

封面格式

行政院及所屬各機關出國報告  
(出國類別：考察)

WOHLENBERGE、STARRAG、DECKEL MAHO 等公司  
參訪心得

服務機關：中山科學研究院

出國人職稱：薦任技正、上校技正

姓名：聶一夫、石世雄

出國地區：德國、瑞士

出國期間：90年9月17日~9月26日

報告日期：91年01月14日

I<sup>o</sup>/C09005532

CSIPW-91B-E0001

H974

# 國外公差報告

H974

(91)遵若所會 030 號



中山科學研究院

國外公差心得報告

批		示		
<p>中山科學研究院 副院長 仲澤勝 0508 0830</p>		<p>H974</p> <p>宋大偉 0546 1146</p> <p>能重運之策 屬不為繼續 努力精進</p>		
公年 差度	九十	所屬單位各級 主管	政戰部	企劃處
單 位	第二研究所 第廿三廠	<p>H974</p> <p>第二研究所 所長 蘇玉 0115</p> <p>第二研究所 副所長 魯肇燦 0113</p> <p>第二研究所 副所長 許覺 0116</p> <p>第二研究所 副所長 林宗賢 0113 1140</p>	<p>已 完 成 資 料 審 查</p>	<p>請將資料上傳行政院研考會網站，並請將報告裝訂四份送貴單位專責人員後轉送本處。電子檔送交本處「公差出國報告信箱」副本送專責人員。</p> <p>企劃處 郭永聖 0113 1470</p> <p>企劃處 蔣雅倫 0113 1470</p> <p>企劃處 邱炎川 0113 1470</p>
級 職	薦任技正 上校技正			
姓 名	聶一夫 石世雄		<p>保防員 顧中添 0113 1470</p> <p>組長 蔡昇 0113 1470</p>	

報 告 資 料 頁			
1. 報告編號： CSIPW-91B-E0001	2. 出國類別： 考察	3. 完成日期： 91-01-14	4. 總頁數： 66
5. 報告名稱：WOHLENBERGE、STARRAG、DECKEL MAHO 等公司參訪心得			
6. 核准 文號	人令文號 部令文號	(90年9月4日)(九〇)銓鑑字第006457號	
7. 經 費	新台幣： 216,375 元		
8. 出(返)國日期	90年9月17日至90年9月26日		
9. 公差地點	德國、瑞士		
10. 公差機構	WOHLENBERGE 公司 STARRAG 公司 DECKEL MAHO 公司		
11. 附 記			

封面格式

行政院及所屬各機關出國報告  
(出國類別：考察)

H974

(裝  
釘  
線)

WOHLENBERGE、STARRAG、DECKEL MAHO 等公司  
參訪心得

H974

服務機關：中山科學研究院

出國人職稱：薦任技正、上校技正

姓名：聶一夫、石世雄

出國地區：德國、瑞士

出國期間：90年9月17日~9月26日

報告日期：91年01月14日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：WOHLENBERGE、STARRAG、DECKEL MAHO 等公司參訪心得

頁數 ~~66~~ 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：中山科學研究院/石世雄/03 4452197

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

聶一夫、石世雄/中山科學研究院/二所廿三廠/技正、技正/03 4452197

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：

900917~900926

出國地區：

德國、瑞士

報告日期：

910114

出 974

分類號/目

關鍵詞：線性馬達(linear motor)，高速銑削(HSC)，高速主軸(high speed spindle)，伺服控制(servo control)，工具機(machine tool)。

內容摘要：(二百至三百字)

H974

本報告為 23 廠聶一夫廠長與石世雄先生於 90 年 9 月 17 日至 9 月 26 日期間公差德國及瑞士之出國報告。參訪目的地共有三處包括：

WHOLENBERGE 公司及漢諾威 2001 年世界工具機展(即 EMO Hanover 2001)、

DECKEL MAHO 公司一廠(Gildemeister Drehmaschinen GmbH)及二廠(Deckel Maho Geretsried)、

STARRAG 公司。

報告內容，將每一參訪公司及地點各列為一章。各公司之參訪心得均規劃為：公司規模與地址、公司歷史及主要產品、參觀走覽、心得收穫等個節敘述之。漢諾威 2001 年世界工具機展之心得，則獨列一章。內容含蓋攸關本分項計畫內容之線性馬達傳動高速工具機關鍵零組件的發展趨勢及高速工具機市場與技術發展狀況。

全程之參訪重點在線性馬達傳動高速工具機之技術及市場資訊。技術重點在高速主軸、進給、結構、重力靜平衡機構、高速線性馬達控制、線性滑軌、進給煞車、工具機 CNC 控制器等。

最後一章結論與建議中則綜整世界各國目前發展線性馬達傳動高速工具機的機型及規格，並重新匯整心得，敘述參訪後之感想為：本廠現正開發之「線性馬達整合應用之高速加工系統」，無論規格與機型於世界上均屬先進機種，執著於現有的研發方向實有相當的利基與前景。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

行政院及所屬各機關出國報告審核表

出國報告名稱：WOHLENBERGE、STARRAG、DECKEL MAHO 等公司參訪心得	
出國計畫主辦機關名稱：中山科學研究院	
出國人姓名/職稱/服務單位：聶一夫,石世雄/技正/中山科學研究院	
出國計畫主辦機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1. 依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 格式完整 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 內容充實完備 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 建議具參考價值 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 送本機關參考或研辦 <input checked="" type="checkbox"/> 6. 送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7. 退回補正，原因： <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略 <input type="checkbox"/> 未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input checked="" type="checkbox"/> 8. 其他處理意見：本單及附件奉發後請逕向行政總務處轉交
層轉機關審核意見	<input type="checkbox"/> 同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分 _____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 退回補正，原因： _____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 其他處理意見：

會政戰室  
綜管組

第二研究所  
副所長  
羅琳  
2018  
1530

第二研究所  
保參官  
羅琳

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於出國報告提出後二個月內完成。



## 國外公差人員返國報告主官(管)審查意見表

關於聶一夫及石世雄二員出國報告，本廠審查意見如下：

一、貫徹執行出國計畫：

H974

出國計畫中擬定之三個參訪對象，包括 WHOLENBERGE 公司及漢諾威 2001 年世界工具機展、DECKEL MAHO 公司、STARRAG 公司均按預定計劃完成參訪。

二、週密蒐集技術資料：

以線性馬達工具機為中心，蒐集相關之技術及市場資訊。能把握重點，對資料之深度與廣度，能作適度之平衡擷取。

三、報告編排條理清析：

報告內容，將每一參訪公司各列為一章。各公司之參訪心得均一致規劃為：公司規模與地址、公司歷史及主要產品、參觀走覽、心得收穫等節敘述之。漢諾威 2001 年世界工具機展之心得，則獨列一章。攸關本分項計畫內容之線性馬達傳動高速工具機關鍵零組件的發展趨勢及高速工具機市場與技術發展狀況，重新匯整於文末。如此編排，使讀者容易搜尋所需資訊。

許覺良

0309  
0800

副廠三研所  
林崇賢

0115

1440

依本院 85.11.25((85)蓮菁字 15378 號令，返國報告上呈時應附主管評審意見

H974

# 正文

H974

## 摘 要

本報告為 23 廠聶一夫廠長與石世雄先生於 90 年 9 月 17 日至 9 月 26 日期間公差德國及瑞士之出國報告。參訪目的地共有三處包括：WHOLENBERGE 公司及漢諾威 2001 年世界工具機展(即 EMO Hanover 2001)、  
DECKEL MAHO 公司一廠(Gildemeister Drehmaschinen GmbH)及二廠(Deckel Maho Geretsried)、  
STARRAG 公司。

報告內容，將每一參訪公司及地點各列為一章。各公司之參訪心得均規劃為：公司規模與地址、公司歷史及主要產品、參觀走覽、心得收穫等個節敘述之。漢諾威 2001 年世界工具機展之心得，則獨列一章。內容含蓋攸關本分項計畫內容之線性馬達傳動高速工具機關鍵零組件的發展趨勢及高速工具機市場與技術發展狀況。

全程之參訪重點在線性馬達傳動高速工具機之技術及市場資訊。技術重點在高速主軸、進給、結構、重力靜平衡機構、高速線性馬達控制、線性滑軌、進給煞車、工具機 CNC 控制器等。

最後一章結論與建議中則綜整世界各國目前發展線性馬達傳動高速工具機的機型及規格，並重新匯整心得，敘述參訪後之感想為：本廠現正開發之「線性馬達整合應用之高速加工系統」，無論規格與機型於世界上均屬先進機種，執著於現有的研發方向實有相當的利基與前景。

關鍵字：線性馬達(linear motor)，高速銑削(HSC)，高速主軸(high speed spindle)，伺服控制(servo control)，工具機(machine tool)。

## 目 錄

<b>1. 前言</b> .....	<b>1</b>
1.1. 緣由 .....	1
1.2. 任務內容與工作目標 .....	3
<b>2. 行程概述</b> .....	<b>4</b>
<b>3. 參訪 WOHLLENBERGE 公司</b> .....	<b>7</b>
3.1. 公司規模與地址 .....	7
3.2. 公司歷史及主要產品 .....	8
3.3. 參觀走覽 .....	8
3.4. 心得收穫 .....	11
<b>4. 參觀漢諾威 2001 年 EMO 世界工具機展</b> .....	<b>12</b>
4.1. EMO'01 展覽概述 .....	12
4.2. 參觀走覽 .....	12
4.3. 線性馬達傳動式高速工具機 .....	17
4.3.1. 線性馬達式高速銑床 Cincinnati .....	19
4.3.2. 森精機公司 MORI Seiki HVM630 超高速臥式加工中心 .....	21
4.3.3. 豐田工機 TOYODA LINEA M 超高速臥式加工中心 .....	23
4.3.4. 大隈公司 OKUMA MacStar400 超高速臥式加工中心 .....	25
4.3.5. 松浦機械 MATSUURA LX-1 超高速立式加工中心 .....	26
4.3.6. 本田公司 HONDA H-VT 6000 超高速臥式加工中心 .....	28
4.3.7. GROB BZ600L 超高速臥式加工中心 .....	29

4.3.8. Ingersoll HVM 600-A / 800 超高速臥式加工中心.....	30
4.3.9. SNK Ultra-80L 超高速臥式加工中心.....	32
4.3.10. MAZAK 超高速立式加工中心機.....	33
4.3.11. 其他型式之線性馬達驅動工具機產廠商與相關產品.....	34
4.4. DIXI 機器系列產品.....	39
4.5. 參觀心得.....	44
<b>5. 參訪 DMG 公司.....</b>	<b>46</b>
5.1. 公司規模與地址.....	46
5.2. 公司歷史及主要產品.....	48
5.3. 參觀走覽.....	50
5.4. 心得收穫.....	53
<b>6. 參訪 STARRAG 公司.....</b>	<b>54</b>
6.1. 公司規模與地址.....	54
6.2. 公司歷史及主要產品.....	55
6.3. 參觀走覽.....	57
6.4. 心得收穫.....	58
<b>7. 社交活動與舟車經驗談.....</b>	<b>60</b>
<b>8. 出國效益分析.....</b>	<b>61</b>
<b>9. 結論與建議.....</b>	<b>62</b>

## 圖 目 錄

圖 3.1.1. Wohlenberg Werkzeugmaschinen GmbH 位置圖	7
圖 3.1.2. Wohlenberg Werkzeugmaschinen GmbH 外觀圖	7
圖 3.3.1. CNC - Turning Lathes - Type PT.....	8
圖 3.3.2. CNC - Machining Centers - Type PC.....	9
圖 3.3.3. Deep Hole Boring Machines - Type PB.....	10
圖 3.3.4. Universal - LatheVM 1250.....	10
圖 4.2.1 各展覽館之位置圖.....	15
圖 4.3.1.1 HyperMach™5 軸線性馬達式高速銑床.....	19
圖 4.3.1.2 Z3 主軸頭.....	20
圖 4.3.2.1 MORI Seiki HVM630 線性馬達式高速銑床.....	22
圖 4.3.3.1 TOYODA LineaM 線性馬達式高速銑床.....	24
圖 4.3.4.1 OKUMA MacStar400 線性馬達式高速銑床.....	25
圖 4.3.5.1 Matsuura Machine LX 1 線性馬達式高速銑床.....	27
圖 4.3.6.1 HONDA H-VT 6000 線性馬達式高速銑床.....	28
圖 4.3.7.1 GROB-WERKE 線性馬達驅動工具機規格.....	30
圖 4.3.8.1 Ingersoll HVM 系列高速銑床.....	31
圖 4.3.9.1 SNK Ultra-80L 超高速臥式銑床.....	32
圖 4.3.10.1. 圖左為 MAZAK HYPERSONIC 1400L 超高速立式 加工中心機，圖右為 F <sup>3</sup> -660L 超高速臥式加工中心機.....	33
圖 4.3.11.1 EX-CELL-O 線性馬達驅動工具機規格.....	34
圖 4.3.11.2 MCM FORERUNNER 線性馬達驅動工具機規格.....	35
圖 4.3.11.3 Renault Automation 線性馬達驅動工具機規格.....	35
圖 4.3.11.4 HÜLLER HILLE 線性馬達驅動工具機規格.....	36
圖 4.3.11.5 LMT 線性馬達驅動工具機規格.....	36

圖 4.3.11.6 PTW 線性馬達驅動工具機規格 .....	37
圖 4.3.11.7 INA 公司具煞車機構之線性滑軌構造示意圖 .....	37
圖 4.3.11.8 FANUC 最新線性馬達規格 .....	38
圖 4.4.1 DIXI 350 構型 .....	40
圖 4.4.2 DIXI 100 構型 .....	41
圖 4.4.3 DIXI 200 構型 .....	42
圖 4.4.4 DIXI 400 構型 .....	43
圖 5.1.1 DECKEL MAHO Geretsried GmbH 位置圖 .....	47
圖 5.1.2 DECKEL MAHO Pfronte GmbH 位置圖 .....	48
圖 5.3.1 DMC 65 V linear 構型 .....	50
圖 5.3.2 DMC 85 V linear 構型 .....	51
圖 5.3.3 DMC 165 V linear 構型 .....	52
圖 6.1.1. STARRAG 外觀及位置 .....	54
圖 6.2.1. HX-151 MISSION 外觀圖 .....	55
圖 6.2.2. SX-051B CHALLENGE .....	56
圖 6.2.3. ZS-500 CONSTELLATION .....	56
圖 6.2.4. ZT-800 SUPER CONSTELLATION .....	57
圖 6.2.5. NX-154 SOVEREIGN .....	57
圖 6.4.1 NX-154 結構及 SX-051 之 B 軸設計概念 .....	59

## 表 目 錄

表 2.1 公差全程時間表.....	6
表 3.3.1. CNC - Turning Lathes - Type PT 性能諸元.....	8
表 3.3.2. CNC - Machining Centers - Type PC 性能諸元...9	
表 3.3.3. CNC - Machining Centers - Type PC 性能諸元.10	
表 3.3.4. Universal - LatheVM 1250 性能諸元.....	10
表 4.2.1 參展台商一覽表.....	14
表 4.2.2 各展覽館之展示產品一覽表.....	15
表 4.3.1 線性馬達與滾珠導螺桿特性比較.....	17
表 4.3.2 線性同步馬達與線性感應馬達之優缺點比較.....	18
表 4.3.2.1 MORI Seiki HVM630 主要規格.....	22
表 4.3.3.1 TOYODA LineaM 主要規格.....	24
表 4.3.4.1 OKUMA MacStar400 主要規格.....	26
表 4.3.5.1 Matsuura Machine LX 1 主要規格.....	27
表 4.3.6.1 HONDA H-VT 6000 主要規格.....	29
表 4.3.8.1 IngersollHVM600A 性能諸元.....	31
表 4.3.9.1 SNK Ultra-80L 性能諸元.....	33
表 4.4.1 DIXI 350 - FMS 系列主要規格.....	40
表 4.4.2 DIXI 100 系列主要規格.....	41
表 4.4.3 DIXI 200 系列主要規格.....	42
表 4.4.4 DIXI 400 系列主要規格.....	43
表 5.2.1 DMC 65V 與 DMC 85V 性能諸元.....	51
表 9.1 世界各國目前發展線性馬達傳動高速工具機的機型及規格.....	64



## 1.前言

### 1.1.緣由

為執行本院軍民通用科技計畫之「工具機先進系統技術」分計畫，在本廠已積極展開「線性馬達傳動之高速加工系統分項」，其中 2D 實驗機台已組裝試車，「線性馬達整合應用之高速加工系統」雛型機台亦已完成設繪並已發工製作。值此關鍵時刻，有必要密切注意國際間對高速工具機之研發現況，把握發展方向，掌握技術重點。因此本廠於今(90)年，依照原計畫之規劃，派遣參與此計畫工作小組中的 2 員-聶一夫廠長與石世雄先生，前往德國及瑞士工具機相關同業廠商 WHOLENBERGE 公司、DECKEL MAHO 公司及 STARRAG 公司。並順道參觀漢諾威 2001 年世界工具機展，與國外專家、學者共同研討高速工具機領域最新發展動態及最新產品規格，藉以瞭解最新材料、技術、市場狀況，並蒐集、觀摩相關資訊，以為科技專案計畫後續規劃案及爾後執行發展之需。藉由專業參訪與國外專家、學者交流資訊，可獲得第一手之高速工具機之研發動態、市場狀況及最新技術資料，以奠定相關技術知識，作為爾後本科科技專案研發建案之目標方向及執行計畫之有利工具。

H174

現今本「工具機先進系統技術」分計畫之「線性馬達整合應用之高速加工系統」專案，規劃督導及參與或支援人員包括：

總廠：

魯肇燭 副總廠長

H974

23 廠：

聶一夫 廠長

查國強 副廠長

石世雄 研發課長

黃仁明 機械結構分析

張文曲 機械結構測試

趙介麟 機械設計

曾文豪 機械控制

鄭博升 機械繪圖

康乃勤 機械繪圖

葉世明 機械繪圖

劉培鯤 電機佈線

H974

## 1.2.任務內容與工作目標

- ◆ 參訪 WOHLLENBERGE 公司瞭解高性能車床之高速加工現況、最新高速加工中心機之產品規格及模具加工技術，並研討高速加工、機體組裝、全機安裝及高剛度機體設計技術。
- ◆ 參訪 DECKEL MOHO 公司瞭解高速驅動系統工具機及高速主軸製造現況，研討高速工具機組裝、控制、切削及 CAM 技術，並觀摩、蒐集及研討高速工具機相關技術資料和發展趨勢。
- ◆ 參訪 STARRAG 公司瞭解高速工具機設計規格、檢測規範、加工技術、結構與控制系統現況，並研討高速驅動系統組裝、驅動及五軸加工技術。
- ◆ 瞭解世界各國最新先進工具機設計及高速驅動系統安裝驅動技術發展趨勢。
- ◆ 觀摩、蒐集世界各國目前機台所採用之新材料、新技術、新產品及市場趨勢與動態。
- ◆ 研討高速驅動系統工具機設計、組裝及其測試、分析技術。
- ◆ 蒐集 WOHLLENBERGE、STARRAG、DECKEL MOHO 等專業公司之產品或儀具，裝備及生產、測試技術相關資料。
- ◆ 蒐集世界各國主要工具機廠所研發新材料、新技術、新產品之相關產品資料。

