

出國報告（出國類別：國際會議）

第九屆工具機、自動化與機器人技術  
國際研討會  
(MATAR2012)

服務機關：國立中興大學

姓名職稱：邱顯俊/副教授

派赴國家：捷克/布拉格

出國期間：101年09月02日~09月16日

報告日期：101.12.10

## 摘要

捷克長期以來是歐洲地區機械工業的重要基地，亦為我國在全球少數具邦交之重要國家，捷克工具機學會(Czech Machine Tool Society; CMTS)在捷克是一針對生產設備技術相關課題研發以及產學研合作推動之組織，每隔四年會舉辦一次與工具機技術相關之國際研討會，今年(2012)捷克工具機學會針對工具機、自動化以及機器人設計、分析、製造、檢測、應用相關理論與技術舉辦了第九屆工具機、自動化與機器人技術國際研討會 MATAR2012 (9th International Conference on Machine Tools, Automation, Robotics and Technology)，此次會議是結合國際上針對工具機、自動化生產以及機器人設備舉辦之國際研討會，會議中發表之優秀論文經篩選修改後推薦至 Modern Machinery Science Journal 出版並全球販售，供全世界查詢，能在此會議中發表論文，對我國及本校國際學術合作之推展與國際學術地位之提升有相當大的助益，也可增進我國在此領域之國際學術地位。今年會議由本校姊妹校捷克科技大學(Czech Technical University at Prague)主辦，經其邀請，特別前往參加發表研究論文，有助於雙方之交流。筆者今年有三篇論文在此大會發表，一篇為第一作者，歸類在機器與工件的檢測與診斷 (Inspection and diagnostics of machines and workpieces) 議程中，另兩篇為共同作者。而在參與會議過程中，與多位與會之國外學者交流，收穫頗為豐碩。此外，並在捷克科技大學機械工程學院 Prof. Ing. Uhlíř Ivan 之安排下，會見了捷克科技大學機械工程學院的院長 Prof. Ing. František Hrdlička，並且與製造技術研究中心(Research Center of Manufacturing Technology, RCMT)的負責人 Dr. Smolik 討論未來共同進行雙邊合作之可行性與方向。

## 目 次

摘要 .....	ii
目次 .....	iii
一、目的 .....	1
二、參訪過程 .....	1
2.1 參加第九屆工具機、自動化與機器人技術國際研討會 MATAR2012 會議 .....	1
2.2 拜會捷克科技大學機械工程學院院長 .....	4
2.3 與捷克科技大學製造技術研究中心 (RCMT) 討論合作事宜 .....	5
三、與會心得 .....	5
四、具體建議 .....	6
五、攜回資料名稱及內容 .....	7
六、致謝 .....	8
七、附錄(活動照片) .....	9

## 一、目的：

此次出國之主要目的共有以下三項：

1. 參加第九屆工具機、自動化與機器人技術國際研討會 MATAR2012，發表論文，並與世界各國學者交流，交換研究心得與討論未來合作可能性，並邀請前來臺灣訪問。
2. 與主辦單位捷克科技大學之機械工程學院洽談依據現有該校與本校博士雙聯學位模式，進行推廣至碩士雙聯學位。
3. 與主辦單位捷克科技大學之製造技術研究中心(Research Center of Manufacturing Technology, RCMT)討論未來共同進行雙邊合作之可行性。

## 二、過程：

### 2.1 參加第九屆工具機、自動化與機器人技術國際研討會 MATAR2012 會議：

歐洲是精密機械發展之重要區域，在工具機相關產業的發展扮演著領導的角色，而捷克緊鄰德國，國家工業也一直以精密機械產業為重點。第九屆工具機、自動化與機器人技術國際研討會於 2012 年 9 月 12 日至 2012 年 9 月 14 日在布拉格 Grand Majestic Plaza Hotel 舉行，由捷克科技大學製造技術研究中心(RCMT)承辦，維也納技術大學之生產工程與雷射技術研究院共同辦理，為捷克四年舉辦一次之重要國際會議，主要吸引歐洲、日本、瑞士、臺灣等全球工具機主要生產國之研究學者與會，本次會議的焦點主要如下列。

- Design, modeling, optimization and identification of machine tool and robot structures, new machine tool and robot configurations
- Spindle modeling, testing and diagnostics
- Feed drive modeling and optimization, control systems, control strategies and mechatronics
- Machining dynamics and process optimization, chatter avoidance
- Thermal behavior of machine tools
- High precision machining and high precision machines
- Micromachining and micro manipulation
- Cutting process simulation and virtual machining

