

工具機關鍵零組件產業國際化與高值化的商機探索

High Value Added Machine Accessories and Key Components
Development in Taiwan's Machine Tools Industry

作者：劉信宏
黃裕晟

委託單位：經濟部技術處

執行單位：財團法人工業技術研究院
產業經濟與趨勢研究中心

中華民國九十九年九月

摘要

近年國內工具機與機械零組件產業快速成長，金融風暴後的再度快速成長，使得廠商有檢視過去的營運模式不足之處之契機，加上政府政策支持，探討此一議題有其必要性。機械零組件為台灣主要之機械產業之一，目前零組件產業面臨國家間競爭白熱化及確定發展方向之局面，但各零組件資訊較為零散，尚無一全面性整合資訊提供。本計畫將由下游產品 - 工具機角度出發，並以控制器的發展策略，提供台灣相關機械零組件業界相關研發方向之參考。

台灣工具機所需的控制器，長期受到日本發那科、三菱電機、德國西門子，及海德漢等多家控制器大廠的控制，經常因產能供應不及，導致市場缺貨，而且也箝制了我國工具機開發新機種的空間。PC-Based 控制器的潮流愈來愈形蓬勃發展，從最近幾年來的國際性機械展可獲得證實。在1996 年美國芝加哥「IMTS」以及日本東京「JIMTOF」兩大工具機展中，已可用百家爭鳴來形容。很多人認為具開發性架構 PC-Based 控制器，未來有可能取代傳統封閉式，專屬性架構的控制器，正如PC的浪潮以其排山倒海之勢已逼得傳統電腦巨人日漸式微的先例。

PC-Based 控制器的開發，無異為久被日本NC控制器所壟斷的控制器市場開創了轉機，惟國內發展迄今，供應業者近30多家，然經營規模皆不大，多屬中小企業型態；且技術發展方面，除在軟體開發技術上可與日美歐先進國相匹配抗衡外，過去在產品穩定性與可靠度上不足的地方意有所改善；此外在產品品質、系統整合與支援技術上亦逐漸滿足市場需求。

我國工具機近幾年雖然在的技術有突破性的進展，但實際上機械的加工效能還是與國際大廠有明顯的差距，其主要原因在於國際大廠在近十年中紛紛投入控制器與軟體技術使機器具有智能化的學習控制功能，雖然我國工具機業者目前在智能化工具機技術仍相當陌生與薄弱，但是台灣具有雄厚的資訊與電子產業技術底子，如果能善用並結合我國資訊與電子業的實力，智能化工具機技術或許反而可以成為我國工具機業者在國際市場的競爭利器。

Abstract

Domestic machine tool and machine-accessory industry has been fast growing in recent years, and the growing becomes even faster after financial storm that provides manufacturers a turning point to review the insufficiency of the past operating mode, and that makes this issue become essential to be explored with the governmental support. The machine accessory is one of the main machinery industries here in Taiwan; now the accessory industry faces the competitive ordeal, which needs to ascertain the industry-developing direction, but there is no comprehensive information integration due to the scattered accessory data. This scheme is viewing from the angle of downstream products---machine tool, and uses controllers' developing strategy to provide a relevant R&D direction for Taiwanese traders in this line for references.

The controller necessary for machine tool in Taiwan has been, in a long-term base, controlled by the large manufacturers such as FANUC LTD and Mitsubishi (Japan), Siemens (Germany), and HEIDENHAIN. The market will be out-of-stock whenever the supply of their production capability is short, suppressing the space for our machine tool makers to develop new machine types. The PC-based controller has become more and more prosperous in recent years that can be proved in the International Machine Exhibition. In 1996, PC-based controller demonstrated a peerless charisma in the two major machine tool exhibitions---“IMTS” (Chicago, America) and “JIMTOF” (Tokyo, Japan), and many assumed that this controller with developing framework could, in the future, substitute the traditional one with the closed and exclusive framework, just like

the precedent that PC tide with its overwhelming power has pushed the traditional computer giant into waning predicament.