## 2.行程概述

9月10日接獲國防部出國命令即著手於辦理出國手續與解決住宿問題。由於911紐約世貿大樓遭受到恐怖攻擊，歐洲地區國際情勢相當緊張，因此機票訂位相當困難同時也具有相當的不確定性，好不容易解決了機票問題，由於漢諾威適逢年度工具機大展，旅館訂房相當困難，最後則求助於其它旅行業者訂了郊區的民宿先解決漢諾威的住宿問題，但每晚近4,000元的住宿費還是叫人吃不消。

台北時間9月16日(日)適逢納莉颱風侵襲北台灣，且久久不去，中華航空公司通知17日(一)班機停開，但由於週一停止上班上課而無法回院申請行程變更，只好到揹著行李到中正機場請華航協助，幸好有班飛機於22:30可飛往阿姆斯特丹，雖延遲到24:00起飛但仍依規定於台北時間9月17日從機場出發，經阿姆斯特丹、法蘭克福於德國時間18日23:00抵達漢諾威。

19日起個大早先到WOHLENBERGE參訪，由於該公司主要工程師與新機型皆在EMO參展，因此稍為參觀後再轉往漢諾威參觀EMO世界工具機展，陪同人為德馬吉公司王駢先生。因已是展覽最後一天，兩人都很緊張，抓住每一分鐘，真是馬不停蹄，至今仍尚未收到郵寄型錄中。參觀重點包括INA線性滑軌絲車、及所有線性馬達驅動的工具機及專用機及滾珠螺桿式高速工具機等攤位。

20日參訪位於Bielefeld的DECKEL MAHO公司Gildemeister Drehmaschinen GmbH總部，主要訪重點為高速工具機的組裝技術，並瞭解該公司的物流管理系統與教育訓練方式。由於慕尼黑適逢啤酒節已難訂到旅館，因此宿於郊區Ausberg的Intercity Hotel，唯住宿費用仍高(折合台幣約5,000元)。

21日參訪位於Geretsried的DECKEL MAHO公司Deckel Maho

Geretsried 廠，主要訪重點為線性馬達傳動高速工具機的設計技術，並瞭解該公司所設計工具機的結構與熱傳分析技術，仍夜宿於 Ausberg 的 Intercity Hotel。

22、23 日為週休，提前於 22 日搭高鐵到蘇黎士，由於抵達時已約 17:00，又適逢假日，旅館已訂不到，只好宿於較偏遠的一星級旅館。

24 日參訪位於 Rorschacherberg 的 STARRAG 公司，該公司以生產設計高精度的五軸加工中心機著名，同時工具交換裝置與多台面交換裝置的設計技術亦是參訪重點。夜宿蘇黎士。

25 日清晨 7:00 從蘇黎士搭機經阿姆斯特丹直飛台灣，於台北時間 26 日中午返抵國門中正機場。

全程時間表綜整如表 2.1。

H174

表 2.1 公差全程時間表

中山科學研究院出國人員工作計畫表											姓名
日期	星期	出發	抵達	國名	(州)省	地點	工作項目	備考			
90 09 26	三	桃園					抵達桃園中正機場				
90 09 25	二	蘇黎士					自蘇黎士搭機經阿姆斯特丹轉機返國				
90 09 24	一			瑞士		Rorschach	參訪 STARAG 公司 動及五軸加工技術	夜宿蘇黎士			
90 09 23	日			瑞士		Rorschach	例假日	夜宿蘇黎士 日參訪與研討			
90 09 22	六			瑞士		Rorschach	搭乘高鐵由慕尼黑至蘇黎士	提前夜宿蘇黎士以利安排行程(該公司位於蘇黎士附近)。			
90 09 21	五			德國	BAYERN	Pfronten	參訪 BECKEL MAND 公司二廠 削及 CM 技術	夜宿慕尼黑(該公司位於慕尼黑附近)			
90 09 20	四			德國	BAYERN	Pfronten	裝及控制技術	夜宿慕尼黑(該公司位於慕尼黑附近)			
90 09 19	三	漢諾威		德國	NIEDER-S ASCHEN	漢諾威	研討 WOHLENBERG 公司之最新加工中心 機規格及模具加工技術	提前夜宿慕尼黑以利隔日參訪與研討			
90 09 18	二			德國	NIEDER-S ASCHEN	漢諾威	抵漢諾威 機體設計技術	夜宿漢諾威			
90 09 17	一	桃園					赴德途中				

### 3.參訪 WOHLLENBERGE 公司

此趟歐洲公差之參訪首站為 WOHLLENBERGE 公司。重點為觀摩該公司之最新加工中心機規格及模具加工技術。

#### 3.1.公司規模與地址

WOHLLENBERGE 公司在世界各地均設有公司工廠。地址為 Wohlenbergstr. 6 D - 30179 Hannover Tel.: +49 (0) 511 6307 0, email: schween@wohlenberg-werkzeugmaschinen.de。本次參觀的工廠設於漢諾威附近。

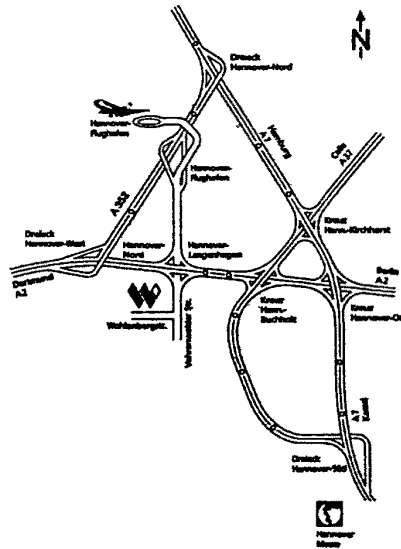


圖 3.1.1. Wohlenberg Werkzeugmaschinen GmbH 位置圖

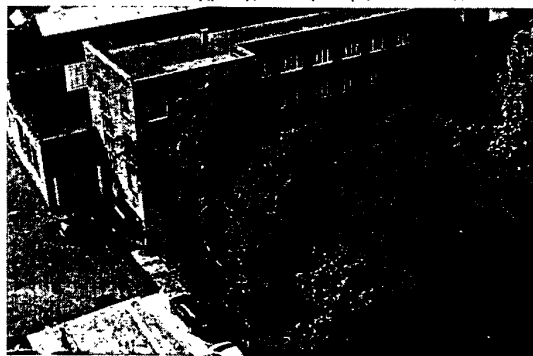


圖 3.1.2. Wohlenberg Werkzeugmaschinen GmbH 外觀圖

### 3.2.公司歷史及主要產品

Mr. Hermann 在 1872 年於 Hannover 創立 Wohlenberg 工具機公司，於 1904 年所製造的車床即達 5,000 台之多。1927 年該公司成為歐洲 VDF (Vereinigten Drehbank Fabriken) 機構創始會員，迄今已成立約 130 年之久。今天 Wohlenberg-Werkzeugmaschinen-GmbH 所生產的 CNC 車床加工中心機及深孔搪床更是有效的解決了世界各地的各項加工問題。

### 3.3.參觀走覽

參觀各式機台約有三十多部。由於該公司主要工程師與新機型皆在 EMO 參展，因此稍為參觀後即轉往漢諾威參觀 EMO 世界工具機展。於展覽中及工廠內較引人注目的機種描述如下：如圖 3.3.1. CNC 車床，其所加工工件之直徑可達 2,100mm，機器最重達 56,000 Kg，床車長達 2,500mm。性能諸元如表 3.3.1.。

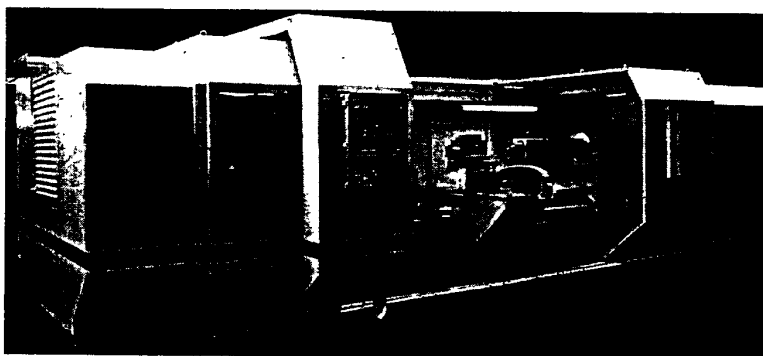


圖 3.3.1. CNC - Turning Lathes - Type PT

表 3.3.1. CNC - Turning Lathes - Type PT 性能諸元

Model	Diameter over bed	Diameter over carriage	Speed range	Power	Weight
	mm	mm	rpm	kW	t
PT 1 - II / IV	1070 - 1380	710 - 1000	1 - 1120	50 - 80	... 8
PT2 - IV	1310 - 2000	990 - 1680	1 - 710	50 - 100	... 16
PT3 - IV	1600 - 2000	1230 - 1630	1 - 355	50 - 125	... 28
PT4 - IV	1600 - 2500	1050 - 2150	1 - 224	50 - 150	... 56



該公司所生產之 CNC 加工中心機如圖 3.3.2 所示，其所加工工件之直徑可達 2,100mm，機器最重達 56,000 Kg，床車長達 2,500mm。性能諸元如表 3.3.2。深孔搪床所可搪孔的最大直徑為 315mm，機器最重達 63,000 Kg，其外型及性能諸元則分別如圖 3.3.3 表 3.3.3。所示。

長約 1 米而且相當典雅古樸的萬用小型車床 Universal - Lathe VM 1250(如圖 3.3.4 所示，性能諸元如表 3.3.4。)為該公司典型的代表作，藉此機型亦可一窺 WOHLLENBERGE 這家百年老店的技術能力。

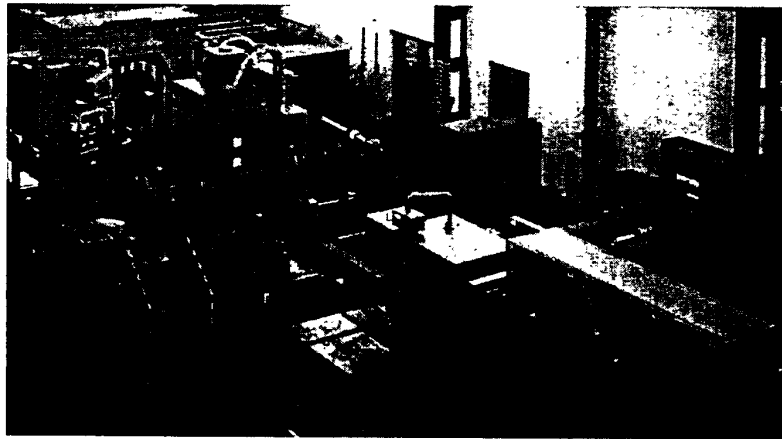


圖 3.3.2.CNC - Machining Centers - Type PC

表 3.3.2. CNC - Machining Centers - Type PC 性能諸元

Model	Diameter over bed	Diameter over carriage	Speed range	Power	Weight between centers
	mm	mm	rpm	kW	t
PC 1	1310	980	1 - 1120	50 - 80	... 8
PC 2	1310 - 2000	990 - 1680	1 - 710	50 - 100	... 16
PC 3	1600 - 2000	1230 - 1630	1 - 355	50 - 125	... 28
PC 4	1600 - 2500	1050 - 2150	1 - 224	50 - 150	... 56

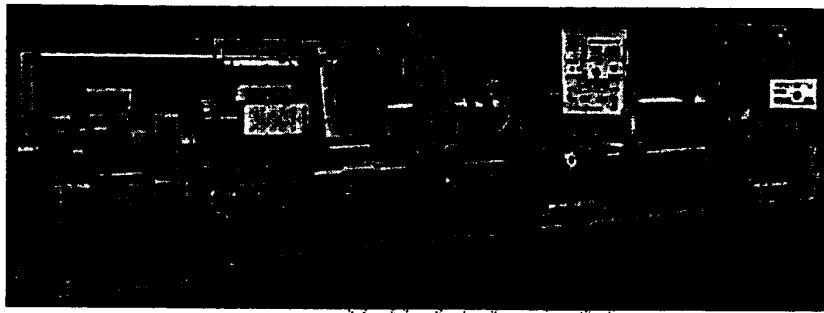


圖 3.3.3. Deep Hole Boring Machines - Type PB

表 3.3.3. CNC - Machining Centers - Type PC 性能諸元

Model	Diameter over bed	Boring Diameter Full - Boring	Speed range	Power	Weight with 3 steadys
	mm	mm	rpm	kW	t
PB 2	800 - 1000	.... 200	1 - 1120	50 - 80	... 10
PB 3	1120 - 1400	.... 250	1 - 710	50 - 100	... 20
PB 4	1600 - 2000	.... 315	1 - 560	50 - 125	... 63

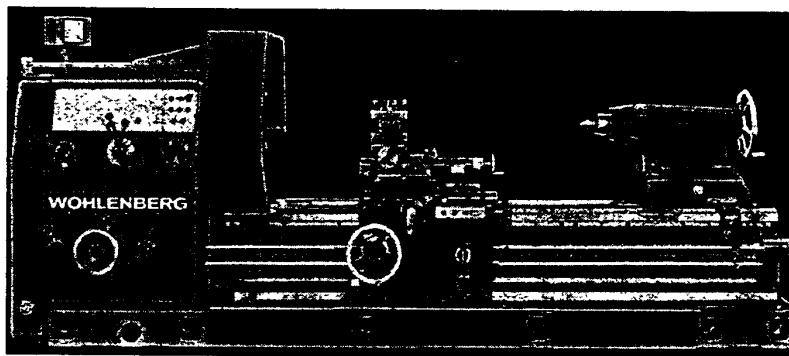


圖 3.3.4. Universal - Lathe VM 1250

表 3.3.4. Universal - Lathe VM 1250 性能諸元

Technical Data	VM 1250	
Swing over bed	mm	1230
Swing over carriage	mm	1000
Spindle diameter of front bearing	mm	240
Quill diameter	mm	160
Width of bed ( two way bed )	mm	950
Power max. ( AC )	kW	37
Max. load with two steadies	kN	100

### 3.4.心得收穫

感覺 WOHLLENBERGE 在 CNC 車床的設計製造技術上實在可算是爐火純青。工廠內盡是組裝中的大型車床，地基多為厚實混凝土地基配以多點陣列避震支撐，床台係以特殊 Meehanit 鑄造(沙模留於溝槽中)佳，有較佳之結構阻尼與振頻匹配值，並具有極佳的抗扭特性。

機構集立體空間巧思之最大自由發揮，該公司高品質的設計來自所謂“building block”，白話一點講，就是所謂的模組化設計，這是由於其建立了百年以來設計知識庫的緣故。另一點值得說明的是該公司除了具備高水準的結構設計能力外，組裝過程的標準化亦是使該公司所生產機器能有高精度的主要原因。

由於參觀時間有限，而且銑床及線性馬達傳動工具機的新資訊才是本分項於未來兩年的工作重點，因此未深談細節，直接參觀 EMO' 2001 工具機展。

H174

## 4.參觀漢諾威 2001 年 EMO 世界工具機展

### 4.1.EMO' 01 展覽概述

漢諾威的 EMO 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，每兩年在三個不同的歐洲城市展出。歐洲工具機業合作委員會 (CECIMO) 目前包括了 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，使其成為國際工具機市場潛力最大的單一資源。1999 年歐洲工具機業合作委員會會員佔有世界產值的 49%，全球市場銷售的 54%。

本年度 EMO'01 展覽會為歷屆展出規模最大，參展廠商最多之全球工具機展示會，展會自 9 月 12 日揭開序幕，到 9 月 19 日前後共計八天，與上屆展出天數一樣。依主辦單位 VDW 發佈資料共有來自全球 2,249 家工具機廠商參展，使用 194,570 平方米之展出面積，展場則是使用德國漢諾威之 22 個展示館，為歷年最盛大之工具機展出。

依大會所提供之資料顯示，歐洲工具機聯盟 CECIMO 之 15 個成員國之參展面積高達 160,000 平方米，佔全部展出 82.2%。來自於亞洲之全部展出面積有 27,182 平方米佔 14%，而北美參展面積僅約有 5,706 平方米，佔 2.6%。

受到美國 911 恐怖攻擊事件，買主對後市景氣看法趨保守，致買氣縮手之影響，此次德國漢諾威世界最大的工具機展覽，雖然展出不少新產品，且價格也向下壓低，但因參觀人潮不如以往，現場買氣低迷。

### 4.2.參觀走覽

歐洲工具機業合作委員會 (CECIMO) 支持歐洲及國際間金屬加工的技术及經濟發展。歐洲工具機業合作委員會的主要活動之一，即為創立

一個共同的金屬加工展覽。自 1975 年起 EMO 歐洲工具機展對全世界的製造商開放，讓廠商自由參加。EMO 歐洲工具機展在巴黎、米蘭以及漢諾威舉辦，漢諾威 EMO 歐洲工具機展尤其扮演著相當重要的角色。

漢諾威的地理位置處於歐洲聯盟(European Union EU)以及歐洲經濟區(European Economic Area, EEA)的中心，而且緊臨著中、東歐的新興市場。漢諾威 EMO 歐洲工具機展的規模是美國芝加哥 IMTS 展的兩倍。就展覽館的規模而言，漢諾威的領先地位是其他展覽會場所無法比擬的。而本次 EMO Hanover 2001 展覽，有 38 個國家和地區共 2,249 家廠商參加，展場總面積較四年前足足增加了 19%。

