

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

June
2020

06
VOL.33

製造 智造

工業物聯網平台

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



**46 機器人數位科技
連網、模擬及數位雙生
線下及線上完美接合**

ABB Ltd.

**50 A Robotic Approach to
CAD/CAM Programming**

Ian A. Thompson 唐奕恩 Robotmaster Asia
(Intercom SA)

**58 工業4.0智慧自動化
整合與應用新平台
KINGSTAR**

美商英特蒙股份有限公司 洪育浩 副總裁

**66 生產製造系統與雲端管理平台
應用案例分析
如何讓工業4.0目標落實到中小企業**

蟲洞科技股份有限公司 許國洲 總經理

**74 改變機械OEM商業模式的
四個重要趨勢**

施耐德電機工業自動化部門 詹泰一 產品技術經理

產學研究 & 技術趨勢

Technology Research & Insight

**76 兼具經濟效益與優良機械性質之
液態矽橡膠射出成型快速模具
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

**92 熱管製程與不同型式
熱管性能測試之田口分析**

王士榮 南亞技術學院 機械系 副教授
周國達 萬能科技大學 車輛工程系 助理教授
彭基華 萬能科技大學 航空光機電系 助理教授

好書推薦

Bookrecom

**104 斷鏈之後：
科技產業鏈的分整合**

大橡股份有限公司

**106 十倍勝，絕不單靠運氣：
如何在不確定、動盪不安環境中，
依舊表現卓越？**

遠流出版社

產業行事曆

Industrial Calendar

**110 2020-2021國際展覽/參訪行事曆
109年度課程資訊**

社團法人台灣智慧自動化與機器人協會

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

**18 工業3.5智慧製造之
數位轉型與
企業維新**

科技部人工智慧製造系統
研究中心 簡禎富
國立清華大學工業工程與
工程管理學系 辜建竣

**26 智慧醫療照護整合平台
應用契機**

工研院產業科技國際策略發展所
張慈映 組長

32 智慧製造新時代

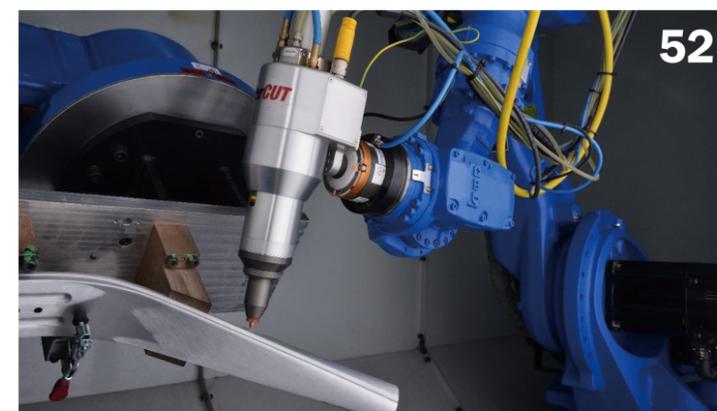
史陶比爾台灣分公司

產業脈動

Industry Trend

**38 新漢智能
帶動AIoT智慧製造新能量**

新漢智能系統股份有限公司
林弘洲 總經理





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！



社團法人台灣智慧自動化與機器人協會
www.tairoa.org.tw

企業包班聯絡人：鄭小姐【Eunice #51】 / 陳小姐【Fion #52】

TEL : 04-2358-1866 FAX : 04-2358-1566

EMAIL : Eunice@tairoa.org.tw

地址：40852 台中市南屯區精科路26號4樓

AIR

AI
IR

智慧自動化產業期刊

06

VOL.33

Journal of Automation Intelligence and Robotics

TAIROA

社團法人
台灣智慧自動化
與機器人協會

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 06 月號
發行情數 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 非經同意請勿轉載。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。

國際標準期刊號 ISSN2227-3050



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 5 月 25 日；

臺灣採購經理人指數本次發布日期為 6 月 9 日

近期 受歐美疫情逐漸趨緩影響，各國開始規劃重啟經濟活動，有助於需求回溫，製造業生產活動逐漸增加。國內方面，受到外銷市場需求大幅下滑影響，4 月國際油價重挫，令製造業廠商看壞當月景氣，受疫情因素可望逐步淡化，需求重回正

軌，使製造業廠商對未來半年景氣看法稍有好轉；服務業方面，受疫情影響民眾出門消費意願下降，令零售業與餐旅業者看壞當月景氣，不過隨國內社交活動陸續鬆綁，加上政府刺激消費方案適時進場，助於帶動國內消費需求，抬升服務業廠商對未來景氣看法；

營建業方面受到疫情衝擊房市買氣，4 月成交量明顯衰退，不動產業對當月景氣看法偏向悲觀，而營造業則受惠於在建工程已臻完工，對相關承包商尾款認列漸趨集中，故對當月景氣看法偏向持平。

隨著國內疫情趨近落幕，加上低房貸利率、資金充沛、投資避險角色突出等條件影響，4 月製造業與營建業營業氣候測驗點下滑，服務業營業氣候測驗點則轉為上揚。

美國商務部經濟分析局發佈 2020 第一季 GDP 成長年增率為 0.3%，相較去年同期，第一季美國民間消費成長率為 0.4%，民間投資為 -4.8%。此外，美國商品及勞務出口成長率為 -2.9%，進口成長率為 -5.8%。受到新冠病毒疫情衝擊，國際主要預測機構對美國 2020 年的經濟成長一致表示悲觀。

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 4 月美國失業率為 14.7%，較前月失業率上升 10.3 個百分點。通貨膨脹率方面，美國 2020 年 4 月消費者物價指數 (CPI) 年增率為 0.3%，較前一個月數值下滑 1.2 個百分點。

在美國經濟方面，近期景氣展望參考美國供應管理研究所 (Institute of Supply Management, ISM) 公佈的 2020 年 4 月製造業採購經理人指數 (PMI) 為 41.5 點，較前一個月下滑 7.6 點。另外，ISM 公佈 2020 年 4 月非製造業採購經理人指數 (NMI) 為 41.8

點，較前月指數下滑 10.7 點。美國 PMI 與 NMI 顯著下滑，意味著近期的美國經濟景氣相當悲觀。

在中國方面，依中國國家統計局公布 2020 年 4 月全國規模以上 (主要業務收入在 2,000 萬元及以上的工業企業) 工業增加值年增率為 3.9%，採礦業、製造業、天燃氣及水的生產和供應業分別較 2019 年同期成長 0.3%、5.0% 及 0.2%；以主要行業來看，增幅依序為專用設備製造業 (14.3%)、計算機、通信及其他電子設備製造業 (11.8%)，電氣機械和器材製造業 (9.0%)，以及金屬製品業 (8.9%)。消費方面，2020 年 4 月消費品零售總額達 2 兆 8,178 億人民幣，較 2019 年同期成長 -7.5%，其中，餐飲收入及零售年增率分別為 -31.1% 及 4.6%。投資方面，2020 年 1 至 4 月固定資產投資 (不含農戶) 年增為 10.3%，其中民間固定資產投資年增率 -13.3%，較 1-3 月降幅縮減 5.5 個百分點。另外，中國海關總署公布 2020 年 4 月貿易額達 3,552.2 億美元，較 2019 年同期衰退 5.0%，其中出口達 2,002.8 億美元，成長 3.5%，進口額為 1,549.4 億美元，衰退 14.2%，貿易順差達 453.4 億美元。前三大出口地區分別為歐盟 (16.1%)、美國 (16.0%) 及東協 (14.4%)，出口合計占比達 46.5%。

在生產與商業活動方面，4 月生產活動秩序逐步恢復，中國製造業 PMI 各分項指標中僅供應商配送時間皆較 3 月增加，指數來到 50.8%，較 3 月下跌 1.2 個百分點。若從

企業規模來看，大中小型企業 PMI 分別為 51.1%、50.2%、51.0%，較 3 月下跌 1.5、1.3 及增加 0.1 個百分點；非製造業活動的指數來到 53.2%，較 3 月增加 0.9 個百分點。

對外貿易方面，受到新冠病毒疫情肆虐影響，多國實施嚴格封鎖管制措施，影響實體經濟，加上國際原油與大宗商品價格重挫，使國內傳統產業貨品出口表現萎縮，金屬及其製品、機械、塑橡膠及其製品、化學品、運輸工具、紡織品等傳產貨品出口金額皆呈現雙位數衰退。不過受惠於新興科技、

遠距商機等因素帶動，電子和資通訊表現依舊強勢，電子零組件、資通與視聽產品出口年增率均回升，整體 4 月出口年增率由上月 -0.70% 擴大至 -1.26%；在進口方面，儘管農工原料進口年增率由正轉負，然而受惠於記憶體及資通設備需求回升，使資本設備進口年增率由負轉正，4 月整體進口年增率由 0.43% 微幅增加至 0.49%。總計 2020 年 1 至 4 月出口較 2019 年同期成長 2.43%，進口成長 2.70%，出超為 117.86 億美元，微幅成長 0.37%。

景氣對策信號

109 年 4 月景氣對策信號綜合判斷分數為 19 分，相較上月減少 1 分，燈號續呈黃藍燈；景氣領先、同時指標依舊下跌，顯示國內景氣仍受 COVID-19 疫情干擾，個別構成項目說明如下：

- **貨幣總計數 M1B 變動率**：由上月 7.2% 增至 7.5%，燈號續呈綠燈。
- **股價指數變動率**：由前月 -2.9% 減至 -5.2%，燈號續呈黃藍燈。
- **工業生產指數變動率**：由前月上修值 10.6% 減至 4.3%，燈號由黃紅燈轉呈綠燈。
- **非農業部門就業人數變動率**：由前月 0.44% 減至 0.04%，燈號續呈藍燈。

- **海關出口值變動率**：由前月下修值 -6.3% 增至 -3.6%，燈號續呈藍燈。
- **機械及電機設備進口值變動率**：由前月 -1.5% 增至 18.2%，燈號由黃藍燈轉呈紅燈。
- **製造業銷售量指數變動率**：由前月下修值 4.9% 減至 -1.6%，燈號由綠燈轉呈黃藍燈。
- **批發、零售及餐飲業營業額變動率**：由前月下修值 3.3% 減至 -4.0%，燈號由綠燈轉呈藍燈。
- **製造業營業氣候測驗點**：由前月上修值 82.6 點減至 81.8 點，燈號續呈藍燈。

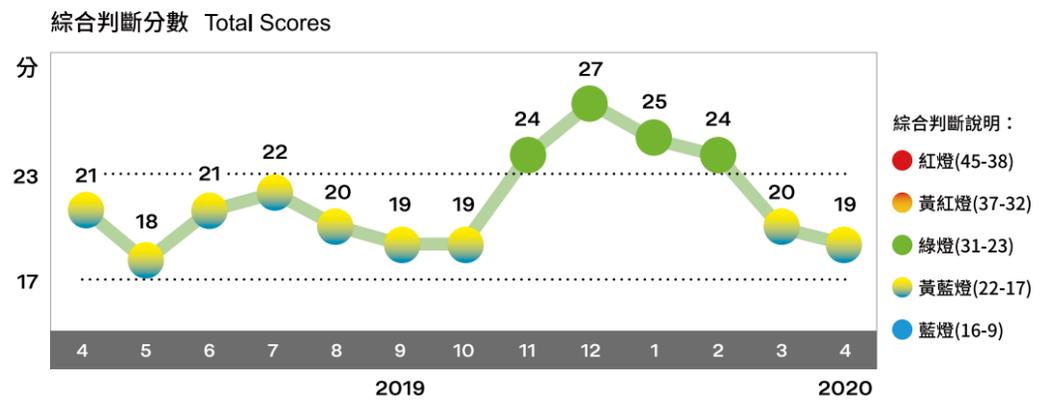


圖 1. 近一年景氣對策信號走勢圖 (國家發展委員會)

	燈號	2019 年												2020 年						
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		4月					
		分數	分數	分數	分數	分數	分數	分數	分數	分數	分數	分數	燈號	%數	燈號	%數				
綜合判斷	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
貨幣總計數 M1B	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	7.2	7.5	●	●
股價指數	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-2.9	-5.2	●	●
工業生產指數	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	10.6 _r	4.3	●	●
非農業部門就業人數	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.44	0.04	●	●
海關出口值	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-6.3 _r	-3.6	●	●
機械及電機設備進口值	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-1.5	18.2	●	●
製造業銷售量指數	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	4.9 _r	-1.6	●	●
批發、零售及餐飲業營業額	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	3.3 _r	-4.0	●	●
製造業營業氣候測驗點	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	82.6 _r	81.8	●	●

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)

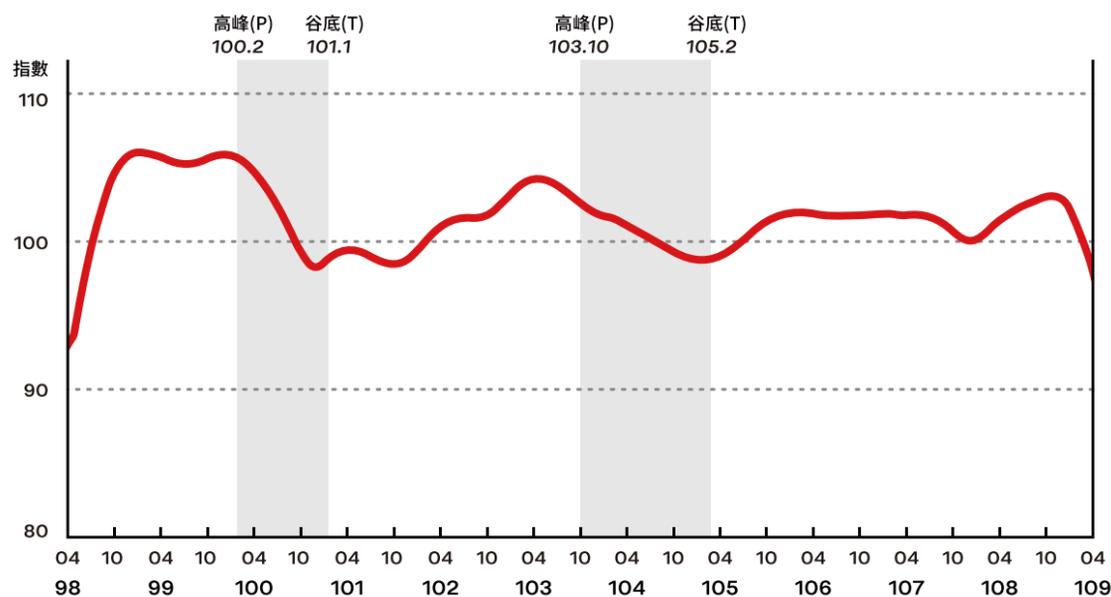
景氣指標

01 領先指標 領先指標不含趨勢指數為 96.07，較上月下降 1.94% (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)			
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
不含趨勢指數	103.21	103.00	102.38	101.33	99.84	97.97	96.07
較上月變動(%)	0.05	-0.20	-0.60	-1.03	-1.47	-1.87	-1.94
構成項目 ¹							
外銷訂單動向指數 ²	101.32	100.73	99.76	98.58	97.16	95.50	93.85
實質貨幣總計數 M1B	100.02	100.04	100.09	100.18	100.32	100.51	100.71
股價指數	100.22	100.29	100.30	100.21	100.02	99.76	99.49
工業及服務業受僱員工淨進入率 ³	100.38	100.26	100.06	99.78	99.44	98.98	98.52
建築物開工樓地板面積 ⁴	100.04	100.08	100.12	100.10	100.03	99.94	99.86
實質半導體設備進口值	100.72	101.02	101.20	101.16	100.91	100.48	99.99
製造業營業氣候測驗點	100.64	100.55	100.35	99.99	99.48	98.87	98.26

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住宿類(住宅)、商業類、辦公服務類、工業倉儲類 4 項統計資料。



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 個構成項目除實質貨幣總計數 M1B 較上月上升外，其餘 6 項均較上月呈現下滑，分別為：外銷訂單動向指數、製造業營業氣候測驗點、實質半導體設備進口值、工業及服務業受僱員工淨進入率、股價指數、建築物開工樓地板面積。

02 同時指標 同時指標不含趨勢指數為 98.62，較上月下降 0.87% (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)			
	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月
不含趨勢指數	100.83	100.98	100.97	100.73	100.23	99.49	98.62
較上月變動(%)	0.22	0.15	-0.01	-0.24	-0.49	-0.74	-0.87
構成項目							
工業生產指數	100.13	100.30	100.41	100.44	100.35	100.22	100.07
電力(企業)總用電量	99.36	99.60	99.85	100.09	100.16	99.98	99.68
製造業銷售量指數	100.21	100.25	100.24	100.15	99.98	99.74	99.45
批發、零售及餐飲業營業額	100.07	99.95	99.78	99.57	99.35	99.02	98.61
非農業部門就業人數	100.10	100.03	99.94	99.81	99.63	99.38	99.10
實質海關出口值	100.37	100.28	100.12	99.90	99.68	99.46	99.23
實質機械及電機設備進口值	100.52	100.69	100.72	100.58	100.34	100.12	99.93



圖 4. 同時指標不含趨勢指數走勢圖 (國家發展委員會)

7 個構成項目全部均較上月下滑，分別為：批發、零售及餐飲業營業額、電力(企業)總用電量、非農業部門就業人數、製造業銷售量指數、實質海關出口值、實質機械及電機設備進口值、工業生產指數。

03 落後指標 落後指標不含趨勢指數為 97.29，較上月下滑 0.61% (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)			
	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月
不含趨勢指數	99.73	99.48	99.21	98.82	98.40	97.88	97.29
較上月變動 (%)	-0.26	-0.25	-0.27	-0.40	-0.42	-0.53	-0.61
構成項目							
失業率 ¹	100.13	100.13	100.09	99.97	99.76	99.45	99.07
製造業單位產出勞動成本指數	99.54	99.36	99.18	98.96	98.87	98.83	98.80
金融業隔夜拆款利率	100.05	100.04	100.03	100.01	99.98	99.94	99.89
全體金融機構放款與投資	100.16	100.32	100.49	100.66	100.80	100.89	100.98
製造業存貨價值	99.82	99.60	99.38	99.15	98.91	98.66	98.41

註：¹失業率取倒數計算。

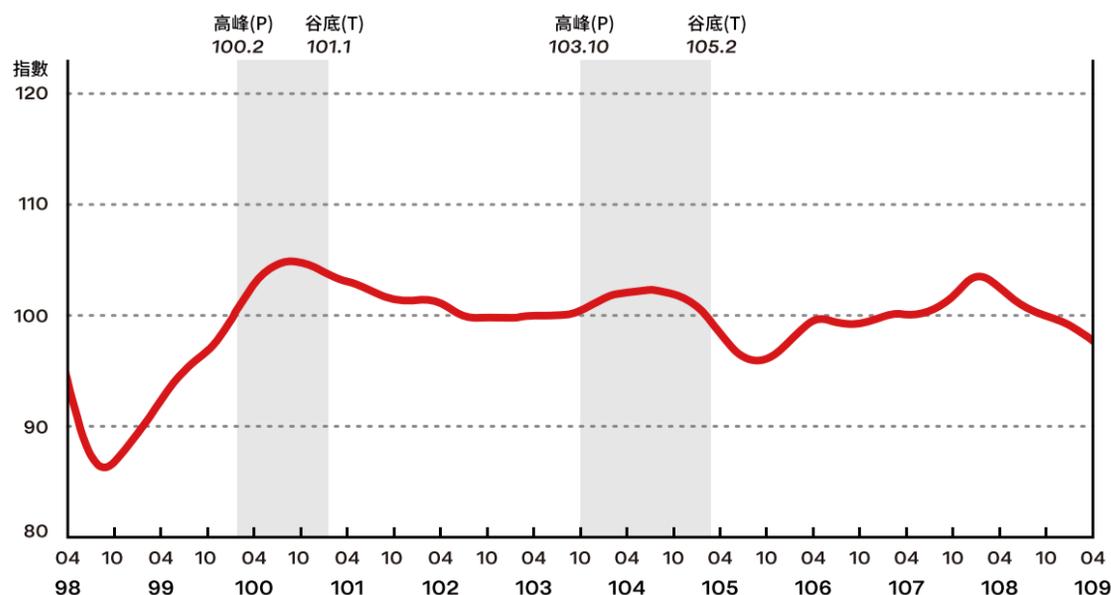


圖 5. 落後指標不含趨勢指數走勢圖 (國家發展委員會)

5 個構成項目僅全體金融機構放款與投資較前月上升，其餘 4 項均較前月下滑，分別為：失業率、製造業存貨價值、金融業隔夜拆款利率，以及製造業單位產出勞動成本指數。

製造業採購經理人指數 (PMI)

2020 年 5 月臺灣製造業採購經理人指數 PMI 指數續跌 2.8 個百分點至 44.8% (圖 6)，其指數為 2012 年 7 月以來呈現最快緊縮速度。PMI 五項組成指標中，新增訂單、生產與人力僱用均以最快緊縮速度滑落。

(表 4) 全體製造業之「新增訂單」指數持續跌 1.2 個百分點至 35.9%。電子暨光學產業之新增訂單中斷，連續 2 個月的擴張轉為緊縮，指數大跌 8.4 個百分點至 42.9%。食品暨紡織產業 (37.9%)、基礎原物料產業 (27.8%) 與電力暨機械設備產業 (26.7%) 皆持續回報新增訂單，呈現緊縮，本月指數分別續跌 2.1、2.9 與 4.0 個百分點。

其次，全體製造業之「生產數量」指數連續 5 個月為緊縮，指數續跌 3.4 個百分點至 36.8%。化學暨生技醫療產業與食品暨紡織產業之生產數量皆由持平 (50.0%) 轉為緊縮，指數大跌 8.9 與 19.0 個百分點至 41.1% 與 31.0%。電子暨光學產業生產數量中斷連續 2 個月的擴張轉為緊縮，指數續跌 9.3 個百分點至 46.5%。基礎原物料產業與電力暨機械設備產業，分別連續 2 與 5 個月呈現緊縮，指數分別續跌 4.2 與 3.8 個百分點至 33.3% 與 32.6%。

「人力僱用」指數續跌 3.2 個百分點至 43.3%。化學暨生技醫療產業與交通工具產業之人力僱用分別連續 2 與 4 個月緊縮，指數各續跌 1.0 與 2.2 個百分點至 46.7% 與 34.8%。電子暨光學產業 (46.0%) 與食品暨紡織產業 (50.0%) 之人力僱用指數分別中斷

連續 2 與 7 個月的擴張，分別續跌 5.8 與 1.7 個百分點轉為緊縮與持平。

「客戶存貨」指數一度在 2 月滑落至最低點 (40.7%)，惟 4 月起全體製造業已轉為回報客戶存貨為過高 (高於 50.0%，高於當前客戶所需)，且本月指數續揚 4.5 個百分點至 55.0%。電子暨光學產業客戶存貨指數已連續 2 個月呈現過高，且指數續揚 6.6 個百分點至 59.7%。

基礎原物料產業與交通工具產業之客戶存貨指數分別中斷連續 19 與 9 個月的過低，指數分別攀升 7.9 與 10.8 個百分點至 51.1% 與 54.3%。化學暨生技醫療產業之客戶存貨指數僅維持 1 個月的過高，本月指數即下跌 4.6 個百分點至 48.9%。電力暨機械設備產業之客戶存貨連續 11 個月呈現過低，指數為 44.2%。

「新增出口訂單」指數續跌 3.5 個百分點至 34.4%。食品暨紡織產業 (27.6%)、基礎原物料產業 (23.3%) 與交通工具產業 (15.2%) 新增出口訂單皆持續緊縮，且指數分別續跌 5.7、2.8 與 4.4 個百分點。電子暨光學產業與電力暨機械設備產業之新增出口訂單指數皆已連續 2 個月呈現緊縮，指數分別續跌 4.8 與 3.9 個百分點至 40.3% 與 29.1%。

在「未來六個月展望」方面，指數在 2 月驟跌 26.9 個百分點後，首次呈現緊縮速度趨緩走勢，回升 5.1 個百分點至 30.8%。電子暨光學產業與基礎原物料產業之未來展望指數已連續 4

個月緊縮，惟本月分別回升 3.2 與 8.5 個百分點至 34.5% 與 24.4%。交通工具產業未來展望指數回升 10.9 個百分點至 23.9%。

最後，「未來六個月展望」指數在 2 月驟跌 26.9 個百分點後，本月首次呈現緊縮速度趨緩走勢，指數回升 5.1 個百分點至 30.8%。電子暨光學產業與基礎原物料產業之未來展望指數已連續 4 個月緊縮，本月指數分別回升 3.2 與 8.5

個百分點 34.5% 與 24.4%。交通工具產業未來展望指數在 4 月滑落至 13.0%)，指數回升 10.9 個百分點至 23.9%。

2020 年 5 月六大產業皆回報 PMI 為緊縮，依緊縮速度排序為交通工具產業 (32.6%)、電力暨機械設備產業 (39.1%)、基礎原物料產業 (42.2%)、食品暨紡織產業 (45.2%)、化學暨生技醫療產業 (48.2%) 與電子暨光學產業 (49.5%)(圖 7)。

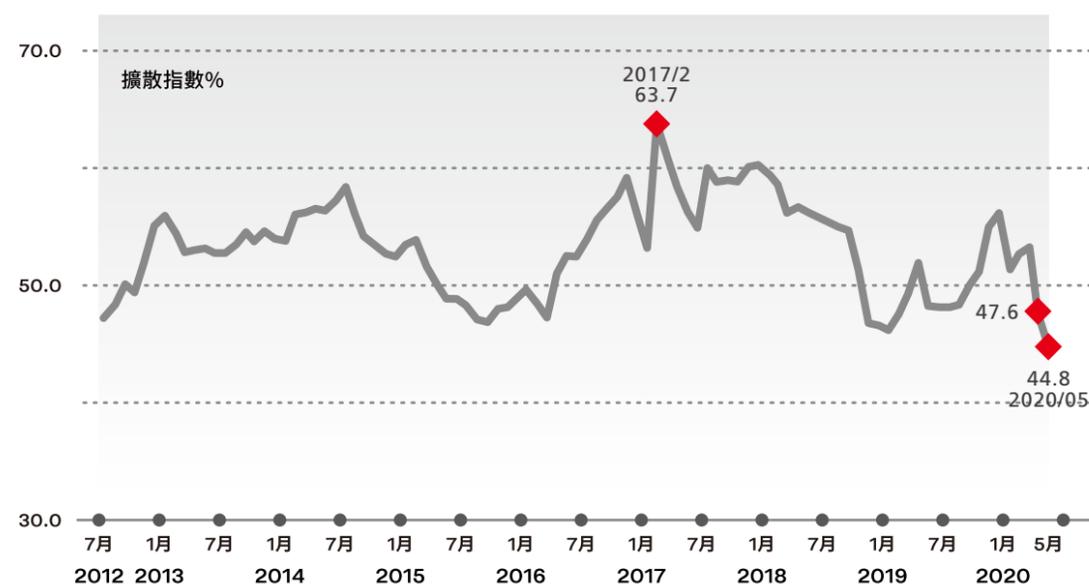


圖 6. 臺灣製造業 PMI 時間序列走勢圖 (中華經濟研究院)

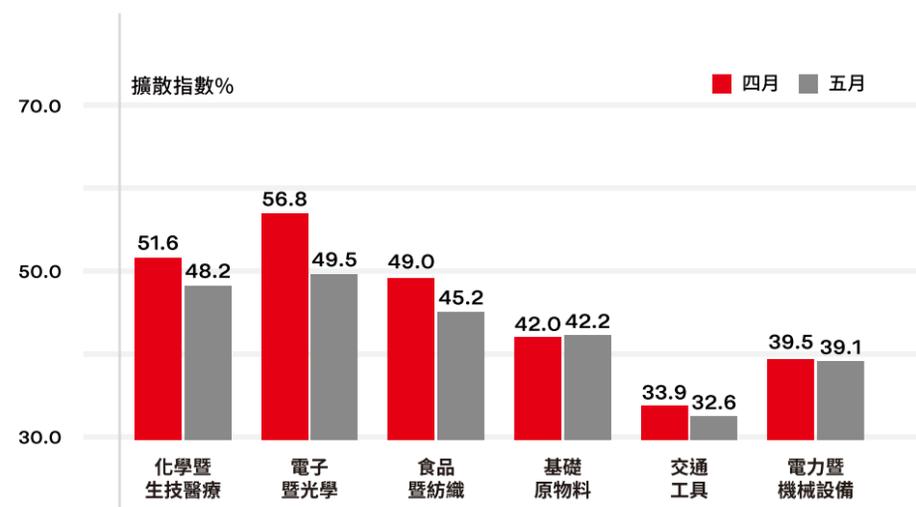


圖 7. 產業別 PMI 示意圖 (中華經濟研究院)

表 4. 2020 年 5 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 5月	2020 4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	44.8	47.6	-2.8	緊縮	加快	2	48.2	49.5	45.2	42.2	32.6	39.1	
新增訂單數量	35.6	37.1	-1.2	緊縮	加快	2	45.6	42.9	37.9	27.8	15.2	26.7	
生產數量	36.8	40.2	-3.4	緊縮	加快	5	41.1	46.5	31.0	33.3	19.6	32.6	
人力僱用數量	43.3	46.5	-3.2	擴張	加快	3	46.7	46.0	50.0	42.2	34.8	43.0	
供應商交貨時間	56.7	63.8	-7.1	上升	趨緩	7	55.6	59.7	51.7	54.4	45.7	54.7	
現有原物料存貨水準	51.3	50.5	+0.8	擴張	加快	3	52.2	52.2	55.2	53.3	47.8	38.4	
客戶存貨	55.0	50.5	+4.5	過高	加快	2	48.9	59.7	55.2	51.1	54.3	44.2	
原物料價格	47.0	47.7	-0.7	下降	加快	2	40.0	55.3	41.4	35.6	39.1	41.9	
未完成訂單	41.2	46.8	-5.6	緊縮	加快	2	38.9	46.0	32.8	41.1	21.7	32.6	
新增出口訂單	34.4	37.9	-3.5	緊縮	加快	2	43.3	40.3	27.6	23.3	15.2	29.1	
進口原物料數量	41.0	43.7	-2.7	緊縮	加快	4	42.2	44.2	36.2	38.9	30.4	34.9	
未來六個月的景氣狀況	30.8	25.7	+5.1	緊縮	趨緩	4	32.2	34.5	31.0	38.9	30.4	34.9	
生產用物資 (平均天數)	37	41	-	-	-	-	45	37	39	43	20	31	
維修與作業耗材 (平均天數)	29	28	-	-	-	-	37	29	27	34	21	23	
資本支出 (平均天數)	56	58	-	-	-	-	57	53	54	57	70	58	

非製造業經理人指數 (NMI)

2020 年 5 月臺灣非製造業經理人指數 (NMI) 指數已連續 4 個月呈現緊縮，惟本月指數回升 2.7 個百分點至 45.2%(圖 8)。

2020 年 5 月七大產業 NMI 全數呈現緊縮，依據緊縮速度排序分別為運輸倉儲業 (40.0%)、教育暨專業科學業 (43.8%)、零售業 (45.3%)、資訊暨通訊傳播業 (45.8%)、批發業 (46.3%)、營造暨不動產業 (48.5%) 與金融保險業 (49.3%)。僅住宿餐飲業 (59.7%)NMI 與 4 月相比呈現擴張 (圖 9)。

