

出國報告(出國類別：考察)

參加德國漢諾威國際工具機大展
暨
訪問 KUKA、Lenze Automation、Phoenix
Contact、DMG 公司

服務機關：國立中正大學前瞻製造系統頂尖研究中心

姓名職稱：陸子強 博士後研究員

陳世樂 教授

派赴國家：德國

出國期間：民國 102 年 9 月 15 日 至 102 年 9 月 22 日

報告日期：民國 102 年 10 月 21 日

摘要

本次出訪德國的主要任務是與東台精機公司共同在漢諾威國際工具機大展(EMO2013)合辦技術展示，同時順道參訪 KUKA、Lenze Automation、Phoenix Contact、DMG 等國際級精密機械領域大廠。此行不僅可將本校「前瞻製造系統頂尖研究中心」所開發的技術推廣至國際，同時也可協助中心收集「智能化進給系統」相關技術資訊，以強化中心在精密機械領域之學術研究及產學合作之實力。

目次

摘要.....	2
目次.....	3
目的.....	4
過程.....	4
心得.....	9
建議.....	11
附件.....	11

一、目的

為提升本校前瞻製造系統頂尖研究中心(AMI-HI)在國際上之知名度，並為明年東京工具機展預做準備，故特前往德國觀摩漢諾威國際工具機大展(EMO2013)。同時，本次展覽中，本中心也與東台公司聯合展示以 TMV510 攻牙機為載具所開發的學習控制技術，因此本次前往亦可提供相關的技術支援。

漢諾威的歐洲工具機展是由歐洲工具機業合作委員會(European Committee for Cooperation in the Machine Tool Industry, CECIMO)主辦，該會目前收納了 15 個國家的國內工具機業組織，並代表西歐所有主要工具機製造商。其會員總數超過 1,500 家企業，為國際工具機市場潛力最大的組織。漢諾威的地理位置處於歐洲聯盟(European Union, EU)及歐洲經濟區(European Economic Area, EEA)的中心，並緊鄰中、東歐的新興市場。為了迎接 2000 年世界博覽會(the World Exposition EXPO 2000)，漢諾威展覽會場已擴充昇級為超現代的展覽會場，並花費大約 10 億馬克增建新館及更新設施。漢諾威歐洲工具機展將使用 25 個展覽館逾 20 萬平方公尺的展示面積。換句話說，此展的規模是美國芝加哥 IMTS 展的兩倍，其技術領先地位也是其他展覽會場所無法比擬的。在 2011 年的漢諾威歐洲工具機展上，無論是展商數或參觀人數都達到空前的規模。

此外，本次考察也順道參訪 KUKA、Lenze Automation、Phoenix Contact、DMG 等國際級精密機械領域大廠，藉此機會收集智能化進給系統、智能化控制器及機電整合相關技術之資訊，了解工具機關鍵技術發展趨勢。這除了對執行中之經濟部學界科專計畫「智能化進給系統」有所助益外，也可強化本校「前瞻製造系統頂尖研究中心」在精密機械領域之教學、國際化、以及產學合作之實力。

二、過程

為了能順利參觀多家國際級精密機械領域大廠，本次參訪我們加入由「工具機暨零組件公會」與「智慧自動化與機器人協會」所聯合組成的 EMO2013 參訪團。該團團長由本校前校長羅仁權教授擔任，參與團員除筆者外，還包括本校前瞻中心副主任陳世樂教授、上銀科技蔡惠卿總經理及屈岳陵協理、及慶鴻機電王武雄董事長（機器公會前理事長）等其他業界人士共 43 位（含 2 位工研院研究員），陣容龐大，涵蓋產、學、研的代表。