由於行程安排的關係，我們只有不到一天的機會參觀。依大會所提供參展手冊統計資料，本屆 EMO'01 展會共有來自於海內外 38 個國家之 2,249 家廠商參與展出，德國當地廠商有 1,061 家佔全部展出 47.2%。來自於國外有 1,188 家廠商，主要是義大利 352 家，佔 15.7%。瑞士 143 家，佔 6.4%。台灣位居第四位有 110 家，佔 4.9%。主力之 26 家大廠商中德國佔 11 家，日本佔 7 家，瑞士 4 家，另美國、英國、義大利、韓國等各 1 家，各館代表性展出廠商如鈹金第 7 館有德商 TRUMPF、瑞士 BYSTRONIC 等，第 9 館日本 AMADA 等。加工中心如 12 館德國 CHIRON、GROB-WERKE，義大利 FIDIA、英國 BRIDGEPORT，13 館美商 HAAS，17 館日本 OKUMA、MAKINO、MAZAK、德商 HELLER，第 19 館德國 DMG，第 23 館瑞士 MIKRON、日本 TOYODA，第 26 館德國 HULLER、FADAL 等。CNC 車床產品如第 20 館德國 INDEX、EMAG，第 24 館日本 MORI、韓國 DAEWOO，及控制器第 14 館之德國 SIEMENS、BOSCH、日本 FANUC 等，均是世界級之大代表性廠商。

2001 年德國漢諾威工具機大展中台灣參展廠商名單、各展覽館之位置圖及各展覽館之展示產品一覽表分別如下圖表所示

表 4.2.1 參展台商一覽表

項次	參展類別	廠 商 名 稱
1	綜合加工機	東台、台中機精、永進、伍將、亞力士、亞歲、富尚陽、達佛羅、昌鑫、大立、勝傑、新衛、友嘉、福裕、遠東、縉鋁、新虎將、高鋒、高明、台灣麗偉、力鋁、龍昌、大南、邁鑫、安加、厚銘、OLYMPIC、SEIKI、嵩富、百德、喬福、協鴻、榮富
2	銑床	邁鑫、亞力士、達佛羅、宗賢、昌鑫、新衛、福裕、縉鋁、立仲、台灣麗偉、力鋁、龍昌、榮富、厚銘、嵩富、永進
3	車床	伍將、亞力士、富尚陽、達佛羅、宗賢、韻光、勝傑、友嘉、遠東、程泰、立仲、佳聯、台灣麗偉、榮富、利高、大南、安加、喬福、台灣龍澤、台中機精、永進
4	磨床	眾程、福裕、遠山、日美精機、建德、大光長榮、上一、友龍、主新德、東台、油欣
5	放電加工	亞特、嘉昇、慶鴻、健陞、健晟、喬懋、聯盛、美溪、光捷、三貴、台一
6	鏜床	達佛羅、昌鑫、新衛
7	鑽床	大丸、富尚陽、宗賢、力鋁、東台、油欣
8	鋸床	富尚陽、喬陞、高聖、合濟
9	切削刀具	一品、鴻銳、精展、翰坤五金、豪力輝、精晟、協銳、普慧、心源、維昶
10	零配件	國際直線、鴻銳、台智、彰化振榮、儀辰、甫嘉、精展、互陽、翰坤五金、上銀、豪力輝、恆信、精晟、昱暉、普慧、銀泰、協威、心源、大和、潭興、通福、維昶、汶升、威頓
11	沖床	迪斯油壓、申琦
12	拋光	儀辰、春錫

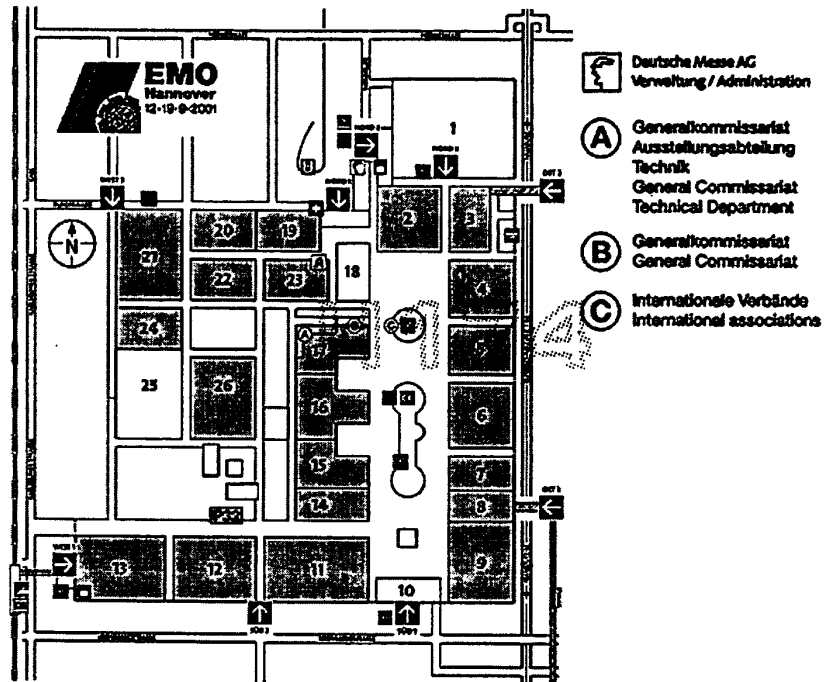


圖 4.2.1 各展覽館之位置圖

表 4.2.2 各展覽館之展示產品一覽表

Hall	Productrange
02	Gear cutting and finishing machines, spark erosion and electrochemical machines
03	Precision tools, workpiece and tool holders, tool grinding machines
04	Precision tools, workpiece and tool holders, die and mould
05	Precision tools, workpiece and tool holders, quality management, measuring and testing equipment
06	Precision tools, workpiece and tool holders, presses, forging machines, metal forming (massiv) machines, sheet working machines, shearing, nibbling machines, laser, wire forming and production machines for bolts, nuts, screws
07	Sheet working machines, shearing, nibbling machines, laser
08	Sheet working machines, shearing, nibbling machines, laser, bar, section and tube working machines

09	Sheet working machines, shearing, nibbling machines, laser, bar, section and tube working machines, welding, cutting machines
11	Grinding machines, abrasive products, honing, lapping, polishing and deburring machines, hardening and heating machines
12	Milling machines, machining centers, flexible manufacturing, rapid prototyping and RPD services, special new technologies
13	Milling machines, machining centers, flexible manufacturing, mounting, assembling and industrial robots, materials handling, automation for storage and transportation, materials handling
14	Industrial electronics, controls, drives
15	Computers, peripherals and software
16	Milling machines, machining centers, flexible manufacturing, mechanical components, accessories
17	Milling machines, machining centers, flexible manufacturing, drilling and boring machines
19	Lathes, automatic lathes, threading machines, milling machines, machining centers, flexible manufacturing
20	Lathes, automatic lathes, threading machines
21	Lathes, automatic lathes, threading machines, sawing machines, abrasive cutting-off machines, sawingblades
22	Transfer and special production machines, unit heads
23	Milling machines, machining centers, flexible manufacturing
24	Lathes, automatic lathes, threading machines
26	Lathes, automatic lathes, threading machines, milling machines, machining centers, flexible manufacturing, machines and systems for use in surface technology, refrigeration, lubrication, washing and cleaning machines, disposal, safety and



#### 4.3.線性馬達傳動式高速工具機

國際工作機械大展已可以看到更多、更實用、更高速化及更精密化之工具機產品，在展會現場亦更能感受到此波之工作機械將是以滿足 3C 產業需求之各種新工具機之開發。新展品已更高速化、更實用化、在模具加工上更專業化，為符合 IT 產業大量加工之需求亦提供更多之特殊機種，CNC 車床之複合化亦有更多廠商投入生產，加工中心窄形化與模組化，五軸加工用於複雜工件更是多家展示之重點，就展會之新產品與高新科技而言，本屆之展出，讓人感受到其實用與對產業之加工效益提升亦已真正的落實。

在高速銑削方面，在航太鋁合金加工已大大超越傳統滾珠螺桿式銑床之速度。幾年來，在大型精密定位系統中，為因應高精度、高速度、大行程的工作條件，線性馬達 (linear motor) 已有取代其他致動器如旋轉式馬達加上導螺桿 (lead screw) 或摩擦驅動器 (friction drive, traction drive) 的趨勢。

表 4.3.1 線性馬達與滾珠導螺桿特性比較

型 式	線性馬達	滾珠螺桿
Velocity	受限於學尺與線軌速度	受限於馬達轉速、導螺桿行程及機械磨耗
Acceleration	最高 100m/s <sup>2</sup> (馬達加速度)	最高 5m/s <sup>2</sup> ,受限於慣性矩
Velocity amplification	20~30(m/min)/mm	5(m/min)/mm
Feed force	可並列數個馬達，理論上無上限	經過減速齒輪可以很高
Drive cooling	需要	高速時，導螺桿需要冷卻
Wear	低，只要線軌產生磨耗	高，高速時磨耗更大
Maintenance friendly	佳	中等
Sensibility to magnetic chips	高	低

目前許多對於精密定位要求嚴苛的工作，如半導體光罩修補、雷射切割，甚至於 IC 电路板的組合和自動化精密加工，都已普遍使用線性馬達。線性馬達 MRR(Material Removing Rate)約為傳統滾珠螺桿式銑床之 5 倍以上。

性馬達的種類有 LIM(Linear Induction Motor)、LDM(Linear DC Motor)、LSM(Linear Synchronous Motor)、LHD(Linear High Density)四種，發熱量大小為 LIM>LDM>LSM>LHD，其中 LIM 因發熱量太高及工具機不需如此高速度，所以現已無人採用，LDM 及 LSM 適用於進給速度 150m/sec，LDH 適用於 80~100m/sec，且幾乎不需冷卻劑，但吸引力相當大且需大電流，所以以 LSM 的使用最普遍也最好用。經常使用的線性馬達可分為線性同步馬達與線性感應馬達，其優缺點比較如下：

表 4.3.2 線性同步馬達與線性感應馬達之優缺點比較

型 式	同 步 馬 達	感 應 馬 達
推力	同重量所能產生推力比感應馬達高出 50-100%	需要額外之激磁電流，故電流/推力之比值較大
熱產生	二次側只有少部份熱源	二次側激磁電流產生熱量
量測系統	需要知道磁極之絕對位置	不需知道磁極絕對位置，用增輔量型之編碼器即可
磁力	一、二次側有磁吸力	當馬達操作時，才有磁吸力存在
控制	控制架構較為簡單，取樣時間可以縮短	控制架構較複雜
成本	較貴，二次側需要稀土磁鐵，但馬達體積與驅動器規格較小	二次側較簡單，長行程時成本更為有利

在超高速加工方面就特別強調可用於輕合金如鋁合金、鋁鎂合金材料加工、特別適用於汽機車行業，IT 產業等需要大批量之零組件加工，可用在銑削、鉗削等加工方面。在新產品研發上已非常之成熟，亦開始採用線性馬達作為高速進給與切削之用，速度可高達 100m/min，目前在快速押送與切削速度幾可完全一樣，亦就是說切削速度已非常高速，對提升加工效益有很大之助益。茲介紹代表性廠商、機種、規格如下：

#### 4.3.1. 線性馬達式高速銑床 Cincinnati

Cincinnati Machine 線性馬達式高速銑床 HyperMach™ 為 5 軸同動，五軸皆採線性馬達驅動。X 軸行程長達 4 m。可加工 50 m 長 2m 寬之工件。Contour feed rate 60 m/min，rapid rate 100 m/min。加速度可達 2g，主軸轉速可達 40,000 rpm，100HP 以上。專長銑削航太鋁合金整塊掏空(monolithic huge parts)，如翼內肋巢結構等。五個移動軸則採用模組化設計。HyperMach™5 軸之外型如下圖。

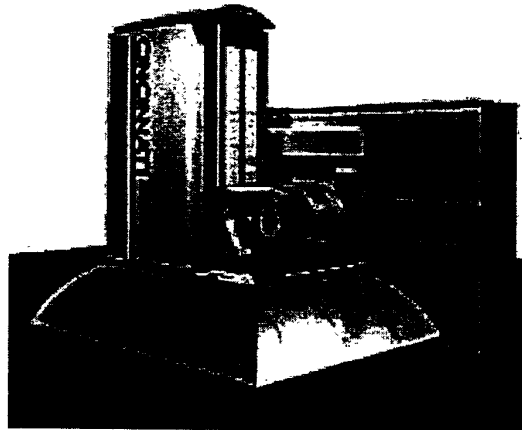


圖 4.3.1.1 HyperMach™5 軸線性馬達式高速銑床

Cincinnati 認為，為達高速與高加速度，主要對策就是線性馬達。而主軸軸承為另一重要考慮，Cincinnati 主軸採用 hybrid ceramic (silicon

nitride)滾珠軸承，HSK-63F 夾頭，得到最高精度、剛度、軸承壽命與主軸溫度穩定度。Cincinnati 線性馬達式高速銑床採用西門子 840D 做為 CNC 控制器。配合其創意高剛度結構設計，以提高動剛性。

Cincinnati Machine 公司和 DS Technologie GmbH(DST)公司結成戰略聯盟，從 Cincinnati Machine 購得由 DST 研製的多軸主軸頭，它可用來改善鋁制薄壁飛機結構件的加工性能。這種所謂 Z3 的主軸頭象一個水平方向平行連接的三角架，它採用了三個平行的線性導軌和滾珠絲杠，並通過連接件把它們裝到主軸托架上。該構件可以使主軸在主軸頭工作範圍之內基本上實現任何線性運動和回轉運動的合成動作。為了使該部件的工作原理形象化，可設想三根平行的水平杆，它們各自有一端連接到主軸罩上。每根杆通過球窩接頭與主軸罩的外周相連，彼此位置相差  $120^\circ$ ，使主軸罩能夠回轉。三根杆的另一端用接頭連接到滑塊上，滑塊沿正負 Z 軸方向在一組固定的平行直線導軌上滑動。滑塊的下面是滾珠絲杆螺母副的螺母，絲杠通過它而旋轉。

下圖為 Z3 主軸頭是 DST 研製的，現在可從 Cincinnati Machine 購得，它使主軸能夠進行高速度的多軸定位，同時，加速度 1G 和快速橫動速度 1968 ipm 以及主軸速度選擇範圍 7500-4000rpm 和功率 100hp 等特點相輔相成。

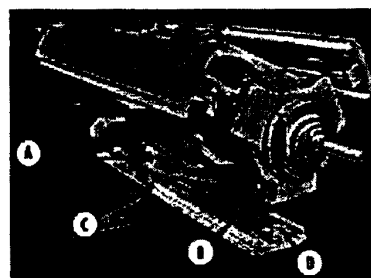


圖 4.3.1.2 Z3 主軸頭

三個滾珠絲杠各自都有自己的伺服電動機，當每個絲杠轉動時，相應的滑塊就會帶動主軸罩運動。

三個滾珠絲杠一齊被驅動時，主軸罩沿正負 Z 軸方向作直線運動。只要用程式控制絲杠單獨進行旋轉，主軸托架及主軸就能產生 A、B 軸運動，A、B 軸運動的範圍是正負 40°。利用平行連接的三角佈局使主軸具有很高的動、靜剛度，而且由於設計質量的減少，Z3 主軸頭的軸向加、減速度達到 1G，快速進給速度為 1968ipm。

由上圖右可以看出 Z3 主軸頭的結構特點，三個連接件 (A) 附裝到主軸托架(B)上，它們沿一組直線導軌 (C) 移動，並由滾珠絲杠 (D) 加以驅動，每個滾珠絲杠是獨立的，它們可以在程式控制下確定主軸的位置，定位範圍是 A、B 軸正負 40°，Z 軸行程 26.4 英寸。

據 Cincinnati Machine 所述，Z3 主軸頭的 Z 向行程僅有 26.4 英寸，原因是航空零部件的深度要求大多不超過 12 英寸。行程的限制增加了主軸頭的穩定性，這樣可以更好地加工飛機鋁結構件的薄壁部位。

Z3 新型主軸頭適用於速度為 7500 ~40000 的電主軸，它的結構設計允許採用 100hp 以內的主軸。現在 Z3 可配合使用三個不同牌號的主軸，為用戶提供了一個選擇機會，他們可根據不同的加工用途而選擇速度和力矩。一開始 Cincinnati Machine 將在其 Hypermach 系列臥式仿形銑床上採用 Z3 主軸頭，這些機床特別適合於飛機結構件的高速銑削。

#### 4.3.2. 森精機公司 MORI Seiki HVM630 超高速臥式加工中心

HVM 630MOR 主要是用於汽機車等鋁合金工件加工之用，XYZ 三軸之移動量 940×630×600mm，工作檯面積為 630×630 mm，工件最大重量 1,400 kg，主軸最高轉速 20,000 rpm，主軸動力 56kw，XYZ 三軸採用線性馬達，快速押送 80m/min，刀具數量 60。

如下圖所示為 Mori Seiki 自 Ingersoll 移轉線性馬達工具機技術，其架構 Box in Box 架構，X 軸向性滑軌配置是以高低軌垂直方向排列，其特點除了高速輕量化結構外，良好的平衡配置結構(well-balance body structure)亦強調優點，加工及組裝精度校驗則較為困難。

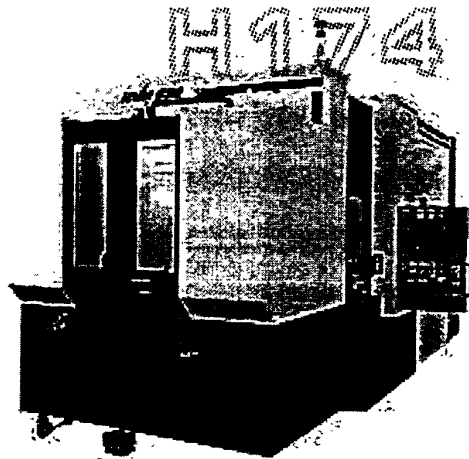


圖 4.3.2.1 MORI Seiki HVM630 線性馬達式高速銑床

表 4.3.2.1 MORI Seiki HVM630 主要規格

Travel	X-axis travel <gantry left-right>	940mm
	Y-axis travel <spindle up-down>	630 mm
	Z-axis travel <spindle forward-backward>	600 mm
Table	Pallet working surface	630x630 mm
	Pallet loading capacity	1,400 kg
	Max workpiece swing diameter	1,000, 800 mm

	Max. workpiece height	1,000 mm
Spindle	Max. spindle speed	20,000 min-1
ATC	Type of tool shank	HSK A63
	Tool storage capacity	60 [120] [180]
補充說明	Rapid traverse rate: 80 m/min (3,149.6 ipm) Acceleration rate: X-, Y-axis: 10 m/s <sup>2</sup> (1 G), Z-axis: 15 m/s <sup>2</sup> (1.5 G) Tool storage capacity: 60 [120/180] tools Tool changing time <tool-to-tool>: 1.4 sec Spindle drive motor<40 %ED/cont>: 56/45 kW (75/60 HP) Machine height: 3,305 mm Floor space: 3,358 x 6,546 mm (132.2 x 257.7 in.)	

