



車銑複合控制技術

Control Technology for Turn-Mill Multi-Tasking Machines

麥朝創

工研院工具機科技中心
智慧機械技術組
數值控制部
經理

莊政縉

工研院工具機科技中心
智慧機械技術組
數值控制部

關鍵詞(Keywords)

- 車銑複合控制 Turn-Mill Multi-Tasking Control
- 交叉耦合控制 Cross-Couple Control
- 電腦數值控制 CNC

摘要(Abstract)

車銑複合加工機具有所謂 Done-in-one 特色，可將車、銑、鑽及攻牙等製程於一部機台上完成，具有加工精度高及加工效率高之優勢，一直是市場發展主流之一。本文介紹工研院車削中心控制器上應用的相關運動控制技術如全數位控制、軟體伺服、前饋控制、線上曲線擬合及雙主同期控制等之技術發展。

Turn-mill multi-tasking machines which integrate all turning, milling, drilling and tapping processes into one machine have the advantages of high precision and high machining efficiency. Done-in-one control technology has become popular in recent years. This research introduces motion control technologies such as digital servo control, soft servo control, feedforward control, on-line NURBS fitting and dual-spindle simultaneous rotating control, which are applied on the turn-mill multi-tasking control system developed by ITRI.

1. 前言

我國工具機產值約為整體機械業的 12%，其中又以出口貿易為主，比例約占 7 成以上。近年



來，由於大陸消費市場的崛起，伴隨著市場上製造業的復甦，工具機的需求逐日攀升。再者，高階客製化設計意識抬頭，消費者對於產品精細度需求亦越來越嚴苛，諸如航太、光學、汽車產業...等，工具機也逐漸邁向高速以及複合化導向。為此，工具機本身除機械結構剛性必須穩健，控制器亦是影響工具機重要的一環。反觀國內控制器市場，近乎都以歐日等知名大廠所壟斷，國內控制器技術發展雖猶不及日歐市售品牌，但亦朝向高階客製化的趨勢前進。響應現今環保意識升高，油電混合車以及自行車需求大增，也帶動了汽車以及自行車產業的興起。然而，汽車、自行車零組件造型複雜且量能需求高，不是單一車床即可加工成型，因此，這正是車銑複合加工機導入的最佳時機。然而，伴隨著製造者的需求，有效提升機台的精度以及稼動率成為研發者不斷力求精進的議題，車銑複合機亦發展為雙主軸或是雙系統等高階機種。為此，控制器衍生出諸多控制功能因應高階機種的加工應用。其中，全數位控制、前饋控制、線上擬合及主軸同期控制技術就是為了提升加工精度以及加工效率的相關功能。

2. 全數位控制技術

多軸運動控制系統可應用 CNC 工具機、機械手臂、光電、半導體製造及自動化設備等，運用範圍極其廣泛，可進行高速度高精度的運動控制器，以達成精密軌跡加工控制或高速精密定位之目的。

傳統的控制系統，是採用上位控制器送出速度命令(以電壓訊號代表)，由伺服驅動器控制馬達的速度及加速度，並將位置以脈波回饋方式送回上位控制器，由上位控制器中的計數以達到上位控制器的位置控制要求。另外一種控制型式為位置脈波型，由上位控制器傳送位置增量脈給馬達驅動器，並由驅動器直接進行位置控制。以上兩種傳統伺服控制，在過去已廣為應用在各種領域，不過，在現今多軸高速高精度控制要求上，面臨了以下幾點困難：

(1) 配線繁雜

每一伺服軸上都要一條命令訊號線及一條編碼器回授訊號線，還有其他如 servo on 等不同功能之多條 I/O 控制訊號線。

(2) 頻寬及解析度不足

在脈波命令位置控制模式下，解析度被脈波的最大傳輸頻寬(最大約 2 Mhz)給限制住。在電壓命令速度控制模式下，上位控制器由 D/A 轉換送出速度命令，而伺服驅動器利用 A/D 轉換收取速度命令值，速度命令的解析會受 A/D 及 D/A 的解析度所限制。另外，由編碼器的位置解析度也會被回饋脈波的的最大傳輸頻寬(最大約 2 Mhz)給限制住，要不然就是馬達最大速度會被限制住。凡此種種，皆會限制位置控制的解析度。

(3) 即時同步性差

一般各伺服軸皆有自己的時脈(clock)，以進行各個迴路的即時控制，在前述的兩種傳統控制方式中，由於各伺服軸時脈無法同步，造成即使上位控制器在同一時間發送命令給各伺服軸，但卻無法確保各伺服何時收取命令，更無法確保同步執行命令，如此在多軸插值動作時，會因各軸

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】384期・104年3月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw