄	105
.....	104	表4.1 雷射掃描儀與三次元量測儀之基本特性比較.....	34	表4.2 雷射掃描儀與三次元量測儀之優缺點比較.....	35
.....	105	表5.1 L 9(34)直交表.....	56	表5.2 標準直交表.....	57
.....	104	表6.1 方型X方向量測數據.....	62	表6.2 方型Y方向量測數據.....	62
.....	105	表6.3 方型XY量測變異數據.....	63	表6.4 方型Z方向的高度.....	64
.....	105	表6.5 實驗圓柱零件的ID量測5次.....	65	表6.6 實驗圓柱零件的ID量測變異數.....	65
.....	105	表6.7 實驗圓柱零件的H量測3次.....	66	表6.8 各實驗球型零件的ID量測4次.....	67
.....	105	表6.9 實驗球型零件的ID量測變異數.....	68	表6.10 方型、圓柱與球型最佳位置.....	69
.....	105	表6.11 階梯幾何形狀切層厚度(0.088mm).....	71	表6.12 階梯幾何形狀切層厚度(0.01mm).....	71
.....	105	表6.13 階梯幾何形狀切層厚度(0.125mm).....	71	表6.14 生成高度與切層厚度關係.....	72
.....	105	表6.15 方型(X20, Y30, X10)數據.....	74	表6.16 方型(X10, Y30, X20)數據.....	75
.....	105	表6.17 方型(X10, Y20, X30)數據.....	75	表6.18 方型(X20	75

, Y30, X10).....	75 表6.19 方型(X10, Y30, X20).....	76 表6.20
方型(X10, Y20, X30).....	76 表6.21 直向階梯?冀W擺放數據.....	78
表6.22 橫向階梯?冀W擺放數據.....	78 表6.23 分析直向、橫向階梯?冀W擺放數據.....	
.....	78 表6.24 選擇控制因子至直角表L9表.....	83 表6.25 各位置座標.....
.....	84 表6.26 方型X方向參數設計實驗結果.....	85 表6.27 方型X方向各因子水準的平均SN值...
.....	86 表6.28 方型X方向變異數分析表(SN比).....	88 表6.29 方型X方向確認實驗數據.....
.....	90 表6.30 方型Y方向參數設計實驗結果.....	90 表6.31 方型Y方向各因子水準的平
均SN值.....	91 表6.32 方型Y方向變異數分析表(SN比).....	92 表6.33 方型Y方向確認實驗數據
.....	94 表6.34 圓柱橫截面參數設計實驗結果.....	95 表6.35 圓柱各因子水準的平
均SN值.....	95 表6.36 圓柱變異數分析表(SN比).....	96 表6.37 ?冀W確認實驗數
據.....	98 表6.38 球型橫截面參數設計實驗結果.....	98 表6.39 球型各因子
水準的平均SN值.....	99 表6.40 球型變異數分析表(SN比).....	100 表6.41 球型確認
實驗數據.....	101 表6.42 方型、圓柱與球型橫斷面最佳區域範圍.....	102 表6.43 方型
、圓柱與球型參數分析.....	102	

