

TAIROA

社團法人
台灣智慧自動化
與機器人協會

AIR AI
IR

智慧自動化
產業期刊

March
2020

03
VOL.32

機器人手眼協調應用

◦智慧農業 ◦汽車零組件 ◦倉儲分揀

Journal of Automation Intelligence and Robotics.

HIWIN®

HIWIN®

2019年榮獲「日經亞洲評論」亞洲300強 第16名

2016年榮獲日經Business評選為「全球上市企業綜合成長力百大」第5名

2015年榮登富比士(Forbes)全球創新成長百大企業第37名

入選美國NASDAQ股市機器人指數型基金(ROBO-STOX)權重排名TOP 10

智慧製造領航者

工業4.0最佳夥伴 INDUSTRIE 4.0 Best Partner



關節式機器手臂
Articulated Robot



史卡拉機器手臂
SCARA Robot



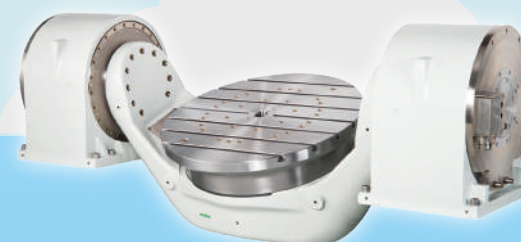
並聯式機器手臂
Delta Robot



晶圓機器人
Wafer Robot



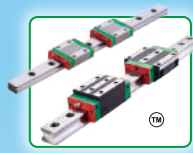
銑削主軸頭
Milling Head



Torque Motor迴轉工作台
Torque Motor Rotary Table



滾珠螺桿
Ball screw
滾珠花鍵
Ball Spline



線性滑軌
Linear Guideway



單軸機器人
Single-Axis Robot



軸承
Bearing
軸承座
Support Unit



諧波減速機
DATORKER®
Robot Reducer



末端效應器
End Effector



“上銀科技”
下肢肌力訓練機(未滅菌)
“HIWIN” Robotic Gait Training
System (Non-sterile)



力矩馬達
Torque Motor
直驅馬達
Direct Drive Motor



線性馬達
Linear Motor



線性馬達平台
Linear Motor Stage



運動控制器
Motion Controller
驅動器與伺服馬達
Drive & Servo Motor



微米與奈米級
定位平台
Micro and Nano
Positioning Stage

HIWIN海外廠

德國
www.hiwin.de

日本
www.hiwin.co.jp

美國
www.hiwin.com

義大利
www.hiwin.it

瑞士
www.hiwin.ch

捷克
www.hiwin.cz

新加坡
www.hiwin.sg

韓國
www.hiwin.kr

中國
www.hiwin.cn

以色列
www.mega-fabs.com

上銀科技股份有限公司
HIWIN TECHNOLOGIES CORP.
www.hiwin.tw
business@hiwin.tw
股票代碼：2049

大銀微系統股份有限公司
HIWIN MIKROSYSTEM CORP.
www.hiwinmikro.tw
business@hiwinmikro.tw
股票代碼：4576



市場焦點

Market Focus

06 經濟與景氣指標

資料來源
台灣經濟研究院
國家發展委員會
中華經濟研究院
資料整理
社團法人台灣智慧自動化與
機器人協會

16 全球5G 智慧製造風潮下 台灣所面臨的 機會與挑戰

資策會產業情報研究所(MIC)
李亦晴 產業分析師

20 機器人來了!專業服務機器人 將有兩位數成長

勤業眾信聯合會計師事務所
電信、媒體及娛樂產業負責人
溫紹群 執行副總經理

國際觀察

Market Outlook

24 MEDICA 觀察心得與 手術機器人發展趨勢

工研院產業科技國際策略發展所
黃仲宏 資深研究員

38 2019 iRex日本國際 機器人展參觀技術分享

精密機械研究發展中心

50 瑞典引領世界製造及創新趨勢 Sweden leads the global manufacturing and innovation trend

Business Sweden 瑞典貿易暨投資委員會台北辦事處

機器人 V.S 3D視覺專題

Robot Arm V.S 3D Visual Topic

58 智慧倉儲- 拆零揀選機器人 的技術發展、革新與應用

XYZ Robotics 星猿哲科技 王海婷 冷沂霏

62 機器人自動化先進技術 助力品質檢測及管控贏得機先

ABB Ltd.

64 邁向智慧製造: 機械手臂整合視覺的現況與未來

達明機器人股份有限公司

68 並聯式機器手臂應用 新一代科技農夫- 茗葉分撿自動化

上銀科技股份有限公司

72 KUKA “robutt” tests car seats

Sebastian Schuster, KUKA



76 協作型機器人趨勢 將邁向擁有更友善新介面的新世代

台灣發那科股份有限公司 ROBOT 營業部 陳孟弘 經理

產學研究 & 技術趨勢

Technology Research & Insight

80 太陽追日之淨水系統

邱銘杰 中州科技大學 電機與能源技術系 教授
陳禹文 集光環能開發有限公司 總經理

86 液態矽橡膠快速模具研製與應用

郭啟全 明志科技大學 機械工程系 教授
郭啟全 明志科技大學 智慧醫療研究中心 教授
林君憲 明志科技大學 機械工程系 研究生

好書推薦

Bookrecom

104 從A到A+ 企業從優秀到卓越的奧秘

遠流出版社

108 5G時代大未來 用大數據打造智慧生活與競爭優勢

時報出版社

產業行事曆

Industrial Calendar

110 2020國際展覽/ 參訪行事曆

社團法人台灣智慧自動化與機器人協會



量身打造培訓計畫 客製化企業包班

貴公司有培訓計畫及需求嗎？**TAIROA** 智動協會提供您智慧自動化、機器人、智慧機械等專業培訓課程，並可提供量身打造「客製化企業包班」服務，提高企業研發能量！

計畫目的

1. 針對廠商需求，提供「客製化」課程。
2. 提升企業員工在智慧自動化、機器人、智慧機械等研發設計及技術應用能量。
3. 增加受訓學員對於產業關鍵技術的掌握。

執行方案

包班運作模式：針對單一企業、關係企業、上下游整合性廠商或有興趣廠商，依據所需設計課程辦理員工培訓，協會提供講師、場地安排、行政事務等一切庶務，節省企業執行成本。

1. 時間：每次上課至少3~6小時，總時數達12小時(含)以上即符合課程開立標準。
2. 地點：可在公司內部場地上課或是貴公司認為適合的公共設施場地。
3. 內容：依公司需求編排課程內容。
4. 講師：企業指定講師，或由協會尋找適合的優秀講師。

課程特色

1. 師資：本會長期與智慧自動化及機器人領域的業界講師、教授群、及相關研發機構講師保持良好合作關係，開設「多軸機械手臂開發」、「機器伺服控制」、「自動化系統整合」、「機械夾爪設計」、「視覺感測技術」、「自動化工廠規劃」、「系統思考與專案管理」等專業培訓課程，亦配合自動化工程師證照考試開辦教育訓練課程，提供受訓學員豐富多元化的知識饗宴。
2. 課程設計：依企業提出的需求，客製化專屬培訓課程，亦可指定授課內容及講師，讓受訓學員掌握最新、最具價值的技術內涵。
3. 補助：協助企業爭取政府計畫資源，節省企業人才培育成本。

歡迎各家企業詢問，共同打造高品質人力資源！

出刊者	社團法人台灣智慧自動化與機器人協會
地址	40852 台中市南屯區精科路 26 號 4 樓
電話	+886-4-2358-1866
傳真	+886-4-2358-1566
創刊日期	中華民國 101 年 6 月

發刊時程	每季一期
本期出版日期	民國 109 年 03 月號
發行期數	期刊，全彩印刷
發行數量	3,000 本 / 期
發行區域	國內及國外重要機器人與自動化展覽
發行對象	社團法人台灣智慧自動化與機器人協會全體會員、工具機暨零組件業、物流傳動業、汽機車與自行車業、食品製造廠、紡織、電機電子業、五金業等設備或零組件製造商、研發單位及學術機構等，發行對象遍及產業供需體系，國內外展覽會。

本刊電子版載於社團法人台灣智慧自動化與機器人協會網站，網址為<http://www.tairoa.org.tw>

編輯單位	社團法人台灣智慧自動化與機器人協會 Taiwan Automation Intelligence and Robotics Association
地址	40852 台中市南屯區精科路 26 號 4 樓 4F., No.26, Jingke Rd., Nantun Dist., Taichung City 408, Taiwan (R.O.C.) 10059 台北市新生南路一段 50 號 6 樓 603 室 Rm. 603, 6F., No.50, Sec. 1, Xincheng S. Rd., Zhongzheng Dist., Taipei City 100, Taiwan (R.O.C.)
聯絡專線	(04)2358-1866、(02)2393-1413
傳真	(04)2358-1566、(02)2393-1405
電子郵件	service@tairoa.org.tw
網址	www.tairoa.org.tw
美術編輯	多芳資訊科技有限公司 (04)2393-7625
投稿說明	(一) 歡迎各界提供智慧製造 / 機器人相關產業趨勢及技術文章，來稿採用匿名審查制度，由本出版單位編輯部與相關學者專家審核之。 (二) 凡接受刊登之文章，本出版單位得視編輯之需要，決定刊登的版面配置與形式。

版權所有 未經同意請勿轉載。本刊內文文責由作者自負，文章著作權由本刊享有，欲利用本刊內容者，須徵求社團法人台灣智慧自動化與機器人協會同意或書面授權。

經濟與景氣指標

資料來源：台灣經濟研究院、國家發展委員會、中華經濟研究院
資料整理：社團法人台灣智慧自動化與機器人協會

景氣概況本次發布日期為 2 月 25 日；
臺灣採購經理人指數本次發布日期為 3 月 7 日

儘管美中雙方於 1 月中正式簽署第一階段貿易協議，有助於降低全球經濟不確定性，然而受到 2019 新型冠狀病毒 (COVID-19) 疫情逐漸升溫影響，病毒擴散恐將衝擊全球經濟表現。在國內方面，受到農曆春節因素影響，令工作天數減少，加上新冠病毒疫情擴大，使製造業廠商不僅看壞當月景氣，對於未來半年景氣看法亦偏向保守；零售業與餐旅業廠商看壞未來半年景氣表現；據台灣經濟研究院調查結果，經過模型試算後，1 月製造業、服務業與營建業營業氣候測驗點均呈現同步下滑。

美國商務部經濟分析局 (BEA) 公布美國 2019 年的經濟成長率為 2.3%，而該年第 4 季之經濟成長年增率亦為 2.3%。第 4 季的美國民間消費成長年增率則達 2.6%，提供了主要的成長動能。然而民間投資成長率，相較於前一年同期，下滑 1.9%。第 4 季美國的投資動能明顯轉弱，更是川普總統上任後，首次出現的年增率負成長。此外，美國去年第 4 季商品與勞務的輸出及輸入成長年增率，分別為 0.2% 及 -2.2%。

有關美國就業市場表現方面，根據美國勞動統計局發佈的 2020 年 1 月美國失業率為 3.6%，較 2019 年 12 月失業率增加 0.1 個百分點，新增非農就業人數為 22.5 萬。通貨膨脹率方面，美國 2020 年 1 月消費者物價指數 (CPI) 年增率為

2.5%，較前月數值上揚 0.2 個百分點。扣除食品與能源價格的核心 CPI 年增率，仍達 2.3%。聯準會 (Fed) 於 2019 年三次降息，引導聯邦基金利率降至 1.50-1.75% 區間。由於 Fed 所重視的個人消費支出平減指數 (PCE) 年增率仍未達 2.0% 目標，因此短期內再次調整利率的機會不大。至於美國經濟近期的景氣展望方面，參考美國供應管理研究所 (Institute of Supply Management, ISM) 公佈美國的 2020 年 1 月製造業採購經理人指數 (PMI) 為 50.9 點，較前一個月數值上揚 3.1 點。另外 ISM 公佈的 2020 年 1 月非製造業採購經理人指數 (NMI) 為 55.5 點，較前一個月指數上揚 0.6 點。美國 PMI 反彈回到擴張範疇，且 NMI 持續上揚，意味美國目前經濟情勢仍為樂觀。

2019 年 12 月中國武漢爆發新冠病毒疫情，因適逢元旦及農曆春節假期，隨著人群的大量流動，包括上海、浙江、廣東、北京等地，甚至亞洲、歐洲、美洲等地區國家也出現確診病例，截至 2 月 20 日止，全球確診人數已超過 7 萬餘人，已超過 2,000 餘人死亡。中國內地有超過 80 個城市採取封城或封閉式管理，也有部分地區採用「戰時管理」等，隨著交通阻斷，運輸、物流、倉儲的困難，引發了上游缺料、生產缺工、下游無法出貨等人、貨皆斷的影響。此已嚴重影響到中國 1 月底起的各項經濟表現，其影響程度將視疫情

控制時程而定。國際主要預測機構對中國第 1 季 GDP 成長預測在 2.6% 至 4.7% 間，對全年預估值則在 5% 至 5.8% 間。

依據中國官方最新公布的經濟數據，物價方面，1 月份 CPI 年增率為 5.4%，較 2019 年 12 月增加 0.9 個百分點，主要係因豬肉價格上漲 116.0% 帶動食品類價格上漲 20.6% 所致；全國工業生產者出廠價格年增率為 0.1%，較 2019 年 12 月增加 0.6 個百分點。在實際使用外資方面，1 月新設外商投資金額為 875.7 億元人民幣，較 2019 年同期成長 4% (未含銀行、證券、保險領域數據)。在生產與商業活動方面，2020 年 1 月中國製造業 PMI 各分項指標除新訂單、就業等指標較 2019 年 12 月略為回升外，其餘指標皆下滑，指標水準來到 50.0%，較 2019 年 12 月減少 0.2 個百分點，但仍在榮枯線上。若再從企業規模看，小型企業 PMI 為 48.2%，較 2019 年 12 月增加 1.4 個百分點，大、中型企業 PMI 為 50.4% 及 50.1%，分別 2019 年 12 月減少 0.2 及 1.3 個百分點；非製造業活動方面，因所有指標皆較 2019 年 12 月增加，致整體非製造業商務活動指數來到 54.1%，較 2019 年 12 月增加 0.6 個百分點，顯示製造業及非製造的 PMI 皆處於榮枯線上方。而 IHS Market 2 月份最新預測，受到新冠病毒疫情、美中簽署第一階段協議等因素影響下，對 2020 年經濟成長率預估為 5.43%，較 1 月調降 0.38 個百分點。

國內對外貿易方面，受到今年農曆春節連假時間較往年為早，工作天數較去年同期大幅減少 6 天，使得 1 月出口年增率由正轉負，由上月出口成長 3.97% 轉為衰退 7.57%。在主要出口產品方面，除電子零組件出口因來自智慧型手機、高效能運算等需求活絡之支撐，得以維持小幅成長外，其餘產品均明顯下滑，基本金屬及其製品、機械、塑橡膠及其製品、化學品、礦產品、光學器材與電機產品出口年增率皆呈雙位數衰退；進口方面，同樣受到春節因素影響，加上廠商採購原物料仍偏向保守，使得農工原料與消費品進口皆轉為負成長，資本設備進口雖仍維持正成長，然漲幅已由上月 66.3% 大幅下滑至 2.7%，令 1 月進口年增率由上月成長 13.91% 轉為衰退 17.66%。

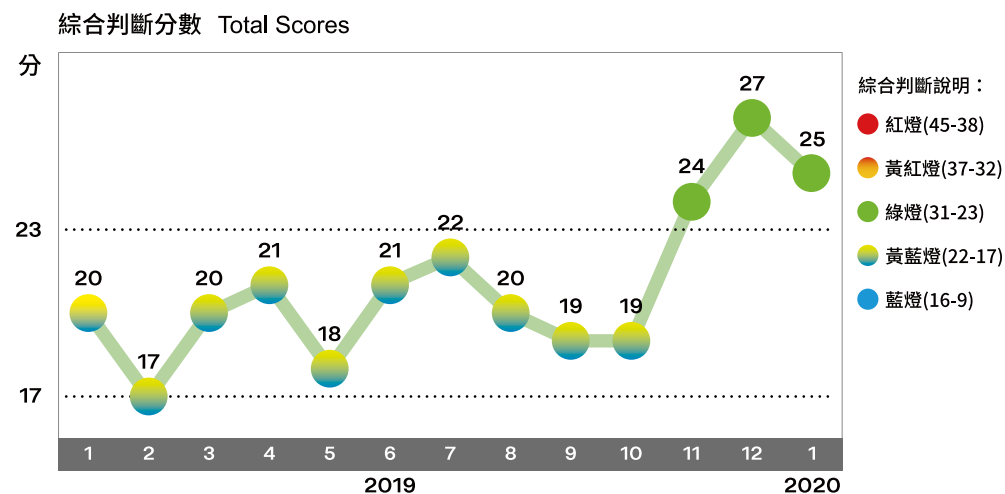
景氣對策信號

109 年 1 月景氣對策信號綜合判斷分數為 25 分，較上月減少 2 分，燈號續呈綠燈；景氣同時指標雖續呈上升，惟領先指標連續 2 個月緩跌，顯示景氣回溫暫時受不確定因素干擾，須密切關注後續發展 (圖 1、圖 2)。

- 貨幣總計數 M1B 變動率：由上月 7.5% 減至 6.9%，燈號續呈綠燈。

- **股價指數變動率：**由上月 21.6% 增至 22.5%，燈號續呈紅燈。
- **工業生產指數變動率：**由上月上修值 3.5% 增至 10.5%，燈號由綠燈轉呈黃紅燈。
- **非農業部門就業人數變動率：**年增率 0.55%，與上月持平，燈號續呈藍燈。
- **海關出口值變動率：**年增率 -0.01%，與上月上修值持平，燈號續呈黃藍燈。
- **機械及電機設備進口值變動率：**由上月 33.0% 減至 11.2%，燈號由紅燈轉呈黃紅燈。
- **製造業銷售量指數變動率：**由上月 4.4% 減至 2.2%，燈號續呈綠燈。
- **批發、零售及餐飲業營業額變動率：**由上月 4.3% 減至 -5.9%，燈號由綠燈轉藍燈。
- **製造業營業氣候測驗點：**由上月下修值 96.4 點減至 94.2 點，燈號續呈黃藍燈。

圖 1. 近一年景氣對策信號走勢圖（國家發展委員會）



		2019 年												2020 年		
		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月		1 月	
													燈號	% 數	燈號	% 數
綜合判斷	燈號															
	分數	20	17	20	21	18	21	22	20	19	19	24	27		25	
貨幣總計數 M1B														7.5		6.9
股價指數														21.6		22.5
工業生產指數													3.5 _r		10.5	
非農業部門就業人數													0.55		0.55	
海關出口值													-0.01 _r		-0.01	
機械及電機設備進口值														33.0		11.2
製造業銷售量指數														4.4		2.2
批發、零售及餐飲業營業額													4.3		-5.9	
製造業營業氣候測驗點													96.4 _r		94.2	

註：1. 各構成項目除製造業營業氣候測驗點之單位為點（基期為 95 年）外，其餘均為年變動率；除股價指數外均經季節調整。

2. r 為修正值。

圖 2. 一年來景氣對策信號 (國家發展委員會)

景氣指標

01 領先指標 領先指標不含趨勢指數為 101.63，較上月下降 0.11%（詳表 1、圖 3）

表 1. 景氣領先指標 (國家發展委員會)

項目	108 年 (2019)						109 年 (2020)
	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月
不含趨勢指數	101.51	101.59	101.71	101.79	101.82	101.74	101.63
較上月變動 (%)	0.06	0.08	0.11	0.08	0.02	-0.08	-0.11
構成項目 ¹							
外銷訂單動向指數 ²	100.43	100.33	100.10	99.69	99.03	98.12	97.18
實質貨幣總計數 M1B	100.24	100.24	100.23	100.23	100.22	100.20	100.18
股價指數	99.78	99.84	99.93	100.06	100.21	100.36	100.52
工業及服務業受僱員工淨進入率 ³	100.12	100.12	100.10	100.03	99.93	99.78	99.61
建築物開工樓地板面積 ⁴	99.86	99.85	99.91	100.01	100.16	100.36	100.59
實質半導體設備進口值	99.84	99.99	100.28	100.67	101.14	101.65	102.16
製造業營業氣候測驗點	100.07	100.12	100.14	100.15	100.19	100.25	100.30

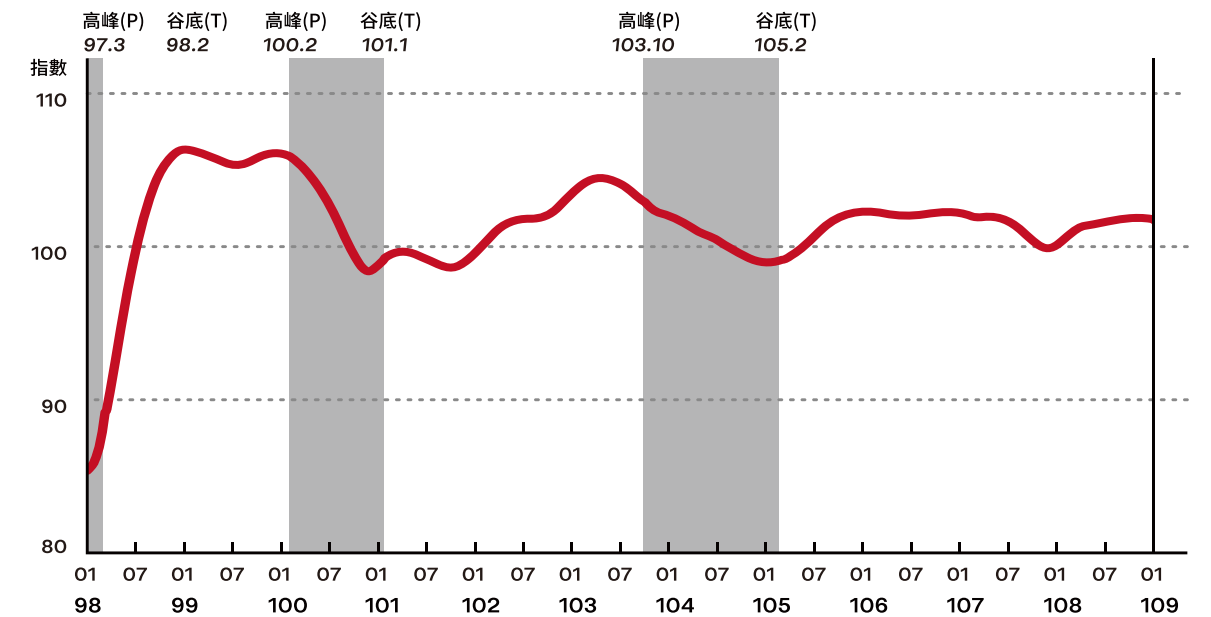
註：1. 本表構成項目指數為經季節調整、剔除長期趨勢，並平滑化與標準化後之數值。以下表同。

2. 外銷訂單動向指數採用以家數計算之動向指數。

3. 淨進入率=進入率-退出率。

4. 建築物開工樓地板面積僅包含

4. 建築物開工後地板面積達已日在佰類 (在七) 同來類 辦公服務類 工業倉庫類 + 統計資料



註：陰影區表景氣循環收縮期，以下圖同。

圖 3. 領先指標不含趨勢指數走勢圖（國家發展委員會）

7 個構成項目經去除長期趨勢後，4 項較上月上升，包括實質半導體設備進口值、建築物開工樓地板面積、股價指數、製造業營業氣候測驗點；外銷訂單動向指數、工業及服務業受僱員工淨進入率、實質貨幣總計數 M1B 則較上月下滑。

02 同時指標 同時指標不含趨勢指數為 101.27，較上月上升 0.28%（詳表 2、圖 4）。

表 2. 景氣同時指標（國家發展委員會）

項目	108 年 (2019)							109 年 (2020)
	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	
不含趨勢指數	99.53	99.84	100.10	100.37	100.68	100.99	101.27	
較上月變動 (%)	0.34	0.31	0.26	0.27	0.31	0.31	0.28	
構成項目								
工業生產指數	99.40	99.61	99.82	100.09	100.42	100.83	101.28	
電力（企業）總用電量	99.39	99.34	99.30	99.32	99.42	99.58	99.79	
製造業銷售量指數	99.73	99.85	99.95	100.05	100.17	100.30	100.43	
批發、零售及餐飲業營業額	99.90	99.95	99.92	99.80	99.58	99.29	98.93	
非農業部門就業人數	99.97	99.94	99.90	99.86	99.82	99.78	99.74	
實質海關出口值	100.10	100.19	100.22	100.21	100.19	100.12	100.01	
實質機械及電機設備進口值	99.55	99.80	100.12	100.48	100.85	101.21	101.53	

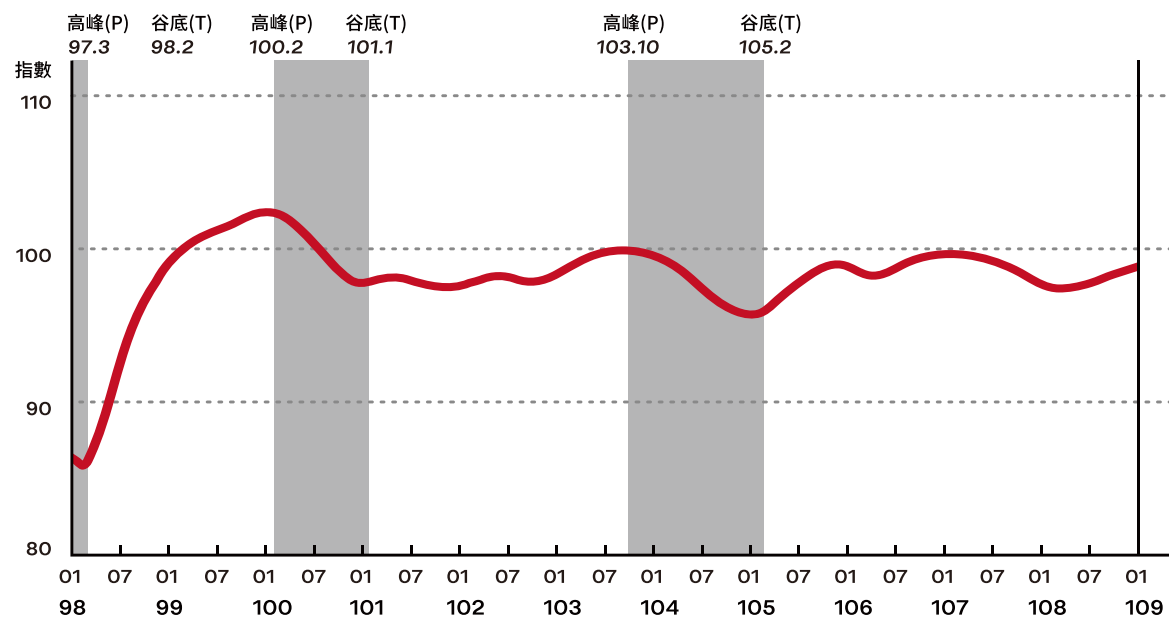


圖 4. 同時指標不含趨勢指數走勢圖（國家發展委員會）

7 個構成項目經去除長期趨勢後，4 項較上月上升，包括工業生產指數、實質機械及電機設備進口值、電力（企業）總用電量、製造業銷售量指數；批發、零售及餐飲業營業額、實質海關出口值，以及非農業部門就業人數則較上月下滑。

03 落後指標 落後指標不含趨勢指數為 96.54，較上月下滑 0.88%（詳表 3、圖 5）。

表 3. 景氣落後指標（國家發展委員會）

項目	108 年 (2019)							109 年 (2020)
	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	
不含趨勢指數	100.39	99.93	99.44	98.84	98.17	97.40	96.54	
較上月變動 (%)	-0.48	-0.46	-0.49	-0.60	-0.68	-0.78	-0.88	
構成項目								
失業率 ¹	99.86	99.86	99.87	99.88	99.90	99.92	99.94	
製造業單位產出勞動成本指數	100.24	99.91	99.54	99.07	98.46	97.74	96.92	
金融業隔夜拆款利率	100.03	100.03	100.02	100.02	100.02	100.015	100.014	
全體金融機構放款與投資	100.12	100.18	100.29	100.42	100.59	100.79	101.00	
製造業存貨價值	100.16	99.95	99.69	99.40	99.11	98.81	98.50	

註：¹ 失業率取倒數計算。

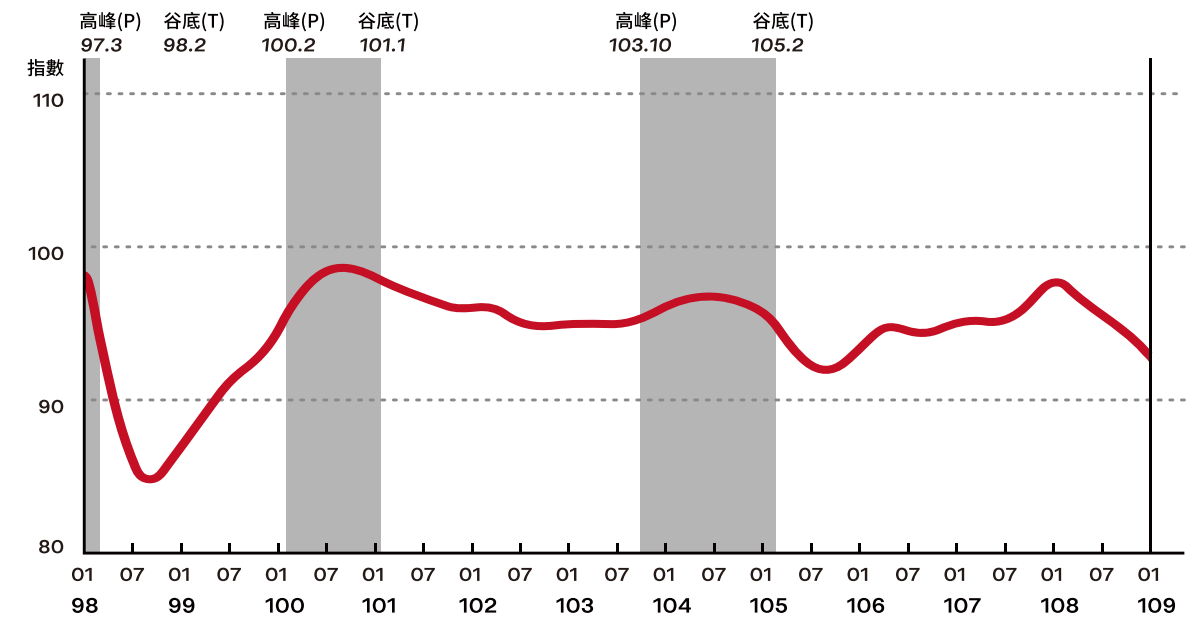


圖 5. 落後指標不含趨勢指數走勢圖（國家發展委員會）

5 個構成項目經去除長期趨勢後，2 項較上月上升，包括全體金融機構放款與投資、失業率；其餘 3 項則較上月下滑，分別為：製造業單位產出勞動成本指數、製造業存貨價值，以及金融業隔夜拆款利率。

製造業採購經理人指數 (PMI)

由國發會公布 2020 年 2 月經季節調整後之臺灣製造業採購經理人指數 (PMI) 已連續 5 個月呈現擴張，指數較 1 月攀升 1.4 個百分點至 52.7%(圖 6)。受中國大陸新冠肺炎 (COVID-19) 之封城斷鏈等衝擊，供給端而非需求推動因素致使 PMI 五項組成指標之供應商交貨時間指數創 2012 年 7 月以來最大攀升幅度，是全體製造業 PMI 擴張速度加快的主因之一。

因擔憂供給面斷鏈衝擊，產業急拉貨與催料動作致使本月新增訂單仍較 1 月擴張。即使 2 月營業天數較 1 月增加，季調後生產數量仍持續緊縮，主因不少電子暨光學產業與交通工具產業的工廠或上游供應商仍面臨部分停工或缺料所致。故整體製造業面臨訂單擴張、生產緊縮、供應商交貨時間指數創新高、存貨卻轉為緊縮，而未完成訂單仍呈現擴張，無法順利出貨的挑戰。

(表 4) 全體製造業經季節調整後之「供應商交貨時間指數」續揚 6.0 個百分點至 63.1%，為 2012 年 7 月以來最快上升速度 (高於 50.0%)。受中國大陸新冠肺炎 (COVID-19) 之封城斷鏈等衝擊，電子暨光學產業 (70.7%)、交通工具產業 (61.9%) 與電力暨機械設備產業 (64.0%) 之供應商交貨時間指數攀升幅度分別達 8.3、11.9 與 15.2 個百分點。其中，電子暨光學產業之供應商交貨時間指數已來到 2012 年 7 月以來的最快上升速度。基礎原物料產業已連續 10 個月回報供應商交貨時間呈現下降 (低於 50.0%)，惟指數續揚 2.3 個百分點至 48.8%。化學暨生技醫療產業與食品暨紡織產業已分別連續 4 與 5 個月回報供應商交貨時間為上升，惟指數分別回跌 1.4 與 2.9 個百分點至 58.3% 與 54.8%。

其次，全體製造業之「存貨指數」由持平 (50.0%) 續跌 5.9 個百分點至 44.1%，為 2016 年 1 月以來最快緊縮速度。電子暨光學產業與交通工具產業之存貨指數皆已連續 2 個月緊縮，且本月指數分別大跌 6.3 與 19.6 個百分點至 41.9% 與 26.2%。其中，交通工具產業之存貨指數已來到 2012 年 7 月以來最快緊縮速度。食品暨紡織產業之存貨數量指數中斷連續 2 個月的擴張，指數下跌 13.1 個百分點至 48.4%。基礎原物料產業之存貨指數由持平 (50.0%) 續跌 6.1 個百分點至 43.9%。電力暨機械設備產業之存貨數量指數中斷連續 6 個月的緊縮，指數攀升 5.9 個百分點至 51.2%。化學暨生技醫療產業已連續 2 個月回報存貨指數為擴張，惟擴張速度趨緩，指數回跌 2.0 個百分點至 53.6%。

全體製造業之「未完成訂單指數」攀升 3.0 個百分點至 55.9%，連續第 3 個月呈現擴張。化學暨生技醫療產業 (52.4%)、電子暨光學產業 (62.6%) 與基礎原物料產業 (53.7%) 之未完成訂單皆呈現擴張速度加快走勢，指數分別較前月攀升 1.0、6.8 與 1.4 個百分點。其中，電子暨光學產業之未完成訂單指數已來到 2018 年 4 月以來最快擴張速度。交通工具產業與電力暨機械設備產業之未完成訂單已連續 23 與 10 個月緊縮，且指數各下跌 6.0 與 5.8 個百分點至 35.7% 與 41.9 %。食品暨紡織產業之未完成訂單指數由持平 (50.0%) 續跌 1.6 個百分點至 48.4%。

最後，全體製造業已連續 2 個月回報「未來六個月展望指數」中斷連續 2 個月的擴張，指數由 1 月的 63.7% 驟跌 26.9 個百分點至 36.8%，為 2012 年 7 月以來最大跌幅。化學暨生技醫療產業

與食品暨紡織產業之未來展望指數分別重跌 38.7 與 33.8 個百分點至 23.8% 與 25.8%，皆為最快緊縮速度。電子暨光學產業與基礎原物料產業之未來六個月展望指數皆由 1 月 60.0% 以上的擴張速度分別重跌 25.8 與 22.5 個百分點至 41.0% 與 41.5%，皆為來最大跌幅。交通工具產業與電力暨機械設備產業之未來六個月展望指數皆創 2012 年 7 月以來最大跌幅，指數各下跌 16.7 與 27.9 個百分點至 33.3% 與 29.1%。

2020 年 2 月六大產業中，五大產業回報 PMI 為緊縮，依緊縮速度排序為交通工具產業 (39.0%)、電力暨機械設備產業 (45.8%)、電子暨光學產業 (46.3%)、基礎原物料產業 (47.1%) 與食品暨紡織產業 (49.4%)。僅化學暨生技醫療產業 (50.7%) 之 PMI 仍呈現擴張 (圖 7)。

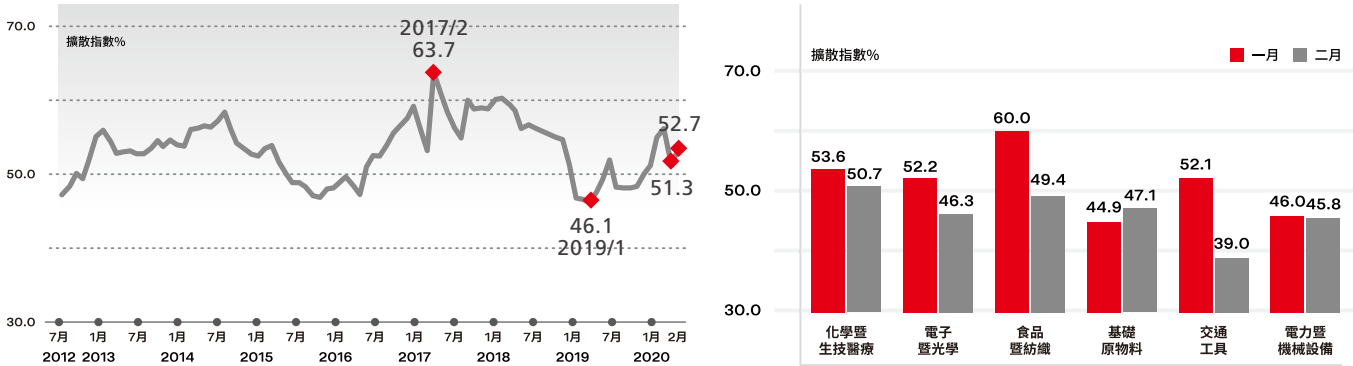


圖 6 . 臺灣製造業 PMI 時間序列走勢圖 (中華經濟研究院)

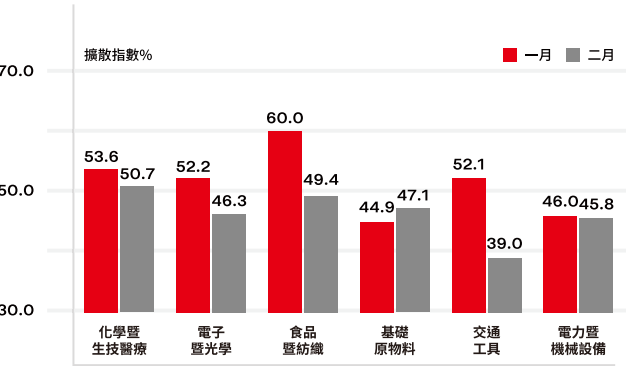


圖 7 . 產業別 PMI 示意圖 (中華經濟研究院)

表 4.2020 年 2 月臺灣製造業採購經理人指數 (中華經濟研究院)

單位：%	■ 產業別											
	2020 2月	2020 1月	百分點 變化	方向	速度	趨勢 連續月份	化學暨 生技醫療	電子 暨光學	食品 暨紡織	基礎 原物料	交通 工具	電力暨 機械設備
臺灣製造業 PMI	52.7	51.3	+1.4	擴張	加快	5	50.7	46.3	49.4	47.1	39.0	45.8
新增訂單數量	56.9	55.0	+1.9	擴張	加快	6	46.4	41.4	43.5	57.3	33.3	33.7
生產數量	48.6	41.7	+6.9	緊縮	趨緩	2	39.3	30.6	48.4	41.5	33.3	39.5
人力僱用數量	50.9	52.8	-1.9	擴張	趨緩	5	56.0	46.8	51.6	43.9	40.5	40.7
供應商交貨時間	63.1	57.1	+6.0	上升	加快	4	58.3	70.7	54.8	48.8	61.9	64.0
現有原物料存貨水準	44.1	50.0	-5.9	緊縮	前月為持平	1	53.6	41.9	48.4	43.9	26.2	51.2
客戶存貨	40.7	42.9	-2.2	過低	加快	15	40.5	40.5	38.7	46.3	31.0	36.0
原物料價格	52.4	58.5	-6.1	上升	趨緩	2	51.2	59.5	50.0	37.8	52.4	46.5
未完成訂單	55.9	52.9	+3.0	擴張	加快	3	52.4	62.6	48.4	53.7	35.7	41.9
新增出口訂單	40.9	51.6	-10.7	緊縮	前月為擴張	1	44.0	39.2	41.9	45.1	42.9	36.0
進口原物料數量	39.4	50.8	-11.4	緊縮	前月為擴張	1	41.7	37.8	50.0	45.1	26.2	30.2
未來六個月的景氣狀況	36.8	63.7	-26.9	緊縮	前月為擴張	1	23.8	41.0	25.8	41.5	33.3	29.1
生產用物資（平均天數）	37	35	-	-	-	-	45	36	44	43	24	29
維修與作業耗材（平均天數）	30	30	-	-	-	-	35	28	31	35	23	25
資本支出（平均天數）	60	66	-	-	-	-	53	60	70	67	61	48

非製造業經理人指數 (NMI)

由於內需導向部分產業除面臨供給斷鍊之衝擊，還面臨國內消費急凍與國際運輸物流中斷的挑戰及受中國大陸新冠肺炎 (COVID-19) 之衝擊，2020 年 2 月臺灣非製造業經理人指數 (NMI) 中斷連續 11 個月的擴張，指數大跌 14.6 個百分點至 40.4%，不僅創 2014 年 8 月創編以來最快緊縮速度，亦創最大跌幅 (圖 8)。

2020 年 2 月七大產業 NMI 皆呈現緊縮，依緊縮速度排序為住宿餐飲業 (16.1%)、零售業 (29.5%)、運輸倉儲業 (35.6%)、金融保險業 (42.9%)、批發業 (44.1%)、資訊暨通訊傳播業 (44.8%) 與教育暨專業科學業 (45.4%)。僅營造暨不動產業 NMI 仍呈現擴張，指數為 50.9% (圖 9)。

除上述 PMI、NMI 組成指標外，本月值得注意之製造業參考指標為「商業活動指數」、「採購價格指數」、「服務收費價格指數」與「未來六個月展望指數」。

首先，全體非製造業之「商業活動指數」中斷連續 4 個月的擴張，指數驟跌 26.1 個百分點至 30.5%，為 2014 年 8 月以來最快緊縮速度。八大產業皆回報商業活動呈現緊縮，各產業依緊縮速度排序為住宿餐飲業 (0.0%)、零售業 (15.9%)、運輸倉儲業 (25.0%)、批發業 (29.8%)、金融保險業 (32.7%)、教育暨專業科學業 (40.0%)、營造暨不動產業 (44.6%) 與資訊暨通訊傳播業 (45.8%)。

其次，全體非製造業之「新增訂單指數」(新增簽約客戶或業務) 亦中斷連續 4 個月的擴張，指數續跌 20.1 個百分點至 34.7%，為 2014 年 8 月以來最快緊縮速度。八大產業皆回報新增訂單呈現緊縮，各產業依緊縮速度排序為住宿餐飲業 (0.0%)、零售業 (11.1%)、運輸倉儲業 (26.9%)、

資訊暨通訊傳播業 (41.7%)、批發業 (42.4%)、金融保險業 (42.9%)、營造暨不動產業 (44.6%) 與教育暨專業科學業 (48.3%)。

全體非製造業轉為回報「服務收費價格指數」為下降 (低於 50.0%)，指數下跌 9.6 個百分點至 44.6%，為 2016 年 7 月以來最快下降速度。八大產業中，五大產業回報服務收費價格呈現下降，各產業依下降速度排序為住宿餐飲業 (14.3%)、金融保險業 (44.9%)、批發業 (46.8%)、零售業 (47.7%) 與運輸倉儲業 (48.1%)。營造暨不動產業、教育暨專業科學業與資訊暨通訊傳播業皆回報服務收費價格為持平 (50.0%)。

全體非製造業之「存貨觀感指數」自 2014 年 8 月以來首次呈現過低 (低於 50.0%)，指數下跌 3.0 個百分點至 49.1%。八大產業中，五大產業其經理人認為目前企業存貨數量為過低，各產業依指數高低排序為住宿餐飲業 (35.7%)、零售業 (40.9%)、資訊暨通訊傳播業 (45.8%)、金融保險業 (46.9%) 與教育暨專業科學業 (48.3%)。運輸倉儲業 (57.7%) 與營造暨不動產業 (51.8%) 其經理人認為目前企業存貨數量為過高 (高於 50.0%)。僅批發業回報企業存貨數量為持平 (50.0%)。

最後，全體非製造業之「未來六個月展望指數」驟跌 30.1 個百分點至 26.6%，不僅為 2015 年 11 月以來最快緊縮速度，亦為以來最大跌幅。八大產業皆回報未來六個月展望呈現緊縮，各產業依指數緊縮速度排序為住宿餐飲業 (0.0%)、零售業 (13.6%)、資訊暨通訊傳播業 (16.7%)、批發業 (20.2%)、運輸倉儲業 (25.0%)、金融保險業 (28.6%)、教育暨專業科學業 (41.7%) 與營造暨不動產業 (44.6%) (表 5)。

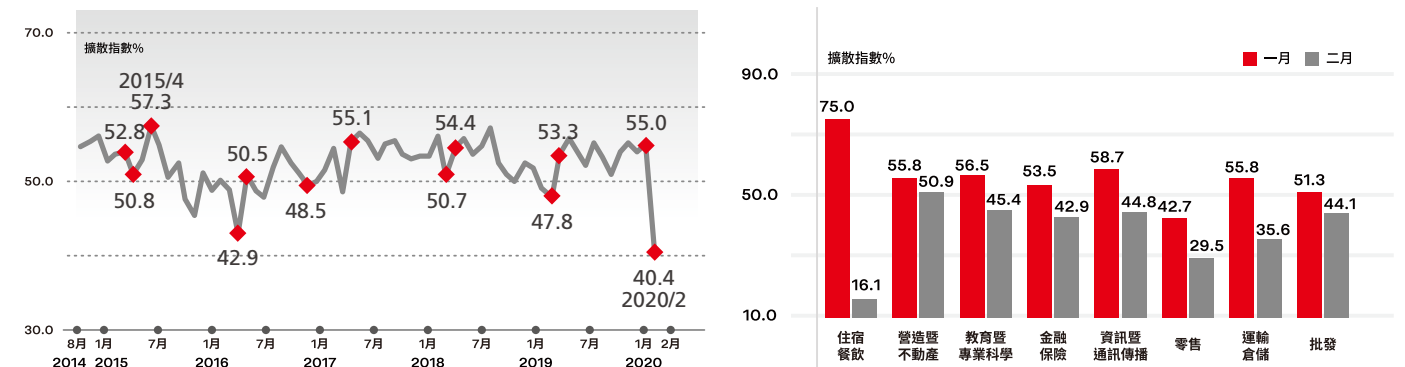


圖 8. 臺灣非製造業 NMI 時間序列走勢圖 (中華經濟研究院)

圖 9. 產業別 NMI 示意圖 (中華經濟研究院)

表 4. 2020 年 2 月臺灣製造業採購經理人指數 (中華經濟研究院)

單位：%	■ 產業別													
	2020 2月	2020 1月	百分點 變化	方向	速度	趨勢 連續月份	住宿 餐飲	營造暨 不動產	教育暨 專業科學	金融 保險	資訊暨 通訊傳播	零售	運輸 倉儲	批發
臺灣 NMI	40.4	55.0	-14.6	緊縮	前月為擴張	1	16.1	50.9	45.4	42.9	44.8	29.5	35.6	44.1
商業活動	30.5	56.6	-26.1	緊縮	前月為擴張	1	0.0	44.6	40.0	32.7	45.8	15.9	25.0	29.8
新增訂單	34.7	54.8	-20.1	緊縮	前月為擴張	1	0.0	44.6	48.3	42.9	41.7	11.1	26.9	42.4
人力僱用	46.0	55.3	-9.3	緊縮	前月為擴張	1	21.4	51.8	51.7	46.9	58.3	45.5	46.2	45.7
供應商交貨時間	50.3	53.2	-2.9	上升	趨緩	4	42.9	62.5	41.7	49.0	33.3	45.5	44.2	58.5
存貨	40.3	55.0	-14.7	緊縮	前月為擴張	1	21.4	46.4	48.3	50.0	33.3	25.0	51.9	35.1
採購價格	54.3	60.1	-5.8	上升	趨緩	50	42.9	58.9	56.7	49.0	58.3	56.8	57.7	53.2
未完成訂單	34.6	48.5	-13.9	緊縮	加快	10	7.1	39.3	38.3	39.8	54.2	38.6	23.1	41.5
服務輸出 / 出口	29.3	48.3	-19.0	緊縮	加快	2	0.0	41.7	37.5	35.7	40.0	16.7	20.8	36.1
服務輸入 / 進口	31.5	53.3	-21.8	緊縮	前月為擴張	1	7.1	37.5	40.9	42.3	40.0	14.3	22.7	36.5
服務收費價格	44.6	54.2	-9.6	下降	前月為上升	1	14.3	50.0	50.0	44.9	50.0	47.7	48.1	46.8
存貨觀感	49.1	52.1	-3.0	過低	前月為過高	1	35.7	51.8	48.3	46.9	45.8	40.9	57.7	50.0
未來六個月展	26.6	56.7	-30.1	緊縮	前月為擴張	1	0.0	44.6	41.7	28.6	16.7	13.6	25.0	20.2

未來半年個別產業景氣預測 (以 2020 年 1 月為預測基準月)



全球 5G 智慧製造風潮下 台灣所面臨的機會與挑戰

文：資策會產業情報研究所 (MIC) 李亦晴 產業分析師

工業 4.0 在德國政府國家政策帶動下，已然成為全球最受注目的製造議題，各國因而陸續推出智慧製造相應政策。在 5G 推波助瀾之下，全球所面臨的是尚未健全的 5G 環境，因此台灣在面對實現 5G 智慧製造的方向上，仍有諸多機會和挑戰待考驗。

台灣 5G 競標在今年 1 月的第 261 回合競標落幕，總標金達新台幣 1380.8 億元，超過行政院所編列 5G 競標歲入預算目標 400 億元，以及 2014 年第一波的 4G 頻譜競標價 1,186.5 億元。放眼全球，目前台灣在 5G 總標金上僅次於義大利、德國而居全球第三位；在 5G 成本取得高昂的情況下，各界對 5G 垂直應用的商機亦將更加關注。在 3GPP(3rd Generation Partnership Project，第三代合作夥伴計畫) 針對 R16、R17 相關 5G 標準尚未釋出、專頻政策走向仍未確定以前，5G 應用尚且仍受限於週邊環境未成熟影響，各垂直領域業者將以發展輔助性週邊應用為主。

2026 年 全球 5G 智慧製造市場規模 將達 420 億美元

在 5G 助力之下，近程而言，可提供單一應用服務更高的規格表現，例如即時監控的毫秒級反應；遠程而言，在 5G 的架構下，則更容易將過去分散的資料整合為單一整體系統。整體來看，預估 2023 年全球 5G 智慧製造下的應用服務市場僅有 2.52 億美元；而隨著 5G 通訊技術的成熟，帶動需求與供給的上揚，預期 2026 年全球 5G 智慧製造下的應用服務市場可達約 420 億美元。

根據 5G 特性及相關智慧製造應用需求觀察，結合智慧製造應用產值與成長率，資策會 MIC 認為

未來六年內全球智慧製造場景中優先被實現的應用，將會是設備監測、AR/VR、AGV/AMR、數位分身、人工智慧、網路安全等。

台灣四大 5G 潛力應用

為了解台灣產業對於 5G 智慧製造的需求想法，資策會 MIC 針對台灣製造業者進行深度訪談，包含：石化業、鋼鐵業、機械業、光學業、半導體業、汽車製造業、機車製造業、電子製造業、智慧製造系統整合商等。歸納出台灣產業近期對於 5G 智慧製造相關應用感興趣者，分別為無人巡檢、AR/VR、設備監測、安全監控等。



資料來源：MIC，2020 年 3 月

無人巡檢部分，近幾年無人機作為新興的巡檢工具，憑藉其機動靈活性、成本逐漸降低、不受地形限制等諸多優勢，已逐漸成為產業界日常巡檢的利器。特別是石化業者由於園區廣大，管線必須進行例行性巡檢，目前多以人力方式每日進行重複性的檢查，未來如果結合 5G 與無人車技術，將可透過相機、紅外線、微波等感測方式，從事無人化巡檢，例如：管線巡檢、電力巡檢等，除了減少人力負擔之外，也可降低人為疏忽造成的意外。

AR/VR 部分，普遍來說業者認同在製造場景中，為符合移動力與頻寬需求，5G 確實是 AR/VR 所必須搭配的通訊技術，然而業者同時也考量，即使有需求但影音內容部分仍待業者開發，例如維修操作程序、教育訓練內容等。

AR/VR 應用在維修保養方面，台灣系統整合商在全球占有重要地位，客戶遍及全球各地，廠商考量面對客戶的合約中，需在時限內（幾小時或幾日）赴現場進行維修與障礙排除。因此，系統整合業者認為，如果透過 AR/VR 的應用，能夠快

速協助客戶進行障礙排除，或是遠端即時了解障礙問題，將有助於維修保養的效率，對客戶和業者都是雙贏。

在設備監測部分，不論是機台維護或是生產優化，由於涉及核心生產，因此一直是企業所關注的課題。事實上，設備監測應用已行之有年，只是多用於蒐集歷史數據再進行機台或是生產情形的推估，進而實施應對措施。然而，企業對於高價值的產品，如航空器零件，由於生產成本極高，所以期望能夠透過 5G 以其時時監測的能力，倘若涉及大量連結生產設備，則看中的是 5G 低延遲、大連結的特性。

在安全監控部分，智慧製造趨勢下，不僅帶動製造業轉型，對於工安需求也帶來變革，各種感測器（如環境偵測器）加上無線通訊，可將偵測得的資訊隨時送到管理者端；員工配置穿戴設備，則可將資訊送到雲端，若有勞工不甚發生意外，其低延遲特性，則能於第一時間救援以降低傷害，甚至是避免傷害發生。

台灣面對 5G 智慧製造的 機會

機會一：影像 + 移動是 5G 關鍵應用。

目前廠區無線技術多以工業 Wi-Fi 為主，然考量 Wi-Fi 資訊安全性低、穩定性低，目前多佈署於非核心生產的通訊技術。未來相關應用若涉及移動能力並結合影像傳輸，則其所需的「無線」及「大頻寬」特性，將會是 5G 未來的潛力應用，例如：無人巡檢、AR/VR 應用、安全監控等。

機會二：5G 具備較佳擴充性，結合 TSN 互通性與既有核心網路較易整合。

製造業講究系統穩定，而工業市場一直為各大廠所分據，其通訊協定互不相容，各大廠推出自有的工業乙太網路標準，像是西門子的 PROFINET、BECKHOFF 的 EtherCAT、B&R 的 POWERLINK 等，而三菱的 CC Link、西門子的 Profibus 也都有各自的現場總線 (Fieldbus) 標準。

以「互通性」而言，對於工業物聯網來說，保持低延遲、同步尤其重要，因此近兩年時效性網路 (Time Sensitive Networking, TSN) 成為工業界熱門的議題，而 TSN 標準的出現可解決上述。無獨有偶的是，5G 在 3GPP R16 版本中，已具備 TSN 的標準，5G-TSN 的整合是工業物聯網系統中非常重要的組成，3GPP R16 提供了整合 5G-TSN 的工具，像是 5G 需要支援 TSN 的控制器協作 (802.1Qcc)、時間同步 (Time Synchronization) (802.1AS)、TSN 限制延遲 (Bounded Latency) (如 802.1Qbv) 與 TSN 可靠性 (802.1CB) 要求等面向。

以「擴充性」而言，在既有工廠之中，倘若欲新增工廠應用，業者偏向於從可支持的通訊技術中，挑選無線通訊。無線連接的好處是大大減少

了使用的電纜數量，從而降低了拉線成本，因為電纜的安裝、重新安裝或更換通常是非常昂貴，此外機器做動造成線材的耗損需定期更換，亦是一筆花費。尤其是在物聯網與智慧製造的簇擁下，工廠的應用有增無減，快速、可靠、合理成本的通訊連結，是企業客戶所需求的。

至於一般的工業 Wi-Fi 雖具備無線特性，但其覆蓋率、抗干擾能力、切換 (Handover) 造成的訊息不穩定，都是工業 Wi-Fi 無法進入核心生產的原因之一。此外，廠內建設 5G 小型基地台，其具有建置成本遞減的特性，特別是台灣眾多的工業區與科學園區，許多公司都在園區內以塊狀分布，特別適用於 5G 通訊技術。

台灣面對 5G 智慧製造的 挑戰

挑戰一：生產製造正在升級中，5G 整備未齊成為發展瓶頸。

5G 智慧製造當前所面臨的首要挑戰，即多數企業智慧製造程度仍低，台灣中小企業居多，高達 98%，自設備連網、數位化、智慧化三階段已經有很大的挑戰，面對 5G 在技術、解決方案、商業模式未明之下，企業多選擇步步為營而非跳代方式導入。

台灣製造業者對智慧製造轉型的態度雖然已較以往積極，但面對難以快速回收成本、營收未因此增加等因素，致傳統產業或中小企業亦缺乏工廠數位化的誘因，更甚者是產線並無連網能力。其中大多數不具備連網能力的舊式設備，仍舊執行關鍵生產任務，卻難以與後台生產系統整合，與智慧製造的需求形成落差。

相較於大企業，中小企業的訂單小、客製化需求更高，但顯而易見的是，中小企業囿於規模、自動化程度，即便有快速換線和移動需求，也無力導入。反觀大型企業雖較具足夠資本導入快速換線和移動需求的設備，但其訂單的量產需求，及所需機動性不如中小企業。

挑戰二：主要生產設備高度仰賴有線通訊，無線應用多為週邊需求。

根據工廠的應用，核心主要生產設備多以有線方式佈署，而無線應用則多為工廠生產週邊或是廠務應用，如：無人搬運車藉工業 Wi-Fi 進行運補作業、穿戴式裝置藉 Zigbee 作人員安全監控、生管藉 RFID 或是 LPWAN 進行物料追蹤，以及一般 Wi-Fi 多佈署於辦公行政所需。

工廠運作為求產線的穩定，企業多不敢冒然替換既有以乙太網路部署的核心生產設備；預期 5G 將首先以工廠的週邊應用為主要切入點，後續才逐漸擴及核心生產。然而，週邊工廠應用雖多有使用無線技術需求，但因非屬核心生產設備，因此企業缺乏設備汰舊換新的誘因。

挑戰三：環境尚未成熟，需求端不易評估。

包含全球 5G R16 標準未定，而 R16 將進一步研究增強 URLLC (Ultra-Reliable and Low Latency Communications) 以對應工業物聯網 (IIoT) 應用之挑戰。因此，現階段 5G 解決方案供應商，皆等待 R16 版本的確認，以進一步針對標準進行技術開發。其次是 5G 技術尚未普遍成熟，製造是講求可靠、穩定的生產程序，因此即便 3GPP 將於今年初公告 R16，但恐怕企業用戶還會再等上 2-3 年的標準、技術、市場驗證期，以確認所開發的設備、解決方案都能夠完善，確保生產的流程、品質穩定。

結論

3G R16 釋出，將有助於 5G 智慧製造整體發展

3GPP R16 規範預計 2020 年初完成後，該版本支援更多 URLLC 應用，並進一步增強 URLLC 對應 IIoT 的挑戰。供應端將逐步推出 5G 設備與 5G 解決方案，在設備與環境逐漸完備下，將有助於 5G 智慧製造整體發展。現階段主要是週邊環境尚未成熟，企業不易評估所需投入的資源，使其態度相對保守。業者應建構協助企業快速評估 ROI (Return On Investment, 投資回報率) 的模式，以加速企業導入 5G 的意願。

5G 將以提高產品附加價值與提升環境安全係數先行

工廠營運首要是安全、可靠，當前智慧製造尚未有非 5G 不可的應用服務，因此大幅削弱 5G 對智慧製造的影響力道，未來 5G 將針對應用服務提供更高規格要求為主，如：設備監測、人工智慧、數位分身。此外，對於生產環境具有高風險者，在工安意識抬頭當下，也是 5G 導入解決方案的機會，如：AR/VR、即時安全警示、虛擬圍籬。

企業缺乏對 5G 了解，解決方案提供業者應建立體檢機制協助 5G 落地

企業對 5G 解決方案的了解，僅止於應用表徵，故多數企業認為既有工廠能力已能符合需求，卻對 5G 之於智慧製造的內涵未能真正理解。因此，政府、電信營運商、自動化業者可仿照韓國智慧工廠聯盟，建構完整的諮詢、體檢機制，以協助 5G 應用落地，進而將完整的解決方案輸出國際。

機器人來了！ 專業服務機器人將有兩位數成長

文：勤業眾信聯合會計師事務所 電信、媒體及娛樂產業負責人
溫紹群 執行副總經理

近來 人工智慧與 5G 網路的發展成為全球熱門議題，帶動了跨產業的投資與關注。個別科技不再彼此孤立，5G、AI、IoT 等技術較以往更加相互串聯與依賴，不久的將來可望整合運用在工廠、醫院、港口、自駕車等場域，在產業中發揮極大的影響和價值。而此篇文章將談到的主角－專業服務機器人，更是在 5G 及 AI 技術邁入成熟的時代下，即將在市場上迅速起飛的新興產品。專業服務機器人將為企業實現更高的生產力，為消費者帶來前所未有的便利，亦創造人機協同模式的下一個境界。

近期勤業眾信（以下簡稱 Deloitte）發布的《2020 全球高科技、媒體及電信產業趨勢預測》報告中預估，在 2020 年即將銷售出的 100 萬台企業用機器人中，專業服務機器人將占其中的五成以上，並創造超過 160 億美元的營收，更較 2019 年成長 30%。此外，就企業投資而言，專業服務機器人的市場成長速度遠高於工業機器人；單位銷售量亦有望在今年超越工業機器人（圖 1）。

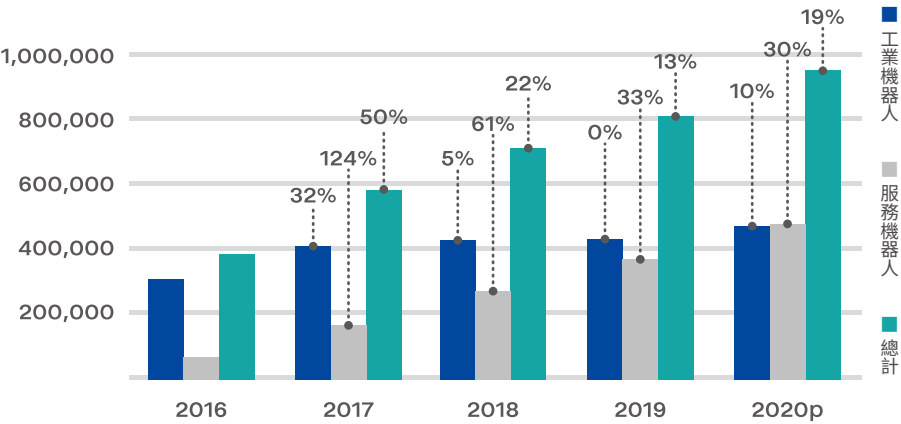


圖 1. 2016-2020 年，全球每年的企業用機器人單位銷售量（資料來源：Deloitte）

工業機器人與 專業服務機器人之差異

外界通常用「機器人」一詞涵蓋工業機器人及專業服務機器人，然而這兩種機器人的功能不同，造價不同，過去與未來的成長趨勢也大不相同。我們先來簡述兩者的差異。工業機器人早在 1970 年代即已存在；生產線上的機械手臂就是工業機器人的原型，這類機械的自由度與彈性各有不同，世界各地的工廠皆可看見它們的身影。專業服務機器人的歷史則比較短，該市場直到最近 10 年內才真正開始發展。有別於工業機器人，專業服務機器人主要用於製造業之外的產業（如物流、零售、餐旅與醫療保健），而且通常用於協助人類，而非取代人類。大多數服務機器人皆有輪子，因而具備機動能力或半機動能力（圖 2）。但不論是工業與服務機器人，或是企業端與消費端使用的機器人，各種機器人之間的界線將可能隨著時間而漸趨模糊。以下將針對不同種類的機器人做展望分析說明。



圖 2. 在這座假設性的物流中心或倉庫中，橘色機械手臂屬於工業機器人，2 輛低底盤車輛則為專業服務機器人。

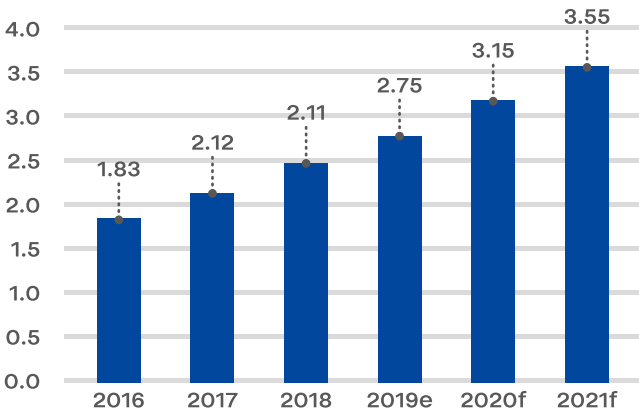


圖 3. 2016-2021 年間全球每年已安裝工業機器人數量（百萬）
資料來源：2020 TMT Predictions, Deloitte

工業機器人： 銷售量恢復成長

工業機器人使用程度最高的產業乃是汽車業及電子業，分別用於組裝車輛及電路板上安裝晶片的生產線。Deloitte《2020 全球高科技、媒體及電信產業趨勢預測》報告指出，2020 年的工業機器人單位銷售量預期將成長 10%，表現明顯優於 2018 年與 2019 年。對於工業機器人產業而言是

大好消息，相關產業的業績在過去 2 年（目前影響仍繼續）飽受市場與環境變化拖累，舉凡貿易戰爭、關稅壁壘、汽車與科技業成長趨緩以及中國景氣降溫。然而銷售量的溫和成長並不等於機器人數量或需求不多。全球各地已安裝的工業機器人的數字相當可觀，已約有 250 萬至 300 萬具工業機器人正在執行各種作業。此外，Deloitte 報告指出，2020 年的全球工業機器人銷量可能突破 50 萬具（圖 3）。

專業服務機器人：成長的時機成熟點

物流業是專業服務機器人的最大客戶，約佔銷售市場的 5 成。檢驗與安防業者分居第二與第三，兩者分別佔了 33% 與 4%(以 2019 年的銷售量做依據)(圖 4)。Deloitte 產業研究團隊進一步預測，專業服務機器人市場在 2020 年和未來幾年皆將達到兩位數成長。這樣樂觀的預測是以兩大科技進展的影響作為根據：1.5G 網路技術提升了無線連線能力。2. 邊緣運算人工智慧 (Edge AI) 晶片的持續降價與進步。今後機器人將有能力直接進行處理器密集的 AI 運算作業 (不必在雲端上)，並可同時在高度可靠及低延遲的連線狀態下運行。

完善的 5G 標準得以實現高達 99.9999% 的穩定可靠程度，另「網路切片」(Network Slicing) 技術亦能夠依據各種工作的優先順序設定網路性能，進一步提升優先作業的重點項目可靠程度。此外，5G 的延遲時間不到 1 毫秒，並能同時支援的連線密度高達每平方公里最多 100 萬組裝置。以上 5G 的優勢有望讓需要經常移動的專業服務機器人享有高度可靠的連線能力。

另一方面，只要 Edge AI 晶片持續有所進展，就可以針對性能與耗電量做改進，進一步協助專業服務機器人達成使命。由於行動專業服務機器人的動力由電池供應，若運用耗電量高達數百甚至數千瓦的圖形處理器 (GPU) 等傳統晶片執行機器學習演算法，對於電池驅動型機器人的設計相當不切實際。就專業服務機器人的設計而言，專為 AI 運算設計的晶片，耗電程度明顯較為減少，執行運算所仰賴的晶片數量也比較少，因而更能符合機器人的電力需求及晶片搭載數量限制。

整個邊緣運算 AI 晶片產業似乎早已準備好迎接挑戰。Intel、Nvidia、Google 等主要廠商皆已

銷售價格低於 100 美元、用電量低於 10 瓦的邊緣機器學習晶片。這類晶片確保專業服務機器人即使在處於離線斷網狀態也能履行任務。倘若機器人本身的內建晶片不敷使用，還是可以透過 5G 網路，將機器人同時連線，採取偕同方式完成任務。

5G 與 edge AI 晶片的結合，足以確保機器人表現生產助力，並將機器人的成長率推升至另一個境界。

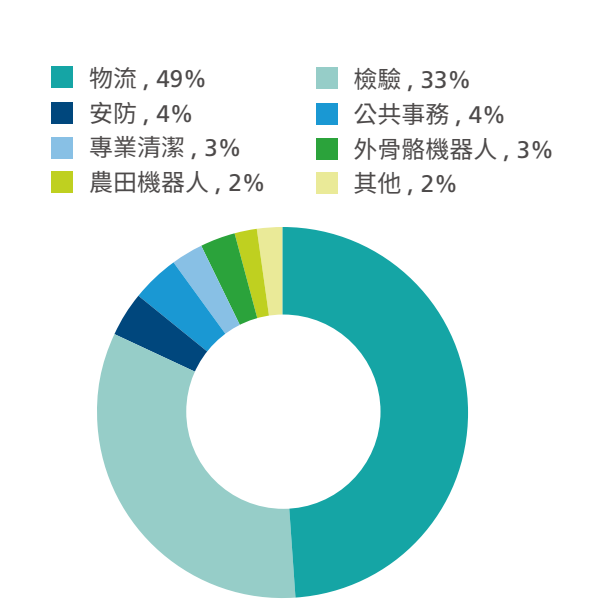


圖 4. 各產業 2019 年專業服務機器人單位銷售量 (資料來源：2020 TMT Predictions, Deloitte)

消費者端的專業服務機器人：營收貢獻度低，但為數眾多

除了企業使用的工業與專業服務機器人之外，還有 2 個龐大且日漸茁壯的消費性機器人市場：居家清潔機器人及娛樂機器人。居家清潔機器人專門用於吸塵、割草、清洗窗戶等工作，2019 年的銷售量為 1760 萬個單位，較 2018 年成長 44%。娛樂機器人 (如娛樂玩具、教育學習機器人)2019 年的銷售量為 450 萬個單位，較 2018 年成長 10%。

就機器人年度單位銷售量的計算而言，消費者市場表現極為可觀，但就銷售額而言，該市場的重要性明顯較低。消費性機器人在每年的機器人銷售量中佔了 97%，卻僅在機器人產業營收中佔了七分之一。話雖如此，5G 與 AI 晶片的成長動力，亦可能對於消費性機器人產生深遠影響。更聰明的吸塵器機器人，甚至有能力運用 AI 辨別可清除的灰塵與小狗糞便，從而成為掀起產業變局的主要動力 (圖 5、圖 6)。

企業主面對機器人崛起的下一步

機器人產業 2020 年的成長率雖然可能回升至超過 20% 的水準，企業界對於產業的飛速成長還是不宜過度期待。2008-2019 年的工業機器人市場複合年均成長率為 13%。Deloitte 全球產業研究團隊預測，未來服務與工業機器人的合併成長率將大致落在這樣的水準。這樣的成長並不足以導致機器人在近期內搶走大量人類職缺，也不足以造成每家公司都迅速改用機器人。對於企業主來說，更大的挑戰應在於設想專業服務機器人使用案例與投資報酬率，並評估是否與何時導入成為合適的作業工具。

欲瞭解更多有關 5G、AI 與機器人的新興趨勢，歡迎參閱 Deloitte 《2020 高科技、媒體與電信產業趨勢展望》報告。

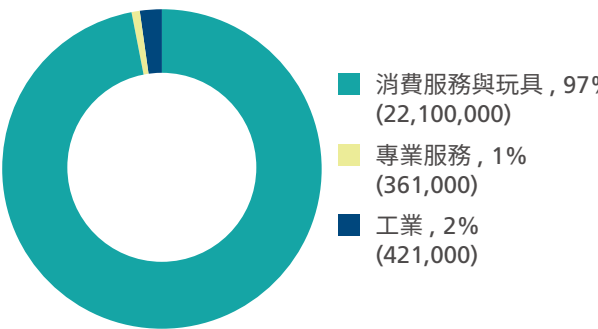


圖 5. 2019 年各類別機器人單位銷售量 (單位銷售量以及在總數中所佔的百分比) (資料來源：2020 TMT Predictions, Deloitte)

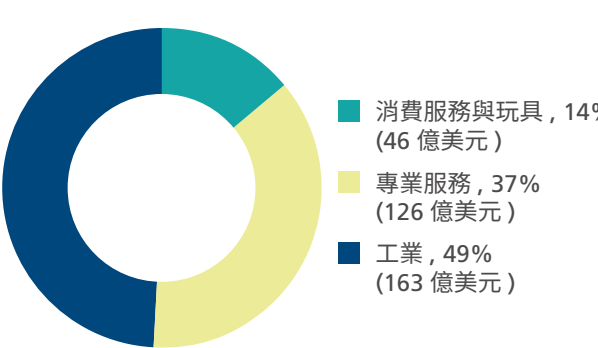


圖 6. 2019 年各類別機器人營收 (單位為 10 億美元，以及在總額中所佔的百分比) (資料來源：2020 TMT Predictions, Deloitte)

作者介紹

勤業眾信聯合會計師事務所電信、媒體及娛樂產業負責人暨醫療照護產業負責人溫紹群執行副總經理具多年數位科技、風險管理與組織轉型顧問經驗，參與數項數位策略規劃、數位科技安全管理與數位科技治理導入工作，協助政府、金融業、高科技與大型製造業 CXO 進行數位轉型與規劃，近期亦協助公部門與私部門協力發展智慧城市應用，同時擔任勤業眾信電信、媒體及娛樂產業負責人、醫療照護業負責人、副科技創新長與新創團隊成員。

MEDICA 觀察心得與

手術機器人發展趨勢

文：工研院產業科技國際策略發展所 黃仲宏 資深研究員

前言

2019 年 11 月在德國杜塞道夫舉行的醫療器材展 (MEDICA)，計有來自全世界超過 6518 家的參展廠商，是目前全球最大的醫療器材展，堪稱是世界指標性的醫療器材博覽會。本文針對人工智慧於精準檢測、數位醫療、預防保健、機器人輔助之智慧化產品進行觀察；再從 KUKA 布局醫療機器人的發展狀況，發現其已利用機械手臂支援內視鏡和切片檢查、鋸骨、放置脊椎骨釘等醫療工作…，進而提出手術機器人的發展趨勢與布局的機會。

醫療器材產品走向數位化、智慧化

2019 MEDICA 共有來自全球 130 國約 6,500 家醫療器材廠商參展，參訪人次接近 13 萬人，德國參訪者約占 34%，外國旅客約占 66%(圖 1)。



圖 1. 左：2019 MEDICA 共有來自全球 130 國約 6,500 家醫療器材廠商參展，參訪人次接近 13 萬人。
右：德國杜塞道夫會展中心 Messe Düsseldorf 鳥瞰圖 (2019 MEDICA)

台灣有超過 200 家的醫材廠商參展。特別的是台灣資通訊電子產業紛紛跨足醫療器材製造領域，例如 HTC DeepQ、台灣骨王、雲象科技、晉弘科技、威強電、菲思博等，以 AIoT 為宗旨驅動智慧醫療發展，利用機器人、AI、XR、5G 等產品技術秀出智慧型、數位化，或可攜式新穎性醫療器材。

筆者發現不少台灣傳統醫療器材廠商結合 ICT 或 IoT 廠商，從傳統醫材產品代工轉型朝向開創自有品牌或開發中、高階醫材；在高齡化社會及健康產業商機可期的趨勢下，以 MEDICA 為拓展歐洲醫療器材市場的跳板，也利用它來接觸全球醫療器材業界的買主。

根據慕尼黑台灣貿易中心 (Taiwan Trade Center München) 分析的資料，2018 年全球醫材市場規模為 3,900 億美元，美國為最大的市場占 38.9%。德國以 9.9% 位居第二，領先日本 8.9%，中國大陸 8.1%。

用來搶救生命、診斷、治療、減輕疼痛、改善生命品質或影響生理結構與機能的儀器、用具、

物質和相關物品都屬於醫療器材範圍。歐盟醫材市場規模為 950 億歐元，德國為最大市場，其他依序為愛爾蘭、法國、義大利、英國。德國 2018 年的醫療器材的產值達到 303 億歐元，其中國內市場規模為 109 億歐元，國內的市場規模為 194 億歐元，出口比例達 64%。

德國醫療科技協會 (BVMed) 依據產值規模分類，醫療儀器 (含電子醫療儀器) 占 19%、牙醫設備儀器 17%、人造關節、義肢、假體 16%、放射治療 10%、外科手術 (不含內視鏡) 8%、輸液 5%、電子診斷儀器 5%、醫療家具 4%、透析 4%、內視鏡 4%、呼吸和麻醉儀器 3%、眼科儀器 2%、輪椅和周邊 2%、離心機 1%、殺菌 0.4%，其他 1%；整理以圖 2 所示。

而德國在醫療科技方面所擁有的專利數為僅次於美國為全球第二，全德醫療器材企業其員工人數超過 20 位的有 1,352 家，員工人數低於 20 位的有 1 萬 3,000 家，員工人數低於 250 位佔全體家數的 93%，是一典型以中小企業為主的產業。，整體從業人數共約 20 萬人。

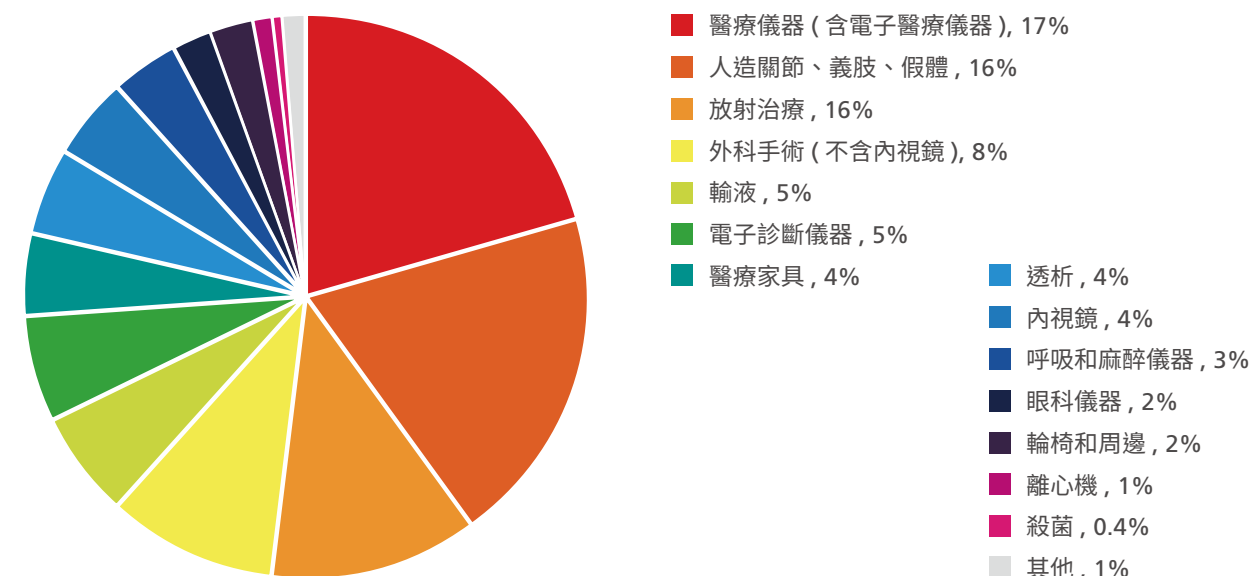


圖 2. 德國醫療器材產值佔比 資料來源：德國醫療科技協會

MEDICA 已有超過 40 年的舉辦歷史，由於大數據和 AI 的廣泛運用，結合數位醫學、行動裝置等醫療電子設備和系統，已成為醫療器材產業的大趨勢，MEDICA 參展商有將近一半是此類業者。醫療器材走向微型化、數位化、智慧化、生物混合 (Biohybrid) 和個人化等趨勢。

數位化和智慧化可用來解決人力不足的問題，機器人可以提供醫院和療養院的看護服務，也被用來做微創手術，應用範圍愈來愈廣泛。而人口老化亦是歐洲國家的趨勢，醫療器材也要被用來對抗老年慢性病，以及扮演老人看護的角色。

2019 MEDICA 新產品的技術趨勢

以下列出在 2019MEDICA 觀察到的 17 個具智慧化互動技術的醫材產品；它們的特色是，能透過穿戴，蒐集個人生理資訊，建立數據走勢，協助做健康管理，甚至是預防疾病；除了研發與應用 ICT 技術於醫材產品外，將保健預防與照護領域的醫材，發展成穿戴式裝置，以高附加價值及創新服務（具有加密安全性的物聯網）發揮技術潛力，是未來醫材的重點。

參展商瑞士 Helbling Technik AG 秀出的重點是實現輕量化、精密、靈巧機器人機構型創新設計，包括用於機構、控制、傳感、人機交互、遙操作和材料等等（圖 3）。

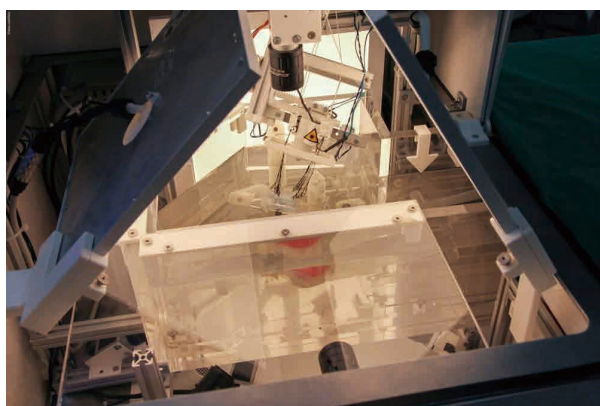


圖 3. 瑞士 Helbling Technik AG 在醫療診斷技術開發智能產品 (2019 MEDICA)

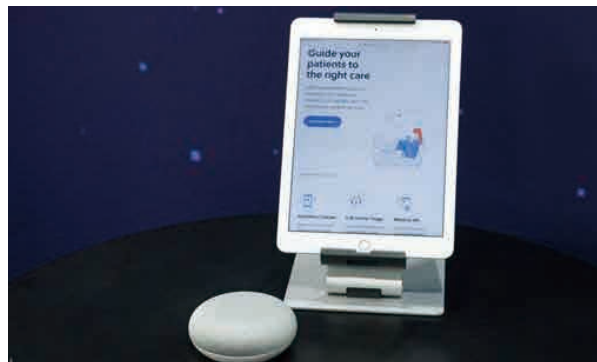


圖 4. 醫療人工智慧新創公司 Infermedica 的諮詢服務平台 (2019 MEDICA)

