

台灣工具機產業-新國際競爭力來源

吳曉菁

逢甲大學

科技管理所

chingup@gmail.com

賴文祥

逢甲大學

科技管理所

whlai@fcu.edu.tw

摘要

近年來各國工具機廠商皆面臨來自需求端要求降價的壓力，迫使生產高階工具機的國家廠商紛紛開發低成本工具機，大量生產低價高品質機種競食市場並進行低價銷售策略，使我國面臨高階機種降價搶奪市場與低階機種技術提升，生產中低階工具機為主的我國面臨兩面夾攻的窘境。不僅產業供給面競爭趨於激烈，市場需求亦因科學技術不斷地突破而瞬息萬變，促使工具機廠商必須縮短產品研發時程，快速將新產品上市以滿足市場需求、保有市場佔有率。

我國工具機主要生產中低階泛用型機種，產品附加價值低且廠商間市場重疊性高，導致低價策略成為主要競爭手段。有鑒於此，我國政府與廠商開始投入技術研發，開發差異化機種，提高產品附加價值。但工具機產品種類繁多，且機種的選擇對未來工具機產業興榮影響甚鉅，我國工具機產業八成以上為中小企業，因中小企業資金有限、融資不易、人才難募與風險承擔能力等問題，導致我國廠商難以進行大規模研發活動。

因此，本研究分析各國重點發展技術與主要市場，以市場區隔之概念配合我國現有資源與優劣勢，找尋出最適合我國切入之利基市場，將我國有限的工具機產業能量與資源做最佳的配置，提供我國未來研發策略之參考。

關鍵字：工具機產業、關鍵技術開發、利基市場

1. 我國技術發展現況與趨勢

我國工具機能成為全球第四大出口國，主要來自於我國物美價廉的產品、完整的協力分工網路與客製化能力。我國工具機與各國工具機相較之下，我國工具機屬於中低階泛用型機種，且最令使用廠商詬病的缺點為可靠度低、使用壽命短、加工速度與精度不足(戴熒美 2001)。就中低階泛用型機種而言，我國工具機品質雖不及先進國家，品質僅有先進國家的六至七成，但以價格效能比來看，我國工具機則高於先進國家。我國工具機係由綿密的協力網路共同生產，故生產彈性極佳且客製化能力高。但關鍵零組件仰賴進口，且在海外的售後服務與銷售通路不足，主要由代理商或經銷商進行銷售與售

後服務。

而我國資訊通訊電子產業與汽車/航太零組件產業，為主要工具機應用市場，除了資訊通訊電子類之半導體產業仰賴國外進口外，其他大多國內生產即可滿足，近年來消費性電子產品朝向使用鋁、鎂合金金屬，引起高速輕金屬切割需求，促使廠商紛紛投資，進而提升廠商技術層次。

就政府相關政策而言，我國機械相關領域主要由經濟部策劃機械領域發展方向，執行單位為經濟部技術處之「精密機械技術計畫」與經濟部工業局之「高級品工具機發展計畫」、「精密機械工業發展推動計畫」，在精密機械與新興產業製程設備領域發展重點：複合化工具機技術、半導體製程控制技

術、光電 FPD 製程設備技術與精密關電製造設備與關鍵模組。

2. 我國技術研發能量來源

台灣工具機技術研發主要來自大專院校、財團法人研究機構¹及業界投入研發等三大來源。政府近年來大力推動科專計畫，主要任務是開發共通性、關鍵性技術，大專院校研發主要包括專題研究計畫補助與學界科專；財團法人研究機構研發主要為法人科專與業界科專兩種；而業界研發包括內部自行研發與業界科專。除此外之，大專院校、財團法人研究機構與業界尚有整合型產、官、學、研的科技研發專案、產學合作或研發聯盟。因資料收集限制，故本研究將工具機技術研發分為兩大部分進行探討：學術單位與政府單位。學術單位主要負責基礎研究，政府單位主要輔導廠商或委託財團法人研究機構，進行產學研合作研究計畫，研究內容以產業技術與前瞻性技術為主。

2.1 學術單位-基礎研究

因大專院校主要研究經費來自國科會，故本研究主要觀察國科會所補助之專題研究件數變化，以了解我國工具機基礎研究之研發概況。然而與機械領域相關之國科會專題研究可分為兩類：工程技術類與應用科技類。從圖 1 可知，我國 2001-2005 年國科會機械工程相關的專案件數成長趨緩，且 2004 年研究機械相關領域呈現大幅下滑，甚至 2005 年應用科技類出現負成長，顯示我國面臨機械領域基礎研究能量不足，將不利我國機械領域未來的研發與創新活動。

¹與工具機領域相關的財團法人研究機構如工研院機械所、金屬工業發展中心、精密機械發展中心及自行車研究中心等。

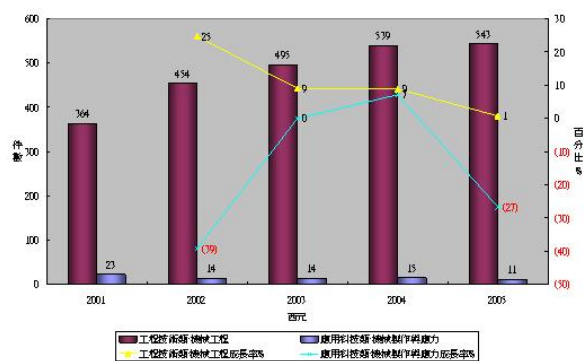


圖 1 2001-2005 年國科會機械工程相關之專題研究件數

(資料來源：國科會)

2.2 政府單位-應用技術與前瞻性技術研究

我國機械相關領域主要由經濟部策劃機械領域發展方向，執行單位為經濟部技術處之「精密機械技術計畫」與經濟部工業局之「高級品工具機發展計畫」、「精密機械工業發展推動計畫」，進行產業技術研發與廠商輔導等活動。本研究將藉由觀察政府投入工具機領域研發經費的變化，進而推測未來我國工具機之技術發展實力，故將經濟部技術處與經濟部工業局預計投入工具機領域經費加總，並與經濟部預計投入機械領域之總經費做一比較，如圖 2。

由圖 2 可知，我國經濟部預計投入工具機研發之總經費比率逐年下降，2006 年，我國投入工具機領域研發比率尚有 9.98%，該比率逐年下降直到 2009 的 7.93%，三年間下降了 2.05%，可見政府對該工具機領域之投入不甚積極。相對於其他韓國政府積極協助國內廠商技術開發、改善產業周邊環境，此將不利未來我國工具機產業之國際競爭力。本研究藉由比較分析各國工具機產業之特點與優弱勢得知(表 1)，我國工具機產業相較於德、日、韓三國，我國產業特色與優勢來自於綿密的協力網路與客製化能力，並藉由綿密的協力網路創造具有成本優勢的工具機產品，我國的低成本競爭優勢恰為德國與日本兩國極度缺乏的，而德日兩國高品質、高穩定度、高精密度的工具機則為我國所不足的部份，主因來自於我國欠缺關鍵零組件技術，關

鍵零組件成本不僅佔了工具機總成本的 1/4，且關鍵零組件的良窳決定了工具機精密度與穩定度的表現。目前我國與日本合作的廠商多為日本工具機廠商代工廠，與德國廠商合作多以技術移轉、合作的方式進行技術提升。

本研究認為，藉由代工、合作雙模式與日本、德國進行交流，能提升我國廠商技術能力並持續與世界接軌，在全球工具機價值鏈上佔有一席特定的重要角色是保有我國工具機產業國家競爭力的重要環節；然而過度依賴代工生產或是技術移轉並非長久之計，長期下來將會造成我國工具機產業技術空洞化，屆時韓國、中國等後進新興國家製造技術能力提升後，我國工具機在全球價值鏈的地位將被取代，因此我國不得不加快腳步進行關鍵技術研發，並利用既有的製造優勢，強化我國產業在國際的地位。

