

## 第五章 工具機整合性研發聯盟與機械所

隨著台灣工具機產業在全球市場中逐漸面臨南韓與中國大陸的急起直追，台灣工具機產業的技術升級，在一定程度上必須投入更多的研發經費與人力。由機械所出面，協調工具機廠商加入新的整合性研發聯盟，進行計畫研究，已經有了很大的成果。發揮集體優勢，進行新產品的良性競爭，已經成為台灣工具機業的新挑戰。在這個章節裡，將根據訪談資料及次及文獻資料，歸納說明聯盟內的研發技術是如何決定的；其次探討形成聯盟的機制；再者則是探討聯盟內，成員之間的互動關係以及技術學習；最後則是討論整合性科專計畫的執行成效。

### 第一節 聯盟研發技術的選定

#### 一、國際先進工具機國家的技術發展趨勢

為什麼 2003 年以後，台灣工具機產業的整合性研發聯盟是以選擇線馬工具機及車銑複合工具機為發展重點？一般而言，台灣工具機的發展，大多以追隨國際先進工具機國家的技術發展為方向。1990 年代中期以後，在國際知名工具機大展中，如德國漢諾威 EMO 展、美國芝加哥 IMTS 展以及日本 IMTOF 展，歐洲、美國和日本等先進工具機國家的主要技術均朝向高速化、高精度與複合化的方向發展。由於線性馬達具有加工速度快，可縮短加工時間的優點（工研院機械所，1998：6-1），從整機發展趨勢來看，國際間已經有許多大廠廣泛使用線性馬達於車床、立式及臥式綜合加工機等新機型新技術開發，取代傳統以滾珠導螺桿配合伺服馬達的進給方式<sup>1</sup>。在 1997 年德國漢諾威工具機展中，德、日、美等先進工具機國家已經廣泛將線型馬達應用在綜合加工機及車床的開發實例上。

<sup>1</sup> 滾珠螺桿在高速傳動時會產生溫生熱變位的問題，導致進給速度多以 60m/min 為限，若採用線型馬達則可以提升加工進給速度。國外以線性馬達代替一般伺服馬達驅動滾珠螺桿，進給速度可達 80~120m/min（工研院產經中心，2002：5-24）。

表 5-1 1997 年德國漢諾威工具機展中搭載線性馬達機種之工具機廠商

機種別	國家	展出者	家數
綜合加工機	德國	Ex-Cell-O、Deckel Maho、Grob-Werke、Gebr. Heller、Huller Hille、Ketterer 共六家	6
	日本	Fanuc、Matsura 共兩家	2
	法國	PCI、Renault Autonation 共兩家	2
	英國	Kirby Eng.一家	1
	美國	Ingersoll 一家	1
	義大利	MCM 一家	1
	西班牙	Danobat 一家	1
車床	德國	Huller Hille 一家	1

資料來源：工研院機械所，1998：6-24。

「2001 年那屆的德國漢諾威 EMO 展，德國 DMG<sup>2</sup>公司展出線型馬達工具機的比例突然拉得很高。因為德國在工具機技術來講是屬於領先的國家，所以我們覺得這樣的市場規模在後續幾年來講，應該會有很大幅度的提升」（訪談記錄，MTF080613D）。

高效率的另一種發展方式則是複合化。傳統的加工方式是依照加工程序來將工件由車床或銑床加工完成後，再轉換到另外一個機台完成其餘製成的加工，工件在不同製程的加工，必須轉換到不同的機台，因此耗費工時。為了實現複雜形狀工件的加工，使在一台工具機上能完成複數工序和複數工種的加工，這樣的工具機稱為複合工具機<sup>3</sup>，也就是所謂的「DONE IN ONE」，由素材到成品，所有加工流程只需一台機台來進行加工（如圖 5-1）。車銑複合工具機在歐、日等工具機先進國家的發展已達成熟階段<sup>4</sup>，兩者在車銑複合工具機的全球市佔率分別為 14% 和 76%（工研院產經中心，2007：7-22）。

<sup>2</sup> 德國 DMG 公司，是由 Deckel、Maho、Gildmeister 三家公司組成的企業集團。

<sup>3</sup> 複合工具機依機器架構及加工類型的不同，又可分為銑車複合工具機、車銑複合工具機、立車型複合工具機（工研院產經中心，2006：3-2）。

<sup>4</sup> 車銑複合加工機開始於日本上市是在 1970 年代末期至 1980 年代初期，包括 1975 年的 Okuma，1979 年的 Mori Seiki，以及 1983 年的 Mazak（工研院產經中心，2007：7-1）。