總部位於美國的波蘭公司 Infermedica 發佈症狀檢查和分診平台。Infermedica 利用人工智慧，提升醫療服務人員和病人的護理質量。此平台是一個應用程序，當病人感覺身體不適時，會向他們建議下一步該做什麼。利用 Infermedica 的人工智慧，該平台會先詢問一系列關於診斷的問題，然後指出病人可能存在的疾病，給出相應的治護建議。Infermedica 估計，通常多達 26% 的病例是病人可以自己治療的。症狀檢查功能可以為用戶提供自我護理和遠程會診服務，免去了不必要的去醫院看病的麻煩。歐美已經有超過 300 萬人在使用這個平台，而處理的請求越多，該平台的引擎也會隨之日益改進（圖 4）。



圖 5. 心肺診斷儀器供應商，英國 Vitalograph，桌面式肺功能儀，利用吹氣方式測量 FEV1(第一秒用力呼氣量)及相對預測值的百分比，若受驗者的肺年齡比實際年齡高，說明其肺功能已因吸菸受損，應盡快戒菸 (2019 MEDICA)



圖 6. 德國 Stiegmeyer 公司展示多功能電動護理床，腿板及全床向前或向後傾斜，設有一鍵坐立功能 (Sitting Position)，採用丹麥 Linak 馬達，Linak 是一家始創於 1907 年，專注於電動升降傳動系統的公司 (2019 MEDICA)



圖 7. Pocket Sky 眼鏡出自於奧地利，它使用柔和的藍光來抑制褪黑素（睡眠激素）的產生。當人體需要額外的自然能量時，柔和的藍光幫助提高身體認知能力 (2019 MEDICA)



圖 8. 總部位於英國倫敦的 Smart PeakFlow 公司，為了主動控制哮喘而發明的裝置，只要將其放在智慧手機上，以口就管吹入設備，然後在手機螢幕上查看結果即可 (2019 MEDICA)



圖 9. 荷蘭 MSupport International BV 公司展出一代性抗菌患者耳機，所有裸露的部件（包括電纜和插頭）都具有抗菌作用，有助於防止醫院內感染性生物物的交叉污染 (2019 MEDICA)

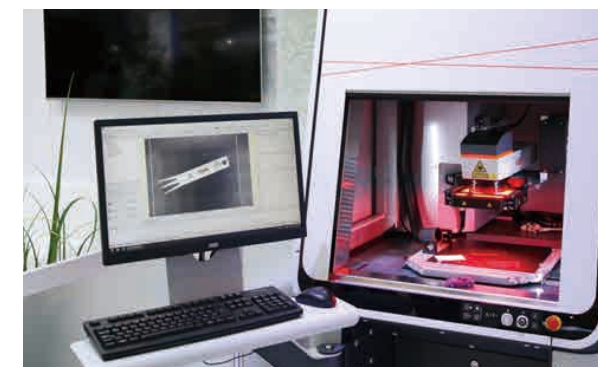
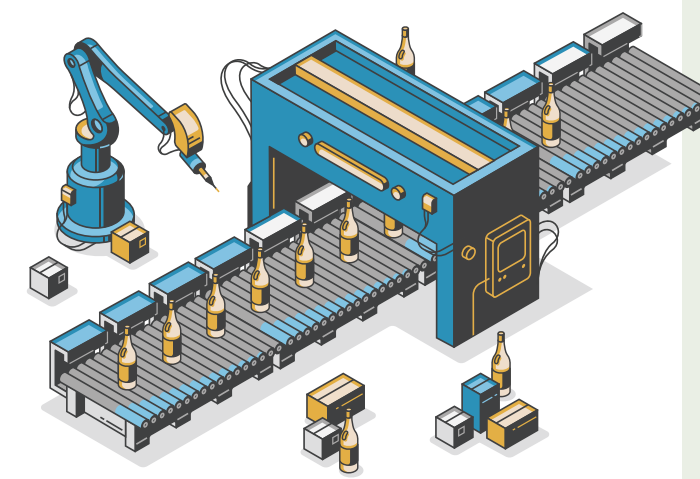


圖 10. 醫療器材的 UDI 標記，德國 FOBA 公司雷射標記 + 刻印工作站 (2019 MEDICA)



雷射刻印 UDI，UDI 是機器單一識別 (Unique Device Identification) 的縮寫。2013 年 12 月國際醫療器材法規論壇 (IMDRF) 發布 UDI 指引，以便各國導入國際整合的 UDI。目前只有美國將導入 UDI 視為義務，但各國都積極因應 UDI 規定 (圖 10)。

醫材有直接刻印的必要性，鋼製器具和內視鏡等醫療器具大多是小型且精密的器具，而且必須清洗滅菌後重覆使用，如果用一般的紙或薄膜標籤，大多會有黏貼空間不足、耐久性不佳的問題。

此外，還存在著醫療行為絕對不可發生的意外風險，如手術中標籤脫落，殘留在患者體內成為異物等。因為這些原因，導入並整頓直接刻印的運用體制，其必要性越來越高。

推動醫療器材單一識別系統，可望提升包含流通過程在內的醫療安全，促進最佳醫療的提供。Cold Marking 僅對表層產生最小限度的熱影響，可實現耐蝕性優異的刻印。形成不鏽鋼鈍化膜的主成分 Cr，過度加熱後會變成 Cr 碳化物，影響耐蝕性 (敏化)。



圖 11. 荷蘭 Lode BV 公司的人體測力計，用於跑步時的心臟和肺部評估 (2019 MEDICA)



圖 12. 德國 AVALANCHE@SI 公司，人體神經系統監護儀，具有多達 8 個監控通道，可廣泛用於各種外科領域。AVALANCHE@SI 神經監測器，可以在手術過程中識別神經元並對其功能進行監測，感覺神經或大腦結構也可以 (2019 MEDICA)



圖 13. 德國 Anvajo 公司展示診斷技術。其號稱如圖所示之流體分析儀是市場上最小，最方便的液體分析儀。它結合了功能齊全的光譜儀和高分辨率顯微鏡，可透過更準確的分析來改善診斷。Anvajo 的液體分析儀將微型光譜儀與數位顯微鏡相結合，目標樣品包括血液，尿液，精液、水 (2019 MEDICA)



圖 14. 西班牙 duan 公司發表 Venoscopio IV Plus 血液採集器，可以使用 LED 突出顯示人體的外周靜脈，進而實現更精確的血液採集 (2019 MEDICA)

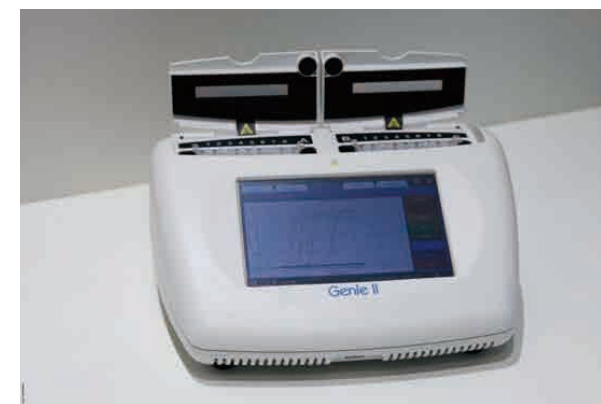


圖 15. 英國 OptiGene Ltd. 推出核酸快檢技術儀 Genie II，在 15 分鐘內透過快速擴增法檢測出目標 DNA、RNA (2019 MEDICA)



圖 16. 德國公司展示智能家居照護機器人 Medisana Temi (2019 MEDICA)



圖 17. 德國 VitaScale 公司秀出未來健身的穿戴裝置；耳戴式分析器。分析運動中的呼吸以及心律，並使用這些數據隨時提醒人類，以精確優化人體在健身時的訓練效果 (2019 MEDICA)

以 ICT 技術融合在醫療器材上，尋找醫學場域需求，提升既有產品的價值，是日本電子大廠的展出重點，例如 SONY、Olympus 都有推出 4k 高解析影像傳輸系統，提升手術影像品質。相較於 Full HD 畫面，4K 能提供更佳的顏色飽和度，系統能夠提供更高解析的影像與更大的手術空間視野，提昇手術的安全與效率。

而讓醫療器材連上網路，省去護理人員手抄數據的工作，進而降低人為抄寫、計算、登錄的可能失誤，早已是醫療器材的發展趨勢。不過這除了醫療院所的網路基礎建設外，網路資安的风险也必須一併考量。不能讓患者個人的醫療資訊可以接聯上外部網路；日本廠商也提到未來以邊緣運算，減少資訊傳遞延遲，提升隱私、可靠度、安全性的特點導入醫療器材是可預期的，這是醫材產業希望能夠升級的核心價值之一。圖 19 是 Canon 推出的 Xario200G 設備，能連網減輕護理師工作量。



圖 19.Canon 的 Xario200G 聯網設備 (2019 MEDICA)

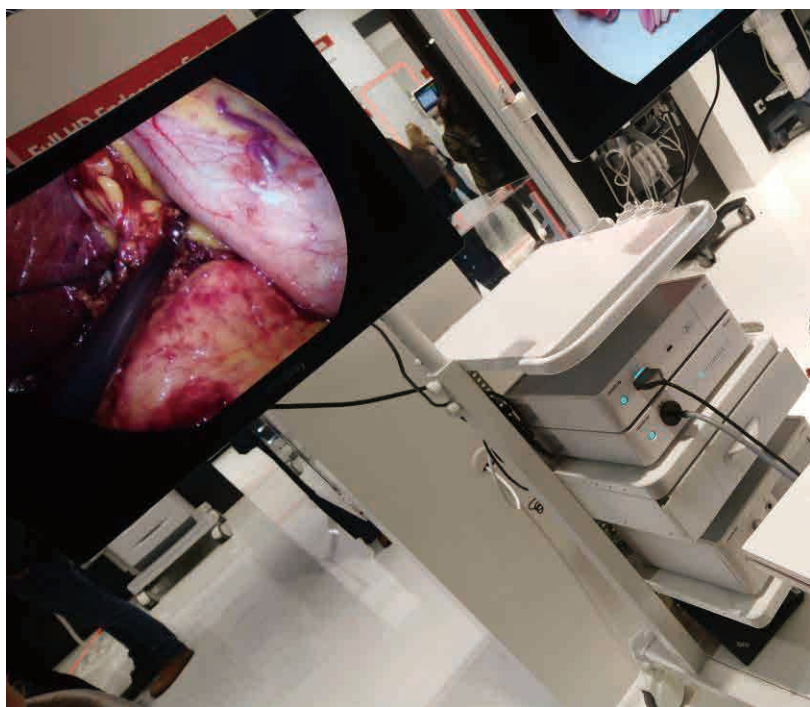


圖 18.Sony 以 4K 螢幕加顯微眼鏡協助醫護人員執行手術 (2019 MEDICA)



KUKA 機器人 以醫療領域做為突破

預計 2021 年全球將超過 150 萬件的人體手術由機器人執行，其中以美國地區佔多數，佔 2/3 以上。

根據研討會的分析，北美地區人體手術由機器人執行，以 2017 年的 643,000 件統計來說，婦科、一般外科、泌尿科總共就佔了 604,540 件。再以 2021 年的 1,020,342 件預測來說，此三類型的手術科別將佔 1,004,431 件。

利用機器人手術系統動刀，與一般人手進行手術一樣，具有感染、出血和心肺麻醉的風險。並且還有機械故障的額外風險；例如攝影機的故障、電弧放電造成意外的燒傷；此外還有外科醫生控制機器人所需的培訓是需時間成本的。

以全球每年約執 2 億次手術來算，目前透過手術機器人操刀的比例僅約 0.3%，未來的市場大有機會。它們將用來被執行在微創上複雜的手術、精準的放射、透過導航技術幫助手術更精準和手術效果更好。



圖 20. AKTORmed 公司展示微創手術機器人，SOLOASSIST(2019 MEDICA)

AKTORmed 公司展示具 AI 功能的機器人協助外科醫生進行微創手術 (圖 20)，使用 AI 輔助機器人縫合了直徑小至 0.03 公釐的微血管。機器人以微型

比例複製了外科醫生的手部動作。AI 被用來使讓動作正常化，並防止震顫或突然的動作傳遞到手術機器人上。



圖 21. 德國 KUKA 機器人用於骨科手術 (2019 MEDICA)

我們觀察到骨科手術系統利用 KUKA 協作型機器人進行精確雷射操作。皮膚科和眼科領域已廣泛應用醫用雷射，但在骨科手術方面仍面臨挑戰。要維持切口部位周圍骨組織的完整性和難度很高。為克服準確度問題，Advanced Osteotomy Tools(AOT) 公司將德國 KUKA 機器人用於其 CARLO(Cold Ablation Robot-guided Osteotome) 骨科手術系統，如圖 21。CARLO 機器人外科系統可切割骨頭而不會產生接觸或過多熱量，CARLO 的設計能讓外科醫生以前所未有的精度，以自由定義、彎曲和功能性的截面配置來執行骨骼手術。AOT 選擇了 KUKA 已有 CB 架構認證的 LBR Med 機器人，它是基於整合力矩感測器的 7 軸 LBR iiwa 協作機器人，因此 AOT 無需另外制定安全措施，就可整合機器人組件。

有別於 KUKA 在汽車生產製造的焊接機器人，LBR Med 讓參觀者對於 KUKA 的機器人有不同的看待。輕型機器人一直是 KUKA 產品線中非常重要的一個分支，早前 KUKA 的 LBR iiwa，LBR 系列已經成了 KUKA 輕型機器人的一個代表稱號，如 LBR 代表「輕型機器人」，iiwa 代表「智慧型工業助手」(intelligent industrial work assistant)。雖然同為一個系列的輕型機器人，跟 KUKA LBR iiwa 機器人微妙的不同在於，KUKA 針對醫療手術領域的機器人製作要求嚴格許多，也由此對醫療方面的輕型機器人做了多項調整。

第一是 LBR Med 機器人的外表材料具有生物相容性和耐腐蝕性；其次，所有的 KUKA LBR Med 機器人內建式介面都優化並達到診所、醫院或手

術室保持衛生的標準。LBR Med 機器人通過了 IEC 60601-1 管理標準 (IEC 60601-1 標準是受大多數國家公共衛生部門認可的醫療電器設備協調標準)。KUKA LBR Med 機器人的 IEC 60601-1 標準經由 IECCE-CB 架構流程進行檢驗通過。

關於 LBR Med 機器人的作用，KUKA 介紹說，醫療產品製造商可以將其做為單獨機械零件整合至一個醫療產品中，來執行各種不同的任務。只要搭配合適的工具和程式，LBR Med 就可以支援內視鏡和切片檢查等醫療工作，也可以用來執行鋸骨或是放置脊椎骨釘等。LBR Med 機器人若可以解決一些醫療上的效率問題，會是機械手臂應用領域發展的一個新突破。



圖 22. KUKA 在 2019 Medica 上推廣機器人在醫療的應用 (2019 MEDICA)

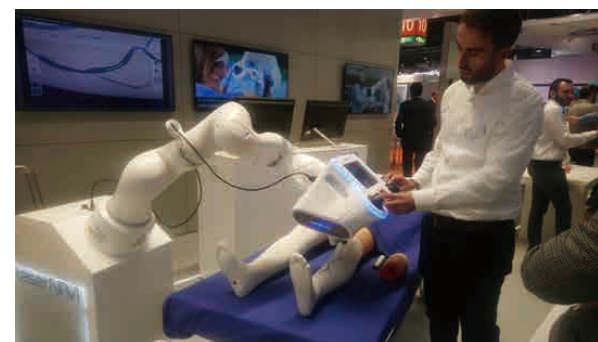


圖 23. 機器人執行腫瘤放射治療或 X 射線 (2019 MEDICA)



圖 24. 機器人探測腫瘤位置，執行人體大腸壁的檢測 (2019 MEDICA)



圖 25. 機器人進行分子層面上的微創手術治療腫瘤 (2019 MEDICA)



圖 26. KUKA 的安全機器人可代替復健師替中風患者進行物理復健 (2019 MEDICA)



圖 27. 透過輔助的機器人系統改善乳腺癌診斷
(2019 MEDICA)

圖 27 在乳腺癌和肌肉疾病領域改善診斷是 KUKA 正在研究的課題。如果在乳腺癌掃描之後發現可疑跡象，則透過活檢提取可疑組織物作進一步研究。活檢時，精確地抵達病患部位非常重要。透過結合磁共振成像和超音波診斷技術來實現精確的目標導引。KUKA 機器人引導超音波探頭，使活檢穿刺針對準病變位置，以便醫生能夠高度精準地紮入穿刺針，目的是使相關人員需要完成的過程變得更簡單、更安全（圖 28）。

綜觀 2019MEDICA，KUKA 機器人在醫療的應用已有微創手術、放射治療、矯形外科、美容外科等領域。



圖 28. 機器人輔助的射頻消融術治療，
透過導入高溫介質來毀滅腫瘤等組織
(2019 MEDICA)

機械手臂於手術機器人的發展應用

隨著第一代達文西手術機器人的專利到期，各家投入者的研發競爭將會更加激烈。並無於此次參展的醫材大廠，美敦力 (Medtronic)、嬌生 (Johnson & Johnson)、Titan Medical，都已有手術機器人系統的產品或合作開發案，預期未來手術機器人系統導入醫院會愈來愈多，原因來自於其售價降低，甚至會有更多的租賃模式，手術機器人系統製造商從耗材、維修服務去獲利。

手術機器人系統主要涵括：顯示設備、感測器和機械手臂，專為骨科，腦神經外科，或泌尿內窺鏡手術而設計的手術機器人會變得更複雜更加專業化，機器手臂也會更加精細，輕便；手術機器人開發廠商都努力朝更高規格的产品邁進，呈現出令人難以置信的手術 3D 圖像、運用雷射感測器達到更高的移動精度、力覺感測回饋的靈敏度。手術機器人將會更加輕巧與智慧化，逐漸成為每個外科醫生必備的手術器械之一。

手術機器人產品上市之前，需要開發許多複雜的硬體，而且需要一支跨學門領域的團隊，在产品開發的不同階段，需要不同的專業，這對小公司或後進公司來說是一大挑戰。手術機器人系統製造商有強者恆強、大者恆大的優勢。而縮短上市時間更是一大挑戰，這是手術機器人系統製造商和醫療監管機構之間的拉鋸戰。

機器手臂路徑精度提升，需要兼具三大領域，分別為影像導航、醫療機械手臂、植體（植入物 / 器械）。影像導航醫療機械手臂前，須先建立手術導航的地圖，會涉及到不同影像系統的融合和影像疊合至病人的準確度，建立 3D 視覺地圖後，如何達到軟硬整合和術中定位，精準地控制多軸機械手臂，進而使醫療機械手臂可以將植體（植入物 / 器械）放置患者指定部位，而且根據植體不同材質和機構，機械手臂都能有其相對應的夾具和治具操作之。以及，植體可視化設計和兼容不同影像系統，達到手術植入的精準度和再現性的提升。領導廠商有信心認為，在十年內，令人驚豔的手術 3D 圖像、運用感測器達到更高的移動精度、力覺感測回饋的靈敏度，手術機器人將會更加輕巧與智慧化，逐漸成為每個外科醫生必備的手術器械之一。

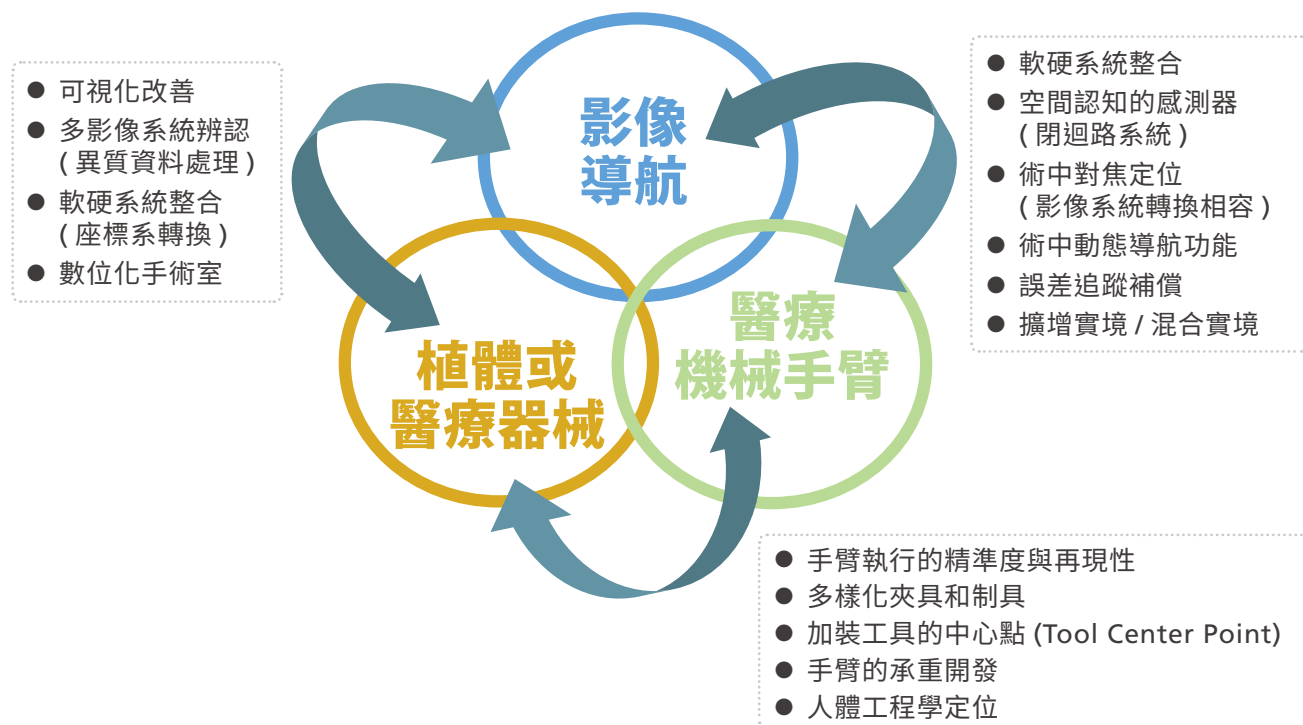


圖 29. 機器人路徑精度提升用於手術技術之發展關鍵 資料來源：工研院產科國際所

機器人路徑精度提升，以機械手臂與末端執行器械來替代醫師執行手術，醫療機器手臂依照外科醫師（操控者）和介面之關係可以分成以下三種類型，分成分享控制型（如扶持機器手臂 AKTORmed）、遙控型（如 Da Vinci 系列、遠程導管操縱器等）和監控型（如 MAKO、ROSA、Cirq、NaoTrac），根據類型不同各自對於精準度的需求仍其差異化，加上根據自動化程度可以區分成直接控制、分享控制、監督控制以及全自動化，要求的精準度隨之增加。

現階段監控型手術機器手臂最有可能朝向全自動化程度設計規劃，所需路徑精度最高，而遙控型現階段以監督控制（半自動化）為主，所需路徑精度次之。

此外，AI 可能將在許多方面協助改善機器人輔助手術。透過數據監控，醫生可發現原本無法發現的患者健康風險，用 AI 和醫療數據自動診斷患者。

而遠距醫療和遠距機器人輔助手術需要能即時傳輸高畫質視訊的網路。在許多情況下，4G 不足以支援遠距醫療。比 4G 快近 20 倍的 5G 則能讓遠距醫療成為可能。患者能更快地讓醫生看診。隨著遠距醫療機器人越來越進步，理想的情境是最終將能讓外科醫生不必親臨現場就能進行手術。

結語

從 2019MEDICA 觀察手術機器人的發展趨勢為，
1、人體手術系統利用協作型機器人進行精確操作。
2、數據、5G 和手術機器人將強化醫療技術。

此行特別研究 KUKA 機器人在工業領域之外的發展，特別是應用於人體手術的機器人，發現其在骨科手術、超聲診斷、微創手術（腹腔大腸）都有對應的機器人解決方案，有別於機器人四大家族的另外三家，KUKA 之 LBR Med 型號的機器人在醫療領域已通過 IEC 60601-1 標準認證。未來將被觀注其在骨科（脊椎）、心臟（心血管）科和神經外科的應用。

2 年多前在 2017MEDICA 的前夕，歐盟訂定醫療器材法規 (MDR) 與體外診斷醫材法規 (IVDR)，此法將在 2020 年 5 月 26 日全面執行。新法規納入了一些非醫療用途的美容美妝產品如美瞳隱形眼鏡、臉部填充或注射、皮膚改善產品以及預測疾病用的醫療器材等，並建立一個歐盟醫療器材資料庫，要求所有產品必須登錄。

產品除了具備 CE 認證外，也應標示產品單一識別碼 UDI(Unique Device Identification)，才允許在歐盟範圍內販售，而且製造商必須開始收集產品的臨床評估、不良反應事件與安全相關資料，不能再以商業機密作為保護。亦即此法對醫療器材產品的技術文件、臨床評估、上市後監督和供應鏈透明度等都有更嚴格的要求，這會對醫材製造商有所限制，也是重要的觀察趨勢。

最後，歐盟認為新興國家在未來將是醫材產品重要的出口地；保護主義的興起與大國之間的貿易衝突、歐元區的經濟衰退、英國脫歐等問題，讓德國為主的歐盟國家醫材產業的發展受到限制，因此，他們認為目前占不到全球醫材 1/4 市場規模的新興國家市場將日顯重要。

掌握未來趨勢

「機器人工程師」證照 「自動化工程師」證照

證照名稱

校園說明會&報名時間

2020年考試時間

第8屆
機器人工程師
第22屆
自動化工程師

3月1日~4月30日

5月30日(六)
術科:6月6日

第9屆
機器人工程師
第23屆
自動化工程師

9月1日~10月31日

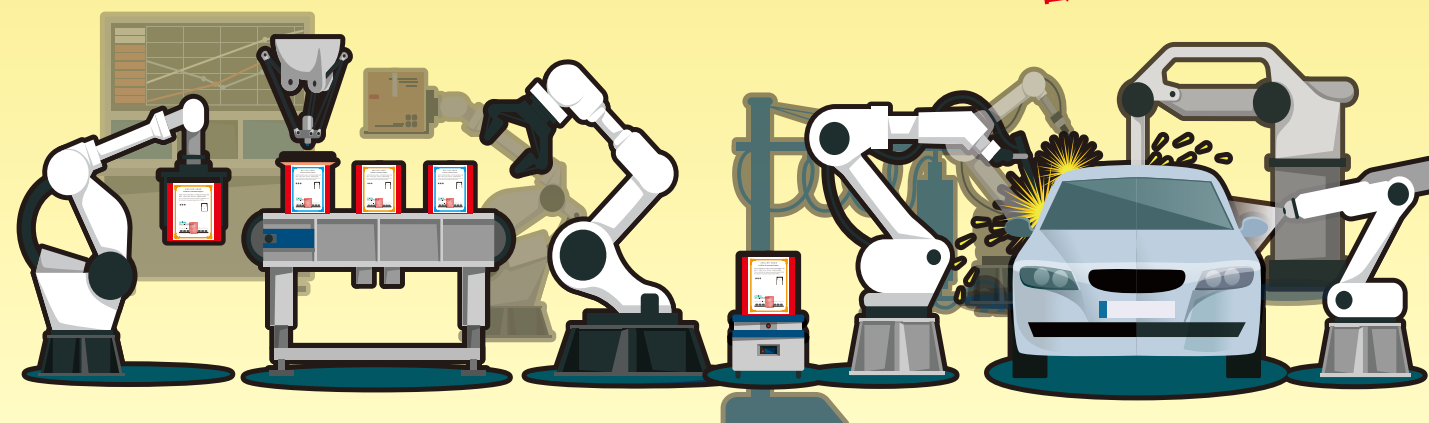
11月28日(六)
術科:12月5日

報名事項及考試範圍等相關資訊，請上協會網站 www.tairoa.org.tw

洽詢專線 (02)2393-1413 · E-mail: exam@tairoa.org.tw

主辦單位： **TAIROA**
社團法人台灣智慧自動化與機器人協會

校園巡迴說明會
歡迎來電預約！



2019 iRex 日本國際機器人展 參觀技術分享

文：精密機械研究發展中心



日本國際機器人展 (2019 iRex)

吸引全世界目光的全球最大的機器人展 - 日本國際機器人展會兩年一屆，於日本東京舉辦，每年吸引來自海內外的工業機器人，服務型機器人以及機器人相關零組件集中展出，並為機器人應用技術發展和市場開拓。四天的展會同期舉行機器人高峰會及論壇，在自動化技術，VR/AR 模擬影像技術，AGV 應用技術，機器手臂故障診斷及預測技術等，皆能實現在未來工廠的革新上，2019 年共計 600 多個參展單位，使用近 3,000 個攤位，展期四天海外參觀人數高達上萬人，82 個國家，總參觀人數共約 140,000 人以上。以下文章會就相關議題以及本次展覽重點進行分享。

01 最大的工業機器人專區

工業機器人的使用已超越了傳統的汽車、電子零件、食品和醫藥等領域，最近從物流到建築領域的也廣泛受到關注。在今年的展覽中，位於

Aomi Hall 的新 Robot Sler Zone 將展示機器人系統集成，根據實際工作提供自動化系統環境。

02 服務機器人專區涵蓋從災難到各個領域

對於護理 / 福利，農業和教育的情境，除了以 NEDO 展台為中心的最新機器人的展示外，服務機器人專區展出農業、林業和漁業服務機器人技術。其他展品包括協助日常生活的機器人，包括護理，福利和教育。

03 具有國際特色的每日專題討論會和論壇

2019 年 iREX 機器人論從開幕當天開始，舉辦傑出的日本工業機器人開發商和國外技術專家的論壇。各種論壇重點將討論服務型機器人 (基礎設施，農業，護理)，西大廳 4F 主舞台也以 “AI / 機器人用於建築生產和管理系統” 和 “機器人與 ICT 帶來的智能農業的未來” 作表演展示。

因應人工智慧發燒話題，展示重點是人類與機器人之間，透過智能學習的提升而達到更友善與安全的互動。展會期間除了展出國內外最新的機器人技術和產品，也包含與 AI、大數據、網路相

關的次世代技術，是一個技術交流與商業媒合的最佳場域。

日本國際機器人展是日本國內機器人相關生產產業與學術單位，並將其創新技術推向世界的專業平台，也是企業選擇發布機器人相關新產品與新趨勢的專業國際性舞台。本次展館為東京國際展覽中心，共有青海廳、西廳、南廳三大展區，青海廳主要參展項目為機器手臂相關產品及應用等參展廠商，包括 HIWIN、ABB、FANUC、DAIHEN、OMRON、Mitutoyo … 等世界知名品牌；西廳主要參展項目為自動化機構零件與供應設備等參展廠商，包括 SMC、NSK、CKD、DMG MORI、THK … 等世界知名品牌；南廳主要參展項目為知名機器手臂開發等參展廠商，包括 EPSON、NACHI、TOSHIBA、YASKAWA、MUJIN … 等世界知名品牌，由於展覽場館內容豐富，各家廠商端出最先進科技技術來展現自家機器手臂產品及應用技術呈現，此次參訪將重點放在機器手臂預診技術發展、AGV 無人搬運車應用技術、VR/AR 模擬影像技術與其他應用技術等介紹。

04 機器手臂預診技術

本屆 iREX 日本國際機器人展的主題是 “智能學習”。經由軟體端抓取機器手臂作動時間所累積的數據資料，利用機器手臂運作數據的時間累積，軟體端藉由該演算法自動化解析、統計及判斷進而自主式作出決策或判斷，甚至進行預測結果，用來幫助使用者提高準確率、維修保養所作出的決策。在本次展覽中，發表透過機械學習判斷，及專業領域知識、時間累積之經驗中，以機械學習演算投入協助診斷，利用機械學習來可視化，讓使用人員可預知維護機器手臂的保養維修，有助於廠房管理者對於機器手臂所生產的穩定度。而在這次展覽中大多數智慧學習的使用上皆是將機械學習與產線系統作結合。機械學習的應用，在

工廠產線能識別異常情況並發出警示告知使用者，並透過遠端監控系統上資訊，進而便利公司管理者擷取正確的設備狀態。除了得知設備的健康，更提供管理者可運用整合數據加以改善機器手臂使用，進而延長機器手臂的使用壽命；另外，在機器手臂健康分析上還需考慮機器手臂負荷使用、機器手臂的馬達電流值截取及振動頻率訊號截取，這些都是長期累積的數據，需要每天作趨勢分析來達到機械學習的運算，也是每次準確判斷的關鍵。藉由這次參觀，除更了解國際機器手臂廠商在智能學習的研究領域也學習了相關應用領域。

● Kawasaki

川崎重工業株式會社是以重工業作為主要業務的日本企業，業務範圍涵蓋航空、太空、鐵路車輛、機車、船舶、機械以及各式各樣的設備。

Kawasaki 主要推出 K-COMMIT 來主張 Life Cycle Support，包含機器手臂健康監視 (電流狀況)、機器手臂生產管理、遠端監控系統及 E-mail 通知等機能，以最尖端的維護技術讓客戶安心。導入 TREND Manager 系統來實現機器人設備壽命最大化，將機器人引進生產線，可提供完整維護規畫系統及支持最先進技術來達到最佳化系統。

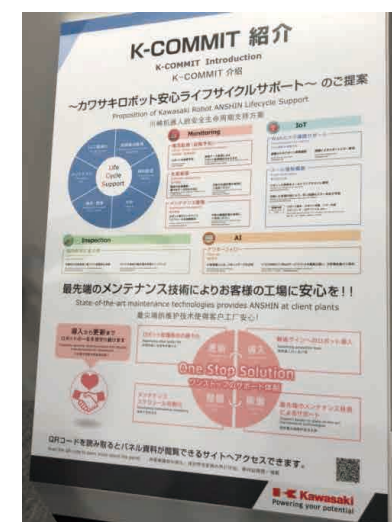


圖 1. K-COMMIT 介紹說明

TREND Manager 系統用以監測作業中每個機器手臂的健康狀態，機器手臂運轉時截取馬達中的電流值進行故障分析通知，也將馬達中的電流值可視化，讓客戶可直觀目前機器手臂使用狀況，同時可以開啟影像視窗來監視工廠產線中機器手臂作動情形，如果機器手臂有任何狀況將會顯示在 Manager 表框中與使用者作互動說明。



圖 2. TREND Manager 系統影像

- **FANUC**

依據既有的 FA 事業部開發的數控和伺服基本技術，研製開發高性能、高可靠性、高生產率的機器人。其包括機械部件、軟體和智能功能，並提供適合所有客戶要求的機器人。而在今年，FANUC 公司也更注意機器人的產品線，除設計使用最新技術的機器人和 ROBOMACHINE 外圍設備外，FANUC 的產品線除大小工業機器人外，也包括安全型工業機器人及協作型工業機器人，並提供生產線解決方案給客戶。

FANUC 以 Zero Down Time 概念為設備零停機時間理念來建置系統，提出系統項目有機器手臂減速機健康診斷、生產過程中設備發生問題履歷、保養維修通知、設備軟體更新的履歷紀錄、設備與機器手臂操作的生產履歷，及生產稼動率等等生產資訊管理。



圖 3. FANUC 所推出 MT-LINKi 管理軟體

MT-LINKi 以工廠物聯網架構之管理系統，主要以縮短日常設備檢查與維護的工作，減少設備停機時間來增加設備生產稼動率，可以監視整體工廠設備運作狀況的可視化系統，同時也可監視機器手臂減速機健康狀況，可提前告知減速機保養維護時間，此檢測減速機狀況技術為利用機器手臂運轉時間推算與馬達電流值來進行軟體演算，以達成減速機健康狀況預知。



圖 4. MT-LINKi 管理軟體



圖 5. 工廠監控系統畫面

- **YAMAHA**

YAMAHA 與 HARTING 合作開發 Pushing Performance 軟體系統，抓取振動訊號、馬達電流訊號及量取光學尺定位精度來演算，以達成機器手臂故障預診系統功能。



圖 6. 機器手臂搭配設備展示 (上)

圖 7. 振動、電流值及位置精度截取數據 (下)

- EPSON

由於 EPSON 對於機器手臂及物聯網技術尚未正式發表，僅提出概念方案，EPSON 人員表示：機器手臂預診將採用機器手臂的運轉時間計算壽命方式，及馬達電流值來換算扭矩值等方法來進行軟體演算機器手臂之減速機健康狀態。

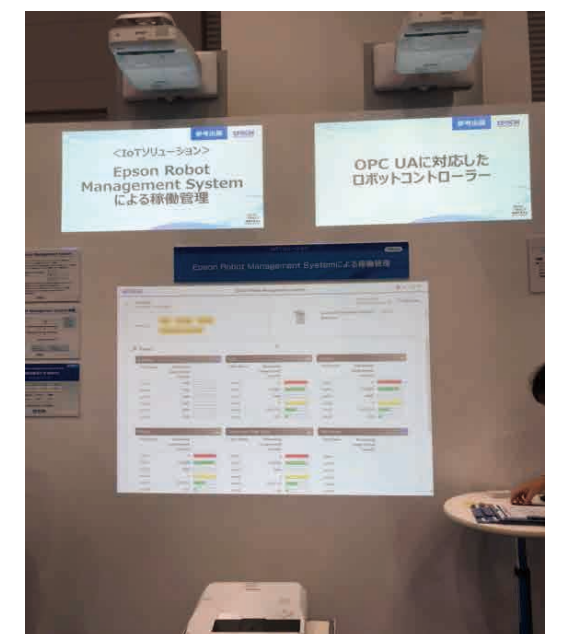


圖 8. ERSON Robot 稼働率與健康狀態顯示說明

● NACHI

2016 年，NACHI 集團將經營方針轉換為“以機器人為核心的綜合機械製造商”，並將經營資源的重點投入到需求有望繼續擴大的機器人事業。

NACHI 提出 NR:connect 軟體系統，將所有機器手臂進行物聯網，僅對機器手臂作稼動率可視化、機器手臂之各軸馬達轉矩值及振動值截取，尚未與其他設備系統作連結。



圖 9. NR:connect 系統

● MITSUBISHI ELECTRIC

三菱電機是日本第三大綜合電機生產商，為三菱集團的核心企業之一，也是世界五大光電產品製造商之一。

三菱電機提出 e-F@ctory 系統架構，透過 e-F@ctory 提高生產率 30%，稼動率提高 60%，削減工時 55%，廠房面積可減少 85%。

三菱電機近幾年更致力於“工廠可視化”和“最終效率”等主題，並可達機器手臂預診及工作效率提高之效益。另外 e-F@ctory & EDGE CROSS 系統為三菱電機現階段主推之 FA 整合解決方案，橫跨開發、生產及維護三大領域，以總成本降低為最高理念，其內含現場端設備群、邊際運算軟體及 IT 系統，可即時收集生產現場數據，利用邊緣計算 (iQ Edgecross，三菱主推 MELIPC) 進行訊號處理，MELIPC 對設備端支援 CC-Link，對上之 IT 系統支援 OPC UA，IT 系統可就計算後之訊號進行分析及回饋，藉以改善製程。



圖 10. 技術要素

EDGE CROSS 為一開放式軟體平台，使用者可以購買由 EDGE CROSS 組織所認證之控制器下載應用軟體，EDGE CROSS 組織中成員也可將應用軟體進行認證後上傳至平台，如圖 11 所示。此平台可依各種問題提供應用程式，協助客戶改善生產現場，此平台亦可與 Edge application 及 Data collector 相容使用。

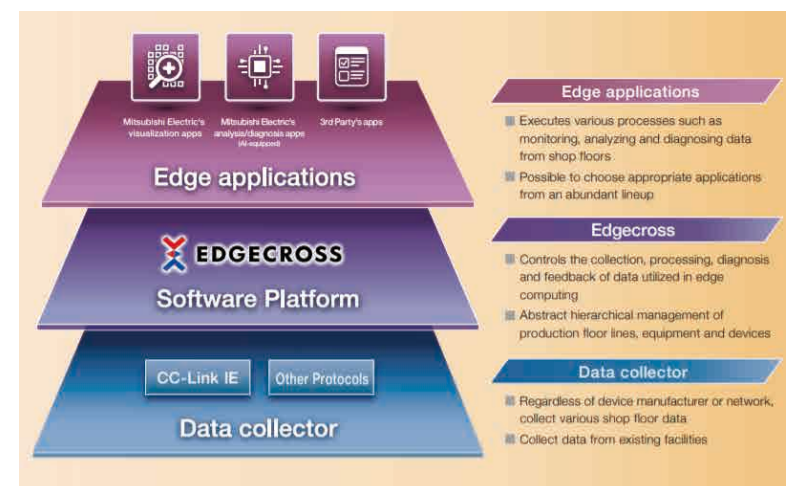


圖 11. EDGE CROSS 架構圖



圖 12. MITSUBISHI ELECTRIC 展現現場組裝機器手臂模型

這次三菱電機展覽現場使用三菱機器手臂進行組裝機器手臂之小型模型，並透過 CCD 來輔助模型零件定位，再使用 e-F@ctory 系統呈現生產線可視化及最大效率化。