有鑑於德國與日本工具機產業的發展，除了優秀人才的培養外，不難發現德日兩國領先的工具機技術皆有個共同的成功背景—末端產業的強大需求(劉信宏, 2005)，特別是汽車產業，因工具機產品有 30%為汽車產業所使用(劉信宏, 2004)，德日所生產的汽車不論是品質或性能上皆享譽國際，隨著該國汽車技術的發展與提升，進而也刺激了德日兩國工具機廠商不斷進行技術精進以滿足國內汽車

產業等相關產業的需求。

然而，我國環境與德日不同，我國沒有缺乏強大的汽車工業支持，故我國工具機廠商多逐漸走向 3C 產業工具機發展，我國工具機產業高彈性製造的特性恰好與 3C 產業瞬息多變的特點相符，且我國 3C 產品製造名列全球前茅，成為我國工具機產業下一波成長動力來源；其次，則為我國半導體產業，我國中小企業規模的工具機廠商該如何切入該產業進行新事業轉型，並與韓國、中國等新興後進者產生差異化、避免未來更激烈地低價競爭，故本研究認為我國工具機產業應利用我國具有國際競爭力之末端產業：3C 產業與半導體產業，進行產業升級，強化我國工具機產業國際競爭力 (Porter, 1996)。

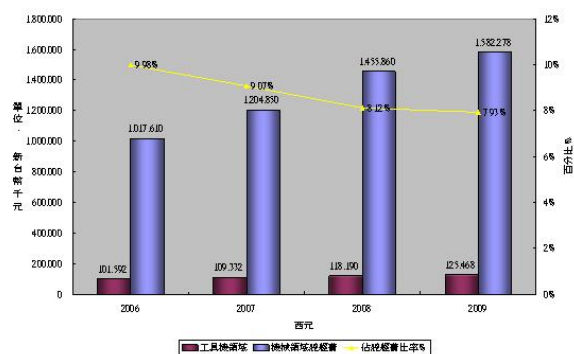


圖 2 2006-2009 我國預計投入工具機之總經費
資料來源：國科會

表 1 各國工具機產業優劣比較

國家	優勢	劣勢
德國	<ul style="list-style-type: none"> ● 高精密度 ● 高可靠度 ● 製造彈性大 ● 國產高品質關鍵零組件 ● 以客戶需求進行產品設計 ● 設備使用者具有高競爭力，如汽車、電機電子業 ● 高素質人才 	<ul style="list-style-type: none"> ● 製造成本高昂 ● 海外銷售據點不足
日本	<ul style="list-style-type: none"> ● 產品性能優良 ● 高可靠度 ● 交貨準時 	<ul style="list-style-type: none"> ● 重要零件需仰賴進口 ● 製造成本高昂 ● 訂單不穩定、變動大

	<ul style="list-style-type: none"> ● 以客戶需求進行產品研發 ● 廣佈海外經營據點 ● 設備使用者具有高競爭力，如汽車、資訊通訊電子業 	<ul style="list-style-type: none"> ● 平均勞動生產力低
韓國	<ul style="list-style-type: none"> ● 設備使用者競爭力不斷提高，如汽車、3C、半導體產業 	<ul style="list-style-type: none"> ● 關鍵零組件仰賴進口 ● 海外銷售據點不足 ● 融資不易
台灣	<ul style="list-style-type: none"> ● 綿密完整的協力網路 ● 客製化能力 ● 製造彈性高 ● 低製造成本 ● 具有國際競爭力的資訊通訊電子產業 	<ul style="list-style-type: none"> ● 關鍵零組件仰賴進口 ● 海外銷售據點不足 ● 售後服務不健全 ● 企業融資不易