全體非製造業之「商業活動」指數已連續 4 個月緊縮，本月指數上揚 7.6 個百分點至 41.0%。八大產業中，七大產業回報商業活動呈現緊縮，各產業依緊縮速度排序分別為批發業 (37.5%)、運輸倉儲業 (38.3%)、

教育暨專業科學業 (39.3%)、金融保險業 (43.0%)、零售業 (43.2%)、營造暨不動產業 (43.9%)、資訊暨通訊傳播業 (46.7%)。僅住宿餐飲業 (77.8%) 商業活動呈現擴張。

其次，全體非製造業之「人力僱用」指數自 2016 年 7 月以來首次連續 4 個月回報人力僱用呈現緊縮，指數回跌 0.5 個百分點至 47.9%。八大產業中，五大產業回報人力僱用呈現緊縮，各產業依據緊縮速度排序分別為運輸倉儲業 (38.3%)、住宿餐飲業 (44.4%)、教育暨專業科學業 (46.4%)、零售業 (47.7%) 和批發業 (47.7%)。八大產業中，有三大產業回報人力僱用呈現擴張，各產業依據擴張速度排序為營造暨不動產業 (56.1%)、資訊暨通訊傳播業 (53.3%) 與金融保險業 (51.0%)。

全體非製造業之「服務收費價格」指數已連續 4 個月回報服務收費價格為下降，指數為 43.5%，較上月攀升 2.8 個百分點。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分別為金融保險業 (37.0%)、零售業 (38.6%)、住宿餐飲業 (38.9%)、教育暨專業科學業 (46.3%) 與批發業 (46.6%)。資訊暨通訊傳播業 (53.3%)、惟運輸倉儲業 (51.7%) 與營造暨不動產業 (51.6%) 回報服務收費價格上升 (高於 50.0%)。

最後，全體非製造業之「未來六個月展望」已連續 4 個月呈現緊縮，緊縮速度大幅趨緩，指數上升 15.7 個百分點至 33.5%。八大產業全數回報未來六個月展望為緊縮，各產業依指數緊縮速排序為批發業 (27.3%)、住宿餐飲業 (27.8%)、資訊暨通訊傳播業 (33.3%)、運輸倉儲業 (33.3%)、教育暨專業科學業 (33.9%)、營造暨不動產業 (36.4%)、金融保險業 (40.0%) 與零售業 (45.5%) (表 5)。

表 5. 2020 年 5 月臺灣非製造業採購經理人指數 (中華經濟研究院)

單位：%

	產業別													
	2020 5月	2020 4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	45.2	42.5	+2.7	緊縮	趨緩	4	59.7	48.5	43.8	49.3	45.8	45.3	40.0	46.3
商業活動	41.0	33.4	+7.6	緊縮	趨緩	4	77.8	43.9	39.3	43.0	46.7	43.2	38.3	37.5
新增訂單	41.4	35.5	+5.9	緊縮	趨緩	4	77.8	43.9	39.3	43.0	46.7	43.2	38.3	37.5
人力僱用	47.9	48.4	-0.5	緊縮	加快	4	44.4	56.14	46.4	51.0	53.3	47.7	38.3	47.7
供應商交貨時間	50.6	52.8	-2.2	上升	趨緩	7	50.0	50.0	46.4	54.0	43.3	56.8	46.7	58.0
存貨	46.7	46.8	-0.1	緊縮	加快	4	38.9	50.0	46.4	52.0	46.7	38.6	56.7	51.1
採購價格	52.1	50.3	+1.8	上升	加快	53	72.2	53.0	58.9	28.0	66.7	54.5	48.3	54.5
未完成訂單	37.4	31.9	+5.5	緊縮	趨緩	13	27.8	45.5	35.7	48.0	30.0	40.9	30.0	42.0
服務輸出 / 出口	32.0	29.4	+2.6	緊縮	趨緩	5	0.0	37.5	25.0	53.3	25.0	37.5	39.3	37.1
服務輸入 / 進口	35.7	31.3	+4.4	緊縮	趨緩	4	44.4	37.5	37.5	38.5	70.0	27.8	30.0	37.9
服務收費價格	43.5	40.7	+2.8	下降	趨緩	4	38.9	51.6	46.3	37.0	53.3	38.6	51.7	46.6
存貨觀感	52.8	52.4	+0.4	過高	加快	3	50.0	54.5	48.2	46.0	53.3	47.7	58.3	62.5
未來六個月展望	33.5	17.8	+15.7	緊縮	趨緩	4	27.8	36.4	33.9	40.0	33.3	45.5	33.3	27.3

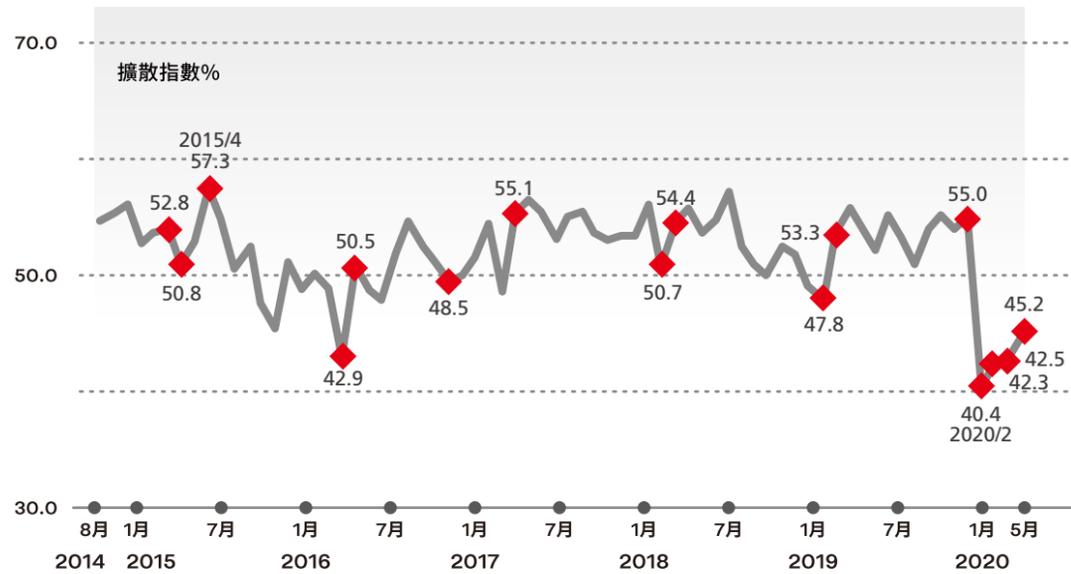


圖 8. 臺灣非製造業 NMI 時間序列走勢圖 (中華經濟研究院)

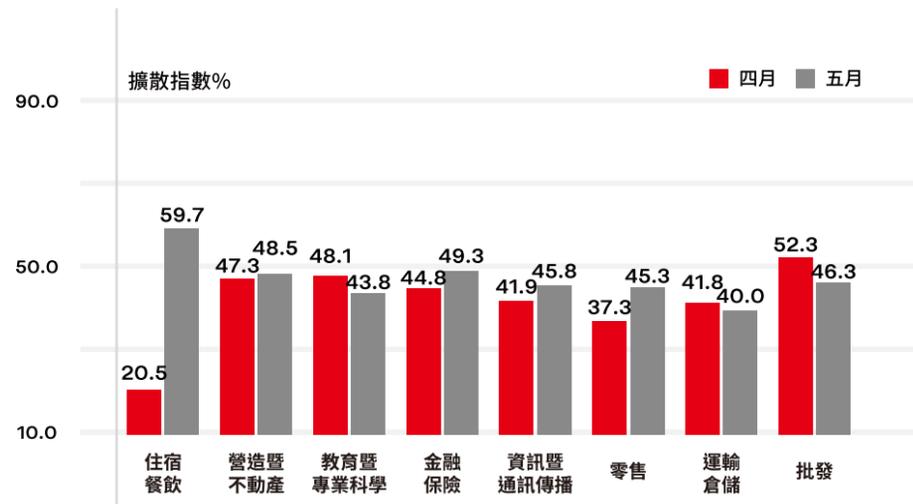


圖 9. 產業別 NMI 示意圖 (中華經濟研究院)

未來半年個別產業景氣預測 (以 2020 年 4 月為預測基準月)



工業 3.5 智慧製造之 數位轉型與企業維新

文：科技部人工智慧製造系統研究中心 簡禎富
國立清華大學工業工程與工程管理學系 辜建竣

工業 3.5 台灣智慧製造戰略

製造是台灣經濟的關鍵力量，進行中的工業 4.0 革命，也包含製造平台化和商業模式的轉變，特別是因為大量客製化和智慧生產的彈性，而改變產業生態並縮短供應鏈。供應鏈中段的水平分工是台灣企業最為擅長的，能在激烈競爭中存活的企業，都是賺「管理財」。然而，台商代工慣用量產的規模報酬效益降低生產成本的商業模式，必將受到「去中間化」和價值鏈革命性重構的衝擊。台灣企業執行少量多樣生產的彈性決策、供應鏈管理與快速量產效率，大都靠勤奮聰明的「人」而非「電腦」，尤其是許多隱形冠軍和中小企業內部擁有所屬產業的領域專家和老師傅。然而，台灣製造的相對優勢，正快速消失，因為隨著台灣經濟起飛而逐步成長的本土人才，以及帶回技術和外商經驗的海歸專家，都已經陸續退休、離職，因此許多內隱的領域知識和製造智慧，亦逐漸流失。

先進國家擁有精密設備、高端機器人、扎實的工業基礎，具備虛實整合所需的高度整合能力，可以發展虛實整合系統的製造平台。擁有市場和品牌的國際大廠，透過工業 4.0

推動製造平台化，貫通整個產業供應鏈，並從中積極吸納製造端知識，進而強化產業生態系統的掌控，並汰弱留強而縮短供應鏈。

台灣產業應該升級轉型保持相對競爭優勢，但台灣工業基礎無法與先進國家並駕齊驅，大多數公司只是工業 4.0 軟體系統和設備的使用者，既然無法一步到位，何不等到相關系統設備更成熟再導入？台灣當務之急，特別是中小企業，應該先提升可以「操之在我」的核心能耐和數位轉型。

「工業 3.5」台灣智慧製造戰略 (簡禎富，2019) 是作為目前的「工業 3.0」和未來的「工業 4.0」之間的混合策略，建立全面資源管理、聰明生產、數位決策、智慧供應鏈與智慧工廠等營運核心能力如圖 1，在工業 3.0 既有的製造系統環境下，把握目前產業結構轉換的空檔，先發展 AI、大數據分析和數位決策為破壞性創新技術，培養能善用智慧製造系統的人才和能力，務實且有步驟地達成或局部達到工業 4.0 三大願景：大數據分析、價值鏈整合和彈性決策能力。

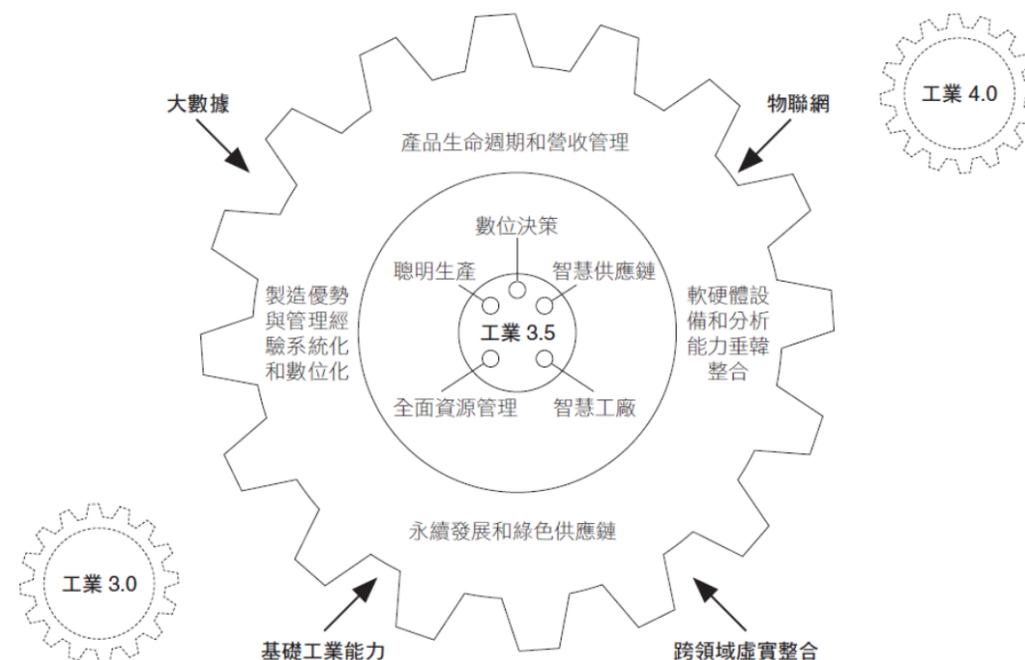


圖 1. 工業 3.5 製造戰略架構 (資料來源：簡禎富、林國義、許鉅秉、吳政鴻，2016)

工業 3.5 的概念，就像人和智慧機械合作，搭配數位決策大腦的鋼鐵人。工業 4.0 用虛實整合系統和機器人取代人的工作，工業 3.5 鋼鐵人強化人的機能和決策管理能力，結合可以作為破壞性創新的各種技術和工具，更適合台灣和其他新興工業國家。

台灣地狹人稠，導入更多無人化的系統，反而可能會加速貧富差距和社會不安。長此以往，台灣工廠就會慢慢失去了分析與解決問題的能力，淪為單純的機器代管者，還要承擔設備高資本支出的風險，創造的附加價值甚至比現在更低。工業 3.5 是另闢蹊徑，協助台灣企業盤點能力打造專屬的「工業 3.0—工業 3.5」的策略路徑，發展更符合台灣產業結構和需求的解決方案，實現的速度也比工業 4.0 快，台灣企業就可以提前「收割」產業結構升級轉換的利益，並再拉開與其他

新興國家的差距，還可以把台灣產業升級經驗，以及「鋼鐵人」的解決方案，賣給新南向國家地區，擴大台灣製造的影響力。

數位轉型與 「台灣企業新五四運動」

因應全球化市場的需求，產品和服務愈來愈個人化，如何創造更高的價值是當前多數企業的策略目標。國際大廠推動工業 4.0，透過雲、網、端等技術和虛實整合的製造平台，減少供應鏈存貨浪費，提升整個產業鏈的效率，以因應聰明生產的彈性需求；另一方面，增強對供應鏈上下游廠商的數據匯流和資訊穿透，個別供應商對整個製造平台的依賴將越來越大。因此，工業革命也是不同產業生態系統和生產模式的競爭。

因此，台灣企業應先從「操之在我」的數位轉型和改革做起，推動「新五四運動：德先生是公司治理與決策；賽先生是科學管理與分析」！台灣產業高度專業分工，從接觸客戶一直到服務，分屬不同單位、不同層級。企業發展策略，偏重提升內部規模效益和降低成本，而用產業群聚來彌補彈性靈活的優勢。然而，個別企業難以掌握整個供應鏈的供需數據，以及產品生命週期各個階段的需求，也就難以優化營收。因此，必須發展虛擬垂直整合的合作機制，加上配套的資訊系統和數位轉型，去設計並思考進入在不同生命週期階段的各種產業區塊，讓製造系統兼顧前台客製化的彈性，以及後台規模化的效能，並串連設計、製造、銷售、物流、服務與保固的管理流程和大數據。台灣企業若現在不及時將自身的製造優勢及管理經驗，數位化並整合，曾經擁有的核心競爭能力，未來就會落入別人手中。

企業做大數據分析、建立數位大腦，應該先投資在資料擷取和整理的苦功，這些系統整合和資訊匯流的功夫，如同下水道工程，是數位轉型最重要的基礎工程。不同性質和類型的決策問題，各有其最適合的解決策略與工具，台灣許多公司內部的不同事業單位，都有不同資訊系統，各自為政也缺乏整合，即使買了先進的工業 4.0 設備和軟體系統，恐怕未獲其利先受其害，因為舊的生產模式無法放棄，但新的系統又無法融入發揮應有的功能，反而影響企業營運。為改善決策速度和品質，應該進行企業轉型與組織變革，讓負責定價、行銷、生產、物料等不同業務的相關單位，能夠在一個整合的 PDCCCR 系

統平台，去協調整合有關訂價、分配產能、訂單滿足等決策，並發展具備模擬、分析、修正，以及做短中長期的規劃等功能的數位大腦，讓企業數位大腦指揮，分散在各個單位、不同應用的決策支援系統，以及協助決策速度加快、確保資料品質和資訊安全防護的大數據系統，以達成各項營運目標。

台灣許多企業陸續面臨二代接班或專業經理人交棒的問題，決策若只是依靠內隱在少數主管的心法和智慧，也會讓企業接班變得困難。傳統的觀念認為決策是經營者和高階主管的事，基層員工只負責執行高層主管的決策即可。以前企業還可以勉強靠著企業主的睿智、彈性和老師傅的經驗因應市場的需求。然而大數據時代，層級式的組織架構，已經不符合競爭所需，整個組織裡，必須人人都是決策者，才能夠靈敏、快速回應挑戰。每個人每天都快速接收大量資訊，如果所有人都只能層層上報，然後坐等經營階層做決定，之後才奉命行動，勢必喪失先機、處處挨打。現代決策的複雜度和對速度的要求，沒有大數據的蒐集、運算、分析和運用，以及人工智慧和數位決策科技的應用，很難在決策的品質、彈性和速度上勝出。另一方面，資料不等於資訊更不代表知識，如何要求幕僚，迅速將資料轉化為資訊，再結合決策者的判斷，將其提升為有價值的知識，建立數位大腦，利用它運籌帷幄，再指揮分散各處的相關系統，以快速做出正確決策，這正是企業和國家決勝未來的關鍵。

決策是領導的核心、企業經營管理最具挑戰的工作，也是判斷系統是否具備「智能化」

的主要特徵。大數據時代，企業營運環境快速變動，決策過程中的不確定性、時效性、風險、預期結果和執行的變異等因素，組合的複雜程度百倍於以往，企業已難只仰賴領導者和高階主管，憑藉經驗和直覺判斷，即時做出英明的決策。工業 4.0 聰明生產的願景之一就是智能化的彈性決策，台灣企業也應該轉型成為善用數位科技和人工智慧、大數據的「決策型組織」。

許多人簡化工業 4.0 為自動化或無人化，在生產時用機器人取代人力；觀念不正確的結果，讓許多企業寧願花大錢，投資購置軟體資訊設備和自動化環境，卻吝於投資開發應用的軟體和培養分析的人才。未能理解智慧製造的關鍵，在決策數位化、智能化。換言之，在快速變動的環境中，建構數位化的決策模型，可以讓很多資深員工的智慧、隱性的判斷具體化和被留在企業成為核心競爭力。因此，所有企業的決策流程，都有必要再造，讓每個人都因為授權和賦能而成為決策者，借助大數據分析工具，即時判斷，快速競爭，掌握決策契機，並且借助決策分析工具，避開或即時修正快速和彈性一定會帶來的風險，以提升決策品質、速度和彈性。

企業邁向數位轉型的最佳路徑

工業 3.5 製造戰略提出的企業經營的五大核心能耐：全面資源管理、聰明生產、數位決策、智慧供應鏈與智慧工廠。這些軟實力，都是台廠具備的相對競爭優勢，因此應先發展核心能耐的數位化和智能化。若沒有好的策略藍圖而只是導入軟體系統，很多公司常常徒勞

無功。尤其是傳產業，許多事情的溝通和決策是靠人在聯繫協調，以及靠產業群聚、很有默契的供應鏈上下游伙伴們彼此合作。

台灣各個產業，標準化、系統化、自動化的程度不一，不是一蹴可幾，台灣的傳產和中小企業，特別是那些隱形冠軍，是強在那些老闆和公司裡面一些關鍵的人，他們決策的彈性，以及實作累積的經驗和智慧。圖 2 用「系統化程度」和「彈性決策能力」為衡量指標，將企業分為四個象限。台灣大部分的企業都擁有不錯的決策彈性，但自動化程度不高，位置處在右下角的第四象限，如何才能達到右上角的第一象限，躋身「智慧製造」行列？

工業 3.5 的數位轉型之路，一方面可以從第四象限，往第三、第二象限移動，從合理化、標準化提升系統化程度，再建立智能化；另一方面，則先透過 AI 和大數據等新科技為破壞性創新，將資深主管和老師傅的彈性決策和經驗，從第四象限直接「外線超車」到第一象限，並根據不同應用，「容易摘的果子先摘」，發展為分散式的決策支援系統，局部朝工業 4.0 的方向邁進，再慢慢整合。在十倍速的時代，單憑經驗和直覺的決策，已經不足以快速應付不斷的挑戰，要藉由大數據和軟體之上，各種應用系統的輔助，才能精準、快速且數位化地，進行複雜的決策。

企業內部常常累積許多不同的資訊系統，沒有持續的整合、精實和流程再造，即使購買先進的設備和軟體系統，也難以提升智慧製造的效能。甚至未蒙其利先受其害，舊的生產模式無法放棄，新的系統無法融入。

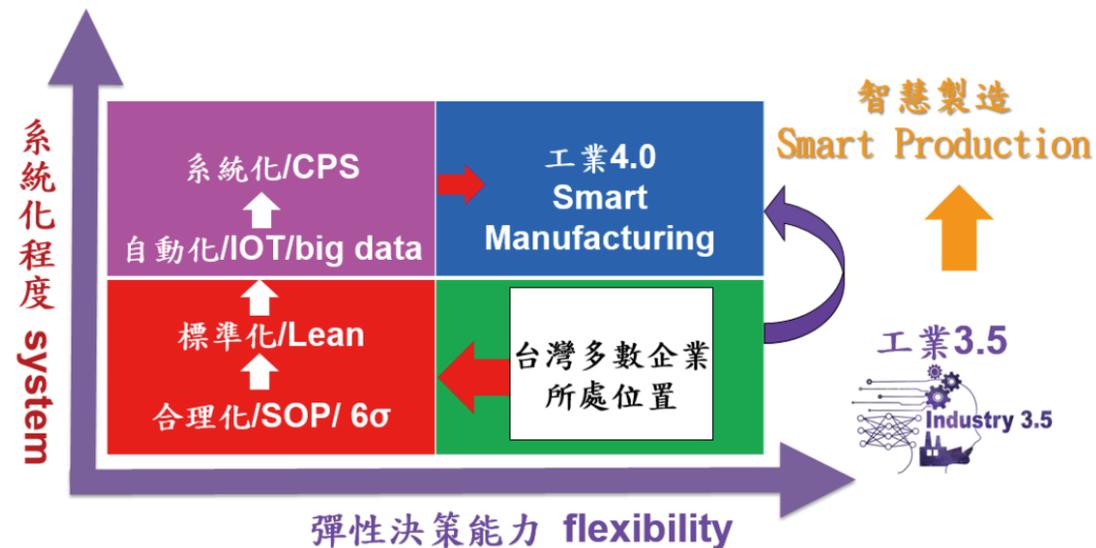


圖 2. 企業系統化與彈性決策力之四個象限 (資料來源：簡禎富，2017，2019)

花了大錢想轉型升級反而受挫愈大，原因時常是誤判了公司在圖 2 所處的座標，以及下一階段該往哪一個座標移動的策略路徑。舉例而言，在蒐集數據上，也不見得一定要具備工業 4.0 的設備，或加入國外製造平台和大數據庫，透過系統整合，一樣能夠把這些數據撈出來。工業 3.5 認為不同的設備，都應該找到符合成本效益的方式，把數據讀取出來。譬如在設備裡安裝監控系統，把設備溫度、壓力的變化顯示在外面的碼表上。甚至直接裝一個鏡頭就在機台碼表前面，或是用感測器或視覺機器人來監控機台，取代人去看機台控制介面，一有異常，就會啟動警示，提醒工作人員採取行動，或根據已建立的決策規則直接採取適當的反應。隨著少量多樣生產方式的複雜度愈來愈高，過去靠人腦來因應的生產管理，只能處理到一個程度，須將過去存在領域專家的製造智慧，轉化為聰明生產的智能化系統，能夠在生產調度時，同時考慮到良率、交期和生產力，以求最大化的獲利，清華大學決策分析研究室研究團隊已經協助高科技製造、中堅企業

和傳統產業成功提升大數據分析、資源調度優化和智慧製造能力。

工業 3.5 提供一條務實可行的路徑幫助台灣企業升級和數位轉型，台灣企業應先站在既有的基礎上，盤點自身擁有的資源和長短處，善用當前的彈性、整合和製造管理的優勢，建立專屬自己的數位轉型策略，以及智慧製造技術藍圖。一方面強化自己的數位能力，發展客製化的大數據分析，以及智能製造決策系統，再拉開領先後進國家的距離，另一方面先進入工業 4.0 的過渡階段，提前創造一部分產業升級的效益，厚植實力，再進入工業 4.0，成功機率也能夠大幅提升。

紡織業智慧製造與數位轉型實證研究

台灣某機能布紡織廠面臨全球化的競爭及客戶需求多樣且交期短，而日益複雜的大量客製化，必須通過流程改善與智慧製造來達到數位轉型的目的地。這帶來了生產決策調度

的靈活性，在提高生產力的情況下，同時保持產品的質量並能有更短的交貨時間。

對於多樣化產品需求模式和快速變化的生產環境，生產部門應用製造執行系統 (Manufacturing Execution System) 被用來作為數位轉型的工具，以最佳化機台稼動率和生產產量。使用製造執行系統進行生產的智慧製造帶來了功能和優勢，例如生產資訊的歷史記錄，訂單執行和排程調度的追蹤，製造部門在染色機台的可程式化邏輯控制器 (Programmable Logic Controllers) 來監控當下在機台內染色的訂單資訊與機台狀況。然而，這當中並沒有整合管理系統可以作為不同系統合併與交換數據的平台。在紡織業中，各部門有不同使用的軟體、獨立的資料庫和紙本文檔。如果沒有一個有效且迅速的整合管理系統則會導致資訊孤島 (Information silos) 的發生。

為了消除資訊孤島的障礙，該紡織廠與本研究團隊合作研究，發展應用於紡織業染色機台排程調度最佳化的決策支援系統，其架構如圖 3，以及配套的決策流程再造，整合製造執行系統、可程式化邏輯控制器及其他相關系統的資料並匯集到模型控制器中。再由控制器將收集的數據輸入到決策支持系統中並開始進行調度。操作的設計包括兩部分：第一部分是針對染色機工作負荷優先順序列表，並優先列出稼動率低或已停機的機器。當機台被辨識為停機時，系統將檢查機台狀態是否為清潔中或正在用於其他操作，第二部分是染色機台產能分類和訂單指派。所有訂單將依照製造執行系統的設定分配到指定的染色機台上，配合機台當前的正在進行染色或前一筆的訂單資訊，以機台的稼動率最大化為考量進行排程，將排程和調度結果用甘特圖等圖示化表單，協助管理者因應聰明生產所需的彈性決策。

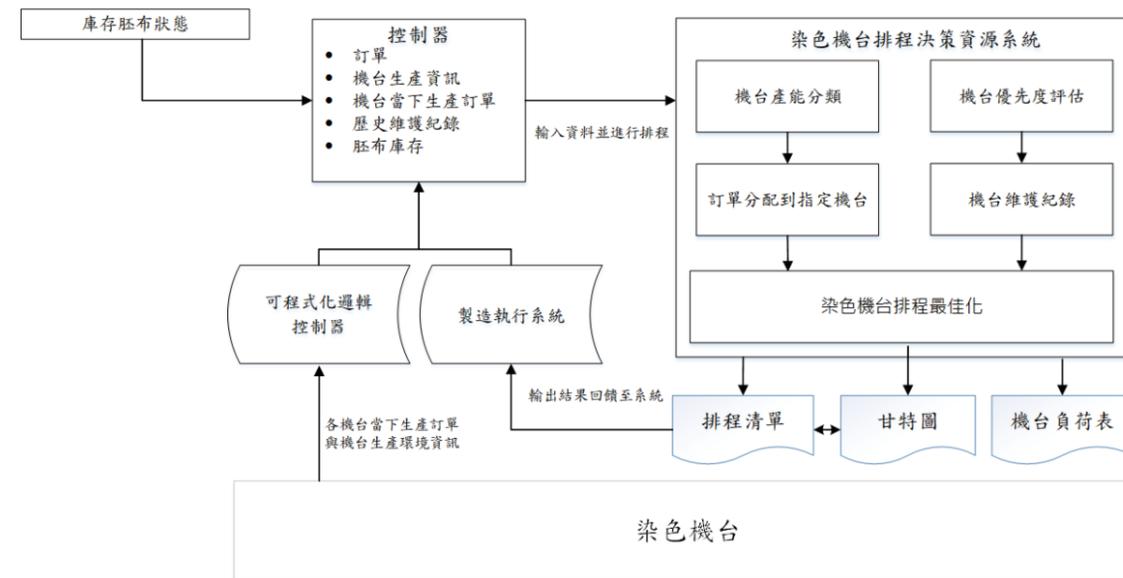


圖 3. 染色機台訂單排程之數位決策支援系統 (資料來源：Ku, Chien, & Ma, 2020)

該公司導入此系統後，不僅有效的將各部門的資料進行整合，且將蒐集到的資料在透過決策資源系統優化後，以圖示化的介面來增加資料的可讀性來達到數位轉型的目的，而工廠整體稼動率提升了 4.5% 以上，且有高達 89% 的派工排程有效準確率，並持續與本研究團隊合作研究開發其他智慧製造解決方案，同時將一部份分析功能外包。因為傳統產業即使招募人工智慧、資訊科技及大數據分析的人才，但主管不知道怎麼管理和考核這些知識工作者。《工業 3.5》也提出分析服務 (Analytics as a Service) 產業化的理念，以彌補台灣傳統產業或中小企業目前不易找到適合的 AI 和大數據分析人才。類似本案例所推動的工業 3.5，都是台灣企業能夠在公司內部推動的智慧製造與彈性決策的能力，而且很快可以在既有基礎上，創造具體價值以增加持續推動變革的信心。

台灣自強與企業維新

因應世界大國重回製造的全球競爭，以及新冠肺炎對全球產業鏈和經濟的衝擊，未來的國際製造網絡，需要善用人工智慧、大數據、雲端、物聯網等科技，分散生產基地以減少客戶的供應鏈風險，提升彈性決策和聰明生產的智慧製造解決方案更為重要。

台灣製造業大多是中小規模，且專注某個水平分工領域或產品市場，受限於企業資源

和決策者的視野格局，以致重視硬體甚於軟體，不重視數據分析和決策的軟實力和相關人才的培養。企業需要數位轉型走向智能化，數位轉型離不開人，而台商、台廠的管理人才和軟實力正是台灣製造的相對競爭優勢，裡面蘊藏累積的智慧是在數位轉型的過程，先進國家沒有的，而大多數企業也不知道如何去善用，所以往往在導入相關系統時，反而自廢武功。企業必須能夠正確辨識自己的優勢和痛點所在，才能對症下藥，先架構對的問題，找到容易摘的果子開始作為解決問題的利基，建立組織變革的信心，結合內外部分分析人才，蒐集相關的數據，挖掘有用的資訊，提升員工的決策參與，改善決策品質。

台灣企業必須發展工業 3.5 製造戰略維持相對競爭優勢，並從「新五四運動」數位轉型做起，推動「德先生是公司治理與決策」和「賽先生是科學管理與分析」企業維新，以軟硬體設備為基礎，垂直整合其上的大數據分析和智慧製造決策能力，透過系統整合商協助串連硬設備，分析所蒐集到的數據，結合領域專家的經驗知識，來發展更深入、更專屬的決策模型和應用軟體。換句話說，虛實整合能力可以一層一層地建構，務實地混搭局部採用的 AI 和人的智慧，從小範圍做到設備與設備連線，以及前後製程的協作，並利用大數據分析發展預測保養、良率提升等工具，藉助數位轉型與科技提升決策品質和速度，成為全員共治和卓越經營的決策型企業。

參考文獻

簡禎富 (2014)，《決策分析與管理：紫式決策分析以全面提升決策品質》(二版)，雙葉書廊，台北。

簡禎富 (2017)，如何先打造出工業 3.5 的能力，《哈佛商業評論》全球繁體中文版，2017 年 4 月號，頁 46-54。

簡禎富 (2018)，《紫式決策工具全書》，雙葉書廊，台北。

簡禎富 (2019)，《工業 3.5：台灣企業邁向智慧製造與數位決策的戰略》，天下雜誌出版社，台北。

簡禎富 (2019)，「企業新五四運動」，《哈佛商業評論》全球繁體中文版，2019 年 2 月號，頁 32。

簡禎富 (2019)，「德先生是公司治理和決策」，《哈佛商業評論》全球繁體中文版，2019 年 5 月號，頁 32。

簡禎富 (2019)，「賽先生是科學管理和分析」，《哈佛商業評論》全球繁體中文版，2019 年 8 月號，頁 22。

簡禎富 (2019)，「數位轉型是企業維新」，《哈佛商業評論》全球繁體中文版，2019 年 11 月號，頁 30。

簡禎富、林國義、許鉅乘、吳政鴻 (2016)，台灣生產與作業管理之相關期刊文獻回顧與前瞻：從工業 3.0 到工業 3.5，《管理學報》，33(1)，87-103。

簡禎富、王宏錯、傅文翰 (2018)，工業 3.5 之先進智慧製造系統架構：半導體智慧製造為例，《管理評論》，37(3)，15-34。

簡禎富、許嘉裕 (2019)，《大數據分析與資料挖礦》(二版)，前程文化，新北市。

Chien, C.-F., Chou, C.-W., & Yu, H.-C. (2016). A Novel Route Selection and Resource Allocation Approach to Improve the Efficiency of Manual Material Handling System in 200-mm Wafer Fabs for Industry 3.5. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 13(4), 1567-1580.