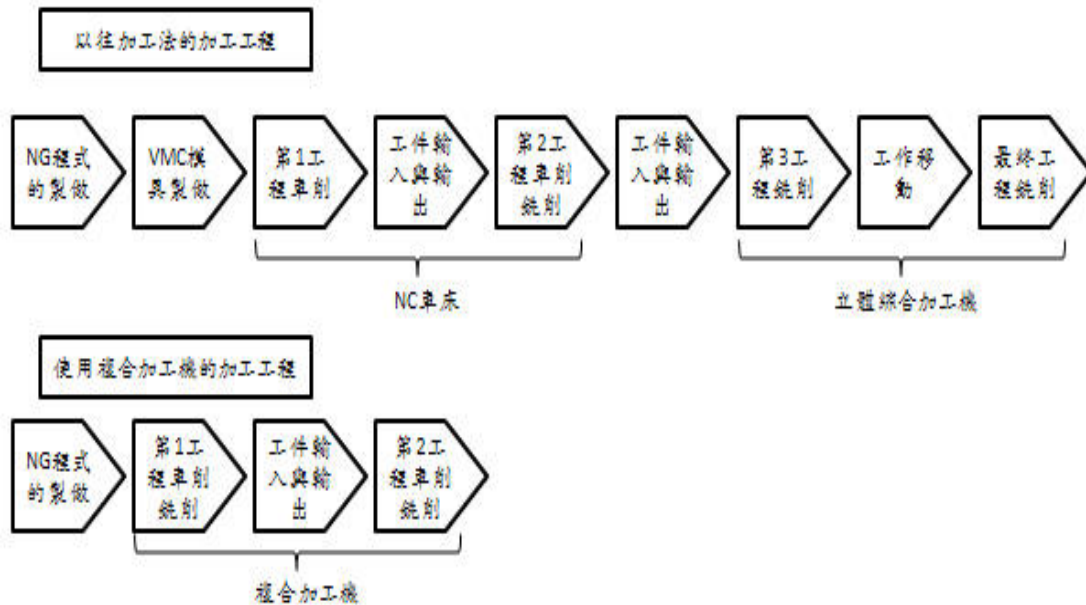


圖 5-1 複合化工具機與傳統加工法比較

資料來源：工研院產經中心，2007。

## 二、國內對複合工具機的需求日益殷切

從 1990 年開始，台灣就陸續有廠商進口複合工具機進行工件等產品的加工作業，顯示台灣工具機下游廠商極早就已經開始使用複合工具機（如圖 5-2）。而隨著全球工具機朝向次世代工具機機種的研發方向，台灣工具機廠商也朝著複合加工機的目標展開研發。此外，工具機產業強調經驗的累積，因此要培養一位工程師必須經過五到十年的工廠磨練。複合化工具機只需要一個工程師的操作，就能夠實現完全不同性質加工過程的加工，正好可以因應工具機產業人力不足的問題。目前國內也有許多工具機廠商開發出用於複雜工件加工的複合工具機，可以完成從粗加工到精加工的所有加工（工研院產經中心，2006，3-1）。

	1990	1991	1993	2003	2006
複合 工具機	喜恩喜引進 Mazak車銑 複合機		永進、富強興、 震雄、貿榮進 口Mazak 5台	永進推出 車銑複合 機	亞崑、 東台、 綺發開 始自製

圖 5-2 台灣發展車銑複合工具機

資料來源：工研院產經中心，2007。

「我們最近看日本展，歐洲展，他們所強調的機器幾乎都已經是車銑複合機器，台灣對這種機器的需求也一直在增加，因為要找到一個適當的人才，一個具有經驗的師傅很難。這種機器有一個好處就是 DONE IN ONE，一台機器就可以做很多種功能，一個人就可以看管」(訪談記錄，MTF080612G)。

從工具機技術發展歷程來看，台灣工具機在高速切削加工機、進給系統高速化，以及複合化工具機方面，約落後美日德等先進國家 2~3 年(工研院產經中心，2001)。一方面，在高速化的技術應用上，搭載線型馬達的工具機，其關鍵性技術繁多<sup>5</sup>，對於內部研發能力普遍不足的國內工具機廠商而言，技術來源是一大挑戰。另一方面，在複合化工具機的研發上，台灣區工具機暨零組件工業同業公會理事長楊德華指出，國內廠商自行研發完成的車銑複合車床，其車削能力尚可，但銑削能力明顯不足；此外，韓國廠商在車銑複合車床開發上的急起直追，也對我國工具機業者造成在國際市場上的競爭壓力<sup>6</sup>。有鑑於高速化與複合化儼然已經成為全球工具機的技術發展趨勢，台灣工具機產業也勢必投入更多的研發

<sup>5</sup> 線型工具機有幾個重要關鍵技術，包括：1.高剛性輕量化結構設計技術；2.線型馬達進給設計技術；3.高速主軸技術；4.高速高動態響應控制技術；5.線型馬達同步控制技術；6.線型馬達溫升熱補償技術；7.高速氣壓配重技術(經濟部技術處，2005)。

<sup>6</sup> 工具機製造水準原本落後我國的韓國斗山，近年來已經開發出多款車銑複合車床，並在國際市場上銷售(2006/12/11，工商時報，產業焦點，A11版)。

經費與人力，維持其在國際市場上的競爭地位。

## 第二節 形成聯盟的機制

產業本身技術升級的發展，加上政府政策的引導與公共研發單位的投入，使得中部工具機廠商在 2003 年以後，更加的集結外部資源，強化資訊技術交流，共同形成整合性研發聯盟。具體而言，整合性研發聯盟的形成因素包含了以下幾個特性：(一) 地理鄰近性；(二) 中區服務中心在技術研發角色上的深化；(三) 產業政策的引導。

### 一、地理鄰近性：關係轉變與技術交流頻繁

如前所述，工具機廠商與機械所的互動合作關係，大概可以分成三階段。第一階段為合作的萌芽期（1982~1990）。早期機械所與業界的合作方式，是採行整機（離型機）開發並移轉業界。但是機械所開發的整機技術往往曲高和寡，無法符合業界的需求，因此失敗的案例非常多<sup>7</sup>。第二階段為關鍵零組件技術移轉時期（1990~2000）。自 1990 年起，機械所在法人科專的執行重點上，逐漸從整機開發轉而投入關鍵零組件研發，如自動換刀模組、工作台交換模組、等技術，並移轉德大、台灣引興等公司，促使台灣零組件廠蓬勃發展。