資料來源：本研究整理

3. 我國利基市場

未來我國工具機廠商可分為兩大方向進行技術升級：事業轉型(半導體製程設備)與既有事業深耕(運輸工具製程設備與 3C 製程設備)。

3.1 事業轉型：半導體製程設備

半導體產業係為知識與資本密集之產業，需結合電子、機械、光電、化學、物理等不同領域，其製程大致分為五大流程：IC 設計、光罩製造、晶圓製造、晶圓處理、封裝與測試。其中 IC 設計、光罩製造、晶圓製造與晶圓處理可歸類為前段製程，而封裝與測試則為後段製程。

前段製程為決定產品品質良窳的最主要部分，包括微影處理、光阻、蝕刻、化學機械研磨、化學氣相沉積等；後段製程設備則為封裝與測試，後段製程主要進行晶圓切割、黏晶、鐳線、塑膜、剪接/成型、測試等功能。

我國半導體設備自製率僅約 5% 左右，且集中於半導體後段製程設備，如晶圓切割機、鐳線機、黏晶機、PCB 鑽孔機等，劉仁傑(2001)將原因歸類成兩大類：1. 前段製程設備影響產品良率甚鉅，故國內半導體廠商以美、日、韓半導體設備廠商為採購對象。2. 後段製程設備對產品品質的影響有限且運用技術與國內精密機械產業之核心能力相近。

半導體產業需要高精度、高可靠度之半導體設備，但因半導體廠商信心不足導致使用者多傾向跟國際知名大廠採購，故即使國內設備廠商能生產符合半導體廠商技術要求的設備，且以低於國外產品價格銷售，也不一定能成功銷售(鄭文嘉, 2006)。從美、日、韓的半導體設備發展的經驗，半導體設備廠關鍵成功因素除了政府積極的政策扶植之外，大型技術分享平台、半導體設備廠商與半導體廠商的共同合作研發亦為重要關鍵因素。而經濟部大力支持下的「III-V 族半導體研發聯盟」則為未來我國跨入新興半導體設備市場的重要關鍵點，III-V 足半導體市場提供我國精密機械廠商進行事業轉型的絕佳契機。從圖 3 可知全球半導體設備需求集中於日、美、台、韓四國，而我國為世界前三大半導體設備需求國，潛在的強勁國內需求，提供我國工具機產業發展半導體設備一良好的基本條件(Porter, 1996)。表 2 為我國工具機產業朝半導體設備發展之 SWOT 分析。

本研究認為我國工具機廠商仍應保有原有的彈性分工網路機制，並將「製造型」的分工網路提升到「研發型」的分工網路；各廠商以合作研發的方式進行關鍵技術開發，並把握國際半導體設備大廠所釋出的 OEM 機會，以「聯合招標」的方式承攬國際訂單，化劣勢為優勢，進而累積技術實力與