此團行程如表一所示，過程重點分述如下：

表一、參訪行程

日期	行程	行程重點
9/15(日)	台北✈法蘭克福	台北✈法蘭克福
9/16(一)	參觀工廠- KUKA 機器人	◎KUKA 全球最大機械手臂製造商之一。以優秀的機械手臂贏得國際間的美譽。80000 座機械手臂全數安裝在使用 KUKA PC 控制器的領域裡，成為全球第一以 PC 控制機械手臂的製造商
9/17(二)	EMO 工具機展	兩年一次的工具機展，全球機械及相關業者皆將齊聚於此。 ◎展出規模共約 41 個國家和地區的 2,037 家參展商在漢諾威同場。上屆專業參觀人數更是達到了 138,651 萬人次
9/18(三)	上午-參觀工廠 Lenze Automation	◎為全球知名驅動器和自動化工程服務廠商，提供產品、驅動器、自動化系統、工程服務及工具的完整服務解決方案。
	14:30 參觀 Phoenix Contact 連接器自動化大廠	◎成立 80 餘年是工業用連接器及自動化控制系統的製造大廠。(自由參加)
9/19(四)	上午觀展- EMO 工具機展	◎【展品範圍】涵蓋工具機業的金屬加工產品及服務，並將重點展出機床、製造系統、精密工具、自動化元件、電腦技術、工業電子產品及配件。
	下午-參觀工廠 DMG 德馬吉森精機	◎全球工具機產業最大領先製造商，其中包含相當多工具機的革新設計，處處都是工具機業者不容錯過的經驗交流及學習
9/20(五)	埃森【紅點工業設計中心】	◎紅點設計中心【陳列世界各國優良設計得獎作品】設計領域近來備受重視，設計中心分成工業設計與視覺傳達設計等領域，館內展出全球最權威的工業設計獎項及實品，也給相當多工業相關企業許多包裝、設計上的靈感與創新。
9/21(六) 9/22(日)	法蘭克福✈台北	法蘭克福✈台北 今日搭乘直飛班機返台，結束 8 天行程。

◎漢諾威國際工具機大展(EMO2013)

此次展出項目有：

1. Machine tools for cutting, splitting and milling
(切、銑式工具機)
2. Sheet metal, wire and tube working machines, metal forming machine tools
(金屬片、線、管工作機，金屬塑成工具機)

3. Machine tools for thermal, electro-chemical and other processes
(熱、電化與其他相關製程工具機)
4. Surface finishing technology, thin-film processes
(表面拋光技術，薄層加工)
5. Software for entire manufacturing technology area
(製造業相關技術軟體)
6. Control systems
(控制系統)
7. Components for flexible automation
(彈性自動化元件)
8. CAD/CAM
(電腦輔助設計與製程)
9. Quality management systems
(品管系統)
10. Robotics and automation
(機器人學與自動化)
11. Material flow and storage technology
(物流與貯存技術)
12. Industrial electronics, sensor and diagnostic technology
(工業電子、感應器與診斷技術)
13. Precision tools, diamond tools, measuring tools
(精密工具、鑽石工具、量測工具)
14. Metal forming machine tools
(金屬塑成工具機)
15. Machines and systems for tool and mould construction, rapid prototyping
(模具機與快速建模)
16. Instrumentation and control technology
(儀器與控制技術)
17. Coolants, lubricants
(冷卻劑，潤滑劑)
18. Welding, cutting, hardening, heating
(焊接、切削、硬化、熱化)
19. Mechanical, hydraulic, electrical and electronic accessories for manufacturing technology
(製造技術之機械、水利、電子配件)

本次 EMO 展共有 43 個國家 2131 家廠商參展，吸引了超過 14 萬人參觀，其中外國訪客近 6 萬人。會場中我們參觀了與本中心聯合參展的東台精機公司，照片 1 即為本中心陳世樂教授與蔡孟勳教授利用東台公司 TMV510 攻牙機為載具所開發的學習控制技術。今年帶鋸機製造商的高聖機械也有參展，黃木水董事長也親自負責接待與展示。據黃董事長的說明，高聖的研究總部設在美國，目前已具備 200mm 到 2000mm 各式鋸床的製成能力。雖然目前高聖的主力在美國，但黃董事長仍相當重視台灣市場，並對本中心在工

