

# 創成放電系統之電腦輔助製造工具後處理器研究

黃柏凱、張義芳

E-mail: 322053@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本研究是利用本研究將利用富士機電的開放式可程式邏輯控制器 ( OPLC )，以其控制器的ST ( Structured Text ) 程式語言跟創成放電加工要跟控制架構整合下，搭配市售的CAM套裝軟體來建立一簡易型高精密創成放電加工系統，期待能以此簡易控制架構，經過傳統CNC機台的稍加修改，就能將CNC機型提升精度與加工功能，為了在加工模具上放電出想要成形的模穴，需配合電腦輔助設計(CAD)和電腦輔助製造軟體 (CAM)，利用此程式碼就能加工出與成品相同的電極，再將此電極放電加工金屬材料後就能形成一模穴，為了達到加工的目的，本研究將在OPLC內建立深孔放電所需要的控制系統，即建立、電極消耗補償器、軌跡插值器、三軸的位置控制器、放電參數傳輸、I/O配置、後處理器等。為了估計電極的消耗量，是本研究採用均勻磨耗補償法，設計並製作出創成放電加工因店及消耗而及時補償的控制方法，可省略電極消耗計算式的需求。並且加工進行實驗分析。取得Z軸的補償，同時在一台個人電腦上 ( PC ) 利用VB ( Visual Basic ) 和CAD/CAM軟體分別建立人機操作介面和處理複雜的曲線加工，在整合成讓使用人員可以利用此畫面進行放電加工之操作，也是PC和OPLC 之間的數據溝通介面。最後將此控制系統裝置於放電加工機台上，並實際進行加工和功能測試，以了解本研究所製作的控制系統，實際在放電加工機上的加工情形。

關鍵詞：創成放電加工、均勻磨耗法、後處理器、可程式邏輯控制器

## 目錄

封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii	中文摘要.....	iv	英文摘要.....	v	
致謝.....	vii	目錄.....	viii			
圖目錄.....	xi	表目錄.....	xiv	第一章 緒論.....	1	
1.1 前言.....	1	1.2 文獻回顧.....	4	1.3 研究目標.....	9	
1.4 本文結構.....	10	第二章 放電加工介紹.....	11	2.1 放電加工沿革.....	11	
2.2 放電加原理.....	11	2.3 放電材料去除機制.....	14	2.4 放電加工之優缺點.....	17	
2.5 放電參數.....	20	第三章 控制系統建構.....	23	3.1 X-Y軸平台控制.....	23	
3.2 直線插值運算.....	24	3.3 電極消耗補償原理.....	26	3.4 電極消耗的補償方式.....	26	
3.5 均勻磨耗法.....	28	3.6 均勻磨耗法補償方程式.....	29	3.7 均勻磨耗法參數介紹.....	31	
第四章 實驗系統設備和軟體系統介面.....	33	4.1 硬體系統架構.....	33	4.2 開放式系統邏輯控制器.....	38	
4.3 富士控制器與傳統控制器I/O更新之差異性.....	41	4.4 表面粗度測量儀器.....	43	4.5 表面粗度表示法.....	44	
4.6 精密電子測量儀.....	45	4.7 軟體系統.....	46	4.8 Mastercam軟體介紹.....	47	
4.9 後處理器程式概述.....	48	4.10 放電加工人機介面指令介紹.....	50	4.11 人機介面模組.....	52	
4.12 解譯模組.....	53	4.13 I/O邏輯控制模組.....	57	4.14 放電參數模組.....	57	
4.15 RS-232通訊介面.....	59	第五章 實驗系統設備和軟體系統介面.....	63	5.1 3D創成放電加工補償實驗(未補償).....	63	
5.2 建立CAD/CAM加工製程參數跟路徑資料.....	65	5.3 3D創成放電加工電極消耗補償實驗.....	74	5.4 表面粗糙度實驗.....	78	
5.5 材料移除率.....	78	5.6 電極消耗率.....	79	5.7 電極消耗比.....	80	
第六章 結論.....	84	6.1 結論.....	84	6.2 未來展望.....	85	
參考文獻.....	86	[1] Yig-Fang Chang, Yao-Ji Liao, " FPGA-Based Robust IgnitionDelay Control On EDM ", Journal of the Chinese Society of Mechanical En Engineers, Vol.24, N,06, pp.629-639 (2003). [2] Yih-Fang Chang, Jau-Tung Chen, Chien-Ching Li " Monitorand Control of Discharge Energy During EDMing " Asian Journal of Control , Vol.1, No.1, pp-38-49(2005.3). [3] Chang Yin-Fang , " Buffered DDA Command Generation in a CNC " , Control Engineering Practice(SCI) , Vo1.11 , No.7 , pp791. -804 , 2003. [4] ayramoglu , M. and Duffill A. w. " Systematic Investigation on the Use of Cylindrical Tools for the Production of 3D Complex Shapes on CNC EDM Machines , " Int. J. Mach. Tools Manufact. , Vo1.34 , N0.3 , pp327-339 , 1994 [5] 三菱電機湯澤隆，真柄卓司，後藤昭弘，今井詳人，佐藤達志，千代知子，" 使用小徑電極作微細輪廓放電加工，" 電氣加工技術(日文)，Vol.19, No.63, pp.-6, 1995. [6]				