- CAD/CAM systems and strategies for high productivity
- Cutting tools, cutting processes, abrasive processes, cutting conditions and their optimization
- Unconventional processes and manufacturing machines (EDM, laser cutting), hybrid manufacturing processes
- Monitoring of technological processes, intelligent machines and intelligent manufacturing
- Machining of difficult-to-cut materials (titanium alloys, nickel alloys, stainless steel, hard materials) and non-metallic materials (composites, ceramics)
- Environmental aspects of the design and operation of machine tools
- Industrial case studies related to the above mentioned topics

會場發表的研究主題包含了「Machine tool simulation and modeling」、「Energy efficiency」、「Thermal behavior of machine tool structures」、「Thermal behavior of machine tool spindles and spindle design」、「Machine tool spindles」、「Inspection and diagnostics of machines and workpieces」、「Machine tool development, tool path planning and tool management」、「Cutting process monitoring」、「Cutting technology」、「Machine tool accuracy」以及「Feed drives」。

本次大會主題演講(Keynote Speech)部分，則邀請到奧地利維也納大學 Prof. Friedrich Bleicher、土耳其 Prof. Erhan Budak、德國漢諾威大學(University of Hannover) Prof. Berend Denkena、德國 Fraunhofer 研究中心的 Prof. Jürgen Leopold、以及捷克科技大學的 Prof. Michael Valasek，針對近來工具機相關領域的發展進行演講，有相當精彩的演講(圖 1、圖 2)。研討會的論文發表議程以平行的方式進行，每個時段均同時有 2 個場次在不同的會議室進行。

筆者此次發表之論文係於九月十三日下午 15:50 於「Inspection and diagnostics of machines and workpieces」議程中發表，由筆者親自報告(圖 3)。此次研討會部分共有九十餘篇論文投稿，經審查後共有六十篇通過，分成十一個主題十二個場次，每個場次僅規劃 3-5 篇口頭論文發表，每篇發表含問答的時間約二十分鐘。「Inspection and diagnostics of machines and workpieces」由任職於西班牙 IK4-TEKNIKER 的法人研究組織的 Dr.L. Uriarte 持，與筆者論文同場次的其他兩篇論文分別來自西班牙由工業界主導的工具機技術研究中心

(IK4-IDEKO) 與來自荷蘭的 IBS Precision Engineering 公司。而在會議進行過程中，除了每位作者精彩的報告外，亦有多位聽眾針對報告內容提出問題一起討論，甚至於場次結束後繼續留下來討論。該場次發表之論文順序如下：

### **SESSION 9 Inspection and diagnostics of machines and workpieces / chairman: Dr. Uriarte**

1. A. Mendikute, M. Zatarain (IK4-IDEKO, Elgoibar, Spain), “ A machine vision approach for automated raw part alignment in machine tools”
2. Shean-Juinn Chiou, Ming-Chyuan Lu, Shih-Chen Kao (National Chung Hsing University), “Study of AE signals for ball screw pretension on feed drive table”
3. G.H.J. Florussen, H.A.M. Spaan (IBS Precision Engineering, Eindhoven, the Netherlands), “Revealing the 5-axes machine tool contouring performance with the R-test”

筆者此次所發表之論文主要內容是在發展一量測方法用於預測評估工具機進給軸螺桿在運轉過程中所設定的預拉力減少的狀態，讓使用者能藉由此資訊適時調整進給軸螺桿預拉力，以確保加工狀態穩定。由於工具機內的傳動元件「滾珠導螺桿」會因溫升產生熱變位，而影響加工精度，所以需要對螺桿作預拉。筆者發表的論文主要目的是想找出一種能判別滾珠導螺桿預拉失效的方法。預拉螺桿會直接影響內部的軸承，因此，藉由聲射(AE)感測器能接收材料物理波的特性，將其裝置在軸承座上，藉由預拉螺桿時會擠壓軸承，間接從軸承座上擷取訊號，並以不斷改變預拉量的方式反覆預拉螺桿來增加實驗重置性；使用快速傅立葉轉換(FFT)，將時域訊號轉至頻譜訊號，並透過群組分離準則(Class mean scatter criteria)找出不同預拉下頻譜訊號間的差異量，挑選差異量最大的頻寬的波幅作能量加總來判別預拉之狀態。能量值越大代表預拉越大，實驗以預拉  $20\mu$ 、 $10\mu$ 、 $0\mu$ ，所以預拉  $20\mu$  的波幅能量加總值是最大，而  $0\mu$  是最小。實驗中，試用六種不同螺桿轉速，分別為：300rpm、600 rpm、1500 rpm、1800 rpm、2700 rpm、3000 rpm；以及個別三種不同螺帽預壓力：正常預壓 4%、過度預壓 6%、預壓不足 2%，將以上這些參數一併作分析探討。初步結果為這些聲音訊號確實有所不同，因此理論上此方式是有可行性。

