

# 利用電子凸輪(ECAM)實現高速剛性攻牙之研究

王商茂、張義芳

E-mail: 9806176@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

隨著目前工具機的發展，高速化與高精度已經成為CNC工具機發展的趨勢,且不管是製造業或是高科技產業所使用的自動生產設備,目前已處於時間與品質並重的時代，因此目前自動化製造設備一直朝向此方向來發展，而其發展的關鍵技術就是使用單軸高速重複運動之精密控制,而凸輪機構就常被使用在這樣的設備上。而本研究主要是利用電子凸輪(ECAM)的概念,直接在運動平台上來設計一個運動凸輪曲線,使平台上的運動曲線有彈性且迅速,其中精密的定位技術在於控制器的性能及軌跡產生器的發展,故本研究將設計一重覆(間歇)控制系統來完成CNC工具機執行高速剛性攻牙(Rigid Tapping)加工的動作。關於上述本論文所發展的CNC工具機利用電子凸輪來控執行剛性攻牙功能的軌跡控制，除了理論推導之外，論文中並給定實際運動進給的條件進行模擬與實驗驗證，證明利用電子凸輪系統來控制剛性攻牙後所產生各數據的準確性。

關鍵詞：電子凸輪、剛性攻牙、CNC工具機、軌跡控制、間歇控制系統

## 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 vi

目錄 vii

圖目錄 ix

表目錄 xii

第一章 緒論 1

1.1 前言 1

1.2 研究動機 2

1.3文獻探討 4

1.4 論文架構 6

第二章 凸輪運動軌跡原理 8

2.1凸輪曲線之升程區段參數表示法 10

2.2凸輪曲線之降程區段參數表示法 17

2.3曲線設計範例 24

第三章 剛性攻牙系統架構及相關理論 31

3.1 變頻器搭配感應馬達之系統架構 32

3.1.1完美追蹤控制 32

3.1.2零相位誤差追蹤控制 33

3.2伺服馬達系統 34

3.2.1位置迴路控制 35

3.2.2速度迴路控制 36

3.3剛性攻牙應用理論 37

第四章 實驗系統軟硬體說明 40

4.1硬體系統架構 40

4.1.1本實驗中所使用之硬體設備 43

4.2軟體系統架構 51

4.2.1人機介面撰寫 52

4.3 分析軟體 56

## 第五章 實驗結果與分析 58

### 5.1 變頻馬達速度規劃與實驗 58

#### 5.1.1 變頻馬達靜態特性實驗 59

#### 5.1.2 變頻馬達加減速特性實驗 64

#### 5.1.3 變頻馬達剛性攻牙實驗 64

### 5.2 主軸伺服馬達速度規劃與實驗 70

#### 5.2.1 主軸伺服馬達靜態特性實驗 71

#### 5.2.2 主軸伺服馬達加減速特性實驗 73

#### 5.2.3 變頻馬達剛性攻牙實驗 74

## 第六章 結論與未來展望 81

### 6.1 結論 81

### 6.2 未來展望 82

### 參考文獻 84

## 參考文獻

- [1]F. Y. CHEN, " Mechanics and Design of Cam Mechanisms " , Pergamon, Oxford, pp.15-151,1982.
- [2]J. Angeles and C. S. LOPEZ-CAJUN, " Optimization of cam Mechanisms " ,KluwerAcademic Publishers, pp.45-59,1991[3]D. M. Tsay and C. O. Huesy, " Cam Motion Synthesis Using Spline Function " , ASME Journal of Mechanisms, Transmissions, and Automation in Design, vol.110,p. 161-165, 1998.
- [4]DVP-20PM00D運動控制器使用手冊, 台達電子, 桃園縣。
- [5]FX3U運動控制器使用手冊, 三菱電機, 台北市。
- [6]DMC-40x0 USER MANUL, Galil Motion Control, Inc,California.
- [7]Turbo PMAC/PMAC2 USER MANUL, Delta Tau Data Systems, Inc, Chatsworth.
- [8]牧野洋, " C語言之通用凸輪曲線計算及作圖 " , 機械設計中央, 第卷, 第三號, 三十三64-72頁, 日文, 1989。
- [9]羅接興, 曾錦煥, " 凸輪之通用位移曲線之最佳化設計 " , 技術學刊, 第十一卷, 第一期,1996。
- [10]許蕤鐘, " 線性馬達驅動電子凸輪 " , 碩士論文, 國成功大學, 1995。
- [11]吳隆雍, 陳志蓬, 林逸仁, 吳曉暉, " 凸輪從動件運曲線之一般化 " , 機械月刊, 第二十二卷, 第十一期, 250-260頁, 1990。
- [12]邱靖寧, " 具週期性外激訊號之控制系統分析與設計 " , 碩士論文, 國立成功大學, 2001。
- [13]白友中, " 凸輪機構之週期性轉速追蹤控制 " , 碩士論文, 國立成功大學, 1994。
- [14]4槽機箱-R01-804Z控制器使用手冊,新代科技,新竹市。
- [15]蘇奕承, " CNC 工具機剛性攻牙之實現 " , 碩士論文, 國立中央大學, 1990。
- [16]蔡德輝 " CNC工具機動態輪廓經度的檢測與改善 " , 碩士論文, 國立中正大學機械工程研究所, 1993。
- [17]Fergus Indexing(Catalog NO.180A), Second Printing,Ferguson Machine Company,1980.
- [18]Otsuka Cam Indexing Drives(CU855-10), Otsuka Cam Co,Saitama, Japan.
- [19]Sankyo Indexing Drives(BULL, NO RG-E84), Sankyo MFg. Co., Tokyo, Japan.
- [20]Catalog(Mod. Sc 203/89-1000-6/89), Sonzogni Camme.
- [21]高速精密間歇分割機, 潭子機械, 台中縣。
- [22]C.N.Neklutin, Mechanisms and Cams for Automatic Machines, American Elsevier, New York, 1969.
- [23]嚴鴻森, 機構學, 東華書局出版,1997。
- [24]陳政雄, 黃永國, " 高速滾珠導螺桿進給系統之動態輪廓誤差分析 " , 第十二屆全國自動化研討會, 2000。
- [25]Tomizuka, " Tracking position control of piezoelectricactuators for periodic reference inputs " , Mechatronics, vol.12, pp. 669-684,2002.
- [26]Tomizuka, " Zero Phase Error Tracking Algorithm for Digital Control " ,ASMEJ.