Chien, C.-F., Hong, T.-Y., & Guo, H.-Z. (2017). An empirical study for smart production for TFT-LCD to empower Industry 3.5. Journal of the Chinese Institute of Engineers, 40(7), 552-561.

Chien, C.-F., Lin, Y.-S. & Lin, S.-K. (2020). Deep reinforcement learning for selecting demand forecast models to empower Industry 3.5 and an empirical study for a semiconductor component distributor. International Journal of Production Research, 58(9), 1-21.

Ku, C.-C., Chien, C.-F., & Ma, K.-T. (2020). Digital transformation to empower Smart Production for Industry 3.5 and An Empirical Study for Textile Dyeing. Computers & Industrial Engineering, 142, 1-11.



作者簡介

楊朝仲、于兆鵬、錢穎、陳國彰

視線變遠見：

用八爪章魚系統思考，擺脫窮忙無效的專案管理與企業決策

想要掌握專案管理的成功關鍵就從學會系統思考開始！

你在專案管理上有這樣的困擾嗎？

- ◆ 專案成果總是無法滿足客戶的需求？
- ◆ 專案為何而做的商業分析要怎麼簡單有效進行？
- ◆ 專案總是無法照計畫完成？
- ◆ 為何專案執行期間老是經常加班！經常重做！經常超支！
- ◆ 如何高效留存專案管理的經驗學習？

「系統思考」即是解答！

智慧醫療照護整合平台 應用契機

文：工研院產業科技國際策略發展所 張慈映 組長

高齡社會來臨，帶來人口結構變化與照護人力不足的挑戰，已成為全球重要議題之一。以日本為例，內閣會議發佈「未來投資戰略 2017」，已將「健康、醫療、照護」領域列為實現「Society 5.0」的 5 大戰略領域之一。期望透過物聯網、機器人、人工智慧 (AI) 等先進技術融入產業及社會生活之中，提供更細緻的服務來滿足多元需求。為了成功建立新「醫療、照護、預防體系」，日本積極鼓勵運用科技方案導入機構等照護場域。因應感測器、物聯網與人工智慧等技術快速發展，透過政策修訂以鼓勵企業投入發展，加速機構採用率，進而達成解決人力不足之議題。也協助被照護者提升自主生活能力來防止失能重症化，更可進一步達成提升照護服務品質與生產力的目標。

以下將以照護需求與問題為主軸來介紹相關解決方案，以作為廠商佈局之參考。

第一類

透過物聯網即時掌握房內狀況，以減輕照護現場的工作負擔並防止事故發生。此類日本投入廠商多，如 KONICA MINOLTA、PARAMOUNT BED 等廠商，運用核心技術來發展降低事故與減輕照護負擔的解決方案。以

KONICA MINOLTA 公司為例，為了解決照護人力不足與提升照護場域服務效率的議題，該公司運用核心光學技術，結合了紅外線與微波技術，運用感測器來準確紀錄，提供可在深夜室內環境使用的解決方案。為能關照到房內各角落，故採取將感測器設置於天花板上的設計概念，運用獨家影像處理及訊號處理技術來監測長輩行為動態以確保長輩安全。以該公司設置的移動感測器為例，採取融入室內環境且外型低調的輕薄型設計，來降

低長者排斥感。此外，由於市面上現有技術皆無法明確辨識長者臥床姿勢，而造成照護上的判斷困擾。因此 KONICA MINOLTA 公司開發出透過取得影像資料後，進一步分析篩選特徵數據、辨識行動與臥床姿勢，以發展出可用以偵測長輩動作的運算法。如，以頭部、軀幹、大腿、小腿等人體部位的相對位置關係作為特徵參數，以推算出長輩所在範圍與姿勢。由於室內任何角落都有可能發生跌倒等意外，因此採用廣角鏡頭，讓固定不動的感測器也能偵測整個房間，並採用即使是在深夜燈光全暗的室內也能清楚偵測的近紅外線攝影機。

第二類

數據應用於商業智能 (Business Intelligence, BI) 工具，將照護業務的內容及工作人員的活動可視化。並活用 AI 技術，依據可視化數據優化人力配置以改善業務流程。以日本物聯網雲平台 Z-Works 公司為例，應用各式感測器、物聯網技術與 AI 演算法來發展可即時掌握房內狀況之監測系統。透過物聯網收集相關監測數據可瞭解高齡者健康變化，並提供照護員相關數據以作為因應措施判斷之參考。如被照護者日/夜間在床率、上廁所時段分析、離床次數與頻率...等。透過在床率分析來瞭解高齡者睡眠狀況、休息狀況與身體安全。運用 AI、物聯網與雲端技術，研發離床預

知感測系統。一旦監測或分析出高風險長者即將離床的徵兆，即會提早預警以通知照護員提早因應，與一般跌倒通知系統有所差異化與具備更佳競爭力。

此外，由於照護員夜間工作繁重，單一時間需照顧 20~30 位高齡長者，且每隔兩小時需巡房一次，造成夜間照護員人力負擔相當高；透過 Z-Works 公司的感測系統，管理中心螢幕上即可看到每個房間的即時狀況，一旦房間有異常即會提早通知以因應。目前使用效益評估發現，導入系統後，夜間作業負荷獲得改善，並可取代 15% 工作量，也可解決照護員疲於奔命的問題。

第三類

運用數據改善照護及生活，運用累積的生活型態數據來改善照護品質的案例正在增加，如 Panasonic、TripleW 等廠商。以屢獲大獎之 DFree 排泄感知裝置 TripleW 公司為例，由於漏尿會讓長者尊嚴受到影響，因此鎖定有排泄困擾的高齡族群提供解決方案，透過物聯網連結超音波感測器，以超音波偵測膀胱容積的方式，來預測排泄時間而可提早預作準備。讓照護提供者可引導長輩順利如廁，而達成訓練高齡者自主排泄之目標，不僅可以有效降低尿布使用量，也可有效協助高齡族群更有自信、更為自立。

此外，該公司從研發具需求痛點的產品後，即透過在實際場域示範與推動的作法，不斷的收集使用回饋建議。包含如何放置與固定在高齡者腹部膀胱上方、如何讓數據傳輸不中斷、如何優化使用介面。這些研發修正都是從實際場域觀察並收集改正建議而優化，目前產品已導入日本 SOMPO care 公司之高齡機構進行實際場域驗證。除了能夠瞭解到產品發展是否符合需求之外，也透過場域驗證模式，快速建立使用實績。顯見產品研發早期的試驗相當重要，透過場域試驗來提升產品與系統的可近性，勢在必行。

第四類

運用科技提供復健服務或機能訓練，以降低專業人費用與負擔。以 PDCA 四步驟為例，日高集團投入 Plan 與 Assessment 之解決方案，早稻田銀髮集團與其子公司則聚焦在發展可量測步態的 AYUMIEYE 產品，與 Moff-training 發展穿戴式機能訓練支援軟體。以日高集團為例，為抑制不斷增加的長照給付費用，並達成延伸健康壽命的目標，並獲得評選為平成 28 年度健康壽命延伸產業創出推進事業。建置預防長照、改善失能的復健平台 ICT REHA，以提供復健處方簽為目標，以降低專業人力負擔，並提升復健效果。運用 IOT、Big Data 與 AI 技術，開發 ICT REHA 復健處方軟體，收集個人資訊。提供高齡族群客製化復健訓練建議，以減輕復健師人力缺口與負擔，並提升照護效率。利用年齡、

病史等個人資訊，比對大數據資料如照護需求度、改善情形等數據，利用 AI 分析其結果，提出最佳化的復健方案；活用 AI 技術，依據 ICT 復健的大數據分析，由照護人員實施個人最佳化的復健。

分析以上案例，有數個方向值得臺灣廠商學習與借鏡。

➤ 方向一：

目前廠商發展的資通訊應用之智慧照護產品類型，大抵可分為數種，包含溫濕度監測系統、活動監測系統、安全確認系統、徘徊監測系統、緊急通報系統、離床感知系統、認知症徘徊感知系統、浴槽監測系統…等。產品研發架構概念，主要是運用感測器材收集生理、活動等相關資訊，透過分析模型瞭解行為常模。當有異於個人或群體常模分析狀況時，即會發出相關通知給照護提供者，以作為即時提醒與提供必要照護協助之用，而落實以資通訊技術來降低人力負擔與照護效率的目標。透過訪談照護機構需求來看，跟安全有關的裝置優先採用，如緊急救援裝置、離床感測裝置、失智症徘徊感知系統…等，多持續被機構採用中。此外，用於減輕人力負擔的相關產品也持續發展與被採用，包含電動床、自動沐浴洗澡機…等，透過相關器材來協助提升照護效率。這樣的趨勢也反映在長照產品的發展上，值得廠商注意。

➤ 方向二：

物聯網等技術導入場域應用並獲得市場青睞的成功關鍵點在於，對於現場問題的充分瞭解，透過比較貼近現場的方式與照護機構互動，進而建立銷售管道。瞭解關鍵議題之後，即可以思考如何運用該公司核心技術優勢與運用其他公司的關鍵技術能量，以提供解決方案的方式來滿足現場需求。藉由實際蹲點來瞭解每一床高齡族群的生活形態和特性，作為設定各種感測資料與各類警告資訊的參考。以 Z-Works 公司為例，觀察到有些高齡者易摔落到地上，既有方法是以裝設床墊、地墊為主，當高齡者跌落後才會通知照護人員。因此 Z-Works 公司提出創新解決方案，規劃設置床邊監測系統，可在高齡族群腳伸出床邊時，馬上預報通知相關人員處理。有些高齡者夜間上廁所頻率較高，因此會設計可依個別狀況設置並延長警示時間，以避免誤報。

➤ 方向三：

智慧照護產品採用優先性，以降低人力負擔為主要考量。因應政策推動，科技大廠積極跨入智慧長照領域，應用技術開發各式產品與系統。但由於並非照護本業，許多產品研發皆從技術觀點來發展，因此也影響產品上市成功機率。有鑑於此，日本經產省也就找尋養護機構提供場域，提供智慧長照相關

產品進行場域試驗，透過實際試用來改善產品設計概念與產品可用度，也順勢成為智慧長照產品最佳的示範展示點 (demo site)。屢獲大獎之 Triple W 公司的 DFree 排泄感知裝置，從研發具需求痛點的產品之後，透過在實際場域示範與推動的作法，不斷的收集使用回饋建議。包含如何放置在高齡者膀胱上方、數據傳輸不中斷、照護提供者使用介面…等，更是從實際場域觀察中發現，糞便排泄也是一個重要痛點，現在也正著手進行相關創新產品的研發。目前產品也已經推入日本最大的照護機構 Sompo Care 公司，顯見產品研發早期的試驗相當重要，透過場域試驗來提升產品與系統的可近性，勢在必行。

➤ 方向四：

日本鼓勵照護提供單位能夠共同協力達成協助高齡族群自立支援之目標，透過高齡族群照護前後之數據的差異，以判定高齡者的健康是否變好。日高集團為了有效提升介護功能，日高集團積極導入資通訊技術，開發長照管理軟體。以往數據累積少，不易客製化，但日高集團透過分析 200 多種課程，將各式作法歸納出八項重點。包含：有氧運動、肌肉訓練、認知訓練…等，以同年齡改善的狀況作為依據，提出最適指標，而提供每個人現況與參考值的比較狀況，以作為改善最適化課程之建議依據。日高集團主要營收為日照中心，但也透過軟體授權其他小型日照

中心使用而獲利。採取系統不收費但收取每月一萬日圓維護費的方式，誘因在於日本被照護者健康若改善，機構將獲得補助費用加成計算，顯示政策制訂對於產業發展有一定的助力。相關廠商可朝此方向開發具實際臨床效益之實證醫學技術、產品與解決方案。透過場域試驗與推動，建立成功案例，並得以透過運動復健訓練系統，來達成提升高齡身體健康與生活機能改善的目標。

臺灣廠商彈性發展各式解決方案，以往也較易落入以技術為本位的思維，但近年來隨著相關營運模式與服務模式的推動與輔導，廠商慢慢瞭解如何透過與第一線的互動與痛處釐清，逐漸發展出符合當地情境的解決方案。廠商可透過實地測試技術或解決方案導入場域，進行情境與效益驗證，瞭解待解的痛點與需求，再透過解決方案前後效益的比較，也就很容易彰顯每一個解決方案最佳的示範點，也有利於臺灣方案的整體輸出契機。

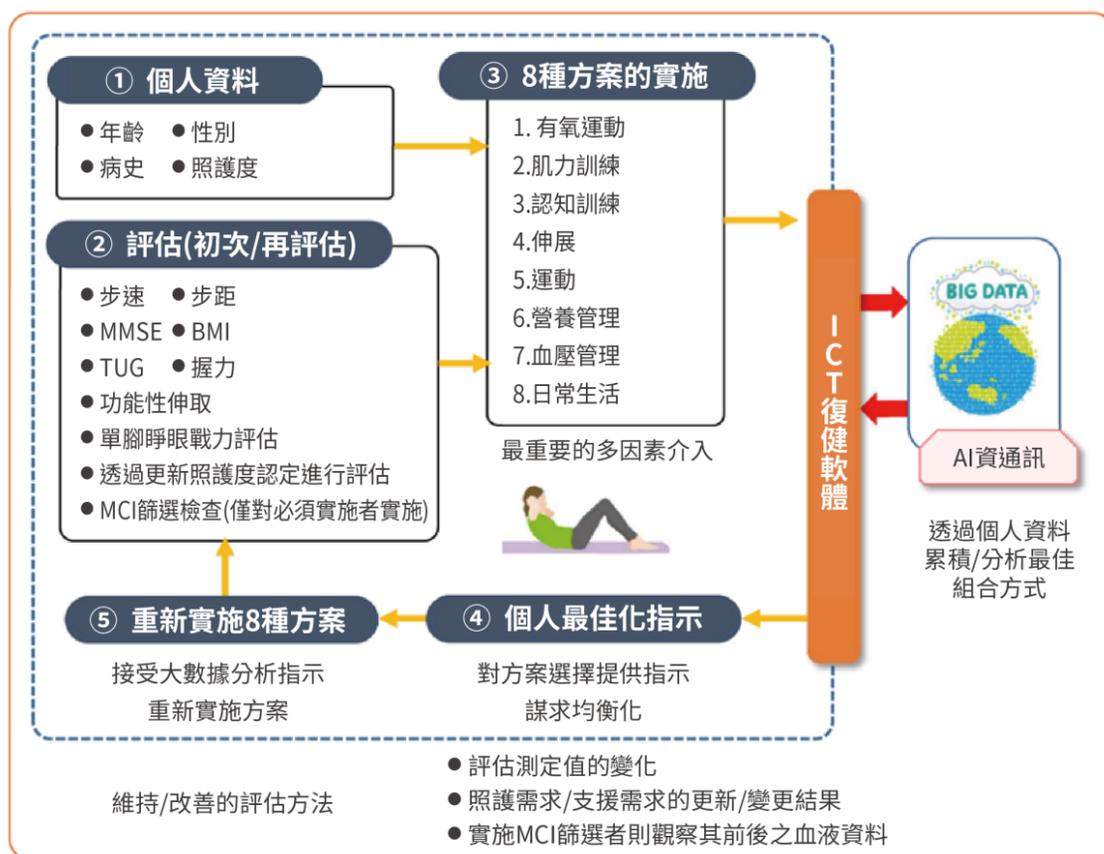


圖 1. 日本日高集團 ICT REHA 建置 - 整體建置流程 (資料來源：工研院產科國際所)

掌握未來趨勢

「機器人工程師」證照

「自動化工程師」證照

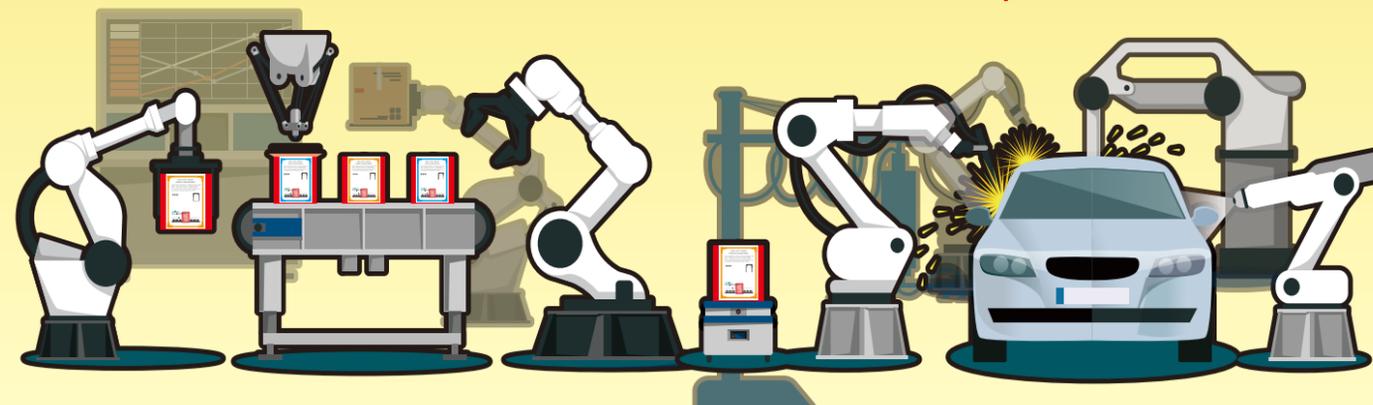
證照名稱	校園說明會&報名時間	2020年考試時間
第8屆 機器人工程師 第22屆 自動化工程師	3月1日~4月30日	5月30日(六) 術科:6月6日
第9屆 機器人工程師 第23屆 自動化工程師	9月1日~10月31日	11月28日(六) 術科:12月5日

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： 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!



智慧製造新時代

文：史陶比爾台灣分公司

2020 年的現在，人機協作已取得突破性的進展。機器人造福工業已毋庸置疑，每年都有新的行業迎接機器人的加入，全球的「機器人口總數」也在持續增加中。隨著機器人日益智慧化，它們在產線中得到與人類並肩工作的地位。但這一席之地究竟代表著什麼？而其工作背後又有什麼樣的前景？人類和機

器人之間必須像團隊一樣合作，而非互相競爭。機器人應為人類的利益而工作，為我們省去單調繁瑣的工作，突破安全性的限制，消弭日常工作中的障礙，協助人類全面控管生產運作，並提升人類在企業內的工作價值，不論企業規模和行業 - 這就是史陶比爾秉持的理念。

這次史陶比爾透過智慧生產示範線來闡述我們所處的自動化新時代。我們採訪了 Gerald Vogt — 史陶比爾全球工業機器人的部門總經理，他解釋了展示機台背後的基本原理，並概述了數位化生產帶來的益處。



圖 1. Gerald Vogt — 史陶比爾全球工業機器人部門總經理

Vogt 先生，當您提到「自動化的新時代」，這種說法會不會言過其實？

Vogt：我確信工業自動化正進入一個新時代，而這都歸功於工業 4.0 和數位網路。任何一位看過我們的智慧生產展示

線的朋友都能馬上意識到這不是改良，而是一種革新。我們在具體情境中展示了開拓性技術 — 這種技術極具討論性、且帶來更多可能性和優勢。

可以舉個例子嗎？

Vogt：透過 OPC UA 所有的工作站都可以互相聯通，我們藉此展示全面的數位網路；同時我們憑藉 HelMo 行動機器人系統，展示出其在倉儲管理和裝配應用中可以發揮的作用；傑出的人機協作 MRC 優勢證實了在工業 4.0 單元中，可以有經濟效益地完成少量多樣的組裝。所有這一切都證明史陶比爾是數位化生產的不二之選。

關於數位生產流程，您可以給我們一個粗略的概念嗎？

Vogt：這個智慧生產示範線由三個獨

立的機器人單元組成，從工具交換裝置內獨立模組的預組裝開始。位於中央的人機協作 MRC 工作站負責將獨立的模組組裝到換槍盤。各模組在組裝台按衛星分佈狀被安裝在掛鎖裝置上，一台六軸機器人在操作人員導引下，從操作台待轉移位置拾起該掛鎖裝置。裝配完成後，操作員手動呼叫 AGV 自走車將換槍盤運送到 QA 品檢工位。檢測過的產品會經傳輸帶送至包裝和運輸部門。

請問零件是如何到達機器人單元的？組裝後的零件又是怎樣到達到操作工作站的？

Vogt：這條智慧生產線上幾乎所有的內部物流都由 HelMo 行動機器人完成。這些機器人能夠在生產環境內自由導航並自主停靠在每一個工作站内。行動機器人可以使設備的物料持續不間斷地供應。每一台這種自主導航平台都裝載了一台我們最新的 TX2 六軸系列機器人，這款機器人外置一層專為人機交互工作情境設計的安全皮膚。當皮膚感測到非預期的觸碰時，機器人會立即在既定路徑中停止。

在人機協作 MRC 工作站旁有兩個手工工具手柄，那是做什麼用的？

Vogt：這是一個非常有趣的解決方案。這台六軸 TX2-90 機器人是由操作人員手動來操控。操作人員可以直接簡單且絲毫不費力氣地指揮機器人的動作。

為什麼要用人工來完成最終組裝環節？操作人員的速度不會太慢嗎？

Vogt：在這個案例中，速度並不是決定性要素。在特定生產條件下人機協作擁有無可比擬的優勢，這個應用就是最好的例子。工具快換系統的組裝方式多元化到難以置信，幾乎每一個快換裝置的生產都是獨一無二的。這樣的多样化程度，很難使整個過程完全自動化。所以必須要配置操作人員，人工組裝的靈活性就可以起到非常大的作用，其餘的則交由機器人來

完成。將人工作業的優勢與自動化結合，是實現高彈性、高效率組裝解決方案的關鍵。

身處這樣一個具有廣泛多樣性的工具快換系統中，問題是在連貫的不同系統中操作人員又如何知道需要執行哪個組裝步驟？

Vogt：操作人員會透過工作站內的顯示螢幕接收到組裝指令。另一種方式是操作人員的智慧眼鏡上會顯示相關資訊。

在這個生產車間，大量的流程都或多或少地自動運行，那麼問題出現時，誰來行使監督這一切？

Vogt：這就是智慧生產的一個關鍵優勢。通過 OPC UA 傳輸的數位網路，系統具有以前所無法想像的資料深度。透過所謂的資料即時監控系統 (Cockpit)，各式各樣的資訊 — 從生產狀態到機器人每一軸的荷重，按下按鈕就能得知。你想像不到有比這個更加透明的系統。

聽起來很有意思。但在大量的資料中要能隨時提取需要的資訊…應該很難吧？

Vogt：就像操作智慧手機一樣簡單。我們可以從資料即時監控系統中調取三層不同等級的資料。第一級提供了生產車間的概況和完整的生產狀態。上升到第二級，你將到達生產模組，這個層級可以看到系統元件例如感測器、視覺影像處理等。第三級，也是生產管理者會特別感興趣的等級；這個等級可以看到所有的生產和機器參數，並在必要時得到優化。

最後，如果讓您用幾句話總結智慧生產的好處，您會怎麼形容？

Vogt：數位化網路生產結合人機協作 MRC 工作站，為突破相對嚴苛的生產理念和實現智慧、高靈活性的解決方案提供了極好的機會。這些解決方案完美適用於越來越多的個人化生產挑戰。在未來，使用者將能夠實現更加經濟、彈性、高效的生產。

自動化成功案例： Nissan 的引擎零件清洗應用

在濕度 100%，室溫 43°C 以及 pH 值為 9 的條件下安裝機器人是一個大挑戰。而在 Nissan 東風發動機廠零組件清洗生產設備中，史陶比爾 TX200 HE 機器人正是在這種參數環境中提供了可靠的服務。

2018 年，Nissan 在中國售出了超過 120 萬輛汽車。自 2003 年該公司與東風汽車公司成立合資企業以來，其中很大一部分在中國生產。如今 Nissan 東風在中國有四個工廠。廣州的花都廠負責生產 Sylphy、Sunny、Murano、X-Trail 和 Altima 等車款及其引擎。

零件的高潔淨度， 引擎製造的重要因子

零件潔淨度在現代引擎中扮演著舉足輕重的角色，即使微小的污染也會導致嚴重的後果，這也是為什麼零件清洗這道工序至關重要。在汽車工業中，只有嚴謹的生產流程才有辦法符合嚴格的殘留污染標準。在此基礎上，花都廠設立了高效、高自動化的零件清洗線。多年來，

史陶比爾機器人一直零失誤率地進行零件取放。然而工廠最初是由另一家製造商提供機器人，但這些機器人並不適合如此嚴苛的環境，這導致了過多的停機時間和高昂的成本。對於終端客戶而言，只有高性能的史陶比爾 HE 潮濕系列的六軸機器人才能解決這樣的問題。參與重新設計的整合商有廣州粵研智慧裝配股份有限公司和哈爾濱島田大鵬工業有限公司。但這些機器人專業團隊不得不面對一些困難的挑戰：缸體和缸蓋共有四條生產線；在這些產線的最後是清潔工站。這些清潔工站有一個預清洗工位和最終清洗工位，每個工位的週期時間需在 65 秒之內。

適用於惡劣工作環境 的機器人

這個案件最終選擇了史陶比爾 TX200 HE 系列的六軸機器人，因為它在惡劣的工作環境中也能平穩運行。HE 代表潮濕環境 (humid environment)，代表這些機器人適應這項任務的潮濕環境條件，這對於汽車零件的清洗非常

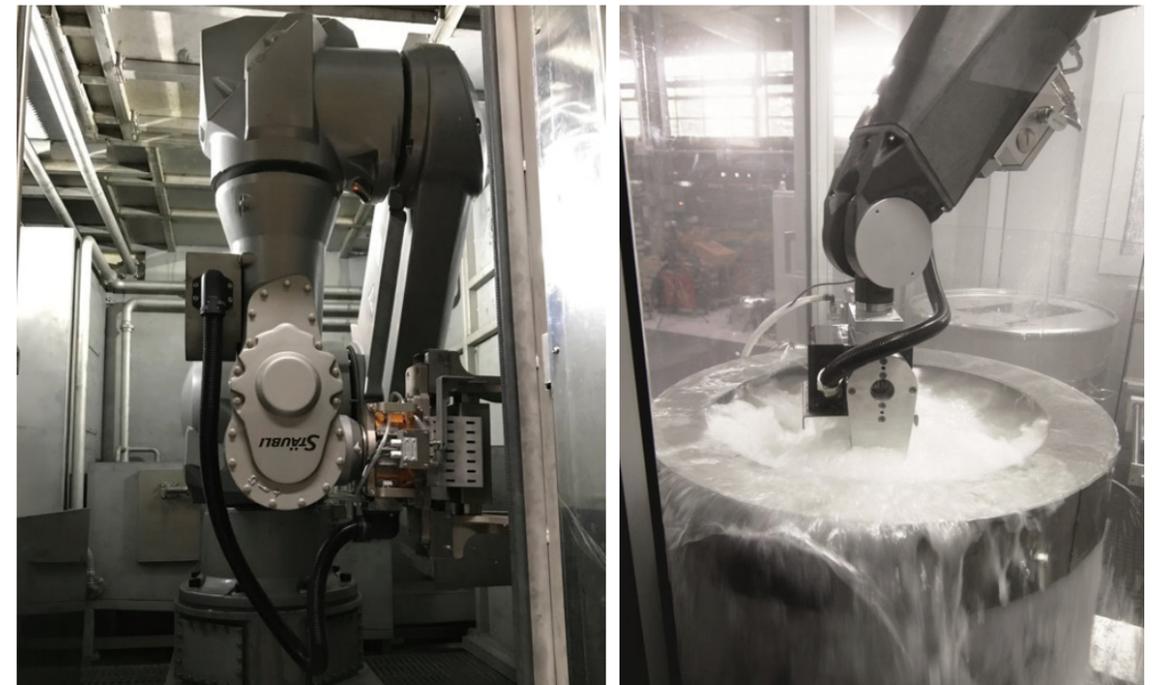


圖 2. 史陶比爾 HE 潮濕型機器人一直零失誤率地進行零件清洗

重要，如汽缸蓋和缸體、渦輪增壓器殼體、曲軸箱、曲軸和凸輪軸等。HE 系列的機器人經過特殊的表面處理，每一軸也特殊密封。機械手臂的內部都符合 IP 65 等級的防護要求 (即使是標準版本)，以防止水分進入機器人內部並損害其功能。手腕的額定防護等級為 IP67，意味著它能夠直接進入液體表面之下。此外，所有的走線都位於機器人底座下方，避免受潮。這些設計特點使機器人即使應用於高壓水柱的清潔作業也具備高效率；如同它們在 Nissan 東風的零件自動清洗產線上的表現一樣。

