

# 我國自動化控制設備發展概況

工業技術研究院 機械所 吳承學

自動化控制設備所涵蓋之產業應用領域極為廣泛，範圍可包括至各類產業中運用於生產製造之各式機器及輔助機具設備，其中又以金屬加工、成型所用之工具機、電子暨半導體產業的生產、檢測設備、實現工廠自動化之工業機械人，以及其它多種各型產業上的專用或通用生產機械為大宗。

## 我國自動化產業發展現況

在我國自動化相關產業的發展歷程中，工具機產業佔據著極為重要之地位，於規模仍不斷持續成長且競爭激烈的國際市場上始終保有著不錯的競爭力，2005年時，台灣已擠身成為全球第五大工具機生產國，年產值超過 3000 億。但儘管憑藉多年來逐漸累積的技術實力，本國企業於此塊市場上已建立起不差的實績，然在佔據工具機核心，影響其性能優劣最大關鍵的工業控制器市場上，高階的控制器產品仍多由國外壟斷，國內產品於精度等級及穩定性等各方面較國外先進大廠仍有若干差距。在新興市場快速興起，大量機械設備需求造就工具機和自動化控制系統絕佳的發展機會下，如何經由高階控制器研發，建立高精度運動控制的核心技術與模組，進而切入中高價格機型市場，跨入更高階的應用領域，創造出差異化價值，一直是國內研發團隊與相關產業業者不斷思考的課題與努力目標。

另一方面，隨著我國電子半導體、LCD 產業的持續發展與日趨成熟，產值已達世界舉足輕重地位，然而過去此二兆產業相關之製造、測試與工廠自動化等設備多仰賴國外，設備自給率偏低，投資於上的龐大金額進口比例卻高達九成以上，不僅嚴重削弱產業競爭力，造成外匯流失，也無法帶動國內機械工業產生技術升級的效應。因此，近幾年在經濟部主導下，積極地規畫推動國內產、學、研界投入此兩大產業所需之關鍵設備與零組件的研究發展，期望可提高產品設備的自製率，協助相關重點產業技術昇級，而其背後所倚靠的自然便是一系列先進自動化控制設備的製造技術。

## 我國自動化控制產業現有技術成就

自動化控制系統是整合電機、電子、感測、資訊、控制等各項專業領域的知識與技術所構建組成的機械系統，而工業控制器則是自動化控制系統中宛若人體大腦般不可或缺的關鍵核心零組件。由於資訊產業的快速發展以及個人電腦具有的軟硬體開放架構與開放環境，挾著高市場普及性和各種應用蓬勃熱絡的優勢，使得以個人電腦 PC 為控制中心，附著於製造系統或機械上，運用其數值計算能

力，進行一般或特殊工業系統（或機械）的監測及控制，以達成工業系統的部份或完全機能的 **PC-Based** 工業控制器在整個自動化產業中已成為世界市場的潮流。而國內的機械業者，也在近十年間快速的進行著這一波自動化控制設備產業的研究發展。

執國內機械工業技術牛耳的工研院機械與系統研究所多年來於此塊領域的用心耕耘已久，努力帶動國內各廠商業者共同進行技術研發創新，並建立起長期良性的合作關係。工研院機械所有關自動化控制技術的研究發展，主要是執行經濟部技術處的法人科技專案計畫，過去幾年間在相關控制核心組件技術以及機電系統整合技術之研發目標已相繼達成且成效顯著，累積了許多關鍵軟硬體技術與專利，並陸續轉移給業界推廣使用。

其中，在控制核心組件技術發展方面，先後完成了 ASIC-Based 及 DSP-Based 之控制相關軟硬體、軸向及主軸用伺服馬達與驅動器、線型馬達與驅動器，滿足國內產業機電整合應用上之需求。而為了追求小型、穩定、低成本的控制器，則先後完成兩代高密度運動與輸出入控制專用晶片。其中，第二代運動與輸出入控制專用晶片 EPCIO 及 EDIO 所研發完成的多軸運動控制技術是各式各樣機械控制器的共同性基礎技術，也是控制各式各樣機械之性能與精密度之核心元件。在多軸運動控制技術之基礎上再加上不同機械類別在應用面的專業領域知識以及整合多項軟硬體技術，便可構建出各式各樣的機械控制器，如 CNC 工具機控制器、射出機控制器、線切割放電加工機控制器、雕刻機控制器、點膠機控制器、機器手臂控制器、繞線機控制器、等。