Development of PC-based controller is no other than providing a favorable turn for the controller markets monopolized by Japanese NC Controller. To date, domestic suppliers have reached more than 30 factories. Although their scales are limited (mostly are the small and medium enterprises), their product quality, systematic integration, and supportive technologies can gradually satisfy the market demand in terms of technologic development, much more to match and compete with the advanced countries such as Japan, Europe, and America in the technology of software development, moreover, the drawbacks in respect of the product stability and reliability are also improved.

In Taiwan, machine tools in recent years have obtained a breakthrough progression, but in the aspect of machines' processing effect, in practice, it still has a conspicuous difference from the international mega makers. The primary cause consists in the international makers who plunge into the researches on machinery's intellectualized learning control function for controllers and software technologies. Not but that our intellectualized machine tool technology is still strange and weak to traders of the machine tool, Taiwan possesses the advantage of abundant information and electronic industry technology; should we properly use it and combine it with our strength of data and electronic industry, the technology of intellectualized machine tool would probably become a competitive weapon in international market for our machine tool traders.

目錄

第一章	緒論	1-1
第一節	研究動機與目的	1-1
第二節	研究範疇與定義	1-4
第三節	研究架構與方法	1-6
第二章	台灣工具機產業發展現況與展望	2-1
第一節	台灣工具機產業發展現況	2-1
第二節	台灣經濟發展提供產業成長力基礎	2-13
第三節	台灣工具機產業的核心能力與競爭力	2-20
第三章	關鍵零組件牽動工具機技術發展	3-1
第一節	全球工具機技術發展趨勢	3-1
第二節	控制技術在未來趨勢中的重要性	3-13
第三節	控制器為我國工具機零組件供應鏈的缺口	3-18
第四章	全球工具機 CNC 控制器	4-1
第一節	數值控制系統的發展歷程	4-1
第二節	CNC 控制器市場現況	4-4
第三節	CNC 控制器技術發展趨勢	4-6
第五章	中國大陸發展 OACNC 的潛在能力	5-1
第一節	中國大陸數控系統發展歷程	5-1
第二節	中國大陸數控系統市場分析	5-2
第三節	中國大陸數控系統發展政策	5-4
第四節	中國大陸數控系統技術研發狀況	5-6
第五節	中國大陸數控系統主力企業	5-9

第六章	台灣發展控制器自主化的結論與策略建議	6-1
第一節	台灣控制器自主化的契機	6-1
第二節	台灣發展控制器技術的策略建議	6-17

圖目錄

圖 1-1	三軸工具機結構類型圖	1-4
圖 1-2	本文研究架構	1-7
圖 2-1	全球工具機主要國家產值成長趨勢	2-1
圖 2-2	2001~2011 年台灣工具機產值	2-3
圖 2-3	2005~2009 年全球主要國家工具機出口值與成長率	2-4
圖 2-4	2001~2015 年台灣工具機出口值推估	2-6
圖 2-5	2011~2015 年台灣工具機出口地區分部預估	2-9
圖 2-6	2011~2015 年台灣工具機出口地區分布比重	2-10
圖 2-7	2011~2015 年台灣工具機產品出口規模總合	2-11
圖 2-8	台灣工具機出口全球各地區產品分布	2-12
圖 2-9	經濟部 2015 年對機械產業發展的目標	2-21
圖 3-1	高速切削技術架構	3-2
圖 3-2	台灣工具機關鍵零組件供應體系	3-19
圖 4-1	2000~2012 年全球 CNC 控制器市場規模	4-4
圖 4-2	全球數值控制器產業概況	4-5
圖 4-3	全球 CNC 技術發展趨勢	4-10
圖 4-4	全球 CNC 技術發展的取向	4-11
圖 4-5	FANUC Open CNC 的系統架構	4-14
圖 5-1	瀋陽高精數控公司	5-11
圖 5-2	武漢華中數控制公司	5-13
圖 6-1	慶鴻關鍵技術發展核心	6-10
圖 6-2	大量科技關鍵核心技術發展架構	6-11