超強適應性的 HE 機器人 帶來最佳解決方案

TX200 HE 機器人從輸送帶上夾取重達 30 公斤的缸體 (缸蓋重達 18 公斤)；使之持續擺動且向下移動直至浸入水中。機械手臂的手腕以

上的位置並不直接浸入液體，但是外殼由於被清洗液濺射，一直保持潮濕的狀態。這些徹底清潔的零件將被傳送至乾燥裝置進行烘乾。

豐富的惡劣環境中 作業的經驗

Nissan 東風花都廠的管理者對於史陶比爾機器人的零件清洗應用十分滿意。多年來，儘管環境條件極其嚴苛，這些大型的六軸機器人一直可靠地運行著。製造總部 PT 技術部加工技術科的主管表示：「這些機器人都十分精確和可靠。」除了花都廠以外，還有 16 台史陶比爾 HE 系列機器人也在 Nissan 東風鄭州廠進行零件清洗。花都廠的其他區域還有更多的史陶比爾 TX 系列機器人，包括大型 TX200 和緊湊型 TX90 機器人。

自動化成功案例： 全新銑削機器人助力生產回歸

位於比利時布魯塞爾的 Isolants Victor Hallet 公司從 1934 年成立之初就生產與絕緣相關的客製元件。這一跨國公司的客戶包括車輛、電子機械、電廠元件、風力發電等的歐洲知名製造商。公司出口超過 80% 的產品。

如今，創始人 Hallet 家族已傳承到第四代，Hallet 公司擁有豐富的產品系列，主要包括環氧樹脂 (epoxy) 或聚酯樹脂 (polyester resin) 的複合材料。直到最近，Hallet 公司都僅採用傳統的機械加工方式。銷售經理 Vincent Hallet 表示：「我們通常使用三軸和五軸 CNC 銑削設備加工的板材。」

批量元件 – 每年從單個到數以萬計 – 由於元件本身的複雜性而完全不同。簡單元件的加工由中國的合作廠商完成，而具有複雜 3D 形狀的工件則在比利時生產。在過去的兩年間，Hallet 建了一個新的廠房，並且仔細考慮如何改善既有技術，以優化其設備園區。經過對多種工藝的審慎思考後，Hallet 最終決定購買一個更具通用性的機械加工系統：「我們得出結論：銑削機器人可以同時提供最高彈性和最大產能。」

精度出眾的銑削機器人

在擬定技術規格後，Hallet 開始與多家機器人供應商洽談，其中包括史陶比爾比荷盧分公司與同樣來自比利時的合作夥伴 VDS bvba of Proven 公司也加入了該案件。VDS 公司在自動化銑削應用領域具有 25 年的豐富經驗，總經理 Lander Debruyne 表示：「我們的核心競爭力是我們的銑削設備，最初我們採用三軸 CNC，後來用五軸 CNC，如今我們用機器人。由於我們的客戶在高精度加工方面的高要求，我們堅持使用在該領域享譽盛名的史陶比爾機器人。」Lander Debruyne 及其團隊為 Hallet 公司專門設計了一台加工設備，中間是一台史陶比爾六軸 TX200 機器人，用於操作 6 個工作站。其中 3 個工作站的元件由真空夾爪夾持，而其他 3 個工作站的元件則由機械夾緊裝置夾持；此外，該設備還配有一個自動工具快換系統，能取放 20 個工具。Vincent Hallet 說：「每個元件上需要用到最多 10 個不同工具。」

高效和高生產力的機械加工

這一系統理念的最大優勢在於機器人的高生產力：當機器人銑削時，其他 5 個工作站可以進行工具交換。並且在無人值班時，TX200 可以按順序加工多個組件，並達到極高精度。Lander Debruyne 提到：「在機械加工過程中，機器人控制器每 2 微秒就會接收到新的數據。並且據我們所知，在比利時唯一一台搭配 Renishaw 探測器的機器人就用在這個設備上。」手臂前端的工具由探測器的控制器處理，機器人僅使用其中的位置數據。在控制技術方面，VDS 與 B&R 保持了多年的合作。VDS 主控台觸控式螢幕提供了加工過程資訊。

針對這一銑削應用，VDS 使用了 CAM 套裝軟體 SprutCAM。Lander Debruyne 表示：「SprutCAM 提供了通用的自動化機械加工功能，並透過模擬和碰撞分析來支援機器人銑削設備的設計和建造。SprutCAM 在設計防護性能時也非常有用。」機器人與外部控制器之間的溝通是由史陶比爾研發的 UniVal 軟體實現。這一開放式軟體使史陶比爾機器人可通過外部控制器加以控制。系統的運動控制由操作人員指定。簡而言之，這代表 VDS 的專案工程師可以在通用控制器對整個系統進行編程。

產線從中國回流到比利時

對 Hallet 公司來說，設備的操作簡易性是關鍵需求。Hallet 強調：「我們不是機器人自動化專家，而 VDS 研發的系統操作十分簡單，我們

的員工都受過現場教育訓練。」如果出現了問題，VDS 的售後工程師可以通過遠端資料連結檢查控制器。「我們前些年在中國拓展了生產規模」Hallet 說，「如今得益於這一製造技術，我們可以將生產遷回比利時。」

展望：無人控制的操作

銑削機器人投入使用後不久，Hallet 公司安裝了一套新的通風系統，與機器人控制器連通，抽離元件加工區域中原料上的空氣和粉塵。Hallet 公司的下一步就是將機器人安裝到夜班。機器人不僅能進行機械加工，也會完成元件取放。Vincent Hallet 表示：「我們還沒到達這個階段，但是我們正在朝著這個方向努力。」當目標實現時，該公司生產力將有更大的提昇。



圖 3. 史陶比爾的銑削機器人負責對應六個工作站 (copyright : Stäubli/ Isolants Hallet)

新漢智能 帶動 AIoT 智慧製造新能量

文：新漢智能系統股份有限公司 林弘洲 總經理

近年來，工業物聯網、邊緣運算、5G+AI、智慧製造等趨勢興起，帶動了伺服器、網路連接器、其他量測導航及控制設備產值，經濟部統計處公布去年分別年增 210.9%、79.4%、45.9%，由此可見，企業對於物聯網的需求與日俱增，尤其 5G 正逐漸建置完成，可讓物聯網更加完善，但這也讓許多人開始關注物聯網到底可以提供企業什麼好處，帶領企業邁向新的篇章？

物聯網 (IoT) 平台連結各個裝置、感測器及網路服務，透過資料擷取以及通訊能力，進行各類控制、偵測、識別及服務，各行各業藉分析 IoT 平台收集的數據來設計更高效的生產流程、改善營運模式，來保持競爭優勢。國際研究暨顧問機構 Gartner 在《Where Your Competitors are Investing》指出，2019 年 99% 的公司維持或是平均約增加 11% 的物聯網預算，更在 2020 年大幅增加物聯網的預算，這意味著，企業不僅正視 IoT 影響力，也已經開始享受到它所帶來的效益。

早期的製造業沒有 IoT 串聯生產流程時，需要耗費人力將資料整合，所得到的資料，不僅容易出錯，也缺乏即時性、彈性，產出的資訊也無法綜觀全局，增加人力成本和時間。IoT

的核心就是期待能將生產資訊導入數位化與標準化，將供應鏈、生產流程及客戶服務完全聯網，賦予每個機台耳朵和嘴巴彼此溝通，透過 IoT 綜觀全面但去蕪存菁的關鍵資料，企業領導人透過各種分析報表，將發生的問題產生的因果關係並即時解決，才能將效益發揮最大，超前部屬營運策略。新漢智能深耕工業物聯網 10 年有成，提供完整的 IoT 一站式解決方案「iAT2000 Cloud SCADA System」，整合各個自動化廠商方案，並通往國際知名雲端運算平台形成工業物聯網產業智慧聯盟，像是：SAP、AWS、Microsoft、Siemens Mindsphere、Google Cloud Platform，搭配自身穩定的工業控制系統和開放式系統架構，創造出虛實整合的雲端企業戰情室，能讓客戶安心與我們合作邁向工業 4.0 轉型契機。



新漢智能 AIoT 平台的特色 (整合 IT/OT 技術)

新漢智能長期與製造業合作，深刻體會到工業真正在數位轉型的需求，在既有的自動化系統上，架構物聯網的全廠整合方案，匯聚感測器、工業通訊網關和邊緣運算、無線連網通訊、雲端運算、數據分析視覺化...等眾多元素，進而呼應垂直產業需求，才能真正的將 IoT 落地實現。為此，新漢智能在 2016 年提出「iAT2000 Cloud SCADA System 雲智化監控系統」，是針對工業自動化的四個階層，從下到上分別為第一層「Automation System」、第二層「Integrated System」、第三層「Edge

Server」到最上層的「Cloud Services」提出全方面整合性的解決方案，從工業自動化與控制、中間層的機聯網設備，到最上層雲端管理的整套平台建置，橫向串聯 OT 層 (Operation Technology, 營運技術) 各種設備之間的資料採集、自動化控制，再垂直整合 OT 與 IT 之間的所有應用，平台的架構可以單獨針對某一塊的需求去滿足，也可以全面性地發展出集成工業自動化系統、邊緣運算、雲端服務的資料水平合併和整合，並將企業戰情視覺化呈現各種資料供廠長或企業領導人作為管理依據。

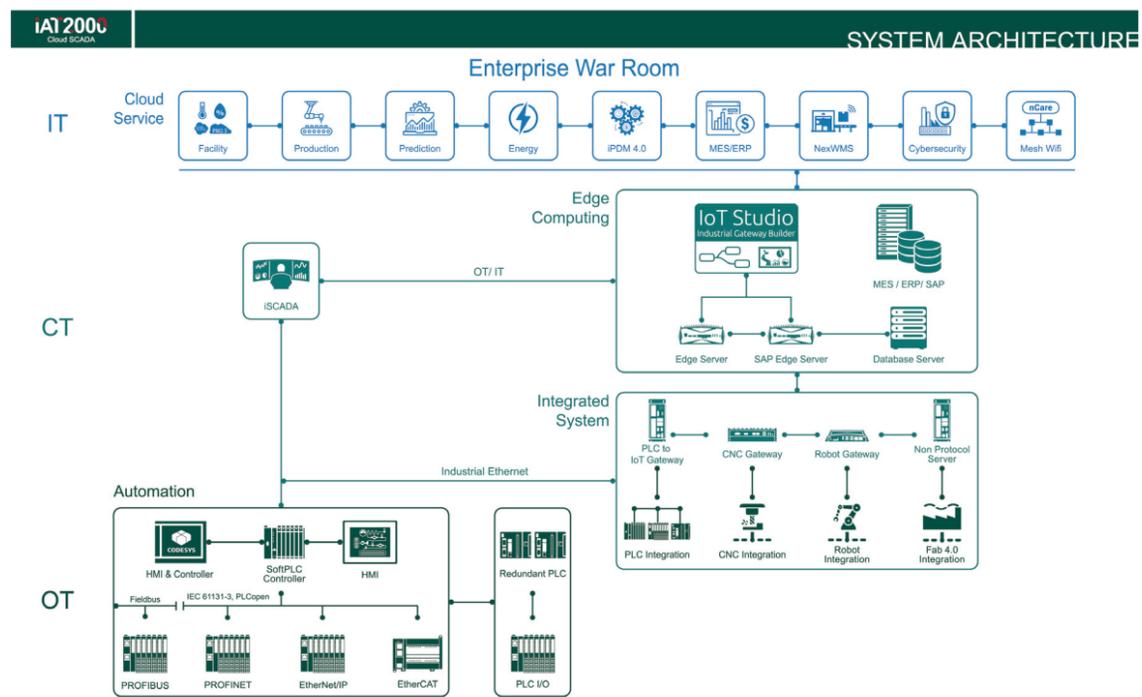


圖 1. 新漢智能 iAT2000 雲智化解決方案架構

企業在轉型到 4.0 前，將面臨四個不同階段而有相對應的軟硬體整合解決方案，分別為：

第一層 – Automation System

針實現工業 4.0 的基礎就是建置次世代智慧製造工廠，首先要架構工業 3.0 的自動化系統，最重要的第一步就是「萬物皆聯網」，從現場的感知器、設備、機台、工業機械人、產線到中控室都必須符合 ISA-95 標準，才能進行精密的系統整合工程，以此實現 IT 和 OT 的虛實融合系統。此階段的兩大目標：

1. 建置具備通訊能力的與傳送製造 KPI 的自動化生產機台
2. 打造資料採集、設備監控、產線監控、油 / 氣 / 水 / 電 / 瓦斯使用量監控的廠務管理系統

提供全連線及資訊透明化的運作工廠，重點在於使工廠營運負責人可以即時掌握及優化工廠運作的各項 KPI，達到資訊透明進而提升目標產能、降低各項成本的高效能智慧工廠。

為了在第一個步驟就能順利採集和傳輸資料，新漢智能規劃一系列的產品線有關於對準工業 4.0 PC-Based 的 SoftPLC Controller、SoftMotion Controller、HMI、Distributed I/O，具備了 Fieldbus、Industrial Ethernet、IEC 61131-3 程式的開發環境與實時運作引擎、HMI 的開發環境、SoftMotion 函式庫、OPC UA、資料庫。不同於市面上其他業者，新漢智能特別將產品線設定為開放式系統架構，擁有高計算效能、高速網路通訊、資料庫存取、運動控制、先進自動控制技術的物聯網自動化解決方案，透過與雲端平台整合，協助

企業彌補機械設備系統與企業資訊系統之間的隔閡，實踐更高效能的智能化生產與企業聯網，提升決策速度與改善生產品質。

新漢智能擁有大尺寸高解析度的工業觸控螢幕電腦搭配 HMI 軟體，可串接搭載 SoftPLC 或 SoftMotion 軟體的 PC-Based 控制器，其好處在於：

1. 高性能運算的控制系統
2. 無限 I/O 控制點數
3. 高達 255 軸的高速運動控制
4. 更多功能的操作畫面
5. 緊湊的安裝空間
6. 低廠牌及硬體規格依賴的軟體可移植專案
7. 整合跨廠牌的控制系統
8. IEC61131-3 語言與電腦程式語言的整合開發與應
9. 具備物聯網、資料庫及雲端等的多元應用

第二層 – Integrated System

在工廠製造的過程中，根據不同應用而有各式各樣的機台類型、廠牌，因此伴隨著各種不同的通訊協定，甚至許多設備商自行撰寫程式的 PC-Based 工控機台根本沒有標準的通訊協定，彼此之間因為通訊協議的差異，如何在資料溝通、數據收集上，能夠克服跨廠牌、跨機台類型的整合成為主要的課題。

新漢智能自行研發的軟體 Hyper X 系統便應運而生。以 Web Console 為基礎裝載

工業應用軟體套件，在工廠現場實踐資料分析、KPI 管理、決策建議的數位轉型，可降低 TCO(Total Cost of Ownership，總體擁有成本)並提高產能，其中包含：

1. IoT Studio- 資料處理軟體與通訊套件，直覺拖拉式開發環境
2. IoT Studio Dashboard - 視覺化儀錶板軟體套件
3. Container Manager - 管理套件、系統設定套件

HyperX 系統中最重要核心軟體就是 IoT Studio，其特點與說明介紹如下：

1. 透過簡單的拖拉 Node(節點)方式取代大量的程式撰寫，優化使用者體驗，大幅減低開發者的進入門檻
2. 擁有大量連接 Fieldbus 通訊協議、提供多種串接 IT 層的應用，提供多種資料格式與儲存、傳輸技術
3. 支援 Windows 與 Linux 兩種 OS，以網頁方式進行管理與編寫
4. 便利數據轉化 Dashboard 過程，大量的圖形種類呈現
5. One click to Edge/One click to Cloud 的功能，快速且簡易的設定，輕鬆將資料一鍵上雲到 Edge server 或是 Cloud server

Hyper X 系統搭配多種類型的 Gateway，根據不同類型機台可做資料溝通、數據蒐集，例如 PLC Gateway 以 Fieldbus、Industrial Ethernet、IoT Connectivity Protocol 技術為基礎，利用核心軟體功能 Middleware IoT Studio，進

行多種通訊協議的支援，CNC Gateway 與 Robot Gateway 亦透過其核心軟體技術，大量支援多種主流廠牌，CNC 機台如：Fanuc、Mitsubishi、HEIDENHAIN、Siemens；Robot 機台如：YASKAWA、KUKA、Fanuc、ABB、UR 的資料蒐集、數據分析、警報系統等多種功能。針對沒有標準通訊協議的機台設備，新漢智

能也有相對應的解決方案，提供 VIC7000(Vision Intelligence Collector 影像智能收集器)，便能夠做到完全非侵入式、且無須停機就可以完成資料蒐集與擷取，降低工業通訊及應用開發的複雜度，使系統整合商在面對跨控制系統與資訊系統的整合得以實踐。

新漢智能 NISE3800-SAP 整合 SAP Edge Server on-premise edition，這項服務包含：Essential Business Functions Service、串流運算 (Streaming Service)、資料永續服務 (Persistence Service)，功用在前期資料處理、存儲，並且能精準的將資料傳到 SAP ERP/MES/WMS/SCM/APS/SCADA 系統上，

作為先進排程的工具，傳遞工站即時生產流程、資訊，從訂單建立、製造到交貨，數位化一站式資料傳遞，讓各系統的 KPI 透過戰情室，一目了然，以此降低生產成本、提高品質並改善產能，達成未來工廠的目標。

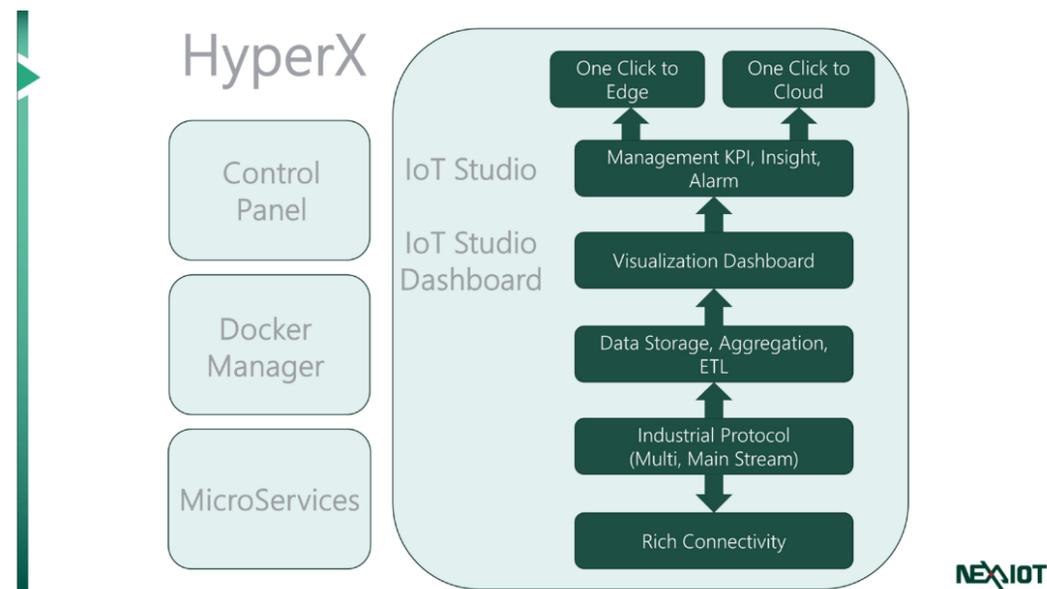


圖 2. HyperX 架構

第三層 – Edge Server

在 Automation 與 Integrated 兩層架構，已經初步完成數據蒐集、自動化控制、警報系統以及基本的視覺化應用，但是智慧工廠、智慧製造最重要的成效始終來自於增加收益、降低成本，如何將這些「可用」的資料蒐集起來之後，轉化為有效率的「管理」，才是完成數位轉型、更是工業 4.0 的最重要核心價值。

工業物聯網正快速改變製造業的面貌，一個現代化工廠生產系統中動輒數萬顆的感測器、制動器、馬達控制器和相關智慧裝置，為智慧製造提供了充足的大量資料來源，光只擷取出資料並不代表已充分利用智慧製造，

資訊在欠缺關聯下難以管理或使用，藉由與 Cloud Service 的結合，大量的資料進行了一連串的建置模型，透過機械學習的演算法，實際在 Edge Server 中進行資料抽取、清洗轉換、載入，製造效能最佳化的洞見資訊，以提升產能、最佳化 MOM KPI、持續強化機台性能、極大化 OEE，協助企業連線、管理、驗證，從工廠生產資訊到 ERP 等企業系統，徹底將數據散佈到控制層級裝置甚至到企業內部的管理系統內。結合生產與營運，透過協作執行系統改善工作流程管理，例如監控處理配方和追蹤產品製造流程參數等工作，使工作流程管理獲得改善，產品變異會更少，風險也會更低。

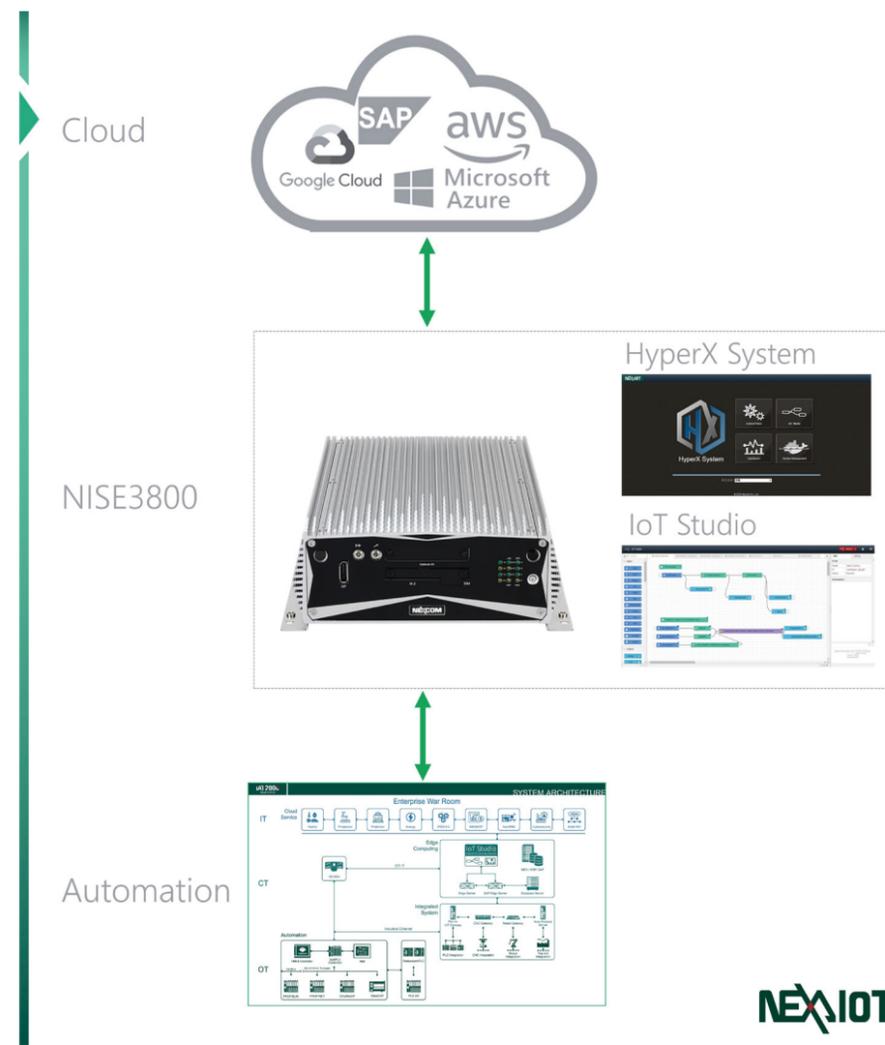


圖 3. 自動化、Edge Server、雲端的架構

第四層 – Cloud Services

新漢智能發展出的 Edge server 利用 IoT Studio 軟體技術，提供連接 AWS、Microsoft Azure、Google Cloud Platform、SAP Edge Service、SIEMENS Mindsphere 等主流的雲

端服務供應商技術，提供雲端 /Microservice 的工程師使用熟悉的技術與環境開發工業應用程式，藉由這些平台的通訊、儲存及彈性擴展技術等功能，提供各產業在數位轉型的過程中，無縫整合資訊系統與製造系統、降低升級

門檻與縮短系統佈署的時間、應用各主流雲端供應商提供各式功能的 PaaS、創造出工業應用的 SaaS，將企業的生產管理、行銷管理、人力資源管理、研發管理、財務管理，以數位微服務的方式，將各種維護、生產資料變成有用的營運智慧，並協助企業將資料收集、萃取、轉置、載入、分析，將其轉為可供決策與行動的資訊，產出的儀表板畫面和報告，能及時觸發事件和警示，主動提出會危害企業損失的潛在風險因子。

幾個 Edge server 蒐集各種 Gateway 資料後連接 Cloud Services 的好處：

■ **Cloud Services 能夠提供遠端監控服務**

- 改善廠區監控即時性且不受工廠區域影響
- 增加更多工具手段、強化員工效能
- 全新的客戶服務商機擴展 OEM 支援快速解決客戶端問題

■ **Cloud Services Stage 能夠提供網路及資料安全服務**

- 大量加密的安全性機制
- 資料存取安全監控

■ **雲端分析服務**

- 隨時擴充的 CPU 效能與儲存空間、無限延伸彈性化
- 全方位的處理監控、儲存及視覺化效能資料
- 機器學習、大量資料庫建立提供決策
- 轉化實質價值判斷

■ **行動解決方案**

- 異地辦公、即時回應、提高產能
- 任何裝置皆是 HMI，解除傳統機器設備、人機介面束縛

■ **提升員工效能、大量增加產值**

- 製程資訊、警報推播到任何行動裝置
- 減少溝通成本、快速反應

這些應用都重新詮釋了智慧製造的每一環節，讓數據說話而不是憑感覺，與時俱進的各項技術，大大縮短反應時間，降低各項成本，作對的判斷，即是新漢智能推出 iAT2000 Cloud Service 的目標。

新漢智能與其他平台的差異

現在大部分智慧製造或是工業 4.0 的平台，都無法徹底整合資訊技術與營運技術，也無法擺脫仰賴人力的習慣，因此，企業客戶都無法真正執行工業 4.0 落地工程，也都無法感受工業 4.0 所帶來的好處。新漢智能突破這樣的瓶頸，能真正與自動化廠商和雲端平台合作，並將自己的技術開放且符合國際標準，不論使用何種機台或是雲端，都可以互相連接並連接各家雲端，達到真正的 OT 和 IT 互通有無。自 2016 年就開始投入大量資金研發，並在 2018 年建造林口華亞示範工廠及戰情室，具體實現工業 4.0。9 大模組導入「iAT2000 Cloud SCADA System」，串接 OT 和 IT 層，工廠的人力相較於他廠減少 3 成，各功能模組效率高出 8 到 25 個百分點，ODM 客戶給予的滿意度高達 97.5 分。新漢智能冀望以開放智

能製造華亞示範廠的參觀，達到拋磚引玉的效應，讓企業主真正體驗工業 4.0 智慧製造帶來的好處，積極導入數位化企業營運計畫，減少不必要的風險並提高效能及競爭力。

**新漢智能攜手友嘉實業
打造工業 4.0 無人化產線**

新漢智能為全球前三大 CNC 製造商友嘉實業建置了一套具備智慧化、彈性的產線，並打造一套可以給客戶的智慧產線戰情生產中心系統，該系統包含：

1. 整合全球四大家族 Fanuc、Siemens、Mitsubishi、HEIDENHAIN CNC 控制器聯網方案

2. 客製化智能產線方案，具備生產線機器手臂整合等控制
3. 產線的戰情中心方案：完整的機台運作與生產資訊化戰情中心如機台稼動率、生產加工件資訊等

新漢智能為專注於工業物聯網解決方案的廠商，提供 IoT 設備和系統整合商雙重身分，兼具專業顧問、高質量產品、實踐落地服務的一站式解決方案，能真正符合中小企業先進製程的需求。身為工業 4.0 的實踐者，推動開放式的物聯網架構，積極整合各廠商的方案，將原本的利益關係轉為共創價值的夥伴，形成工業物聯網生態鏈 (Ecosystem)。現在，台灣製造已在全球成為品質的保證，此時正是導入工業 4.0 的好時機，應對後疫情經濟來臨，可以好好捉住 V 型反轉的商機。

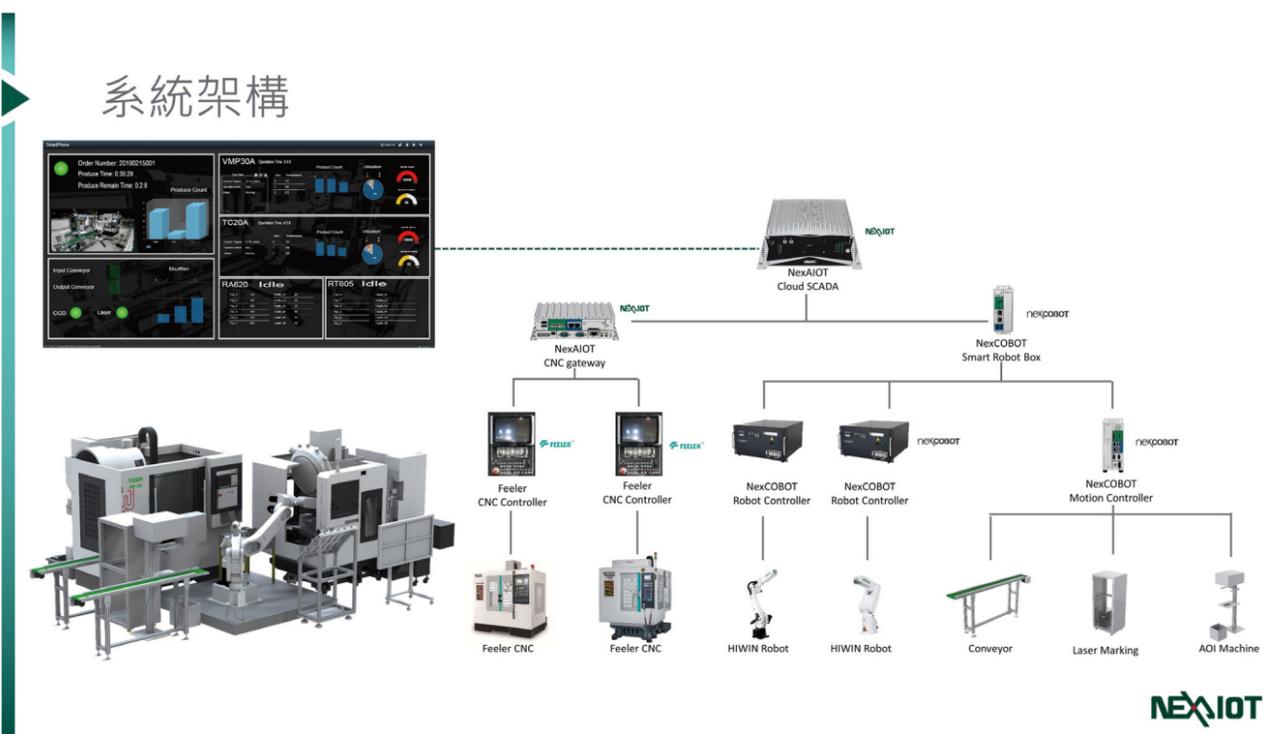


圖 4. 友嘉實業工業 4.0 無人化產線架構圖

機器人數位科技 連網、模擬及數位雙生

線下及線上完美接合

文：ABB Ltd.