目前應用此項技術所開發之多軸運動控制 ASIC 及運動控制核心軟體已廣泛提供業界採用，作為各式各樣自動化多軸運動控制器大腦之核心元件，至今每年出貨可達 10000 套，橫跨的產業包括工具機、線切割放電加工機、工業機器人、工業電腦、自動塗膠機、線型馬達...等，等於每年有一萬台國產自動化機械設備將此項技術植入其內而行銷於市場。若以每部機台 100 萬之單價概估，每年影響的機械業產值高達新台幣 100 億元。

而線型馬達及其驅動器除應用於半導體構裝焊線機外，也應用於雕模放電加工機上，滿足高加速度移動應用上之控制需求。

在控制系統應用技術發展方面，除整合已發展之關鍵零組件及前述運動控制技術成為具備競爭力之控制器外，也發展特定領域專用軟體及機電整合技術，先後已分別在雕模放電加工機、線切割放電加工機、橡塑膠射/押出機、操作型車銑床、高速切削加工機等領域開花結果，協助業者跨入技術自主的境地，亦使整個產業逐漸脫胎換骨、成長茁壯，充分落實建立本土化自主性技術之研發目標。

其中 PC-based CNC 控制器之開發，讓國內放電加工機業者掌握本土化自主性雕模放電加工機控制器技術，進而擴大 NC 雕模放電加工機全球市場佔有率。而附加價值更高之五軸線切割放電加工機控制器技術，過去由於先進國之輸出管制，使得我國線切割放電加工機因缺乏控制器而無法發展，經過國內工研院機械所的投入研發，現今國內業者控制器 100% 採用工研院機械所的本國技術為核心，並進

一步自行針對線切割放電加工機之需求而開發應用軟硬體，從無到有建立 100% 國產線切割放電加工機，造就了今日我國線切割放電加工機之發展達到產值每年新台幣 30 億元之規模，亦使國內放電業者擠身金字塔頂端產品之製造者，列身全球第三大，繼瑞士及日本後第三個有能力生產線切割放電加工機的國家。

工具機部分，亦成功研發多軸運動控制、高剛性輕量化結構等關鍵專利技術，結合控制器，高速、複合主軸等關鍵零組件，發展出具特色之線型工具機、CNC 操作型複合車銑床，藉由科專研發成果以及業者之實務加工經驗，與業界共同建構國產供應體系及機款，使傳統車銑床業者可突破歐日先進工具機廠專利，容易進入市場並建立起系列產品，也協助線型工具機業者得以突破以往大型機台精度不佳之侷限，於性能上提高進給速度、加速度，定位精度與切削效能，並將相關工具機技術應用由傳統產業進階至 TFT-LCD 加工製程中，帶動產業升級。而近幾年開發之全電式射出成型機控制器、PCB 鑽孔機控制器、半導體構裝設備控制系統，也已藉由技術移轉及合作開發等技術擴散，支援國內多家業者推出高附加價值之商品化機種。

由此可見，發展優秀且自主的控制器技術是健全機械產業體系，填補產業技術缺口，並使機械產業根留台灣的重要因素之一，亦可知欲強化產業根本體質，健全產業完整體系，即必須不斷深耕且致力於共通性基礎技術的發展，產業的基礎技術能力與群聚效應愈高，則自主創新研發並維持技術領先的能力便越強，由於工研院多年來投入科技專案之研發而累積的產業技術能量與人才擴散發揮了帶頭的作用，國內自動化設備的控制器與工具機業者因而得以在台灣形成一個重要的聚落，並在協助下不斷開發出新機種、新產品，提昇附加價值，不必為追求低價而將根拔起，也同時強化了整體產業之競爭力。