圖 6-3	工研院研發運動控制技術的產業效益	6-14
圖 6-4	車銑複合工具機整合計畫參與企業	6-15
圖 6-5	台灣工具機優質平價的關鍵技術	6-19
圖 6-6	台灣發展控制器的兩極目標市場	6-22

表目錄

表 2-1	2008~2009 年 全 球 工 具 機 產 值 排 名	2-2
表 2-2	全 球 工 具 機 出 口 值 排 名	2-5
表 3-1	超 精 密 切 削 方 式 與 應 用	3-5
表 3-2	我 國 控 制 器 技 術 現 況	3-24
表 4-1	NUM 各 系 列 CNC 控 制 器 的 功 能 表	4-15
表 5-1	瀋陽高精 NC-110 數值控制器系列產品基本技術規格	5-12
表 6-1	台 灣 PC-Based 控 制 器 供 應 廠 商 發 展 現 況	6-3
表 6-2	台 灣 PC-Based CNC 控 制 器 主 要 供 應 廠 商 發 展 現 況	6-6

Table of Contents

Chapter 1 Introduction.....	1-1
Section 1 Research Motive and Purpose	1-1
Section 2 Research Scope and Defination	1-4
Section 3 Research Framework and Method.....	1-6
Chapter 2 Developing Status Quo and Prospection of Taiwan's Machine	
Tool Industry	2-1
Section 1 Developing Status Quo of Taiwan's Machine Tool	
Industry	2-1
Section 2 Powerful Foundation of the Insudstry Growth	
Provided by Taiwan's Economic Development	2-13
Section 3 The Core Capability and Competitiveness of	
Taiwan's Machine Tool Industry.....	2-20
Chapter 3 The Development of Machine Tool Techonology Affected by	
Key Accessories	3-1
Section 1 Techology-Developing Trend of Global Machine Tool ...	3-1
Section 2 The Importance of the Control Technology in Future	
Trend.....	3-13
Section 3 Controllers to be the Gap of Supply Chain for	
Taiwan's Machine Tools and Accessories	3-18
Chapter 4 CNC Controller of the Global Machine Tool	4-1
Section 1 Developing Course of the Numerical Control System ..	4-1
Section 2 Market Status Quo of the CNC Controller	4-4
Section 3 Techology-Developing Trend of the CNC Controller ...	4-6

Capter 5	The Potential Capability to Develop OACNC in Mainland China...	5-1
Section 1	Developing Course of the Numerical Control System in Mainland China	5-1
Section 2	Market Analyses of the Numerical Control System in Mainland China	5-2
Section 3	Developing Policy of the Numerical Control System in Mainland China	5-4
Section 4	Technological R&D Status of the Numerical Control System in Mainland China	5-6
Section 5	The Anchor Enterprises of the Numerical Control System in Mainland China	5-9
Chapter 6	Conclusion and Strategic Proposal for Taiwan to Develop	
	Controller Autonomy	6-1
Section 1	Opportunities of Taiwan's Controller Autonomy	6-1
Section 2	Strategic Proposal for Taiwan to Develop Controller Technology.....	6-17

第一章 緒論

第一節 研究動機與目的

工具機產業在歷經近60年的發展後，成為全球工具機第四大出口國與第五大生產國，整機產品和零組件的總產值雙雙突破新台幣 1,000 億元大關，到達歷史高峰。然而，國際工具機產業局勢丕變，亞洲國家工具機產業勢力崛起，工具機企業正面臨歷史性的變革。

依據東海大學劉仁傑教授 (2007)從國際競爭力形成的觀點，將台灣工具機的產業發展以1990年代後期為分水嶺區分為兩個階段，並分別以「群聚共生」和「模組共生」表達其特質。其中，從50年代到90年代中期為止，工具機產業競爭特質在於台灣工具機產業的分工網路的優勢與特色，也就是專業分工、創業精神和靈活調適。這個產業「群聚共生」特質，是台灣工具機產業從70年代只能外銷東南亞的生產小國，邁向90年代末期全球生產大國的關鍵。