摘要

隨著製造業的生產型態改變，產品生命週期短、大量客製化的需求成為常態，在環境變數多，且可控因數少的情況下，機器人自動化的導入難度大幅提高，透過提高機器人「導入彈性」並加入機器人「簡易編程」的要素，同時利用各種「數位化工具」，機器人的導入時程、編程方式及監控管理變的更容易且多樣化具彈性。

物聯網及雲端技術的議題熱度持續在智慧製造的場域發酵，工業機器人軟體數位技術、離線編程實力及連網科技，讓工業機器人的導入及控管變得更有效率。

線下模擬及數位雙生 導入成本下降、效率大幅提升

如何最大程度優化機器人資產成本，幾乎是每個機器人使用單位在導入時評估的指標。過去導入工業機器人程序繁瑣，受過專業訓

練的工程師在現場編程，對於複雜的路徑示教，需要時間精力取得確實的成果，同時耗費生產停機成本，隨著數位科技及軟體技術的發展，透過機器人離線編程軟體，線下針對複雜的路徑編程，進一步進行路徑優化，同時根據不同應用情境，模擬工業機器人自動化生產線，藉此最佳化導入工業機器人後的生產流程。在優化程式的同時，提升工業機器人的導入效率，完美接合線下機器人示教及線上試俾導入，大幅降低生產停機成本。



圖 1. 線下模擬及數位雙生，導入成本下降、效率大幅提升

在眾多機器人離線編程軟體當中，RobotStudio® 是 ABB 機器人的數位模擬離線編程軟體，在市場上廣範被使用，透過圖形化編程、編輯和調示機器人系統來創建機器人的運行，透過離線遠端編程、強大模擬功能及數位複製

(digital replica) / 數位雙生 (digital twin) 功能，模擬優化現有的機器人程式，大幅提升機器人導入效率，極大化機器人資產成本。RobotStudio® 可導入各種主流 CAD 格式的數據，利用 AutoPath 功能，在數分鐘內便可自動

生成跟蹤加工曲線所需要的機器人路徑，並可自動進行路徑優化，檢測接近奇異點的機器人動作，發出報警，從而防止機器人在實際運行中產生狀況。RobotStudio® 提供完整的數位複製 (digital replica) / 數位雙生 (digital twin) 功能，能夠在離線及遠端狀態下模擬生產線，實際導入生產的相符程度高達 9 成。

ABB RobotStudio® 離線編程軟體的套裝工具，讓使用者在 3D 的虛擬實境中根據不同

應用需求建置、模擬及測試機器人導入生產線的狀況，遠端離線規劃的科技，工程師無需在生產現場停線進行規劃及測試，不受工作場域限制、不影響生產進度、模擬情境高度相符實際生產狀況的優勢，可使效率大幅提升。RobotStudio® 亦有全新擴充功能 Robot Control Mate，可更進一步簡化工業機器人的程式編寫及操控，讓使用者透過電腦操控、教導、教準 ABB SCARA 機器人，操控機器人變的更加容易，更加輕易上手，易於操控。

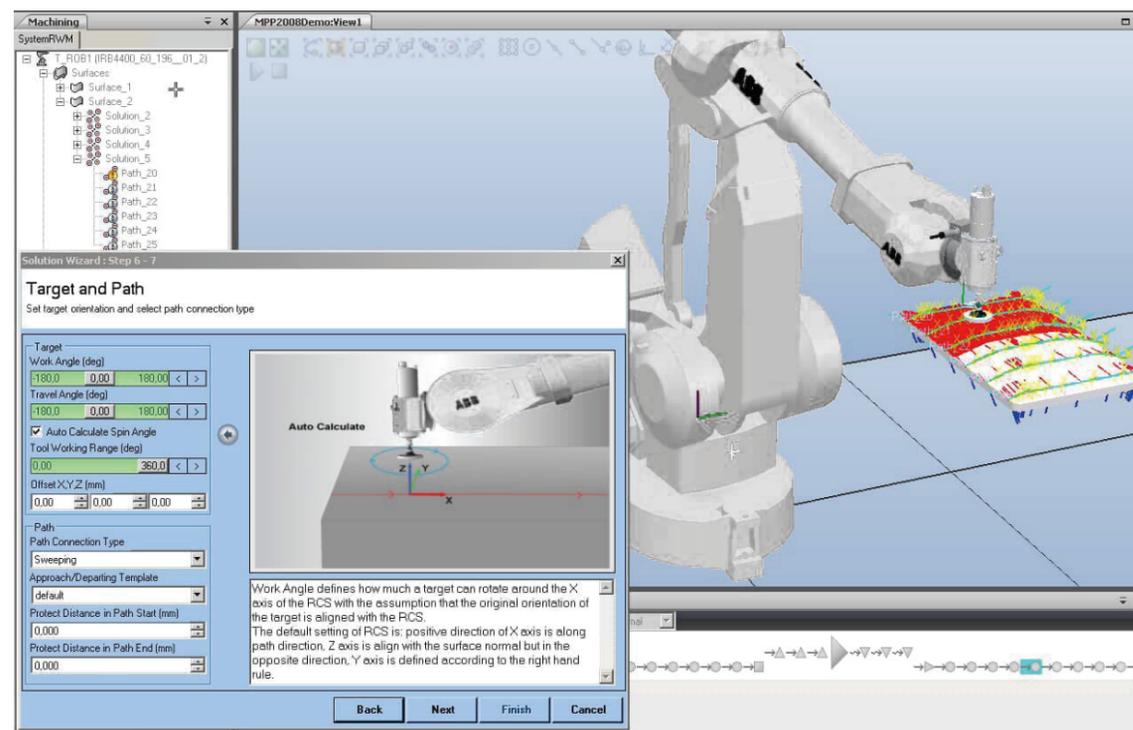


圖 2. RobotStudio AutoPath 功能，在數分鐘內便可自動生成跟蹤加工曲線所需要的機器人路徑，並可自動進行路徑優化

工業機器人遠端控管及優化，大數據分析優化生產效能

將工業機器人連上網路，並把各種參數的數據資料儲存在雲端，對於管控機隊及生產狀態而言，可透過網路遠端監控機器人單機及機隊運

行狀態，並透過數據分析，優化機器人機隊的生產效能，最佳化生產績效；對於機隊運作狀態監控來說，透過資料庫的參數分析，可達到設備健康狀況監控及效能監控的目標，根據參數資料預先知道可能需要更新的備品，避免因突發性的停機造成的損失，確保穩定運行。

ABB Ability™ Connected Service 是 ABB 工業機器人數位化資訊服務平台，ABB 採用微軟 Azure IOT Suite 做為雲端服務平台的基礎，開發生產資料可視化及即時監控服務，將數據資料收集整合後透過圖表可視化這些數據資料，讓數據變的有價值。截至今日為止，在全球 40 多個國家中，已有超過 750 個用戶，導入 40,000 多台內建連網功能的 ABB 工業機器人，當中有 7,000 餘台工業機器人連至 ABB

Ability™ Connected Services 工業機器人數位化資訊服務平台。2016 年 6 月後出廠的 ABB 工業機器人，均內建連網功能，啟用設備狀態監控及設備健診功能後，即可透過直覺性操作 myRobot 多媒體數據分析平台網頁，提供已分析解讀，可直接反應的參考資訊，在任意的時間地點提供持續偵錯及設備健診服務，確保機隊穩定運行，而當突發狀況臨時出現時，也會即刻報警，立即排除障礙。



圖 3. ABB Ability Connected Service_ 工業機器人遠端控管及優化，大數據分析優化生產效能

透過數位科技，對於計劃升級轉型智慧工廠，導入機器人自動化的企業來說，能夠有效評估機器人自動化的可行性及導入效益，透過軟體模擬及數位雙生技術，大幅降低停機導入產生的無形生產成本，在導入後利用機器人連網技術，持續監控機隊並優化效能，實現真正的智慧製造，達成確實的產業升級。

A Robotic Approach to CAD/CAM Programming

Author

Ian A. Thompson 唐奕恩 Robotmaster Asia (Intercam SA)

As industrial robots become a commodity, businesses around the world have been readily adopting robots to replace manual labor tasks often done by foreign workers. For the last 50 years, replacing manual labor with robots required hours of manually teaching each robot pose of the process. This requires an expensive robot engineer, and the factory line must be shutdown. The required time to teach the robot this process depends on the number of poses to be programmed. If the task is a simple pick and place or a machine tending application, this can be done quickly, but when it comes to robotizing applications such as trimming, cutting, or adhesive dispensing, teaching can take weeks or months. Often the number of poses in the program can make the conversion of a manual task to a robot nearly impossible and nullify any possible return on investment. In this situation, robotic off-line programming can turn weeks into hours.

Off-line robotic programming applications such as Robotmaster utilize simulated environments on a computer to create a robot job file that can be loaded onto a robot controller. This file is created off-line while the robot is busy doing other jobs. When production is ready to switch to the new product or add a new product to a mixed production line, all that is required is to load the off-line created, robot job file onto the

robot controller. Run the job file on-line with the real robot to verify its motion matches the desired process, and then the off-line job file can be run in production. Some systems that do off-line robotic programming are based on providing a simulated environment, but they still require manually teaching each virtual robot pose. Robotmaster is a different kind of off-line programming system.

The machine tool industry benefited greatly in the 1980s with the advent of the personal computer and CAD/CAM software that could program a machine tool CNC off-line, and then run the NC job file on-line when ready for production. Since its founding in 2001, Robotmaster software has been focused on being the CAD/CAM solution for robotics. In the beginning, this meant working with traditional CAD/CAM style toolpaths such as 2.5D milling, chamfering, and multi-axis machining. More recently, the demand for advanced robotic applications such as welding, laser cutting, cladding and 3D Printing has pushed off-line programming needs beyond the limits of software designed for machine tools. As manufacturer's needs for robotic programming grew so did Robotmaster's capabilities. Robotic laser cutting has been one of the most successful applications used at automotive and aftermarket factories in China.

Advances in Fiber Laser technology reduced costs and increased edge cutting performance. These advances made the use of robotic laser cutting an affordable possibility to replace mechanical systems such as punch dies for the automotive industry. Reducing tooling and repair costs of punch die systems for hot stamp steel spawned dynamic growth in robotic

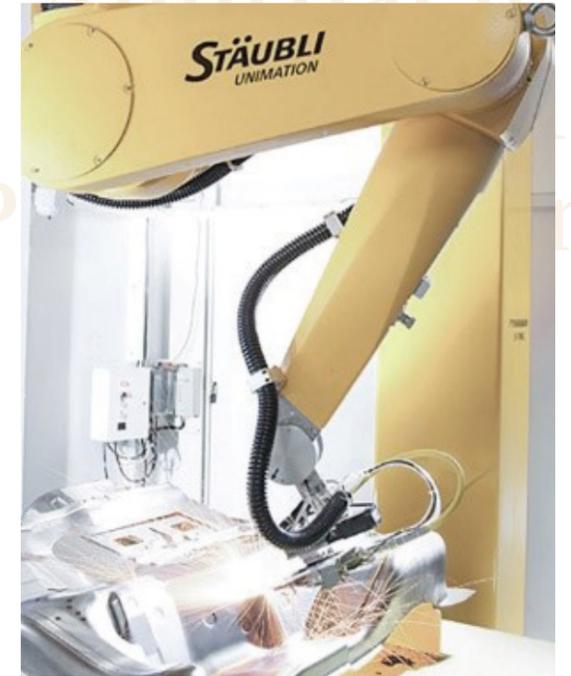


Figure1. Staubli Robotic laser cutting application from Robotmaster partner Jiangsu Yawei CKY Laser Equipment Co. Ltd (copyright Staubli International AG).

laser cutting applications which in turn helped to reduce costs of these types of applications. With more successful use cases of robotic laser cutting, research into robotic laser cutting for the bicycle market also increased. With many bicycle manufacturers in Taiwan still using manual cutting systems for tube cutting, the need to increase production and produce high quality parts for welding presented an opportunity for one of Robotmaster's Taiwan Reseller Partners, Shuz Tung Machinery Industrial Co. Ltd.(<https://www.shuztung.com/>)

To weld accurately, you must first cut accurately.

In researching robotic laser cutting for the bicycle industry, Shuz Tung worked to independently verify the robot systems, laser systems and software systems that would be needed to create a new growth industry. After reviewing the major robotic off-line software manufacturers available at the time, Shuz Tung selected Robotmaster software for the complete control of the cutting toolpaths, easy control of external positioners, and the training and support that the local team could provide. Robotic CAD/CAM software, just like traditional CAD/CAM software, creates toolpaths (robot trajectories) using CAD models of the parts and machining algorithms to create point motion lists. Unlike CAD/CAM systems though, Robotic off-line systems do not utilize machines built with high

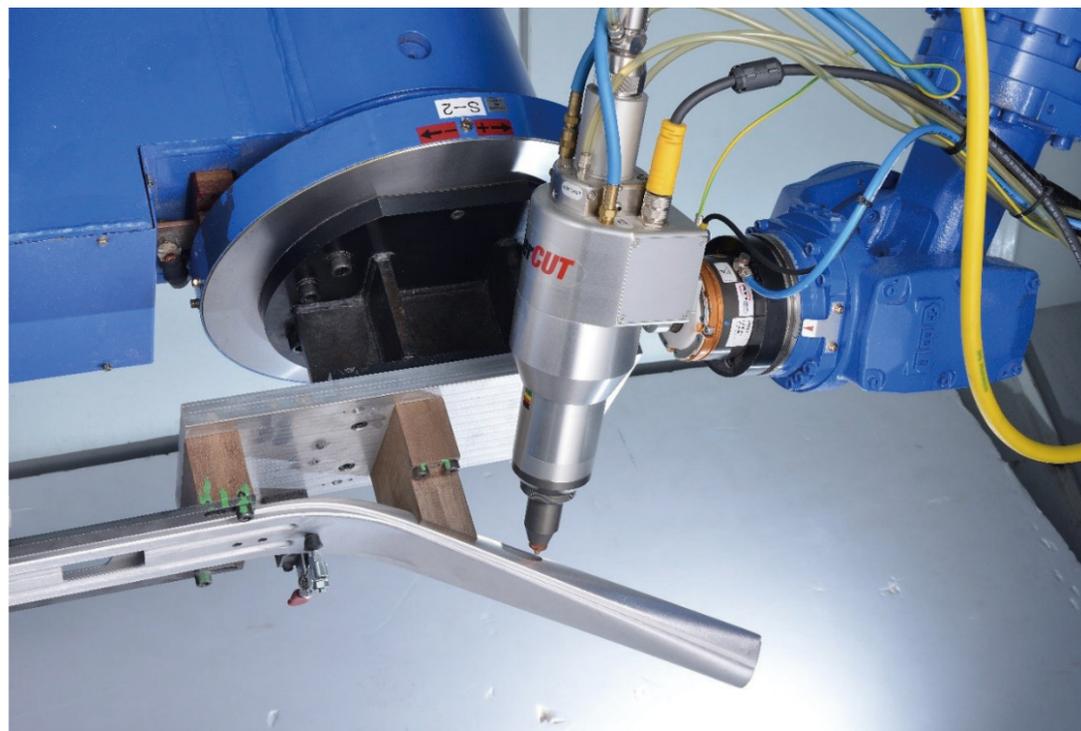
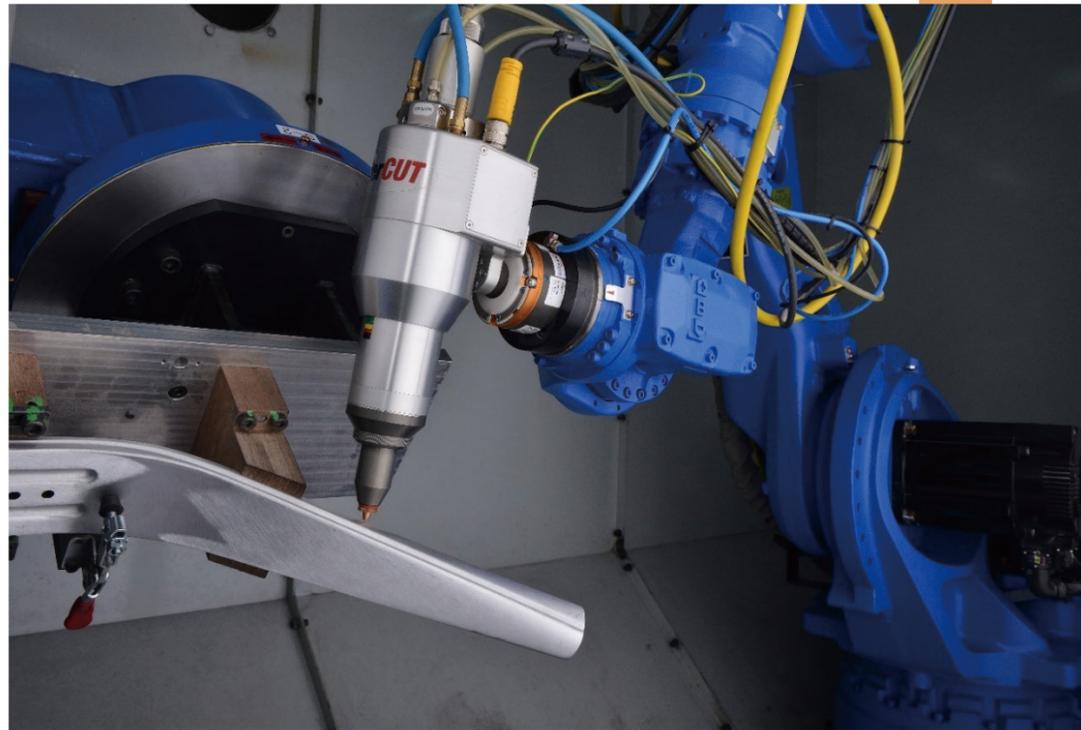


Figure2. Fiber Laser Cutting of Hydro-formed bicycle tubes (Photo courtesy by Shuz Tung Machinery Industrial Co., Ltd.)

tolerances, do not have fixed linear workspaces, and are often working on parts that are manufactured on lower tolerance machines. In robotic applications, the CAD world and the real world can have varying differences that need to be addressed.

Transitioning from the world of CAD/CAM for machine tool systems into robotic CAD/CAM, presents a change in thinking. The current robotic industrial arms are manufactured for manual teaching. The manufacturer will design the robot arm to be able to precisely return to the manual teaching pose. This is called repeatability, and most manufacturers will share this data on their robot technical specification sheets. When switching to a CAD/CAM approach of robotic programming, the robot arm must be able to precisely move to a point in 3D space that is within its work envelope. This is called positional accuracy, and for most manufacturers this data is not easily found, if available at all. Some manufacturers have begun the switch to higher precision robotic arms with many offering laser calibration as an option for increased positional accuracy. Until the precision of robotic arm positional accuracy increases in a factor that rivals the machine tool industry, a need to manually adjust the point positions of the robotic CAD/CAM software to better match the real-world robotic arm motion exists.

A Robotic Approach to CAD/CAM Programming

Robotmaster addressed this need by creating point and vector pairs together with a system to manual adjust them easily and quickly in our 6-Axis Contouring CAM. By giving users the ability to quickly create a complex 5-axis contouring path and the tools to manipulate one, some or all the points in that path, Robotmaster can overcome the inaccuracies of real-world robotic programming. As the need for robotic welding path creation in an off-line robotic programming system increased, Robotmaster was able to move the same 6-Axis Contouring CAM abilities into a 6-Axis Welding CAM while addressing the specific needs of welders for travel angle, corner stops, and collision avoidance for warp relief supports to name a few. While robot trajectory manipulation is one of the biggest issues for providing accurate real-world robotic CAD/CAM programs, Industry 4.0 and its maturity into the Smart Factory introduced the world to the concept of the “Digital Twin”.

Being able to adjust the virtual CAD world to match the real world, has been a part of Robotmaster before the introduction of Industry 4.0 and the Smart Factory concept. Different companies will have different names for it. Where Robotmaster has used the concept of virtual robotic cell commissioning, the world now calls it the Digital Twin. The biggest value of the digital twin for off-line programming systems

is not in path planning, but is more closely related to collision checking. In the machine tool industry, videos on YouTube of end mills crashing into parts are fun to watch because most Advanced CAD/CAM systems have path verification tools that will help to remove the chances of these catastrophic collisions and part gouges. The industrial robotic world is not as lucky. The tool or the robot arm itself can easily crash into the part, jig, or table with a simple twist of the robotic wrist. Also, different from the machine tool industry is the ability for the robotic arm to cause the tool to crash into the robot or the robot to even crash into itself. All these potential collisions can cause a CAD/CAM programmed robot system to not pass testing before going into production. Collision avoidance is handled in Robotmaster by analyzing the 3D Space around the robot arm and then producing areas of error-free and collision-free robotic trajectories in Optimization.

Advanced software tools to easily correct complex robotic errors

Optimization was introduced by Robotmaster back in 2008. Its primary focus was to help resolve all of the kinematic and collision errors that are possible in an industrial robotic arm, specifically those types of robotic arms classified as 6-axis, decoupled, articulated joint manipulators; the most

common type. These types of robotic arms greatly differ from a machine tool system in that they have 6 revolute joints that are arranged orthogonally to one another. Moving the first joint (J1) causes all the subsequent joints to move which then changes its ability to reach the position and orientation needed by the CAD/CAM-programmed, robot trajectory. Making sure that the robotic motion doesn't cause the robotic arm to collide with the part, the tool, the table or itself, requires advanced mathematical calculations to analyze how the robot arm can reach that position and orientation and where each joint needs to be. Robotmaster can analyze all of this data dynamically as the robot is moving through the virtual trajectories and be able to not only notify the user that there is an error or collision, but also provide a manual and automatic correction to the path.

Automatic path planning of the robot arm is one feature that can help correct errors in thousands of poses. For Robotmaster, this type of optimization also extends to the use of external axes. Companies use external axes such as positioners and linear rails to extend the work environment of the robot arm. Robotmaster supports the use of synchronous and indexed motion of external axes, with the most common types being a single or dual rotary positioner and the most complex types being X Y Z gantries

A Robotic Approach to Manufacturing

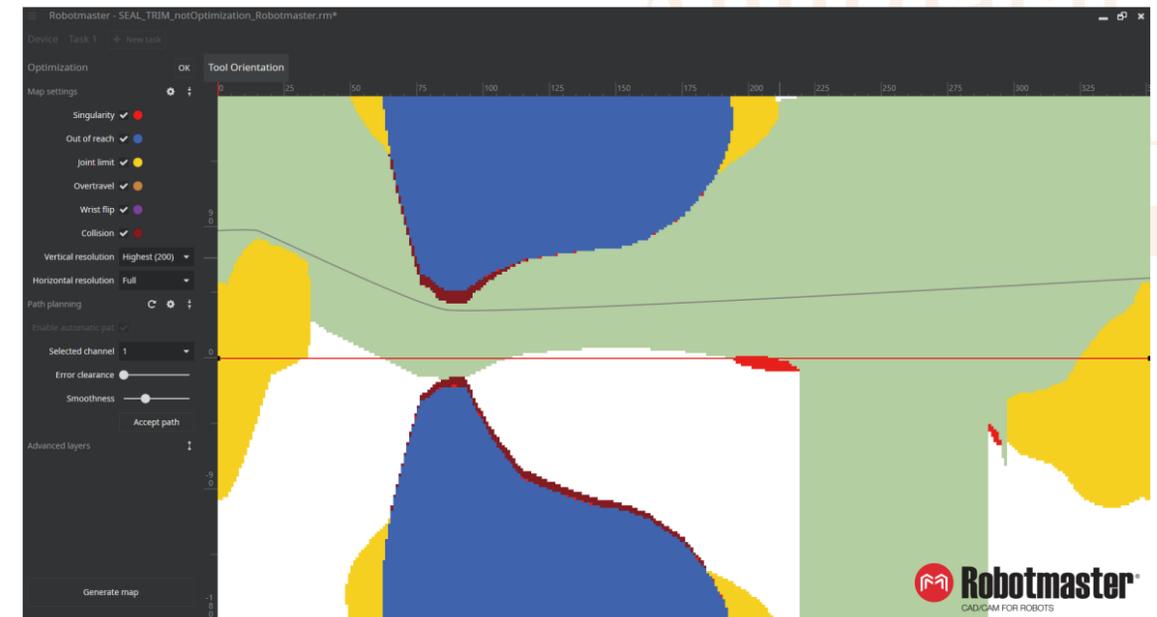


Figure 3. Robotmaster Error Detection and Auto Path Planning

used in complex welding cells. With these types of complex robot systems being more common, Robotmaster had to extend the use of optimization to external axes as well. Now that same automatic path planning extends to the programming of external axes. The programming of complex robotic cells and removing kinematic and collision errors from 11 axes extends way beyond the limits of traditional CAD/CAM software. Therefore, the Hypertherm Robotic Software teams worked on creating Robotmaster V7.

Moving beyond CAD/CAM

With the introduction of Robotmaster V7 in 2018, off-line robotic programming moved beyond its CAD/CAM roots in the

machine tool space to become a CAD/CAM independent, robotic programming platform. A completely re-written codebase using the latest development tools, component-based modeling, an industry-leading CAD engine and custom developed 6-Axis Contour and Welding CAM modules, sets Robotmaster on a path for future growth. Being able to support 3, 4 and 5 Axis path imports from machine tool CAD/CAM software, allows users to migrate simple applications such as chamfering and polishing off a CNC and onto a robotic arm. Together with Robotmaster's custom developed 6 Axis paths for Welding / Touch Sensing and Contouring / Cycle, it allows for the migration of complex applications to be moved to a robotic arm system.

As a completely re-written, stand alone solution for robotic offline programming, Robotmaster has provided the Smart Manufacturing workspace with one more tool to help fulfill the Industry 4.0 needs for process control, task-distribution, and monitoring / interaction. Extending Virtual Cell calibration to the robot setups, Robotmaster can produce a Digital Twin of the robot cell so virtual and real world can match. While Robotmaster is a stand-alone solution, it may not be the only tool a user wants when building out their Smart Factory. When dealing with full factory simulation from the start of the assembly line to the final product, users can opt for using Robotmaster to build the individual task program, and then add those job files to the robots in the factory simulation software. Additionally, when addressing cycle times or tuning robot accelerations/decelerations, a user might want to use the robot manufacturer's Virtual Robot Controller software. All three of these software tools can work

cooperatively to provide a Smart Factory software solution that can be fine-tuned to maximize manufacturing profit margins and show a greater return on investment.

Robotmaster is a registered trademark of Hypertherm Inc.

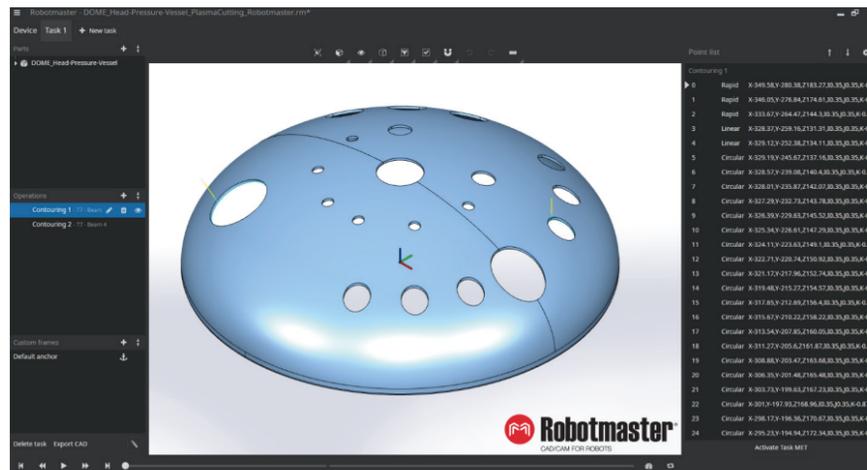


Figure 4. Robotmaster V7 Task Mode - Contouring CAM Module with 3D Circular Motion Planning



Figure 5. Robotmaster V7 Device Mode – Plasma Cutting Simulation

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!