N.Mohri,M.Furuya,Electrode Wear Process in Electric Discharge Machining,Annals of the CIRP,Vol.44/1,P165-P168,1995 [7]  
K.P.Rajukar,Z.Y.Yu,3D Micro-EDM Using CAD/CAM,Annal of the CIRP, Vol.49/1,P127-P130,2000. [8] “創成放電加工機”，中國機械工程學會雙月刊，pp.55-57，第212期。 [9] T.Masuzawa and T.Takawashi, “Recent trends in EDM/ECM Technologies in japan,” 12th International Symposium for Electromachining(ISEM), pp.1-15, 1998. [10] 張義芳，彭子杰“放電加工機開放架構式電腦數值控制研究”，大葉大學機械工程研究所，碩士論文，2005。 [11] 邱志浩“創成放電加工機電數值控制研究”，大葉大學機械自動化工程研究所，碩士論文，(2000)。 [12] 廖鎮源“CAD與CAM應用於塑膠射出模具之研究”碩士論文，(2004)。 [13] 雲大慶，周柏翰“應用CAD/CAE/CAM技術於塑膠射出成型”，東南技術學院機械工程系，專題製作報告，(2000)。 [14] 余祖元“UWM應用於3D微放電”林肯內布加拉斯大學，會議報告，(2003) [15] 陳昌泰“以富士PLC為架構之CNC工具機運動控制之研究”，大葉大學機械工程研究所，碩士論文，2005。 [16] 黃建豪“以開放式可程式邏輯控制器建構高速深孔穴放電加工控制研究”大葉大學機械自動化研究所，碩士論文，2006。 [17] 喬懋機電工業股份有限公司“P系列放電加工機操作說明書(1.0)版”，(1997)。 [18] 喬懋機電工業股份有限公司“喬懋細孔放電加工機操作說明書”。 [19] 喬懋機電工業股份有限公司“電源箱電路圖”。 [20] 喬懋機電工業股份有限公司“階梯圖”。 [21] 張渭川編譯，“圖解放電加工的結構與實用技術”，全華圖書，第二版(1998.10)。 [22] 楊錫凱，陳世宏編著“可程式控制器實習與電腦連線應用”，全威圖書有限公司(2003)。 [23] 許慶芳，許峻銘，許怡真編著“Visual Basic 6.0入門與應用”，松崗資訊(2001)。 [24] 林楠盛，“放電加工技術之應用理論與實務”，機械工業雜誌，民國80年10月 P257~274。 [25] 富奇國際科技股份有限公司技術部編譯，“D300WIN說明”。 [26] 富奇國際科技股份有限公司“硬體規格說明書”。 [27] 范逸之，陳立元編著“Visual Basic與RS-232串列通訊控制最新版”，文魁資訊，民國90年。 [28] 黃昭堂“旋轉軸非正交型之五軸工具”，大葉大學機械自動化工程研究所，碩士論文，(2006)。 [29] 何益川“Mastet CAM Advanced 3-D使用手冊”，全華科技圖書股份有限公司，民國84年。 [30] 蘇興川“eCNC控制器技術，中興大學機械所智慧機械組，(2007)。