研發關鍵技術，以提高我國半導體設備內購率。

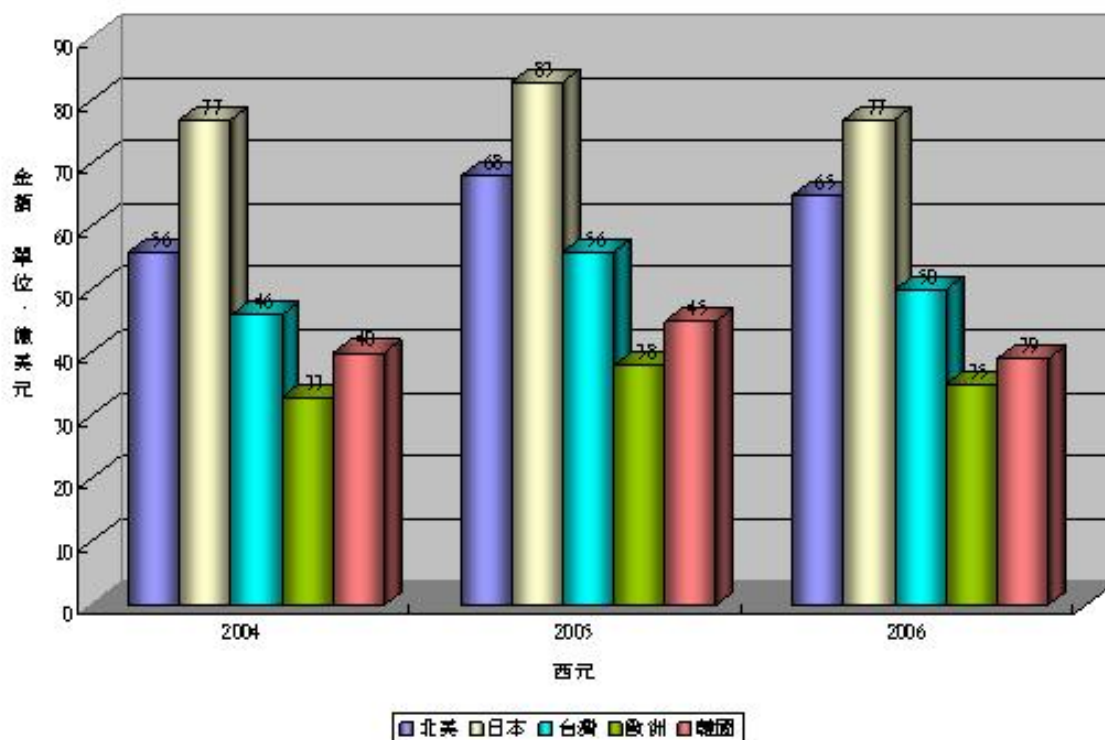


圖 3 2004-2006 全球半導體設備投資
(資料來源：SEMI)

表 2 我國工具機產業朝半導體設備發展之 SWOT 分析

優勢 (Strength)	劣勢 (Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> ● 極具彈性的分工網絡 ● 製造成本低 ● 工具機基礎技術厚實 ● 大陸及東南亞市場經營經驗豐富 ● 國內半導體設備市場需求大 	<ul style="list-style-type: none"> ● 廠商多為中小企業規模 ● 研發人才不足 ● 國內認證機制不足 ● 關鍵零組件依賴進口 ● 半導體設備所需的周邊零組件供應體系不足
機會 (Opportunity)	威脅 (Threat)
<ul style="list-style-type: none"> ● 國際半導體設備大廠尋求 OEM 廠商 ● 大陸與東南亞需求增加，帶動半導體設備需求成長 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大陸市場崛起影響國外設備大廠尋求代工廠商的決策 ● 韓國積極發展高階半導體設備

資料來源：鄭文嘉，2006

3.2 既有事業深耕：運輸工具製程設備與 3C 製程設備

運輸工具製程設備主要以汽車與航太工業零組件製造設備為主要目標市場，航太零組件產業包

括製造相關結構件、內裝件、發動機、航空電子零組件、系統件製造等製程所需設備。而 3C 產業則以電腦資訊、電信通訊、以及消費性電子產品的電子零組件為主要應用，其中包含主動元件、被動元

件、機構元件和功能元件的製程設備需求(圖 4)。

高科技電子產品需靠精密機械設備來生產,如 LCD 背光模板、3C 產品的鎂合金外殼,以及光被動元件連接器的陶瓷套圈,都需要極精密的加工製程設備,且在製程中射出高分子材料要靠高精密模具,模具為產業大量製造產品的必備器具,從高科技產業如航太、電腦、通訊等精密電子零組件,汽車零配件到民生工業的家電、五金、文具、玩具等產品,皆屬模具的應用範圍,且都須以模具作為大量生產的基本工具,運用模具經過高溫、高壓或高衝擊的製程完成所需之成品,因此高速模具切削加工機便顯得更加重要。