## 我國自動化控制技術目前發展目標及策略

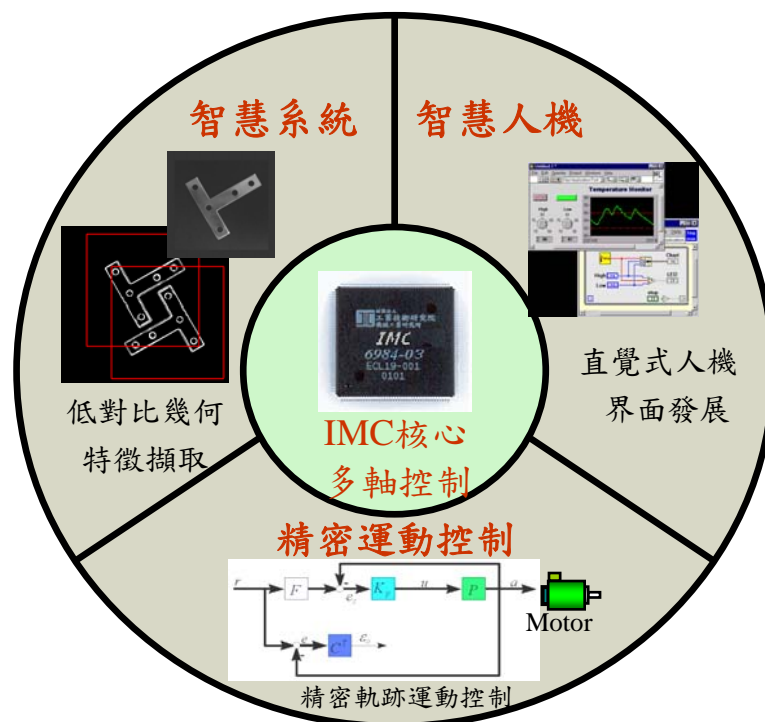
面對今日網路蓬勃興起的資訊化時代，機械技術要創造價值，勢必須與 IT(Information Technology)技術緊密結合，這亦是智慧機械的廣義註解。而資訊技術(IT)與製造科技(MT)結合的控制系統，也將帶領產業進入智能化網路工廠自動化(eFactory or Automation)的新世代。工研院機械所目前科專計畫之研發重點，定位於持續發展自動化控制與精密機械所需之共通性基礎技術，包括—高精度穩定性、可靠度、精密運動控制及發展信賴度技術，協助產業研發關鍵零組件及 A+ 級高值產品。其中整個科專環構計畫的重點項目之一，即鎖定在開發新一代的智慧型控制器，成爲一開放式之加值創新平台，並以此平台爲基礎，建構次世代產業設備之關鍵組件，協助推動產業邁向高速化、複合化、高精化、智慧化的 A+ 級之工具機生產製造者。

控制器位居自動化與加工中心的的資訊流樞紐，在 e 化時代角色益顯重要，而具備友善性、整合性、自動化、智能化的控制系統將是未來控制器的主流。因此在智慧型控制器的開發上，四個期望達成的目標分別是整合性最高的運動控制

晶片、友善的智慧人機界面、精準軌跡運動控制技術，以及高效率智慧判斷法則。技術面則以新一代的 IMC(Intelligent Motion Control)多軸運動控制晶片為核心，輔以精密運動控制－精密軌跡多軸運動控制技術、智慧人機－直覺式人機界面發展、智慧系統－低對比幾何特徵擷取等相關技術。

產業應用領域共涵蓋了：

- (1)新興產業機器人系統：運用於自動化工廠之線上組裝機器人，合作廠商以鴻海、華碩等公司為主，未來三年產值預估 50 億元。
- (2)高值產業機械：除應用於線切割放電加工機，持續確保我國世界第三大線切割放電加工機生產國之地位，以及油電複合射出機，其專利授權世界大廠如日本 Fanuc 及鴻海精密等公司外，亦支援工具機、PCB 鑽孔機、木工機、等各種產業機械。
- (3)創新高值設備：研發 FPD、半導體產業設備所用之光學滾筒模仁加工機、矽晶圓線切割放電加工機等高單價之千萬級頂級高階機種。性能上光學滾筒模仁加工機可達奈米級(50~100 $\mu$ )的微結構加工尺寸，矽晶圓線切割放電加工機之加工切削損失將較現有線鋸(Wire Saw)切削方式減少 30~40%。
- (4)自動化控制組件產業：提供自動化產業之關鍵零組件，如多軸運動控制卡，PC\_Based 控制器，並衍生寶元數控、徠通、新代、賜福(鴻海)、揚朋、捷準等多家業者，以及技術授權之賜福(鴻海)、凌華、欣陽、寶元、上銀、等 13 家業者，支持國內控制器年產 1 萬套、100 億元之設備產值。