1997 年以前，工研院的經費主要來自政府捐贈、政府專案計畫和技術合作服務三項。以 1990 年為例，政府捐贈為二億元，政府專案計畫為四十一億元，技術服務合作則為三十二億元。1992 年以後，當時的技術處處長陳昭義先生開始要求工研院進行更多的「業界合作」。此項減低政府科專經費，加強工研院經營績效的用意，具體落實在 1997 年度經費來源政策的規定，來自經濟部科技專

---

<sup>7</sup> 「民國 72-74 年大部分廠商都有跟工研院合作做 NC 工具機，做完後這些開發都沒有成功，成功比例很低。……（原因是）主要在機型上，戰術上的錯誤，在機型的評估上並不完整。有時候運氣好，就去合作到可靠的機構，機器故障率就低，有的比較標新立異的機構，故障率高，所以不太成功」（引自高士欽，1999：172）。

案與工業服務經費的比例為一比一<sup>8</sup>。其中，來自「民間企業」的工服則要達到全院經費的 25% 以上（洪懿妍，2003：222）。機械所於 1995 年成立中區服務中心，隨即面臨經費籌措的壓力。因此，地理鄰近性也有助於機械所主動走入業界，瞭解廠商在技術開發上的實際需求，使廠商願意出錢請機械所做研發，或向機械所購買技術。2000 年，機械所在蔡新源所長任內的經費來源，科技專案計畫佔 45%，國內機械服務及配合款已經達到 55%，是工研院眾多研究所中，少數爭取契約服務高達 50% 以上的研究機構。

第三階段為整合性研發聯盟時期（2001~迄今）。中區服務中心漸漸取得廠商的信任與肯定。進而擔負起協調整合相互競爭的工具機廠商組成研發聯盟，發展出與業界密切合作的新型態研發方式。

「工研院在台中這組人的角色很不一樣，其實他們非常的深入在這個產業界，已經跟產業界有很嚴密的互動，所以他知道我們的需求。我們公司過去這十幾年來都持續有跟工研院（中區服務中心）技術合作，沒有停過，發包給他做的案子超過一億，所以我們也願意讓他來整合」（訪談記錄，MTF080411O）。

## 二、中區服務中心在高階技術研發角色上的深化

政府促進台灣工具機產業升級的主要策略之一為委託機械所執行法人科專，研發先進技術。但是機械所要如何決定科專的技術發展項目？除了對國外技術資料進行蒐集分析，拜訪國外學術界之外，機械所一個更重要的技術學習機制便是透過參加國際工具機展，瞭解全球先進工具機國家的技術發展趨勢，再規劃出符合台灣需要的技術發展方向。1999 年，日本廠商於 JIMTOF 工具機展中，展出全球第一台應用高速線型馬達之工具機原型機。有鑑於此國際技術發展趨

---

<sup>8</sup> 基於產業別的不同，工研院各研究所執行的難易度也有別。以專業技術服務為導向的能資所，工服的比重相來就高。以開發產品為主的機械所、材料所，科專與工服的比例則約各佔一半（洪懿妍，2003）。

勢，技術處於 2000 年委託機械所（中區服務中心）執行「精密機械技術開發計畫」，以「高速化進給技術」為研發重點<sup>9</sup>；技術來源則是透過與德國 DARM STADT 大學移轉線型馬達驅動高速進給技術。並於 2001 年台北工具機展中，展出台灣首台立式線型馬達綜合加工機（經濟部技術處，2005a：29）。

根據機械所的調查，國內工具機廠商有 41% 會採用線型馬達（1998 工具機年鑑）。然而，線型工具機的關鍵技術繁多，對於內部研發能力有限的國內工具機廠商而言，是一大挑戰。機械所先利用法人科專投入大量的資金與研究人力進行線馬工具機技術的前期研究<sup>10</sup>，有助於解決業者往後的技術問題，及縮短開發時程。此外，2001 年於台北國際工具機展中展出的線馬原型機，更是機械所向業界證明實力的最好時機。當業者看到機械所在線馬工具機上的技術成果後，也更願意投入線馬工具機的研發。

「以線型馬達技術來講，我認為那時候國內的技術，最高的還是在機械所<sup>11</sup>。因為他已經針對這個問題做過相關的研究，跟德國的大學有一個技術合作，也開發出一個產品。工研院（機械所）幫你做了先期的研究，所以他在聯盟裡絕對是正面幫助的，我也省掉很多前面的研究」（訪談記錄，MTF080411O）。

此後，機械所的高速化進給技術成功協助亞太菁英完成線型龍門高速加工機的商品化。成立於 2001 年的亞太菁英，與參與線型馬達工具機聯盟廠商的最大不同之處在於其成立之初，便以汽車、航太工業、半導體設備產業所需之線性馬達高速加工機為主力產品。然而，為什麼亞太菁英在短短的幾年內就已經可以銷售單價超過 2,500 萬元的線型工具機？線型工具機之研發經費龐大、關鍵技術繁多，絕非單一工具機廠商所能獨立完成。亞太菁英為了能夠快速建立起線型工具