國際航太大廠為求降低生產成本、提升市場競爭力,積極進行零組件生產外包計畫,而我國長年在航太零組件領域的經營深耕使我國在航太零組件生產上具有競爭力,加上我國政府規劃航空工業將朝向五大方向發展²,使我國有機會成為國際航太大廠 OEM 廠商,我國航太產值超過 450 億元,若我國能掌握國際航太大廠所釋出的 OEM 訂單,將可激勵我國歷年衰減之投資額,提升我國航太工業產值,進而帶動對精密工具機之龐大需求。

我國是全球資訊通訊電子產業之重要製造國家,由於光電產業橫跨資訊、通訊與消費電子等 3C 產業,再加上消費電子所包括的產品幾乎與光電業重複性很大(黃千純, 2003),因此我國機械業廠商實際轉投資之情況多以 3C 產業為主,切入半導體設備的則為少數,如京華超音波、錄海、東元電機等,本研究認為可能因技術的難度較高,加上半導體設備多為專屬設備,運用範圍不似 3C 產業設備廣,開發風險較高,導致僅有少數廠商投入半導體設備研究開發。

²我國航太工業五大發展方向:1.研發產製軍用高級教練機,帶動整體航空工業發展;2.推動我國投資海外商務飛機組件移轉在台生產、帶動國內商機及技術升級;3.持續推動軍機策略性商維,擴大航空維修商機;4.推動航空客機改裝貨機,期使台灣成為飛機改裝重鎮;5.透過採購案工業合作,爭取航空零組件製造及組裝在台生產

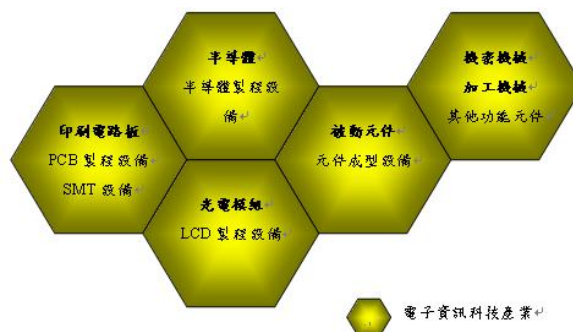


圖 4 3C 產業精密加工製程設備需求

(資料來源：工研院 IEK-IT IS 計畫, 2004/12)

4. 結論

從內部能量(優劣勢)與外部趨勢(市場結構變化)來看,我國技術研發應採以利基市場產品開發,運用國內末端產業市場的拉力進行產業升級,因我國以工具機廠商 90%以上為中小企業規模,故應以合資、合作或研發聯盟的方式進行關鍵技術研發,不僅只與國內廠商進行研發聯盟,國際間的合作聯盟亦成為現今聯盟的新趨勢(Medcof, 1997)。

成功的共同合作,在合作聯盟形成之前,合作夥伴間應檢視彼此的經營策略是否能相輔相成、彼此的技術是否互補、企業文化使否相容、夥伴間過去是否有合作經驗、未來共同合作的作業流程是否與企業內部原有的企業流程衝突、合作的夥伴是否有共同合作的經驗(Deck & Strom, 2002; Emden, 2004; Hamel, 1991; Hitt, Dacin, Levitas, Arregle, & Borza, 2000; Medcof, 1997)等關鍵因子,如此共同合作成功的機率才能大幅提高(Deck & Strom, 2002);然而,過去,我國工具機產業的共同合作計畫失敗,主因來自於廠商間彼此的目標、策略、研發成果分配等爭議,導致共同合作案失敗(劉仁傑, 2002),上述的衝突在「共同合作」形成之際,便埋下伏筆,顯示我國工具機產業合作研發仍處於萌芽階段且目前我國工具機廠商間的合作聯盟多以國內廠商為主,如亞崙&匠澤、三冠精機 & 義大利 PLURITEC、龍澤科技 & 日本 ASTROTEC,其中龍澤科技本屬於日本瀧澤企業之子公司,故實際上國內廠商「自發型」