REFERENCES

- 【1】 Gill Barequet, Daniel Shapiro, " History Consideration in Reconstructing Polyhedral Surfaces from Parallel Slices ", Visualization Proceedings, p.149-156, 1996. 【2】 P. M. Dickens, " Rapid Prototyping - The Ultimate in Automation ", Assembly Automation Vol. 14, No. 2, p.10-13,1994. 【3】 I. Stroud, P. C. Xirouchakis, " STL and Extensions ", Advances in Engineering Software Vol. 31, p.83 – 95, 2000. 【4】 G.H. Liu, Y.S. Wong, Y.F. Zhang, H.T. Loh, Error-based segmentation of cloud data for direct rapid prototyping, Computer-Aided Design 35, 633 – 645,2002. 【5】 Y.F. Wu, Y.S. Wong, H.T. Loh, Y.F. Zhang, Modelling cloud data using an adaptive slicing approach, Computer-Aided Design 36,P 231 – 240,2004. 【6】 Ren C. Luo, Pao-Ta Yu, Yih-Fang Lin, Hou-Tin Leong, Efficient 3D CAD Model Slicing for Rapid Prototyping Manufacturing Systems,IEEE,1999. 【7】 Jack Zhou, Dan Herscovici & Calvin Chen, Parametric Process Optimization to Improve the Accuracy of Rapid Prototyped Stereolithography Parts, International Journal of Machine Tools and Manufacture, No.40, 1-17,1999. 【8】 A. Nyaluke, B. Nasser, H. R. Leep, H. R. Parsaei, " Rapid Prototyping work space optimization ", Computer ind. Engng Vol.31, No.1/2, p.103-106, 1996. 【9】 Feng Lin, Wei Sun and, Yongnian Yan, " Optimization with Minimum Process Error for Layered Manufacturing Fabrication ", Rapid Prototyping Journal Vol. 7, No. 2, p.73-81, 2001. 【10】 G. Barequet, Y. Kaplan, " A Data Front-End for Layered Manufacturing ", Symposium on Computational Geometry, p231-239, 1997. 【11】 S.H. Choi, A.M.M.Chan, A layer-based virtual prototyping system for product development, Department of Industrial and Manufacturing Systems Engineering, Computers in Industry archive, Vol.51, No. 31,p237-256,2003. 【12】 Adam Wo ' zniak, Marek Dobosz, Influence of measured objects parameters on CMM touch trigger probe accuracy of probing, Precision Engineering 29,P 290 – 297,2005. 【13】 Fang-Jung Shiou A Jung-Shiang Gao, Effect of slice thickness on the profile accuracy of model maker rapid prototyping measured by a circular triangulation laser probe,The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, vol. 22, No. 9, pp. 796-804, 2003. 【14】 Sonko Osawaa, Konrad Buschb,Matthias Frankeb,Heinrich Schwenkeb, Multiple orientation technique for the calibration of cylindrical workpieces on CMMs,Precision Engineering 29,P 56 – 64,2005. 【15】 Y.H.CHEN, C.T.NG and Y.Z.WANG, " Data Reduction in Integrated Reverse Engineering and Rapid Prototyping ", INT. J. COMPUTER NTEGRATEDMANUFACTURING Vol. 12, No. 2, p.97-103, 1999. 【16】 MAPHAVS. S. PHADKE, " Quality Engineering using Robuest Desing ", 1989. 【17】 N. Belavendram, " Quality by Desing ", 1995. 【18】 林耕莘, 快速原型製造系統之有效率的進階適應性切層方法, 中正大學機械工程研究所碩士論文, 2000. 【19】 蔡承陳, 快速原型系統支撐方法之研究, 台灣科技大學纖維及高分子工程系研究所碩士論文, 2003. 【20】 曾昱晨, " 粉末式3D Printing快速原型機系統參數最佳化設 ", 高雄第一科技大學機械與自動化研究所碩士論文, 1999. 【21】 陳伯甫, " 快速原型應用在裝配件的製作研究 ", 大葉大學機械與自動化研究所碩士論文, 2004. 【22】 黃仲儀, 粉末型快速成型機之成型性質探討, 大葉大學機械工程研究所碩士論文, 2005. 【23】 許耀仁, 田口方法在逆向工程之CAD模型重建及製造最佳化參數設計, 大葉大學機械工程研究所碩士論文, 2002. 【24】 陳崧景, 三次元量測軟體發展, 中央大學機械工程研究所 碩士論文, 2001. 【25】 劉順益, 三次元量床量測能力之研究, 中央大學機械工程 研究所碩士論文, 2001. 【26】 謝炎錚, CAD輔助量測路徑規劃研究, 中央大學機械工 程研究所碩士論文, 1992. 【27】 丁志華、戴寶通, 田口實驗計畫法簡介(1), 毫微米通訊, 第八卷第三期P7~11. 【28】 林淑君、蔡裕祥, 精密量具及檢驗, 2005. 【29】 周鐘煜, 精密量具及機件檢驗, 文京圖書, 台北, 1998. 【30】 蘇朝墩, 產品穩建設計, 中華名國品質學會發行, 台北, 1999. 【31】 劉克琪, 實驗設計與田口式品質工程, 華泰書局, 台北, 1984. 【32】 鍾清章, " 田口工程 ", 中華民國品質工程學會, 1998.