#### 4.3.3. 豐田工機 TOYODA LINEA M 超高速臥式加工中心

日本 TOYODA 公司在展會上特別展出採用線性馬達之臥式加工中心 LineaM 機型，XYZ 三軸行程為 500x500x535mm，主軸轉速達到 20,000rpm，另可選用 40,000rpm，主軸動力達到 45kw，在快速押送上三軸均高達 80m/min，刀庫容量 16 支刀，可選用 40 支刀。此超高速機種，應適用於量較多之小型機件加工之用。

TOYODA 之超高速臥式加工中心，LineaM 採用線性馬達作為快速押送系統，主要可運用在模具加工等行業。LineaM 之主軸轉速 20,000 rpm，在高速押送與高速切削上，由於採用線性馬達作為驅動工具，最高可達到 100m/min、加速度 9.6m/s<sup>2</sup>，此種高速切削對模具加工提供甚高之加工效益。

如下圖所示為 TOYODA 線性馬達工具機，其架構為 Box in Box 架構，X 軸向線性滑軌是以高低軌垂直方向排列，配置三組線性滑軌以增

強鋼性。φ60 内径加工真圓度可達 3μm。

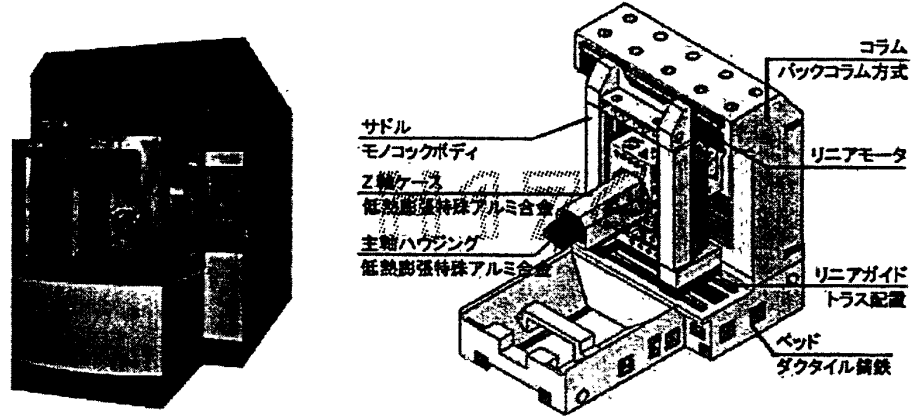


圖 4.3.3.1 TOYODA LineaM 線性馬達式高速銑床

表 4.3.3.1 TOYODA LineaM 主要規格

XYZ 軸移動量	mm	500×500×535
速度 (XYZ 軸)	m/min	80 [ 100 ]
切削速度 (XYZ 軸)	m/min	80 [ 100 ]
加速度 (XY 軸)	m/s <sup>2</sup>	10
加速度 (Z 軸)	m/s <sup>2</sup>	15
主軸回転速度	min <sup>-1</sup>	20 000
加工台面	mm	400×400
ATC 刀具数	把	32 [ 16 ]
床台	mm	2 650×4 700×3 100
重量	kg	15 000



#### 4.3.4. 大隈公司 OKUMA MacStar400 超高速臥式加工中心

OKUMA MACSTAR 400 之超高速臥式加工中心，採用線性馬達作為快速押送與切削系統，主要是用於汽機車鋁合金加工之用。MACSTAR 400 主軸轉速 15,000 rpm，在高速押送與切削上由線性馬達驅動，最高速度可達到 120m/min，主要可適用於輕合金如鋁零配件材料之高速加工之用，對提升汽機車鋁合金零配件加工有很大之效益。

日本 OKUMA 高速臥式加工中心 M3X-H(非常奇怪，和 MacStar 規格相同，只是型號不同)，XYZ 三軸行程分別為 520x460x420mm，而工作檯尺寸為 400x400mm，主軸轉速高達 15,000rpm(加速到最高轉速僅需時 1.4)，在快速押送上採用線性馬達三軸均可達到 120 米/min，1g 加速度，Y 軸採用氣壓配重系統。此種超高速之小型臥式加工中心，特別適用在加工件較多之中小型機件加工之用。如圖所示為 OKUMA 臥式線性馬達工具機。

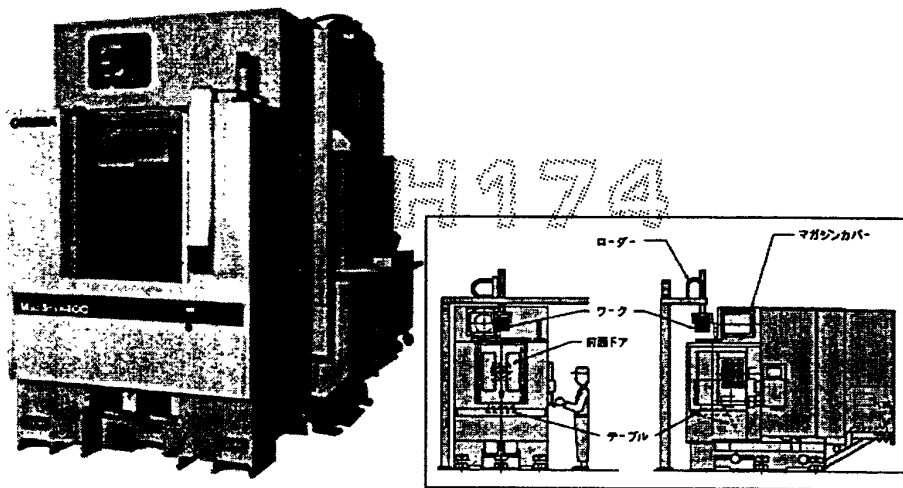


圖 4.3.4.1 OKUMA MacStar400 線性馬達式高速銑床

表 4.3.4.1 OKUMA MacStar400 主要規格

軸移動量	X軸	mm	520
	Y軸	mm	460
	Z軸	mm	420
B軸	台面	mm	400×400
	最大積載量	kg	400
主軸	回轉速度	min	7,000 (OP 15,000)
	主軸刀把	-	No.40

#### 4.3.5. 松浦機械 MATSUURA LX-1 超高速立式加工中心

MATSUURA LX-1 之超高速立式加工中心主要是用於高精密之模具加工，可在最短時間完成模具之精切加工，如手機模具等。XYZ 三軸之移動量 500×500×300mm，工作檯面積為 700×500 mm，工件最大重量 500 kg，主軸最高轉速 60,000 rpm，主軸動力 4.5kw，XYZ 三軸採用線性馬達快速押送 90m/min，最大切削速度 90m/min，刀量數量 18 把刀，亦可選用 30 或 60 把刀，換刀時間 0.9 秒。

如下圖所示為 Matsuura LX-1 立式線性馬達工具機，Y 軸採用 Gentry 同驅動功能，三軸重疊架構應用於線性馬達，由於強調高速度，因此機台結構剛性就顯得重要，Matsuura LX-1 立式線性馬達工具機底座為一近似正方體結構，與傳統 C 型 TYPE 底座厚度及剛性上有明顯差異。



圖 4.3.5.1 Matsuura Machine LX 1 線性馬達式高速銑床

表 4.3.5.1 Matsuura Machine LX 1 主要規格

Strokes	X: 500 Y: 500 Z: 300 mm
Spindle	60000 RPM 3,0 / 4,5 kW(6 Hp)
Table dimension	700 x 500 mm
Max. load	500 kg
Taper	#20
Torque	0,7 Nm
Rapid feed rate	X: 90 m/min Y: 90 m/min Z: 90 m/min
Feed rate	90 m/min
No of tools	18 (opz. 30 - 60)
ATC time	0,9 sec.
Max. tool diam.	10 mm
Max. tool length	30 mm
Control	Matsuura G-Tech 840DI

#### 4.3.6. 本田公司 HONDA H-VT 6000 超高速臥式加工中心

本田公司 HONDA—超高速臥式加工中心 H-VT 6000

HONDA 之超高速臥式加工中心，適用於汽機車鋁合金零配件之加工，亦是針對其本身汽車工業提升加工效率，與降低加工成本所特別設計之機種。H-VT 6000 之主軸轉速 15,000 rpm，在高速押送與快速切削 XY 軸 100m/min，Z 軸 75m/min，刀具容量 40 把刀亦可選用 80 把刀，換刀時間 0.7 秒。

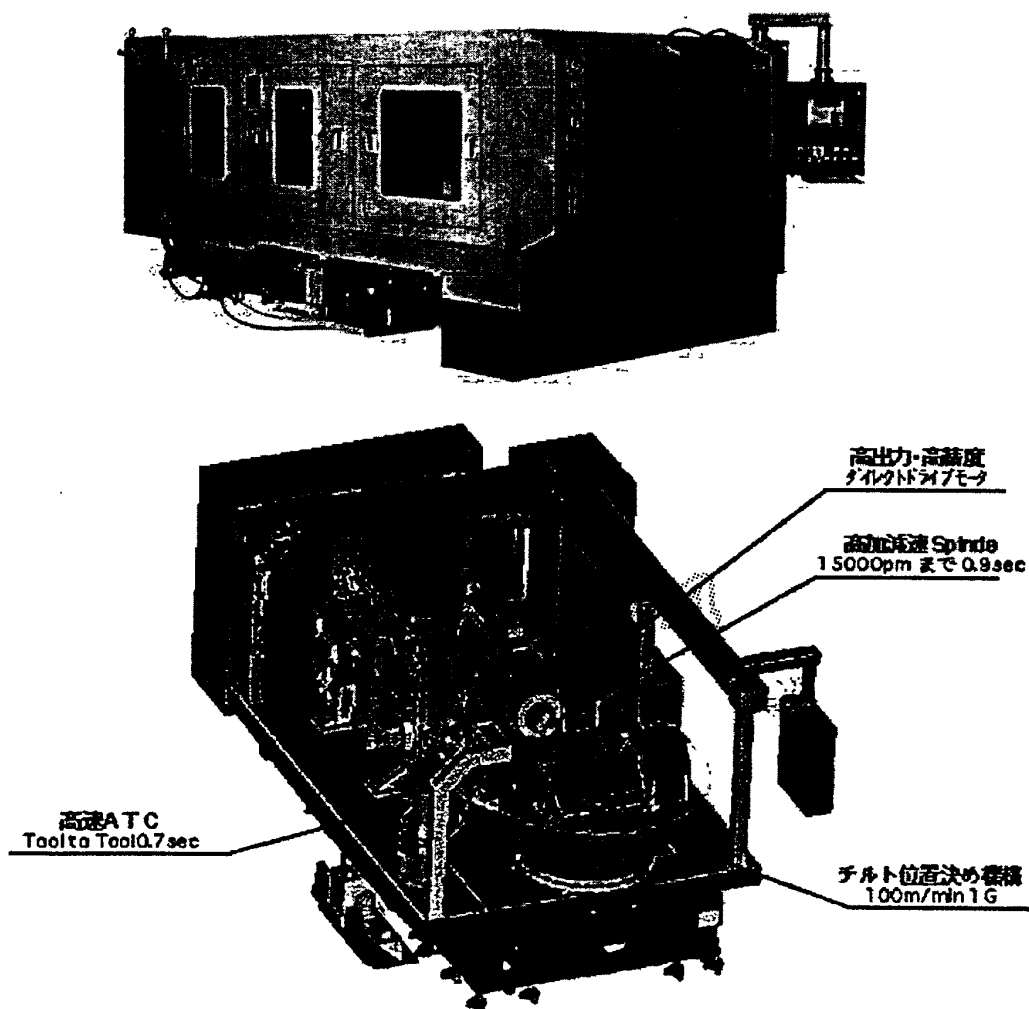


圖 4.3.6.1 HONDA H-VT 6000 線性馬達式高速銑床

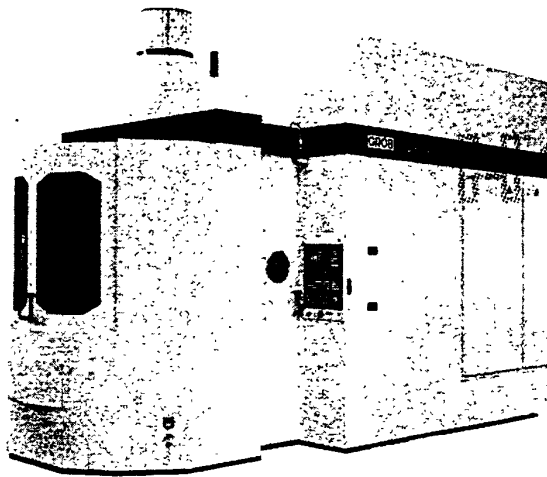
表 4.3.6.1 HONDA H-VT 6000 主要規格

加工範圍	
X,Y,Z	500,500,550
主軸式樣	
最高回轉數	15,000 rpm
加減速時間	0.9 秒 (0~15,000rpm)
型式	NCS-63 (日研)
主軸徑	Φ70
出力	11/27 kW
快速移動	
X,Y 軸	100 m/min
Z 軸	75 m/min
加減速時間	1.0G
ATC 式樣	
交換時間	0.7 sec (TOOL TO TOOL)
工具收納刀數	40 把刀
最大工具長度	350 mm
最大工具質量	4.0kg
外觀尺寸	
機械高度	2,000 mm
所用床面積	2465 × 4350 mm

#### 4.3.7. GROB BZ600L 超高速臥式加工中心

德國 GROB 公司之超高速臥式加工中心 BZ600L 機型，其 XYZ 三軸行程為 800×630×550mm，工作檯尺寸為 630×630mm，或選用 630×800mm，主軸轉速 15,000rpm，動力為 32kw，可選用 24,000rpm，則動力為 42kw，快速押送上採用線性馬達 XYZ 三軸分別是 90/105/100 米/min，刀庫容量 41 支刀或選用 61 支刀。此機型為提升汽車另部件加工

效益之用，在主軸之快速移送則採用先進之線性馬達技術。



<i>Slides, Quill</i>	Axis Travels : X/Y/Z-axes (mm)	800/630/550
	Rates of Travels (max.) : X/Y/Z-axes (m/min)	90/105/100
	Acceleration (max.) : X/Y/Z-axes (m/s <sup>2</sup> )	8/12/20
	Thrust (max.) : X/Y/Z-axes (kN)	8/8/8
	Accuracies (VDI/DGQ 3441)	
	Positioning tolerance $T_p$ in X- ' Y- ' Z-axes (mm)	0.010
Positioning band $P_s$ in X- ' Y- ' Z-axes (mm)	0.005	
<i>Horizontal spindle</i>	Tool Adaptor	
	For short hollow taper tools to DIN 69 893	HSK- 63A
	Spindle Bearing	
<i>Direct Motor Spindle</i>	Spindle diameter at front bearing (mm)	70
	Speed $n_{max}$ (rpm)	15,000
	Max. power at 100%/60%/40% duty cycles (kW)	32/36/42
	Max. spindle torque at 100%/60%/40% duty cycles (Nm)	29/33/38
<i>Tool Magazine</i>	Chain-Type Magazine	
	Number of pockets	41 or 61
	Max. tool length (mm)	380
	Max. tool diameter (mm)	
	-without diameter- limitation for adjacent pockets	92
-with diameter - limitation for adjacent pockets	130	
Max. tool weight (kg)	8	
Max. tool moment in gripper (Nm)	12	
<i>Tool Change</i>	direct	
	Chip to Chip time at $n_{max}$ spindle speed of 15,000 rpm (s)	4.4
<i>Machine Table</i>	CNC Contouring Table ' stepless programmable	
	Indexing range B-axis (degree)	360
	Speed of rotation ' max (rpm)	28
	Tangential moment ' max (Nm)	3,200
Accuracy		
Positioning tolerance/Positioning band (seconds of arc)	10/5	

圖 4.3.7.1 GROB-WERKE 線性馬達驅動工具機規格

#### 4.3.8. Ingersoll HVM 600-A / 800 超高速臥式加工中心

Ingersoll, High Velocity Machine 630 (HVM630)和 HVM800 系列線性馬達式高速銑床如圖 4.3.8.1。使用 Ingersoll 專利之流體軸承主軸，採 Box-in-Box 機械結構，並裝置自己開發之線性馬達。加工速度為傳統機台之 2 至 3 倍。使用 GE Fanuc Indramat 線性馬達。以鋁合金機翼內部蜂巢狀結構之加工，蜂巢狀結構為對鋁塊施以 10 公分見方之網格掏空，剩下之肋壁甚薄，約只 1~2 mm 厚。快速進給可達 80 m/min (3,150 IPM)。性能諸元如表 4.3.8.1。

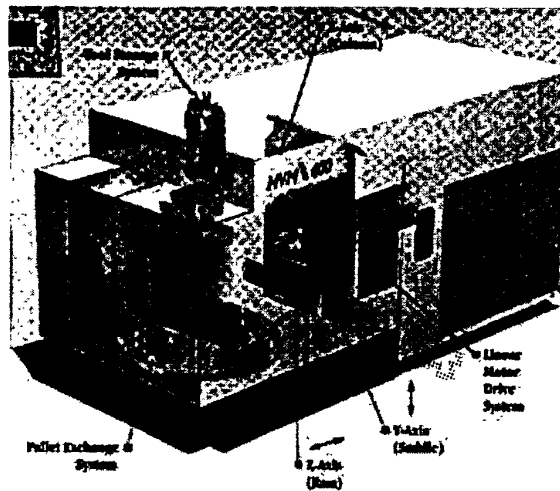


圖 4.3.8.1 Ingersoll HVM 系列高速銑床

表 4.3.8.1 IngersollHVM600A 性能諸元

	軸行程	進給速度 m/min	進給 加速度 g	行進速度 m/min	定位精 度 +/-mm	重覆精 度 +/-mm	drive	Counter balance	
X	630	80	1	80	0.005	0.0025	線性馬達		
Y	630	80	1	80	0.005	0.0025	線性馬達		
Z	600	80	1.5	80	0.005	0.0025	線性馬達	hydraulic	
B		10 rpm		10 rpm	+/-3 arcsec	+/-3 arcsec			
Spindle				Ferrous Materials			Non-ferrous Materials		
Speed Range				0 - 10,000 RPM			0 - 20,000 RPM		
Tool Adaption				HSK 100A			HSK 63A		
Max. Power - Continuous				45 kW			37.5 kW		
Max. Torque - Continuous				120 Nm			45 Nm		
Time to Maximum Speed				1.0 seconds			1.2 seconds		
Coolant through the Spindle Press.				55 Bar (800 PSI)			55 Bar (800 PSI)		
ATC				Type			Chain		
				Capacity			40 tools		
				Chip-to-chip			4.0 seconds		
				Pallet Exchange: Part to Part time			8sec		