具有「模組共生」特質的台灣工具機產業，固然在產銷上雙雙締造歷史新高，甚至帶動工具機零組件模組廠的崛起。然而台灣工具機產業長期發展的隱憂，卻也因為成績亮麗而日漸凸顯，檢視這個過程的脈絡與跡象，我們發現台灣工具機企業正迎接管理典範變革的挑戰。台灣工具機產業除了自身尋求立足於亞洲市場之外，更應該積極擴大吸引歐美國家工具機企業及相關零組件供應商來台投資，形成從台灣出貨到亞洲地區的區域貿易模式。國外大型企業非常重視台灣製造能力，普遍認為從台灣進軍中國市場是最具經濟效益的途徑，因此對於台灣製造業發展的動向也相當關注，我國應積極推出產業發展目標，以吸引國際大型企業加強以台灣出發的亞洲佈局。

第二章 台灣工具機產業發展現況與展望

第一節 台灣工具機產業發展現況

一、台灣為全球第六大工具機生產國

台灣工具機為台灣產值最大的機械行業，在全球市場佔第六大生產國的地位，有將近75%以上的生產供外銷市場，在國際市場中有相當重要的影響力。2008年台灣工具機產值達到48億美元，2009年我國工具機產值僅於中國、德國、日本、義大利及韓國之後，為全球第六大工具機生產國，年成長率11.3%(如圖2-1所示)。



資料來源：Gardner Publication(2010/02)；工研院 IEK(2010/06)

圖 2-1 全球工具機主要國家產值成長趨勢

2008 年第四季開始全球經濟受到金融海嘯影響，景氣低迷不振，2009 年我國工具機產值為24.2億美元，較2008年衰退了49.7%(如表

第三章 關鍵零組件牽動工具機技術發展

第一節 全球工具機技術發展趨勢

數值控制工具機是一種高度機電一體化的產品，適用於加工多品種小批量零件、結構較複雜、精度要求較高的零件、需要頻繁改型的零件、價格昂貴不允許報廢的關鍵零件、要求精密複製的零件、需要縮短生產週期的急需零件以及要求100%檢驗的零件，隨著製造業對數值控制工具機的大量需求以及電腦技術和現代設計技術的飛速進步。

然而，進一步的發展趨勢不僅著眼於工具機技術性能的提高，還將考慮工具機與環境和使用者關係的和諧。高性能、綠色化、智慧化的集成和融合才能開創面向未來的高性能數值控制工具機的新局面。綜合而言，工具機的技術發展將持續朝向高速化、高精度化、複合化、智慧化、開放化、網路化、綠色化等方向邁進。

一、高速化

高速化工具機可具體的表現在以下四個方面：

- (一) 主 軸 轉 速：工具機採用主軸內藏式馬達，主軸最高轉速達200,000r/min；
- (二) 高 速 進 給：在解析度為0.01 μ m 時，最大進給率達到240m/min 且可獲得複雜型面的精確加工；
- (三) 運 算 速 度：微處理器的迅速發展為數值控制系統向高速、高精度方向發展提供了保障，開發出CPU已發展到32位以及64位元的數值

第四章 全球工具機 CNC 控制器

第一節 數值控制系統的發展歷程

隨著工具機逐步走向自動化，數值控制就扮演著機械大腦的角色，從自動控制的角度看，數值控制系統就是一種運動控制系統，其本質上是以執行機械各項運動軸向的位移量，使其協調運動的自動控制系統，是一種配有專用作業系統的電腦控制系統。