具機領域的研究能力相當肯定。藉此機會我們與黃董事長相約後續拜會事宜，以期未來能有產學上的實質合作。

在第 25 館控制器與自動化專區中，Beckhoff、Bosch Rexroth、Hiwin 與 DMG/Mori Seiki 四家公司是我們參觀的重點。Beckhoff 公司的攤位主要展示其驅動技術與控制系統，從低階的嵌入式控制器（特定功能與應用）到高階的 PC-based 控制器（複雜功能的泛用型），並開發通用與開放的控制與自動化解決方案。其應用範圍廣泛，從工具機的 CNC 控制器到智慧型辦公大樓的自動化系統都有。Rexroth 公司於 2001 年併入汽車零組件大廠 Bosch 公司，該公司攤位的展示技術也是以驅動與控制技術為主。他們首先讓訪客欣賞一段 3D 的介紹影片，再一一介紹今年展示的重要技術。筆者印象最深刻的是一採用氣壓軸承的三軸加工機，其氣壓控制幫浦與三軸伺服馬達的控制器很緊密的整合在一控制箱中。接著我們拜訪了與本中心有密切產學合作的上銀科技（現正合作執行經濟部學界科專計畫「智能化進給系統」），並與卓永財董事長致意。上銀科技的展示攤位面積一年比一年大，顯示其近年的高度成長。今年他們也展示了許多智能化與自動化技術，如工業用機器人、並聯式機器人等。本次 DMG/Mori Seiki 公司的攤位佔據第 2 場館全部，它也是本次展覽中占地最大的廠商(第 2 場館全館)。該廠商於會場中展示多項令人讚嘆的產品，包括整合了工業設計美學、高精度的溫度補償技術、節能技術(Energy saving)等。

◎KUKA 公司

KUKA 公司位於奧格斯堡（接近慕尼黑，離法蘭克福約 350 公里），其為 Keller und Knappich Augsburg 的四個首字母組合。該公司成立於 1898 年，並於 1973 年研發世界第一台機電驅動的 6 軸機器人。目前全球約有 3900 名員工，主要客戶分佈於汽車工業領域，核心專長為開發、生產及銷售工業機器人。我們參觀了該公司的生產線，發現各產線自動化程度非常高，許多工作如物料搬運、加工、堆垛、點焊和弧焊等皆已由工業機器人取代。

德國精密機械廠對品質的堅持向來為人稱道，這次筆者親自走訪其生產線，覺得其來有自。他們對許多細節非常在意，包括工件的動線、元件與貨架的標示等。他們能自己製造的零組件一定不採用外國製品，所有產品出廠

前一定經過嚴格、符合規範（如 ISO）的測試。我們在 KUKA 公司看到一整間廠房共有二十幾個小區域，只做一件事：量測與校準。他們讓機器人反覆執行一標準的定位動作，直到符合規範為止。另一方面，德國產品的高品質卻不是犧牲員工的休閒時間換來的，這對國內廠商來說似乎很難理解。德國公司其實很重視員工的家庭生活與休閒時間，他們允許員工提早上班，也提早下班。尤其是夏天，員工可以早上 5、6 點就上班，下午 3 點左右就下班。夏天日照長，他們就可以有 6、7 小時陪家人到戶外活動。而每天下午 3 點有下午茶時間兼換班，那時工廠幾乎沒甚麼人。我們這次到好幾家公司的時間，剛好都碰到這個時間，令人印象深刻。德國公司認為，這樣有助於提昇員工的工作效率與專注度。

◎Lenze Automation、Phoenix Contact 公司

自動化大廠Lenze Automation (如照片2)已有60年歷史，為全球知名驅動器和自動化工程服務廠商之一。其主要產品為自動化系統所需之控制器、馬達、與驅動器，並提供模組化設計與客製化服務。Phoenix Contact公司(如照片3)已成立80餘年，是工業用連接器及自動化控制系統的製造大廠，目前全球有12,800位員工、50家子公司及30家經銷夥伴。其主要產品為自動化設備相關之訊號線與連接器、模組式接線端子、控制器、PLC、與通訊介面等。這二家公司都有許多高度自動化的生產線，廠房內的員工數不多。在介紹其生產線時，都主動提及他們的實習生計畫（internship program），有的甚至安排了一整個大廠房給專門實習生使用。學生的實習模式主要有二大類：(1) 每週三天在學校、二天在工廠；(2) 三個月在學校、二個月在工廠。每位實習生公司都指派一位師傅（mentor）來指導，並進行評量。實習生依工作時數可領工資，畢業後若學生與公司都滿意對方，可轉為正式員工，也可自由選擇其他公司。可以想見，這樣的實習生計畫對公司是一大負擔，所投入的人力、時間、空間、與設備等，都是成本。同時，公司也必須有開闊的胸襟，不擔心楚才晉用的情形。這些都值得我們國內廠商深思，他們常抱怨國內大