## 參考文獻

- [1] Yig-Fang Chang, Yao-Ji Liao, “FPGA-Based Robust Ignition Delay Control On EDM”, Journal of the Chinese Society of Mechanical Engineers, Vol.24, N.o6, pp.629-639 (2003).
- [2] Yih-Fang Chang, Jau-Tung Chen, Chien-Ching Li “Monitorand Control of Discharge Energy During EDMing” Asian Journal of Control , Vol.1, No.1, pp-38-49(2005.3).
- [3] Chang Yin-Fang, “Buffered DDA Command Generation in a CNC”, Control Engineering Practice(SCI), Vo1.11, No.7, pp791. -804, 2003.
- [4] ayramoglu, M. and Duffill A. w. “Systematic Investigation on the Use of Cylindrical Tools for the Production of 3D Complex Shapes on CNC EDM Machines”, Int. J. Mach. Tools Manufact. , Vol.34, N0.3, pp327-339, 1994 [5] 三菱電機湯澤隆，真柄卓司，後藤昭弘，今井詳人，佐藤達志，千代知子，“使用小徑電極作微細輪廓放電加工”，電氣加工技術(日文)，Vol.19, No.63, pp.-6, 1995.
- [6] N.Mohri,M.Furuya,Electrode Wear Process in Electric Discharge Machining,Annals of the CIRP,Vol.44/1,P165-P168,1995 [7]  
K.P.Rajukar,Z.Y.Yu,3D Micro-EDM Using CAD/CAM,Annal of the CIRP, Vol.49/1,P127-P130,2000.
- [8] “創成放電加工機”，中國機械工程學會雙月刊，pp.55-57，第212期。
- [9] T.Masuzawa and T.Takawashi, “Recent trends in EDM/ECM Technologies in japan,” 12th International Symposium for Electromachining(ISEM), pp.1-15, 1998.
- [10] 張義芳，彭子杰“放電加工機開放架構式電腦數值控制研究”，大葉大學機械工程研究所，碩士論文，2005。
- [11] 邱志浩“創成放電加工機電數值控制研究”，大葉大學機械自動化工程研究所，碩士論文，(2000)。
- [12] 廖鎮源“CAD與CAM應用於塑膠射出模具之研究”碩士論文，(2004)。
- [13] 雲大慶，周柏翰“應用CAD/CAE/CAM技術於塑膠射出成型”，東南技術學院機械工程系，專題製作報告，(2000)。
- [14] 余祖元“UWM應用於3D微放電”林肯內布加拉斯大學，會議報告，(2003) [15] 陳昌泰“以富士PLC為架構之CNC工具機運動控制之研究”，大葉大學機械工程研究所，碩士論文，2005。
- [16] 黃建豪“以開放式可程式邏輯控制器建構高速深孔穴放電加工控制研究”大葉大學機械自動化研究所，碩士論文，2006。
- [17] 喬懋機電工業股份有限公司“P系列放電加工機操作說明書(1.0)版”，(1997)。
- [18] 喬懋機電工業股份有限公司“喬懋細孔放電加工機操作說明書”。
- [19] 喬懋機電工業股份有限公司“電源箱電路圖”。
- [20] 喬懋機電工業股份有限公司“階梯圖”。
- [21] 張渭川編譯，“圖解放電加工的結構與實用技術”，全華圖書，第二版(1998.10)。
- [22] 楊錫凱，陳世宏編著“可程式控制器實習與電腦連線應用”，全威圖書有限公司(2003)。
- [23] 許慶芳，許峻銘，許怡真編著“Visual Basic 6.0入門與應用”，松崗資訊(2001)。
- [24] 林楠盛，“放電加工技術之應用理論與實務”，機械工業雜誌，民國80年10月 P257~274。
- [25] 富奇國際科技股份有限公司技術部編譯，“D300WIN說明”。

[26] 富奇國際科技股份有限公司“硬體規格說明書”。

[27] 范逸之，陳立元編著“Visual Basic與RS-232串列通訊控制最新版”，文魁資訊，民國90年。

[28] 黃昭堂“旋轉軸非正交型之五軸工具”，大葉大學機械自動化工程研究所，碩士論文，(2006)。

[29] 何益川“Mastet CAM Advanced 3-D 使用手冊”，全華科技圖書股份有限公司，民國84年。

[30] 蘇興川“eCNC控制器技術，中興大學機械所智慧機械組，(2007)。