電腦數值控制(CNC)系統主要由硬體和軟體兩大部分組成，透過系統控制軟體配合系統硬體，組織與管理數值控制系統的輸入、資料處理、插補和輸出訊號，以控制執行運動的組件，使數值控制工具機按照操作者的要求進行加工。主要硬體結構包含工業級電腦、I/O板、運動控制卡、資料傳輸板、類比訊號控制板等，與工業電腦結構類似。搭配伺服組件：AC/DC伺服驅動器、馬達、步進馬達及主軸馬達等。軟體則包括作業系統(OS)、人機介面(HMI)、可程式邏輯控制(PLC)、解碼器(Interpreter)、運動控制、傳輸控制等。控制器依功能分為許多不同類型，工具機主要使用CNC控制器，進行高精度加工需求，又可分為全封閉式及開放式架構，目前全球大廠皆以全封閉式為主，精度高、功能發展完整，但用戶進行修改必須經由原廠進行繁瑣的步驟。開放式以PC-Based為主，強調可開放的程式模組、相對低廉的價格以及網路功能。近年來網路趨勢以及自用模組需求使得過去以全封閉式控制器為主的廠商也紛紛推出部分開放的產品，也獲得市場接受，台灣工具機廠使用者眾，但價格仍佔工具機成本比重甚高。

數值控制系統發展趨勢，從1952 年美國麻省理工學院研製出第一

第五章 中國大陸發展 OACNC 的潛在能力

第一節 中國大陸數控系統發展歷程

中國大陸數值控制技術起步於1958年，在近50年的發展歷程中大致可分為三個階段：第一階段從1958~1979年，為封閉式發展階段，在此階段，由於各國的技術封鎖和中國大陸基礎條件的限制，數值控制技術的發展較為緩慢。第二階段是在的「六五」與「七五」期間以及「八五」的前期，為引進技術、消化吸收時期，初步建立起中國大陸自主化體系階段。在此階段，由於改革開放和國家的重視，以及研究開發環境和國際環境的改善，中國大陸數值控制技術在研究、開發和產品的中國大陸自主化方面都有明顯的進步。第三階段是在「八五」的後期和「九五」期間，即實施產業化的研究，進入市場競爭階段，在此階段，中國大陸生產數值控制器的產業化已略具雛型。在「九五」末期，中國大陸生產數值控制工具機在中國大陸市場占有率達50%，配中國大陸國產數值控制系統(普及型)也達到了10%。

縱觀中國大陸數值控制系統發展歷程，伴隨著中國大陸工具機行業的快速發展，中國大陸大部分數值控制系統企業都把主要精力放在量大面廣的中、低檔數值控制系統產品技術和市場上。這種順應中國大陸製造業發展初期用戶的低階市場需求的策略，對中國大陸數值控制系統近年來的發展有實質的貢獻。但中國大陸對於中、高品級數值控制系統的產品以及下一代高速、高精、複合、智慧化數值控制技術的投入依然無法與世界先進國家比擬，在技術上沒有突破性的進展，而當低階產品市場趨於飽和時，中、高品級數值控制系統依然是世界主要品牌的市場。

第六章 台灣發展控制器自主化的結論與策略建議

第一節 台灣控制器自主化的契機

第二節 台灣發展控制器技術的策略建議

SAMPLE

《工具機關鍵零組件 產業國際化與高值化的商機探索》

紙本定價：4500 點

全本電子檔下載：9000 點;亦可依各章節下載

電話 | 02-27326517

傳真 | 02-27329133

客服信箱 | itismembers@micmail.iii.org.tw

地址 | 10669 台北市敦化南路二段 216 號 19 樓

劃撥資訊 | 帳號：01677112

戶名：財團法人資訊工業策進會

匯款資訊 | 收款銀行：華南銀行—和平分行

(銀行代碼：008)

戶名：財團法人資訊工業策進會

收款帳號：98365050990013 (共 14 碼)

服務時間 | 星期一~星期五

am 09:00-12:30 pm13:30-18:00



經濟部技術處產業技術知識服務計畫

如欲下載此本產業報告電子檔，

請至智網網站搜尋，即可扣點下載享有電子檔。

ITIS 智網：<http://www.itis.org.tw/>

版權所有© 2011 經濟部技術處 產業技術知識服務計畫(ITIS)

經濟部技術處產業技術知識服務計畫專案辦公室 承辦