---

<sup>9</sup> 訪談資料（MTO080529）。

<sup>10</sup> 「在車銑技術的研發上，我們也是先在科專裡提出題目，然後先 run 一陣子。」（訪談資料，MTO080529）。

<sup>11</sup> 以我們公司來講，我們發現車銑這一塊，工研院技術比我們還要強，所以我們有跟他簽約做技術合作。」（訪談資料，MTF080411O）。

機的競爭力，便以推廣委託案的方式，委託機械所完成可以商品化的線馬工具機，再交由亞太菁英直接銷售<sup>12</sup>，也足以證明機械所在線馬技術上的實力。

「研發聯盟是我們（機械所）把核心技術移轉給廠商，然後他們自己去開發機台，但是亞太菁英是跟我們有一個推廣委託案，推廣案是沒有政府補助的，純粹就是公司拿自己的錢委託我們去開發，我們整機開發好，在移轉給他們」（訪談記錄，MTO080529）。

### 三、產業政策：加重「政策性」比重帶動產業升級

2001年在工業局主辦的「工具機產業發展座談會」中，政府、學術研究單位以及工具機廠商提出未來台灣工具機產業升級的重要課題為結合國內工具機廠商與相關研究單位，運用技術處業界科專計畫，加速前瞻先進工具機產品及關鍵零組件的研發，以提昇我國工具機產業的國際競爭力。會後，經濟部召集機械所、精機中心、國內各大工具機業者及學界專家共同討論「整合性」業界科專的執行，當時即有10加廠商表明願意參與（經濟部技術處，2005b：18）。經過多次的開會討論規劃，與會的17家工具機業者中<sup>13</sup>，有七家業者於2003年組成先進線型工具機研發聯盟，一家業者也於2006年參與車銑複合工具機研發聯盟。

此外，經濟部技術處於2006年1月起提高業界開發產業技術計畫的「政策性」比重，先由政府提出技術需求項目，並考量產業最適合的發展，擇定「一定數目」之執行廠商執行計畫。此後，政府鼓勵一種新型態的「整合性」業界科專，希望藉由廠商之間既競爭又合作的互動關係，創造產業價值。在作者的訪談中，業者也意識到政府政策的改變。

「我們發現一家公司單打獨鬥去申請政府的業界科專已經越來越困難，政府的政策是希望用整合的方式來申請」（訪談記錄，MTF0804110）。

---

<sup>12</sup> 訪談資料（MTO080529）。

<sup>13</sup> 包括上銀、安加、台中精機、上一、勝源、大立、友嘉、程泰、勝傑、高鋒、永進、東台、亞崑、喬福、台灣麗偉、慶鴻、楊鐵（1997/03/18，經濟日報，46版，工具機專刊6）。



### 第三節 聯盟內的技術合作方式

#### 一、機械所與整機廠的關鍵技術移轉

如前所述，線型工具機的關鍵技術繁多，因此聯盟內廠商所需的技術，在很大程度上便有賴於機械所的技術移轉。以「先進線型工具機研發聯盟」為例，為促使線型工具機技術能夠快速擴展並且商業化，機械所將法人科專研發成功的線性馬達高速化進給技術移轉聯盟內廠商。聯盟內的廠商都獲得機械所相同的技術移轉，廠商再將此技術應用在各自擅長的產品上<sup>14</sup>，透過產品的差異化建立廠商的獨特差異處，使各廠商的目標市場不重疊。

「高速線馬這個聯盟，最初是由機械所利用法人科專去跟德國大學技術移轉一個高速線馬的技術，回來之後把它實際上做出來，變成他們自己的技術，再把這個技術擴散出來給我們各家」（訪談記錄，MTF080613K）。

除了將關鍵技術移轉廠商以外，機械所亦舉辦不定期的會議進行研發技術之研討，並透過 e 平台進行計畫問題反應與答覆，以及相關資訊交流。機械所內的研發人員普遍都擁有大學以上的學歷，對於國外資料的蒐集，新技術知識的吸收能力也較得心應手。

「機械所也負責對外去尋求一些技術資源，或者是新知識和新技術的說明和介紹，利用每個月的聚會時間來做新技術和新知識的交流」（訪談記錄，MTF080613D）。

「機械所他有做一個 e 化平台，也會從國外引進一些技術資料放置在平台上面，讓各個廠商可以去學習。因為以前來講，我們不容易拿到

---

<sup>14</sup> 有些廠商是做磨床的，就把磨床的進給改成線馬的高速進給；有些廠商是做龍門加工機，就做成線型馬達龍門加工機；有些是做立式加工機，就改成線型馬達立式加工機（訪談記錄，MTO080529）。

國外廠商的技術資料，也沒有人專門去翻譯。可是在機械所在這一份，他有去請一些翻譯人員，去翻譯日本的一些報導，丟在平台上面，讓各個廠商可以去學習」（訪談記錄，MTF080613K）。

## 二、例行性的查核機制促使整機廠之間的資訊交流

研發聯盟的目的是希望透過產學研的合作，將關鍵技術轉變成為可以商品化的產品。因此，聯盟的效益之一，便是期望達到參與聯盟的廠家在技術上的討論與合作，同時維持各自產品的競爭力。機械所將相互競爭的廠商整合起來組成研發聯盟，廠商在聯盟裡雖是成員關係，但是他們最終在市場上是彼此的競爭者。廠商必須考慮到短期聯盟結束後，產品在未來市場上的競爭性。因此，與聯盟內的廠商成員分享 know-how，顯然不利於自身的技術和經濟利益。以「線型工具機研發聯盟」為例，九家工具機廠商彼此之間是水平的平等關係，技術的合作更是不可能發生。相同的情況也發生在只有三家工具機整機廠的「車銑複合工具機研發聯盟」裡<sup>15</sup>。