圖 13. 各機器手臂電流值監控

三菱電機以電流值及振動值來進行程式演算機器手臂預診功能。



圖 14. e-F@ctory 展現即時遠端監控

● YASKAWA

安川電機的工業用機器人過去以焊接、裝配、噴漆、搬運等功能為主，之後也踏入醫療領域，開發 LR2、代理 Rewalk 等醫療用機器人。

YASKAWA 提倡 i3-Mechatronics 系統，截取各設備生產稼動率及機器手臂 YCP 系統來整合上位系統，藉由 YCP 系統提供

機器手臂之減速機健康狀況，而 YCP 系統主要截取各機器手臂的電流值、溫度、振動值、稼動率及夾爪/吸盤治具的作動狀況，YASKAWA 機器手臂內部軟體運算是利用馬達電流值和運算時間來推算減速機壽命狀況。

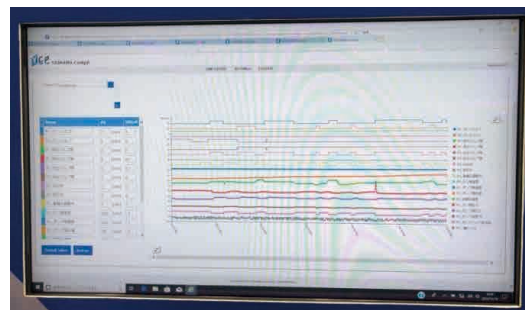


圖 15. 機器手臂各狀態截取數據

05 AGV 無人搬運車應用技術

自動導向車 (Automated Guided Vehicle，簡稱 AGV)，本次展覽展現是自動化或人工方式移載工件、貨物或搭配機器手臂運行，由程式控制設定的路線自動行駛或依照路線軌跡移載台車到指定地點，再採用自動化或人工方式裝卸工件或貨物的工業導向車。在展覽中呈現的成果 AGV 利用 WIFI 通訊、SLAM 雷射/視覺定位，以及人工操作定位行走方式。

由電腦硬體技術、並行與分散式的運算處理技術、自動控制技術、感測器技術以及程式軟體開發環境的不斷研究發展，AGV 的開發與應用成為了一定的技術根基。這次展覽中，智慧技術如學習與探索、任務與路徑規劃、模糊與神經網路控制技術的研究開發，使 AGV 向著智能化和自主化方向發展。AGV 的研究與開發機械學習、通訊協定、影像辨識為一體，整合工業電腦、自動控制、通訊協定、機械設計和電子…等多個技術門檻，成為物流自動化研究之一。

• MUJIN

MUJIN 是一家發展迅速的公司，它使用由世界頂級工程師組成的尖端機器人解決方案來開拓新業務。結合了來自 10 多個國家的跨國團隊創造的高科技以及製造和物流專業人員的現場技能，將在該技術上擴大可能性。



圖 16. MUJIN 展示機器手臂與 AGV 結合技術



圖 17. MUJIN 技術可將模擬影像與實際操作影像同步呈現



圖 18. 透過 CCD 影像與堆棧系統結合技術

• KUKA

KUKA 機器人一般用於物料搬運、加工、堆垛、點焊和弧焊，涉及到自動化、金屬加工、食品和塑料等行業。

KUKA 的用戶包括：GM、克萊斯勒、福特、保時捷、寶馬、奧迪、奔馳、大眾、法拉利、哈雷戴維森、波音、西門子、宜家、施華洛世奇、沃爾瑪、百威啤酒、BSN Medical、可口可樂等等。

KUKA 所推出的 AGV 結合六軸機器手臂來作物料搬運及物料入庫動作，AGV 採用 SLAM 方式來作路徑規畫，搭配六軸機器手臂進行夾取物料取放入庫，為小型搬運倉儲系統概念。



圖 19. KUKA 展示 AGV 結合機器手臂

• MiR

MiR 致力於促進、創建和維護安全健康的工作場所，並且針對汽車與航空、醫療保健和製藥、金屬和塑料等產業 AGV 的開發研究，創造新的科技奇蹟。

協作式自主 MiR AGV 可安全地繞過各種障礙物，如果有人直接走在前面，它將停止。借助先進的技術和先進的軟件，該機器人可以自主導航並選擇最有效的到達目的地的路線。當遇到障礙物時，機器人會自動重定向並重新路由，以防止停止或延遲物料的輸送。

MiR AGV 配備了最新的雷射掃描儀技術，並具有 360 度視野的最佳安全性。前面的兩個 3D CCD 使機器人可以看到 30 到 2mm。高於地面的位置，每個角落都有兩個傳感器，這有助於 AGV 看到貨盤和其他障礙物的能力，以至於它們很難不被察覺。

MiR AGV 具有 MiR 專門設計的托盤提升器，能夠自動提貨，運輸和運送托盤。因此，協作機器人是傳統的托盤提昇機和推高機的安全替代品，許多公司希望擺脫傳統的托盤提昇機和推高機，因為它們經常構成安全隱患。同時，MiR AGV 不需要任何操作人員來對抗更傳統的托盤起重器，因此，它可以優化托盤的運輸並為員工提供時間來執行更多生產性任務。

MiR AGV 一開始就提供對 AGV 的完全控制和所有權。MiR AGV 可通過智能手機，平板電腦或計算機通過直觀的 MiR 機器人界面進行操作，並可根據以前的經驗進行編程。該 AGV 可以集成到您的 ERP 系統中，從而使您有機會創建完全自動化的解決方案。此外，該機器人可以與 MiR 的其他機器人一起被包含在 MiRFleet 中，因此不同的機器人可以在同一 AGV 中操作。

根據客戶的需要，可以快速輕鬆地更換 MiR AGV 的頂部模塊，例如可以配備托盤叉，輸送機，機械臂或其他應用程序的模塊。

MiR AGV 符合 ISO / EN 13840 及工業 / 輕工業用途的 EMC 要求，堅固的外殼可以承受掉落的物體。



圖 20. 搬運 500KG AGV 在人群中移動



圖 21. MiR AGV 採用雷射定位模式



圖 22. MiR AGV 採用 2 個 CCD 來辨識人群走動

06 VR/AR 模擬影像技術應用

過往 AR(擴增實境) 和 VR(虛擬實境) 的技術基礎尚未成熟前，對於許多客戶端來說只能在科幻般的想像，然而，跟著先進科技的演進，在醫療設備、工業服務、教育訓練、休閒娛樂與物流產業也在這次 VR/AR 風潮帶動下，開始實踐更多影像輔助的技術應用；在這次展覽中，機器手臂所具有的高智慧功能，將傳輸技術、OTT(Over the Top) 與傳輸技術等運算應用於醫療外科手術訓練、設備維修及新進人員教育訓練 ... 等功能，在使用上，頭戴式 VR/AR 觀看 3D 立體結構，可進一步透過模擬影像技術來達到直觀式學習，更實務的是，此模擬技術可以減輕各方面的人事物成本及節省時間學習，不管是模擬影像操作或實際執行去操作，都能藉由配戴 AR 頭戴式裝置來傳出的影像 (POV, Point-of-View)，對該執行者提供影像指令或建議方法，大大的降低操作時的錯誤，同時可以提升訓練及維修速度，連沒有經驗的新進人員都能很快速的上手。

● ABB

ABB 經營範圍主要以機器人、電機、能源、自動化等領域。其與 100 多個國家 / 地區的公用事業，工業，運輸和基礎設施客戶緊密合作。ABB 在意大利業務部門開發了工作在 1,000 至 30,000 伏特之間的中壓系統和設備。由於這些系統存在固有的危險，因此維護操作必須遵循嚴格的程序以最大程度地降低風險。因此，對操作人員的培訓在風險管理中具有舉足輕重的作用。歷史悠久的 ABB 公司，一直在尋找改善其人員培訓過程的方法。

為了滿足客戶的特定需求，Forge Reply 開發了一個專門用於培訓在中控系統和設備上操作人員的電子學習平台。該培訓課

程包含兩個交互式模塊：一個基於交互式 Unity 3D 引擎技術可在線獲得，另一個通過 HTC Vive VR 耳機具有虛擬環境。在這兩個模塊中，學員都可以體驗實際系統上使用的確切維護操作。通過 3D 對象的交互式可視化，客戶可以完全安全地準確，有效地理解不同產品。在虛擬環境中完全模擬了潛在的危險任務。

借助 HTC Vive 耳機，由 Forge Reply 開發的 VR 培訓模塊使客戶可以在 360° 虛擬環境中物理移動的同時體驗組合和物體。得益於專門設計的遊戲手柄，可以操縱介面，從而學習在模擬人機介面的實際操作過程。在 VR 培訓模塊中，使客戶可以在模擬維護程序 (例如檢查，修正和維護) 的模型之一，進行操作。

07 其他廠商技術應用

● FANUC

FANUC 推出高精度雷射切割技術，直線切割精度可達 0.1mm，所使用的機器手臂為 M-800iA/60 及 FIBER LASER FF3000i-MODEL 系統，來滿足客戶切割鋁金需求。



圖 23. FANUC 展現機器手臂進行雷射切割

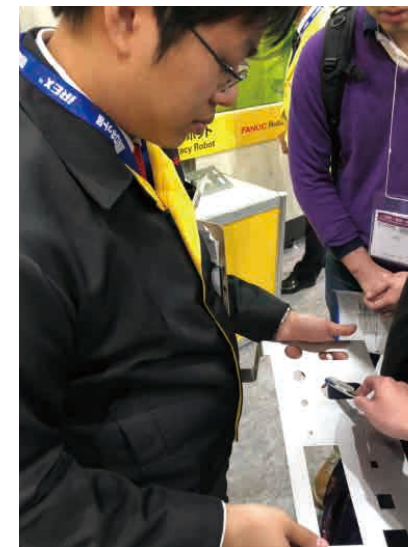


圖 24. 鋁金切割後無燒焦與毛邊痕跡

● KUKA

看到近年來在一般行業對自動化解決方案的需求不斷增長，並且迅速作出反應。我們的加工方式和自動化解決方案正在逐漸取代手動或不太靈活的自動化流程。KUKA 還提供創新的、適應金屬加工自動化的生產方法，如摩擦焊接 (friction welding)，摩擦攪拌焊接 (friction stir welding) 或磁力焊接 (magnetarc welding)。我們可以因此生產高質量的新材料焊接，例如電纜中的鋁和銅。



圖 25. KUKA 展現機器手臂搭配旋轉工作台進行銑削

● 達明機器人

達明機器人為台灣第一的協作型機器人先鋒，同時也是全球第一內建視覺辨識機器人；達明機器人擁有高達九成的產品自製率，軟體更是百分百自行開發，把可與國外大廠媲美的視覺辨識系統與協作手臂完美的整合在一起，在工業 4.0 少量多樣的產品趨勢下，協作型機器人可靈活部署快速換線，能大幅降低總成本，使用者可以很容易、輕鬆的上手，協作型手臂也將成為新時代的利器，創造改變世界的可能。本課程分別對達明智慧協作型手臂與傳統型手臂的差別介紹、應用、實務操作及實務應用等多元化內容，並以協作型手臂應用案例互動探討，讓學員的學習兼備跨領域知識、技術、實務操作、及實務應用等多元化內容，只需 1 天的訓練課程，便可以很容易地使用視覺，讓手

臂作取放或辨識的動作，快速強化學員使用協作型手臂整合能力，更充實研發能量。

達明機器人在堆疊各種應用加值模組，使用 CCD 影像辨識堆疊情況，減少堆疊失誤情況，也著力於鎖螺絲 / 雙機協同組裝 / 手眼力插件 / 拋光打磨等應用 Know-how 的最佳作業員；鎖螺絲結合國內螺絲起子大廠奇力速產品，備齊應用週邊 Ready to Go；整合六軸力感測器達到 D-RAM 精密手眼力整合插件，同時完成字元、條碼與距離與角度量測的視覺檢測；搭配 3M 氣動工具 /ACF 力回饋模組等達成高彈性的拋光研磨解決方案；結合首度於亞洲亮相的雄克協作型夾爪，並由兩台 TM5 連線雙機協同組裝，展現完全無額外治具且可更換組裝標之高彈性組裝情境。



圖 26. 達明機器人展現堆疊系統

社團法人台灣智慧自動化與機器人協會

— 109 年度 課程資訊

開課時間	課程名稱	課程時數	開課地點
02/20-02/21	關鍵資料分析與大數據系統技術培訓班【電腦軟體實作課程】	12	台中
03/05-03/13	智慧機械手臂技術開發與實務應用培訓班【企業參訪】	12	台中
03/19-03/20	自動化物流系統與 AGV 智慧搬運	12	台中
04/09-04/10	電腦輔助設計與製造實務培訓班【電腦軟體實作課程】	- 招生中 -	台中
04/23-04/24	公差設計與量測校正實務培訓班	- 招生中 -	台中
05/01-05/02	自動化工程師 level 1 證照考試題庫班	16	台中
05/01-05/09	機器人工程師（初階）證照考試題庫班	24	台中
05/23-05/24	自動化工程師術科實作班	16	北 / 中 / 南
05/21-05/22	PLC 與人機介面應用操作實務【實機操作課程】	- 招生中 -	台北
05/28-05/29	智慧自動化系統規劃及數位模擬分析【電腦軟體實作課程】	- 招生中 -	台北
06/11-06/12	終端效應器製圖設計與應用實務	12	台中
06/18-06/19	Python 與 TensorFlow 開發實務	12	台中
07/02-07/03	工業用機器人與 AI 視覺操作實務課程【實機操作課程】	- 招生中 -	台中
07/02-07/03	如何有效導入自動化系統整合與專案管理	12	台北
07/23-07/24	運用 AI 工具解決瑕疵影像辨識與品質數據分析	12	台中
08/06-08/07	視覺感測技術與 AI 影像處理應用實務	12	台北
08/06-08/07	自動化設備維修與保養實務培訓班	12	台中
08/13-08/14	智慧製造網路及資安防護管理培訓班	12	台中
09/24-09/25	五軸加工技術應用實務培訓班【實機操作課程】	12	台中
10/15-10/16	智慧機械機聯網技術與綜橫系統整合培訓班	12	台中
10/31-11/01	自動化工程師 level 1 證照考試題庫班	16	台中
10/31-11/07	機器人工程師（初階）證照考試題庫班	24	台中
11/21-11/22	機器人工程師（初階）證照考試題庫班	16	北 / 中 / 南

更多課程請上網查詢：<http://www.tairoa.org.tw/> 洽詢專線：04-23581866 Eunice 鄭 /Fion 陳

- ◎ 貴公司有培訓計畫及需求嗎？智動協會可提供您智慧自動化及機器人領域的「客製化」培訓課程規劃及辦理！歡迎您來電詢問**企業包班**詳情。
- ◎ 智動協會提供海外人才培訓服務，歡迎企業及團體與我們連繫。
- ◎ 智動協會保有課程更動權利，並設有最低開班人數 15 人；如未達開班標準，學員自付金額將全數退還。



瑞典引領世界製造及創新趨勢

Sweden leads the global manufacturing and innovation trend

文： Business Sweden 瑞典貿易暨投資委員會台北辦事處

中文摘要

瑞典的製造業誕生於 19 世紀第二次工業革命，而富豪汽車 (Volvo)、斯凱孚 (SKF)、和阿特拉斯科普柯 (Atlas Copco) 等製造業巨頭，為瑞典創造製造業奇蹟，影響直至今日。瑞典因為人口稀少，大部分製造業屬於「出口導向」的生產模式。截至 2018 年，瑞典的國內生產總值 (GDP) 有 13.3% 來自製造業，50% 來自出口，主要的製造業分別是汽車及其零件、機械設備、金屬製品、化學原材料、石油及煤製品、藥品及醫用化學製品、木竹製品、以及紙及紙製品。

瑞典能成為歐洲的生產力大國，主要的原因來自於其不斷的創新能力。在 2018 年瑞典更被歐盟連續四年評比為歐洲最創新的國家。瑞典的強大的研發中心，測試平台以及蓬勃發展的新創公司串接，讓瑞典成為一個將商業概念轉化為技術以及商品最佳的市場。

瑞典政府為了確保瑞典產業持續發展以及在國際市場的競爭力，提出了【瑞典智慧製造計畫】，此計畫涵蓋四大領域：

- **產業發展 4.0** - 協助瑞典公司使用數位科技轉型並成為智慧製造數位轉型的領導者
- **永續製造** - 提升資源使用效率、考量環境影響以及更永續的製造方式來提升產業價值、創造工作機會以及提升產業競爭力
- **產業技術提升** - 發展符合產業需求以及促進產業長期的發展的技術
- **瑞典測試平台計畫** - 確保瑞典在能用於提升瑞典生產的產品與服務相關領域保有其研發的優勢

作為全球數位化領先的國家，瑞典引領許多智慧化及永續製造方案，例如物聯網製造、人工智慧應用、積層製造以及永續製造及設計。

愛立信 (Ericsson) 做為全球領先的 ICT 解決方案提供商，提供智慧工廠的連結解決方案。以及艾波比 (ABB) 和阿特拉斯科普柯 (Atlas Copco) 等瑞典製造商，在製造過程中引領工業 4.0，運用大數據將各種計算機、設備及生產線等進行連接及分析優化。

WASP (The Wallenberg AI Autonomous Systems and Software Program)- 【華倫堡人工智能自動系統以及軟體計畫】是瑞典有史以來最大的產業研究計畫，此計畫的經費是在 2026 前投入 30 億瑞典克朗的經費 (約台幣 100 億)。此計畫的兩大主軸是“可解釋人工智慧 (explained AI)”以及“數學研究”。此計畫將投入 250 個研究人員以及 45 個研究組織，以確保瑞典在 AI 領域的持續創新。

在積層製造領域方面，瑞典公司如 Höganäs、Sandvik 以及 Uddeholm 提供了全世界將近 30% 積層製造所需的金屬粉末。這也代表在積層製造中所需要的客製化材料上，瑞典是前瞻性的產業專家。成立於 1862 年的瑞典公司山特維克 (Sandvik)，於該集團最大的生產基地桑德維肯 (Sandviken) 建立最先進的金屬積層製造創新實驗室。該公司對金屬積層製造的投資意味著它能夠有效減少材料浪費，使零件更輕盈。更重要的是，它開拓了複雜的設計功能，新科技帶來產品性能上的重大突破。

企業永續是瑞典製造業的 DNA。越來越多瑞典公司著手開發減少資源消耗和可回收材料的解決方案。如擁有 150 年歷史的製造業巨頭阿特拉斯科普柯 (Atlas Copco) 所例證的，企業永續不僅是瑞典公司的流行語，也是核心重點。通過開發新型真空泵，阿特拉斯科普柯成功將半導體製造的能源需求降低 60%。由於真空泵佔半導體製造總能耗的 20%，這不僅是企業永續的解決方案，也是具經濟效益的解決方案，可謂雙贏。瑞典人對企業永續的口頭禪是，這不僅有利於自身，更具有完美的商業意義。

瑞典靠著持續深耕創新、技術、和製造領域，在小國中異軍突起，孕育許多國際企業。實際上，因為惡劣的氣候和稀疏的人口，創新對瑞典是必須。創新，也使瑞典席捲全球，孕育許多兼具智慧、互聯、與永續的領先製造業，成為工業 4.0 革命的理想溫床，而工業 4.0 革命，也將永遠改變製造業。

Sweden is the leading manufacturing productivities in Europe with its strong innovation effort

瑞典是歐洲生產力以及創新的領導者

The birth of Swedish manufacturing grew out of the second industrial revolution at the last turn of the century. Manufacturing giants like Volvo, SKF and Atlas Copco paved the way for the Swedish manufacturing miracle that remains strong to this day. Sweden has a uniquely high amount of export-focused manufacturing companies for its sparse population. As of 2018, 13.3% of Sweden's GDP is from manufacturing, and about half of Sweden's GDP is from exports. The biggest manufacturing sectors in Sweden are transport equipment (22.3%), Machinery (14.8%), Metals (14.6%), Chemistry, Oil, and pharmaceuticals (11.6%) and wood, paper and pulp manufacturing. (11.6%)

Sweden has one of the highest manufacturing productivity figures in Europe. One of the reasons that Sweden has achieved such high manufacturing productivity is thanks to its constant innovation efforts. A powerful mix of R&D clusters, test bed opportunities and a thriving startup scene makes Sweden a springboard for taking new ideas, technologies and products to a global marketplace.

When it comes to inspiring and commercialising new ideas, there is no better breeding ground for progress than Sweden – which in 2018 achieved a No.1 EU ranking for the fourth consecutive year in the European Innovation Scoreboard, published by the European Commission. The key reasons for why Sweden is in the forefront of innovation within Europe are the intensive R&D investment both from the government and private sector and the strong collaborative culture for innovation and entrepreneurship across industry, academia and public sector.

Sweden's Smart Industry strategy 瑞典政府智慧製造策略

With the Smart Industry initiative, the Swedish government has taken action to strengthen the development of the industrial sector and reinforce Sweden's position in a global market. Digital manufacturing is the smart way to go – and the key to long-term competitiveness.

As a world IT leader with a highly skilled workforce, a rich industrial heritage and a diverse network of sub-suppliers, Sweden is well placed to lead the historic transformation to Industry 4.0.

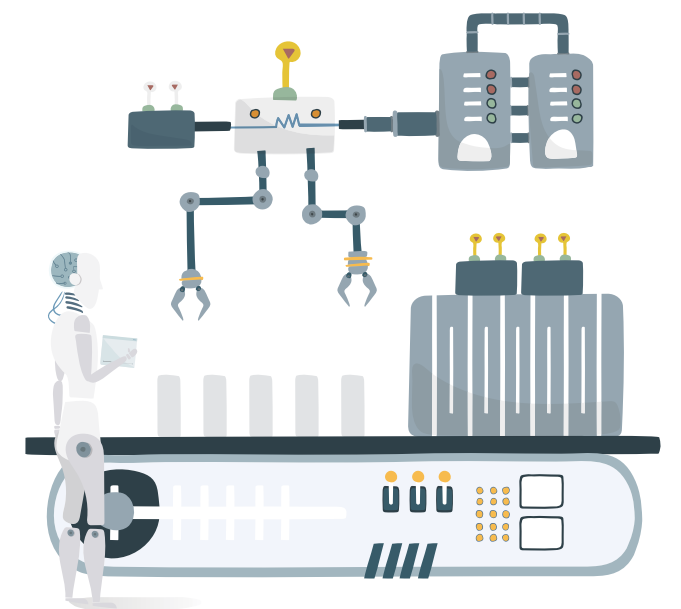
The strategy emphasises the following four focus areas:

- **Industry 4.0** – Companies in the Swedish industrial sector are to be leaders of the digital transformation and in exploiting the potential of digitalisation.
- **Sustainable production** – Increased resource efficiency, environmental considerations and a more sustainable production are to contribute to the industrial sector's value creation, job creation and competitiveness.
- **Industrial skills boost** – The system for supplying skills is to meet the industrial sector's needs and promote its long-term development.

- **Test bed Sweden** – Sweden is to lead research in areas that contribute to strengthening the industrial production of goods and services in Sweden.

Key trends for smart manufacturing in Sweden 瑞典智慧製造趨勢

As one of the most digitalised countries in the world, the meeting of digital solutions and manufacturing solutions was a natural match in Sweden. Swedish industrial machinery companies like ABB and Atlas Copco are leading the charge to industry 4.0 in implementing computers, data and connectivity into every part of the manufacturing process.



#1 most sustainable country
in global RobecoSAM ranking

Connected machinery 物聯網製造

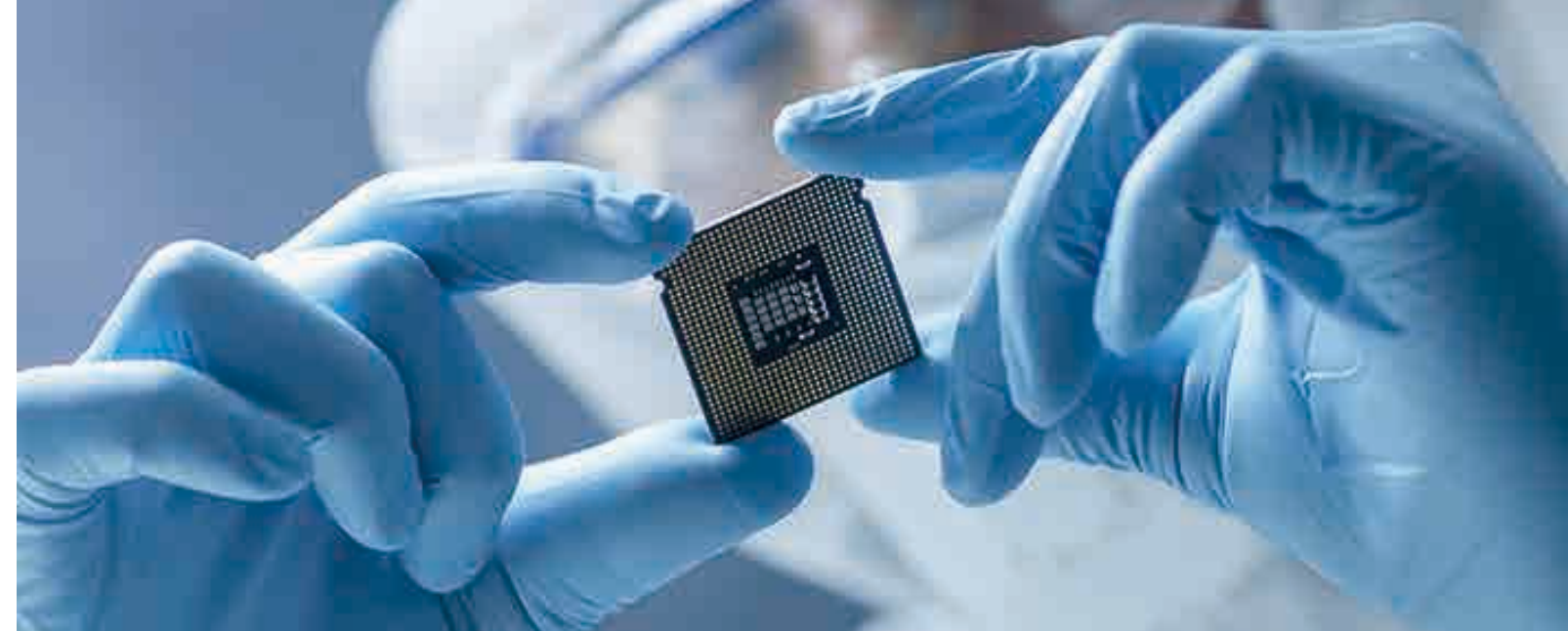


Digitalisation is resulting in enormous opportunities to develop a new, smarter and more sustainable industrial sector. The sweeping changes that increasingly sophisticated digital technologies bring with them have given rise to the term the fourth industrial revolution. Following the steam engine, electricity and electronics, embedded and connected systems are now on their way to revolutionising industry; when things can be connected to the internet and communicate with their surroundings and when the boundary between the real and the virtual is erased.

By rethinking and embracing new technologies across the value chain, Swedish industrial companies are adopting smarter practices to reduce time to market and increase responsiveness, make considerable cost savings, cut material waste, simulate concepts and

accelerate innovation. New technologies also enable companies to monetise data and develop new revenue streams, get a 360-degree view of production lines and customers, set up their own ecosystems and value networks and pave the way for innovations such as mass- customisation of products.

Connected manufacturing a thing of the future but has already arrived today. Ericsson, one of the world's biggest ICT solutions providers, are at the forefront of providing smart factories with the connectivity they need. By launching its Industry Connect 4.0 solution in 2019, Ericsson aims to offer connectivity for manufacturing solutions such as collision avoidance for Automated Guided Vehicles (AGVs), mobility for Human Machine interfaces (HMI) instructions for workers and collaborative robotics for automated operations.



AI application to manufacturing 人工智慧應用

Sweden is taking part in the automation and AI revolution and both the private sector and public sector are embracing the new future. Automation is being utilized in the private sector by manufacturing companies to streamline production and Sweden's government is also investing in AI with the country's largest ever industrial research program: The Wallenberg AI Autonomous Systems and Software Program (WASP). The program has obtained 3 BSEK (310 million USD) to invest by 2026.

This investment allows for addition 250 research students and 45 senior research partners. The two main components of WASP's strategy are "explainable AI" and mathematical research. "explainable AI" refers to programs where researchers ask systems to explain how they derive their answers, so we better understand how AI thinks and how we can improve its process. The second program will be largely quantitative in which researchers seek to improve our understanding of the mathematics that support AI. 70 MSEK (7 million USD) will be used to reinforce

computing infrastructure. The chair of the WASP board Mille Millnert comments

"This is a unique investment, even in an international perspective. WASP will in this way obtain the resources needed to create the knowledge platform that Sweden requires if it is to continue to hold its position at the forefront of research and remain competitive."

AI is in fact already being commercialized in Sweden. The Swedish startup Peltarion is a Swedish AI software company that has helped the likes of Tesla, GE, and Nasa use neural networks in their research, development and manufacturing processes. With a mission to make AI platforms available to everyone, the company has created a cloud-based platform that allows the user to deploy deep learning models with the help of graphical user interface, enabling even less computer-savvy individuals to succeed with the help of AI. The technology has been used by doctors to segment cancer tumors, as well as by farmers to optimise yield.



Additive Manufacturing 積層製造

Did you know that Sweden produces more than one-quarter of the global supply of metal powder for additive manufacturing? Companies such as Höganäs, Sandvik and Uddeholm provide metal powders for thousands of 3D printing applications worldwide. Together with other Swedish suppliers they account for almost 30% of global metal powder production. This means that forward-thinking experts who offer customised AM materials are never far away.

Wherever you look in Swedish manufacturing today, people are either talking about the transformational benefits of “printing” metal objects layer by layer – such as complex machine parts – or indeed putting the technique into practice. Early adopters are already at the frontline of global progress.

More and more Swedish manufacturers are now stepping up efforts to leverage additive technologies in the drive toward digitalisation. This has prompted the rise of new business models, dramatically reduced lead times, enabled customised products and minimised materials waste.

The industrialisation of additive manufacturing is speeding ahead and there are at least 30 companies currently engaged in the AM field, the survey shows. In 2018, the sector attracted public and private research funding in the range of SEK 100 million.

Sandvik, established in Sweden in 1862, reached a new milestone in 2013 when it decided to establish a state-of-the-art innovation lab for metal additive manufacturing in Sandviken, at the group's largest production site in the province of Gästrikland. Few visitors are granted access here, but those who do get a glimpse behind the scenes would be forgiven for thinking they have entered a top-secret research lab at IBM or NASA.

The company's investment in additive manufacturing means, for example, that it can dramatically cut material waste and make components that are considerably lighter. More importantly, it paves the way for complex design features such as internal cooling channels. This is expected to unlock a quantum leap in performance – giving tomorrow's cutting tools better vibration control and longer service life than tools built with conventionally machined parts, to mention a few benefits.

Sustainable production and product design 永續製造及產品設計

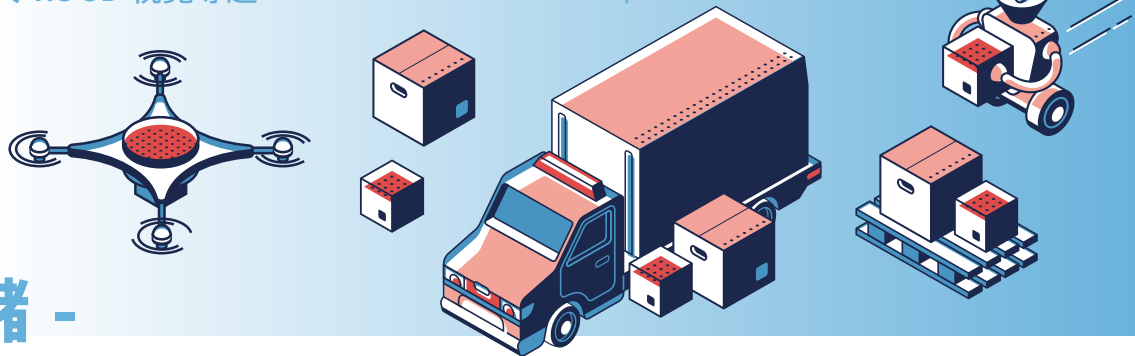
Sweden ranks among the world's top eight most sustainable countries – with a no.1 placement on analyst firm RobecoSAM's list of sustainable countries for 2017. It is a pioneer in clean technologies and, more importantly, has advanced mechanisms for industrial symbiosis which will be instrumental for implementing circular economy models.

In 2015, Sweden became the world's first country to achieve a decoupling of economic growth from carbon emissions. Indeed, between the years 2008 and 2014 alone, CO2 emissions were cut by 14 per cent while total GDP increased by 16 per cent in the same period. The Swedish government is now making its largest investment ever in environment efforts and in 2018, Sweden achieved a No. 1 world ranking in the SDG Index and Dashboards Report.

Sustainability is in the DNA of Swedish manufacturing companies. Increasingly, Swedish companies are developing solutions that will reduce the resource use as well as involving recyclable materials. As the almost 150-year old industrial giant

Atlas Copco exemplifies, sustainability is not merely a buzzword among Swedish companies, but a core focus area. By developing new kinds of vacuum pumps, Atlas Copco has managed to reduce the energy requirement of semiconductor manufacturing by 60%. As vacuum pumps represent up to 20% of the total energy consumption in semiconductor manufacturing, this not only sustainable solution, but also an economically sound one. The Swedish mantra when it comes to sustainability is that it is not only good for its own sake, but it also makes perfect business sense.

Sweden continues to punch above its weight in the fields on innovation, technology and manufacturing. It is rare to see such a small nation being home to so many well-known international companies. In fact, innovation in Sweden is an imperative for survival as the harsh climate and sparse population would make it difficult to compete otherwise. The Swedish quest for a smarter, more connected, and more sustainable manufacturing world is well on its way to take the world by storm. With its interconnected open society, high human capital and developed industry, Sweden is the perfect breeding ground for the industry 4.0 revolution that is set to change manufacturing forever.



智慧倉儲 -

拆零揀選機器人的技術發展、革新與應用

文：XYZ Robotics 星猿哲科技 王海婷 冷沂霏

在現今的電子商務時代，供應鏈管理影響著企業的核心競爭力。隨著自動化的演進，倉儲物流已從純人工操作到立體倉儲、從貨到人演進為貨到機器人。但由於 3D 視覺技術和夾具系統發展未成熟，一般工業機器人只能處理少樣物品而增加了應用難度，整個物流產業在拆零揀選這個最關鍵的流程上面臨了自動化的瓶頸。加上人工成本日漸升高、勞資衝突日益尖銳，各大企業都迫切地尋找解決方案。

對此，XYZ Robotics 經過近兩年的研究，自主研發出領先全球的視覺處理器和夾具系統。讓機器人即使面對從未處理過且散亂堆置的物品，依然能夠像人一般精準辨識產品、並配合相應的夾具高效流暢地分揀訂單，使得機器人能更加快速地應用在不同的自動化倉儲中，達到真正的智慧物流。

技術的誕生

XYZ Robotics 的技術研發，與智慧倉儲的發展密不可分。2012 年美國電商巨頭亞馬遜購入 Kiva 系統後，便致力於推動無人倉庫。然而，在拆零揀選這個過程中，如亞馬遜這樣的大公司都難以克服辨識隨機物體、機器人動作控制與夾具設計等問題。因此，自 2015 年至 2017 年間，亞馬遜公開舉辦機器人揀選挑戰賽 (Amazon Picking Challenge)，精挑細選各種倉儲機器人難以處理的物品，邀請全世界頂尖團隊一起來攻克這個難題。

碩士就讀於國立台灣大學資工所、博士畢業於麻省理工學院電機資工學院的俞冠廷，作為 MIT-

Princeton 聯隊的團隊技術負責人，率領該隊伍於 2015-2017 年連續三年得到該比賽全球前三名。經過三年的賽事經驗積累，俞冠廷作為聯合創始人兼技術長，與卡內基梅隆大學機器人學博士周佳驥執行長、北京大學經濟學碩士邢梁立博營運長，於 2018 年 4 月在波士頓共同創立 XYZ Robotics。周佳驥執行長於博士期間曾獲得 2016 年全球最大機器人學會會議 ICRA 全會最佳論文獎，為該會創辦 30 年以來第三位以第一作者身分獲獎的華人。這個年輕的團隊技術願景為讓機器人能 “Pick anything, Place anywhere.” 致力於打造全球最頂尖的機器人手眼協調技術。

優異的視覺處理器與創新的機器人末端夾具

XYZ Robotics 高技術壁壘的視覺處理器與夾具產品包含了五大優勢：

即時識別庫存更新

傳統的視覺技術依賴提前註冊商品模型，藉由深度學習客戶的商品資料庫來辨識實際產品。然而物流體系中的最小存貨單位 (SKU) 往往多達數千、甚至數萬種，加上產品包裝經常更新，漫長的調適週期使得機器人無法及時應對最新

的產品狀態，侷限了辨識的種類。同時，辨識結果的失誤率高，使得人工需要介入處理，反而提高了自動化的成本。

XYZ Robotics 採用了免模型 (model-free) 的視覺技術，不需要預先登錄存貨的 3D 模型。該系統在快速消費品、化妝品、服裝、消費性電子產品、藥品、包裝食品等商品類型的倉庫中，能夠識別 90% 以上的不同種類、形狀、包裝的存貨，尤其能處理一般系統無法辨識的深色、半透明、反光、塑膠袋等特殊包裝材質，在 VGA 模式下可於 0.1 秒內完成判讀，降低了部署的時間和成本，成功辨識率在 99% 以上。



圖 1. 案例物流箱與商品



圖 2. 黃圈標示為視覺系統預測撿取點

夾具快換系統領先全球

由於單一裝置能處理的商品有尺寸和重量限制，如大吸盤處理如洗髮精等較大較重的物品、小吸盤處理如化妝品盒等小而輕的物體、特殊包裝的商品只能藉由專用夾具，一個機器人工作站通常只能處理倉庫中 20%-30% 的商品，應用價值極低。

XYZ Robotics 自主研發、全球專利保護的自適應夾具快換系統，包含了末端作用器 (Spear E)、自動快換裝置 (Tool Changer)、塑膠袋專用吸盤 (Bag Cup) 和柔性真空驅動夾爪 (Soft Vacuum Gripper)。此系統使機器人可以根據存貨型態，於 0.6 秒內自動切換至相對應的夾具，有效提高了單一工作站可以處理的商品種類。

XYZ Robotics 的末端作用器 (Spear E) 具備特殊的 3D 磁吸式自動分離復位設計，其垂直面的彈性活動空間，讓機器人能夠輕柔且快

速地揀選商品，亦能有效避免機器人因為感應器誤差導致水平面碰撞，而對機器人本身或工作站造成損壞。該作用器搭配轉接盤，可用於一般產業常見的 ABB、UR、FANUC、YASKAWA、NACHI、KUKA 等機械手臂。快換裝置 (Tool Changer) 具備自動置中接頭，客戶可以根據自身需求將快換裝置搭配不同尺寸的吸盤、XYZ Robotics 特殊設計於處理衣物的塑膠袋專用吸盤 (Bag Cup)、能撿取細長或特殊形狀物體的柔性真空驅動夾爪 (Soft Vacuum Gripper) 等。夾具系統與視覺處理系統相搭配，機器人便能於化妝品、消費性電子產品、服裝和包裝食品的倉庫中成功揀選 90% 以上的存貨，而其簡易的分離部件設計亦降低了系統維護的營運成本。

XYZ Robotics 的末端作用器與快換裝置均已通過一百萬次的壓力測試，並預計於本年度推出最高承重三公斤的新版快換裝置。

運動軌跡最佳化

針對不同倉庫的實際佈局設定，XYZ Robotics 的系統藉由先進的運動軌跡最佳化演算法，規劃出機器手臂移動的最佳路徑，可顯著提升撿選速度。綜合運動軌跡最佳化、視覺演算法和快換夾具系統的速度優勢，XYZ Robotics 拆零撿選工作站在一對四的訂單箱分檢布局中，可以達到每小時 900 件商品的全球最快綜合效率。

模擬人工輕柔擺放

藉由後台的視覺和軌跡最佳化演算法，機器人會根據目的物流箱內的狀態，將商品移至最合適的位置，於放置點上方 2 公分處慢速放下。在犧牲 10% 以內的撿選效率情況下，機器人可以輕柔且合理地擺放商品，確保商品完好無損。

高性價比的全套解決方案

評估一套智慧倉儲的效能時，需考慮兩個關鍵：揀選速度和揀選準確度。一般而言，人工作業最快的速度是每小時處理 600 件商品，然而工作速度會受到生理、心理的因素影響；相較而言，機器人可以一周七天、一天 24 小時維持每小時 900 件商品的作業速度。從準確度的角度來看，人為疏失是不可避免的，尤其在

許多折扣檔期，如春節、雙十一時，大量的訂單會使人工失誤率提高，而一套設計搭配完整的機器人揀選系統可以達到 99.5% 的訂單準確率，降低了退換貨的成本，消費者與物流商都能更加安心。

從單純硬體成本控管而言，由於最佳化演算法與快換裝置的技術優勢，系統對於相機性能的要求大幅降低，一台視覺處理器只需要搭配二到四個 1280*720、30fps 的相機。

從投資回收率來說，一個工人的年薪以台幣 35 萬計算 (約一個月台幣 2.9 萬)，工作兩班制則成本為台幣 70 萬。一座機器人的工作量等於 1.5 個工人 (900 件 / 小時 vs 600 件 / 小時)，所以一座機器人工作兩班等同於三個人的工作量，也就是產值為 35 萬 * 3 人 = 105 萬。一整座機器人工作站售價 160 萬，所以物流商可於 160 萬 / 105 萬，約一年半回收投資成本。隨著未來產品的標準化大規模生產，成本和價格都有望進一步降低。

目前 XYZ Robotics 的機器人工作站已經應用於知名物流企業、美妝和消費性電子商品等網路購物平台。於台北的專案亦將於 2020 年第二季度正式營運，屆時，XYZ Robotics 領先全球的產品必將在台灣掀起一場智慧物流革命。



圖 3-1. XYZ Robotics 自動夾具快換系統



圖 4. 自動快換裝置應用示意圖



圖 5. XYZ Robotics 一對四拆零撿選工作站

機器人自動化先進技術 助力品質檢測及管控贏得機先

文：ABB Ltd.