在筆者報告之後，與會者提出頗多問題與建議，由於筆者實驗所用之螺桿測試平台只有一種，因此聽眾問題主要是此方法之實用性與通用性，筆者也告知實驗所用條件及情況，要

達到實用性與通用性須待後續研究結果完成後，才能確認，但目前進行之測試也有不錯的效果。同時經由與會者的建議，例如參數的調整設定及可同步進行溫度變化記錄等，確實也對筆者未來之研究有相當大之助益。

同場次的西班牙的工具機技術研究中心 (IK4-IDEKO) 的 Mendikute 所發表的主題是如何利用 3D 機器視覺來改善工具機由尚未加工元件製造成機台的過程；由於尚未加工元件要製造成機台需考慮機台幾何尺寸及校準，此工作不僅耗費時間，且很容易浪費材料，所以此篇論文研究探討如何整合 3D 立體影像處理方式來校準且同時計算原始元件是否合適，主要方式是利用 3D 立體影像處理方式來擷取原始元件的幾何特徵，然後利用 CNC 程式碼來擷取所需之幾何特徵，再將兩者進行比對分析已達到辨認原始元件是否適用，並利用案例來呈現其效果。

同場次另一篇發表的研究是由來自荷蘭 IBS Precision Engineering 公司的 Florussen，他的研究是針對 5 軸工具機運動軌跡的量測，在他的研究中利用 R-test 方法來量測 5 軸工具機運動軌跡的誤差，R-test 量測方法常用於位置及方正度的量測，基本上是在量測機台在靜態狀況下的情形，利用一接觸式探頭與球規(masterball)結合起來的裝置來進行，無法進行動態量測，此論文探討如何利用 R-test 的裝置來進行動態量測，並以兩個案例來呈現結果，一是旋轉工作台在順時針方向旋轉下與逆時針方向旋轉下的從動誤差效應，另一則是旋轉工作台因背隙效應所產生的誤差，經由此二案例說明動態 R-test 量測方法可行性。

本次會議所發表的論文由主辦單位製作成光碟發送給每位與會者，除了可藉由與會者帶回全球各地廣為傳播以外，發表的論文都被收錄在此，另外並發表在 *Modern Machinery Science Journal* 中，供全世界查看。

此次會議本系共有五位同仁出席，除筆者之外，包括陳政雄教授、蔡志成副教授、陳昭亮副教授以及盧銘詮助理教授。

## 2.2 捷克科技大學之機械工程學院洽談簽定碩士雙聯學位：

此行除了參與研討會外，本系 5 位同仁也安排了與捷克科技大學機械工程學院討論碩士雙聯學位，在捷克科技大學機械工程學院 Prof. Ing. Uhlíř Ivan 之安排下，利用參加研討會之空檔，中興大學機械系的團隊於九月十二日下午與捷克科技大學校長會面，而在會面當場，捷克科大校長 Prof. Ing. Václav Havlíček 簽署協議並由代表團帶回中興大學，再由

中興大學李德財校長簽署以完成雙方學生未來修習雙碩士學位的協議。此外，中興大學機械系的團隊於九月十三日上午也拜會了捷克科技大學機械工程學院的院長 Prof. Ing. František Hrdlička (圖 4)討論雙方雙碩士學位之簽訂外，並討論未來如何加強雙邊合作事項。

### 2.3 捷克科技大學之製造技術研究中心(RCMT)討論未來共同進行雙邊合作：

透過捷克科技大學機械工程學院的院長 Prof. Ing. František Hrdlička 的安排，中興大學機械系之團隊也與大會主席，同時也是捷克科技大學製造技術研究中心主任 (RCMT) Smolik 博士於九月十三日下午進行了約一個半小時的私下會面 (圖 5)，對於現今雙方進行中之研究主題做了深入的介紹，Smolik 博士詳細介紹了他們中心，目前該中心的主要研究方向為