#### 4.3.9. SNK Ultra-80L 超高速臥式加工中心

SNK Ultra-80L 採用線性馬達之臥式加工中心，XYZ 三軸行程為 85x70x33 mm，主軸轉速達到 12,000rpm，由於採用線性馬達作為驅動工具，最高速度可達到 100m/min，加速度則可達 1G。使用 FANUC 15i-MA 控制器，適用於量較多之小型機件加工之用。

H974

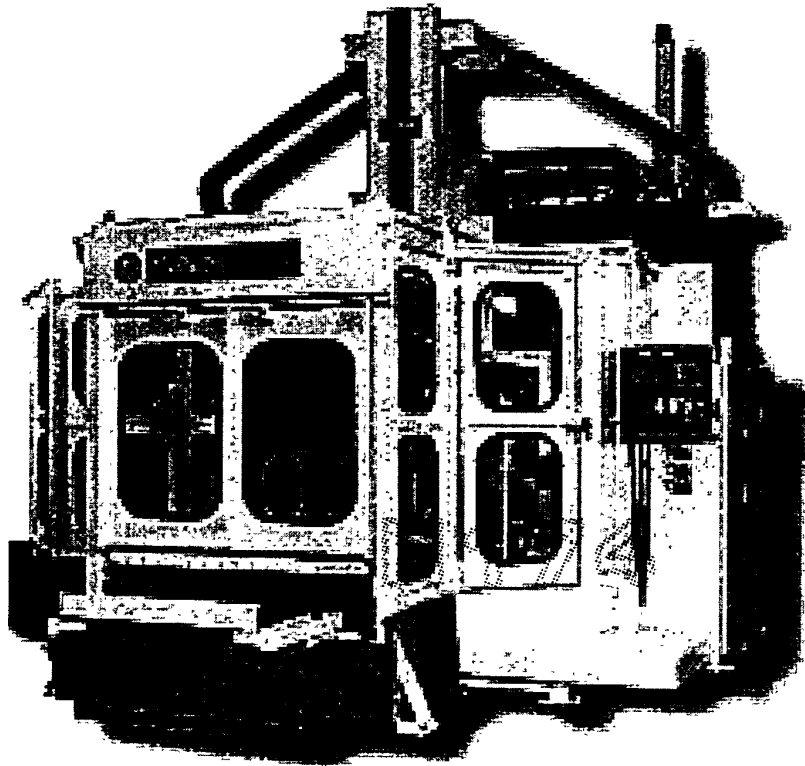


圖 4.3.9.1 SNK Ultra-80L 超高速臥式銑床



表 4.3.9.1 SNK Ultra-80L 性能諸元

Spec. items		Unit	Ultra-80L	
Size of working surface		mm(inch)	1,200 x 800 (47.2 x 31.4)	
Distance from table top to spindle end		mm(inch)	200 to 1,050 (7.8 to 41.3)	
Spindle	Spindle drive motor	kW(HP)	VAC 22 (VAC 30)	
	Spindle speed range	min <sup>-1</sup>	120 to 12,000	
	Spindle nose (nominal size, No.)		ISO No.45	
Travel	Table longitudinal	X axis	mm(inch)	2,160(85)
	Saddle transverse	Y axis	mm(inch)	1,760(69.2)
	Ram vertical	Z axis	mm(inch)	850(33.4)
Feedrate	Rapid traverse	X, Y axes	m/min(ipm)	100(4,000)
		Z axes	m/min(ipm)	32(1,260)
CNC system			FANUC 15i-MA	

#### 4.3.10. MAZAK 超高速立式加工中心機

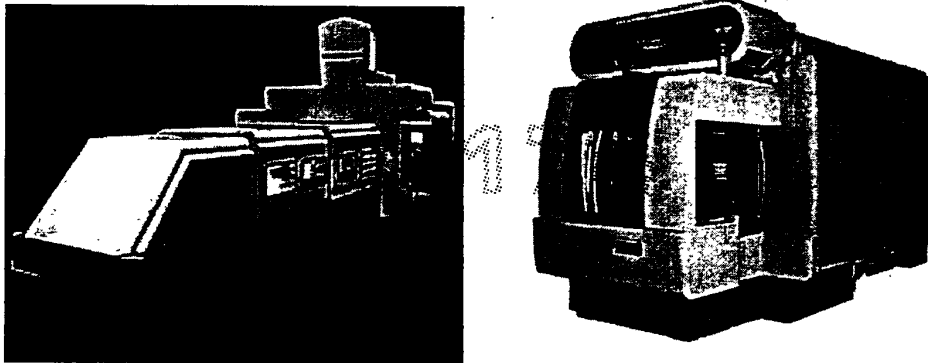


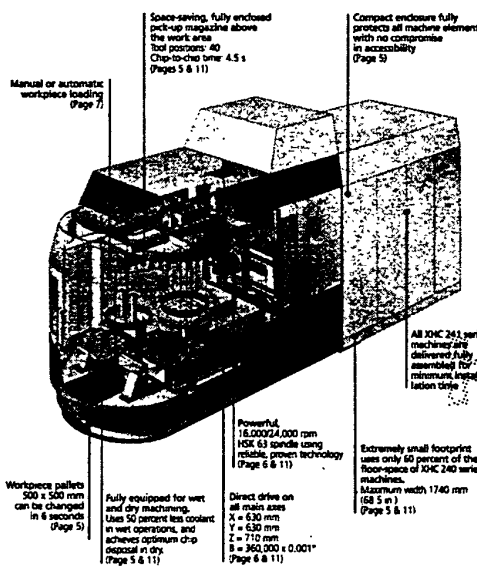
圖 4.3.10.1. 圖左為 MAZAK HYPERSONIC 1400L 超高速立式加工中心機，圖右為 F<sup>3</sup>-660L 超高速臥式加工中心機

MAZAK 所生產的線性馬達高速工具機主要有兩種型式。其一為 HYPERSONIC 1400L 超高速立式加工中心機，XYZ 三軸之移動量

4200/1400/585mm 主要是用於航空用之鋁合金工件加工之用，可加工最大工件為 4000 x 1250mm，主軸最高轉速 20,000 rpm，主軸動力 37kw，刀具交換時間為 1.5 sec.(tool-to-tool)，XYZ 三軸快速進給 120m/min，切削進給 40m/min，刀具數量 30 把刀(40,60 亦可)。

另一型式為超高速臥式加工中心機 F3-660L，XYZ 三軸之移動量 660/660/500mm 主要是用於航空用之鋁合金工件加工之用，主軸最高轉速由 0~20,000 rpm 只需時 1.55 秒 3.2G，平枱 90 度定位僅需時 0.8sec，刀具交換時間為 2.4sec.(chip-to-chip)，可使用機械手臂定位待加工件，XYZ 三軸快速進給 120m/min 刀具數量 40 把刀。

#### 4.3.11. 其他型式之線性馬達驅動工具機產廠商與相關產品



Space-saving, fully enclosed pick-up magazine above the work area  
Tool positions: 40  
Chip-to-chip time: 4.5 s  
(Page 5 & 11)

Compact enclosure fully protects all machine elements with no compromise in accessibility  
(Page 5)

Manual or automatic workpiece loading  
(Page 7)

All XMC 241 series machine tool delivered fully assembled for minimum installation time

Powerful 18,000/24,000 rpm HSK 63 spindle using reliable, proven technology  
(Page 6 & 11)

Extremely small footprint uses only 60 percent of the floor space of XMC 240 series machines.  
Maximum width 1740 mm  
(Page 5 & 11)

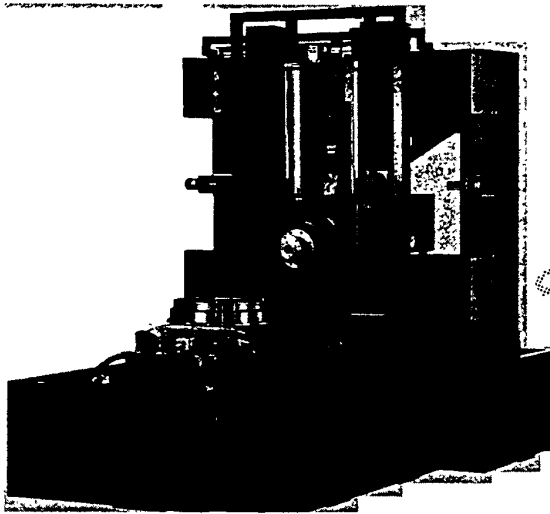
Workpiece pallets 500 x 500 mm can be changed in 6 seconds  
(Page 5)

Fully equipped for wet and dry machining. Uses 50 percent less coolant in wet operations, and achieves optimum chip disposal in dry  
(Page 5 & 11)

Direct drive on all main axes  
X = 630 mm  
Y = 710 mm  
Z = 360,000 ± 0.001\*  
(Page 6 & 11)

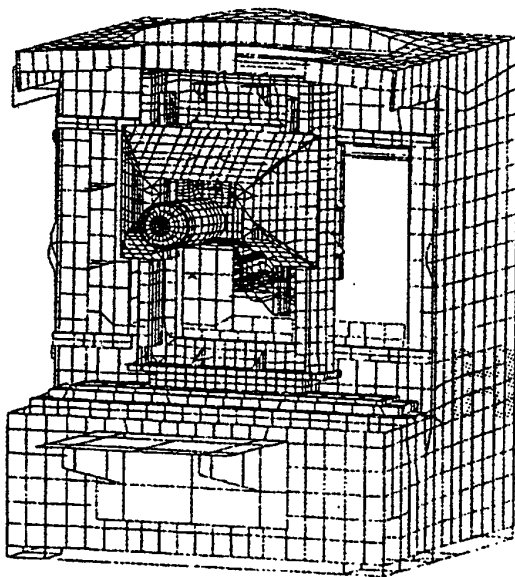
各軸移動量	X 軸 Y 軸 Z 軸	630mm 630mm 710mm
NC Table	最小分度角 height to pallet surface	360,000*0.001' 1100mm
最大工件尺寸	最大高度 最大直徑 最大寬度	800mm 780mm 630mm
進給速度	X,Y,Z 快速進給速度 X,Y,Z 切削進給加速度 B 軸快速進給速度	120m/min 14m/s² 100rpm
Feed forces	X,Z at 100% rating Y at 100% rating	6,000N 3,000N
Max. force	Y,Z(peak) X(peak)	13,000N 7,500N
主軸	Spindle power Spindle torque at 100% rating max. Front Bearing dia. Speed range - oil mist lubrication Tool shaft DIN 69893 HSK63-A/E	40kW 54Nm 70mm 1-24,000rpm
Pallet Changer (APC)	No. of pallets Pallet size Load capacity Pallet Change time	2 500 x 500mm 400kg 6sec
Tool magazine 刀具匣	Tool storage capacity max. Tool weight max. Tool length max. Tool dia. with full magazine max. Tool dia. with free tool slots max.	40 10kg 300mm 65mm 125mm
Accuracies	XYZ Positioning accuracy NC Table positioning accuracy	0.003mm 3sec
Chip-to-chip time	At 8,500rpm	4.5sec
Machine Weight		15,000kg

圖 4.3.11.1 EX-CELL-O 線性馬達驅動工具機規格



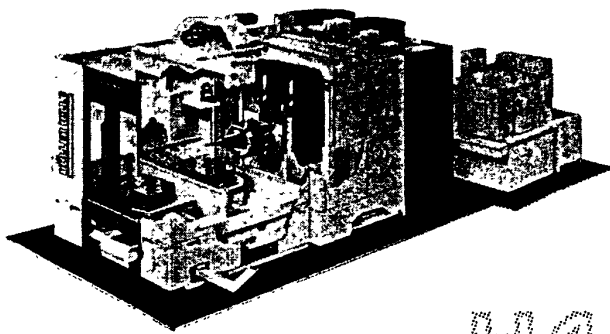
Working Area	Longitudinal X axis Vertical Y axis Transversal Z axis Acceleration Y Acceleration X,Z Positioning accuracy Repeatability Rapid feeds	650mm 600mm 670mm 20m/s <sup>2</sup> 15m/s <sup>2</sup> ± 0.005mm ± 0.003mm 70m/min
Tool Change	Tool magazine capacity Max. tool length Max. tool dia. Tool changing time	120 3000mm 2000mm 3sec.
Spindle	HSK E63	30,000rpm
Pallet Changer	Positions Pallet size Max. weight on pallet Overall rotation in the working area	2 500mm x 500mm 300kg 0°~750mm
Continuous Rotary Table	Position Precision Speed rotation	360,000 ±6sec 100rpm
Weight		15,000kg

圖 4.3.11.2 MCM FORERUNNER 線性馬達驅動工具機規格



Effective travels (mm)	
• X-axis	630
• Y-axis	500
• Z-axis	400
Speed X-Y-Z (m/min)	80
Acceleration X-Y (m/s <sup>2</sup> )	12
Acceleration Z (m/s <sup>2</sup> )	15
Thrust X-Y-Z (daN)	300
Interchangeable electric spindle :	
• Spindle power (kW)	20*
• Spindle speed (rpm)	20000*
• other options possible	
Maximum through-centre coolant spray pressure(bars)	40
Tool attachment	HSK 63
Maximum tool length (mm) (HSK face to tip)	275
Maximum tool diameter (mm)	160
Maximum tool weight (kg)	4
Magazine (number of tools)	20*
• other options possible	
Chip-to-chip tool change time At 15,000 rpm(s)	4
Repeatability X-Y-Z (mm)	0.002
Intrinsic availability	0.996

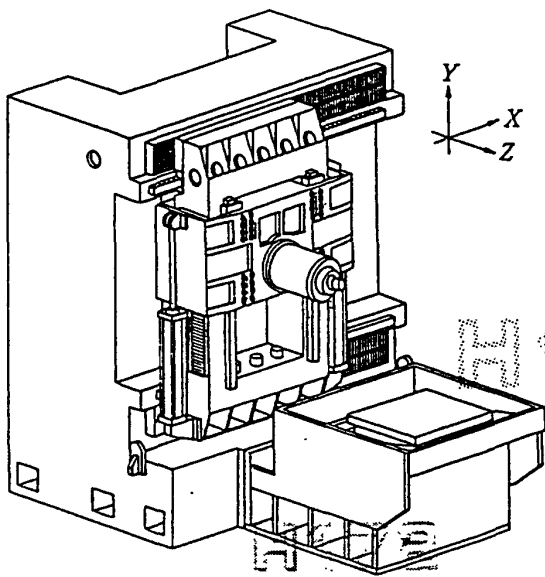
圖 4.3.11.3 Renault Automation 線性馬達驅動工具機規格



<b>Working Capacity</b>	
X axis	630mm
Y axis	630mm
Z axis	500mm
Workpiece swivelling range in working area	660mm
Height of fixture	880mm
<b>Position measuring system</b>	
Positional error X · Y · Z axes : P	8µm
Positional dispersion X · Y · Z axes : Pa-average	3µm
<b>Rotary table/Pallet (DIN 55201)</b>	
Pallet clamping surface	400mm× 500mm
Admissible load per pallet	approx. 400kg

Dividing of rotary table	360 000°
Dividing accuracy	±3'
NC rotary table · smallest dividing step	0.001°
Repetitive accuracy	± 0.001°
Pallet changing time (VDI 2852)	approx. 4sec
<b>Working spindle</b>	
Tool location as per DIN 69892	hollow shaft taper
Diameter in front bearing	70mm
Driving power · 100% duty	max. 22kW
Max. speed	16000/24000rpm
Max. Torque 100% duty/49% duty	47/63Nm
<b>Feedrate / Rapid traverse</b>	
Feed force Z axis · 40% duty	7kN
Rapid traverse X · Y axes	100m/min
Rapid traverse Z axis	120m/min
Acceleration power X · Y axes	14 m/s <sup>2</sup>
Acceleration power Z axis	20 m/s <sup>2</sup>
Max. speed B axis	100rpm
<b>Tool magazine</b>	
Storing capacity (optional)	24(36/48/72)
Tool diameter (maximum)	90(125)mm
Tool length	250mm
Maximum tool weight	approx. 8kg
Maximum magazine load	approx. 100kg
Chip-to-chip time as per VDI 2852 ·	approx. 3.8sec
Space occupied by basic machine · (LxWxD)	5m× 2.5m× 2.8m
Machine weight	approx. 12900kg

圖 4.3.11.4 HÜLLER HILLE 線性馬達驅動工具機規格.