「廠商的水平合作沒有發生（線馬聯盟），就是各家做各家的。但是大家都是良性競爭，各盡本能，找到自己的研發出路」（訪談記錄，MTF080503Y）。

因此，廠商之間的互動究竟要透過什麼機制？業界開發產業技術計畫規定，聯盟內的廠商必須依照預定的工作進度及查核點來執行計畫，並且透過不定期的會議進行研發技術的討論以及相關資訊的交流。但是上述的計畫管理機制也僅止於促進廠商之間的基本溝通，無法對廠商在關鍵技術的交流上產生正式的約束力。

「不管是我們或各個行業，大家都很擔心所謂的技術外流，可是透

---

<sup>15</sup> 「以車銑複合研發聯盟來講，我們跟其他廠商是沒有那麼多的互動。比如有一些我們認為不是屬於 know-how 的時候，我們也會問對方」（訪談記錄，MTF080613D）。

過這個研發聯盟，我們感覺到一個好處就是，起碼有定期的開會讓各個廠家的同仁做基本的溝通，所以應該是在溝通上來講，會比以前沒有聯盟的時候還要 open 一點，增加一個互通的機會。但是每個廠商也不可能百分之百的將所有的技術拿出來報告，所以在與廠商的學習過程來講，可能大概主要偏向查核報告上的學習，由各廠商提供的查核報告資料上，你可以去瞭解不同廠家在產品開發過程中，產品規格的設定，開發流程的掌握，技術上面的瓶頸」(訪談記錄，MTF080613K)。

「基本上只有市場資訊會互相交流而已，可能只講一些規格吧，執行細節不會講。他們之間不會想要做技術交流，因為技術叫 know-how。但是基本上大家要作一些什麼東西，彼此還是會有一些溝通，常常會辦研討會，或者成果報告的時候，就會互相交流」(訪談記錄，MTF080529N)。

### 三、整機廠與模組廠之間的技術學習

上述兩個聯盟的相異之處還包括產品開發屬性的不同。線型工具機研發聯盟內的工具機廠商只需在原來的機型上做高速化性能的提升。然而，車銑複合工具機研發聯盟則是針對新機種—複合機的開發，所以必須整合相關資源，以系統觀點來建立 know-how。此外，現今的國際市場競爭激烈，使得台灣工具機業者的傳統經營模式逐漸面臨重大的變化與挑戰。許多工具機業者便開始專注在發展自身的核心能力，並將公司內部的營運與其他相關的工具機業者結合，進行產業供應鏈的串聯（車銑複合工具機計畫書）。

因此，在車銑複合整合性研發聯盟的技術合作上，是由整機廠訂定機台所需的模組及系統規格，然而因為三家整機廠的功能需求互異及技術要點不同，模組系統廠商再根據各自的需求進行設計製造。

「我們有需要用到的關鍵性模組（日紳、德大），還有一些加工的

關鍵技術（協銳、寶元），這些東西當然就是合作，最主要就是他會根據我們的需要，相互共同開發我們需要的產品，然後在技術上檢討。整個技術上的互動就是三家整機廠和日紳、德大、寶元來互動，這些模組廠的技術是我們欠缺的，像日紳是做 B 軸，或是作主軸這方面的技術比較好，這個對我們來講是比較新的東西。我們先把規格開出來，然後他就比照我們的需求，中間不斷檢討修改，我們也知道在這方面他們是怎麼設計的」（訪談記錄，20080612G）。

在這個過程中，整機廠與模組廠之間會保持密切的技術溝通。一方面，雙方在聯盟外已經建立起長期的商業合作關係<sup>16</sup>；另一方面，模組廠也會積極與整機廠配合，開發出符合整機廠所需模組產品的品質與功能，做為未來模組廠商產品上市的利基。一家模組廠的經理在訪談過程中便表示：

「三家廠商有各自的需求，所以我們根據他們不同的需求，做設計的變化。這些東西做出來以後，我們也會想說怎麼做會更好，然後選出一個我們未來推出市場的標準型」（訪談記錄，MTF080529N）。

「我們跟這些模組廠商其實在平常就是一定要配合，跟他們也都很熟，因為本來就是我們在固定配合的模組廠商，所以三天兩頭都會聯絡，也不一定是針對這個案子」（訪談記錄，MTF080613D）。

#### 四、學校協助廠商進行基礎研究

根據機械所的統計，1994 年度到 1998 年度之間，學校執行國科會委託的工具機相關研究計畫，有歷年增加的趨勢<sup>17</sup>，並且主要都是針對基礎研究的部分。

---

<sup>16</sup> 「一般來講，模組廠跟中心廠之間因為有做生意，所以他（模組廠）必須把優點跟我們（中心廠）講，我們才有可能去用他的東西，所以模組廠就比較願意分享技術」（訪談記錄，MTF080613D）。

<sup>17</sup> 1994 年國科會研究計畫中，有 25 項與工具機有關；1995 年有 54 項；1996 年雖然下降至 15

其中以加工技術的研究最多；其次是控制系統、結構分析和量測方面的研究（如表 5-2）。這說明了學校機械系所在工具機基礎研發能量的提升，而越來越多的老師也開始關注業界的需求，投入更多的工具機相關研究計畫。