本特勒汽車工業公司成立於 1935 年，總部位於德國帕德博恩市，是本特勒集團 (Benteler Group) 中營業額最大的分公司，以開發、製造、銷售金屬相關汽車零配件及生產配套系統為主要的業務。集團旗下業務涵蓋汽車工業，鋼 / 管，機械工程和配送中心。本特勒汽車工業公司成立 85 年以來，因應安全、環境保護、設計標準，以及電動汽車的興起，生產製程、品質檢測及管控流程已有非常大幅度的改變，針對產品檢測程序及提升成品品質的研究持續進行，並進一步導入製程 (圖 1)。



圖 1. Benteler 在西班牙 Vigo 的生產工廠結合 ABB 3D 視覺和測量解決方案，縮短時間週期，提高質量並降低控制錯誤的風險

傳統工業 邁向未來智慧工廠之路

在傳統汽車及汽車零配件生產製程中，品質檢測及流程管控 (Quality Control) 持續進化，本特勒在西班牙西部港城 Vigo (維戈) 的製造中心，傳統的品質檢測及管控程序，是透過三次元量測儀 (Coordinate Measuring Machines (CMM)) 進行，為提升品質管控的程序及效率，本特勒決定將持續研發改進的檢測製程，進一步在實際的製程中實現，並選擇 ABB 工業機器人自動化數位 3D 視覺及計量檢測解決方案，實現檢測技術的自動化及數位化。

優化品質控管提升效能

ABB 工業機器人自動化數位 3D 視覺及計量檢測解決方案，在本特勒的品質控管優化專案受到青睞，程序上是透過 3D 白光掃描儀感應科技，以數位化科技掃描工件，優化檢測程序、確保品質一致性。感測儀可以高度精確的檢測工件的瑕疵，確保產品的品質。ABB 工業機器人品質檢測解決方案，架構在 3D 計量的基礎上，透過掃描儀器，在受檢測的工件上投射呈現格線狀的白光，高速截取並紀錄工件的幾何及表面參數，建構數位模型，並與工件原始的 CAD 圖紙做比對。這是一個精確度及檢測效率極高，對生產速度不會造成影響的高效率檢測方案。自動化檢測工件的方

案，助力工廠提升產品品質、降低品質控管缺失及工作週期時間，並讓本特勒這樣的汽車零配件供應商製造的產品，受到汽車零配件 OEM 製造商高標準的驗證。面對少量多樣，高度客製化的製造現況，製造商紛紛以提高品質及生產效率為製程優化的目標，本特勒透過工業機器人自動化達成的自動化品質檢測，在行業中搶得競爭優勢。此項技術是 ABB Ability™ 數位科技解決方案的產品之一，助力客戶邁向未來工廠的願景。

高速達成全方位品質檢測

ABB 以 3D 白光及感測儀器為基礎設計規劃的工業機器人自動化數位 3D 視覺及計量檢測解決方案，可在離線及在線的情況下進行工件檢測，本特勒導入離線的檢測方案，針對過去透過三次元量測儀 (CMM) 進行的檢測均可執行，而新的解決方案並能夠同步生成報告。工業機器人與 3D 測量檢測科技整合的自動化方案，大幅度提升速度及效率，並可提升受檢的工件數量。此檢測方案在結構設計上就如同一個生產站點，以在最短的時間，達到最大量的檢測數量為目標原則設計，兩個測量桌搭配工業機器人做上料及檢測，實現持續性檢測的目標，達成高效能的生產效率。

有效提升的生產效率、 精確度及品質

本特勒將檢測的解決方案整合在製程中，取代傳統上將品質檢測獨立拆解為一站的做法，在製程中檢測各零件品質，而非僅檢測成品良率，大幅提高生產力及品質，使得成品良率達到 100%，大幅降低生產成本，此外更釋放勞動力，由機器人從事重複性的任務，原本的勞動力則負責控制機械設備及機器人，人與機器人合作的結果，大幅優化生產程序。同樣的時間內，傳統以三次元量測儀 (CMM) 為基礎的檢測方法，與工

業機器人自動化數位 3D 視覺及計量檢測解決方案相較，前者檢測一個 3 維點 (3D Point)，後者可檢測 5 百萬個 3 維點 (3D Point)。

品質檢測及管控的新境界： 品質更高、速度更快

如同先前所提，新型的工業機器人自動化數位 3D 視覺及計量檢測解決方案，能夠精密檢測工件的每一個部分 (圖 2)。目前多數的製造商仰賴隨機批次抽檢的傳統品管流程，使得製程導致的品質缺失持續存在，無法獲得改善，新型的檢測方案在對於品質檢測及管控特別嚴謹的時代，持續在製程中針對零件做檢測，進而達到 100% 檢測，提高生產效率，並省下不必要的成本。



圖 2. 工業機器人自動化數位 3D 視覺及計量檢測

Seeing eye to eye

對於本特勒這樣的汽車 1 級零配件供應商而言 (Tier 1)，與時俱進的生產製程非常重要，新型的工業機器人自動化數位 3D 視覺及計量檢測解決方案這種先進科技的投資，直接對該公司的大型車廠客戶驗證本特勒在品質的要求上與車廠客戶達成一致的嚴謹觀點，是品質管控及掌握度的實證。



邁向智慧製造： 機械手臂整合視覺的現況與未來

文：達明機器人股份有限公司

機器人學 (Robotics) 與機器視覺 (Machine Vision)，分別是兩門歷史悠久的研究領域，機器人學通常屬於機械工程、自動控制工程領域；而機器視覺則是歸屬資訊工程、電機工程等。透過這兩大領域的專家合作，來賦予機器人視覺感知的能力。由此可知，機器人視覺是一項仰賴高度整合的工程技術，透過機器視覺偵測環境中的人與物，計算出其於相機座標系統上的位置後，轉換至機械手臂座標系統，再驅動馬達帶動軸關節對目標物進行操作，看似簡單的過程，實則隱含著複雜的電腦運算。在本文中，我們著重介紹手（機器人）與眼（機器視覺）整合的現況、挑戰與未來。

手眼關係各有優缺 - 相對位置決定手臂相機 合作模式

傳統機器手臂編程是透過多個手臂移動點位的教導，讓手臂循相同點位重複執行相同動作。因為點位均為固定的，所以需要利用大量治具來固定工件或週邊加工機械，應用上彈性較差。且一旦遇地震或外力影響改變手臂與工作區域個物件的相對關係，則所有的點位都要重新進行教導。倘若手臂結合機器視覺，則可透過視覺辨識與補償的能力，彈性修正手臂移動的位置，並有效減少治具的使用，增加處理多樣且多姿態工件的彈性。

表 1 機器手臂與相機（視覺）間如何合作取決於手臂和相機的空間關係，亦稱為手眼關係，可分

為眼在手 (Eye-in-Hand)、眼到手 (Eye-to-Hand) 與眼觀手 (Upward-looking) (見圖 1、表 1)。眼在手是將相機掛在手臂的末端軸上，先完成相機拍照與視覺辨識後，再驅動手臂對工件進行夾取，如達明使用眼在手，應用於相機定位 3C 產品零件 (見圖 2)。眼到手則是相機與手臂分開固定於兩個位置，相機在取像與辨識的時候，手臂可同時進行移動，因此有較佳的生產週期 (Cycle time)，但使用上須確保手臂座與相機維持固定的相對關係，若兩者關係改變，則需要重新進行校正，如 FANUC 手臂結合流水線協助金屬工件夾取 (見圖 3)。至於眼觀手架構，又稱二次定位，是當手臂夾取工件後，移動到相機視野內，比較當前姿態與標準姿態的差異，再做進一步的姿態補償，此種模式能擁有較佳的定位精度。

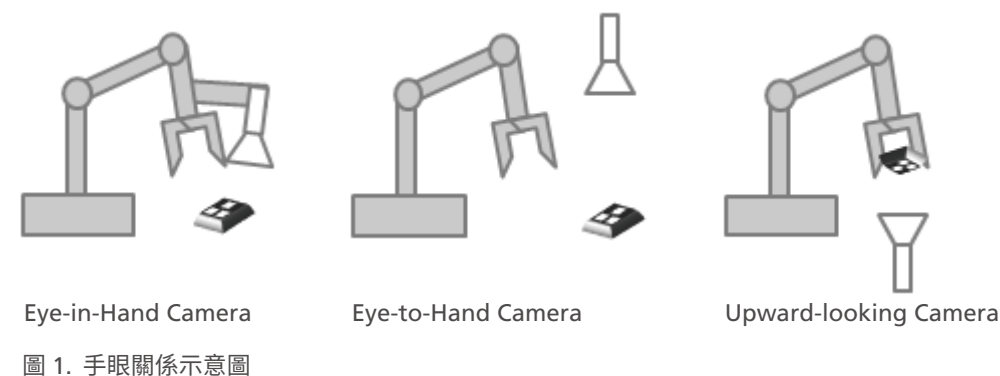


表 1. 三種手眼關係優缺比較表

	優點	缺點	適合應用 / 情境
眼在手	1. 相機固定在手臂上，無須額外治具 2. 手臂可帶著相機移動，增加拍照點位的彈性	拍照時間須讓手臂停下，Cycle Time 較長	1. 移動式平台 (AVG) 搭載手臂，執行搬運、巡檢等任務 2. 多面物體檢測
眼到手	1. 相機、手臂可分開活動 2. Cycle time 較短	機器手臂座與相機的相對關係須維持固定，若變動就須重新校正	1. 棧板下料 2. 流水線追蹤
眼觀手	1. 多用於取物後的二次定位，精度佳	拍照時間須讓手臂停下，Cycle Time 較長	1. 高精度組裝，如面板、手機 2. 物品底部或側面讀碼



圖 2. 達明使用眼在手 (Eye-in-Hand) 相機定位 3C 產品零件



圖 3. FANUC 使用眼到手 (Eye-to-Hand) 相機並結合流水線作金屬工件夾取 (iRex 2019)

手臂整合視覺需仰賴專業系統整合 導入自動化首重精度與生產週期

機器手臂與機器視覺的整合，以目前產業發展

的現況，尚非容易之事，終端客戶若非擁有一定程度的工程能力，仍需具專業知識的系統整合商協助。手臂的部分，系統整合商在挑選合適手臂時，首先要考慮臂長與負重，臂長可確保有效的工作範圍，關於負重則要計算掛載夾爪等終端效應器 (End Effector) 與工件時，能否符合手臂工作的額定負重範圍。

另一方面，視覺解決方案的整合亦有多樣的選擇。針對多相機需求且高電腦運算負擔的情境，往往會選用視覺控制器 (Vision Controller)，在硬體上其本質為一工業電腦，通常可支援二到四支工業相機，有內建影像辨識軟體，讓使用者可對其要解決的視覺辨識問題進行編程。另一類產品為智能相機 (Smart Camera)，其本身為含有 CCD/CMOS 感測器之嵌入式運算平台，使用者可針對其工作視野挑選合適的鏡頭，該平台亦含有視覺處理軟體，但運算效能較視覺控制器差，通常應用在讀碼、定位等。此外，亦有部分系統整合商為節省成本或提高彈性，會自行整合商用或免費的視覺函式庫，開發專用軟體 (見圖 4)。

除考慮合適的手臂機型與視覺解決方案外，在評估自動化案件的可行性時，最重要的指標即為精度 (Precision) 與生產週期 (Cycle Time)。足夠高的精度能確保每個工序的正確性，而符合預期的生產週期才能評估產能是否隨導入自動化提升並計算投資報酬率 (ROI, Return on Investment)。前述的精度部分，若物件是透過視覺定位，則會影響到整體精度的因素包含相機解析度、定位演算法、手眼關係校正誤差、相機鏡頭校正誤差、手臂的重複精度與絕對精度等，需仰賴有經驗的機器視覺技術人員才能有效評估。

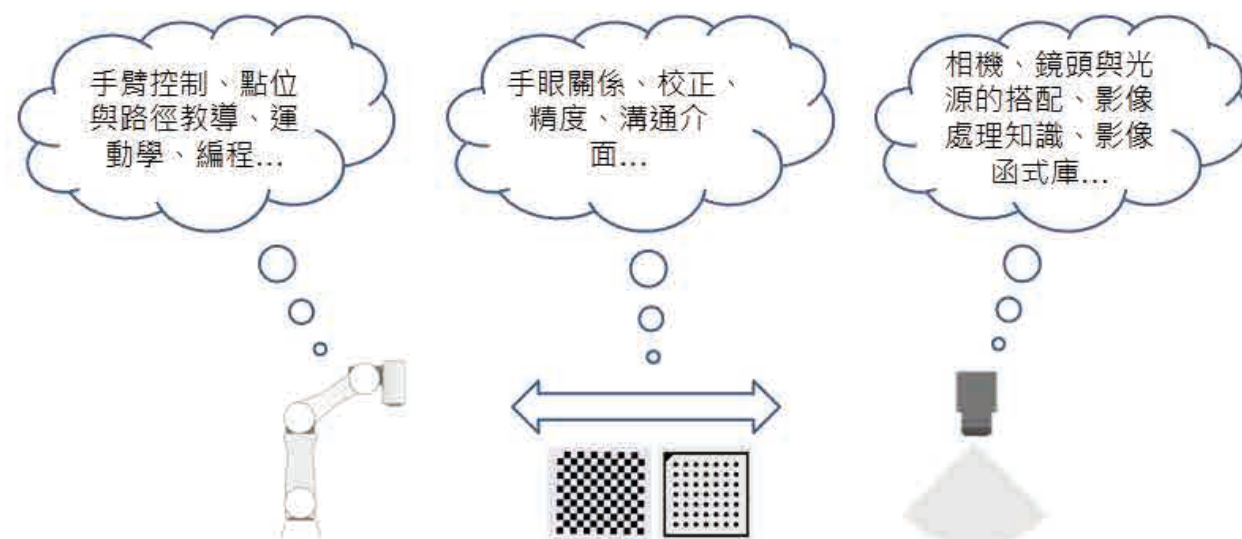


圖 4. 視覺解決方案

手臂內建視覺 整合成本大降低

近幾年來，協作型機器手臂 (collaborative robot) 因擁有安全性高、可和工作人員處在同一環境下工作、易於編程、使用者學習門檻低等相對於傳統機器人更具優勢的特性，在市場中帶起一波新風潮。另外，部分機器手臂廠商如達明機器人，更將視覺模組直接整合至手臂中，成為標準產品販售，使用者僅需利用內建的單一軟體就能完成手臂運動流程教導以及視覺流程編輯，大幅降低使用者原本需投入在整合手臂與視覺的成本，並可有效減少系統調校的時間。

放眼未來，隨著視覺感測技術的提升與人工智慧的快速發展，相機取得的影像資訊可由 2D 提升至 3D 乃至於 RGB-D 等包含更豐富的色彩與幾何資訊，而透過人工智慧在辨識能力的提升，將更能有效解決物件在姿態、物距、形貌上的變異，未來的機器人，勢必更具有感測環境、理解使用者的能力，值得我們拭目以待。



2020AUTOMATICA
德國慕尼黑自動化與機器人展暨
技術交流參訪團
Automatica-Munich 2020 & Interchange
Delegation
6.14(日)-6.21(日)
兩年一屆,全面性自動化設備,機器人技術,機器視覺展出平台

並聯式機器手臂應用

新一代科技農夫 - 茗葉分撿自動化

文：上銀科技股份有限公司

農業人口高齡化與雇工不易的問題是台灣農產業現況所面臨的一個挑戰，伴隨著國外市場的競爭逐漸白熱化，台灣農產業必須透過智慧科技輔助這群農產業的資深快手們以解決產能與品質的提升。

大自然的高牆

煦煦太陽升起，陽光灑落在農場，每一幟茗葉所吸收的日照、雨水以及光合作用都不同。因此摘下的茗葉形狀有捲曲、有翹尾，每一片都是大自然的得意作品。摘下的茗葉經過洗淨後必須透過大量人力進行分級篩選才能出貨到消費者的手中。然而，以目前人力篩檢整料製程卻是品質與產能的最大挑戰，人眼判斷葉形、長寬的方式皆為個人主觀判斷，無法有效率的標準化，增加更多的檢驗 SOP 流程反而降低人工產出的速度。如何提升品質又兼顧產能，成了一道無法跨越的高牆。

當農場出現了快速精準的蜘蛛人

上銀科技長期以來，秉持理念「整合全球資源、持續創新，為人類更佳的福祉與更好的工作環境而努力不懈」，深耕在全世界各種應用產業。因此當茗葉農場開始積極尋求轉型的方法時，上銀科技的工程師們前往與農場的資深快手們交流討論，藉由這群快手們長期分類茗葉外型的經驗，

工程師將經驗轉化成機器手臂與視覺的演算法注入系統內，孕育了這套茗葉分撿自動化系統。

一大清早，農場採收的茗葉經過洗淨後，由人員快速篩檢明顯瑕疵後，擺放茗葉至入料輸送帶上，此時輸送帶透過編碼器傳送輸送帶移動的數據給機器手臂。隨著輸送帶將茗葉移動至機器視覺的識別區域，機器視覺開始對輸送帶上的茗葉進行辨識與定位。並分配工作任務給四台 RD403-1100-GB 並聯式機器手臂。當茗葉隨著輸送帶移動到機器手臂工作區域時，機器手臂快速抓取茗葉並條理分明的擺放在出貨輸送帶，即可準備出貨到消費者手中。

何謂並聯式機器手臂

機器手臂是模仿人類手臂動作的自動控制設備，其構造為機構本體、驅動馬達、驅動機構以及末端平台，動作內容可透過動作位置教示並搭配程式的設定來完成。並聯式機器手臂的機構本體上安裝三個驅動馬達並驅動三組平行連桿機構，進而驅使末端平台產生移動。由於其外形看似蜘蛛，

因此又可稱為蜘蛛手。因驅動馬達以及減速機都安裝在機構本體上，其平行連桿機構通常都是選用質量較輕的材料所構成，因此末端平台的移動慣量大幅降低，這個特性使其擁有極佳的速度性能，高速就成了並聯式機器手臂的代名詞。

並聯式機器手臂 RD403-1100-GB(如圖 1) 應用於各種行業之自動化產線需求，緊湊的設計提供使用者於有限的安裝空間內有更大的靈活性，同時達到更快的加速度，可提供高速搬運和揀選作業，並保持高精度以及穩定的運動性能。優勢的產業應用為食品、包裝、民生用品以及電子機械產業。



圖 1. 並聯式機器手臂

注入快手靈魂的蜘蛛人

在機器手臂導入前，這項工作人力約需要 8 名，該人員須一人同時完成分級、撿葉以及包裝的工作，每分鐘單人力分撿產出 20 片茗葉，5 分鐘後，八人力共撿出約 800 片茗葉。

想像一下，眼前有一張大工作桌，左腳旁放著一大簍茗葉，在右腳旁是八簍不同等級的出貨茗葉。人員每日工作的第一件事情，就是彎下腰來

從左腳的方向抓取一大把茗葉，攤平在工作桌上，接著一片片將茗葉依照自身的判斷，將茗葉分為 8 個等級疊放在桌面上的對應位置。每種分類蒐集約為一臂長的數量後，排放在右腳旁的出貨籃中。因此一片茗葉從撿料前到出貨平均花費時間，至少需要 30 分鐘以上。在炎熱的夏日中，這看似短短 30 分鐘，就足以讓茗葉枯損變質。

在導入機器手臂後，這條生產線僅需要 3 名人員擺放茗葉，2 名人員收取茗葉出貨，即可達成相同產能，剩餘 3 人專注在入貨與出貨的保鮮工作。這個改造的過程中，藏了什麼學問在裡面？

在這個產線有兩個必須標準化的任務：**任務 1：茗葉分類的標準化**、**任務 2：人員動作的標準化**。

任務 1：茗葉分類的標準化

農場的資深快手們攤平在桌上，將每片取出，一同討論分級的準則與標準。接著再將每種分級的葉長寬比的數據依序列出，即可將茗葉的分級數據化。工程師再透過機器視覺反覆的訓練與參數調整，進而精煉出更精準的分級數據。最後，再將茗葉平放在來料輸送帶重新比對辨識，即可將辨識的誤差值收斂到人員誤差值以下。

如此一來，外形過於特殊、葉身破洞缺陷…等等的瑕疵，在機器視覺的篩檢下，全部一覽無遺。另外，茗葉分級的準則統一由機器視覺來辨識，其根據的是資深快手們共同經驗的演算法標準，不再是各自為政的口說標準，每片茗葉都需要經過機器視覺把關，迅速且精準。

任務 2：人員動作的標準化

簡單來說就是將整個生產程序轉化成一個簡而易懂的流程，接著再思考如何將流程簡化以及分站，進而產出一個合理有效率的標準化流程。

在原本的生產流程中，起身彎腰從竹簍取出滿手茗葉並攤平在工作桌上，10 片約為 20 秒，平均每片時間約為 2 秒，將茗葉拿起分級後擺放在各暫時分類區的時間約為 30 秒（包含汰除 NG 茗葉時間），每片時間約為 3 秒，接著起身將每區分類茗葉細檢放在出貨區約為 30 秒，每片時間約為 3 秒。從按照此動作流程來看，最耗時動作為分級茗葉以及擺放至出貨區。

導入機械手臂後，安置 3 名人員坐在入料平台前，竹簍側放在平台左方，人員僅需要向左伸手從竹簍中取出茗葉，透過眼睛簡單辨識方向，右手接過茗葉後，再依照固定的蒂頭方向將茗葉擺在輸送帶上，平均每片茗葉僅耗時 1 秒。接著透過機器視覺辨識後，機器手臂將茗葉抓取擺放到



圖 2. 導入自動化前，人員實際操作

對應的分類位置，耗時約 1~2 秒鐘。最後，收料人員再將出貨輸送帶上的茗葉雙手盛起，並收至出貨籃中，僅需要 6 秒鐘。

如此一來，不僅將每位人員的工作內容簡單化，全部分站的工作動作僅須坐在椅子上，人體工學大幅度提升可工作的時間。另外，茗葉的辨識、分級的工作也簡化成方向確認，降低瑕疵錯判機率，更有效的提升產出的品質。



圖 3. 導入自動化後，人員實際操作



圖 4. 導入自動化後，機器手臂實際動作



圖 5. 機器手臂按分級堆疊茗葉

科技農夫的智慧新未來

早期以人力為主的慣行農法經驗傳承至下一代。由於人力匱乏以及市場衝擊等等因素，傳統農業逐漸開始轉型機械自動化農業，新一代的農產業與自動化科技的結合越來越緊密，這一代的科技農夫面對更多不同以往的新挑戰：

1. 更高的可靠度要求：導入自動化產線的優勢就是效率、快速生產，不過農業的環境相對於工業較難保持清潔，自動化設備的可靠度就備受相當大的考驗。如機器手臂在揀料工作中，連桿機構或吸盤可能附著茗葉殘留的汗水、肥料以及土壤，長時間下來可能導致連桿機構鏽蝕損壞或氣壓吸盤迴路堵塞，進而

造成生產線被迫暫停。因此自動化設備對抗髒汙、潮溼、耐腐蝕的防護技術需要不斷的進步與發展，確保產線維持高稼動率。

2. 更多的自適應性功能：由於農產品的外形尺寸都不規則，因此在視覺辨識以及機器手臂拾取時，可隨著不規則的外形尺寸都能適應甚至是自主學習。近年來，在辨識部分開始導入機器學習，主要是設計和分析可以讓電腦自動學習的演算法，從大量未知資訊中找出規律並進行預測的一種“自主學習”的理論。然而，在進行機器學習的背後，需要大量的資料與時間，因此需要投入相當的人力與時間來“訓練”。另外，在機器手臂拾取物料的部分，為了達到自適應性功能，通常會設計搭配主動拾取工具（如電動夾爪）或被動的拾取工具（如仿生柔性夾爪），不過自適應性功能的拾取方法所衍生的成本比起一般功能往往高達 5~6 倍，因此開發出更有競爭力的新設計與成本是這個產業非常重要的課題。

3. 更多元的機器人應用：不只是機器手臂分揀自動化，採收機器手臂、瑕疵分揀機器手臂、包裝入盒機器手臂正在蓬勃發展。在全球的科技發展下，各種原型機器人更如百花齊放，利用不同特性的機器手臂與自動化設計，再搭配不同的感測技術，以投入更廣泛的用途。雖然與人類相比，機器人就像一個剛踏入職場的新員工一個指令一個動作，需要繼續投入更多關注與教導，才有可能將機器手臂自動化帶入另一個嶄新的未來。

KUKA “robutt” tests car seats

At Ford-Werke in Cologne, a KUKA robot performs fully automated ingress and egress tests on car seats in a simulation of the human buttocks.

Author : Sebastian Schuster, KUKA

Apple, apricot or pear – the human posterior comes in a wide range of different forms. Providing a com-fortable fit and the required safety for the many different shapes is a major requirement to be met by car seats. They are thus among the car parts that are most intensively tested. At the Ford Development Center in Cologne-Merkenich, two KUKA robots perform part of this process. The robots test the new car seats around 25,000 times and simulate widely differing load profiles during ingress and egress.

Henry Ford was a real visionary, being the first to systematically implement assembly line production. If he had the opportunity to see how car seats are tested with modern means in a Ford plant in Germany today, he would surely be thrilled. Because when it comes to their customers' seat comfort, the American

automaker takes its job really seriously. When new seats are developed, they are subjected to several stringent quality tests. “When we sit down in our car, our seat gives us a feeling of comfort and quality from the first moment on. This is the largest point of contact between humans and their vehicles,” says Ford Test Engineer Svenja Fröhlich. That is why car seats are among the car parts that are most intensively tested.

The big challenge is to take a close and comprehensive look at the seats as well as the entire process. How do people get into their cars? Which forces result from this? How do the size and weight of the driver affect the seat and material? The automotive manufacturer answers these questions through its test procedure. Ford simulates the seats being used with the aid of a KUKA robot of the

KR AGILUS series. Mounted on its robot arm is the OccuForm dummy, which exerts a load on the car seat at predefined contact points while recording the force/travel curves. The overall system is called KUKA OccuBot and is controlled with KUKA System Software 8.3 and the KUKA.OccuBot 3.1 software.

Robot ensures efficiency using fully automated quality check

A KUKA robot of type KR 210 R2700 Prime has been operating at Ford-Werke in Cologne since 2015. At the beginning of 2018 a second model was added. The newly established seat testing laboratory within the development center enables all tests to be performed at a single in-house location. This provides a wide variety of advantages for Ford: first of all, the automaker acquires know-how by performing its own tests, and at the same time, costs are reduced due to faster work processes along with shorter distances and delivery times. Second, Ford has much better control over the seat quality tests and can respond much quicker to potential challenges. The costs of operation and maintenance are also much lower for the KUKA OccuBot system compared to other test systems since maintenance work can be reduced significantly. Robots are exhaustively tested for various areas of application before they are delivered. That is why they operate very reliably. This is

not always the case with special-purpose machines, which explains why these tend to require more frequent maintenance.

Individual sitting behavior as basis for stress test

In order to carry out as comprehensive a quality test as possible, Ford first analyzes how people get into and out of cars. For this, pressure mats are placed on the seats which record detailed information. “Every person exerts a different type of load on a car seat, and we therefore test the sitting behavior of people of different sizes and statures at Ford,” says Svenja Fröhlich. Ford engineers use the collected data to develop a representative motion profile that they then program on the robot together with the force distribution.

The obtained data images are finally replicated with the KUKA robot. The engineers use the resulting information to investigate how the seat reacts to strain, motion and pressure. For this purpose, the dummy gets in and out of the seat 25,000 times. In other words: during an intensive test phase lasting approximately three weeks, the KUKA OccuBot simulates various ingress and egress scenarios. For this, the robot moves with an attachment to the seat and presses the dummy, based on the collected data, into the seat. During the test, the OccuBot monitors information

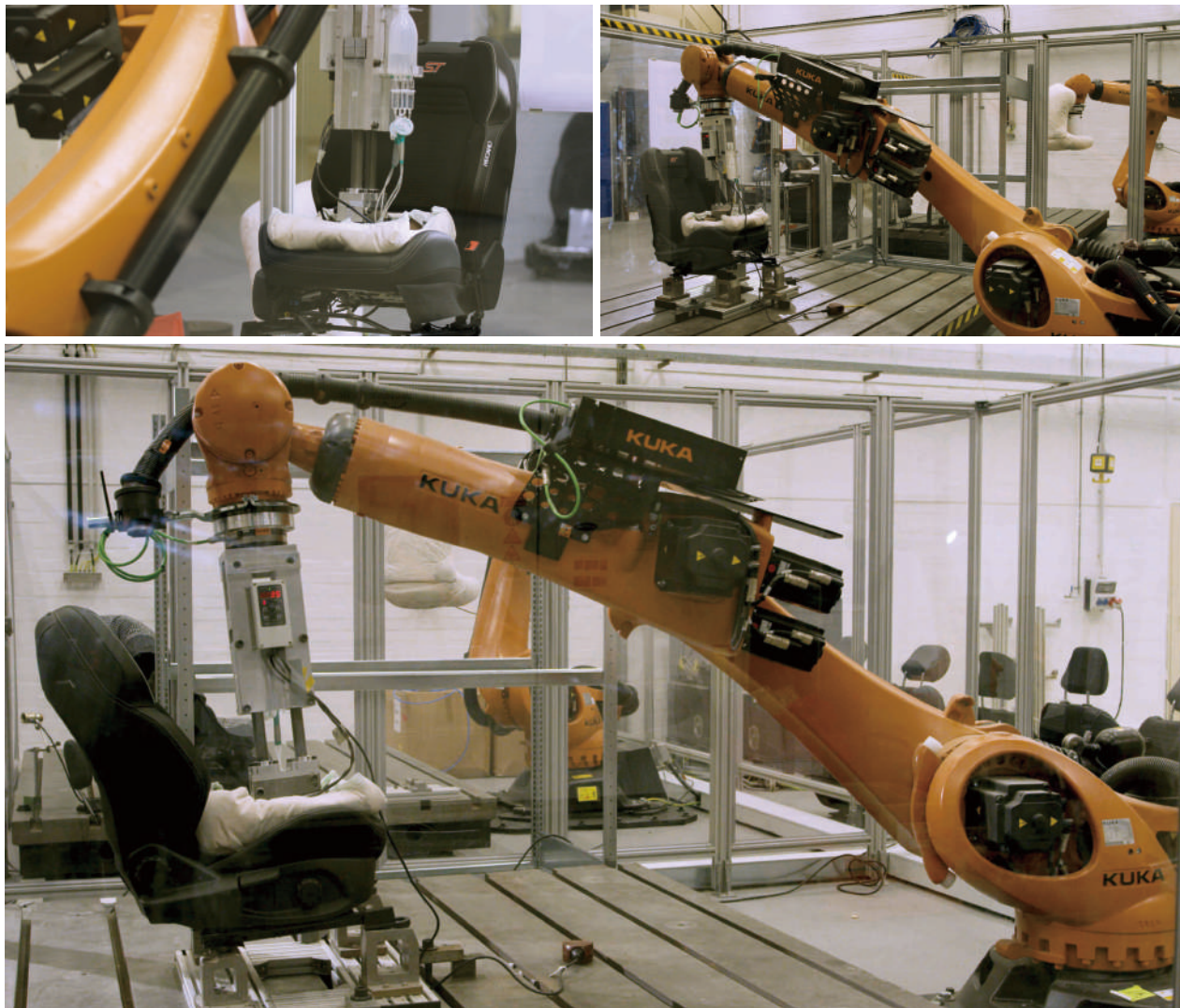


Figure 1.1. KUKA OccuBot simulates various ingress and egress scenarios and pressure mats are placed on the seats which record detailed information.

on the positions of the robot and measuring equipment every twelve milliseconds with its FT-NET Omega 160 force/torque sensor. This way, ten years' worth of wear and tear can be simulated and analyzed in a relatively short space of time. If the seat withstands this testing and there is no evidence of damage or changes to the contour, the seat enters production.

Robots instead of linear gantries

"A freely programmable ingress and egress test is only feasible with a robot," explains Svenja Fröhlich from Ford, "since other testing options, such as linear gantries or test stands with rotational axes, have a much more restricted motion profile." Also the old test procedure with

pneumatic cylinders, which merely moved up and down on the seat, did not offer the flexible capabilities of a robot. Another advantage for Ford through the new robot solution is the greater comparability of the data. The complete solution offered by KUKA with the OccuBot is also used by many automotive suppliers. Comparing and standardizing the data generated in the tests thus becomes

much easier. The results are used in the development of optimized seats. The test procedure has already been used for all new vehicles in the European production facilities. "We want to ensure that our customers are satisfied with the quality of our seats for many years," explains Ford Test Engineer Svenja Fröhlich.



協作型機器人趨勢 將邁向擁有更友善新介面的新世代

文：台灣發那科股份有限公司 ROBOT 營業部 陳孟弘 經理



圖 1. 發那科的最新協作型機器人 CRX-10iA/L(前)、CRX-10iA(後)

近年來協作機器人堪稱是機器人市場最熱門的商品，不但有開發製作協作機器人的新公司，各機器人大廠也紛紛投入協作型機種。2019 年 12 月在東京舉行的國際機器人展 (iREX)，新機種與既有機種在各大攤位相互爭豔，顯現協作型市場的活絡。



圖 2. 發那科的最新協作型機器人 CRX-10iA (截稿日為止售價 / 發售日未公布)

協作型機器人即 collaborative robot，與標準工業機器人的差異在「安全性」。透過「接觸停止」功能，人類與機器人在相同領域能安心、安全地協同作業。協作型機器人利用感測器等各種技術，能偵測是否與人類或其他設備的碰撞，並立即停止動作。在 ISO/TS15066 的國際規範中，明定人體的各個部位能夠承受的最大力量，符合規範的協作型機器人，可避免人類受到嚴重的物理傷害。

然而目前市場上的協作型機器人，即使符合 ISO/TS15066，不至於讓人受傷，碰撞時力量卻比想像中略大，有些需要 10kgf 左右的力量才能使其停止。與其說「接觸」停止，「碰撞」停止的描述似乎更貼切。假如系統周邊沒有針對協作情境設計，例如，夾爪堅硬而銳利的邊緣，可能因碰撞而造成人員傷害。

因此協作型機器人的新開發趨勢，其中之一應為提高「接觸停止」的敏感度，盡可能降低碰撞人員的風險，讓協同作業者在沒有壓力的環境下安心工作。圓滑、流線、沒有任何凸角的外型，僅需 1~2kgf 左右的輕微碰觸即能停止的敏感度，可望在近期出現滿足上述要求的新世代產品。

高敏感度的特性，同樣也能使「手拉教導」功能更輕鬆省力。各品牌的協作型機器人雖採用不同技術，形式上大多支援手拉教導功能，方便使用者更直觀地操作、教導、撰寫程式。不過手拉力量與順暢度各有差異，在實際應用上還不太理想，部分使用者因而捨棄此功能改用標準的按鈕式 / 觸控式介面操作。

在位置微調、直線動作的情境下，標準按鈕式教導確實最為實用。但如果不要精度，或需要大範圍移動，手拉教導功能便利性高，又可大幅

降低學習門檻。折衷方式是與標準按鈕式教導交替使用，或許更有效率。

另外市場上亦有「手持教導手把 (Hand Guidance)」產品，能追加於協作型或標準型機器人，實現手拉教導功能，順暢度與功能性亦受到好評。此產品在教導完成通常可以拆卸下來，以減少與固定治具、週邊設備的干涉。不過因為成本略高，尚未大量出現在實際生產線上。未來可預期會有體積更小、拆裝更簡單、成本更容易被接受的新產品出現。

當然，不依賴任何外加裝置，就能輕鬆滑順拉動，才是協作型機器人的王道。如前文所述現有產品還未能讓使用者完全滿意，實際於生產線上進行點位教導時，往往並不如想像中輕鬆，尤其在精確調整的階段，大多難以達到要求。因此如何能提供更輕鬆滑順的拉動體驗，必然是新世代協作型機器人的挑戰。讓人興奮的是，於東京國際機器人展發表的新機種，例如 FANUC 的 CRX，似乎擁有更好的手感，體驗過的人都相當驚艷。

一直以來，傳統的工業機器人在操作、程式撰寫上，因介面不是非常親切，入門學習有一定的門檻。協作型機器人因為大多採用平板電腦作為操作介面，較為友善。新世代的協作型機器人則將強化為「更友善的新介面」，讓初次接觸的人也能輕鬆上手。例如，全新的程式編輯介面，以拖拉圖示 (icon) 方式在時間軸上編輯程式，動作測試也如影片編輯般的直覺、便利。加上提示座標方向的 3D View 即時顯示，大幅降低學習門檻。這些嶄新的設計，相信很快就能在近期的產品中見到。

或許我們可以想像，習慣智慧型手機 App 操作的年輕新世代，甚至小朋友，可以在沒有說明書的情況下，直覺地手拉機器人，並用簡單明瞭的圖示輕鬆編輯程式。即使是 IF、ELSE 等略需程式寫作基礎的語法，也能以簡單的圖形顯示。希望程式流程改變時，只要在時間軸上拖曳圖示，就能改變順序。學習的體驗將更為美好！

既有協作型機器人比較令人不滿意的，還有產品可靠度 (reliability)。姑且不論控制器設計是否為密閉構造 (高防塵性、高防水性)，以便在各種嚴苛的工廠環境使用，部分使用者曾有經驗，某一軸馬達故障時，某些協作型機器人不能只更換單個馬達，只能送回原廠維修、整台更換，使停機時間難以控制。尤其過去習慣使用標準工業機器人、大品牌的客戶，已將「世界完整服務體系、終身維修、維護備品庫存完整」等售後服務視為理所當然，很容易會對協作型機器人失去信心。使用者應在事前謹慎評估產品可靠度、售後服務體系，並與其他使用者多多交流使用經驗，以免事後造成更多問題。

協作型機器人推出新產品時，可靠度倒是不一定會提高。主要還是跟各製造商的設計、企業方針有關。評估各品牌協作型機器人的可靠度，是常被忽略、卻極為重要的一環。

一般對協作型機器人常有速度慢、精度低等既定印象。為兼顧安全並解決慢速問題，部分協働機器人有區分：協作模式 (接觸停止有效)、與高速模式 (接觸停止無效)。追加區域型感測器 (area sensor)，可確認機器人動作範圍內有無人員，在無人員時執行高速模式、有人員時切換到協作模式。新世代協作機器人應具備此功能，並提供良好的識別方式，以便人員判斷現行模式。例如以肩部 LED 燈顯示，令人感覺安全的綠燈是協作模式、顯眼的黃燈是高速模式、紅燈是異常警告

(Alarm) 等，新世代的 CRX 就示範了良好的視覺設計。

當然，如何能夠一改過去的印象，讓協作型機器人能夠又快又安全，則是另一個挑戰。

最後我們討論協作型機器人與視覺的整合。

一般協作型機器人有原廠內建視覺 (標準 / 選配)、與第三方視覺搭配等方式。第三方視覺軟體已有長時間基礎，在視覺設定介面上可能相對友善，技術也非常成熟。大品牌評價高的協作型機器人，在沒有視覺的單機移動上，精度也不算差。但在兩者結合之後，卻經常產生問題。

以協作型機器人 / 標準工業機器人而言，最常見的應用就是位置補正。我們經常耳聞一些失敗案例，補正精度很差、不穩定，但單獨測試機器人沒問題、只測試視覺也精準的詭異情況。說穿了，只是機器人、視覺的座標系沒有成功校正 (calibration) 為一致的標準而已。只要座標系校正成功，大多可以解決問題。若沒有同時熟悉機器人、視覺兩種技術的整合者，遇到狀況就比較不易解決，因此慎選專業廠商更形重要。

若協作型機器人原廠即提供視覺，在整合上就比較不容易有問題。不過原廠在台灣服務人員的技術能力，是否能提供完整的支援平台並協助客戶，也同樣受到考驗。

實際生產線精度 / 穩定性的要求上，內建視覺的協作型機器人能否提供解決方案，不是由機器人廠商說了算，而是由使用者來判斷。與產品可靠度相同的驗證方式，事前謹慎的比較檢討，甚至請機器人廠商、視覺廠商、系統整合商提供合理的視覺測試協助，才能降低失敗的風險。

協作型機器人雖然可以安全地與人共同作業，

但機器人沒有眼睛，能幫上的忙還是有限。目前機器人視覺已經不只是 2D，包含 3D (位置補正、散亂堆放取出)、動態追蹤等各種技術不斷推陳出新，相信在與人協同作業的情境中，能提供更多解決方案。而新世代協作型機器人，應能輕鬆追加視覺感測器，配線盡可能內藏於機器人的機構中，以避免動作時的干涉或纏繞。

協作型機器人擁有安全、彈性應用的優勢，如何加強安全性與敏感度、手拉教導的順暢度、產品可靠度、速度、完整的視覺應用，更重要的，是提供更友善新介面，將是新世代協作型機器人的共同目標，相信很快就能在市場上看到更趨於完美的產品，且讓我們拭目以待。