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。

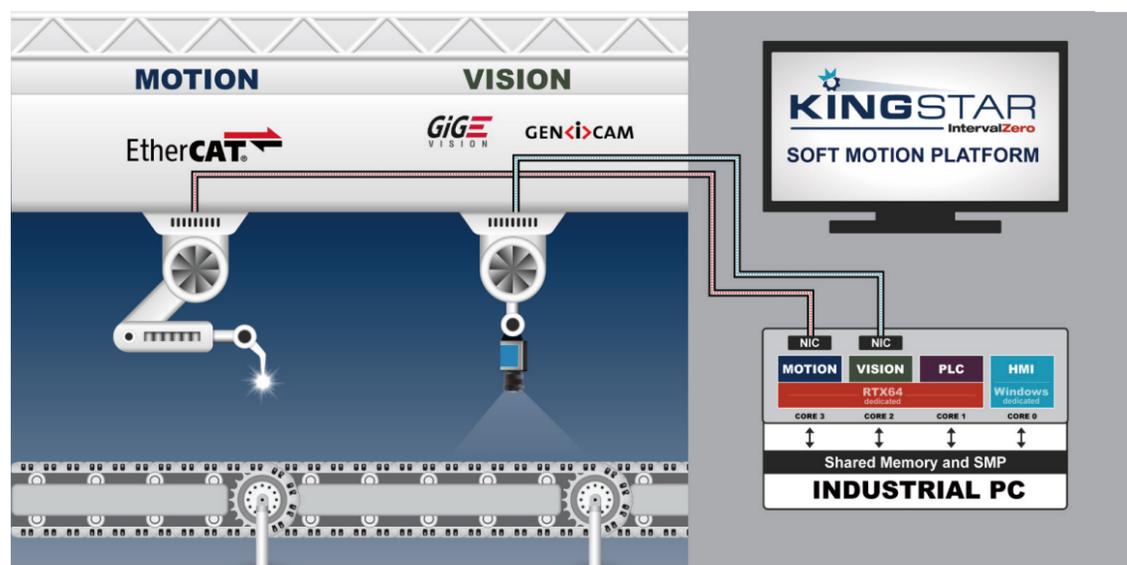


活動接洽: 04-23581866 智動協會 張小姐#22

工業 4.0 智慧自動化 整合與應用新平台 KINGSTAR

文：美商英特蒙股份有限公司 洪育浩 副總裁

「智慧製造」是未來的重點。現今的機器手臂及自動化設備的各種不同系統架構上，長期以來企業習慣使用 PLC 或 PC-Base 的 PCI/PCIe 的運動控制卡及高階視覺卡 (或稱影像擷取卡, Frame Grabber)。當仔細研究這些硬卡設計時，就會發現運動控制及影像處理的邏輯，其實都是運行在這些板卡中晶片裡的即時系統，而當下使用的每一台電腦都只是一般 Windows 系統，而非是自動化所需要的即時系統 (Real-Time OS)。當我們重新檢視這樣的系統架構時，發現 Windows 往往只是被用來當作操作介面，僅僅使用到 10 - 20% CPU 的效能；另一方面，假設我們使用 4 張運動控制卡來連接 16 個驅動器與馬達為例，4 張運動控制卡代表的是購買 4 個即時系統 (Real-Time OS)。我們不禁要試問，在目前普遍使用板卡的架構下，從過去到現在，我們到底在一個控制器裡購買了多少個即時系統但是只做一件事呢？



在此同時，新世代的製造業對自動化的需求若渴，市場競爭激烈的情形下，往往一條自動化生產線，包括機器手臂、PLC、機器視覺 (Vision) 外加感測器、資料連網等，需求功能越來越多，不同系統間的整合難度相對越來越高。再者，自動化的人才供應一直都是十分缺乏的，尤其是優秀的軟體人才，以至於大量使用現成的硬體來組合。雖然使用電腦，但是卻沒有充分發揮電腦該有的效能及成果，所以，在思考「智能製造」的新系統架構與需求時，提供一個「極」智慧自動化架構的系統來解決人才與成本的問題，同時又能夠滿足「智能製造」的要求，就是現在與未來的重要課題。

感謝現今科技的不斷演進，不但大幅提升電腦運算速度與性能，軟、硬體的整合度也越來越高，漸漸使得整體系統的價格更加親民。試想，若一個具即時性、純軟體的控制系統平台，加上工業標準的 EtherCAT 總線、軟體 PLC、軟體運動控制、甚至視覺系統 (Vision) 與物聯網平台等，能夠全部「多合一」整合在同一台多核心、x64 的 Windows 的電腦中運行。藉由電腦 CPU 中每個不同核心來運行不同的功能，並藉此取代 IO 卡、運動控制軸卡、影像擷取卡、或其他 FPGA 功能的卡片，還能夠控制一或多台機器人，或一條自動化生產線，相信它的效能與彈性是呈倍數的遞增，但是總成本是相對的遞減許多。這或許是一個我們所期待的高整合、省成本、高效能的新智能控制系統，最重要的是「不被綁系統、自主控制成本」！

真 64 位元即時系統 “百分百” 使用 CPU 的效能

公司總部位於美國新英格蘭地區的麻薩諸塞州，IntervalZero 的 64 位元即時作業系統 (Real-Time Operating System, RTX64)，成功地將 Windows 轉換成為一個完美在 x64 多核心硬體下運行的即時作業系統。「它」帶來“即時性”的效能、多核心的對稱多處理 (SMP) 與記憶體共享環境下，並且以 Windows 作為人機介面的 64 位元即時作業系統，藉由與 EtherCAT 總線、歐洲標準 PLCopen 的軟體運動控制函數 (Motion Control APIs)、軟體 PLC 等基本功能，正逐步將 PC-Base 的系統效能，發揮到極大化。

RTX64 有一個硬體抽象層 (HAL)，不同於 Windows 的 HAL，它們是個別獨立運作，而且沒有修改 Windows 的必要。這兩個系統是共存共榮。該 RTX64 HAL 最快能夠達到 1 微秒 (1μs) 的即時效能 (通常取決於硬體配置)。在 RTX64 即時子系統 (RTSS) 裡有獨立於 Windows 的排程器 (Scheduler)，可以分配執行緒 (Threads) 到指定內核 (CPU Core) 來實現對稱多處理 (SMP)，而不依賴於虛擬化 (Virtualization) 或複雜的介面間通訊。極大的儲存空間可用於所有內核，沒有記憶分區，從此共同創造了一個絕佳的「即時控制系統」。

KINGSTAR 具自動設定功能 自主選擇硬體品牌、控制成本

KINGSTAR，是以 RTX64 即時作業系統 (Real-Time OS) 整合 EtherCAT 主站 (乙太網現場總線) 為主軸，並加入機器手臂及自動化設備普遍都會用到的軟體 PLC (Software PLC) 及軟體運動控制函數 (Software Motion Control APIs) 的全整合產品。軟體運動控制取代運動控制卡已經逐漸形成市場的新趨勢。藉由強大的 Windows 作為使用介面，將軟體運動控制與 PLC 的邏輯直接運行在 RTX64 中，

利用指定 CPU 的內核來達成一般運動控制卡甚至所有自動控制所可以完成的功能；同時，不需要學會 C 或 C++ 的程式語言，結合已整合完成的 RTX64 與 EtherCAT，可以讓您的機器手臂、自動化機台、AOI 檢測機台、...，等，能夠快速達到研發、測試、量產的 Time-to-Market 的目標。而最終的目的除了希望在前期研發工作及日後維護上能達到簡單、方便，最重要的是還要能夠達成降低成本的目的。

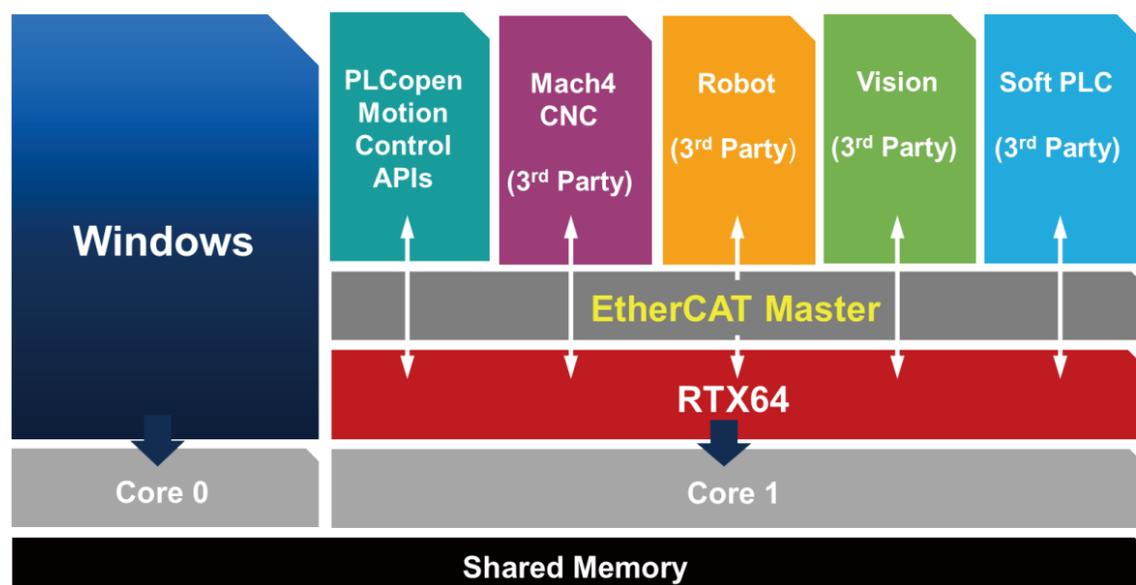


圖 1. KINGSTAR 軟體平台具高度開放性特色，用戶只需自行採購工業電腦，即可在軟體上設計與運行精準運動控制、CNC 與 PLC

國際工業通訊標準之一的 EtherCAT，優點在於它改變連線方式從現今的「多線並聯」到「一線串聯」。EtherCAT 總線功能強大 (二個設備之間的距離可以到 100 公尺、一個區段的網路最多可以連結 65535 個設備，包含驅動器 / 馬達及 IO) 以及速度快 (每個節點接收及傳送資料的時間少於 1 μ s、讀寫一百個伺服軸的系統可以 10kHz 的速率更新)。對於系統的同步，EtherCAT 協定中有提供分散式時鐘機制，即使通訊循環週期有抖動 (jitter)，時鐘的抖動遠小於 1 μ s；一千個分散式數位輸入 / 輸出的程序資料交換只需 30 μ s，相當於在 100Mbit/s 的乙太網傳輸 125 個位元組的資料，更重要的是它的普遍性。全球支持 EtherCAT 從站設備與品牌每天都在增加，這是其他通訊協定，例如 ProfiNet、Sercos、PowerLink、CC-Link、Mechatrolink、...，等所缺乏的強大支持率。KINGSTAR 之所以支援 EtherCAT 通訊的原因就是因為全球有眾多的品牌與設備可供選擇，因此用戶不會被綁系統，更重要的是可以自由選擇品牌、自主控制硬體成本。

另外，KINGSTAR 設計一個非常貼心且與眾不同的功能—自動掃描與設定，類似微軟 Windows 的驅動程式設定「Plug & Play」。所有 KINGSTAR 的客戶都不用擔心每個從站 (slave) 的繁雜設定，只需要將乙太網路線從電腦網路孔連接上從站設備的網路孔，打開電腦並執行 KINGSTAR，就可以運行，非常方便。

不需要會寫程式是 KINGSTAR 的一大特色，但是它絕對不只如此。若用戶有自己特殊用法的運動控制或者 PLC 的邏輯，例如機器人製造商，KINGSTAR 也提供自行編程的功能，透過將客製的運動控制功能加入到 KINGSTAR 與 RTX64 結合，得以實現即時運動控制。再者，KINGSTAR 還有一些許多客戶非常讚嘆的優點，例如提供客戶開發自己的使用介面 (User Interface, UI)，以及提供簡易的方式，讓用戶能夠簡單的使用 PLC 來控制「任何」品牌的機器手臂，大大提升自動化系統整合的功能。

與機器視覺結合 提升自動化產線控制效能

近年來，數位視覺系統的應用範圍越來越廣，從生產線的檢驗、機器手臂的裝配線到生物特徵如指紋、DNA 以及臉部分析，到醫療設備、汽車系統和機器人倉儲系統等等。目前就機器視覺系統的性能要求上，從速度，辨識率，圖像處理的速度、深度與細到控制系統上的速度、精準度和複雜性是越來越高。

GigE Vision 採用一般共用低成本快速影像資料傳輸標準的乙太網線纜和連接器，與其跨越的能力長度達 100 公尺，使用光纖電纜甚至 5000 公尺。因為 GigE Vision 使用乙太網路連

接，不依賴任何專門的硬體，如影像擷取卡傳送其像數據的應用程序。此外，它可支持多個相機，相同的網路與具有每個相機自身的 IP 位址。隨著 RTX64 的多核心的 SMP 特性、GigE 視覺技術與運動控制的結合，這整個影像擷取與處理，得以各自在不同的 CPU 核心內分工運作，不會受到互相干擾而影響整體效能，大大減少了額外對高成本的智能相機及影像擷取卡的需求。除了能夠呈現視覺數據顯示，結合軟體運動控制，也能一同處理生產線上的檢驗結果，達到「即時視覺整合運動控制」。

實際應用案例分享— 不被綁系統、多控制器整合與資料連網

談到這裡，別以為 KINGSTAR 只是一台單一控制器的控制平台，事實上它已經可以是一台智慧自動化生產線的控制平台。目前，PLC、機器手臂、高階機器視覺甚至其他自動化設備都有各自的控制器。舉例來說，若一條智慧產線上有 4 台機器人，或是剛好有 4 種不同設備，則會有 4 台獨立的控制器，分別跑 4

種不同系統，這對於系統整合則會是個極大的考驗。由於 KINGSTAR 裡的 PLC、運動控制甚至外加機器視覺皆運行在整合的 RTX64，所有功能與系統可以在 RTX64 的即時作業系統 (Real-time operating system, RTOS) 裡面百分之百整合在一起，大大減少不同控制器與系統間的整合難度。

去年有一個實際案例。這個客戶在其新型半導體設備，過去習慣使用傳統 PLC + 人機來做為設備的控制器。因為工業 4.0 的趨勢，終端客戶也越來越重視資料連網的功能，因此，傳統 PLC 必須旁邊加上一台電腦來擷取資料並且上傳雲端，因此系統從一台增加為二台，成本也同步增加。權衡客戶在工業 4.0 的聯網、高度整合以及降低成本的考量，決定導入 KINGSTAR 軟體自動化平台做為其控制器的控制平台。透過 KINGSTAR 所提供的整合環境，不僅僅利用軟體 PLC 來作為此設備控制的大腦，此設備也整合了 4 軸機器人以及透過 Windows 來做資料連網。若採用觸控電腦作為控制器，也立即取代傳統人機介面。各位可以試想，基於 KINGSTAR 平台，「一台多核心電腦」可以從事 PLC、機器人演算法、感測器、機器視覺、人機介面以及 IoT 雲端平台

的資料連網及數據分析，輕鬆地將傳統 3 - 5 台控制器全部整合在一台電腦裡，加上自主選擇/控制 EtherCAT 從站，不僅不會被綁系統，還可以大大降低成本，一舉數得！

除此之外，因為是運行在 Windows 的環境，電腦比傳統 PLC 與 PAC 有更大的擴充性，第三方功能的軟體取得與整合非常方便，例如機器視覺 (Vision)、CNC、CAD/CAM、MES、IoT 平台等等，甚至也因為軟體平台的共通性與彈性，設備商方便在共同的 KINGSTAR 平台 (底層是即時系統) 上，開發每一個不同機型的應用程式，就好像手機裡的 APP 一樣，因此公司內部可以建立自己的 App Store，對於新機種的開發可以大大降低開發時間，加速新產品 Time-to-Market 的時間，提升市場競爭力。

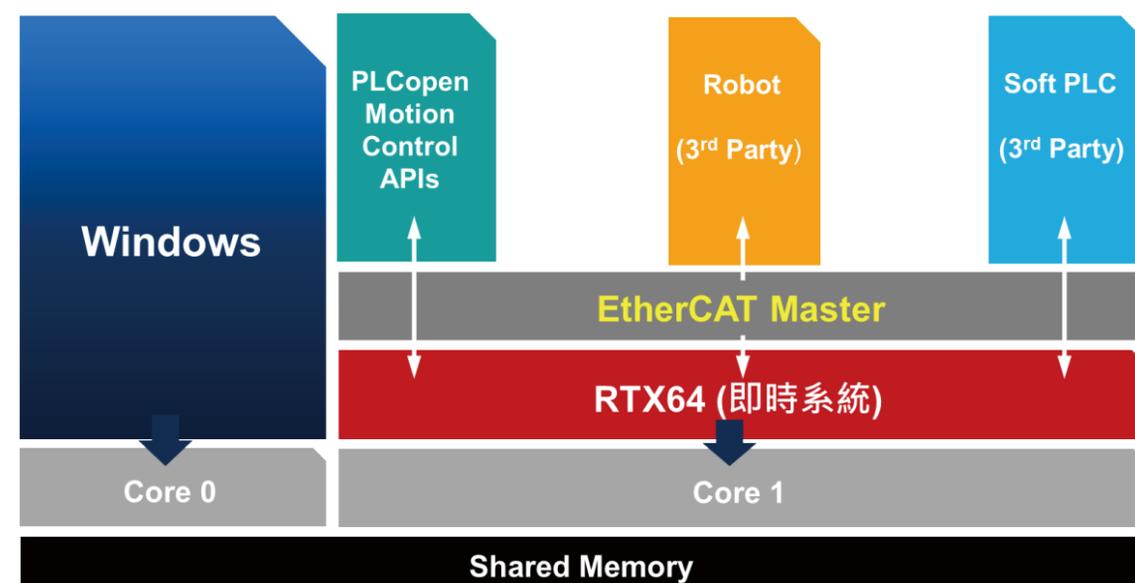


圖 2. KINGSTAR 軟體平台在最新客戶的應用上，既可用軟體 PLC 來控制設備，也「同時」可以操控機器人以及資料連網等，全軟體且即時

達成「工業 4.0」的智慧自動化需求

「智慧製造」的要件是一高整合度、節省成本並且要能快速量產，而且維護容易。透過功能強大的電腦，KINGSTAR 不但可輕鬆處理繁重的運算，最大優勢是一極度的彈性與節省成本。使用 KINGSTAR 除了可以不需要編程人員，運行所需要的相關設備，完全不用擔心系統綁定硬體的問題，只要任何一台 x64 架構的 Windows PC 就可以同時控制數台機器人甚至一條自動化生產線；在工業通訊標準 EtherCAT 的從站設備包含伺服驅動器 / 馬達及 IO 的搭配上，KINGSTAR 會持

續測試並加入新品牌，所以有非常多採購上的選擇，自主控制成本。最重要的是，所有的工作都可以在一台電腦中完成，以最低的成本，達成並超越許多硬體設備的效能；除了 RTX64 與 KINGSTAR 的即時性，能夠幫您管理自動化產線外，透過同一台 Windows 電腦，加上適合的物料及產銷管理系統與聯網系統，不但能輕易達到自動化需求，更可以比擬德國的「工業 4.0」，使您可以加速導入或提升自動化的效能，並且得以達到與歐美先進工業國的製造水平。

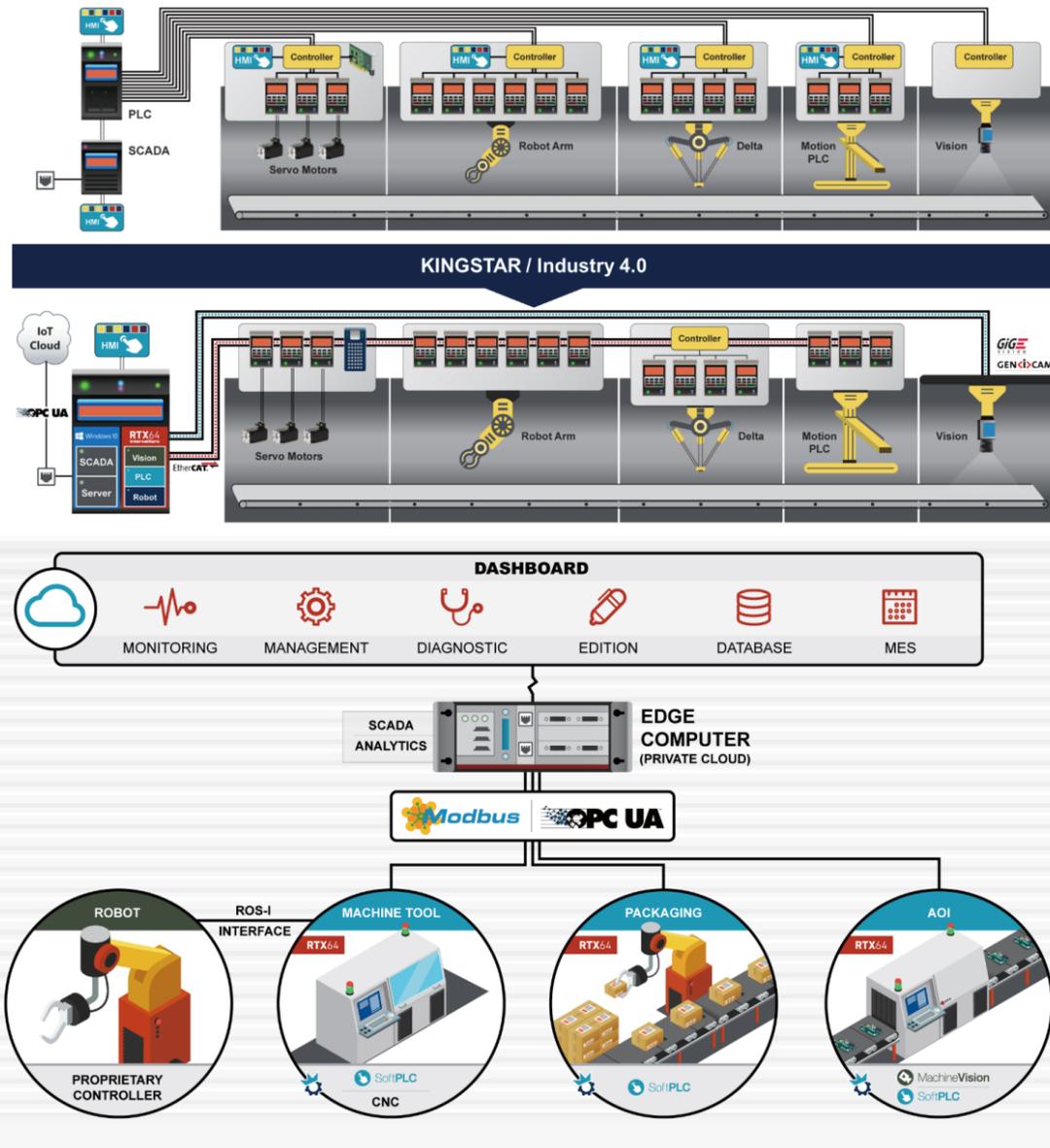


圖 3. 自動化產線的演進

生產製造系統與雲端管理平台 應用案例分析

如何讓工業 4.0 目標落實到中小企業

文：蟲洞科技股份有限公司 許國洲 總經理

背景

近期 COVID-19 疫情影響了全球經濟，台灣有幸在防疫上做到全球第一，但是因為全球供應鏈連動的影響，台灣無法躲過經濟衝擊，但對於未來在全球製造業版圖上，是台灣開始建立優勢戰略位置的好時機，如何運用新技術來建立管理效率，做到遠端可信任的產線數位稽核機制以取信客戶等等，都是目前可以執行的工作。過去 2006 年從歐盟祭出相關環保法規要求電子電機產品以來，從早期導入無鉛製程到 RoHS 符合整合入 CE 認證，在在都顯示產品要到市場上販售，不論是品牌商或是代工廠，甚至是零件商、包材等等都必須強化材料及製程管控能力，並以數據及資訊管理來佐證，方能夠鞏固訂單。正所謂 "No Green, No Order"。過去在法規要求下，相關產品已經落實了相關材料安全的管理，但隨之而來則是生產過程的管理是否能說服客戶放心的給訂單，並且是持續的，而這正是 "No Traceability, No

Order"，製造業往工業 4.0 邁進的其中一項重要指標。

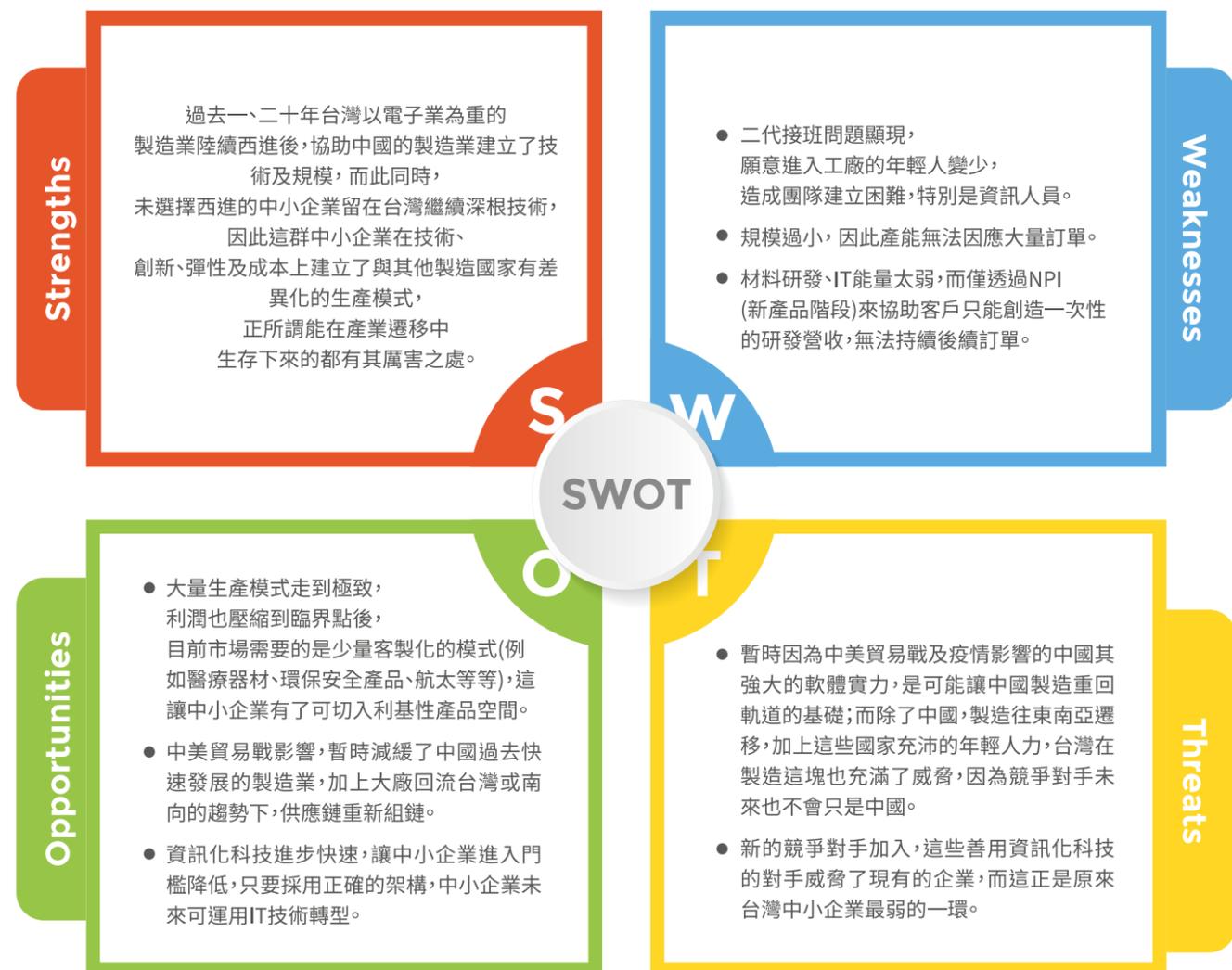
台灣的工業 4.0 發展最初以國家支持的角度投入預算協助大企業以領頭羊方式建立了工業 4.0 示範線，期能透過示範線相關應用展示，來帶動產業持續投資往工業 4.0 目標前進。透過相關示範線展示，包含國內外的應用場域，國內業者也大致上有了想要將整套解決方案落地在自家工廠的想法。從外部示範線到落地於自家工廠，再到全面推廣至企業相關產線，是每個企業主的目標，但困難處是參觀的示範線多數是依據特定情境以專案方式量身訂做，一開始不是以產品化來考慮軟體設計，因此複製成本很高，也難以推廣到預算有限的中小企業。而廣大的中小企業面臨到接班問題，若無法透過新技術轉型，會消失的很快，因為都是同一年齡層的企業主移交不了班。

中小企業幫助了台灣變成非常有特色的供應鏈島國，這樣的模式由台商西進遷移延續至中國後，形成了具備更大能量的製造供應鏈，而一般資訊化系統的導入，中心廠推動機會比較大，因為有足夠的預算及資訊團隊的資源，因此從軟硬體採購、導入再到上線運行及維運自有一套方法能夠完成，也可運用資訊化轉型的能力來達到精實管理的目標，這也是過去這些大廠即使毛利不高，但仍然可以存在的主因之一。但支援這些中心廠的供應商，多數是落在中小企業甚至微型企業的規模，因此在預算、經驗跟資訊人力上都是極度缺乏，也因此這類加工為導向的工廠，

即使技術能力好，速度快，但仍然經營上無法擴大，獲利能力難以再往上精進。因此政府莫不希望能夠尋求一可行方法來協助中小企業能藉由數位化及工業 4.0 轉型為智慧製造，來創造更大的經濟產值。

SWOT 分析 / 案例說明

針對台灣的中小企業製造產業生態，經本人於 2017~2019 間，拜訪相關產業公會及實際拜訪五十家以上中小企業後，期能找出台灣中小企業的強處、弱點，再從中分析出運用 IT 轉型的方法。



過去實際拜訪也協助導入系統於一些台灣中小企業，當中有射出成型廠，上游的造粒廠，金屬加工廠等等，我們會發現現有企業主仍然努力的在其熟悉的領域繼續深耕，但我們也發現這些中小企業在轉型上面臨很大的問題，即使企業主們透過上課、研討會等等都了解了甚麼是工業 4.0，也參觀了很多示範線，但是實際上的困難還是在內部團隊資源的限制。工業 4.0 數位轉型結合了軟硬體，因此比過去 ERP 還複雜，而這些企業基本上要有 IT 部門才有能力導入，但真相是這些中小企業十之八九是沒有合格的 IT 資源配置，這造成了企業升級的困難，也就是說當軟體廠商賣了一套系統給企業，但企業根本沒有人可以維運，沒有維運就沒有轉型的可能。而這些對數位轉型有興趣的企業主也不是不想建立 IT 部門，而是根本找不到有興趣進入製造業的資訊人才，就算有幸找到一兩位，也不可能開發出一套完整的系統，而就算能夠開發出來，這些 IT 人員離職，開發出來的軟體就變成孤兒，企業損失將更大。

軟體的產品化、服務化、雲端化在美國是很成熟的做法，外國公司對於導入這種智慧財產、無形資產軟體的價值認定是高的，台灣企業以硬體出身，對於軟體不熟，缺少一套評估方法，以至於經常採購低價但反而維護上付出更高的成本。這時回想起許久前美國一位軟體前輩提過，一個好的系統對企業來說，應該是使用它，而不見得需要真正擁有它，因為擁有它需要透入更多的潛在成本，而這可能比軟體本身的價格高的多。因此工業 4.0 系統能否在中小企業落地，其問題不在技術問題，而是在思維問題，而越來越多中小企業主經由二代接班後已經逐漸能夠理解軟體的價值及導入方

法，同時也隨著 IT 技術快速發展下，發展成可以落地的方案，後文將介紹其架構與方法。

工業 4.0 技術發展分析

過去的生產模式在單一產品大量生產的模式下，都是將機械式生產設備結合自動化控制系統及設備，將產線做成可支援大量生產的自動化生產線，其應用包含汽車業、半導體業、造紙業、化工業等等。而針對近年自動化的發展，則引入了機械手臂、機器視覺等等自動設備，來解決上下料、移載及品質判定等等自動化需求。凡此種種，都是希望藉由自動化設備的投入，來達到生產效率及穩定生產的目標，這是屬於工業 3.0 時代的生產模式。不過即使是這樣，相當多缺少財力的中小企業加工廠也不見得能夠達到這樣的目標。

為何已經達到自動化生產的工廠，依然是被設定在工業 3.0，而不是在工業 4.0 呢？這當中關鍵是在軟體技術以及系統架構。軟體的存在是為了處理更複雜的生產需求，而會有這樣的需求是因為產品發展趨勢多樣化、供應鏈協力生產以及未來生產人力的缺乏等等趨勢，而國人過去普遍重視硬體，軟體多數被發展成單機上的操控功能，搭著機台配售，無法讓軟體發揮更大的效益，甚至忽略了軟體架構、分散式雲架構的建置，以至於後續產品化、服務最大化及維護性的困難。平台架構的建立，比一般軟體開發難上許多，但對於能持續發展是最重要的，例如 Google，他們服務最重要的，一定不是我們所見的軟體介面開發，而是底層的技术架構持續演進，而國內業者追著新趨勢，幾乎每家硬體廠商

也發展了自家的軟體，能互相看到的功能，則互相參考，因此市場推展時難以創造出差異化。以下則透過筆者實際的產業觀察及系統導入經驗來分析如何規劃出適合中小企業持續發展的平台。

系統架構與功能規劃

參考一些大廠導入的系統，包含了 ERP，MES，PLM，SCM 這些系統，過於龐大複雜

的架構，基本上中小企業是不適用的。經由拜訪過的中小企業經驗理解，就算少數已經導入了進銷存這類 ERP 系統，也花了無法預期的成本做了客製化，基本上仍然無法完全解決企業主的問題，主要原因是這類系統是屬於表單管理系統，其特性是需要培訓系統操作者來輸入資料才可運行，輸入錯誤的資料，管理層自然是在錯誤的基礎上做錯誤的決策。如圖 1 所示：