表 5-2 1994 年度至 1999 年度學校執行國科會工具機相關技術分佈

	加工技術	控制系統	結構分析	量測	零組件	設計技術	機構分析	軟體	監控	材料	溫度控制
1994	5	8	1	1	3	-	-	3	4	-	-
1995	10	11	5	6	10	2	-	4	2	3	1
1996	2	1	2	4	1	-	-	2	2	1	-
1997	12	8	4	4	4	6	4	6	1	1	-
1998	26	10	9	6	2	11	13	2	1	2	2
1999	20	23	5	9	13	25	10	16	-	2	2
合計	75	61	26	30	33	44	27	33	10	9	5

資料來源：工研院機械所 IT IS 計畫，引自工研院機械所，1998：4-109；工研院機械所，1999：5-84。

如前所述，廠商的研發人力有限，在研發聯盟內無法兼顧所有的研發事項。另一方面，學校教育著重理論教學，雖然缺乏實做經驗，但卻擅長於問題的設計、分析和解決。因此，學校在聯盟內的基礎研究投入，也可以免去廠商在研發人力上的成本<sup>18</sup>。此外，學校也將執行國科會所培養出的工具機基礎研究實力，發揮在整合性研發聯盟內。根據「車銑複合工具機聯盟計畫書」，在共通性轉委託的部分，則是分別委託中正大學和中興大學執行基礎研究，包括 CNC 控制器參數的研究，公差分析以及結構設計。

「工具機的零組件大概一、兩百個，是一個複雜的系統，學校在系統整合這一部份沒辦法作，每一位老師不可能什麼都懂。學校的能量是在於結構、公差、受力及運動的分析，以及實驗和檢測。這些部分對廠商而言算是比較基礎的東西，廠商知道，可是他們沒有足夠的人力和時間來做，所以就將這些部分委託學校來做，這樣就很合適」(訪談記錄，

項，但是 1997 年又增加至 53 項；1998 年更是高達 84 項（工研院機械所，1998：4-90）。

<sup>18</sup> 訪談記錄，MTF080503Y。

MTS080507CH)。

此外，學校與廠商經過在研發聯盟裡面的合作，也改善了彼此的互動關係。早期廠商在與學校合作時，最大的問題就是產業的預期和學校的看法之間有很大的落差。學校老師主要是透過申請國科會研究計畫取得研究經費，因此不會有產品量產的壓力。此外，老師亦缺乏在工具機產業裡的實務經驗，所以較不在意產品在設計上的可行性。然而，廠商的目標是希望將產品量產上市，取得經濟利益。因此，早期廠商多不願意與學校共同合作。

「老師接國科會計畫，或產學合作計畫等等的，一年也好，兩年也好，時間一到，交的一份論文報告對產業界有多大的幫助？其實沒有，並不是我們產業界要的東西，我們產業界要的是實際上的東西，實用的東西，但是學校的立場不同，學校是做一些學術的研究」(訪談記錄，MTF080613D)。

1990年代中期以後，學校老師與廠商的心態開始有了轉變。老師在申請國科會計畫時，逐漸從基礎研究偏向應用型研究<sup>19</sup>。而參與聯盟的老師，大多是已經累積了相當多與產業界合作的經驗。當學校與產業長期合作，廠商瞭解學校的能量後，也開始願意與學校進行小計畫的合作。

「這幾年來講，感覺有些老師改變蠻多的，跟企業界合作時比較OK了。因為很多老師已經跟企業合作比較多，知道企業想要什麼，他可以提供企業想要的東西。當然有的老師還是比較偏學術界，有的老師跟企業界很好，就跑得很順暢，所以這個計畫來講，以前比較少跟學校接觸，覺得多開了一個門。在這個計畫裡，我們是覺得跟老師方面得到的經驗會比較多，目前也有跟其他學校的老師有一小部分的合作」(訪談記錄，MTF080613K)。

---

<sup>19</sup> 「差不多十一、二年前，我們系上很多老師就開始與業界合作一些小計畫」(訪談記錄，MTS080507CH)。

#### 第四節 廠商對於政府補助經費的回應

一般而言，經濟部技術處的技術發展計畫以及工業局的主導性產品發展計畫，可以提供廠商高達 40% 的研發經費補助，這對台灣工具機產業的技術升級有很大的影響（Yeh and Chang, 2003）。在作者的訪談中，大部分的聯盟內廠商都同意，政府對於研發經費的補助，確實鼓勵廠商進行更高階且風險性更高的技術研發。

「政府提供這樣的一個補助，廠商才願意去做阿，要不然廠商會覺得投入的資金太多」（訪談記錄，MTF0804110）。

但是，政府的補助經費對於促進工具機廠商技術升級的重要性也不應該被過於誇大。以線型馬達工具機計畫為例，主要的工具機大廠都強調，政府有無資金的補助，廠商本身還是會投入研發。

「比如說以車銑這一塊，這一塊我們本來就要投入大量的錢去做了，政府沒有這樣的計畫我也要做阿。那既然有這樣的計畫，我們當然很高興，省下不少錢」（訪談記錄，MTF0804110）。

「在 LMMTRA 計畫開始之前，我們公司在沒有機械所的協助之下，就已經開始研發線性馬達工具機。2004 年，在這個計畫結束之前，我們已經將公司商品化的線型馬達綜合加工機在芝加哥工具機展中展出。但有了政府的經費補助後，我們就可以利用這些費用繼續提昇產品與技術。我們就是利用這些資金改善了微模組（micro-module）技術」（引自 chen, 2007：271）。