企業技術日 主題活動招募

專屬企業量身企劃 技術展示×主場宣傳×活動籌備 一次滿足！

讓企業能量被看見！TAIROS+ Automation展 就是你的主場！

想在台灣最知名、市場最聚焦、國內最大型的「智慧自動化與機器人展」同檔期發表企業創新技術嗎？
可一次掌握智慧製造買家、潛在客戶及合作夥伴、供應商。
你要的都在這，這次機會絕對不能錯過！

活動優勢

知名展會加成效益：串接第一線智慧製造廠商、整合商、零組件、生態鏈，兩展突破1100+家參展商、3900+展位、16+萬觀展人數，都是您最有力的直接客戶，提供專屬廣宣為您找到想要的目標客群。

提供人力支援與行政服務：提供線上、線下人力服務與活動前置行政作業一條龍服務，企業可全心辦展，節省企業人事成本與系統建置費用，省時、便捷又方便。



活動接洽：04-23581866 智動協會 張小姐#22

太陽追日之淨水系統

文：邱銘杰 中州科技大學 電機與能源技術系 教授
陳禹文 集光環能開發有限公司 總經理

前言

由於溫室效應使得全球氣候劇烈變遷，連帶影響水資源之供給，而水資源的潔淨，攸關人類之健康，本研究團隊遂思索以太陽能來進行水質淨化，以水蒸餾的方式製水，可解決汙水對環境與人體健康之影響，亦可提供離島地區以最簡單省能源之方式，進行廉價且有效的海水淡化方式給水。在水質淨化處理上，需要大量熱能以蒸餾方式進行，而在石油即將被使用殆盡的今日，如何用自然界的再生能源來進行水體的高溫加熱，同時對環境不產生污染或負擔，變成為綠能選用的主要考量因素。

因為太陽能可自由取得，當使用太陽能時，並無汙染或氣體排放殘留之問題，具有高可信度，故太陽能之擷取與應用乃為目前能源應用的主要選項。由於已改良太陽能板本體材質以增加發電效率之方式已漸臻極限，為有效提升發電之效率，近年之研究則以改良太陽光的有效光投射角度為主，有多種追日之發電系統構想被提出，然而多數之太陽追日系統，因為需要大電力之馬達與齒輪帶動，反而耗損大量之電能，故亟欲思索一種省能源之追日驅動方式，以提升發電效率，故引發本研究團隊乃研發一種省能源之追日系統，並

結合熱交換器之設計技術，引用太陽能源進行淨水蒸餾，本系統以 PLC 作為控制器，並搭配觸控人機介面，進行全自動化的太陽追日與淨水蒸餾，效果良好，本研究已獲得美國等多國之專利（包括發明專利），且實測效果良好。

關鍵詞：

太陽追日系統、水質淨化、海水淡化

研究目的

為了地球的永續發展，除了需要乾淨的空氣外，如何取得潔淨的飲用水，亦成為現階段極為重要的議題，本研究基於上述的需求，乃研究一套水質淨化的方法，透過熱交換原理，對水體給熱並進行蒸餾，此外，為節省能源計，乃研發一套低耗能之太陽追日機構，結合上述的淨水蒸餾系統，並以低耗能之太陽追日機構，擷取太陽熱能。此外，考慮此系統之環境耐久性及地區磁場之干擾，擬以耐候性及抗磁場俱佳的 PLC 作為系統之控制器，再者，為了操作之方便性，擬以觸控人機 (HMI) 為操控介面，進行全自動的太陽追日暨淨水蒸餾作業。

文獻探討

石油與煤礦這二種主要能源，正被無限制的使用，因此，在可預期的未來，將被使用殆盡，如風能、水力能、地熱、太陽能等取之於自然界的再生能源，將被期望接續來填補上述能源危機之替代能源 [1]，其中，太陽能是屬於自由取得且不會耗損之綠能，具有高度信賴性且低維護性 [2]，當使用太陽能時，無汙染或氣體排放殘留之問題，許多研究則在探討如何從太陽能板處擷取最大可用電能，Nobert 等人建議太陽追日系統是有效截取太陽能光電系統之電能的方法之一 [3]，而此太陽追日系統也被應用在其他省能源之領域 [4, 5]，有多種太陽追日之方法，包括被動式追日與主動式追日 [6]，被動式追日係用低沸點壓縮流體去驅動追日裝置的一邊，使追日裝置因不平衡而移動 [7]，主動式追日係以某種齒輪、電力或水力致動器驅動，Parmar 等人之調查結果顯示 [8]，相較於固定式之光電型太陽能板，其追日型之光電型太陽能系統能增進 25% 之發電量，因此，為了獲取更大電量，追日型之太陽能系統因而採用追日裝置以增加太陽能板之發電量，第一個追日型之太陽能系統是由 McFee 所完成 [9, 10]，其使用之太陽能板是屬於光電型，陸續有其他各種形式之太陽追日系統被研發，包括 Tudorache 與 Kreindler[11] 所提出的 DC 馬達驅動之單軸追日系統（如圖 1）[12]，此追日型之太陽能系統能增加約 27%~32% 之發電量 [13]，對雙軸追日系統而言（如圖 2）[14]，Banerjee 對東西向與南北向之雙軸追日系統的調查指出，其可提供額外 40% 之發電量 [15]，上述不論是單軸或雙軸之追日系統，由於其需靠電力或水力致動器去驅動大太陽能板，反而耗損龐大之電力，本研究則採用低耗

能之追日驅動方式，以配重平衡與槓桿原理方式降低電力驅動所耗損的電能，此外，本淨水系統熱將以交換器裝置進行太陽能熱能給熱及蒸餾，以達到原水（包括汙水或海水）之淨水處理。



圖 1. 傳統之單軸追日系統 [12]



圖 2. 傳統之雙軸追日系統 [14]

太陽追日機構

太陽追日機構係依據配重平衡與槓桿原理 (如圖 3) 及模仿與利用地球太陽轉動原理開創新的簡化追日機構, 其方法如下:

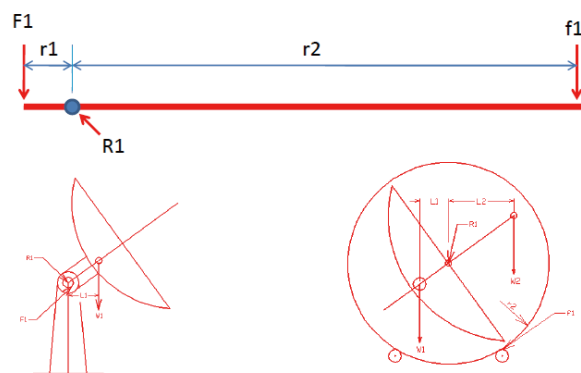


圖 3. 太陽追日機構之配重平衡與槓桿原理
(A) 使滾筒旋轉軸朝南北向, 即與地球轉軸方向相同
(B) 使滾筒旋轉速度與地球同步, 即每天轉一圈
(C) 北側之支座每天調整高度一次, 使角度變動 0.2575 度

此外, 多組太陽追日機構, 可用連桿或鍊條使同步旋轉 (如圖 4), 相關太陽追日機構系統圖, 如圖 4- 圖 5 所示。

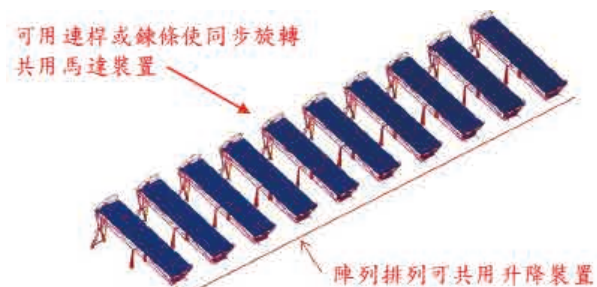


圖 3. 用連桿或鍊條使「多組太陽追日機構」同步旋轉



圖 4. 太陽追日機構系統圖

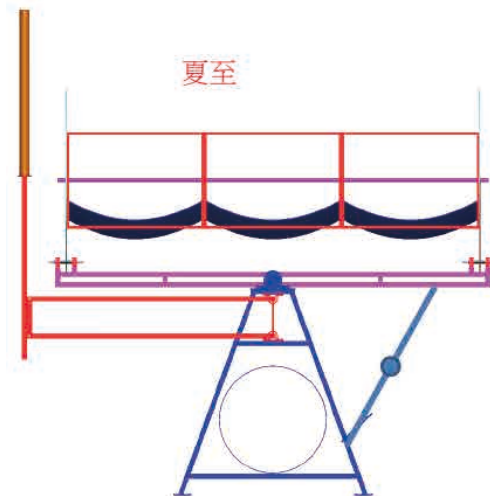


圖 5. 太陽追日機構之系統立面圖

淨水蒸餾處理

如圖 6 所示, 傳統之太陽能熱水器原理, 係以固定式加熱管受熱, 管內水密度因變化而產生自然循環流動, 將筒內水加熱, 如果沒有陽光加熱時, 管內水將不會循環流動, 已經吸收之熱則不易逸散, 此外, 除了加熱管之受熱部分沒有保溫外, 其他部分都已保溫, 以防止已吸收之熱能散失。



圖 6. 傳統之太陽能熱水器

本淨水裝置採用上述熱水循環與熱交換原理進行熱交換器之設計, 淨水及熱水器示意如圖 7 所示, 當加熱管受熱時, 自然循環流動使下筒內水加熱蒸發, 蒸氣由上筒之內管上升至外管, 再折回下降接觸到外管管壁後而冷凝, 較高溫之冷凝水將再導入熱水筒以回收餘熱, 而生水或海水則先導入上筒之外管外側, 由回收蒸氣熱能 (冷凝蒸氣) 預熱以提

高溫度後, 再由連接管流入下筒, 以補充蒸發之水量, 在偏遠地區或農地無法取得自來水時, 可使用此淨水熱水器, 利用陽光及雨水或井水來生產飲用水及熱水, 此外, 淨水及熱水器之熱水筒亦可連接既有的瓦斯熱水器, 當雨天陽光不足無法產生熱水時, 可利用溫度控制閥切換至瓦斯熱水器, 以自動提供熱水。

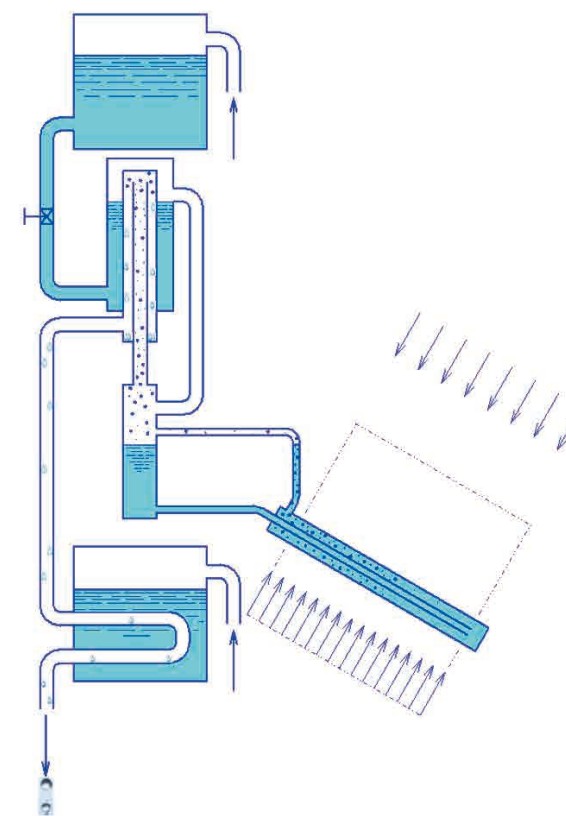


圖 7. 淨水及熱水器示意圖

電控系統

考慮此系統之環境耐久性及地區磁場之干擾, 擬以耐候性及抗磁場俱佳的 PLC 作為系統之控制器, 再者, 為了操作之方便性, 擬以觸控人機 (HMI) 為操控介面, 進行全自動的太陽追日暨淨水蒸餾作業, 相關 PLC 暨人機 (HMI) 如圖 8- 圖 10, 本電控系統將與淨水蒸餾系統連結, 進行淨水蒸餾作業, 相關淨水蒸餾系統之原型, 如圖 11 所示。

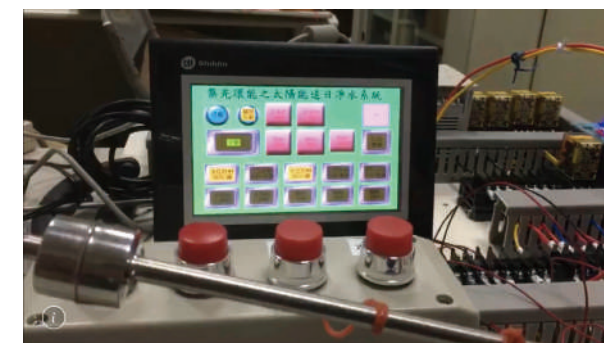


圖 8. 太陽能追日暨淨水流程電控系統硬體圖 (HMI)

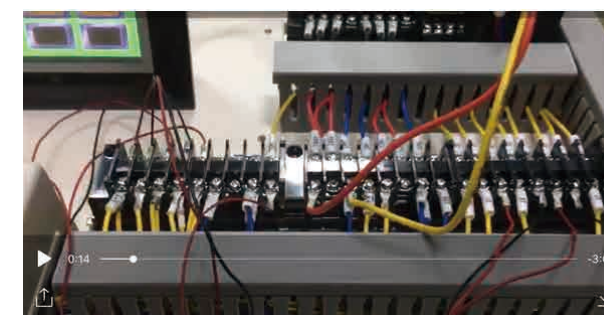


圖 9. 太陽能追日暨淨水流程電控系統硬體圖 (PLC 暨 A/D 模組配線)



圖 10. 太陽能追日暨淨水流程電控系統之 HMI



圖 11. 淨水裝置之原型系統實體圖

結果與討論

本研究已成功研發一低耗能之太陽追日系統，本新開發的太陽能淨水熱水設備，創新之競爭優勢歸納如下：

(A) 使用兩個滾輪連結成滾筒，以取代支撐座來調整旋轉中心的位置，創造出可提供配重塊相對位置做平衡配重，消除不平衡所需之驅動力。

(B) 利用槓桿原理，將施力點之位置由軸外徑改至滾筒外圓，使施力大幅減少。

(C) 利用單側升降方式，調整滾筒軸心與地平面之角度，簡化追日方式。

(D) 安裝時，使滾筒旋轉軸心朝南北向，即與地球轉軸方向相同，並利用上述 (A) ~ (C) 方法，滾筒就可用極低的能耗及簡單的設定進行，即一馬達

使滾筒每天緩慢的速度旋轉一圈，而另一馬達則使滾筒單側緩慢的上升或下降，以變動滾筒軸與地平面之角度，即可長時間且精準的自動追日。

(E) 多套設備以矩陣方式排列，可以共用操控設備，以減少裝置並降低操作與維護之成本。

(F) 集熱效益較固定式的熱水器，高出了近 40% 的熱效率。

(G) 利用拋物線凹面鏡聚焦，減少熱傳材料之使用量。

(H) 降低已收集熱之熱逸散。

(I) 聚焦能提高集熱溫度至超過攝氏 100 度，因此可同時產生乾淨的蒸餾水及熱水。

(J) 系統模組化，能適用大量生產之製程，輕巧組裝且運輸方便。

參考文獻

- [1] T. Tudorache, L. Kreindler, Design of a solar trackers system for pv power plants, Acta polytechnica Hungarica, 7(1), 2010.
- [2] Benefits of solar energy (Last date of access), <http://www.greenoughsolarfarm.com.au/solar-energy/benefits-solar-energy>.
- [3] C. N. Cheung, S. W. Zhao, W. Chuen, G. Kwok, and Z. G. Sun, Solar tracking system designed based on linear switched reluctance motor, Control Theory And Application, 25(2), 2008.
- [4] C. Y. Lee, P. C. Chou, C. M. Chiang, C. F. Lin, Sun tracking systems: a review, Sensors, 9, pp. 3875 - 3890, 2009.
- [5] M. Rustom, S. Nijmeh, S. Abdallah, A programmable logic controller to control two axis sun tracking system, Information Technology Journal, 5, pp. 1083 - 1087, 2006.
- [6] M. Khalid Iqbal, Tanvir Islam, M. Chowdhury, Ahmed Imteaj, Construction of single axis automatic solar tracking system, International Journal of u- and e- Service, Science and Technology, 8(1), pp. 389-400, 2015.
- [7] T. Bui, C. Davis, S. Holman, Portable solar tracker, www.eecs.ucf.edu/seniordesign, 2010.
- [8] Narendrasinh J. Parmar, Ankit .N. Parmar, Vinod S. Gautam, Passive solar tracking system, International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 5(1), pp. 138-145, 2015.

- [9] R. P. Semma, M. S. Imamura, Sun tracking controller for multi-kW photovoltaic concentrator system, Proceedings of the 3rd International Photovoltaic Sol Energy Conf, Cannes, France, pp. 27-31, 1980.
- [10] R. H. McFee, Power collection reduction by mirror surface non flatness and tracking error for a central receiver solar power system, Applied Optics, 14, pp. 1493-502, 1975.
- [11] Tiberiu Tudorache, Liviu Kreindler, Design of a solar tracker system for PV power plants, Acta Polytechnica Hungarica, 7(1), pp. 23-39, 2010.

- [12] M. Serhan and L. El-Chaar, "Two Axes Sun Tracking System: Comparison with a fixed system", International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICRE PQ' 10), March 2010.
- [13] www.arduino.cc
- [14] Nader Barsoum, Fabrication of Dual-Axis Solar Tracking Controller Project, Intelligent Control and Automation, 2, pp. 57-68, 2011.
- [15] Reshmi Banerjee, Solar tracking system, International Journal of Scientific and Research Publications, 5(3), pp. 1-7, 2015.

2020智動化系統整合 工程師特訓計畫

免費培訓 銜接就業 提供獎學金

熱烈
招生中

系統整合人才一直是業界企盼且需求殷切，為此，智動協會作為供需之間溝通平台，深知企業碰到的問題及期待，特向經濟部工業局爭取經費及結合寶元數控、先構技研、達詳自動化、台灣發那科、網聯科技及羅昇企業等企業資源，共同於暑假辦理「2020智動化系統整合工程師特訓計畫」，招募工學院相關系所學生，讓大三到碩一生可銜接畢業論文主題，大四及碩二畢業生銜接就業，吸引學生投入智慧自動化產業，歡迎菁英學子踴躍報名為期二個月超實務課程與實作的密集訓練。

▶ 本活動去年首屆辦理，企業及學員讚譽有加，歡迎大三到碩二學生報名，品質保證敬請及早報名。



活動聯絡人：(04)2358-1866陳小姐#52
E-mail: Fion@tairoa.org.tw

◀ 活動網址

液態矽橡膠快速模具 研製與應用

文：郭啟全 明志科技大學 機械工程系 教授
郭啟全 明志科技大學 智慧醫療研究中心 教授
林君憲 明志科技大學 機械工程系 研究生

摘要

如與傳統加工方法比較，快速模具技術可以縮短產品上市時間。金屬樹脂快速模具可以代替傳統鋼質模具，藉由塑膠射出成型進行小批量產品試產。本研究運用快速模具技術，研製液態矽橡膠射出成型模具，並於模具內部配置加熱裝置，最後藉由液態矽橡膠射出成型機進行實驗。研究結果發現，金屬樹脂快速模具運用於液態矽橡膠射出成型確實可行，液態矽橡膠射出成型快速模具平均深度與寬度翻製率分別約為 90.5% 與 98.9%，液態矽橡膠射出成型品平均深度與寬度轉寫率分別約為 91.5% 與 99.2%。液態矽橡膠射出成型品之微結構深度與寬度尺寸變化可以控制在 $\pm 1\mu\text{m}$ 之內；液態矽橡膠射出成型快速模具經過 200 模次液態矽橡膠射出成型，模具之平均表面粗僅增加約為 12.5nm。

關鍵詞：

金屬樹脂快速模具、
液態矽橡膠射出成型、射出成型速度、
保壓壓力、模具溫度、保壓時間

前言

液態矽橡膠 (Liquid Silicone Rubber, LSR) [1] 是非石油產品，因此不受日益短缺之石油所影響，液態矽橡膠製品未來將有逐漸取代塑膠製品之趨勢。因此，液態矽橡膠製品總市值預計將於西元 2023 年可以突破 128 億美金。液態矽橡膠具備優良流動性、無味、無色、無毒、柔軟、透明、耐燃性、耐氣候性、耐酸鹼、抗 UV、電絕緣與防潮性等性質。液態矽橡膠屬於熱固性材料，當液態矽橡膠固化後，將成為高柔韌性的彈性體，液態矽橡膠製品是以液態矽橡膠為原料，加工成型為綠色與環保的產品。因此，液態矽橡膠在產業用途非常廣泛，範疇涵蓋消費性電子產品、光學元件、嬰兒產品、汽車密封器件 (automotive sealing) 以及醫療產品。液態矽橡膠製品，早期是以熱壓印 (hot embossing) 或熱擠壓方式來製作，熱壓印成型的缺點為半自動生產因此人事成本較高，以及液態矽橡膠製品具有大量的毛邊、餘料以及不良率高；擠壓成型的缺點為僅能製作單一斷面之矽橡膠產品。如與傳統矽橡膠熱壓成型或擠壓成型技術比較，液態矽橡膠射出成型技術優點涵蓋：成型週期時間短、全自動生產、毛邊及餘料少、矽橡膠產品之尺寸精確佳、可以製作出比熱壓成型或擠壓成型更薄以及幾何形狀更複雜之彈性體元件。

於蒐集文獻過程中，發現很少文獻或專利致力於液態矽橡膠射出成型相關技術的研究。於蒐集文獻中，Hopmann 等人 [2] 運用皮秒雷射 (picosecond laser) 於工具鋼 (tool steel)，製作精微液態矽橡膠射出成型模具，並實際進行液態矽橡膠射出成型；由於液態矽橡膠係以白金 (platinum) 作為催化劑 (catalyst) 產生交聯 (crosslinking)，一旦產生交聯後，即不能再重新進行後續加工。因此，梁凱翔 [3] 針對液態矽橡膠射出成型模具加熱系統與隔熱方式進行研究，研究結果發現模具必須均溫，而且模具溫度須維持在 150-200 $^{\circ}\text{C}$ 之間，才能夠加速交聯反應，進而提升產能。

被英國經濟學人雜誌形容第三次工業革命之數位製造技術 (direct digital manufacturing technology)，可以快速製造客製化產品，此技術其實就是積層製造 (Additive Manufacturing, AM) [4, 5] 技術，積層製造技術已經廣泛應用於醫療產業、航太與工業設計等領域，由於積層製造技術可以擺脫傳統生產流程耗時 (time consuming) 與高成本之缺點，因此積層製造技術對於研發工程師在各部門間之同步工程是一大助益。快速模具技術 (Rapid Tooling, RT) [6-30] 可以視為積層製造技術的延伸，讓積層製造技術本來所具有的開發階段之利益，直接延續到生產上，運用快速模具技術可以快速批量生產所需之新產品，達到快速製造目的，以取得市場領先之優勢。長期以來，液態矽橡膠生產技術皆掌控於國外廠商，國內業界所需之液態矽橡膠精密模具僅能由德國或日本進口，此種方式並不適合運用於研發階段液態矽橡膠產品之試產，以及少量多樣之矽橡膠產品製造。因此，如何以低成本的方式，快速研製研發階段所須之液態矽橡膠模具，即便成一個重要研究方向。本研究運用快速模具技術，以低成本與快速的方式研製液態矽橡膠射出成型

模具，並於模具內部配置加熱裝置，最後藉由液態矽橡膠射出成型機進行測試，研究快速模具運用於液態矽橡膠射出成型之可行性 (feasibility) 以及評估其模具壽命 (mold service life) 與效益 (effectiveness)。

實驗方法與步驟

本研究所使用材料包括液態矽橡膠 (LR 3003/50, Wacker Elastosil Inc.)、鋁板、金屬樹脂 (TE-375, Jasdi Inc.)、矽膠主劑 (KE-1310ST, Shin Etsu Inc.) 以及矽膠硬化劑 (CAT-1310S, Shin Etsu Inc.)。本研究選用金屬樹脂來製作液態矽橡膠快速模具，主要的原因為運用金屬樹脂所製作之快速模具可以獲得次微米等級之表面精度、耐熱溫度可高達 250 $^{\circ}\text{C}$ 以及具備優良機械性質。本研究使用設備包括德國 ARBURG Allrounder 370S 700-290 液態矽橡膠射出成型機 (injection molding machine)，如圖 1 所示。液態矽橡膠注入機 (mix and metering system) (SilcoStar 902B, 2KM Inc.)，如圖 2 所示。氣冷式冰水機 (air-cooled chiller) (AP-030, SAGE Inc.)、k 型式熱電偶 (TC05, Cheng Tay Inc.)、直徑 10 mm 550W 電熱棒 (cartridge heaters)、恆溫烤箱 (DH 400, Dengyng Inc.)、精密電子秤 (HZK-FA210, USA.HZ Inc.)、資料收集器 (MRD-8002L, IDEA System Inc.) 以及真空注塑機 (F-600, Feiling Inc.)。液態矽橡膠之硬度為蕭氏硬度 (Shore hardness) A 50，此材料係由含觸媒 (catalyst) 之 A 劑與含交聯成份 (crosslinking constituent) 之 B 劑混合而成，A 劑與 B 劑之混合比例為 1:1，如圖 3 所示。液態矽橡膠注入機是採用伺服馬達 (servo motor) 精確控制壓盤行程，以及藉由壓力調整閥 (pressure regulator)，精密控制 A 劑與 B 劑之計量、壓力以及流速，經由直

徑 25.4 mm 之軟管 (hoses) 輸送至靜態混練裝置 (static mixer)。為了減少液態矽橡膠混合所產生之氣泡 (bubbles) 數目，送料系統配置靜態混練裝置，以 A 劑與 B 劑之本身壓力向下流動進行混練，混練棒的葉片數為 12 片。為了確保混合後液態矽橡膠之流動性，射出單元 (injection unit) 之送料螺桿運用冰水機之冰水進行循環。



圖 1. 德國 ARBURG Allrounder 370S 液態矽橡膠射出成型機



圖 2. 液態矽橡膠注入機



圖 3. 液態矽橡膠射出成型使用之液態矽橡膠

快速模具運用於液態矽橡膠射出成型之可行性研究，本研究選用一個圓盤 (disc) 為研究載具，研究載具之直徑與厚度分別為 29.5mm 與 3mm。圖 4 為液態矽橡膠射出成型之快速模具製作流程圖，製作流程涵蓋：(a) 選擇研究載具；(b) 置放研究載具於模框 (mold frame) 內；(c) 澆注矽膠：製作矽膠模具之矽膠主劑與硬化劑重量比例為 10：1，本研究運用精密電子秤來精確控制矽膠主劑與硬化劑之重量，矽膠主劑與硬化劑均勻攪拌後置入真空注型機進行脫泡；(d) 矽膠模具；(e) 澆注金屬樹脂：金屬樹脂係由 85% 鋁粉內添加 15% 液態環氧樹脂所組成，金屬樹脂主劑與硬化劑之調配，採重量比例為 100：7；(f) 金屬樹脂快速模具；(g) 快速模具加工；(h) 快速模具後硬化處理：製作完成之金屬樹脂模具，必須經過後硬化處理，以得到優良機械性質，後硬化程序涵蓋兩階段：將金屬樹脂模具置入烤箱，以 100°C 烘烤 1 個小時進行第一次硬化，再以 150°C 烘烤 3 個小時完成後硬化以及 (i) 液態矽橡膠射出成型之快速模具。本研究選用之模座為 A18 型大水口模座，模板 (mold plate) 之長度、寬度與高度分別為 200mm、180mm 以及 30mm。液態矽橡膠射出成型快速模具之長度、寬度與高度分別為 80mm、40mm 以及 15mm。

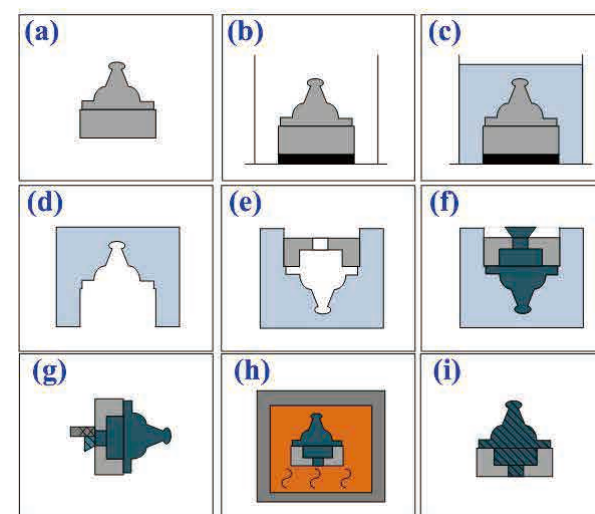


圖 4. 液態矽橡膠射出成型之快速模具製作流程圖 (a) 選擇研究載具 (b) 置放研究載具於模框內 (c) 澆注矽膠 (d) 矽膠模具 (e) 澆注金屬樹脂 (f) 金屬樹脂快速模具 (g) 快速模具加工 (h) 快速模具後硬化處理以及 (i) 液態矽橡膠射出成型之快速模具

於液態矽橡膠射出成型之繞射光學元件精密快速模具研製與應用，本研究選用繞射光學元件原型件來製作精密繞射光學元件之液態矽橡膠射出成型模具，繞射光學元件之厚度為 1mm，長度與寬度均為 3cm，圖 5 為繞射光學元件原型件實體圖之實體圖。圖 6 為繞射光學元件之結構示意圖，菲涅爾透鏡外部 (external) 鋸齒狀結構之深度 (depth) 較深，菲涅爾透鏡內部 (internal) 鋸齒狀結構之深度較淺，但鋸齒狀結構之寬度 (width) 均為一致。繞射光學元件 a、b 與 c 三點之寬度均約為 416.5 μm ，深度分別約為 60 μm 、45 μm 與 18 μm 。

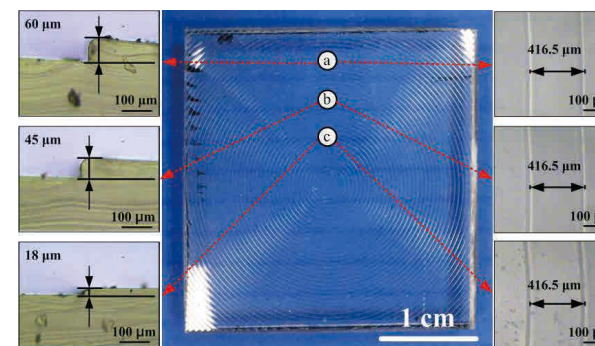


圖 5. 繞射光學元件原型件實體圖

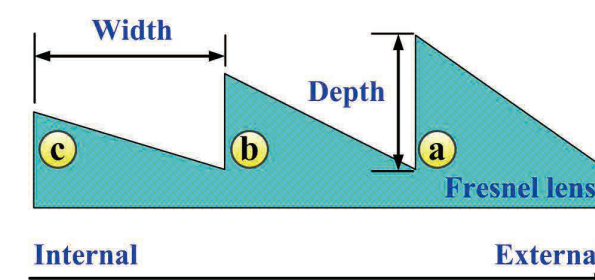


圖 6. 繞射光學元件之結構示意圖

由於菲涅爾透鏡具備為特徵結構，無法以金屬樹脂直接翻製出精密繞射光學元件之液態矽橡膠射出成型模具，因此必須透過中介模具 (intermediary mold) 才能順利製作出精密繞射光學元件之液態矽橡膠射出成型模具。圖 7 精密繞射光學元件之液態矽橡膠射出成型模具製作過程，製作流程涵蓋：(a) 準備菲涅爾透鏡原型件，(b) 加工背襯模板凹槽：本研究運用精密數控銑床來加工背襯模板之凹槽，(c) 製作第一次矽膠模具：菲涅爾透鏡原型件置於加工背襯模板之凹槽以利製作第一次矽膠模具，本研究運用矽膠來製作中介模具 (intermediary mold)，矽膠主劑與硬化劑重量比例為 10：1，本研究運用精密電子秤來精確控制矽膠主劑與硬化劑之重量，矽膠主劑與硬化劑均勻攪拌後置入真空注型機進行脫泡，最後澆注於加工背襯模板之凹槽，(d) 取出第一次矽膠模具：澆注後之矽膠於室溫置放 24 小時之後即可產生固化，固化後即可於加工背襯模板之凹槽取出，以翻製第二次矽膠模具，(e) 噴塗離型劑後澆注矽膠：為了避免第二次矽膠模具與第一次矽膠模具無法分離，本研究於翻製第二次矽膠模具之前，必須於第一次矽膠模具表面噴塗離型劑之後再澆注矽膠，(f) 製作第二次矽膠模具，(g) 取出第二次矽膠模具，(h) 置放第二次矽膠模具於背襯模板凹槽，(i) 澆注金屬樹脂，(j) 製作金屬樹脂模具：本研究運用 85% 鋁粉內添加 15% 液態環氧樹脂之金屬樹脂製作精密繞射光學元件之液態矽橡膠射出成型模具，金屬樹脂主劑與硬化劑之調配，採重量比例為 100：7，(k) 金屬樹脂模具

後硬化處理：製作完成之精密繞射光學元件之液態矽橡膠射出成型模具，必須經過後硬化處理，以得到優良機械性質，後硬化程序涵蓋兩階段：將金屬樹脂模具置入烤箱，以 100°C 烘烤 1 個小時進行第一次硬化，再以 150°C 烘烤 3 個小時完成後硬化以及 (l) 金屬樹脂模具試模：本研究選用之模座為 A18 型大水口模座，模板 (mold plate)

之長度、寬度與高度分別為 200mm、180mm 以及 30mm；精密繞射光學元件之液態矽橡膠射出成型模具製作完成後，即可以於液態矽橡膠射出成型機進行測試，測試成功後即可以進行液態矽橡膠射出成型批量試產以利驗證快速模具於液態矽橡膠射出成型之可行性以及評估其模具壽命與其效益。

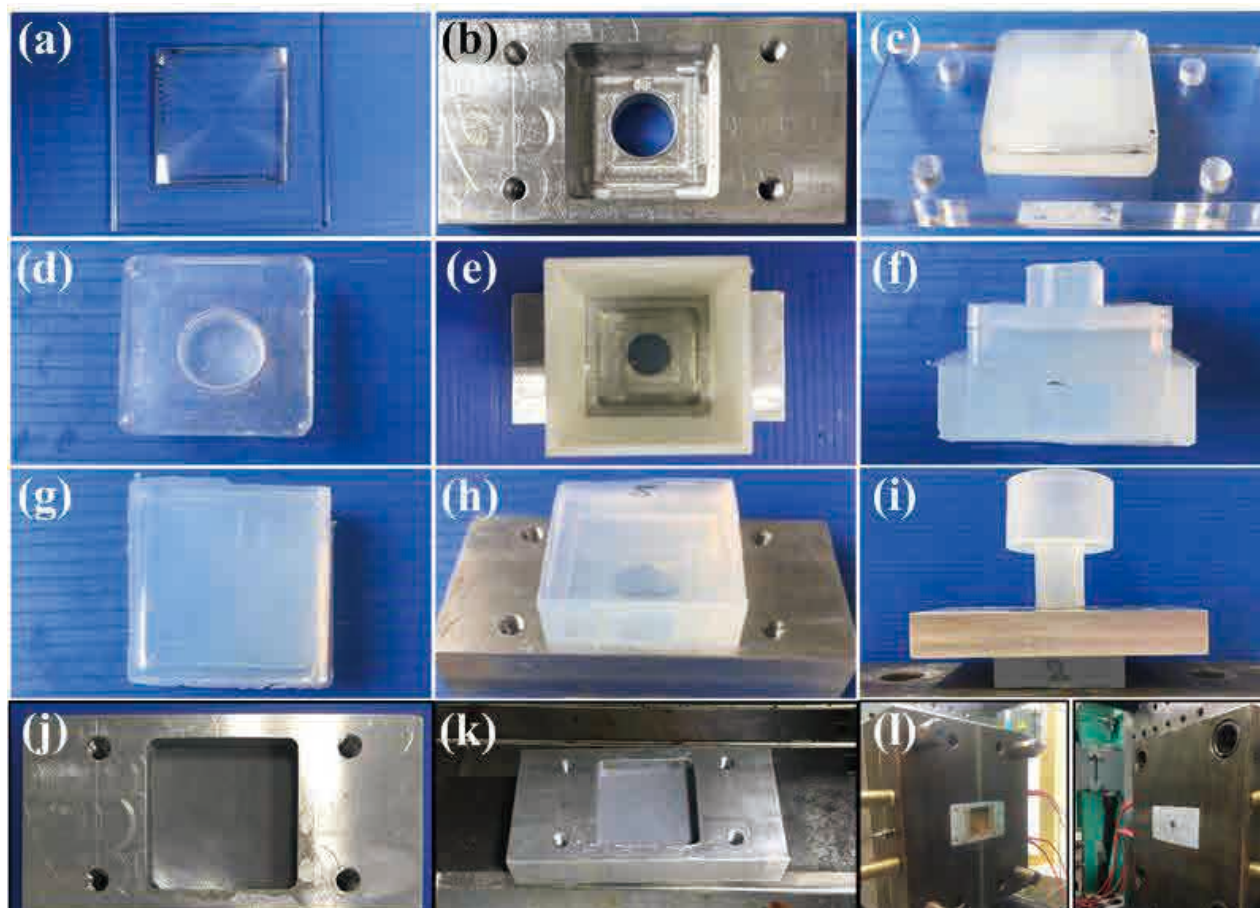


圖 7. 精密繞射光學元件之液態矽橡膠射出成型模具製作過程 (a) 準備菲涅爾透鏡原型件 (b) 加工背襯模板凹槽 (c) 製作第一次矽膠模具 (d) 取出第一次矽膠模具 (e) 噴塗離型劑後澆注矽膠 (f) 製作第二次矽膠模具 (g) 取出第二次矽膠模具 (h) 置放第二次矽膠模具於背襯模板凹槽 (i) 澆注金屬樹脂 (j) 製作金屬樹脂模具 (k) 金屬樹脂模具後硬化處理以及 (l) 金屬樹脂模具試模

製作完成之液態矽橡膠射出成型快速模具安裝於模板上。為了實驗之安全性，本研究選用兩支電熱棒做為液態矽橡膠射出成型快速模具之熱源 (heat source)，不選用熱油或熱水做為熱源，主要原因為避免油管或水管爆裂。模具之表面溫度運用 k 型式熱電偶來量測，並借由資料收集器來收集模具之表面溫度資料。圖 8 為液態矽橡膠射出成型快速模具表面溫度量測情形。模具之澆口本研究選用直接澆口，主要的原因為直接澆口 (sprue gate) 之模具設計簡單，操作容易而且成型容易。液態矽橡膠射出成型參數涵蓋：保壓時間 (packing time) [31]、射出成型速度 (injection speed) [32]、保壓壓力 (packing pressure) [33]

以及模具溫度 (mold temperature) [34]。為了了解精密繞射光學元件模具之翻製率 (replication rate) 以及液態矽橡膠射出成型產品之轉寫率 (transcription rate)，本研究運用金相顯微鏡來量測精密繞射光學元件模具與液態矽橡膠射出成品之微溝槽寬度 (microgroove width) 與微溝槽深度 (microgroove depth) 變化，以利計算翻製率與轉寫率。此外，為了研究精密繞射光學元件模具於液態矽橡膠射出成型前後之精密繞射光學元件之液態模具表面粗糙度變化，本研究運用白光干涉儀來量測模具之表面粗糙度值，量測範圍為 $400\text{ }\mu\text{m} \times 400\text{ }\mu\text{m}$ 。