- advanced simulation modeling, virtual prototyping and virtual testing,
- new feed drive control strategies and vibration suppression methods,
- unconventional materials and structures,
- machine tool condition monitoring and diagnostic,
- compensation of thermal errors, design of additional measuring systems,
- cutting process optimization and multi-axis machining technology,
- minimizing the environmental impact of machine tool operation

這些研究領域也是我們正在或想要進行的方向，尤其有些部分是與我目前在進行中的計畫有很大的關連性，由於雙方都從事相關領域研究，因此同時也對未來雙方進行合作計畫進行初步的構思，共同討論定出了三個合作領域，分別為虛擬工具機技術、工具機構形最佳化技術及多軸工具機技術，雙方並約定在十月底交換三個研究主題的分析結果。

### 三、與會心得：

此次大會討論之主題含蓋相當廣範的工具機相關研究領域，其中包含工具機主要的技術發展方向，相關技術如虛擬工具機技術開發、主軸之穩定性分析與設計、切削加工與製程偵測技術、熱變形相關問題之解決方案、節能設計與應用等均為臺灣工具機產業急欲突破與發展之議題，藉由此機會，除了廣泛了解歐洲與日本相關研究的成果，也可以提供臺灣學術界

與產業界建構務實的技術發展方向。尤其是筆者與系上同仁目前正執行經濟部科專計畫，主題就是虛擬工具機技術，此次研討會中有關此領域的論文發表，確實提供了許多有用的資訊。在研討會中間休息時間的茶會及會後的活動中，與大會主席與委員會成員，還有其他參與的學者均有許多討論交換意見的機會，也藉此邀請國外學者前來臺灣進行交流，收穫良多。藉由參與國際會議，除了研究資訊的交流外，對中興大學與國外學術或是研究單位的交流也是一個良好的管道。目前我國在許多國際正式場合上很難有露面的機會，國際學術會議是一個非常理想的與各國人士交流的機會，應多鼓勵國內學者參與，為我國發聲。

此次除了參加研討會的收穫外，同時完成了中興大學與捷克科技大學碩士雙學位的簽訂，實屬難得，原先計畫僅是與捷克科大針對此雙聯學位辦法作最後的確認，回國後再規劃進行簽約動作，但經由捷克科大的 Uhlir 教授安排下，直接簽訂了合約。此雙學位由規劃、雙方討論到簽訂，歷經約五年的時間，對未來中興大學機械工程學系國際化的腳步，是很重要的一個里程碑，此行藉由雙方的互信基礎，與捷克科技大學製造研究中心達成未來初步合作之構想，對未來雙邊之學術與教育合作，有相當重要的助益。

此次雖然簽定了雙聯學位合約，但要如何落實推動，是後續需努力的，本校學生去捷克科大當交換學生的意願十分踴躍，但對取得學位的意願相對就低很多，因 7、8 年之前就與捷克科大簽有博士雙聯學位合約，不過至目前為止，僅有一位捷克學生取得。本校學生沒有人參與，或許是博士學位的關係，此次簽訂的合約為碩士雙聯學位，希望能對學生有更大的吸引力。

在本次研討會中，很巧的遇到兩位日本慶應大學碩士班之學生，由於其指導教授 Aoyama 是我們的舊識，且規劃了於今年年底要邀請他來臺灣演講。但經由與他們兩位交談後覺得日本近些年在培養學生國際觀方面確實下了不少功夫，此點值的我們學習，國內學生現大多不願出國讀書，如能讓他們參與國際研討會，至少是一個增加國際觀機會。

#### **四、具體建議：**

筆者於會議期間與多位國外學者討論交流，瞭解彼此的研究領域近況與發展，尤其是捷克科大的製造技術研究中心，令我印象深刻，該中心有近 100 位專職人員，所進行的研究與產業界有相當密切的結合，經費自給自足，類似公司型態在營運，此點本國大學於法令上無

法執行，建議考慮放寬對大學的一些限制，參考國外大學能擁有公司的方式來提高學校與業界的互動關係。另外參與國際研討會確實能幫助國內學者建立與國外研究單位的交流互動，本系邀請過多位國為學者前來演講交流，都是經由參與國外研討會建立的管道，因此建議於補助國內學者參與國外研討會的經費方面預算能提高，以利多補助學者參加研討會。尤其是年輕學者，在剛開始從事研究，領域間的人際關係十分重要，參加研討會是一個很好的建立關係的場合。