此外，促使廠商參與計畫的誘因也並非完全是政府的補助經費。能夠通過計畫審查的廠商，一定都是具有某種程度的資金規模和研發實力。因此，廠商參與聯盟執行計畫，一方面可以向政府證明公司的研發能力。另一方面，廠商也將計

畫作為管理公司內部的工具。廠商透過參與政府補助計畫，開始學習如何利用外部資源提升公司內部的 know-how，以及管理能力（chen，2007：275-6）。

根據「業界開發產業技術計畫」的規定，申請計畫之技術水準應以開發產業所需之前瞻性、關鍵性或整合性技術為範圍（經濟部技術處）。政府對於線型馬達工具機發展的研發補助與支持就是一個非常具代表性的例子。然而，國內工具機廠商大多從複製學習起家，在研發技術及人員有限的情況下，對於先進技術的研發往往心有餘而力不足。此外，廠商關心的是產品的市場性與可製造性，因此較偏好漸進式的技術和產品研發，對與高階技術的追趕自然就顯得較為保守且遲疑。就這一點而言，政府的經費補助計畫在很大的程度上是屬於「跳蛙式」的技術升級而非漸進式的改良，廠商在申請這種「跳蛙式」技術升級導向的業界計畫時就越來越困難。

「單一廠商去申請這樣的計畫的話，他們（政府）開出來的題目對我們來講風險都很高，那我們要找一個風險不高的又過不了，因為他們會認為技術層次不夠。」（訪談記錄，MTF0804110）。

台灣的工具機產業是由 90% 的中小企業所組成，因此無法對政府的政策方向施加壓力或影響力。在這樣的情況下，廠商與政府在產業升級的方法和方向上通常是背道而馳的。在這個部分，我們討論政府的經費補助計畫，確實鼓勵工具機廠商進行研發活動。然而，透過更深入的研究，會發現上述的看法不一定符合事實。我們忽略了台灣工具機產業的技術本質以及其競爭力的提升。國家的計畫經費補助機制強調工具機產業欲朝向根本的創新，卻無法符合台灣工具機廠商的實際需求。



## 第五節 聯盟執行整合性業界科專計畫成效的評估

從 1993 年漢諾威 EMO 機展中，線型馬達製造商開始展示工具機進給 60m/min 驅動能力後，在 1997 年的 EMO 展，德國已經出現進給速度達 90m/min 的線馬工具機原型機。到了 1998 年芝加哥 IMTS 機展中，FANCU 更展出高達 120m/min 的小型線型馬達驅動工具機（工研院產經中心，2004b）。然而，根據工研院產業經濟與資訊服務中心的調查，2001 年，機械所在進給速度上已經達到 120m/min，但是國內業者尚無建立線型馬達高速加工機技術，進給速度還停留在 30~48m/min。

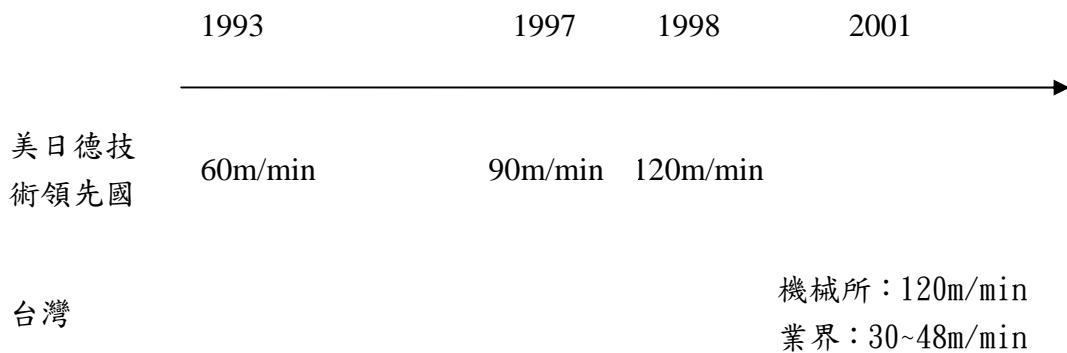


圖 5-3 台灣與先進國家在線型馬達推給速度技術比較

資料來源：工研院產經中心，2001。

有鑑於線性馬達已逐漸成為歐日等先進工業國廠商設計工具機驅動系統的主流，機械所於 2002 年向德國 Darm Stadt 大學 PTW 實驗室引進國內首台線型馬達高速切削加工機技術，並於 2003 與業界共同執行「先進線型工具機技術整合性計畫」，將相關機械設計資料、技術移轉參與計畫的廠商。經過兩年的努力，於「2005 台北國際工具機展」中展出九款線型工具機相關系列產品，在進給速度上已經逐漸縮小與國外工具機廠商的差距（如表 5-3）。這項計畫也帶動國內多

家工具機廠商相繼投入線型馬達高速切削新技術領域的研究<sup>20</sup>。

表 5-3 「先進線型工具機技術整合性計畫」各廠家研發機型

廠商	研發機型	進給速度 m/min
東台	輕合金臥式線型馬達工具機	90
台灣麗偉	移動立柱型線型馬達工具機	60
毅強	臥式線型加工機	80
大立	線型工具機	120
永進	小型化高精度模具加工機	90
高鋒	大型複合曲面龍門線型工具機	60
主新德	線型馬達磨床	100
慶鴻	高精度線型馬達線切割放電加工機	0.8
台灣引興	高速伸縮護蓋模組	150