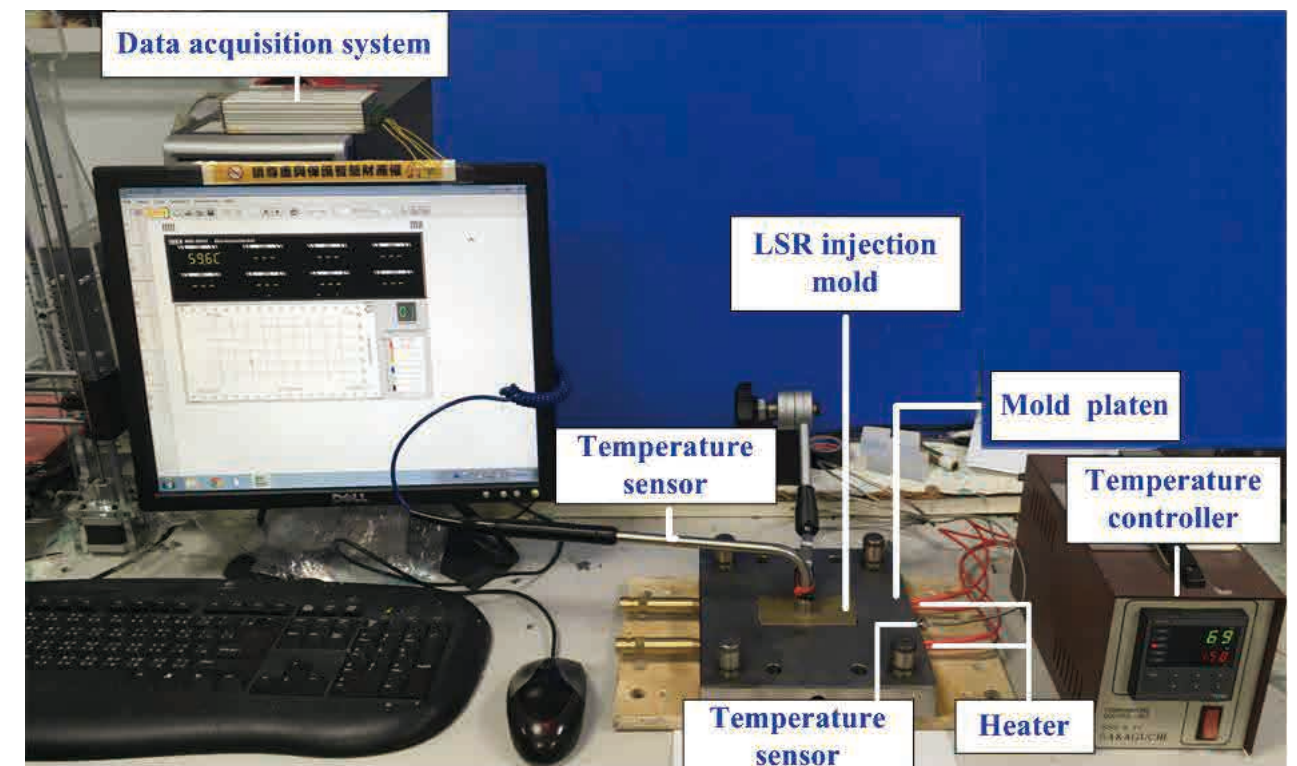


圖 8. 液態矽橡膠射出成型快速模具表面溫度量測情形

結果與討論

液態矽橡膠成型之模具表面溫度分佈均勻度與液態矽橡膠製品之良窳息息相關，當液態矽橡膠成型之模具表面溫度分佈不均勻時，將造成液態矽橡膠製品於不同部位，產生固化程度不均勻現象。此外，液態矽橡膠成型之模具表面溫度不正確時也與液態矽橡膠製品之良窳息息相關，當液態矽橡膠成型之模具表面溫度過低時，將增長液態矽橡膠製品之固化時間以及增加液態矽橡膠製品之脫模困難度；相反的，當液態矽橡膠成型之模具表面溫度過高時，液態矽橡膠製品將會產生燒焦或變脆。圖 9 為液態矽橡膠射出成型快速模具表面溫度與模具加熱時間之關係。結果明顯說明，液態矽橡膠射出成型快速模具之預熱時間約 25 分鐘之後，液態矽橡膠射出成型快速模具之表面溫度才趨於穩定。此結果表示，快速模具預熱時間 25 分鐘之後，模具之表面溫度將趨於穩定，因此即可以進行液態矽橡膠射出成型。

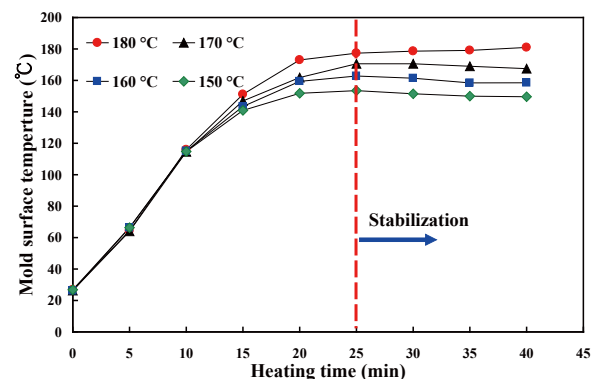


圖 9. 液態矽橡膠射出成型快速模具表面溫度與模具加熱時間之關係

圖 10 為液態矽橡膠射出成型情形之實體圖。圖 11 為液態矽橡膠射出成型有無加保壓之射出成型品實體圖。結果明顯說明，無加保壓之液態矽橡膠射出成型品內部夾帶大量汽泡 (bubble) 以及

液態矽橡膠射出成型品之外觀並不完整，主要的原因為流動性優良之液態矽橡膠將從模穴 (mold cavity) 回流至進膠口 (gate)，此一現象為模具使用直接澆口之常見缺失。

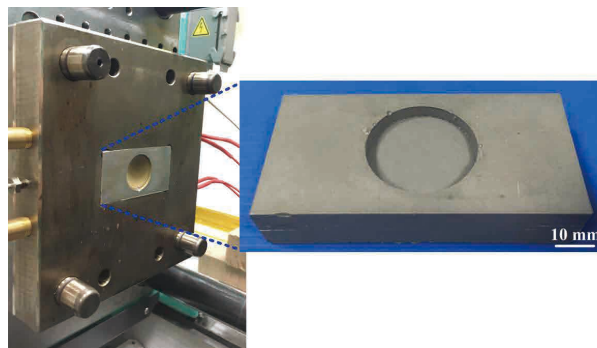


圖 10. 液態矽橡膠射出成型情形之實體圖

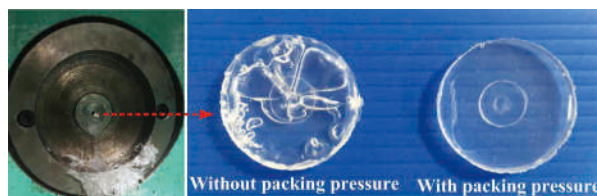


圖 11. 液態矽橡膠射出成型有無加保壓之射出成型品實體圖

為了了解保壓時間與射出成型品之重量與外觀完整性之關係，本研究將射出成型速度、保壓壓力以及模具溫度等三個參數固定，改變六種不同之保壓時間。射出成型速度、保壓壓力以及模具溫度分別設定為 20mm/s、10MPa 以及 180°C，六種不同之保壓時間分別為 10 秒、11 秒、12 秒、13 秒、14 秒以及 15 秒。圖 12 為保壓時間與射出成型品重量之關係圖。結果明顯說明，提升保壓時間確實有助於提升射出成型品之重量與外觀完整性，當保壓時間增加至 12 秒時，射出成型品之重量與外觀完整性將趨於穩定。此結果表示，保壓時間 12 秒為液態矽橡膠射出成型之最適製程參數。

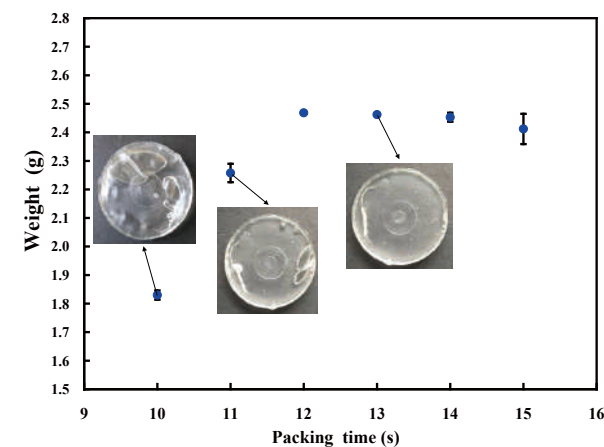


圖 12. 保壓時間與射出成型品重量之關係圖

為了了解模具溫度與射出成型品之重量與外觀完整性之關係，本研究將射出成型速度、保壓壓力以及保壓時間等三個參數固定，改變七種不同之模具溫度。射出成型速度、保壓壓力以及保壓時間分別設定為 20mm/s、10MPa 以及 12 秒，七種不同之模具溫度分別為 160°C、165°C、170°C、175°C、180°C、185°C 以及 190°C。圖 13 為模具溫度與射出成型品重量之關係圖。結果明顯說明，提升模具溫度確實有助於提升射出成型品之重量與外觀完整性，當模具溫度增加至 180°C 時，射出成型品之重量與外觀完整性將趨於穩定。此結果表示，模具溫度 180°C 為液態矽橡膠射出成型之最適製程參數。

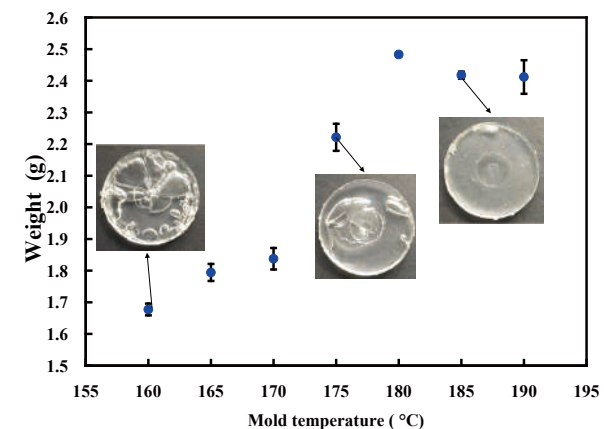


圖 13. 模具溫度與射出成型品重量之關係圖

為了了解射出速度與射出成型品之重量與外觀完整性之關係，本研究將模具溫度、保壓壓力以及保壓時間等三個參數固定，改變六種不同之射出速度。模具溫度、保壓壓力以及保壓時間分別設定為 180°C、10MPa 以及 12 秒，六種不同之射出速度分別為 10mm/s、20mm/s、30mm/s、40mm/s、50mm/s 以及 60mm/s。圖 14 為射出速度與射出成型品重量之關係圖。結果明顯說明，提升模具溫度確實有助於提升射出成型品之重量與外觀完整性，但影響程度並不明顯。當射出速度增加至 50 mm/s 時，射出成型品之重量與外觀完整性將趨於理想值。此結果表示，射出速度 50mm/s 為液態矽橡膠射出成型之最適製程參數。

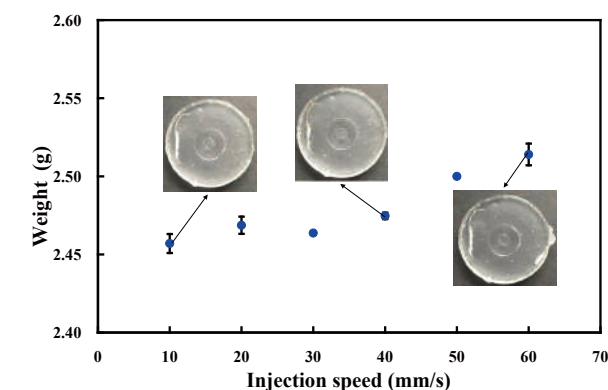


圖 14. 射出速度與射出成型品重量之關係圖

為了了解保壓壓力與射出成型品之重量與外觀完整性之關係，本研究將模具溫度、射出速度以及保壓時間等三個射出成型參數固定，改變六種不同之保壓壓力。模具溫度、射出速度以及保壓時間分別設定為 180°C、20mm/s 以及 12 秒，六種不同之保壓壓力分別為 6MPa、8MPa、10MPa、12MPa、14MPa 以及 16MPa。圖 15 為保壓壓力與射出成型品重量之關係圖。結果明顯說明，提升保壓壓力確實有助於提升射出成型品之重量與外觀完整性，當保壓壓力增加至

14MPa 時，射出成型品之重量與外觀完整性將趨於穩定。此結果表示，保壓壓力為 14MPa 時為液態矽橡膠射出成型之最適製程參數。

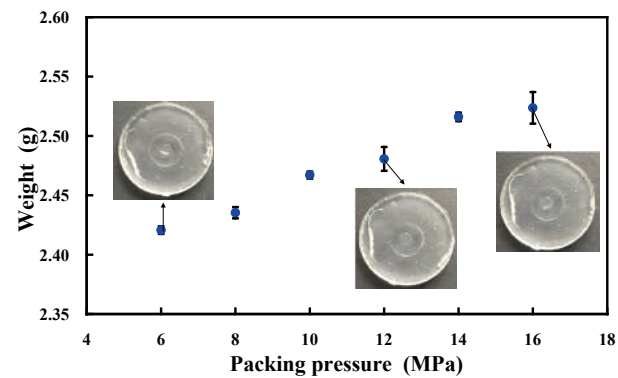


圖 15. 保壓壓力與射出成型品重量之關係圖

綜觀上述說明，對於直徑為 29.5mm、厚度為 3mm 之圓盤，液態矽橡膠射出成型最適製程參數為射出成型速度為 50mm/s、保壓壓力為 14MPa、模具溫度為 180 °C 以及保壓時間為 12 秒。此結果表示，金屬樹脂快速模具運用於液態矽橡膠射出成型確實可行，但是當射出成型次數 (cycle) 12 次以上時，模具表面之部分材料將產生剝落，因此金屬樹脂快速模具之模具壽命不太理想，主要的原因為金屬樹脂快速模具處於高溫與高壓。圖 16 為模具表面部分材料產生剝落之液態矽橡膠射出成型快速模具與其射出成型品。因此，提升金屬樹脂快速模具之性能將是未來研究重點。於金屬樹脂快速模具材料內部填加奈米等級之銅粉 (copper powder) [35]、氧化鋁粉 (alumina powder) 或 [36] 氧化鋯 (zirconia powder) 粉末 [37]，以改善金屬樹脂快速模具之熱傳導性與提升其機械性質。

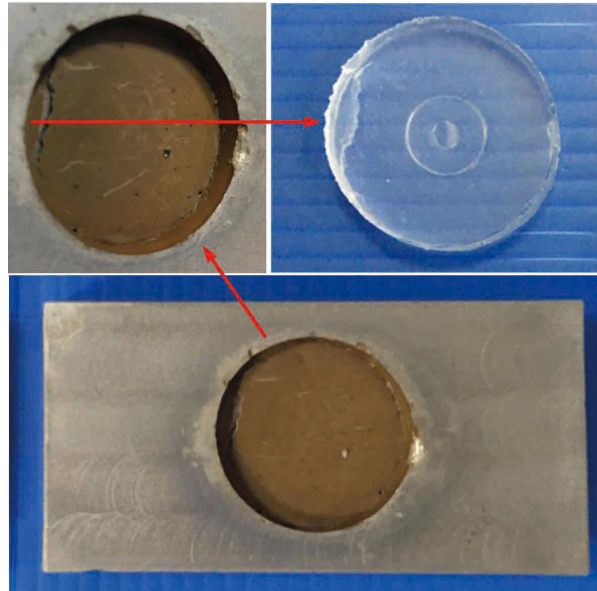


圖 16. 模具表面部分材料產生剝落之液態矽橡膠射出成型快速模具與其射出成型品

為了了解精密繞射光學元件模具之翻製率，本研究運用金相顯微鏡來量測精密繞射光學元件模具之微結構寬度與深度變化，以利計算翻製率。圖 17 為液態矽橡膠射出成型快速模具實體圖。表 1 為液態矽橡膠射出成型快速模具翻製率，精密繞射光學元件於量測點 a、b 與 c 三點之深度分別為 60 μ m、45 μ m 與 18 μ m，寬度均為 416.5 μ m，所翻製之精密繞射光學元件模具於量測點 a、b 與 c 三點之深度分別為 56.3 μ m、39.7 μ m 與 16.1 μ m 以及寬度分別為 414 μ m、412 μ m 與 410 μ m。結果明顯說明，液態矽橡膠射出成型快速模具於量測點 a、b 與 c 三點之深度翻製率分別為 93.8%、88.2% 與 89.4% 以及寬度翻製率分別為 99.4%、98.9% 與 94.4%。因此，液態矽橡膠射出成型快速模具平均深度與寬度翻製率分別為 90.5% 與 98.9%。由於本研究運用於製作精密繞射光學元件模具之矽膠與金屬樹脂材料具有約 0.1% 與 0.3% 之收縮率 [45]，因此液態矽橡膠射出成型快速模具平均深度與寬度翻製率無法達到 100%。由於，本研究研製之液態矽橡膠射出成型快速模具平均深度與寬度翻製率均高於 90% 以上，因此可以運用於液態矽橡膠射出成型。

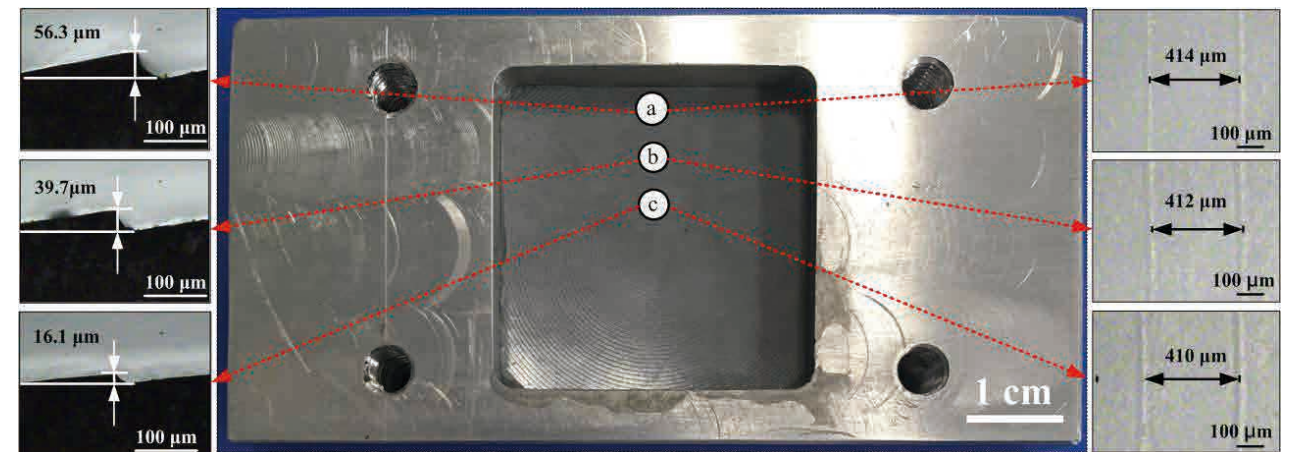


圖 17. 液態矽橡膠射出成型快速模具實體圖

表 1. 液態矽橡膠射出成型快速模具翻製率

微結構	深度 (μ m)			寬度 (μ m)		
量測點	a	b	c	a	b	c
原型件	60	45	18	416.5		
快速模具	56.3	39.7	16.1	414	412	410
翻製率 (%)	93.8	88.2	89.4	99.4	98.9	98.4

為了驗證本研究所研製液態矽橡膠射出成型快速模具之性能，本研究運用液態矽橡膠射出成型最適製程參數來進行液態矽橡膠射出成型品，液態矽橡膠射出成型最適製程參數為射出成型速度為 50 mm/s、保壓壓力為 5.5 MPa 以及模具溫度為 180 °C，進行 200 道次液態矽橡膠射出成型，取第 1 件至第 20 件進行研究。圖 18 為液態矽橡膠射出成型品實體圖。圖 19 為液態矽橡膠射出成型品於三個量測點 a、b 與 c 之微結構深度與寬度變化情形，其中虛線為微結構深度與寬度之平均值。結果明顯發現，液態矽橡膠射出成型品之品質非常穩定，液態矽橡膠射出成型品於三個量測點 a、b 與 c 之微結構深度與寬度尺寸變化分別在 $\pm 0.5 \mu$ m 以及 $\pm 1 \mu$ m 之內。因此，液態矽橡膠射出成型品之微結構深度與寬度尺寸變化可以控制在 ± 1

μ m 之內。表 2 為液態矽橡膠射出成型品轉寫率。本研究製作之精密繞射光學元件模具於量測點 a、b 與 c 三點之深度分別為 56.3 μ m、39.7 μ m 與 16.1 μ m 以及寬度分別為 414 μ m、412 μ m 與 410 μ m，液態矽橡膠射出成型品於三個量測點 a、b 與 c 之平均微結構深度分別為 52.5 μ m、38.4 μ m 與 13.6 μ m，液態矽橡膠射出成型品於三個量測點 a、b 與 c 之平均微結構寬度分別為 411.7 μ m、409.7 μ m 與 405.7 μ m。此結果表示，液態矽橡膠射出成型品於三個量測點 a、b 與 c 之微結構深度轉寫率分別為 93.2%、96.8% 與 84.5%，液態矽橡膠射出成型品於三個量測點 a、b 與 c 之微結構寬度轉寫率分別為 99.4%、99.4% 與 99%。因此，液態矽橡膠射出成型品平均深度與寬度轉寫率分別為 91.5% 與 99.2%。

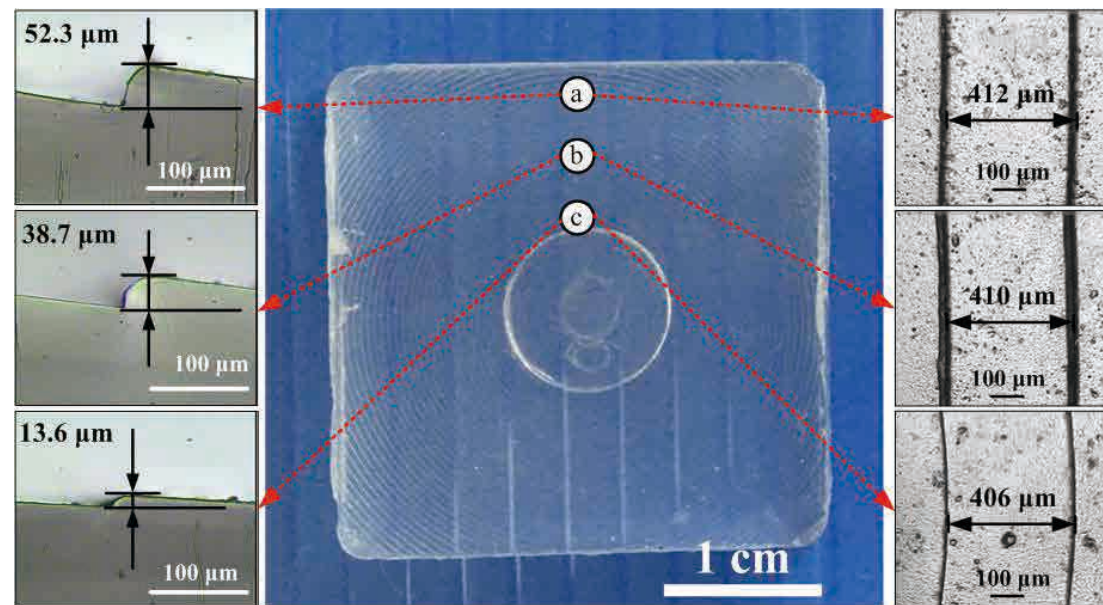


圖 18. 液態矽橡膠射出成型品實體圖

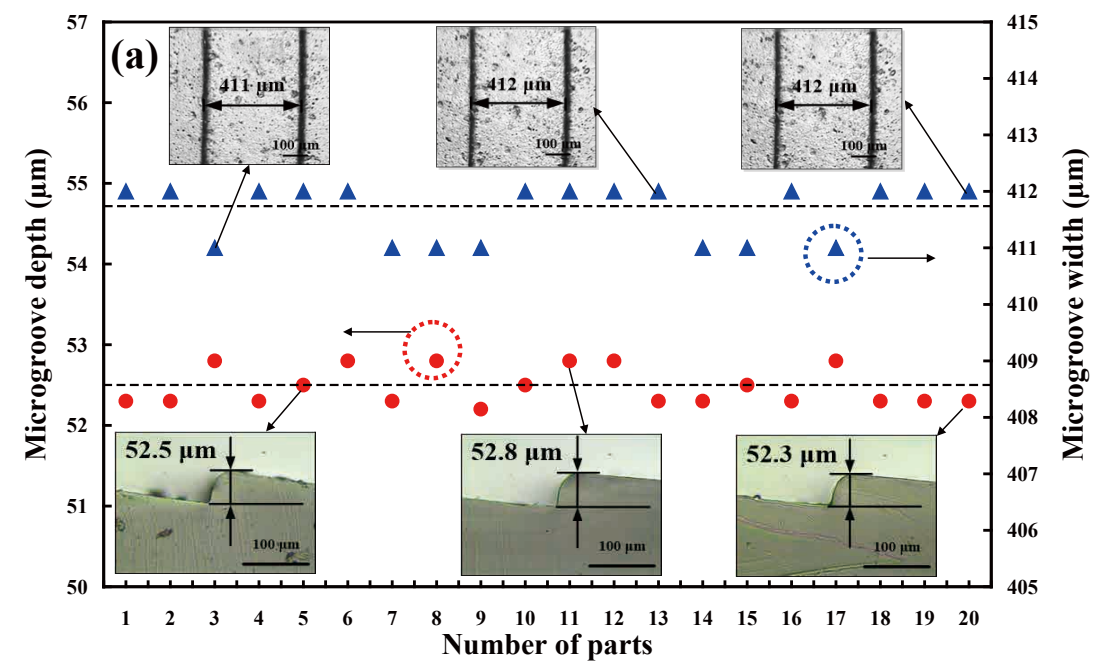
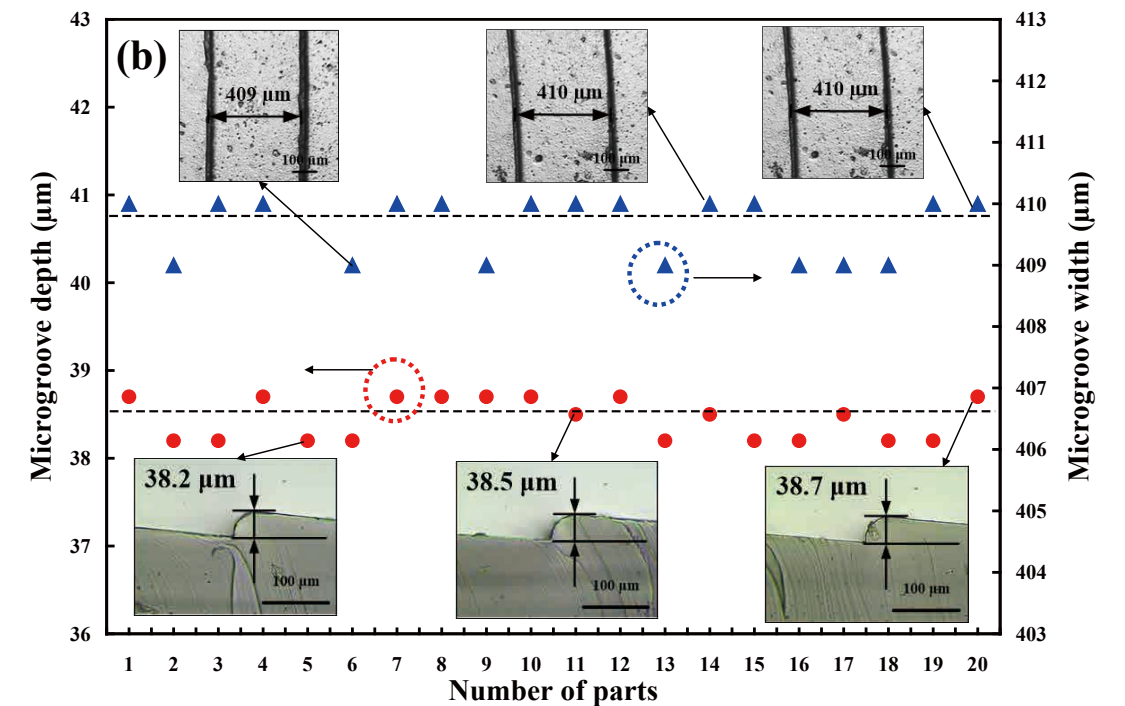
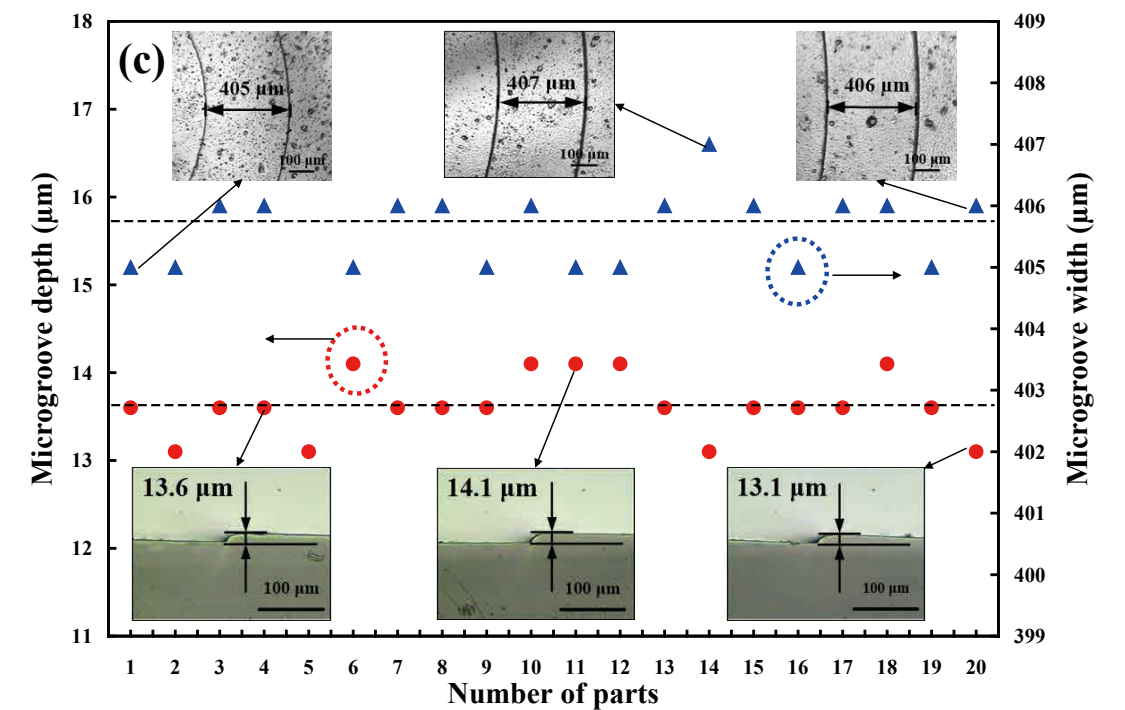
圖 19.1. 液態矽橡膠射出成型品於三個量測點 (a)、(b) 與 (c) 之微結構深度與寬度變化情形
虛線為微結構深度與寬度之平均值圖 19.2. 液態矽橡膠射出成型品於三個量測點 (a)、(b) 與 (c) 之微結構深度與寬度變化情形
虛線為微結構深度與寬度之平均值

表 2. 液態矽橡膠射出成型品轉寫率

微結構	深度 (μm)			寬度 (μm)		
量測點	a	b	c	a	b	c
快速模具	56.3	39.7	16.1	414	412	410
成型品平均值	52.5	38.4	13.6	411.7	409.7	405.7
翻製率 (%)	93.2	96.8	84.5	99.4	99.4	99.0

圖 20 為液態矽橡膠射出成型 200 模次於品於三個量測點 a、b 與 c 之微結構深度與寬度變化情形，結果明顯發現，液態矽橡膠射出成型 200 模次之後，微結構之深度與寬度均保持非常完整，其尺寸無明顯改變。圖 21 為液態矽橡膠射出成型快速模具進行 200 道次射出成型前與後之外觀與微結構變化結果，結果明顯發現，液態矽橡膠射出成型快速模具之外觀顏色由鐵灰色轉變為淡黃色，此一變化屬於正常現象，主要的原因為液態矽橡膠射出成型快速模具在持續高溫反覆加熱與冷卻之結果。量測點 a、b 與 c 三點之深度分別從 56.3μm、39.7μm 與 16.1μm，變成 56μm、39.5μm 與 15.9μm，量測點 a、b 與 c 三點之寬度卻保持為 410μm。結果明顯發現液態矽橡膠射出成型快速模具量測點 a、b 與 c 三點之深度變化量僅約 0.3μm、0.2μm 與 0.2μm，量測點 a、b 與 c 三點之寬度變化量為零，推論原因有兩個：(a) 液態矽橡膠射出成型快速模具之微結構齒頂僅有微量磨耗，因此液態矽橡膠射出成型快速模具之微結構深度變淺以及 (b) 液態矽橡膠射出成型品為軟質材料，因此液態矽橡膠射出成型品很容易從模具脫模，因此液態矽橡膠射出成型快速模具之微結構寬度無明顯改變。圖 22 為液態矽橡膠射出成型快速模具進行 200 道次射出成型前與後之模具表面粗糙度變化結果，液態矽橡膠射出成型快速模具之平均表面粗糙度從 48.9nm 增加至 61.4nm，平均表面粗糙度僅增加約為 12.5nm。Chung 等人 [35]、Tang 等人 [36] 以及 Thian 等人 [37] 運用矽膠模具 (silicone rubber mold) 來製作精微模具，並用於製作具有微結構零件，

但是矽膠模具屬於軟模 (soft mold)，無法應用於高壓之射出印成型或熱壓印成型。習知可以製作精微模具並應用於高壓之射出印成型或熱壓印成型方法涵蓋：(a) 聚焦離子束加工 (focused ion beam) [38]；(b) 矽基微細加工 (Si-based micromachining technology)[39]；(c) 微影模造技術 (Lithographie galvanofomung abformung, LIGA) [40]；(d) 雷射加工技術 [41]：例如：利用準分子雷射 (Excimer laser) 與飛秒雷射 (femtosecond laser)；(e) 微放電加工 (Micro electro discharge machining) [42]；(f) 微細機械加工 (Micro machining) 技術 [43] 以及 (g) 電化學微加工 (electrochemical micromachining) [44]。然而，上述製作精微模具方法缺點包括：設備昂貴、製程複雜 (complex manufacturing process) 以及工作環境要求高。例如：運用微影模造技術所製作之精微模具，雖然可運用於高壓之射出印成型或熱壓印成型，但是精微模具製程非常複雜，價格也非常昂貴，因為需使用 x 光進行微影與電鑄 (electroforming) 技術來製作精微模具。本研究所研製之液態矽橡膠射出成型快速模具，可以勝任液態矽橡膠射出成型精密光學元件製作，因為所製作之液態矽橡膠射出成型品可以保有其光學特性。綜觀上述成果，本研究發現金屬樹脂快速模具運用於液態矽橡膠射出成型確實可行。本研究成果具備產業利用性與工業實用價值，因為本研究所研製之液態矽橡膠射出成型快速模具可以應用於液態矽橡膠新產品開發所需之暫用模具，代替傳統鋼質模具，藉由塑膠射出成型，小批量產品之試產。

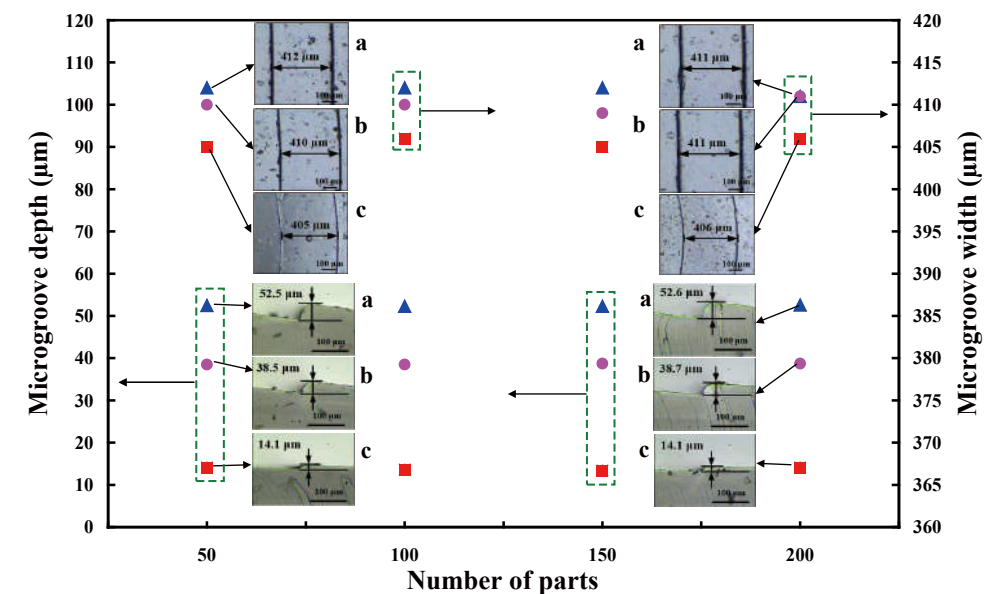


圖 20. 液態矽橡膠射出成型 200 模次於品於三個量測點 a、b 與 c 之微結構深度與寬度變化情形

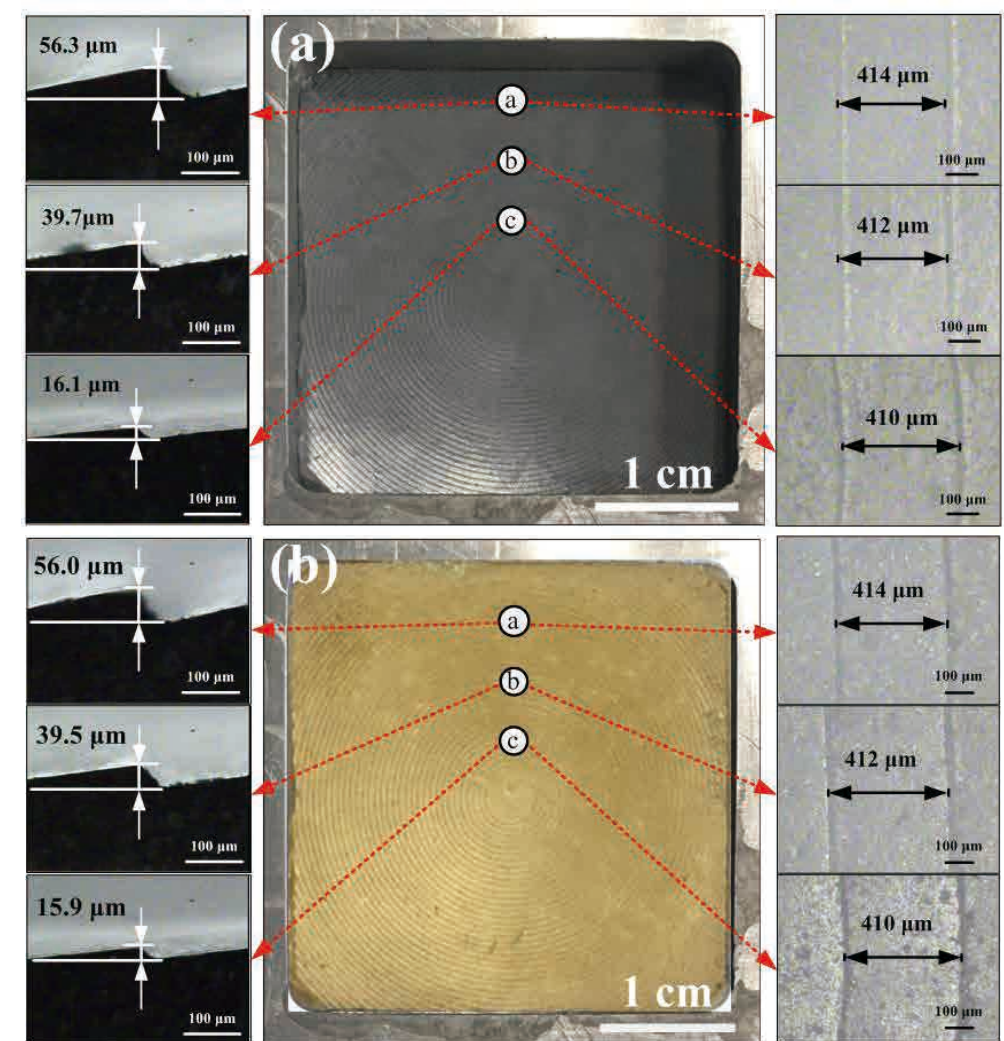


圖 21. 液態矽橡膠射出成型快速模具進行 200 道次射出成型 (a) 前與 (b) 後之外觀與微結構變化結果

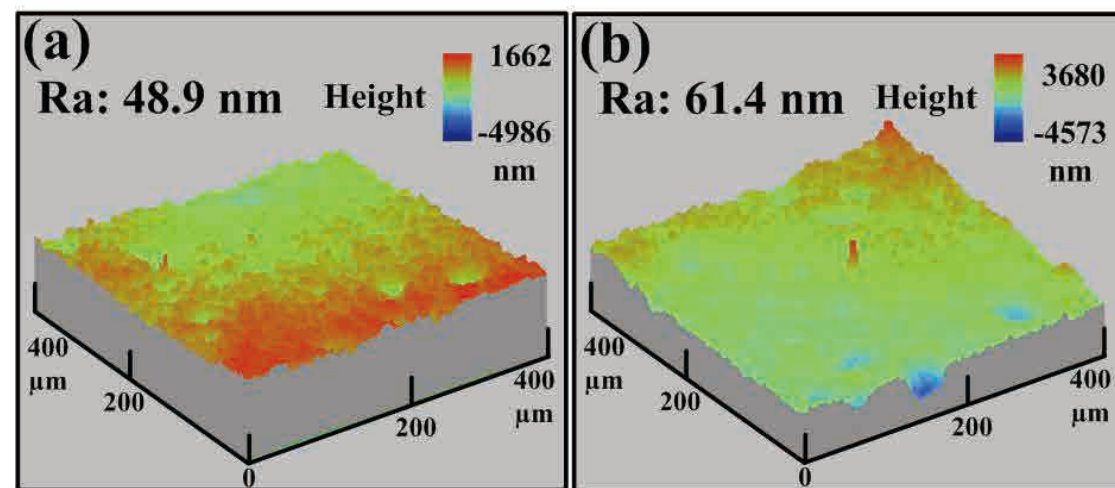


圖 22 液態矽橡膠射出成型快速模具進行 200 道次射出成型 (a) 前與 (b) 後之模具表面粗糙度變化結果

結論

金屬樹脂快速模具可以代替傳統鋼質模具，藉由塑膠射出成型，進行小批量產品之試產。研究結論如下所示：

1. 金屬樹脂快速模具運用於液態矽橡膠射出成型確實可行。本研究結果具備產業利用性與工業實用價值，因為本研究結果可以提供新型液態矽橡膠產品於研發階段所需之暫用模具。
2. 對於直徑為 29.5mm、厚度為 3mm 之圓盤，液態矽橡膠射出成型最適製程參數為射出成型速度為 50mm/s、保壓壓力為 14MPa、模具溫度為 180°C 以及保壓時間為 12 秒。
3. 液態矽橡膠射出成型快速模具平均深度與寬度翻製率分別為 90.5% 與 98.9%。
4. 液態矽橡膠射出成型品之微結構深度與寬度尺寸變化可以控制在 $\pm 1 \mu\text{m}$ 範圍之內。
5. 液態矽橡膠射出成型快速模具經過 200 模次液態矽橡膠射出成型，模具之平均表面粗糙度僅增加約為 12.5nm。