學培養的人才，廠商沒辦法用，因為學用落差極大。德國的經驗告訴我們，縮短學用落差不只是學校的責任，廠商也必須有投資人才的觀念才行。

◎DMG公司與埃森紅點工業設計中心

Gildemeister公司成立於1870年，1994年併購已破產的Deckel Maho公司，成為DMG（Deckel Maho Gildemeister）公司。1999年起與日本第二大工具機廠商森精機Mori Seiki合作，今年（2013）正式簽約，將於2020年前完成合併，成為DMG/Mori Seiki公司，並躋身為全球最大的工具機製造商。由於廠區太大，因此我們僅能至生產線廠區參觀。除了高度自動化的生產線外，筆者較有印象的是二點，首先是他們安排了一整個大廠房給實習生使用，稱為訓練部門（Training Department）。另一點是他們對綠能的重視，整個廠區安裝了許多再生能源系統，包括太陽能及風能，他們預期未來再生能源的供電能達到所需用電的一半。

埃森(Essen)紅點工業設計中心所在地早期是個煤礦廠。由於成本過高，礦廠不再營運後，當地政府將一些老建築加以整頓，規劃成工業設計中心。園區中還保留許多採礦設備，但主要是展出全球最權威的工業設計作品，包括歷年來紅點設計大賽的得獎作品。其中許多作品對工具機設計者來說，非常值得參考。

三、心得

以下就參觀漢諾威國際工具機大展（EMO）與參訪四間大廠二部份說明心得：

（一）參觀漢諾威國際工具機大展（EMO）：

在參觀EMO展的過程中，令筆者印象最深刻的首推Fanuc的攤位。以往只聽說Fanuc是控制器大廠，但此次參展可明顯看出其在工業機器人發展上的雄厚實力。第25場館中，Fanuc幾乎佔據半個場地，其中又一半以上都是展示各式工業用機器人，顯見工具機控制器與機器人整合成智能化生產

線應是未來的主流。此外，展出的機器人不僅具備高速高精度(如照片 5)，同時亦結合了影像辨識技術(如照片 6~8)，使機器人在製造、檢測與組裝上有無比的工作效率與能力。除了機器人外，Fanuc 對於控制器應用於智能化監控技術的發展依舊令人驚豔。其中多項技術如背隙補償、刀具切削路徑 3D 顯示技術、機器運轉狀態監控技術等皆與本中心研究相似，這也顯示本中心在此技術上與世界應用技術發展同步。

除了 Fanuc 外，DMG 也讓筆者印象深刻。本次參展 DMG 即佔據了第 2 館全館，十足展現了先進工具機霸主的氣勢。會場中展示的各式工具機除了標榜有更高的加工精度與效率外，流線的機台設計與精巧的周邊設備搭配令人為之驚艷。顯見未來工具機不將僅重視內部性能，外表美學也會是追逐的潮流。

(二) 參訪 KUKA、Lenze Automation、Phoenix Contact、DMG 等國際級精密機械領域大廠：

德國工業向來為人稱道，此次筆者親自走訪多家知名大廠，觀察到許多優點值得我們學習。首先是它們對工作環境整潔的要求。一般生產線工作繁忙，可想而知東西擺設雜亂或空氣中混雜油汙味總是在所難免。然而我們此次參觀的所有工廠，不僅環境整潔、採光明亮，同時竟完全聞不到任何油汙味。這讓人很難想像踏進的是機械廠房。此外，它們對品質的把關也極為嚴苛。以 KUKA 為例，當機器組裝完成後，它們不急於出貨，而是經由品管部門長時間嚴格的測試。解說員特別形容他們的生產部與品管部宛如不斷競賽，生產部負責生產堅實的機器，而品管部則想盡辦法進行多種測試以找出機器的瑕疵。

有別一般生產線裡坐著一群員工忙碌作業的景象，它們自動化生產的程度相當高。偌大的廠房往往只有幾位工作人員，負責較為繁瑣或機器故障檢測的工作，而例行性或粗重性的工作全由機器人執行。另外，德國電費愈來愈貴，這也促使德國工廠逐漸重視綠能。像 DMG 廠內即架設許多太陽能面板，並精算未來如何為公司省下更多的電費。

四、建議

以下分別對學界與業界提供個人建議：

(一) 學界：

在學校很容易找到研究題目，但該研究是否切實際或是否有實用價值，往往是大家最難掌握的。工廠或展覽的參觀是了解實際應用面最快也是最直接的方式，因此建議學校應多鼓勵師生參與此類活動。

(二) 業界：

(1) 實習生計畫

此次參訪發現德國工廠有很好的人才培育制度，它們甚至提供一個大廠房專供實習生所用。每位實習生都有一位師傅指導，並依時數給付工資。畢業後也可因表現優異轉為正式員工或選擇其他公司。這些培育工作顯然會是公司一項沉重負擔。然而據解說員描述，表現優異的實習生絕大多數都願意轉為正職繼續留在原單位工作。因此建議台灣廠商應把眼光放遠，擬出一套完整的實習生計畫，這對公司長期發展絕對有助益。