Travel stroke	X-axis : 800mm Y-axis : 500mm Z-axis : 500mm
Maximum feed rate	X-axis : 80000mm/min Y-axis : 80000mm/min Z-axis : 80000mm/min
Maximum acceleration	X-axis : 1.0G Y-axis : 1.0G Z-axis : 2.0G
Specifications of spindle	Tool interface Diameter : 65mm Rotational speed : 30000rpm Rated output : 15/22kW
ATC	Numbers of tools : 12 Shape of shank : BT 40 with axial face contact Max. dia. of tool : 100mm Max. length. of tool : 250mm Time for change Tool to tool : 1.5s Chip to chip : 3.5s
NC index table	Standard : #500 worm transmission options : #500 direct drive
CNC : MELDAS SPAC 540	
Machine weight : 16000kg	
Size : W4400mm× D4400mm× H2900mm	

圖 4.3.11.5 LMT 線性馬達驅動工具機規格

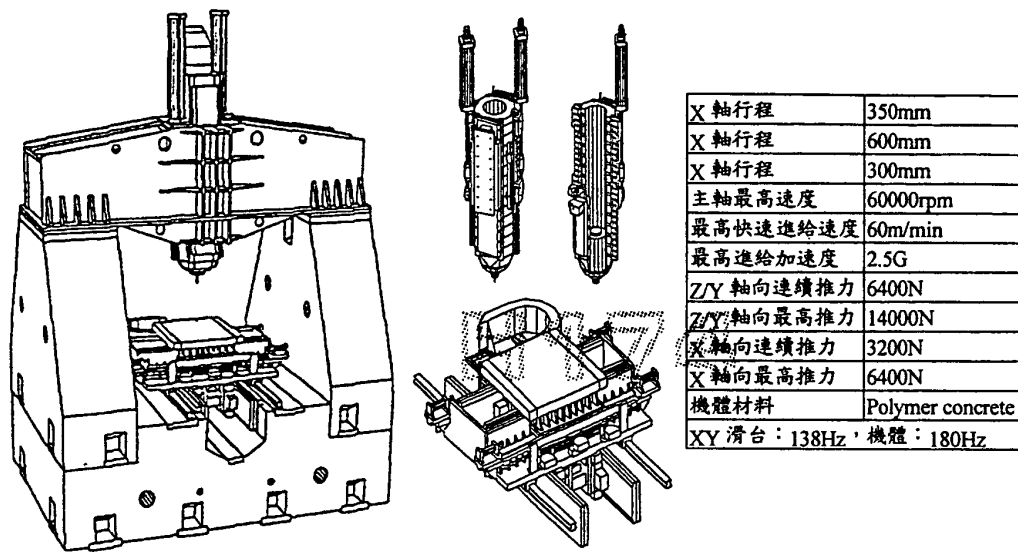


圖 4.3.11.6 PTW 線性馬達驅動工具機規格

帶煞車之線性滑軌廠商 INA 是美國一家專做滑軌與軸承的公司，如滾珠、滾柱、旋轉、圓筒直進等軸承，以及線性滑軌。TEL 803-548-8500，FAX 803-548-8599。煞車機構裝在線性滑軌的滑座內。現場有實物煞車動作展示。感覺其響應甚快，動作利落。已索取產品光碟，但至今未到。其構造如下圖所示。

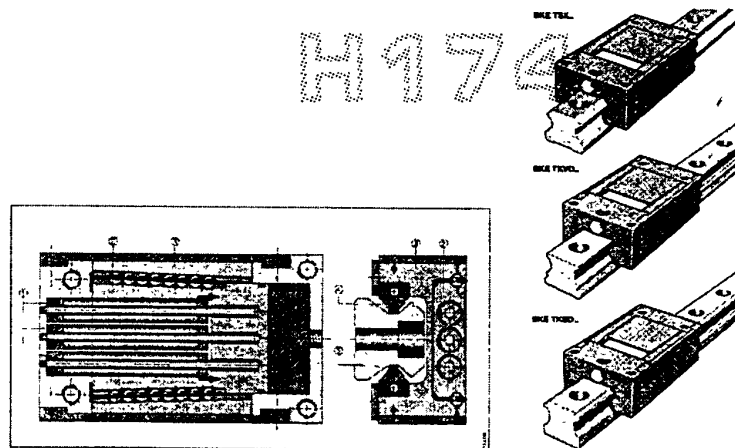


圖 4.3.11.7 INA 公司具煞車機構之線性滑軌構造示意圖

主軸平衡配重高速油封Parker可使用於1.5m/sec速度場合。FANUC 控制器常使用於一般工具機中，較為人詬病的為技資 release 的較少。其線性馬達亦為線性馬達驅動工具機中所經常使用。特前往參訪其攤位。其最新線性馬達的規格如下圖所示。

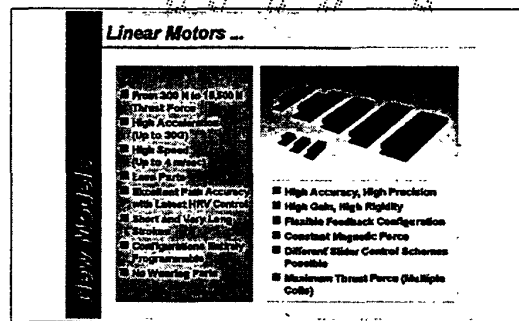


圖 4.3.11.8 FANUC 最新線性馬達規格

#### 4.4.DIXI 機器系列產品

本廠為建立各型追蹤雷達、搜索雷達、照明雷達、高精密穩定儀光電基座等大型精密基座及大型工件之搪孔、銑製自製能量，於本廠籌置 DIXI 410E 臥式工模搪床，並加建恆溫機房、添置刀具設定儀、儀器量校裝備及立搪頭附件，使具備立式搪孔銑面加工能量。因此此類大型高精度臥式座標鏜銑床及加工中心機亦列為參觀重點。

DIXI 機器系列產品包含 DIXI 100、DIXI 150、DIXI 200、DIXI 300、DIXI 400、DIXI 500、DIXI 300/400 TPA-5X 帶交換工作台的 5 軸同動加工中心電腦數控座標鏜銑床、電腦控制加工中心機、自動換刀裝置及交換工作台、彈性製造系統五軸加工中心機、自動換刀裝置及交換工作台、電腦控制高精度旋轉及傾斜工作台。

DIXI 機器之主要產品式樣、規格及設計特色整理如下圖及表內。

H974

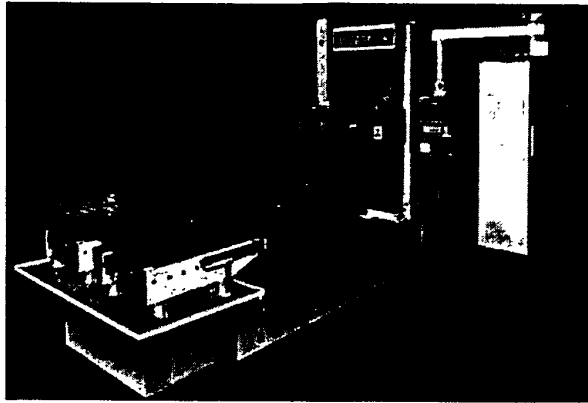


圖 4.4.1 DIXI 350 構型

型式	DIXI-350 CNC - Stand alone 4 axis. DIXI-350 TCA - Automatic tool changes 50-100 tools. DIXI-350 TPA/1 - With 2 pallet deposit stations (pictured). DIXI-350 TPA/2 - Up to 5 pallet deposit stations	
設計特色	3 Point Suspension : Eliminates elaborate foundation Fixed Spindle : Mimimized droop and assures straight bores V and Flat Guideways : Eliminates distortion Independent Measuring Systems : Assures repeatability at faster machining speeds Cast Iron Construction with Twin Columns : For stability and rigidity Spindle Head mounted between Twin Columns : Increased precision and greater metal removal	
Transversal stroke of the table - X	1000 mm	39.4"
Vertical stroke of the spindle head (spindle axis above the table) - Y	0-1000 mm	0-39.4"
Longitudinal stroke of the table - Z	1000 mm	39.4"
Circular motion of the table - B	360° continuous	360° continuous
Dimensions of machine table	840 x 1000 mm	33.1 x 39.4"
Dimensions of pallets	800 x 800 mm (800x1000mm)	31.5 x 31.5" (31.5x39.4")
Table load, max. admissible	2000 kg	4400 lbs.
—with pallet system	1200kg	2600lbs.
Feed rates X-Y-Z	2-10000 mm/min.	.08-394 ipm
—Rapid traverse	10 m/min	394 ipm
Direct spindle drive	10-6000 rpm	10-6000 rpm
Automatic tool changer	50/100/200 tools	50/100/200 tools
Tool change time	15 sec.approx.	15 sec.approx.
Positioning accuracy over entire travel as per VDI 3441	P<=4	P<=.00016"

表 4.4.1 DIXI 350 - FMS 系列主要規格





圖 4.4.2 DIXI 100 構型

表 4.4.2 DIXI 100 系列主要規格

型式	DIXI-100 CNC - Stand alone 4 axis. DIXI-100 TCA - Automatic tool changes 48 to 192 tools. DIXI-100 TPA - With 4 pallet deposit stations standard. FMS - DIXI 100's are designed for easy integration into flexible machining units.
設計特色	3 Point Suspension : Eliminates elaborate foundation Direct drive Spindle : Allows high RPM with minimal vibration and improved tool wear Integrated Spindle : Bearings cooled by it's own cooling device for high speed precision machining Monoblock Casting : Y-axis is a one piece monoblock casting box-section frame Cast Iron Construction with Twin Columns : For stability and rigidity Spindle Head mounted between Twin Columns : Increased precision and greater metal removal
Pallet dimensions	400x400mm;400x320mm;320x320mm
X axis Y axis Z axis	500mm;400mm;500mm
Rapid feed rate X,Y,Z linear axes; B axis	20m/min;35m/min; 16mm-1
Work spindle tool taper	ISO 40;BT 40;HSK
KW Power Rating	5.5 -18.5 100% ED
Spindle Speed Range	12,000~20,000
Number of tools	48 - 192
Tool change	3 to 6 chip to chip
Pallet stations	standard 4
CNC	GE Fanuc;Siemens
Weight	9,000kg
Resolution of measuring system	.00004"

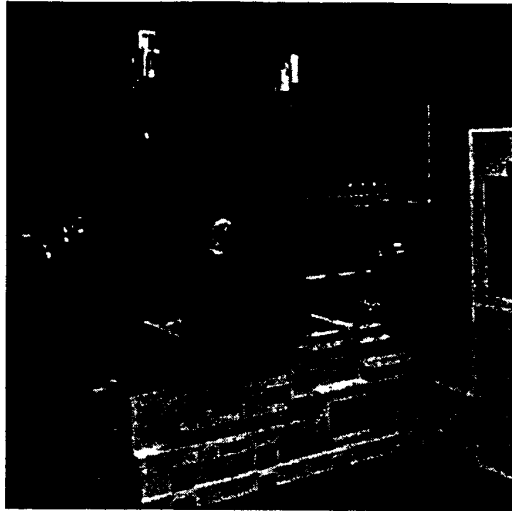


圖 4.4.3 DIXI 200 構型

表 4.4.3 DIXI 200 系列主要規格

型式	DIXI-200 CNC - Stand alone 4 axis. DIXI-200 TCA - Automatic tool changes 30 to 180 tools. DIXI-200 TPA - With 2 pallet deposit stations standard. FMS - DIXI 200's are designed for easy integration into flexible machining units.
設計特色	3 Point Suspension : Eliminates elaborate foundation Direct drive Spindle : Allows high RPM with minimal vibration and improved tool wear Integrated Spindle : Bearings cooled by it's own cooling device for high speed precision machining Monoblock Casting : Y-axis is a one piece monoblock casting box-section frame Cast Iron Construction with Twin Columns : For stability and rigidity Spindle Head mounted between Twin Columns: Increased precision and greater metal removal
Pallet dimensions	630x630mm ; 630x890mm
X · Y · Z axis	1000mm · 800mm · 1100mm
Rapid feed rate X,Y,Z linear axes : B axis	15m/min ; 15min-1
Work spindle tool taper	CAT 50 : ISO 50 : HSK
KW Power Rating	18.5 100% ED
Spindle Speed Range	8,000
Number of tools	30 - 180
Tool change	5 6-10 chip to chip
Pallet stations	standard 2
CNC	GE Fanuc Siemens
Weight	22,000kg
Resolution of measuring system	.00004"

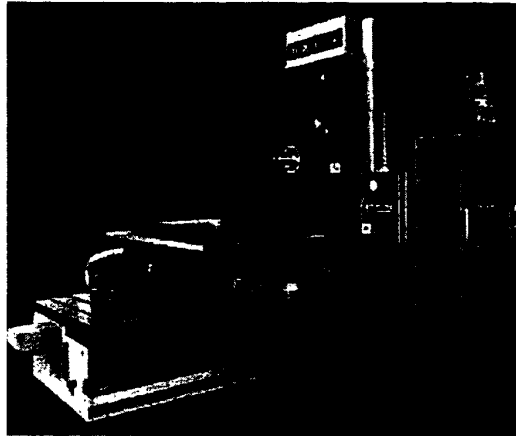


圖 4.4.4 DIXI 400 構型

表 4.4.4 DIXI 400 系列主要規格

型式	DIXI-400 CNC - Stand alone 4 axis. DIXI-400 TCA - Automatic tool changes 50-100 tools. DIXI-400 TPA/1 - With 2 pallet deposit stations. DIXI-400 TPA/2 - Up to 5 pallet deposit stations. FMS - DIXI 400's are designed for easy integration into flexible machining units
設計特色	Fixed Spindle : Minimized droop and assures straight bores Cast Iron Bed Parallel to Spindle: Ensures parallelism & straightness of bores V and Flat Guideways : Eliminates distortion Independent Measuring Systems : Assures repeatability at faster machining speeds Cast Iron Construction with Twin Columns : For stability and rigidity Spindle Head mounted between Twin Columns : Increased precision and greater metal removal
Transversal stroke of the table - X	1400 mm
Vertical stroke of the spindle head - Y	0-1200 mm
Longitudinal stroke of the table - Z	1000 mm
Circular motion of the table - B	360° continuous
Dimensions of machine table	1000 x 1350 mm
Dimensions of pallets	1000 x 1000 mm (1000 x 1250mm)
Table load, max. admissible---with pallet system	3000 kg
Feed rates X-Y-Z	2-10000 mm/min.
---Rapid traverse	10 m/min
Direct spindle drive	10-6000 rpm
Automatic tool changer	50/100/200 tools
Tool change time	15 sec. approx.
Positioning accuracy over entire travel as per VDI 3441	P<=5

#### 4.5.參觀心得

EMO 展會在展場與業界會面時，都會談到本屆展會競爭必然更為激烈，其主要原因如歐洲景氣不如預期，參觀人數似在減少，加上美國市場很壞，較去年同期再降 30%，如再加上紐約世貿大樓被攻擊摧毀事件，而使得美國廠商無法前來參加與參觀展會等，此種種因素已種下本屆展會較預期為差之主因。

另則是日本國內景氣回復不易，而其主力大廠八成以上均來 EMO 展會促銷，日本廠商傾全力之演出當然是可預期的。另一主要競爭對手則是韓國廠商，由於韓圓對美元是超貶貨幣，基本上競爭較有利，及韓國超級大廠商 DAEWOO，已採用大量生產方式目前估算每月應超過 400 台以上，會場亦傳出其準備在未來 3 年內，要突破年產 CNC 車床加上加工中心超過 500 台以上之國際級大廠之規模。

德國廠商在專用及特殊功能方面之超級能力，早已被國際上工具機買家所肯定，本屆展會又有德國超級明星 DMG 之超強表現，展會使用 19 號展館之心臟部位 4 千平方米，展出各種加工中心、CNC 車床 100 餘台，花費被估算超過 1 千萬馬克以上，全面動員其全球之代理商與經銷商，並發動各國買家組團前來，以高規格接待方式，將其展出現場推向世界第一，亦在大會上聽到各種說法，其去年營業額在 9 億歐元以上，已超過世界第一之日本 MAZAK，而且有能力將產量再大幅度之提升。DMG 在 19 館之表現被台商稱之為黑洞效果，吸引其他廠商被參觀之人潮。

總的來說，歐洲主力大廠均選定汽車、航太為其主力服務與行銷之主打產業，而其功能、品質與價格均是世界第一，亞洲除日本有部份機會外，其他很難與其相抗衡，如再加上 DMG 走大量生產泛用機型之方式，採用東歐以 OEM 方式代工來降低成本與量產後，則其在全球之競

爭將會大幅上升，各國工具機廠商想以低成本與其競爭當會更為困難。另如再加上韓國大廠商，大陸、印度與東歐廠之參與傳統工具機之低價行銷，未來全球價格戰必然更為艱苦。此波競爭必然是品質與價格戰，而擔任主要角色者是歐洲大廠商，美國、日本、台灣、韓國等之代表性工具機生產者，能參與此舞台者，其必備條件是品質、功能、價格與服務，缺一不可，亦預期在未來1~2年內，由於市場供過於求，及全球經濟趨勢無法立即好轉之情況，業界一定要有耐力，並強化管理與加強人才培訓，以應付此波最艱辛與最寒冷之苦戰。

H1974

## 5.參訪 DMG 公司

本節中將針對 GILDEMEISTER 集團於 EMO 中所展示的機種以及所參訪的兩個廠的情形進行說明。

### 5.1.公司規模與地址

GILDEMEISTER 集團目前在 31 個國家擁有 9 個生產廠、41 個 DMG 銷售和服務機構。Gildemeister 集團下屬四個分部分別為 Gildemeister Drehmaschinen GmbH、Gildemeister Italiana S.p.A.、Deckel Maho Pfronten GmbH、Deckel Maho Geretsried GmbH、Deckel Maho Seebach GmbH 和 Famot Pleszew S.A.。該集團提供的設備涉及整個車削和銑削領域，並結合了先進的雷射技術。該集團的業務範圍可分為車削、銑削、雷射技術和技術服務四大部分，全球的銷售和服務人員達到 1500 人。該集團的銷售和服務公司 DMG 負責設備的發運工作，從傳統的車床到高技術的 CNC 車削中心，從簡單的手動銑削設備到全自動萬能加工中心，DMG 公司為每一項製造工作提供最優設備。

和以製造中小型高精密加工機的 DECKEL MAHO Seebach 有別的 Gildemeister Drehmaschinen GmbH 位於 Bielefeld，地址為 GILDEMEISTER Aktiengesellschaft Gildemeisterstraße 60 D-33689 Bielefeld，Phone: +49 (0)5205 / 74 - 3001，Fax: +49 (0)5205 / 74 - 3081，e-mail : Info@gildemeister.com。位於 Geretsried 的科技中心佔地 57,000 平方米，Deckel Maho Geretsried GmbH 主要以設計及製造具高速銑削能力的立式及臥式加工中心機產品。HSC (High Speed Cutting) 銑床及包含目前世界上最先趨的線性馬達驅動式銑床，就是此部門的專長。DMC-H and DMC-V 系列為此部門的主要產品包含 DMC-V(DMC 63 V ,DMC 103 V ,DMC 70 V hi-dyn ,DMC 100 V hi-dyn ,DMC 65 V ,DMC 85 V linear ,DMC 165 V linear )、DMC-H(DMC 50 H ,DMC 60 H

hi-dyn ,DMC 63 H ,DMC 80 H hi-dyn )。除此以外，雷射雕刻機的設計製造亦是此部門的專長。模組化的零組件及控制設備使得本部門的設計能力已臻世界一流的工具機設計廠。

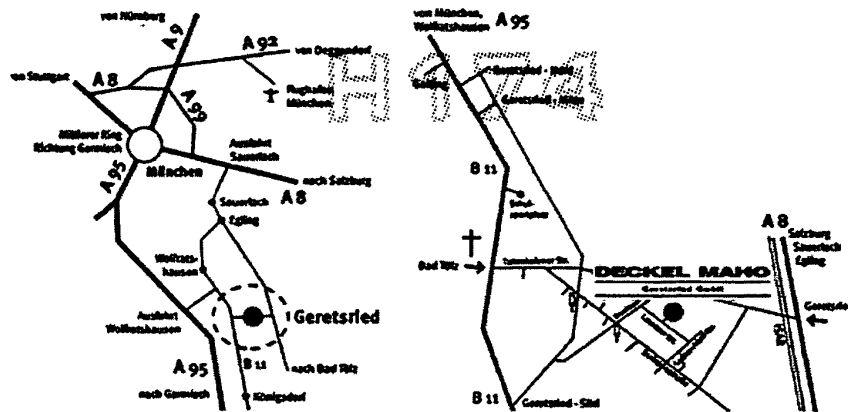


圖 5.1.1 DECKEL MAHO Geretsried GmbH 位置圖

DECKEL MAHO Pfronten GmbH 位於慕尼黑郊區的 Pfront，地址 Tiroler Straße 85 87459 Pfronten，Phone: 08363-89-122，e-mail : Info@gildemeister.com。DECKEL MAHO Pfronten GmbH 主要發展和生產大型萬用銑床和加工中心機，並包含立式及臥式五軸機器，除擁有結構設計能力及組裝技術外，控制器的軟硬體設計及整合技術亦是該公司引以為傲的地方。DMU-T and DMU-P 系列為此部門的主要產品包含 DMU-M/T(DMU 60 T ,DMU 80 T ,DMU 100 T )、DMU-P/V(DMU 60 P hi-dyn ,DMU 80 P hi-dyn ,DMU 125 P hi-dyn , DMU 125 T hi-dyn ,DMU 200 P hi-dyn ,DMU 160 P ,DMU 200 T hi-dyn )、DMP/DMC-U(DMC 60 U hi-dyn ,DMC 80 U hi-dyn ,DMC 125 U hi-dyn ,DMC 200 U hi-dyn ,DMC 160 U )、DMU/DMC-FD(DMU 80 FD ,DMU 125 FD ,DMC 80 FD ,DMC 125 FD )。