圖一、智慧型控制器：開放式之加值創新平台

此外，在推動工具機產業邁向 A+化方面，將藉由國際合作聯盟，引領產業

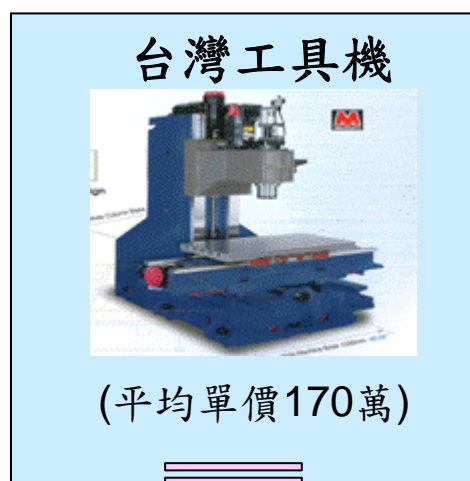
進行技術深化，推動產業倍增，期望可達成將加工及定位精度由  $10\mu$  提升至  $1\mu$ ，精度壽命由市場認知之 3~5 年提昇至 10 年之 A+ 等級目標，主要執行策略為：

— 以 A+ 計畫帶動前十大工具機廠導入四大關鍵研發聯盟，促成產業達成『五家百億旗艦企業』、『工具機產值倍增』之願景。希望透過一機一個 A+ 的聯盟模式形成產業高值化合作平臺。

— 主導與德國 R+P 公司合作開發 A+ 次微米級立式加工機，並與國內 6 家關鍵工具機廠商（東台精機、台中精機、大立、高鋒、龍昌、福裕）共同參與，啟動台灣旗艦機型研發工程。目的希望藉由引進德國工藝設計分析經驗，建立 A+ 工具機標準設計流程及軟體的 A+ 工具機設計中心。

— 推動『車銑複合工具機研發聯盟』，提供控制器、機構設計等關鍵專利，建構國內產業供應體系及全系列機型以搶攻市場，共有 7 家廠商參與（程泰、台中精機、大立、日紳、德大、協銳、寶元）。

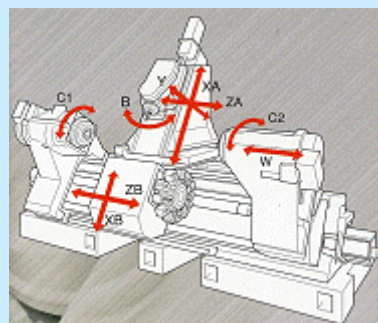
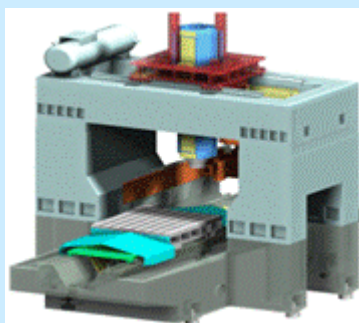
— 協助工具機產業導入 3C 及影像光學等新興應用市場，並與智慧機械技術結合，於新興產業的發展中掌握更核心的支撐及推動地位，在跨領域的整合中，導入創新及深化價值，打造台灣自動化產業 A+ 級夢幻加工廠。



A+化

(A+關鍵產品  
>500萬等級)

**高速化/複合化/ 高精化/智慧化**



機台精度由微米等級進到次微米等級

圖二、推動工具機產業邁向 A+化

## 我國自動化控制產業未來技術發展方向

展望國際潮流與未來技術趨勢，新興產業的崛起，3C 產品、電子機械、汽車零組件製造等市場，甚至是影像光學、電子半導體、醫療保健服務和生技機械等應用都將會是下一波自動化及精密機械產業所積極投入研究開發的領域，工研院機械所亦開始著手規劃下一階段 iMachine 次世代產業工具機之科專發展計畫，目標應用市場將定位於協助台灣 EMS 電子製造服務產業發展 3C 產品的高效能製造系統：電子機器小型化－超高精度模具加工，電子製造服務－系統化、效能化(稼動率提升)，光學、生醫等重點產業應用－細微件、超精密加工；以及新興市場汽車零組件製造系統：提昇引擎效率－超高精度、小型化，零組件代工－系統化、高效能化，電動車趨勢－新式零件。

期待在工研院自動化控制技術火車頭的帶領作用下，協助我國重點產業技術升級，提高產品設備之自製率，降低對歐日高昂進口設備的依賴，共同為台灣科技產業努力。