另外會中也同時碰到之前來台訪問的華中武漢科技大學參訪團中的成員李振瀚博士，李博士是大陸千人計畫由美國挖角過去大陸進行研究，李博士是臺灣大學畢業，之後於美國服務於業界，由於他的經驗十分有價值，所以被請到大陸去，此點與國內近期在討論的人才問題息息相關，大陸不僅挖角於研究出色的學者，同時也挖角實務經驗優秀的人才，幫助他們建立研究與實務的連結，華中武漢科技大學藉由這些人才的協助，將該校的工具機控制器研究中心，轉型成為華中數控公司，且已於大陸上市。因此建議有關單位在尋找國外人才時，也應考量能將實務應用與學術研究結合在一起的人才，同時也給學校較多的彈性在招募此類形人才。

#### 五、攜回資料名稱及內容：

1. CD Proceedings of the MATAR 2012, 9<sup>th</sup> International Conference on Machine Tools, Automation, Robotics and Technology.
2. MM Science Journal, 9<sup>th</sup> International Conference on Machine Tools, Automation, Robotics and Technology.
3. Program of the MATAR 2012, 9<sup>th</sup> International Conference on Machine Tools, Automation, Robotics and Technology.
4. A Guide Industrial Prague – technical buildings and industrial architecture in Prague.
5. Brochure of Research Center of Manufacturing Technology.
6. Brochure of Czech Technical University in Prague.
7. Brochure of Czech Technical University in Prague, Faculty of Mechanical Engineering.

## 六、致謝

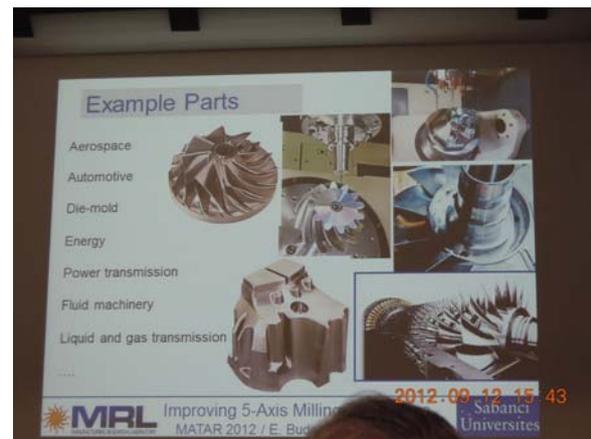
感謝國立中興大學提供配合之補助，使得此次出國參加會議得以成行。

七、附錄：活動照片(具代表性之活動照片 3-6 張，並簡述相關內容)

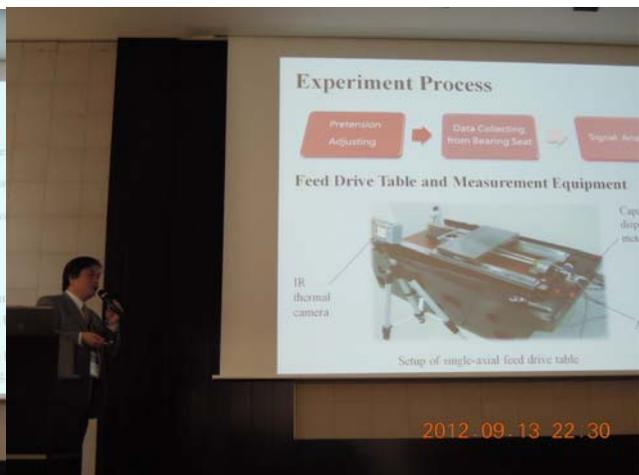
編號 1. 攝於 101 年 09 月 12 日， 照片內容簡述：大會開幕主題演講（keynote speech）奧地利維也納大學 Friedrich Bleicher 教授演講



編號 2. 攝於 101 年 09 月 12 日， 照片內容簡述：主題演講（keynote speech）土耳其 Erhan Budak 教授演講



編號 3. 攝於 101 年 09 月 13 日， 照片內容簡述： 筆者論文發表會場



編號 4. 攝於 101 年 09 月 13 日，照片內容簡述：與捷克科技大學機械工程學院院長 Prof. Ing. František Hrdlička 會面



編號 5. 攝於 101 年 09 月 13 日，照片內容簡述：與 RCMT 主任 Dr. Smolik 會談雙邊合作事宜