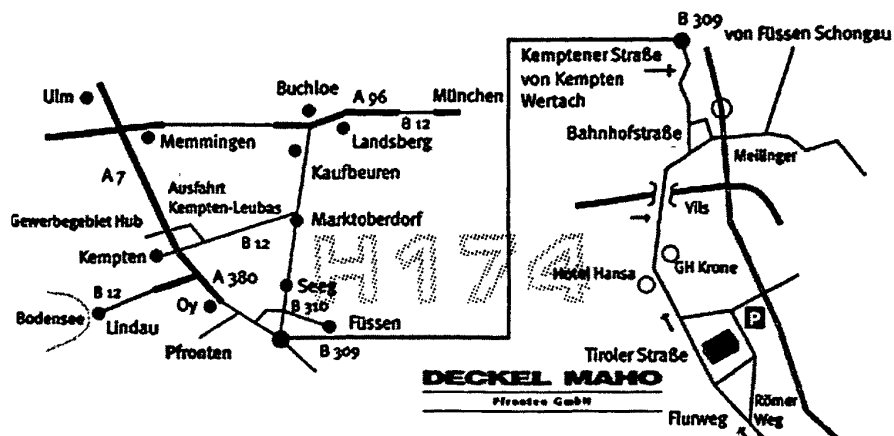


圖 5.1.2 DECKEL MAHO Pfronte GmbH 位置圖

## 5.2. 公司歷史及主要產品

GILDEMEISTER 集團在 2000 年以令人奪目的業績，獲得了自公司成立 130 年來最輝煌的成就；其總銷售額增長了 34%，銷售總值從 2 億多歐元增長到了 9 億多歐元；儘管競爭很激烈，但出口貿易增長了 56%，占銷售總額的 48%（去年為 41%）。銷售的產品以 DECKEL MAHO 的銑床、加工中心和鐳射設備為主，占整個銷售額的 50%。而且，在 2000 年集團第一次實現了電子商務銷售。電子商務在萬能機床，尤其是技術服務如 DMG 網路服務或培訓領域獲得了較大的發展。

2001 年以來，該公司繼續在成功的道路上闊步前進，定貨單、銷售和利潤再次增長。前三個月的銷售總額達到了 2.333 億歐元（增長 51%）。根據這種情況，GILDEMEISTER 集團決定重新制訂本年度營業額的增長計畫，並在德國漢諾威舉辦的 EMO 2001 年世界最大規模的機床工具博覽會更進一步刺激銷售；公司今年仍將加大投資力度，努力推出 25 個創新產品，並擴展現有的產品線。EMO 展在 19 展示廳內展出一組 56 台高技術機床，展出面積近 4000m<sup>2</sup>。並分別介紹用於車床和銑



床，以及用在鐳射切割和個別服務領域的兩套 DML 和 DMU L 系列產品的情況，並為參觀者提供豐富的有關產品和維護之資料。GILDEMEISTER 集團在這次 EMO 博覽會的一個重要項目是，該集團已致力於將高級動態線性驅動程式應用於車床上，這些設備有：CTV 線性系列立式車床、GLD 25 線性 CNC 縱向自動車床以及新型 CTX 線性系列萬能車床。上述所有設備都有一個顯著的共同特點：性價比非常的優越。CNC 技術應用到多主軸自動車床領域是本次展會的另一個新亮點。而雷射技術在工業應用方面將有較快的發展。這些新穎的展品令前來參觀的來賓耳目一新，亦引起眾多公司以及工具、模具製造廠商的關注。

#### 主要產品之車床類(turning)

- ◆ NEF - universal turning machines
- ◆ CTX - CNC universal turning machines
- ◆ CTV - vertical turning machines
- ◆ TWIN - two-spindle turning centres
- ◆ SPRINT - CNC automatic bar machines
- ◆ GD / GLD - CNC swiss-type sliding head automatics
- ◆ GM - multi-spindle automatic lathes, CNC multi-spindle turning centres

#### 主要產品之銑床類(milling)

- ◆ DMU-M/T - CNC universal milling machines
- ◆ DMU-P/V - CNC universal milling machines for 5-side machining
- ◆ DMC-V - vertical machining centres
- ◆ DMC-H - horizontal machining centres
- ◆ DMP/DMC-U - universal machining centres

- ◆ DMF - traverse column machines
- ◆ DMC-FD / DMU-FD - milling/turning centres

### 5.3. 參觀走覽

有別於國內的工具機機械廠，DMG 內部庭院廣場、客廳門廊、辦公座位，一體明亮潔淨。其廠房用途以裝配及測試為主，相關機械鑄造車銑元件全部外包製作。本次參訪主要仍以參觀其線性馬達工具機的組裝技術與所採用零配件的規格為主，並比較本廠所研發的機型是否有該補強與修正的地方。

該公司較有名氣的兩種高速加工機型為 DMC 65V 係以滾珠螺桿來帶動移動件，及以線性馬達驅動的 DMC 85V。其構型與規格分別如下圖及表所示。

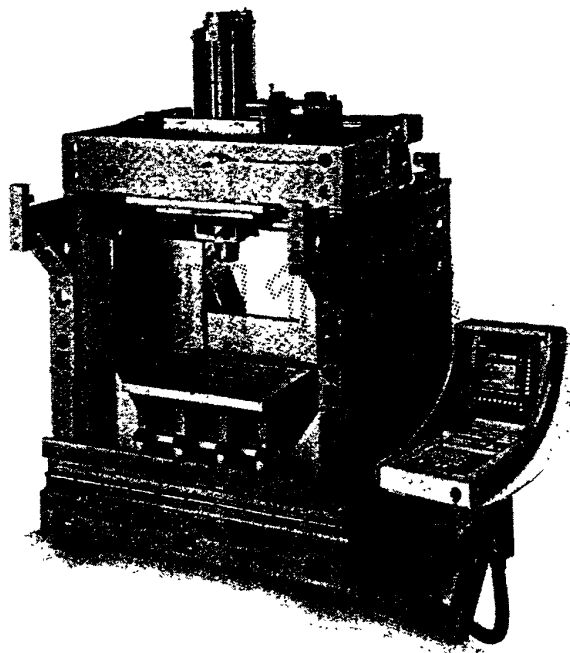


圖 5.3.1 DMC 65 V linear 構型

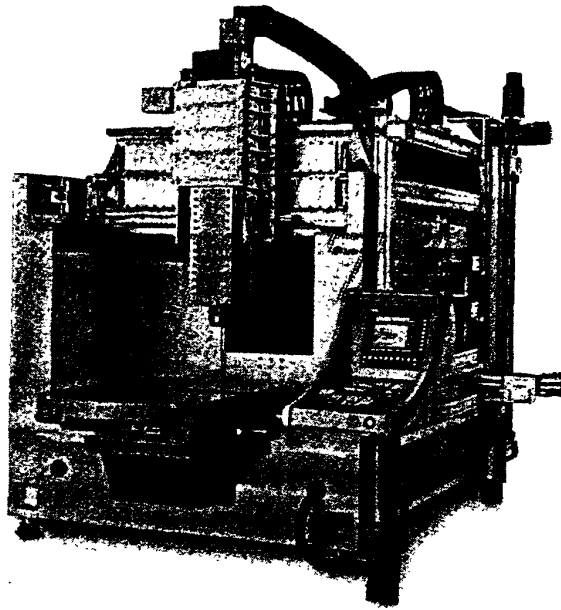


圖 5.3.2 DMC 85 V linear 構型

表 5.2.1 DMC 65V 與 DMC 85V 性能諸元

Technical Data:

Machine type		DMC 65 V	DMC 85 V linear
Working range			
X/Y/Z axis	mm	250/300/300	300/300/300
Max. rated distance Feed force X/Y/Z (100% DC)	N	10,000	8,000
Rapid traverse X/Y/Z	m/min	60	70
Feed acceleration X/Y/Z	m/s <sup>2</sup>	50	60/50/50
Positioning resolution X/Y/Z (with 100% DC)	µm	10	10
Work envelope (three power axis) X/Y/Z, DC	mm	250/300/300	300/300/300
Work envelope DC	mm	250/300/300	300/300/300
Speed range (max/min) with 100% DC	rpm	10,000/500	10,000/500
Tool magazine (optional system)			
No. of tools (standard) (optional)		30/40	30/40
Max. tool diameter (standard) (optional)	mm	12/16	12/16
Max. tool length	mm	300	300
Max. tool weight	kg	8	8
Chip-chip size (chip magazine)	mm	60	60
Table change (optional)			
Working area with table (300 x 300) (for loading and unloading)	mm	300 x 300	300 x 300
Max. table loading	kg	1,000	1,000
Work table (optional)			
Working area per side (T-slot)	mm	300 x 300	300 x 300
Table index cycle	s	8	8
Loading height (upper edge of work table raised)	mm	900	900
Max. table loading per working area at radius 100	kg	800	750
Coolant-lubricant systems			
Tool coolant with seal-off (standard) (with coolant separator)	l/min/bar	230/700	230/700
Pumping capacity of standard coolant system (with coolant separator)	l/min/bar	600/1.6	600/1.6
Max. coolant (with separator) above A-D or B			
Pumping capacity of coolant-lubricant system (optional)	l/min/bar	150/2.0	150/2.0
Spindle removed			
Swapping carriage (change height) (optional)	mm	0/30	0/30
Installation and connection data			
Transport weight of standard machine, work table included	approx. kg	8,000/10,000	10,000/12,000
Installation weight of standard machine, work table included	approx. kg	10,000/10,000	10,000/10,000
Max. connection	V/Hz	400/50	400/50
Rated current (300 kW J11/A, 1000 A) (optional)	A	100	100
Rated power	kVA	60	70
Consumption at (shown the demand) at 100% DC	kWh	1.5	1.5
Control and drive unit (numerical control) and Siemens digital drive package			
at President DMC 650 M and Heidenhain digital drive package			

--- with tool option  
--- optional

DMC 85V 之快速進給可達 60m/min.，加速度可達 1G，主軸轉速 18,000rpm。DMC 85V 係由 Deckel Maho Geretsried 分公司專為輕金屬或重金屬切削所設計及製造出的立式線性馬達傳動超高速加工中心機，應用範圍含蓋模具與刀具製造加工以及適用於大量生產之高速切削產品。本機型之快速進給可達 120m/min，加速度可達 2G。保證雙馬達同步平行操作之全數位設計之高科技產品。其 X/Y/Z 三軸工作行程為 850/630/500mm，主軸轉速 18,000rpm 並可選用 30,000rpm 主軸。

由於主要機型皆在 EMO 參展，廠內只能看到正在研發中的大型立式線性馬達傳動超高速五軸加工中心機 DMC 165V，它可進行乾式切削及硬式切削，且具有兩個平行的主軸(另一個為選購)，所有移動軸皆以線性馬達驅動。其 X/Y/Z 三軸工作行程為 1650/1200/800mm，主軸轉速 30,000rpm。A 軸轉角 $\pm 90$ 度，A 軸轉角則可達 360 度

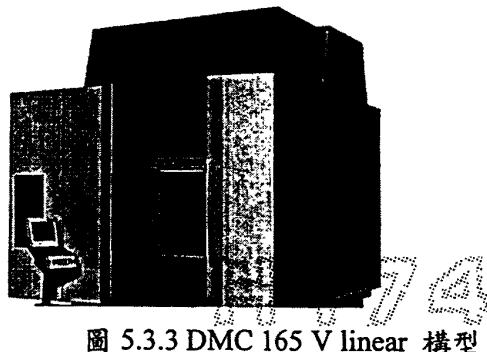


圖 5.3.3 DMC 165 V linear 構型

其它線性馬達驅動的機種還包括了 CTX 320/420 linear CNC 萬用車床、TWIN 500 linear 六面車銑加工機、GMC 20/35/55 linear 多主軸車床、GLD 25 linear 車床…，充分展示了 DMG 在線性馬達的設計應用以達爐火純青及運用自如的地步。

#### 5.4.心得收穫

DMG 的員工工作時相當的專心也相當的受到尊重，如果休憩時有任何經過腦力激盪出的改善點子，可立即透過架設於休憩區的電腦留下紀錄，並依貢獻度列入獎勵。"Fast, efficient, and economical"是走訪兩個廠中所常聽到及提及到的話。觀其控制器設計、結構設計與分析、控制電腦及電路製做組配、機械設計、委外機械加工、模組化設計等一系列研發設計製作流程，覺得 DMG 掌握了研發重點，達成自我品牌、獨立產品、重點技術、持續領先之經營順境。所以 DMG 公司才可以在本次的 EMO'01 中一口氣推出 24 台新產品。

Heidenhain TNC 430 M 及 Siemens 840D 控制器為 DMG 所極力推薦的產品，DMG 並認為 Fanuc 控制器由於不屬於 open control 的架構，所以在 EMO 展上消失，而且在未來市場上的佔有率亦會逐漸降低。DMG 所設計的工具機所採用的關鍵元件還包括帶煞車機構的 INA 線軌，Festo 平衡氣缸，Heidenhain 光學尺，Krauss Maffei 線性馬達，Box-in-Box 的結構設計，內藏式主軸的設計，其機器透過 internet 可進行遠距維修功能…都是此行的收穫。

除此之外，詢問 DMG 公司後得知，該公司發展線性馬達傳動高速工具機已屆五年，目前以立式為主，臥式由於較難設計因此目前正在設計中。比較目前本計畫所進行的臥式超高速工具機進度，實不遜於 DMG。同時此時亦感受到線性馬達工具機的研發實為世界性的發展主流。

## 6.參訪 STARRAG 公司

Starrag 公司專長於 5 軸全自動銑床的加工運用技術和對不同特殊材料的切削技術，從而鞏固了她在世界銑床領域的領先地位。Starrag 公司不僅提供單主軸和多主軸的 4-5 軸聯動的全自動銑床、加工中心系列，並且還提供多機床組合的 FMS 自動流水線、專用的 CNC 編程及軟體、專用銑刀刀具和最先進的切削加工技術。Starrag 公司有極其可靠的售後服務能力，有自己的銷售代表處及維修服務中心。

本次參訪 Starrag 公司，目的研討高速驅動系統組裝、驅動及五軸加工技術，以利未來科專建案時的參考。

### 6.1.公司規模與地址

公司位於瑞士蘇黎士郊區，地址為 Seeblichestrasse 61，CH-9404 Rorschacherberg，Switzerland，Tel.: +41 71 858 81 11，Fax: +41 71 858 81 22，E-Mail: sales@starrag.com。公司主要分別四個部門，分別為研發部、人力資源部、研發部與製造部門，上設計畫負責人與品質保證負責人兩位。目前該公司尚在北美設有分廠，員工總數約 700 人。

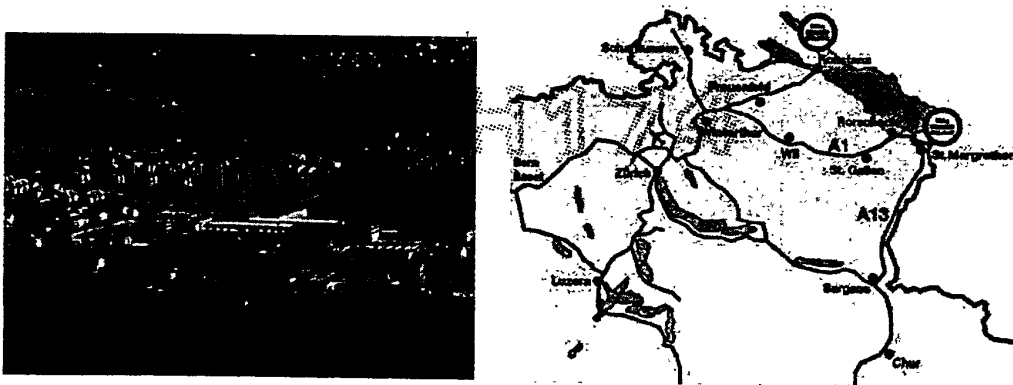


圖 6.1.1.STARRAG 外觀及位置

## 6.2.公司歷史及主要產品

STARRAG 公司創立於 1897 年，公司歷史悠久至今也有百年歷史，初期以製造紡織機為主，近 80 年來則以生產各式銑床，尤以設計與製造五軸加工中心機見長。機器多使用於航空結構、推進器及葉片製造加工，且單機自動化或彈性製造系統皆適用。1998 年與德國工具機廠 Heckert Werkzeugmaschinen GmbH 合併而成為目前的 StarragHeckert 集團。

Starrag 公司生產單主軸和多主軸 3 到 5 軸聯動的銑床加工中心，Starrag 除向客戶提供整套設備外，還提供加工技術指導。Starrag 公司研究出的 CAM 編程軟體和專用切削刀具具備了世界一流水平，Starrag 公司的銑床加工中心主要應用在對飛機的骨架、起落架、發動機外殼、發動機葉片、汽輪機葉片、風葉片、葉輪及 Blisk 等的加工。主要產品分為 HX·SX、ZS、ZT、NX 五種系列，各有不同的加工用途。