(2) 重視員工效率

在台灣工作成就往往是犧牲家庭生活換來的。然而德國的工業成就遠在台灣之上，但它們卻極為重視員工的家庭生活。只要將份內的事做好，它們希望員工能準時下班並確實休假，這也促使員工上班時更重視效率。在台灣加班的人會被稱許工作認真而在德國卻會被視為效率低落或能力差。台灣員工也因仗著時間多，反而更不在乎工作效率，這不僅犧牲了家庭生活，同時也耗費公司更多能源成本。

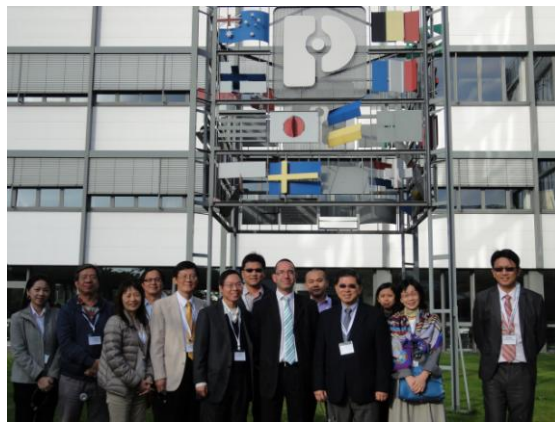
五、 附件



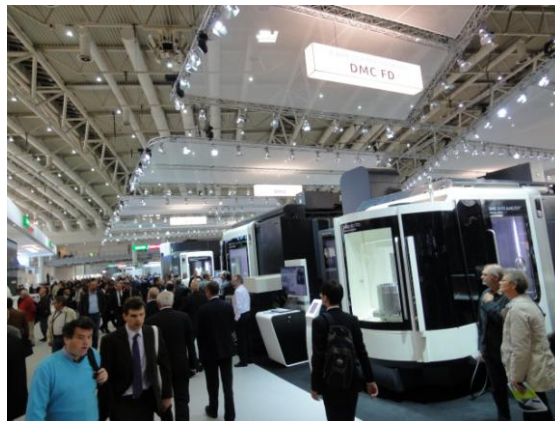
照片1：與東台精機公司聯合技術展示之看板



照片2：參訪Lenze Automation時聽取簡報



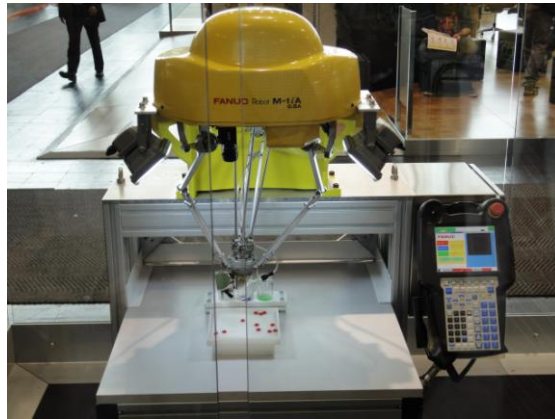
照片3：參訪 Phoenix Contact 時，於廠區內合影



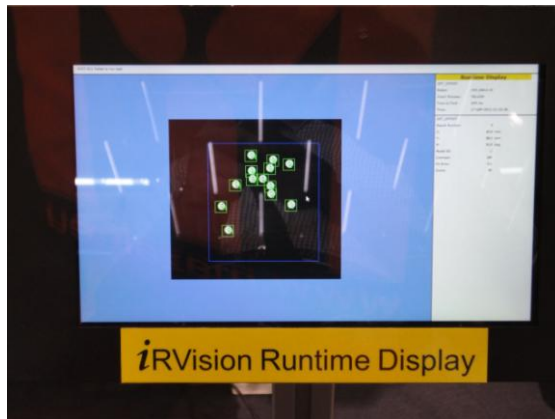
照片4：第2場館 DMG/Mori Seiki 公司的攤位



照片 5：高速、高精度工業機器人(Fanuc)



照片 6：結合影像辨識之工業機器人(Fanuc)



照片 7：高速計算之影像辨識技術(Fanuc)



照片 8：高準確度之影像辨識技術(Fanuc)