³的共同研發按例十分稀少。故，未來我國應如何發展成功的研發策略使我國工具機產業在半導體與3C製程設備之利基市場具有差異化的國際競爭力，將成為我國工具機產業值得研究的重要課題之一。

參考文獻

- [1] 工業技術研究院
<http://www.itri.org.tw/chi/index.jsp>
- [2] 台灣區機械工業同會公會
<http://www.tami.org.tw/cindex.php>
- [3] 行政院國家科學委員會
<http://web.nsc.gov.tw/>
- [4] 科技年鑑網
<http://yearbook.stpi.org.tw/Welcome.do>
- [5] 經濟部技術處
<http://doit.moea.gov.tw/>
- [6] 王瑋瑛，1996，工具機年鑑，工業技術研究院機械工業研究所。
- [7] 林泰成，2002，協力網路觀點下模組產品創新類型之探討—台灣工具機業的實證研究，工業工程與經營資訊研究所，東海大學，碩士。
- [8] 陳俊，陳鐵元 (2006)，工具機技術專輯:經濟部精密機械工業發展推動小組-工具機產業推動重點，機械工業: pp75-82。
- [9] 曾淑華，1997，1998工具機年鑑，工業技術研究院 機械工業研究所。
- [10] 黃千純，2003，台灣3C產品之全球地位，經濟部技術處產業技術知識服務網(ITIS)。
- [11] 劉仁傑，我國精密機械關鍵零組件產業研發現況之探討，精密機械業管理動向專欄，p1-p6。
- [12] 劉信宏，2002，我國機械設備業於3C應用之現況，工業技術研究院。
- [13] 劉信宏，2004，區域競爭趨勢下工具機產業經營探討，工業技術研究院 產業經濟與資訊服務中心。
- [14] 劉信宏，2005，我國機械產業的挑戰與展望，機械工業，272。
- [15] 鄭文嘉，2006，半導體設備產業及台灣未來發展與機會，工業技術研究院 產業經濟與趨勢研究中心。
- [16] 鄭祺耀，許淑玲，2005，機械工業六十年史，台北市，台灣區機器工業同業公會。
- [17] 戴榮美，2000，1999-2002年德國工具機市場預測，工研院機械工業研究所。
- [18] 戴榮美，2001，我國工具機產業力思突破之道，機械工業雜誌: pp194-202。
- [19] 魏依玲，2002，2010年工具機產業技術發展預測與主要國家研發政策分析，台北，工業技術研究院產業經濟與資訊服務中心。
- [20] Deck, M., & Strom, M. (2002). Model of co-development emerges. . Reserch Technology Management.45(3), 47-54.
- [21] Emden, Z. (2004). Creating new product advantage through collaboration. Michigan state university.
- [22] Hamel, G. (1991). Competition for competence and interpartner learning within international strategic alliances. Strategic Management Journal, 12, 83-103.
- [23] Hitt, M. A. M., Dacin, T., Levitas, E., Arregle, J.-L., & Borza, A. (2000). Partner selection in emerging and developed market contexts: resources-based and organizational learning perspectives. Academy of Management Journal, 43(3), 449-467.
- [24] Medcof, J. W. (1997). Why too many alliance end in divorce. Long Range Planning, 30, 718-732.
- [25] Porter, M. E. (1996). The competitive advantage of nations, commonwealth publishing.
- [26] Porter, M. E. (1996). The competitive advantage of nations: commonwealth publishing.

³ 本研究認為非由財團法人或政府等第三方的推力而行程的研發聯盟，屬於「自發型」合作研發聯盟；而故經財團法人工研院機械所與經濟部大力推廣的「先進線型工具機研發聯盟」屬於「非自發型」合作研發聯盟。