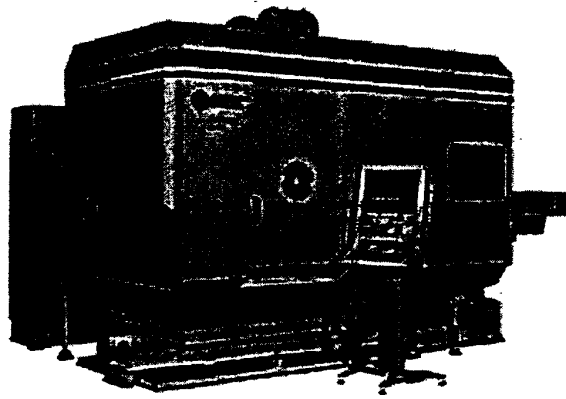


圖 6.2.1. HX-151 MISSION 外觀圖

單主軸(HX-251 為多主軸)，高性能五軸高速加工銑床，專為渦輪葉片加工所設計的機型。

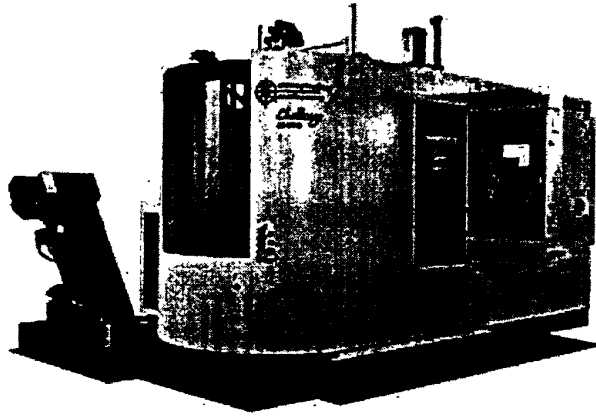


圖 6.2.2. SX-051B CHALLENGE

單主軸之臥式五軸加工中心機專為加工推進器及複雜曲面之轉動元件所設計製造。

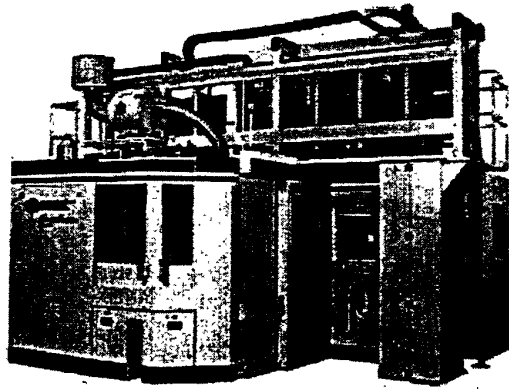


圖 6.2.3. ZS-500 CONSTELLATION

ZS-500 係基於 monobloc 的設計概念，為單主軸之臥式五軸加工中心機專為加工汽車零組件及航空另件所設計製造。



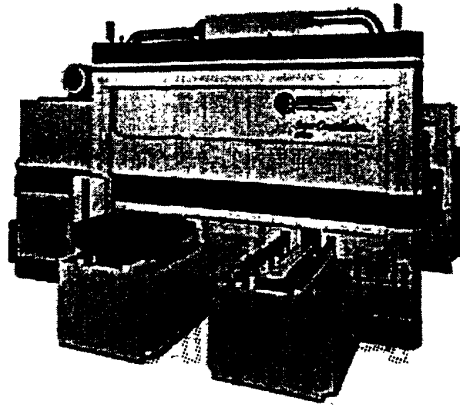


圖 6.2.4. ZT-800 SUPER CONSTELLATION

ZT-800 為單主軸五軸加工中心機專為大型另件所設計製造。而 NX-154 為多主軸之臥式五軸加工中心機，可擴充為彈性製造系統。

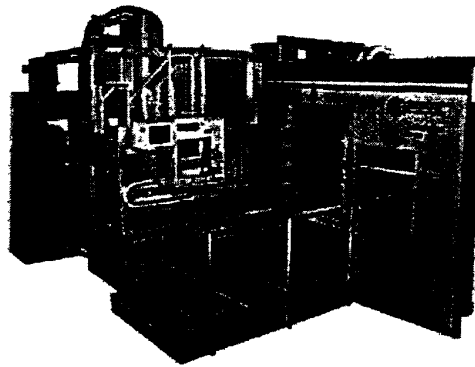


圖 6.2.5. NX-154 SOVEREIGN

H974

### 6.3. 參觀走覽

Starrag 已有 100 年歷史，有著 80 多年製造銑床設備的經驗。以解決複雜加工和製造等方面問題的專家而揚名，特別是在：

- ◆ 航空工業之飛機骨架及飛機起落架零件和發動機葉片等。
- ◆ 能源工業之氣渦輪機葉片及壓縮機葉輪等。
- ◆ 汽車工業之曲軸箱、齒輪箱和機械工程等。

對於這些挑戰，Starrag-Hackert 集團能提供一系列完整的三軸到五

軸聯的加工中心，並能提供 PMS，包括全套的技術設備、編程、刀具，特別是在高精度下對複雜曲面和特殊材料的加工擁有著豐富的經驗。Heckert 公司製造系列的 3 至 4 軸聯動臥式及臥立式，加工平臺從 400x400 到 1600x1250 的銑床加工中心。該系列加工中心均為通用型，在汽車、飛機、機床等製造業中得到了廣泛的應用。Heckert 加工中心的主要特點是快速換刀，快速換工件及快速的軸向進刀，這一切都大大地提高了生產效率，受到了廣大客戶的一致讚揚。

斯達拉格—海科特集團(Starrag Heckert)在 EMO 展會展出了三台新機床：SKM400 虛擬軸 4 軸聯動臥式加工中心、STC1000 型 5 軸聯動臥式加工中心和 FCWK500D 型柔性加工單元，同時展出的還有瑞士 Starrag 公司製造的各式銑削主軸，並展示集團最新研製的專利軟體技術拋光銑削。

和 DMG 的廠房一樣，STARRAG 內部庭院廣場及廠房相當乾淨整潔。其廠房用途以裝配及測試為主，相關機械鑄造車銑元件全部外包製作。廠內人員不多但盡是大型正組裝的機具。由於到該廠時已過晚，並沒有停留太久。

#### 6.4.心得收穫

該公司的產品雖然都用於航空零組件的加工，但是皆屬於超大型的機器，因此儘管在未來可考量於本廠內添購 STARRAG 的產品，於科專建案上確沒有太大的幫助。

老練的電機工程師在馬達經驗上的累積是 STARRAG 公司永續經營、保持領先的法寶。如下圖所示的結構設計可提供未來研發五軸加工機時的構型設計上可提供一些巧思的空間。

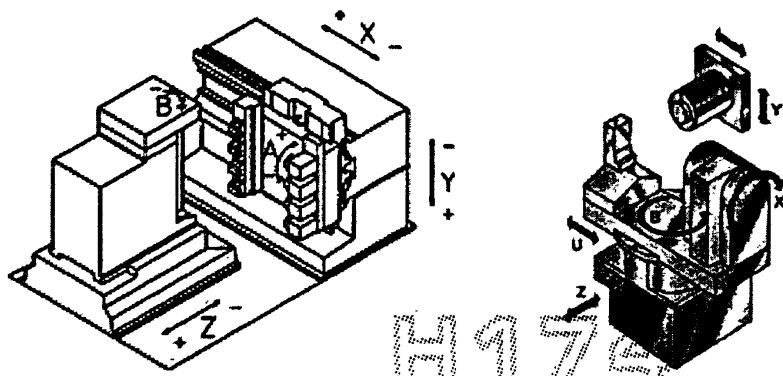


圖 6.4.1 NX-154 結構及 SX-051 之 B 軸設計概念

H974

## 7. 社交活動與舟車經驗談

本次的參訪行程由於恰巧碰到 911 紐約世貿大樓遭受到恐怖攻擊事件，以及納莉颱風侵襲北台灣，使得整個機票訂位作業具有相當的不確定性。幸好經由和航空公司的充分溝通，還是能夠符合已核定的行程，圓滿達成任務。本次的經驗將轉告其它公差出國同仁，出差申請必須提前而且和旅行社簽約時必須確認訂位成功否則取消合約不付費，同時親自到航空公司協助解決也是必要的方式。

本次行程由於不確定因素太高，除首日漢諾威的住宿外(還得擔心一旦行程取消，高額的訂房費用被沒收)因此都沒有事先向旅館訂房。行程中漢諾威適逢年度工具機大展、蘇黎士碰到假期及慕尼黑又逢啤酒節因此旅館住宿困難且費用又超高。最後只得住偏遠地區，使得整個參訪行程多少受到影響。

在 DECKEL MAHO 的參訪過程中，巧遇模具工會一團約 20 人到 DMG 參訪的團體，其中大部份是國內模具廠商的負責人，經交換名片後和他們一同宿於郊區 Ausberg 的 Intercity Hotel，儘管住宿費頗高，但他鄉遇故知，除了工程技術的正業之外，也略敘家常。晚間一同前往慕尼黑市區的超大型啤酒屋，一同喝德國啤酒、啃德國豬腳，對著全場的德國人合唱『望春風』，不僅建立了友誼也拉近了彼此間的距離。席間談及國內的產經狀況，他們除了憂心國內的經濟情勢外，認為拜耳撤資對國內經濟衝擊大於核四停工。為應付本次的經濟蕭條，各廠商都以不裁員度小月方式渡過，亦有人認為日本經濟衰退將會增加日本到台灣的訂單，大部份廠商都已經或準備到大陸設廠。此行中所遇到中國大陸的同胞亦不少，大致而言，大陸人對自己的政治和經濟狀況都具憧憬的。

本次參訪相當匆忙緊湊，時間太短。十天行程中花在往訪即去掉四天。參訪廠家不用太多的經驗將轉告其它公差出國同仁。

## 8. 出國效益分析

此次出國，成本包括差旅食宿費用新台幣 216,375 元，及人力時間聶一夫與石世雄兩位技正十天，計為 20 個人天，換算薪資人力成本含間接人力費，約為 8 萬元。其它持會公文的時間成本及間接人力不計，總計成本約 30 萬元。

以這樣的成本，能夠看到全世界最精銳的機械製造同業集聚一堂於芝加哥，親眼看到他們的最新產品，得到各先進工業國工具機發展資訊，其效益是絕對值得的。

所得到的資訊內容，在前面各章已詳述。包括線性馬達式及滾珠螺桿式高速工具機之工程技術及市場資訊。工程技術含高速主軸、高速進給、高剛性適阻尼結構、主軸旋轉動平衡、主軸重力靜平衡機構、高速線性馬達控制、線性滑軌、進給煞車、工具機 CNC 控制器、線性馬達式高速機台機械設計技術等。

經此次至實地參訪 WOHLLENBERGE 公司、STARRAG 公司、DECKEL MAHO 公司，並至 EMO'01 展覽會參觀，得到的是一個鮮明的高速工具機之機構設計與工程趨勢印象。回國後，當我們在做「線性馬達整合應用之高速加工系統」之設計時，或技資蒐尋引用時，均能時時對照回想出國時的所見所聞，從而對設計方向能淨思潔慮，引用最恰當的觀念，實現於我們的機構與結構設計中。

一台線性馬達高速工具機的單台售價在台幣 2 千萬元附近。單台如此昂貴，計畫成功之價值又何只單台售價之數十倍。以 30 萬元出國參訪以助其成功，當然值得。來年是設計驗證的關鍵期，更需繼續派本工作小組其它關鍵成員把握機會出國觀展與參訪。其效益必顯示在「線性馬達整合應用之高速加工系統」之成功。

## 9. 結論與建議

許多與高速工具機有關的工程問題期在此次任務內得到解答，不過因非技術合作關係，故很可惜，無法獲得全部解答。但將所有心得重新匯整於此，供本廠新的研究進展與技術經驗傳承。

- ◆ MIKRON 和 AGIE 及 CHARMILLES 結盟，互相分享技術，擴大服務顧客及市場佔有率。
- ◆ MIKRON 的 HSM400 型機器，採用 CONCRETE POLYMER 作為結構材料，可提高阻尼比及降低熱膨脹變形。
- ◆ EMO 展並未有太多的新產品，普遍來說新機型的外觀都非常美麗，具有曲線造型，且容易操作及維修。採用連桿式的加工中心已有增長的趨勢，當然高速化也是廠商競相推銷的利器之一。
- ◆ 可採用線性滑軌及煞車一體化的產品於加工中心機以減少空間的需求，採用油電設計機構。
- ◆ GILDEMEISTER 參觀時，了解到老公司如果能夠勵精圖治依然有前途，此時領導者的魄力、公司的願景及同仁的認同是公司成功的基石。
- ◆ GILDEMEISTER 將日本提出的改善及豐田的 JIT 融會貫通發展出 PULL 的作為，大量採用照片、型架具、顏色作管理，並全面信賴及尊重員工，提供適當的環境，讓員工腦力激盪提出改善方案，當然也提出相對的獎勵措施。
- ◆ GILDEMEISTER 採師徒制，學徒完成後要經過考試才決定工作地點，因此確保技術長存，該公司有甚多的年輕學徒，令人羨慕。
- ◆ GILDEMEISTER 原來以車床出名，進來發展甚多車銑中心機，該公司認為複合式加工中心可以因應零件精密化、複雜化及一體化的趨勢，此種加工中心也可以降低挾持的無用工時。

- ◆ GILDEMEISTR 的小型立式車床，其主軸頭的移動也採用線性馬達以降低非加工時間，其效果可達 40% 以上。
- ◆ GILDEMEISTER 認為西門子公司在線性馬達的研發上領先較多，線性馬達的兩大缺點為耗電及產生的熱量，具說已解決。
- ◆ DMG 的加工中心機，多配有熱補償的功能，感應器安裝於機體、主軸等處，並將資料輸入控制器內運算。
- ◆ DMG 認為 HIGE\_END 的機器才需要使用 LINEARMOTOR 驅動的機器，其效能再減少無用的加工時間，再切削過程中並無太大的效能。目前採用導螺桿的機器其速率已可達 60M/MIN，足夠加工使用範圍。
- ◆ DMG 認為高速銑切加工可以取代放電及線切割加工，具說銑切加工的鍛模其壽命比較長。
- ◆ DMG 的新型大型立式銑床 (GMG85V)，其底座採鋼板焊接，內部充填 POLYMER CONCRETE 以改善震動現象。
- ◆ 台灣模具業認為國產加工中心機的缺點是設計不良及品管控制不當、製造組裝不良和管理不當，因此在高價位機器上無法競爭，近來國外優良廠商如 DMG 大力改善並降低成本，正足漸壓縮台灣工具機業的市場。
- ◆ 高價位工具機設計務必考量震動、熱效應、易維護性、易操作性及高可靠度才有市場。
- ◆ 三軸重疊架構優點為機台移動組件配置於機台上方，無積屑防水等問題。高速伸縮護罩目前在邁向 120m/min 高進給速度時，噪音及使用壽命問題是考慮的重點，在高速伸縮護罩製作技術尚未成熟時，三軸重疊架構，可避免漏水影響傳動機構的壽命。
- ◆ 綜整世界各國目前發展線性馬達傳動高速工具機的機型及規格如

下表：

表 9.1 世界各國目前發展線性馬達傳動高速工具機的機型及規格

公司	機型/型式	X/Y/Z 行程 (mm)	進給速率 (m/min)	加速度	刀具型式	結構
Mori Seiki	HVM630 臥式	930/630/600	80(三軸)	X/Y 軸 1G Z 軸 1.5G	HSK 63A	Box in Box
TOYODA	LineaM 臥式	500/500/535	100(三軸)	X/Y 軸 1G Z 軸 1.5G	HSK 63A	Box in Box
OKUMA	MacStar400 臥式	520/460/420	120(三軸)	1G	BT 40	臥式 三軸重疊
HONDA	H-VT 6000	500/500/550	X: 100 Y: 100 Z: 75	1G	-	臥式 三軸重疊
Mitsui Seiki	VL30 立式	200/300/200	40(三軸)	1G	HSK 25	立式 三軸重疊
Matsuura	LX-1 立式	500/500/300	90(三軸)	1.5G	NC5#20	立式 三軸重疊
Deckel Maho	DMC 85V Linear 立式	850/630/500	120(三軸)	2G	HSK 63A	立式 三軸重疊
	DMC 165V Linear 立式	1650/1200/800	90(三軸)	2G	HSK A63	立式 三軸重疊
MAZAK	HYPERSONI C 1400L 立式	4200/1400/585	120(三軸)	0.7G	-	-
	F <sup>3</sup> -660L 臥式	660/660/500	120(三軸)	3.2G	-	-
SNK	Ultra-80L 龍門	2160/1760/850	X: 100 Y: 100 Z: 32	1G	ISO No.45	大型龍門
Ingersoll Europe	HVM600 HVM800	630/630/600 (HVM 600A) 1100/850/725 (HVM 800)	80(三軸)	X: 10 m/s <sup>2</sup> Y: 10 m/s <sup>2</sup> Z: 14.7 m/s <sup>2</sup>	HSK 63A (100A)	Box in Box
Renault Automation	URANE 20/25	630/500/400 (800/700/400)	80(三軸)	X: 12(10) m/s <sup>2</sup> Y: 12(10) m/s <sup>2</sup> Z: 15 m/s <sup>2</sup>	HSK 63A	Box in Box
Thyssen Production Systems (HÜLLER Hille)	Specht 500L	630/630/500	X: 100 Y: 100 Z: 120	X: 14 m/s <sup>2</sup> Y: 14 m/s <sup>2</sup> Z: 20 m/s <sup>2</sup>	-	Box in Box
Grob-Werke	BZ 600 L	800/630/550	X: 90 Y: 105 Z: 100	X: 8 m/s <sup>2</sup> Y: 12 m/s <sup>2</sup> Z: 20 m/s <sup>2</sup>	HSK 63A	-
Ex-Cell-O	XHC 240 XHC 241	630/630/710	120(三軸)	X: 14 m/s <sup>2</sup> Y: 14 m/s <sup>2</sup> Z: 14 m/s <sup>2</sup>	HSK 63A	Box in Box
Cincinnati	HyperMach™	X: 5000 mm Y: 2000 mm Z: 640 mm A: 40° B: 40°	X, Y: 100 Z: 50	X, Y: 2G Z: 1G	HSK 63F	Z3 主軸頭 (DST)
LMT	LMT	800/500/500	80(三軸)	X, Y: 1G Z: 2G	BT 40	Box in Box
PTW	PTW	350/600/300	60	2.5G	-	立式
MCM FORERUNNER		650/600/670	70(三軸)	X, Z: 15 Y: 20	HSK 63E	Box in Box



透過此次國外參訪及觀展，得到對高速工具機的整體趨勢之具體概念。總體來說，大家對結構設計都更注意了，也都有相當的成就。在線性馬達驅動的高速機台控制上，Sinumerik 840 D 及 Heidenhain TNC 430 為普遍使用的廠牌，並擁有遠距維修的功能。無論是否為線性馬達驅動的高速機台，相當多的廠牌也都使用 polymer concrete 材料。在週邊元件配合上，INA 提供線性滑軌煞車系統，Parker 提供重力平衡高速油壓缸之高速油封，FESTO 提供主軸平衡器。本廠現正開發之「線性馬達整合應用之高速加工系統」，正躬逢其盛，無論規格與機型於世界上均屬先進機種，執著於現有的研發方向實有相當的利基與前景。

H174

(封底)

H974

H974