資料來源：工研院產經中心，2005。

但是，這項計畫真有其宣稱的如此成功嗎？在作者的深入訪談後發現，大部分廠家研發出的線馬工具機都無法商品化，而最重要的原因是成本太高。

「我們在線馬案子裡做出來的那台機器，其實本來有找到買主，但是買主要求這台機器的售價不能超過六百萬。我們公司這台線馬工具機，光是控制器和線型馬達加起來就差不多 350 萬了，全部的成本加起來大概 650~700 萬，客戶只願意花 600 萬買。成本降不下來，我想這是工具機同業相同的痛」（訪談記錄，MTF080613D）。

「業界開發產業技術計畫」規定計畫研發總時程以不超過三年為原則，然而工具機的技术研發非常重視長時間的經驗累積。此外，工具機是一個有兩百年歷史的工業，台灣自 1950 年代才開始發展，技術發展自然落後先進國家許多<sup>21</sup>。而台灣工具機的技术發展方向，大多是由廠商或機械所透過參加國際性工具機展，進而掌握國外先進工具機技術的發展趨勢，在研發的速度上，亦跟不上先進

<sup>20</sup> 包括福裕、亞太菁英、友嘉、新虎將等。在「2005 台北國際工具機展」中，合計有 15 款各式線型馬達工具機產品展出。

<sup>21</sup> 台灣工具機發展歷程通常以日本為比較對象。在高速、高精度及複合化方面，約落後日本 6 年（工研院機械所，1998：4-41）。

國家廠商的腳步。1999年，日本已將線馬工具機商品化成為產品，但是到2001年，國內才由機械所完成第一台商品化的線型龍門高速加工機；2003年才結合業界執行「先進線型工具機技術整合性計畫」。因此，如果只以商品化的角度，來衡量整合性科專計畫的失敗或成功，就會忽略掉廠商在計畫執行過程中的技術學習及成長。

若從技術學習的角度而言，研發聯盟確實使得所有廠商從中獲得許多相關的線馬工具機技術，以及關鍵組件模組技術。在作者的訪談裡，參與計畫的幾家廠商早在計畫開始執行的四、五年前就已經投入線馬工具機或車銑複合機的研發。但是廠商內部的技術及人力資源畢竟有限。因此，透過參與計畫，廠商便可以利用機械所自國外引進的線型工具機關鍵技術，以及模組廠商的技術能力，來彌補內部研發能力的不足。而透過將技術轉換成產品的實作過程中，也讓廠商明白到國內發展線馬工具機或車銑複合機在技術上限制。

「我覺得在產品規劃上來講，用線馬去作這個案子，是失敗的。但是好的地方是我們瞭解技術的深層面，高速高精度的應用面，他的一些設計我們要注意哪些地方，這我們有學習到」（訪談記錄，MTF080503Y）。

失敗的經驗在工具機技術發展的過程裡非常寶貴，有助於廠商在往後產品開發上的規劃方向。換句話說，整合性科專計畫對於促進工具機廠商的技術升級，具有關鍵性的影響。

「如果沒有辦法量產，或是失敗，在業績上沒有成果。但是在技術上，在經驗上，一定有累積的成果」（訪談記錄，MTF080613D）。

「設計這個東西，實際上自己一定要作過，摔倒過，爬起來，你才知道錯在哪裡。你總是要冤枉過後，這些才是你自己的經驗。從線馬設計的過程裡，我們學到了相當多的經驗，然後慢慢這幾年都會用在我們一些新的產品上面。也因為這樣，我們才知道要達到高速，還是要回歸到用

滾珠螺桿雙推，所以我們現在的臥式 630 就用雙推的。」(訪談記錄，MTF080503Y)。

## 第六節 小結

本章指出整合性研發聯盟的形成，其最初的動力是廠商的危機意識，但受限於政府政策的決定，使得廠商必須以集體的方式申請業界開發產業技術計畫。但是這個政策的本身並不能完全解釋研發聯盟形成的機制。更重要的是，在機械所中區服務中心成立之後，為了自民間企業爭取更多的經費，逐漸與廠商形成緊密的合作和信任關係，有利於雙方的技術學習。而 2000 年以後，中區服務中心在高速化與複合化技術的研發成果，更進一步的強化了高階技術的研發實力，進而協調相互競爭的廠商組成整合性研發聯盟。

聯盟內的技術合作方式，則包括了機械所移轉關鍵技術，整機廠與模組廠在關鍵組件模組設計上的相互學習，以及學校老師提供檢測和問題分析的協助。整機廠之間雖然沒有進行技術合作，但彼此是良性競爭，各自專注在自身研發的產品上，力求與其他廠商在產品上的差異化。此外，在台灣產業發展及升級的過程中，國家對工具機產業的影響力不應該被過度的強調。我們必須注意到國家有計畫的干預與廠商技術提昇之間的關係。以工具機的整合性研發聯盟和業界科專為例，政府充其量只是提供一個場所，讓相互競爭的工具機廠商聚集在一起，各自發展新產品，以降低研發高階技術和產品的成本與風險。我們也應避免以成功的商品化來評估整合性計畫的有效執行，而是廠商在計畫過程中不斷的努力投入研發，將失敗的經驗累積起來，內化成為公司內部的 know-how，帶動台灣整體工具機產業的升級。