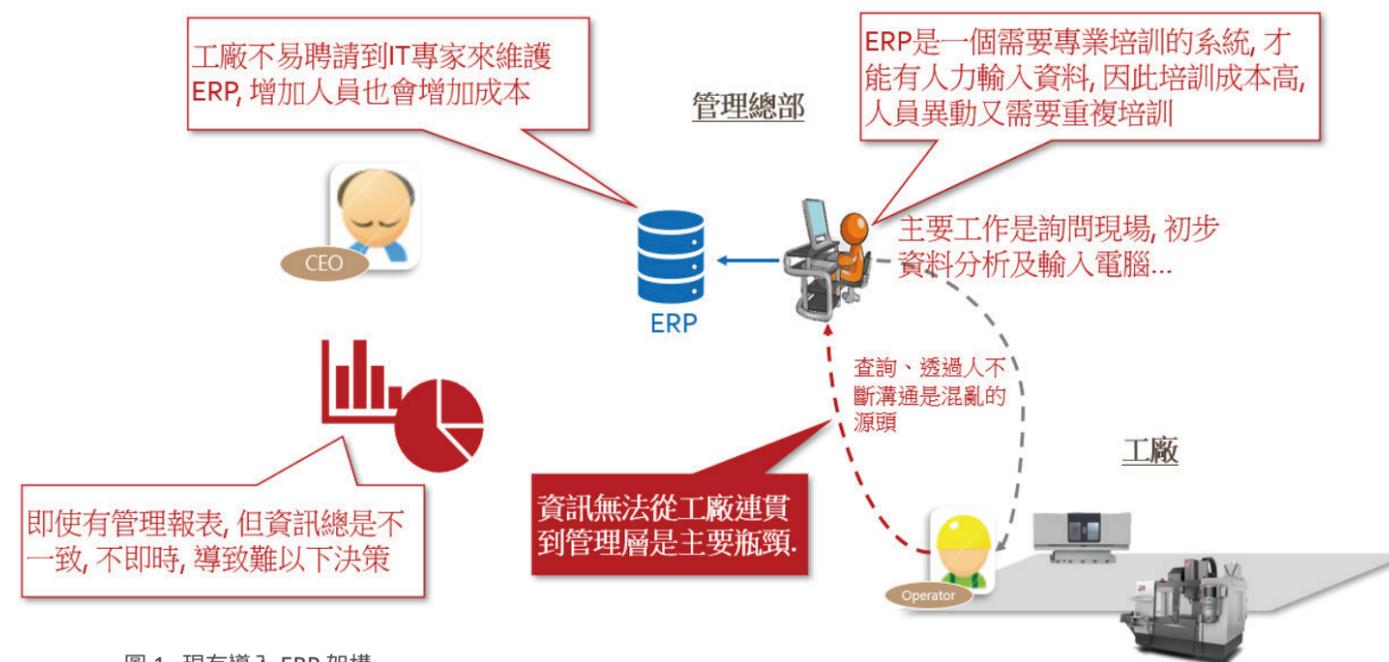


圖 1. 現有導入 ERP 架構

而有導入的中小企業，要達到企業期望的效益其實非常少，主要也不是 ERP 問題，而是行業特性及人力資源配置不適合所導致。電子業可以透過 ERP 創造效益主因是有足夠的 ERP 人員及 IT 人員，也年年編列足夠的預算投資，方可維持，而這是中小企業現況做不到的。

台灣中小企業很多都屬於塑膠、金屬加工，多數是以製造設備為主，人員主要也是投入在生產上的技術人員或品保，因此建立起從設備連結軟體的系統才是其主要的投入建設，如圖 2：

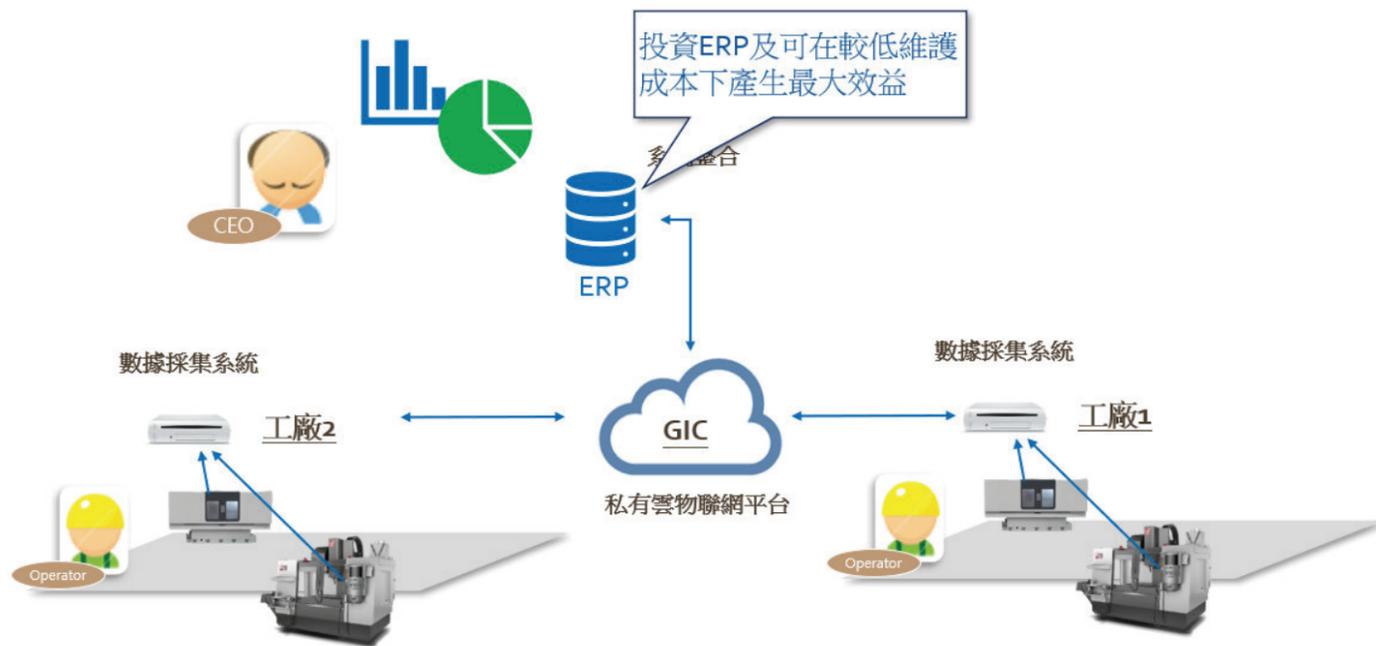


圖 2. 工業物聯網架構

這樣的架構重點是在可伸縮，可複製，因此推廣到不同廠區甚至延伸到接軌上游供應商，都是一樣的架構。主要的生產設備可透過實體網路確保其穩定性，部分輔助的感測

器可透過無線來達到其便利性，目的都是希望蒐集到現場數據，運用相關計算推得管理層期望的資訊。



圖 3. 工業物聯網上的應用

當數據流都以這樣架構完成後，上方就可以延續至相關管理，例如生管需要的MES功能，來進行排工、派工及機台報工；也可建立即時數據的戰情表；或者是追溯詳細的生產履歷及警報來分析潛在影響生產品質不良的因素，如圖3。

在工廠管理中主要的工作屬生管為主的生產計劃排程及執行回報，這部分若是以人工作業，經常會因為一些人員習慣、經驗不足或是臨時插單而造成生產亂序。因此以線上方式結合機台即時狀態，會讓生管作業變得更簡單，以下為一般生管日常運行的功能：

• 排工、派工及報工

圖 4. 生產管理日常排工、派工及報工

而現代化的工廠免不了要運用行動化裝置或未來AR眼鏡的技術，來實現未來工廠運用新載具管理工廠的目標。

圖 5. 行動化管理應用

或是運用 AR 技術將虛擬的網頁資訊投射在實體的工廠內，協助現場工作者掌握即時的資訊，如圖 6。

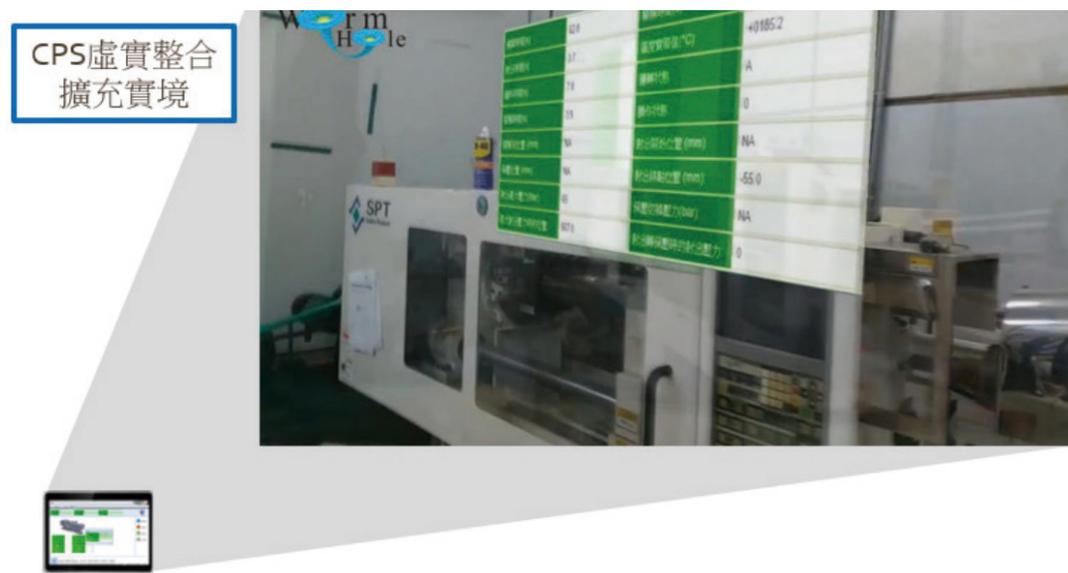


圖 6. AR 虛實整合應用

結論

台灣中小企業特點是產品及服務性價比好，彈性客製化能力強，但缺的是 IT 資源及材料研發，而短期要建立上述能量也是很困難的，因此在與這些中小企業合作上就要思考若能夠運用雲技術、區塊鏈技術，將串聯現場機台到辦公室的應用，變成一項雲服務，從機聯網、伺服器投資、MES 軟體(工廠管理系統)都能夠變成由服務公司投資，協助客戶從建置到上線及初期維運都能以委外方式實現，那中小企業才可能在缺乏 IT 單位的現況下做到往工業 4.0 邁進的路徑上。

如圖 7 架構，先由維運公司(如蟲洞科技)投入後，將複雜的雲架構、工業物聯網連機台，邊緣端主機及軟體等等包裝成一項標準化服務，好處是在預算上可以讓企業主評估出可預期的成本投入(三年及五年總體 TCO

總體擁有成本)，這樣中小企業往工業化 4.0 推進時就有了機會。

軟體預算規劃是中小企業最不熟悉的，因此經常用表面看到的價格來評估，這是錯誤的做法，多數只看第 1 項(軟體授權費)及第 2 項，可是實際上總體成本是如下列所示(隱藏了許多潛在成本)：

一般導入專案的總體擁有成本結構：

1. 軟體授權費
2. 伺服器(2~3 台)
3. 資料庫授權費(微軟、甲骨文等)
4. 導入服務費(視人力需求、客製化)-不定期需求
5. 後續年度維護費用 - 每年一次費用
6. 建立資訊單位的每月薪資、勞健保及培訓成本 - 每月費用

參考了上述的整體擁有成本架構，就理解到為何中小企業難以導入軟體系統了，因為電子大廠單是建立一支 IT 軍隊，每年的預算就超出上億了。

對於中小企業來說，透過類似汽車租賃這種模式來編列預算，除了期初這些軟硬體資產投入可月費化，維運又可外包，是在缺少足夠 IT 資源下可以執行的模式，這也是目前我們實際案例已經落實的方式。

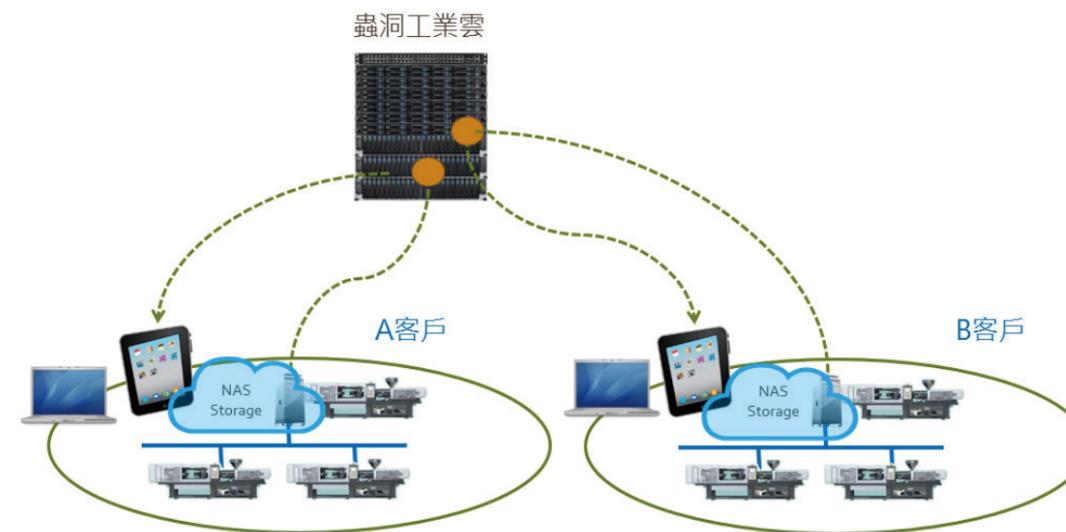


圖 7. 工業雲架構

蟲洞科技簡介

www.wmholetech.com

蟲洞科技主要是提供綠色供應鏈解決方案，幫企業建立供應商材料安全數據，以簡化及降低產品符合環保法規的管理成本。近年更以過去累積的雲技術發展工業互聯網技術平台，以提供客戶從機台整合到 MES 系統的整體方案。





2020
AUTOMATICA

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

📅 12.06(日)-12-13(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

改變 機械 OEM 商業模式的 四個重要趨勢

文：施耐德電機工業自動化部門 詹泰一 產品技術經理

四大核心趨勢正在重塑全球機械 OEM 業務的未來：人工智慧 (AI) 的普及、全球 OEM 競爭性質的改變、OEM 行業內併購的顯著增加以及後疫情時代的改變。隨著全球 OEM 業務模式不斷改變，現實正在告訴我們：如果無法順應這些關鍵趨勢則將面臨嚴峻的挑戰！了解這些關鍵趨勢是維持競爭力以及企業的生存之道。以下列舉值得關注的趨勢特徵：

AI 人工智慧

AI 是數位變革浪潮的一部分，此一浪潮正撼動著許多行業。AI 功能將逐步進入機械設計參數和機械核心。首先是 HMI 人機介面的改變；語音識別、圖像識別和擴增實境等 AI 應用程序將改變機械的操作與維護方式。為了製造出可以學習的機械，OEM 設備製造商將需要與終端業主合作、導入大數據演算法以及熟悉這些新工具技能的人員來整合這些 AI 功能。

全球競爭

美國和歐洲的 OEM 設備商目睹了來自亞洲區 OEM 設備商所帶來的全球 OEM 競爭 - 亞洲廠商具備高度成本優勢，同時能夠設計西方

機械設計極為相似的機械設備。為了對抗這種威脅，歐美品牌的設備製造商不得不調整其銷售策略，在其一貫銷售的精密複雜且昂貴的機械中，開發低價替代設備以便在新興經濟市場中競爭。面臨此舉，中國 OEM 設備製造商也不斷尋求開發新技術並導入最新科技技術，以做出差異化競爭。

收購

OEM 廠商透過收購手段進入或佔有市場，其業務模式正在從區域性轉向全球性。諷刺的是，業務層面目標是全球市場，但商品銷售時卻需要接該區域的地氣。例如，一旦世界主要地區的政治發生變化，就會對當地市場造成影響。政治推動著眼於本土化發展，以對抗全球化的衝擊。這些對於 OEM 設備製造商來說，則意味著必須在設計和製造的機械中融入開放性和靈活性，以便符合全球各地迅速變化的當地市場偏好。

敏捷性

COVID-19 造成全球性的影響，不只是改變社交行為以及全球經濟的變化。製造業面對

後疫情時代如何維持彈性健康的供應鏈，以確保生產效能不受衝擊；包括全球化生產基地的戰略佈局分散風險，運用數位工具遠距管理生產製程，以最新科技技術扮演專家角色以降低人員直接接觸的風險，OEM 設備商必須有能力協助製造業主建構新的「智慧」與「健康」生產模式。

新的數位科技促成了商業模式的創新

近幾年來，機械製造設計和機械交付不再是機械設備商主要的關注核心。事實上，由於全球性的市場競爭，銷售利潤的衝擊下，交機後的售後維護服務在現今收入中的佔比越來越大；數位化和雲計算創造了許多新的商業契機。

譬如，以發電為例，某些 OEM 設備商從出售發電機給終端用戶，轉變為向客戶收取運用發電機所產出的電量費用，但機器本身仍屬於 OEM 設備商的財產，並未賣斷。另外，在包材行業中，某些 OEM 設備商僅按機械生產

的包裝數量收費。諸如此類的做法，不但可使客戶減少他的資本支出（無需購買機器），而 OEM 廠商則可以建立穩定持續的、可預測的服務收入。

提供遠距服務的數位工具也會影響 OEM 設備商在現場查看和維護其機械的方式。業主可以在雙方同意下，開放授權將現場的機械數據上傳到雲端，以低廉的費用協助客戶如何為優化機械打開了大門。這種信息可以幫助降低 OEM 成本，同時提高生產製造的獲利能力。

法商施耐德電機 Schneider Electric 為協助製造業輕鬆升級工業 4.0，提出 EcoStruxure Machine 三層式工業物聯網架構服務，包括：第一層物聯網產品，第二層邊緣控制以及第三層應用程序、軟體和分析的機械雲服務。OEM 設備商不須花費高額系統程式開發成本，直接透過 EcoStruxure Machine 開放、彈性的平台與管理軟體，並透過機械雲將數據轉化為深具洞察力的關鍵分析以及擴增實境實現專家管理，提升營運績效及業務成長。



兼具經濟效益與優良機械性質之 液態矽橡膠射出成型快速模具 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

然而液態矽橡膠 (Liquid Silicone Rubber, LSR) 具備耐氣候性、耐酸鹼、抗紫外光、耐燃性、電絕緣與防潮性等諸多優點，因此液態矽橡膠製品逐漸廣泛被使用。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。因此如何研製兼具經濟效益、優良機械以及物理性質之金屬樹脂並運用於液態矽橡膠射出成型，即變成一個重要研究議題。因此本研究針對環氧樹脂基快速模具材料製備與最佳混合比例進行研究。本研究發現，鋁粉與環氧樹脂混合重量比例 65:35 為製作液態矽橡膠射出成型快速模具之最適混合比例。運用本研究所調配混合物製作之快速模具具備低成本、優良機械以及物理性質。經過 200 模次液態矽橡膠射出成型試驗，運用本研究所調配混合物製作之快速模具之模具平均表面粗糙度增加量與運用商業金屬樹脂所製作液態矽橡膠射出成型快速模具之模具平均表面粗糙度增加量非常接近。運用本研究所調配混合物製作模仁成本僅約運用商用金屬樹脂之 1/8。運用本研究所調配混合物製作試片之拉伸強度、硬度、壓縮強度以及衝擊強度分別約為運用商用金屬樹脂所製作試片之 85%、97%、89% 以及 99%。此外，運用本研究所調配混合物製作試片之與運用商業金屬樹脂所製作試片之升溫速率非常接近，接近程度約為 82%。

關鍵詞

液態矽橡膠、

鋁粉、環氧樹脂、

機械性質、物理性質、

表面粗糙度

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。與液態矽橡膠射出成型相關的研究，例如：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 °C 之間，才能夠加速交聯反應，進而提升產能。

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 (Aluminum-filled epoxy resins) [4-9] 為間接快速模具技術 (indirect rapid tooling technology) 最常使用的材料，主要的原因為金屬樹脂可以製作少量多樣暫用模具，代替傳統鋁模或鋼模，運用於塑膠射出成型 (plastic injection molding) [10]、低壓射蠟 (wax injection molding) [11-18] 或熱壓印成型 (hot embossing molding) [19-26]，進行少量多樣試產。目前使用過金屬樹脂均從國外進口總共有三種：(a) 第一種為德國 MCP 所生產金屬樹脂，每公斤約 4,000 元；(b) 第二種為日本三菱化工所生產金屬樹脂，每公斤約 3,200 元與 (c) 第三種為美國 Devcon 所生產金屬樹脂，每公斤約 3,500 元。根據實務經驗發現：(a) 以上三種金屬樹脂價格非常昂貴以及 (b) 金屬樹脂之機械性質與物理性質可以再提升。提升工程材料機械性質、物理性質或化學性質相關的研究，例如：Fu 等人 [27] 於環氧樹脂內添加奈米粒徑之氧化鋁 (aluminum oxide) 與氮化硼 (boron nitride)，以提升其熱導電之能力。Wang 等人 [28] 結合積層製造技術與金屬電弧噴塗技術 (arc metal spray technology) 來製作旋轉鑄造模具 (spin casting mold)。Chung 等人 [29] 於環氧樹脂內部添加不同填料 (filler) 製作試片，並藉由磨耗試驗 (abrasion test)、拉伸

試驗、熱傳導實驗來研究製作快速模具之最適填料以及最適環氧樹脂與填料調配比例，並實際應用於低壓射蠟模具製作與應用。Burmistrov 等人 [30] 於環氧樹脂內添加鉀聚鈦酸酯 (potassium polytitanate) 顆粒，以提升其機械性質 (mechanical properties)。Gope 等人 [31] 於環氧樹脂內添加奈米粒徑之二氧化矽 (silica) 與苯乙烯-丁二烯橡膠 (styrene-butadiene rubber)，以提升其壓縮強度 (compressive strength)。Wetzel 等人 [32] 於環氧樹脂聚合物基材 (epoxy polymer matrix) 添加奈米粒徑之二氧化鈦 (titanium dioxide) 與微米粒徑之矽酸鈣 (calcium silicate)，以提升其耐衝擊 (impact) 與耐磨耗 (wear) 之能力。

因此如何研製兼具經濟效益、優良機械以及物理性質之金屬樹脂，即變成一個重要研究議題。因此本研究以環氧樹脂與鋁粉調配混合，並以拉伸試驗、硬度試驗、壓縮試驗、衝擊試驗以及熱傳導實驗，研究環氧樹脂與鋁粉之最佳混合比例。並以環氧樹脂與鋁粉之最佳混合比例製作液態矽橡膠射出成型快速模具，並藉由液態矽橡膠射出成型，評估可行性、模具壽命與其效益。

實驗方法與步驟

本研究所使用材料包括平均粒徑約為 45 μm 鋁粉 (First chemical Inc.)、壓克力 (Polymethylmethacrylate, PMMA) 板材、矽膠主劑 (KE-1310ST, Shin Etsu Inc.)、硬化劑 (CAT-1310S, Shin Etsu Inc.)、離型劑、環氧樹脂 (174, Jasdi Chemicals Inc.)、以及商業用金屬樹脂 (TE-375, Jasdi Chemicals Inc.)。本研究所使用硬體與設備包括德國 ARBURG Allrounder

370S 700-290 液態矽橡膠射出成型機 (injection molding machine)、掃描電子顯微鏡 (scanning electron microscope, SEM)(S-3400N, Hitachi Inc.)、X 光繞射儀 (X-ray Diffractometer, XRD)(D8 ADVANCE, Bruker Inc.)、萬能試驗機 (Insight 5, MTS systems Inc.)、紅外線溫度感測儀 (infrared temperature sensor) (Ti40, Fluke Inc.)、金相顯微鏡 (M835, Microtech)、白光干涉儀 (White Light Interferometers, WLI) (7502, Chroma Inc.)、真空注塑機 (F-600, Feiling Inc.)、精密電子秤 (AWH3, Excell Inc.)、蕭氏硬度計 (GS720G, Teclock Inc.)、易佐 (Izod) 衝擊試驗機 (QC-639D, Cometech Inc.)、資料收集器 (MRD-8002L, IDEA System Inc.)、恆溫烤箱 (DH 400, Dengyng Inc.)、加熱板 (hot plate) (YS-300S, YOTEC Inc.)、k 型式熱電偶 (TC05, Cheng Tay Inc.) 以及直徑 10 mm 550W 電熱棒 (cartridge heaters)。本研究流程為：(a) 研究 174 環氧樹脂與鋁粉可以均勻混合之重量比例；(b) 選擇拉伸試驗 (tensile test)、硬度試驗 (hardness test)、壓縮試驗 (compression test) 以及衝擊試驗 (impact test) 標準試片：拉伸試驗之測試規範為 ASTM D638 [33]，拉伸試驗之試片尺寸為長度 165 mm、頸寬 12.7 mm 以及厚度 3.17 mm、硬度試驗之測試規範為 ASTM D2240 D-type [34]，硬度試驗之長度 40 mm、寬度 40 mm 以及厚度 10 mm、壓縮試驗之測試規範為 ASTM D695 [35]，壓縮試驗之試片尺寸為直徑 4 mm 以及高度 10mm、衝擊試驗之測試規範為 ASTM D256 [36]，衝擊試驗之試片尺寸為長度 55 mm、寬度 10mm 以及厚度 10 mm；(c) 根據標準試片製作矽膠模具：圖 1 為製作拉伸試驗、硬度試驗、壓縮試驗以及衝擊試驗標準試片之矽膠模具；(d) 製作標

準試片：調配 174 環氧樹脂與鋁粉四種不同混合重量比例來製作標準試片：鋁粉與環氧樹脂之重量比例為 50:50、55:45、60:40、65:35；(e) 選擇環氧樹脂與鋁粉最適混合重量比例：根據拉伸試驗、硬度試驗、壓縮試驗、衝擊試驗測試規範之測試結果以及熱傳導實驗 (heat conduction experiment) 之結果，決定 174 環氧樹脂與鋁粉最適混合重量比例，圖 2 為試片之硬度量測位置示意圖，量測點共有九處，表硬度量測後取平均值，做為表面硬度數值；(f) 製作液態矽橡膠射出成型模

仁：運用 TE-375 商業用金屬樹脂以及本研究提出 174 環氧樹脂與鋁粉最適混合重量比例來製作液態矽橡膠射出成型模仁：模仁尺寸為長度 32 mm、寬度 32 mm 以及厚度 7 mm；(g) 液態矽橡膠射出成型實驗以及 (h) 效益評估：將兩副快速模具安裝於模座 (mold base)，以一模兩穴與相同射出成型參數進行 200 模次 (molding cycle) 液態矽橡膠射出成型，觀察液態矽橡膠射出成型品數量與表面粗糙度之關係以及製作成本分析與比較。圖 3 為熱傳導實驗之情形。

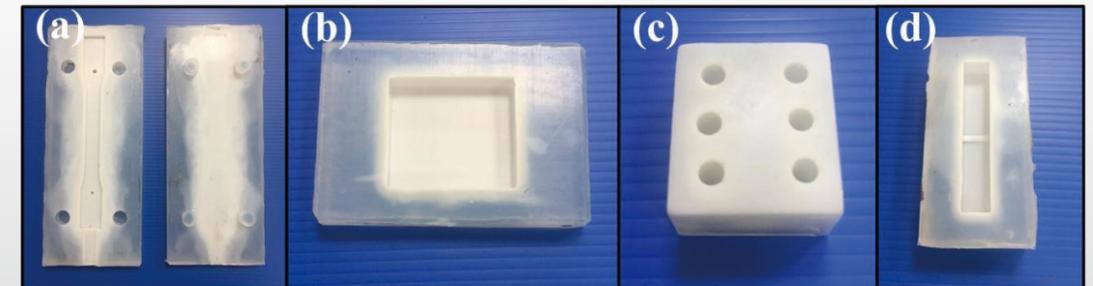


圖 1. 製作 (a) 拉伸試驗、(b) 硬度試驗、(c) 壓縮試驗以及 (d) 衝擊試驗標準試片之矽膠模具

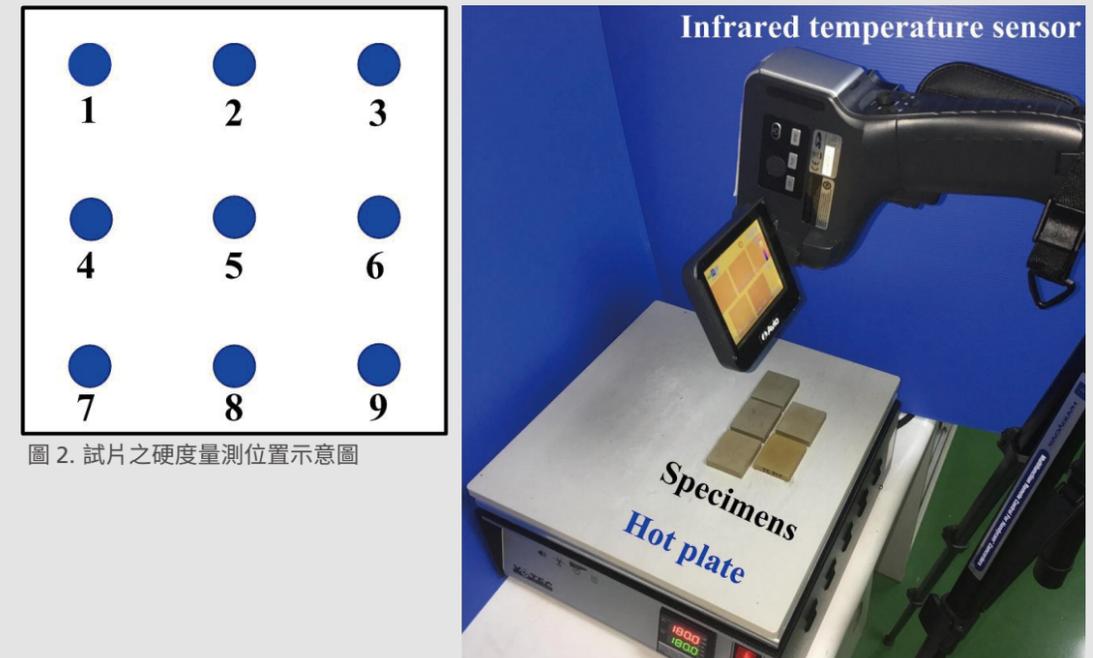


圖 2. 試片之硬度量測位置示意圖

圖 3. 熱傳導實驗之情形

結果與討論

為了研究 174 環氧樹脂與鋁粉可以均勻混合之重量比例上限，本研究於環氧樹脂分別添加 50 wt%、55 wt%、60 wt%、65 wt% 以及 70wt% 鋁粉。圖 4 為環氧樹脂添加 65wt% 鋁粉與 70wt% 鋁粉所製作試片之實體圖。結果發現，當環氧樹脂添加超過 65 wt% 鋁粉時，無法運用於製作液態矽橡膠射出成型快速模具，主要的原因為，當環氧樹

脂內添加 70wt% 鋁粉所調配之混合物攪拌困難，於真空脫泡過程中，混合物內部之氣泡更無法完全被移除，因此所製作試片之內部含大量氣孔 (air bubble)。因此，本研究發現環氧樹脂內部添加鋁粉之重量比例上限為 65 wt%。因此，本研究將以環氧樹脂添加 50 wt%、55 wt%、60 wt% 以及 65 wt% 鋁粉來製作機械性質測試之試片。圖 5 為拉伸試驗、硬度試驗、壓縮試驗以及衝擊試驗標準試片之實體圖。