誌謝

本研究感謝科技部計畫 MOST 107-2221-E-131-018、MOST 106-2221-E-131-010、MOST 106-2221-E-131-011、MOST 105-2221-E-131-012、MOST 104-2221-E-131-026、MOST 103-2221-E-131-012 以及 NSC 102-2221-E-131-012 部份研究經費支援，使研究得以順利完成，在此致上最高的謝意。

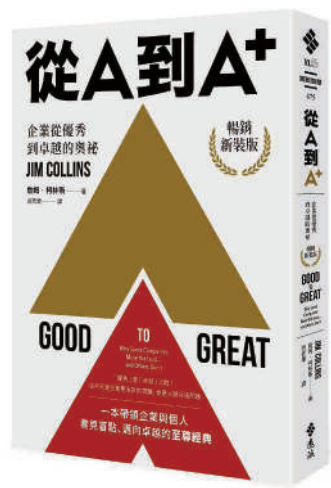
參考文獻

- [1] H. Ou, M. Sahli, T. Barrière, J. C. Gelin, "Multiphysics modelling and experimental investigations of the filling and curing phases of bi-injection moulding of thermoplastic polymer/liquid silicone rubbers," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Volume 92, Issue 9–12, 2017, Pages 3871–3882.
- [2] C. Hopmann, C. Behmenburg, U. Recht, K. Zeuner, "Injection Molding of Superhydrophobic Liquid Silicone Rubber Surfaces," Silicon, 2014, Volume 6, Issue 1, Pages 35–43.
- [3] 梁凱翔, "液態矽橡膠射出成形模具加熱系統與隔熱方式之設計與分析", 國立高雄應用科技大學 模具工程系 碩士論文, 中華民國一百零五年。
- [4] D. Thomas, "Costs, benefits, and adoption of additive manufacturing: a supply chain perspective," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Volume 85, Issue 5–8, 2016, Pages 1857–1876.
- [5] J. Y. Bai, C. L. Yang, S. B. Lin, B. L. Dong, C. L. Fan, "Mechanical properties of 2219-Al components produced by additive manufacturing with TIG," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Volume 86, Issue 1–4, 2016, Pages 479–485.
- [6] C. C. Kuo, Z. Y. You, "Development of injection molding tooling with conformal cooling channels fabricated by optimal process parameters," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Volume 96, Issue 1–4, 2018, Pages 1003–1013.
- [7] C. C. Kuo, S. Y. Lyu, "A cost-effective approach using recycled materials to fabricate micro-hot embossing die for microfabrication," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Volume 94, Issue 9–12, 2018, Pages 4365–4371.
- [8] C. C. Kuo, M. R. Li, "Development of sheet metal forming dies with excellent mechanical properties using additive manufacturing and rapid tooling technologies," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Volume 90, Issue 1, 2017, Pages 21–25.
- [9] C. C. Kuo, W. H. Chen, X. Z. Liu, Y. L. Liao, W. J. Chen, B. Y. Huang, R. L. Tsai, "Development of a low-cost wax injection mold with high cooling efficiency," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Volume 93, Issue 5–8, 2017, Pages 2081–2088.
- [10] C. C. Kuo, W. H. Chen, J. W. Zhang, D. A. Tsai, Y. L. Cao, "A new method of manufacturing a rapid tooling with different cross-sectional cooling channels," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2017, Volume 92, Issue 9–12, Pages 3481–3487.
- [11] C. C. Kuo, Y. J. Wang, "Optimization of plasma surface modification parameter for fabricating a hot embossing mold with high surface finish," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2017, Volume 91, Issue 9–12, Pages 3363–3369.
- [12] C. C. Kuo, S. Y. Lyu, "Development of low-cost hot embossing stamps with long lifespan and environmental protection," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2017, Volume 91, Issue 5–8, Pages 1889–1895.
- [13] C. C. Kuo, W. H. Chen, W. C. Xu, "A cost-effective approach for rapid manufacturing wax injection molds with complex geometrical shapes of cooling channels," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2017, Volume 91, Issue 5–8, Pages 1689–1695.
- [14] C. C. Kuo, B. C. Chen, "Development of hot embossing stamps with conformal cooling channels for microreplication," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2017, Volume 88, Issue 9, Pages 2603–2608.
- [15] C. C. Kuo, T. S. Chiang, "Modeling and experimental analysis in lifespan of precision

- epoxy resin mold,” *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik*, Volume 47, Issue 9, 2016, Pages 839-844.
- [16] C. C. Kuo, M. R. Li, “A cost-effective method for rapid manufacturing sheet metal forming dies,” *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Volume 85, Issue 9, 2016, Pages 2651-2656.
- [17] C. C. Kuo, Y. J. Wang, H. Y. Liao, H. J. Hsu, T. S. Chian,” The evolution of manufacturing processes for micro-featured epoxy resin mold,” *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik*, Volume 47, Issue 4, 2016, Pages 341-350.
- [18] C. C. Kuo, B. C. Zhuang, “Manufacturing process development for a precision embossing stamp with high-aspect-ratio micro-sized features,” *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik*, Volume 47, Issue 1, 2016, Pages 29-36.
- [19] C. C. Kuo, R. L. Tsai, “Fabrication and application of low-pressure wax injection rapid toolings,” *Polymers and Polymer Composites*, Volume 23, Number 9, 2015, Pages 647-652.
- [20] C. C. Kuo, B. C. Chen, “Optimization of hot embossing molding process parameters of Fresnel lens using Taguchi method,” *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik*, Volume 46, Issue 9, 2015, Pages 942-948.
- [21] C. C. Kuo, H. Y. Liao,” Dimensional accuracy optimization of the micro-plastic injection molding process using the Taguchi design method,” *Materials Science*, Volume 21, No. 2, 2015, Pages 244-248.
- [22] C. C. Kuo, B. C. Zhuang,” A simple and low-cost method to the development of a micro-featured mold insert for micro-hot embossing,” *Indian Journal of Engineering and Materials Sciences (IJEMS)*, Volume 48, Issue 5, 2014, Pages 487-494.
- [23] C. C. Kuo,” A cost-effective approach to the rapid fabrication of functional metal prototypes,” *Materiali in Tehnologije*, Volume 48, Issue 4, 2014, Pages 581-585.
- [24] C. C. Kuo, Y. J. Wang,” Development of a micro-hot embossing mold with high replication fidelity using surface modification,” *Materials and Manufacturing Processes*, Volume 29, Issue 9, 2014, Pages 1101-1110.
- [25] C. C. Kuo, H.Y. Liao,” Enhancing the mechanical properties of epoxy resin mold by adding zirconia particles,” *Materials and Manufacturing Processes*, Volume 29, Issue 7, 2014, Pages 840-847.
- [26] C. C. Kuo, H. J. Hsu,” Development and application of hybrid mold with microfeatures in micro-hot embossing,” *Materials and Manufacturing Processes*, Volume 28, Issue 11, 2013, Pages 1203-1208.
- [27] C. C. Kuo, H. J. Hsu,” Micro-hot embossing of Fresnel lens using precision micro-featured mold,” *Materials and Manufacturing Processes*, Volume 28, Issue 11, 2013, Pages 1228-1233.
- [28] C. C. Kuo,” A simple and cost-effective method for fabricating epoxy-based composites mold inserts,” *Materials and Manufacturing Processes*, Volume 27, Issue 4, 2012, Pages 383-388.
- [29] C. C. Kuo, Z. Y. Lin,” Development of bridge tooling for fabricating mold inserts of aspheric optical lens,” *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik*, Volume 42, No.11, 2011, Pages 1019-1024.
- [30] C. C. Kuo, “A simple and cost-effective method for fabricating epoxy-based composites mold inserts,” *Materials and Manufacturing Processes*, Volume 27, Issue 4, 2012, Pages 383-388.
- [31] C. Li, F. L. Wang, Y. Q. Chang, Y. Liu, “ A modified global optimization method based on surrogate model and its application in packing profile optimization of injection molding process,” *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Volume 48, Issue 5–8, 2010, Pages 505–511.
- [32] M. Sorgato, M. Babenko, G. Lucchetta, B. Whiteside,” Investigation of the influence of vacuum venting on mould surface temperature in micro injection moulding,” *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Volume 88, Issue 1–4, 2017, Pages 547–555.
- [33] S. Kitayama, M. Yokoyama, M. Takano, S. Aiba,” Multi-objective optimization of variable packing pressure profile and process parameters in plastic injection molding for minimizing warpage and cycle time,” *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Volume 92, Issue 9–12, 2017, Pages 3991–3999.
- [34] Y. Li, M. Gehde,” Effects of surface roughness and processing parameters on heat transfer coefficient between polymer and cavity wall during injection molding,” *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Volume 84, Issue 5–8, 2016, Pages 1325–1333.
- [35] S. Chung, Y. Im, H. Kim, H. Jeong, D.A. Dornfeld,” Evaluation of micro-replication technology using silicone rubber molds and its applications,” *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Vol. 43, 2003, Pages 1337-1345.
- [36] Y. Tang, W.K. Tan, J.Y.H. Fuh, H.T. Loh, Y.S. Wong, S.C.H. Thian, L. Lu,” Micro-mould fabrication for a micro-gear via vacuum casting,” *Journal of Materials Processing Technology*, Volumes 192-193, 2007, Pages 334-339.
- [37] S. C. H. Thian, J. Y. H. Fuh, Y. S. Wong, H. T. Loh, P. W. Gian and Y. Tang,” Fabrication of microfluidic channel utilizing silicone rubber with vacuum casting,” *Microsystem Technologies*, Volume 14, 2008, Pages 1125-1135.
- [38] N.S Ong, Y.H Koh, Y.Q Fu,” Microlens array produced using hot embossing process,” *Microelectronic Engineering*, Volume 60, Issues 3–4, 2002, Pages 365-379.
- [39] H. N. Hansen, R.J. Hocken, G. Tosello,” Replication of micro and nano surface geometries,” *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, Volume 60, Issue 2, 2011, Pages 695-714.
- [40] C. K. Malek, V. Saile,” Applications of LIGA technology to precision manufacturing of high-aspect-ratio micro-components and -systems: a review,” *Microelectronics Journal*, Volume 35, Issue 2, 2004, Pages 131-143.
- [41] T. F. Yao, P. H. Wu, T. M. Wu, C. W. Cheng, S. Y. Yang, “ Fabrication of anti-reflective structures using hot embossing with a stainless steel template irradiated by femtosecond laser,” *Microelectronic Engineering*, Volume 88, Issue 9, 2011, Pages 2908-2912.
- [42] W. Khalid, M. S. M. Ali, M. Dahmardeh, Y. Choi, P. Yaghoobi, A. Nojeh, K. Takahata,” High-aspect-ratio, free-form patterning of carbon nanotube forests using micro-electro-discharge machining,” *Diamond and Related Materials*, Volume 19, Issue 11, 2010, Pages 1405-1410.
- [43] W. K. Chen, T. Kuriyagawa, H. Huang, N. Yosihara,” Machining of micro aspherical mould inserts,” *Precision Engineering*, Volume 29, Issue 3, 2005, Pages 315-323.
- [44] B. Bhattacharyya, M. Malapati, J. Munda,” Experimental study on electrochemical micromachining,” *Journal of Materials Processing Technology*, Volume 169, Issue 3, 2005, Pages 485-492.
- [45] G. Yang, O. V. Makarova, P. Amstutz, C. M. Tang,” Rapid replication of powder composite high-aspect-ratio microstructures using silicone rubber micromolds,” *Microsystem Technologies*, Volume 14, 2008, Pages 1663-1667.

從A到A+

企業從優秀到卓越的奧秘



「優秀」是「卓越」之敵！

這不只是企業要面對的問題，也是人類共通問題。

全球狂銷超過 2,200 萬冊經典鉅作，

帶領企業與個人看見盲點、邁向卓越！

- 全球企業推崇影響最深商管書
- 亞馬遜總裁貝佐斯採用《從 A 到 A+》中的原則，建立組織營運的良性迴圈，造就今日的亞馬遜奇蹟。
- 英特爾、蘋果、微軟、星巴克、嬌生等知名公司深受本書影響，推動企業改造。

管理大師彼得·杜拉克盛讚：

這部經過嚴謹研究、寫作又極出色的著作，推翻了許多目前流行的管理概念——從吹捧超人執行長、崇拜資訊科技到購併熱等。平庸的公司或許無法靠這本書提升競爭力，但本書應該能幫助已具競爭力的公司躍升至卓越境界。

柯林斯花了五年時間，從 1435 家企業篩選出 11 家從優秀到卓越的公司，抽絲剝繭分析之後，透過本書指出他們成功的關鍵與祕訣，這些祕訣包括：

► **第五級領導：**能推動企業邁向卓越的領導人員具備什麼樣的特質？他們通常沉默內斂、不愛出風頭，甚至有點害羞，謙沖為懷的人格特質和不屈不撓的專業堅持齊集於一身。

► **先找對人，再決定要做什麼：**柯林斯團隊原以為「從優秀到卓越」的領導人上任之初，一定先提出新願景、新策略，卻發現他們忙著找到適合的人上車，請不適任的人下車，並且把對的人放在對的位子上，然後才釐清該把車子開往哪個方向。

► **面對殘酷現實，但絕不喪失信心：**所有從「從優秀到卓越」的公司邁向卓越之路，都先從誠實面對眼前的殘酷現實開始。因此，領導人必須塑造能聽到真話且不掩蓋事實的企業文化。

► **刺蝟原則：**從優秀躍升到卓越，必須以能反映三個圓圈交集的簡單概念來取代原有的核心事業。刺蝟原則不是目標、策略或意圖，而是深入的理解。

► **強調紀律的文化：**當有紀律的文化和企業精神相結合時，就能點石成金，創造卓越的績效。

► **以科技為加速器：**「從優秀到卓越」的公司對於科技的角色有與眾不同的想法。柯林斯發現，「從優秀到卓越」的公司會把科技當做動力加速器，而不是啟動器。

► **飛輪和命運環路：**從優秀到卓越的蛻變過程不是一蹴可幾的，轉變的過程好像無休無止地推著巨輪朝一個方向前進。

這些祕訣不僅是從優秀到卓越的恆常法則，而且是可以學習的。任何組織都有可能變成卓越公司，只要用心研讀本書，就會找到許多可以應用於公司（無論公司大小或新創公司）及個人生涯規畫的實用法則。

卓越推薦

鄭志凱 (矽谷 Acorn Pacific Ventures 創投基金共同創辦人)

《從 A 到 A+》出版接近二十年，可以說是經營管理書籍的常青樹。只是當初選入樣本的十一家卓越公司有一家倒閉，一家曾被政府接管，一家遭併購，一家股價只剩十分之一。可見即使卓越，也不能保證企業長生不老，逆轉技術或市場的典範轉移。

長生無門，健康依然有道。這本書中提到許多基本功，都是企業的健康之道。諸如：**人比事重要，該學習刺蝟的專注，要像飛輪般不斷累積動能，並以科技來加速**等。儘管時隔多年，仍然歷久常新，值得台灣大小企業的經營者參考。

盧世安 (「人資小週末」專業社群創辦人)

《從 A 到 A+》是影響我最多的企管書之一，而在本書眾多嚴謹繁複的概念中，「飛輪效應」則是影響我最深的一個概念。因為企業

經營在「策略管理」層面上，所需要的有機的、動態的多元核心商業發展連結，都在這個看似簡單、實則充滿實踐挑戰的飛輪效應展示中表露無疑。我個人認為，**考驗一本書的經典價值有個很簡單的判準，那就是在跨世代多變的環境遷移後，書中的「洞見」能否經得起考驗，應用在新世代與新事物進行解析的框架詮釋力**。而更重要的是，當你因這本書而思考得愈多時，相信你會和我一樣，愈能感受到它跳脫於嚴謹的論述之外，有股強大的力量催促自我提升。

謝文憲 (企業講師、作家、主持人)

每當覺得業績夠好、可以停歇時，「Good to Great」不斷在我大腦盤旋，最後幫助我攀登最高山峰，讓我得到「全球總裁獎」的殊榮。

如今離開大公司，我刻意保持小規模，因為**「小，是刻意的」**，我用小組織博取高影響力，用的就是「有紀律的專注」這項書中法則。

作者介紹

詹姆·柯林斯 (Jim Collins)

柯林斯從 1988 年起任教於史丹佛大學企管研究所多年，並於 1992 年榮獲史丹佛傑出教授師鐸獎。1995 年在美國科羅拉多州的博德市 (Boulder) 設立了自己的企管研究實驗室。

多年來，他曾經擔任默克藥廠、星巴克、嬌生、時代集團等數百家企業的顧問，也是許多非營利組織諮詢的對象，包括約翰霍普金斯醫學院、彼得杜拉克基金會、美國前副總統高爾的政府改造會議等，都曾向他請益。

柯林斯在當代企管大師中，素以研究嚴謹而著稱，《經濟學人》、《財星》、《哈佛商業評論》、美國《商業周刊》等著名財經雜誌，都曾深入報導他的研究及理論。2011 年，《哈佛商業評論》選出全球 50 位最具影響力的管理思想家，柯林斯排名第四，被譽為是全球最具影響力的管理思想家之一，影響了英特爾、蘋果電腦、微軟、亞馬遜、星巴克、嬌生等許多知名企業。

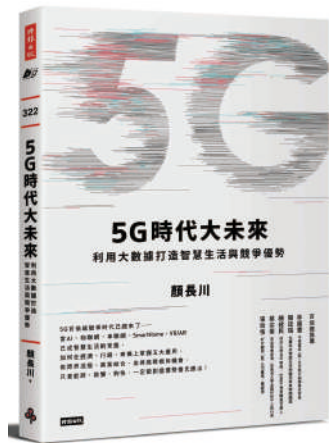
譯者簡介

齊若蘭

臺大外文系畢業，美國北卡羅萊納大學教堂山校區新聞碩士。曾任職好時年出版社、《天下雜誌》、《康健雜誌》。譯作包括《數位革命》、《目標》、《複雜》、《彼得·杜拉克的管理聖經》、《從 A 到 A+》、《基業長青》、《從 A 到 A+ 的社會》、《為什麼 A+ 巨人也會倒下》、《十倍勝，絕不單靠運氣》、《毒舌頭與夢想家》、《數學高手特訓班》、《最後一個甜甜圈不要拿》、《當我們變成一堆數字》、《真希望我 20 歲就懂的事》等，及合譯《科技頑童沃茲尼克》；並曾採訪整理《棋局雙贏——苗豐強的全球化策略》，以及參與 Discovery 頻道【台灣人物誌】《西瓜大王陳文郁》、《趨勢科技張明正》劇本編寫。

5G時代大未來

用大數據打造智慧生活與競爭優勢



跨界混搭，異業結合，智慧生活

面對 5G 時代，你準備好了嗎？

高通執行長莫倫科夫說：5G 將成為人類發明電力以來最重要的事！

張忠謀先生認為，物聯網 IoT 是 Next Big Thing！

經濟、行銷、商機，百倍速時代，挑戰就是機會，

只要能跨、敢變、夠快，就能搶奪先機，打造競爭優勢！

- ▼ **一次掌握 5G 產業未來：**打造台灣「數位國家、智慧島嶼」，一起來深入認識 5G，發展 5G 產業時，如何架構新商業模式？
- ▼ **5G 五大運用：**「智慧一切」(SMART everything)，AI、物聯網、車聯網、SmartHome、VR/AR，嶄新體驗全面覺醒，台灣產業該如何挖掘與創造未來發展的新商業模式。
- ▼ **未來智慧 Smart 生活，你想不到：**工作不再繁複而像打電競。人人可以活到 150 歲，智慧醫療，精準健康。

全球「5G」世代的商戰即將提早開打，南韓首爾可能是全球第一個 5G 商用地區 (2018 年 12 月 1 日)。

每個職場中人都在擔心會成為 5G 世代下的受益者或受害者？大家都一頭栽進物聯網的世界，想把一切可以連線的東西全部連結起來。2020 年 5G 將瘋狂進入商轉，全球會有 170 多家電信商提供各類的 5G 商用服務。2035 年，台灣的 5G 科技將創造 1,350 億美元的產值，帶來 51 萬個工作機會。

當人工智慧 (AI) 和物聯網 (IoT) 結合成 (AIoT)，透過大數據 (Big Data) 及雲端 (Cloud) 和邊緣 (Edge) 運算，形成一個有感 (SENSE) 的智慧新世界。消費者將在智慧國家的智慧城市的智慧家庭過智慧生活，而集團企業、中小企業、小微企業或新創企業，大家都在找 SMART 商業模式。

由於 5G 最重要的五大運用是 AI、物聯網、車聯網、SmartHome 和 VR/AR；而 IoT 的前五大創新服務為智慧製造、零售、醫療、能源和運輸；因此受惠的產業有媒體、娛樂、汽車、公共運輸、醫療衛生、數位經濟、金融科技、行動支付及能源公用事業等；各行各業都必須做好「跨界混搭，異業結合」。

作者介紹

顏長川

「金融老兵」轉型「資深顧問」，現以「智慧老人」自居，並以「生活教練」和「生命管家」自許，期能分享世界級經營智慧、職場企管實務和個人生活體驗。

1978~2003 年，任職於中國信託商業銀行，是該行第一位公費留學生 (美國 Temple 大學 MBA)，也是該行加拿大 CTC Bank of Canada 創辦人，並曾擔任中國招商銀行信用卡中心行銷企劃顧問。服務 25 年期間，曾獲徵信研習、品管圈活動、提案競賽的第一名，受過個金、法金、國際金融、證券、駐外等各重要部門的歷練，是部屬眼中的好主管，主管眼中的好部屬，老闆眼中的好員工。

工作之餘，經常在各報章雜誌和網站上發表關於金融、通信與管理領導實務經驗的文章，並結集成《貸款敲門磚》、《銀行開門》、《錢的遊戲》、《經濟命盤》、《生涯管理 36 計》、《我愛信用卡》、《Money 專賣店》、《從 24 封信學管理》、《做對 6 件事，打造高績效企業》、《贏在起點的 12 項自我修練》、《不瞎忙自我管理術》、《金融業的新 3C 時代》……等 12 本書。

本書特色

本書以深入淺出的方式，完整而有系統地介紹 5G 與物聯網 (IoT)、人工智慧 (AI)、大數據 (Big Data)、雲端 (Cloud)、邊緣運算 (Edge Computing)、裝置 (Device) 的生態系 (Ecosystem) 關係，以形成的智慧新世界。

面對 5G 時代大未來，針對資通信業「數位匯流」和「數位金融」兩大趨勢，造成「跨界混合、異業結盟」的大生態，有詳盡的描述。並關注數位經濟下的熱門議題，包括：注意力經濟、內容行銷、網紅商機與金融科技 (Fintech)。透析 5G 新時代與我們的關係，及如何因應 5G 所帶來的變革與衝擊。非常適合企業中各階層人士閱讀。

本書為中華電信董事長室資深顧問——顏長川先生的第一手體驗式報告，細數策略轉型基礎，專為在 5G 的大環境下，受到數位匯流和數位金融衝擊的各利害關係人，或想要長命百歲過 SMART 生活的各行各業的 CEO、各級主管和上班族而寫。

2020 國際展覽 / 參訪行事曆

展覽日期	展覽名稱 / 地點	備註
06/14-06/21	Automatica 德國慕尼黑自動化與機器人展暨技術交流參訪團	辦理智慧機械媒合活動
06/16-06/19	德國慕尼黑國際機器人及自動化技術貿易博覽會 (Automatica 2020) - Messe München	
06/17-06/18	52th International Symposium on Robotics (ISR 2020) 國際機器人研討會 - 德國慕尼黑貿易展覽中心	協會代表出席
06/24-06/27	泰國國際組裝暨自動化機械零組件展 (Assembly & Automation Technology) - 泰國・曼谷 BITEC 展館	
07/13-07/17	德國漢諾威工業展 HANNOVER MESSE - 德國漢諾威展覽中心	
07/27-07/31	日本東京奧運服務型機器人運行參訪團	
08/19-08/22	台灣機器人與智慧自動化展 (TAIROS) 台北國際自動化工業大展 (Automation) - 台北・南港展覽館	自辦展
08/20 (暫定)	2020 臺越智慧機械論壇 舉辦地點：南港展覽館	舉辦論壇
08/26-08/28	第 26 屆華南國際電子生產設備暨微電子工業展 (NEPCON South China) - 中國・深圳會展中心	
09/15-09/19	中國國際工業博覽會 - 中國・上海國家會展中心	
10/07-10/09	第 23 屆大阪機械要素及技術展 (M-Tech Osaka) - 日本・大阪 INTEX 國際展覽中心	
10/21-10/23	名古屋國際機器人研發暨技術大展 (RoboDEX Nagoya) 名古屋國際智慧工廠展 (Smart Factory Expo Nagoya) - 日本・名古屋 Port messe 展覽中心	籌組參展團
10/28-10/30	日本 AI 人工智慧應用展 (AI EXPO TOKYO) 【春展】 - 日本・東京有明展覽館 (原 04/01-04/03 延期舉辦)	
10/28-10/30	日本 AI 人工智慧應用展 (AI EXPO TOKYO) 【秋展】 - 日本・千葉幕張國際展覽中心	
10/28-10/31	韓國機器人世界產業展 (Robot World) - KINTEX 韓國國際展覽中心	擬提供參展優惠
10 月	2020 台馬智慧機械論壇 舉辦地點：馬來西亞	舉辦論壇
11/24-11/27	2020 大灣區工業博覽會 辦理兩岸論壇 - 中國・深圳國際會展中心	籌組參展團
11/25 (暫定)	兩岸機器人與智慧自動化論壇 舉辦地點：中國深圳	舉辦論壇

台灣智動化
系統整合聯盟

聯盟宗旨

台灣智動化系統整合聯盟 (SI聯盟)，以加速拓展產業智動化系統整合發展為理念，由台灣智慧自動化與機器人協會 (TAIROA) 智慧製造推動委員會成立，推動聯盟會員間及異業合作，並提升系統整合產業人才與服務環境，進而拓展國內外智動化系統整合市場，協助我國產業自動化轉型為智動化，提升產業競爭力。

聯盟任務

- 一、促進本聯盟會員間資訊與技術交流、跨域合作事宜。
- 二、提升本聯盟會員專業知識與技術研發能量事宜。
- 三、推動智動化導入流程標準、改善產業發展環境事宜。
- 四、促進本聯盟國內外市場拓銷、提高產業知名度事宜。
- 五、促進產、官、學、研資源整合，協助本聯盟爭取政府相關獎勵方案。
- 六、鏈結需求領域公協會、廠商，促進供需間合作。
- 七、培養產業系統整合人才。

更多關於
台灣智動化系統整合聯盟

▶ 立即加入聯盟



聯絡資訊 | 台灣智慧自動化與機器人協會 劉玉婷小姐
TEL:+886-4-2358-1866 ext 23 mandy@tairoa.org.tw



智慧自動化產業期刊
廣告訂購服務

為使產業交流更多元與不設限，智慧自動化產業期刊自 105 年 3 月改由台灣智慧自動化與機器人協會發行，這是一本專屬服務智慧自動化及機器人領域的出版品，內容涵蓋產品技術發展、市場趨勢、展覽推廣、國際商情、創新拓銷、學術研究計畫推廣…等內容。我們同時提供廣告版面給廠商，本期刊將透過電子書、紙本印刷與協會公開性活動（媒合會、展覽等）傳遞到各領域對智動化與機器人有興趣的企業手上，智動產業期刊為您創造最寬廣的廣告效果。

廣告專輯價目表

項目	一期		二期		全年度（四期）		一年半（六期）		兩年（八期）	
	會員	非會員	會員	非會員	會員	非會員	會員	非會員	會員	非會員
封面裡	50,000	55,000	90,000	99,000	170,000	198,000	249,000	273,000	320,000	352,000
內頁廣告	30,000	35,000	54,000	63,000	102,000	119,000	149,000	174,000	192,000	224,000
跨頁廣告	45,000	50,000	81,000	90,000	144,000	160,000	224,100	249,000	288,000	320,000

備註 1: 期刊內頁廣告 21cmx28cm（出血 21.6cmx28.6cm） 期刊內跨頁廣告 42cmx28cm（出血 42.6cmx28.6cm）

備註 2: 上述表格之刊登時程選擇，將按訂購表收件日後期數推算。備註：上述金額為含稅價。

付款資訊

銀行：玉山銀行大墩分行
帳號：0288-940-027-199
戶名：社團法人台灣智慧自動化與機器人協會
備註：匯款後，敬請提供憑證供會計查核。

付款方式

1. 支票訂購：請開立即期支票，支票抬頭社團法人台灣智慧自動化與機器人協會，並註明禁止背書轉讓，以掛號方式郵寄至本會。
2. 匯款：付款資訊請參考上面說明。

廣告稿提交日期

備註：廣告供稿日期或因為搭配公開發送之活動會有所調整，將另行事先通知。

廣告諮詢聯繫

社團法人台灣智慧自動化與機器人協會 張小姐
Taiwan Automation Intelligence and Robotics Association (TAIROA)
EMAIL: iris@tairoa.org.tw
住址：台中市南屯區精科路 26 號 4 樓
電話：+886-4-2358-1866 # 22
傳真：+886-4-2358-1566
協會網址：www.tairoa.org.tw

廣告預定基本資料表（支票、電匯訂購填寫）

填寫後請放大傳真 04-23581566 或 email 至 iris@tairoa.org.tw

廣告訂購方案			
項目	廣告期限	會員價	非會員價
☐ 封面裡廣告 / 封底裡廣告 (一則)	☐ 單期(☐ 3月 ☐ 6月 ☐ 9月 ☐ 12月)	NT\$ 50,000	NT\$ 55,000
	☐ 半年2期(☐ 3月 ☐ 6月 ☐ 9月 ☐ 12月)	NT\$ 90,000	NT\$ 99,000
	☐ 全年度4期	NT\$ 170,000	NT\$ 198,000
	☐ 一年半6期	NT\$ 249,000	NT\$ 273,000
	☐ 兩年8期	NT\$ 320,000	NT\$ 352,000
☐ 內頁廣告	☐ 單期(☐ 3月 ☐ 6月 ☐ 9月 ☐ 12月)	NT\$ 30,000	NT\$ 35,000
	☐ 半年2期(☐ 3月 ☐ 6月 ☐ 9月 ☐ 12月)	NT\$ 54,000	NT\$ 63,000
	☐ 全年度4期	NT\$ 102,000	NT\$ 119,000
	☐ 一年半6期	NT\$ 149,400	NT\$ 174,300
	☐ 兩年8期	NT\$ 192,000	NT\$ 224,000
☐ 跨頁廣告	☐ 單期(☐ 3月 ☐ 6月 ☐ 9月 ☐ 12月)	NT\$ 45,000	NT\$ 50,000
	☐ 半年2期(☐ 3月 ☐ 6月 ☐ 9月 ☐ 12月)	NT\$ 81,000	NT\$ 90,000
	☐ 全年度4期	NT\$ 144,000	NT\$ 160,000
	☐ 一年半6期	NT\$ 224,000	NT\$ 249,000
	☐ 兩年8期	NT\$ 288,000	NT\$ 320,000

公司名稱 _____ 部門名稱 _____

收件人： _____ ☐ 先生 ☐ 小姐

連絡電話（日）： _____ 分機： _____ 傳真： _____

信箱 (Email)： _____

收據抬頭： _____ 統一編號： _____

收據地址： _____

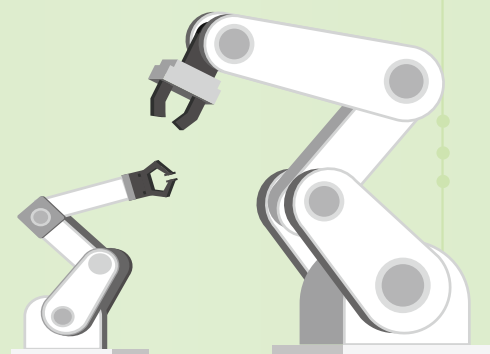
您希望廣告傳遞的服務產業別是：

- ☐ 01. 半導體
- ☐ 05. 工具機類
- ☐ 09. 電子產業
- ☐ 13. 運輸物流
- ☐ 17. 其他（請說明）
- ☐ 02. 零組件
- ☐ 06. 自行車
- ☐ 10. 手工具
- ☐ 14. 學校
- ☐ 03. 產業機械
- ☐ 07. 食品加工
- ☐ 11. 機械加工
- ☐ 15. 公協會
- ☐ 04. 模具類
- ☐ 08. 五金
- ☐ 12. 醫療產業
- ☐ 16. 研發單位

追加優惠方案：① 凡已訂購 TAIROA 版位者，購買期刊廣告，可再享 95 折優惠。② 本期刊將於協會官網，以電子書形式同步刊登。

Taiwan Robotics Industry-Academia Alliance

台灣機器人產學聯盟



目前人口結構的改變，勞動力減少衝擊之下，智動化需求與日俱增，各國開始積極發展機器人、人工智慧等，以解決人力短缺問題與強化產業競爭力。台灣機器人產業，在政府多年來推動之下已有一定發展基礎，擁有機器人相關零組件供應、機器人設備開發與製造等實力，無論工業型或服務型機器人皆具備國際競爭力。

近年來全球朝智慧製造、智慧自動化、工業 4.0、智慧服務等發展，使得國內外各產業界對機器人設計、控制、整合等技術人才需求甚殷，但業界具有經驗之技術人才卻相當缺乏。目前雖有多所大專院校紛紛規劃機器人相關課程，也有企業透過產學合作來培育，但人才養成並非短期可達到，如何培育出產業所需人才更是刻不容緩。

台灣智慧機器人與自動化協會 (TAIROA)，在機器人與自動化領域耕耘甚深已 36 年。在全球各先進製造大國紛紛推出智慧製造與機器人發展策略時，TAIROA 期盼能站在原有的基礎上，整合產、官、學、研的能量，建構台灣的機器人產學聯盟平台，共創台灣智造的價值、競爭力與影響力。



成立宗旨

為促進台灣機器人產業發展，成立「台灣機器人產學聯盟 (Taiwan Robotics Industry-Academia Alliance)」。整合產業界、學界與政府力量，促進機器人產業跨域合作。因應工業 4.0 與智動化時代潮流並國際接軌，進而創造商機，攜手共創台灣機器人產業升級與繁榮。



聯盟目的

建置台灣機器人產學合作平台，共同推動人才培育、機器人競賽、機器人與自動化工程師證照考試、產學合作、企業認同、人才媒合等跨界合作。創造互利共榮、資源商機共享，積極提升台灣機器人產業能量，接軌國際。



聯盟任務

- 一、 推動機器人教育，培訓專業人才，落實學用合一。
- 二、 編撰教材、教具，建構系統性的教學方案。
- 三、 協助機器人術科培訓中心建置。
- 四、 辦理機器人與自動化工程師證照考試。
- 五、 促進產學合作，鏈結學界與產業界的研發能量。
- 六、 推動機器人工程師人才媒合，搭建學校到職場的橋樑。
- 七、 反映機器人產業意見及需求，提供政府單位制定相關政策參考。
- 八、 接受政府與民間委託辦理機器人產業發展之諮詢與服務。



啓動儀式

日期

2020/06/09(二)

時間

下午 02:00

地點

台大醫院國際會議中心
201 會議室
台北市中正區徐州路 2 號

議程

時間	主題
14:00 – 14:30	報到 & 入場
14:30 – 14:40	貴賓致詞
14:40 – 15:30	產學聯盟啓動儀式
15:30 – 16:30	茶敘 & 交流

主辦單位：社團法人台灣智慧自動化與機器人協會
協辦單位：財團法人上銀科技教育基金會



加入聯盟

業界團體會員：需為台灣智慧自動化與機器人協會 (TAIROA) 之有效團體會員並填妥聯盟入會申請書，經委員會同意，會員至多可指派代表二人。

學界團體會員：需填妥聯盟入會申請書，經委員會通過後成為本聯盟正式會員，會員至多可指派代表二人。

■ 聯絡人 陳郁婷組長 emma@tairoa.org.tw (02)2393-1413

智慧自動化產業期刊 | 訂閱服務

Journal of Automation
Intelligence and Robotics

為使產業交流更多元與不設限，
智慧自動化產業期刊自 105 年 3 月改由台灣智慧自動化與機器人協會發行，

這是一本專屬服務智慧自動化及機舉人領域的出版品，

內容涵蓋產品技術發展、市場趨勢、展覽推廣、國際商情、創新拓銷、學術研究計畫推廣...等內容。

刊 期	全年 4 期
發行時段	3、6、9、12 月
發行區域	臺灣、大陸
印 刷 量	1,000-3,000 (視活動與展會量而有所調整)
發行對象	智慧自動化及機器人、各產業機械加工與製造業等跨產業之經營者、高階主管、採購及行銷人員。
報導內容	包含智動化及機器人產業最新訊息與技術發展、產學合作、市場策略與應用、焦點展會觀察與最新相關統計資料等。

訂閱聯繫

社團法人台灣智慧自動化與機器人協會 - 張小姐
電話：04-2358-1866 #22 傳真：04-2358-1566
Email：iris@tairoa.org.tw

付款資訊

銀行：玉山銀行大墩分行
帳號：0288-940-027-199
戶名：社團法人台灣智慧自動化與機器人協會
備註：匯款後，敬請提供憑證供會計查核。

■ 廣告訂購提醒：協會保有廣告刊登日期協調與是否受理刊登購買之權利。本期刊將於協會官網 (www.tairoa.org.tw)，以電子書形式同步刊登。

訂閱戶基本資料表 (支票、電閱訂閱填寫)

訂閱【智慧自動化產業】電子期刊

☐ 一年價格 NT\$ 500 元

收件人： ☐ 先生 ☐ 小姐

收書信箱 (Email)：

收據抬頭： 統一編號：

收據地址：

連絡電話 (日)： 手機： 傳真：

您服務產業別是：

- | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| ☐ 01. 半導體 | ☐ 05. 工具機類 | ☐ 09. 電子產業 | ☐ 13. 運輸物流 | ☐ 17. 其他 (請說明) |
| ☐ 02. 零組件 | ☐ 06. 自行車 | ☐ 10. 手工具 | ☐ 14. 學校 | |
| ☐ 03. 產業機械 | ☐ 07. 食品加工 | ☐ 11. 機械加工 | ☐ 15. 公協會 | |
| ☐ 04. 模具類 | ☐ 08. 五金 | ☐ 12. 醫療產業 | ☐ 16. 研發單位 | |

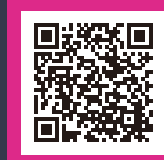
■ 填寫後放大傳真 04-23581566 或 email 至 iris@tairoa.org.tw



台灣機器人與
智慧自動化展
Taiwan Automation Intelligence
and Robot Show

台北國際
自動化工業大展
Automation Taipei

2020. 8/19 - 22
台北南港展覽館 1 & 2 館



工業4.0: 軟硬體虛實整合
先進科技製造盛典。傲視全台誰與爭鋒

1,100+
參展商

200+
新品發表

100+
同期活動

160,000+
參觀人次

63,000+
使用面積

3,500+
攤位數



智慧製造



製造設備



關鍵零組件



AI人工智慧



智慧服務



服務型機器人



TAIROA 社團法人台灣智慧自動化與機器人協會
Taiwan Automation Intelligence and Robotics Association

電話：(04)2358-1866
傳真：(04)2358-1566
林家安#21 / 張小潔#22
E-mail: tairos@tairos.tw

CHAN CHAO 展昭國際企業股份有限公司
Chan Chao Int'l Co., Ltd.

電話：(02)2659-6000
傳真：(02)2659-7000
黃姝嫻#122 / 方強 #153
楊于德#107 / 林鈺婷#192
E-mail: Show@chanchao.com.tw
automation@chanchao.com.tw

立即預約展位

機器人手眼協調應用

。智慧農業 。汽車零組件 。倉儲分揀



www.tairoa.org.tw

TAIROA 台中

40852 台中市南屯區精科路26號4樓

4F., No.26, Jingke Rd., Nantun Dist.,
Taichung City 40852, Taiwan

TEL:886-4-23581866 FAX:886-4-23581566

Email:service@tairoa.org.tw

TAIROA 台北

10059 台北市中正區新生南路一段50號6樓603室

Rm. 603, 6F., No. 50, Sec. 1, Xincheng S. Rd.,
Zhongzheng Dist., Taipei City 100, Taiwan

TEL:886-2-23931413 FAX:886-2-23931405

Email:exam@tairoa.org.tw

定價
NT \$ 150



GNP 2010101108

ISSN 2227-3050

印刷品

如若無法投遞 請退回至:台中市南屯區精科路26號4樓