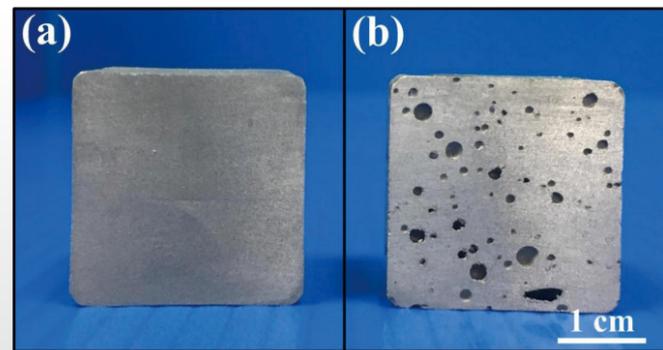


圖 4. 環氧樹脂內添加 (a)65wt% 鋁粉與 (b)70wt% 鋁粉所製作試片之實體圖

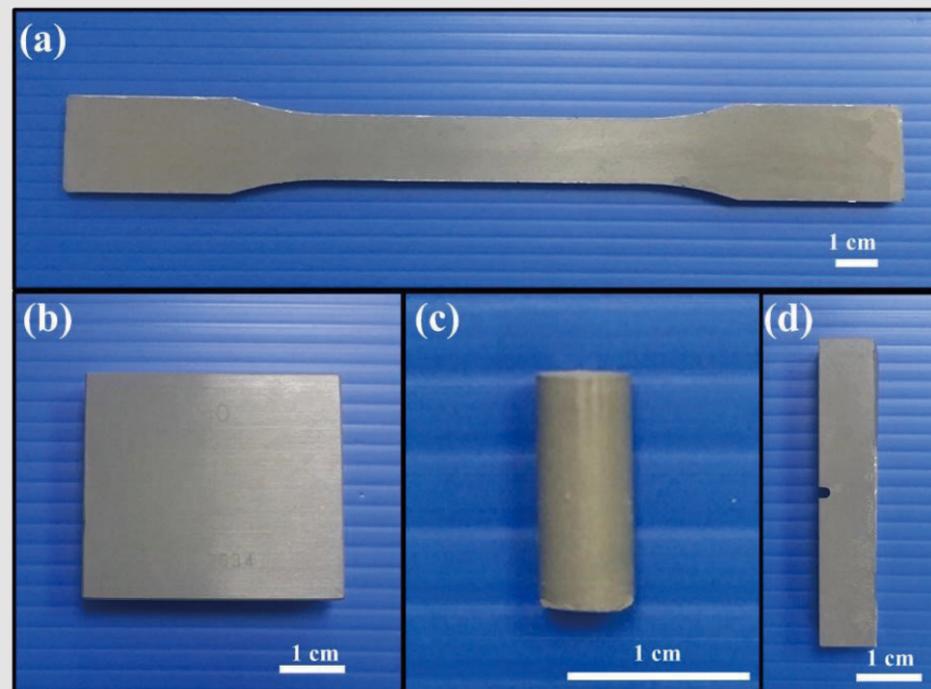


圖 5. 標準試片之實體圖 (a) 拉伸試驗，(b) 硬度試驗，(c) 壓縮試驗以及 (d) 衝擊試驗

環氧樹脂之表面蕭氏硬度 Shore D 約為 80。圖 6 為運用商業金屬樹脂與四種不同鋁粉與環氧樹脂重量混合比例所製作試片之蕭氏硬度。結果發現，運用商業金屬樹脂所製作試片之蕭氏硬度 Shore D 約為 87.7，當環氧樹脂添加 50 wt%、55 wt%、60 wt% 以及 65 wt% 鋁粉之蕭氏硬度 Shore D 分別約為 85.6、85.4、85.6 以及 85.7，此結果可以發現三個現象：(a) 於環氧樹脂內部添加不同重量鋁粉之蕭氏硬度 Shore D 並無明顯變化；(b) 於環氧樹脂內部添加 50 wt%、55 wt%、60 wt% 以及 65 wt% 鋁粉之蕭氏硬度 Shore D 與運用商業金屬樹脂所製作試片之蕭氏硬度 Shore D 非常接近，接近程度約為 97% 以及 (c) 於環氧樹脂內部添加鋁粉，表面蕭氏硬

度 Shore D 確實比純運用環氧樹脂所製作試片之表面蕭氏硬度 Shore D 高，表面蕭氏硬度 Shore D 之提升率約為 6%。圖 7 為運用商業金屬樹脂與四種不同鋁粉與環氧樹脂重量混合比例所製作試片之衝擊強度。結果發現，運用商業金屬樹脂所製作試片之衝擊強度約為 1.049 J/cm²，當環氧樹脂添加 50 wt%、55 wt%、60 wt% 以及 65 wt% 鋁粉之衝擊強度分別約為 0.786 J/cm²、0.812 J/cm²、0.942 J/cm² 以及 1.048 J/cm²，此結果可以發現兩個現象：(a) 試片之衝擊強度會隨著環氧樹脂內部添加鋁粉之重量增加而增加；(b) 當環氧樹脂添加 65 wt% 鋁粉之衝擊強度與運用商業金屬樹脂所製作試片之衝擊強度非常接近，接近程度約為 99%。

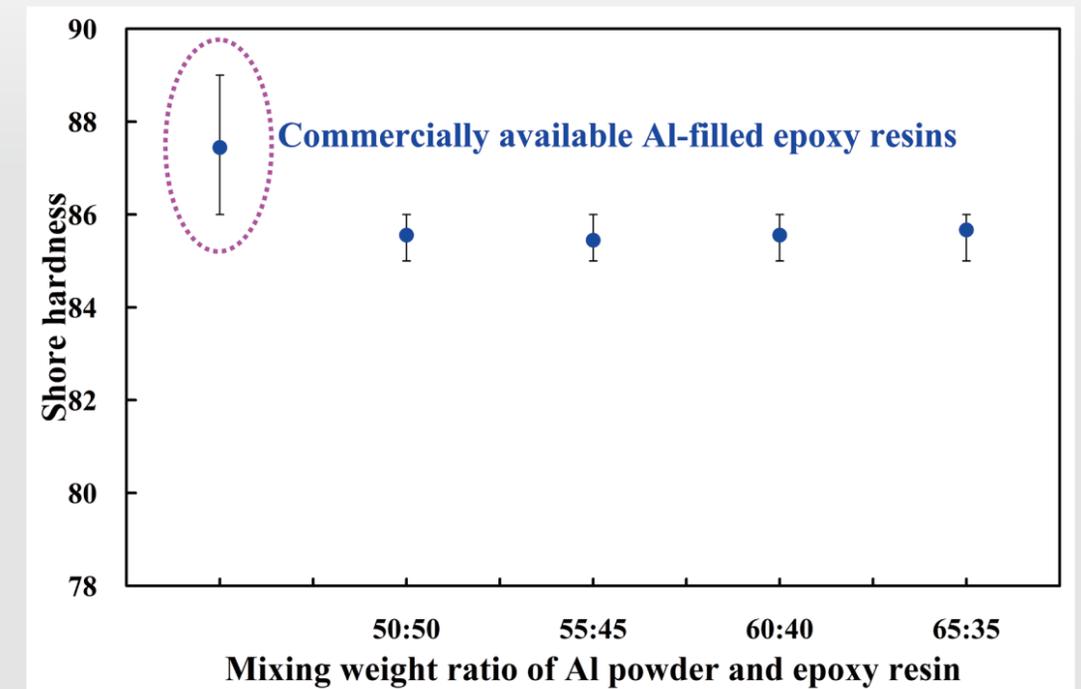


圖 6. 運用商業金屬樹脂與四種不同鋁粉與環氧樹脂重量混合比例所製作試片之蕭氏硬度

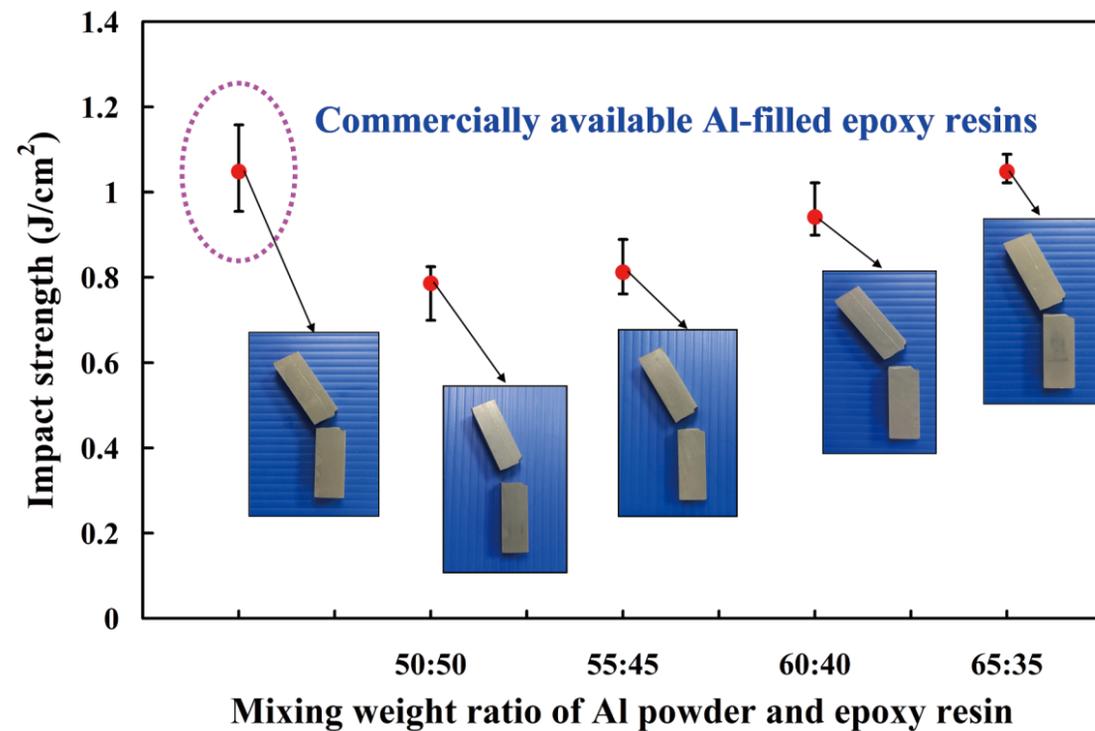


圖 7. 運用商業金屬樹脂與四種不同鋁粉與環氧樹脂重量混合比例所製作試片之衝擊強度

圖 8 為運用商業金屬樹脂與四種不同鋁粉與環氧樹脂重量混合比例所製作試片之壓縮強度。結果發現，運用商業金屬樹脂所製作試片之壓縮強度 (compressive strength) 約為 31.4 MPa 當環氧樹脂添加 17.6 MPa、21.4 MPa、26.3 MPa 以及 28.2 MPa 鋁粉之壓縮強度分別約為，17.6MPa、21.4 MPa、26.3 MPa 以及 28.2 MPa，此結果可以發現兩個現象：(a) 試片之壓縮強度會隨著環氧樹脂內部添加鋁粉之重量增加而增加；(b) 當環氧樹脂添加 65 wt% 鋁粉之衝擊強度與運用商業金屬樹脂所製作試片之壓縮強度非常接近，接近程度約為 85%。

程度約為 89%。圖 9 為運用商業金屬樹脂與四種不同鋁粉與環氧樹脂重量混合比例所製作試片之拉伸強度。結果發現，運用商業金屬樹脂所製作試片之拉伸強度 (tensile strength) 約為 62.8 MPa 當環氧樹脂添加 43.8 MPa、48.7 MPa、49.8 MPa 以及 53.4 MPa 鋁粉之壓縮強度分別約為，此結果可以發現兩個現象：(a) 試片之拉伸強度會隨著環氧樹脂內部添加鋁粉之重量增加而增加；(b) 當環氧樹脂添加 65 wt% 鋁粉之拉伸強度與運用商業金屬樹脂所製作試片之拉伸強度非常接近，接近程度約為 85%。

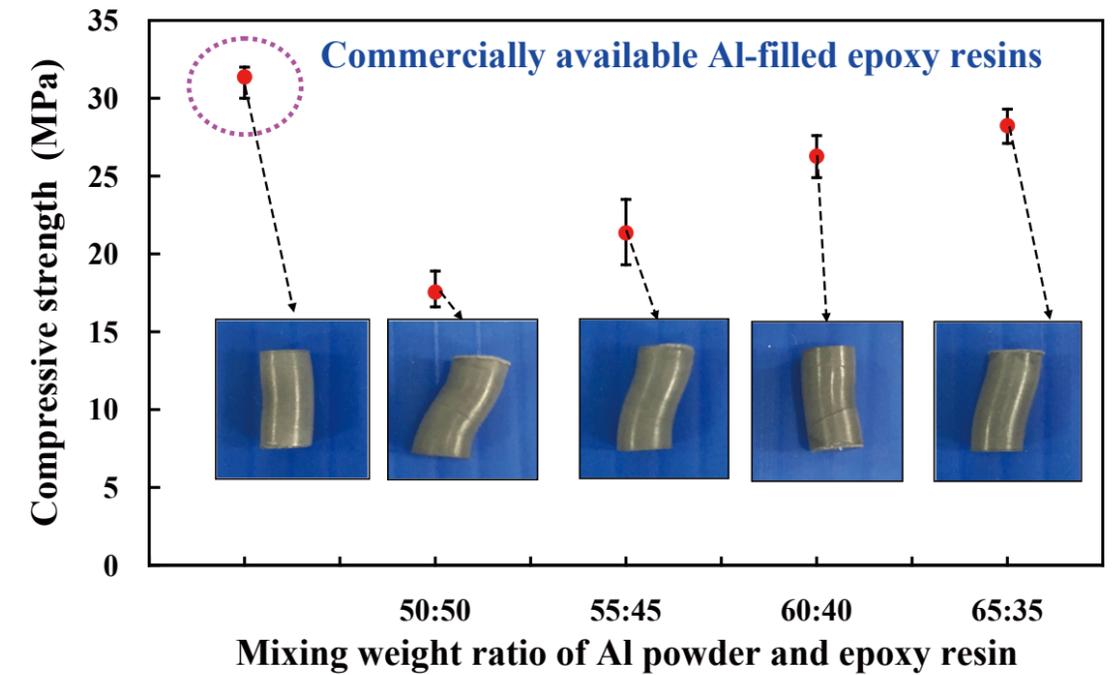


圖 8. 運用商業金屬樹脂與四種不同鋁粉與環氧樹脂重量混合比例所製作試片之壓縮強度

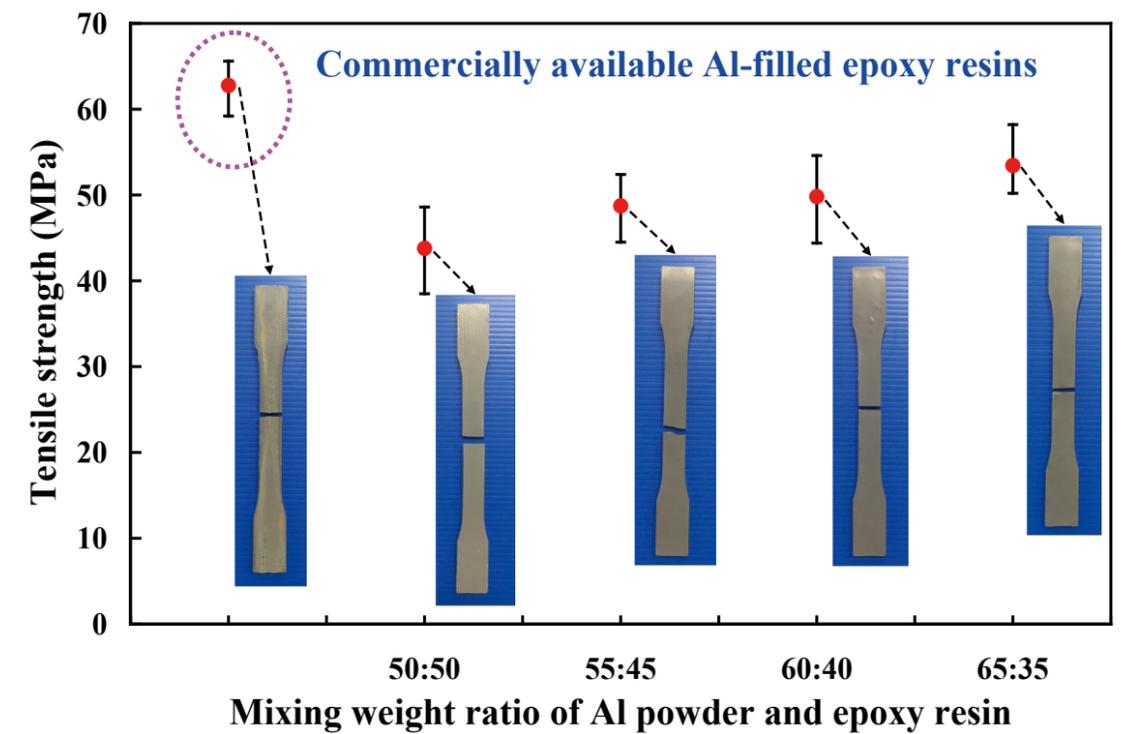


圖 9. 運用商業金屬樹脂與四種不同鋁粉與環氧樹脂重量混合比例所製作試片之拉伸強度

於液態矽橡膠射出成型，模具之溫度必須維持在 160-190 °C 之間，才能夠使模穴內之液態矽橡膠產生交聯反應。為了瞭解運用商業金屬樹脂以及本研究提出四種鋁粉與環氧樹脂混合重量比例為 50:50、55:45、60:40 以及 65:35 所製作試片之導傳熱性能，本研究以加熱板加熱五種試片，目標值為 170 °C，進行熱傳導實驗。圖 10 為運用商業金屬樹脂與與四種不同鋁粉與環氧樹脂重量混合比例所製作試片之升溫曲線。結果可以發現三個現象：(a) 鋁粉含量越高，試片之升溫曲線越快；

(b) 運用商業金屬樹脂所製作之試片，經過加熱 9 分鐘之後，模具表面溫度 (mold surface temperature) 即可以達到約 170 °C；運用鋁粉與環氧樹脂混合重量比例 65:35 所製作之試片，經過加熱 11 分鐘之後，模具表面溫度 (mold surface temperature) 即可以達到約 168 °C；(c) 運用鋁粉與環氧樹脂混合重量比例 65:35 所製作試片之升溫速率，最接近運用商業金屬樹脂所製作試片之升溫速率 (heating rate)，接近程度約為 82%。

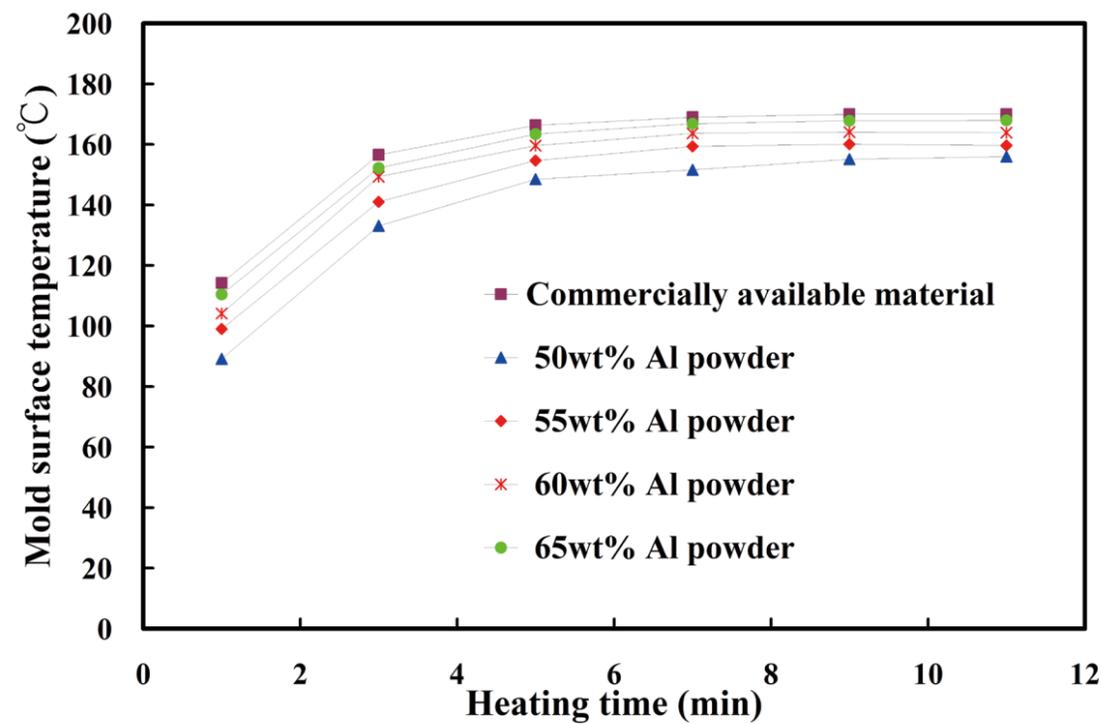


圖 10. 運用商業金屬樹脂與與四種不同鋁粉與環氧樹脂重量混合比例所製作試片之升溫曲線

本研究提出以鋁粉與環氧樹脂來製作液態矽橡膠射出成型快速模具，為了商業金屬樹脂之材料成份，本研究運用電子顯微鏡以及 X 光繞射儀進行分析。圖 11 為本研究調配金屬樹脂之電子顯微鏡照片。圖 12 為商用金屬樹脂與本研究調配金屬樹脂之 X 光繞射圖

譜。結果明顯說明，商業金屬樹脂之成份為鋁粉與環氧樹脂，材料內部並無添加其他強化填料 (reinforcing filler)。此結果表示，本研究以鋁粉與環氧樹脂來製作液態矽橡膠射出成型快速模具之優勢為低材料成本。

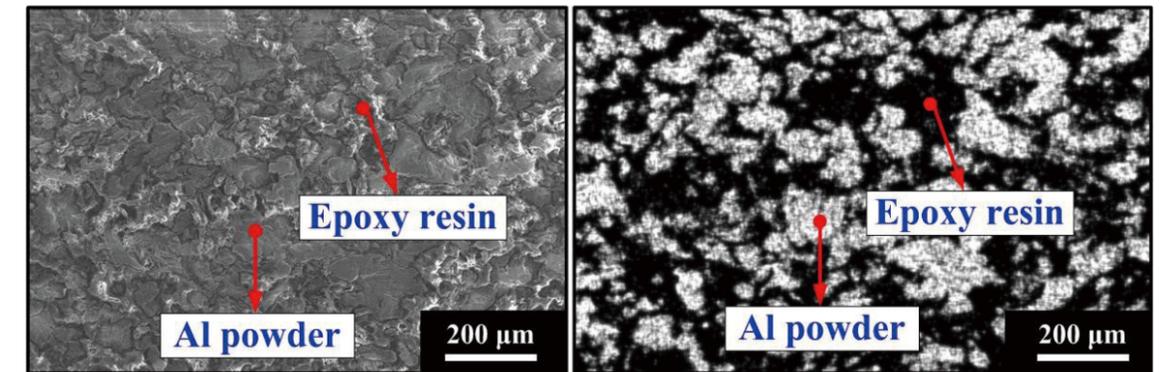


圖 11. 本研究調配金屬樹脂之電子顯微鏡照片

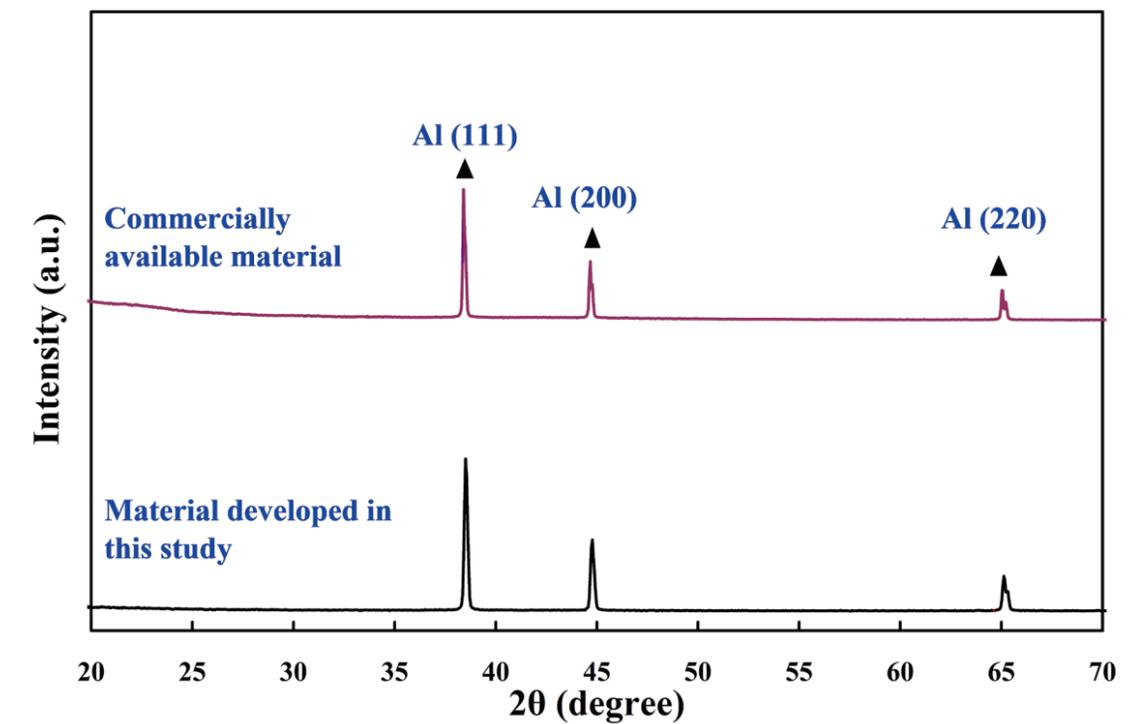


圖 12. 商用金屬樹脂與本研究調配金屬樹脂之 X 光繞射圖譜

根據上述成果發現，鋁粉與環氧樹脂混合重量比例為 65:35 為製作液態矽橡膠射出成型快速模具之最適混合比例。為了驗證運用本研究所研製液態矽橡膠射出成型快速模具與運用商業金屬樹脂所製作液態矽橡膠射出成型快速模具之性能，本研究將兩副快速模具安裝於模座，以一模兩穴與相同射出成型參數，進行 200 模次液態矽橡膠射出成型，射出成型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。圖 13 為運用商用金屬樹脂與本研究所調配金屬樹脂所製作快速模具進行液態矽橡膠射出成型之情形。圖 14

為運用商用金屬樹脂與本研究所調配金屬樹脂所製作快速模具所製作之液態矽橡膠射出成型品。圖 15 為液態矽橡膠射出成型品數量與表面粗糙度之關係。運用商業金屬樹脂所製作液態矽橡膠射出成型快速模具進行射出成型，第 0、60、100、140 以及 200 模次，模具平均表面粗糙度分別為 85 nm、198 nm、469 nm、883 nm 以及 1310 nm；運用本研究所研製液態矽橡膠射出成型快速模具進行射出成型，第 0、60、100、140 以及 200 模次，模具平均表面粗糙度分別為 102 nm、255 nm、552 nm、973 nm 以及 1352 nm。結果明顯說明，運用商業金屬樹

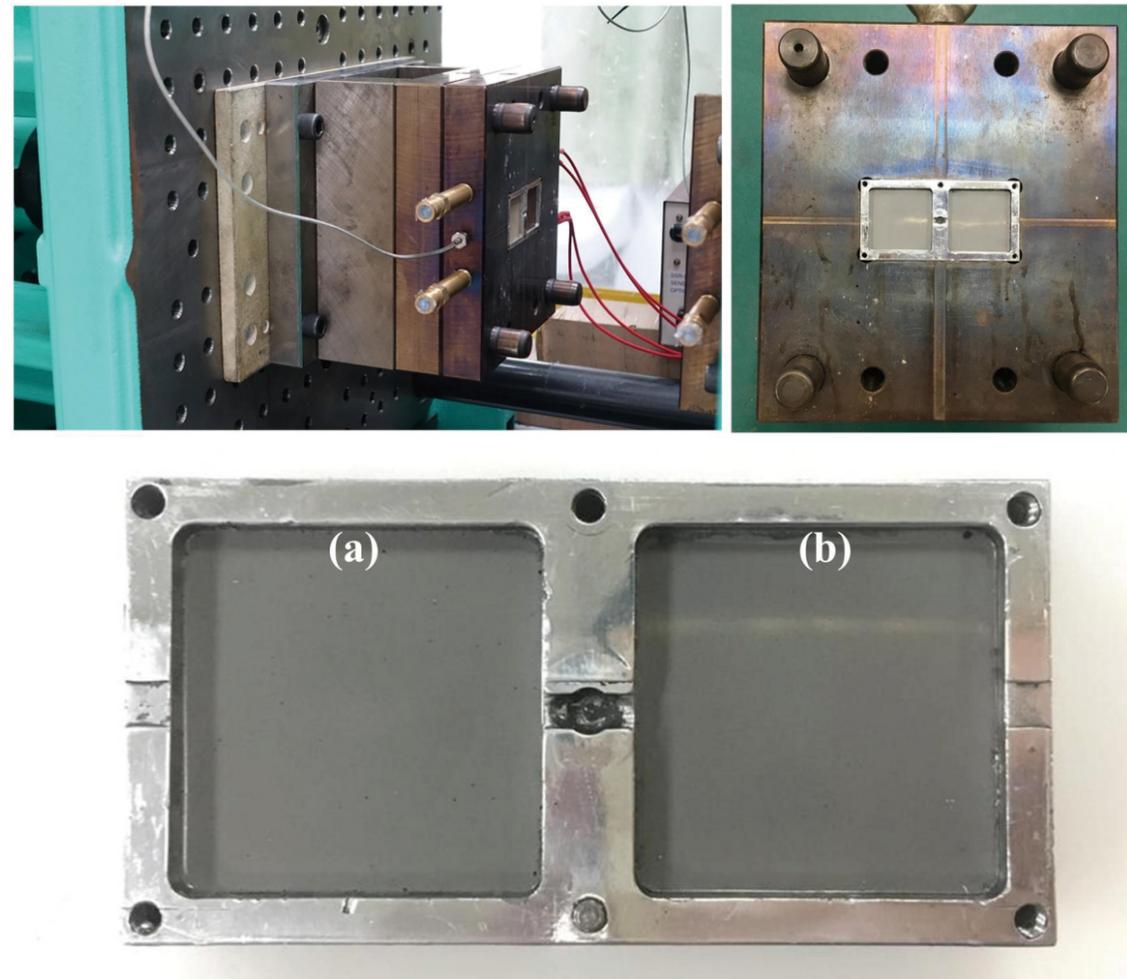


圖 13. 運用 (a) 商用金屬樹脂與 (b) 本研究所調配金屬樹脂所製作快速模具進行液態矽橡膠射出成型之情形

脂所製作液態矽橡膠射出成型快速模具，進行射出成型前之模具平均表面粗糙度為 85 nm，經過 200 模次射出成型之後模具平均表面粗糙度為 1310 nm，平均表面粗糙度之增加量約為 1225 nm，運用本研究所研製液態矽橡膠射出成型快速模具，進行射出成型前之模具平均表面粗糙度為 102 nm，經過 200 模次射出成型之後模具平均表面粗糙度為 1352 nm，平均表面粗糙度之增加量約為 1250 nm，此結果表

示，經過 200 模次液態矽橡膠射出成型，運用本研究所研製之混合物所製作液態矽橡膠射出成型快速模具，其模具平均表面粗糙度增加量與運用商業金屬樹脂所製作液態矽橡膠射出成型快速模具之模具平均表面粗糙度增加量非常接近。圖 16 為運用商用金屬樹脂與本研究所調配金屬樹脂所製作快速模具，射出成型前與射出成型 200 模次後之模具平均表面粗糙度。

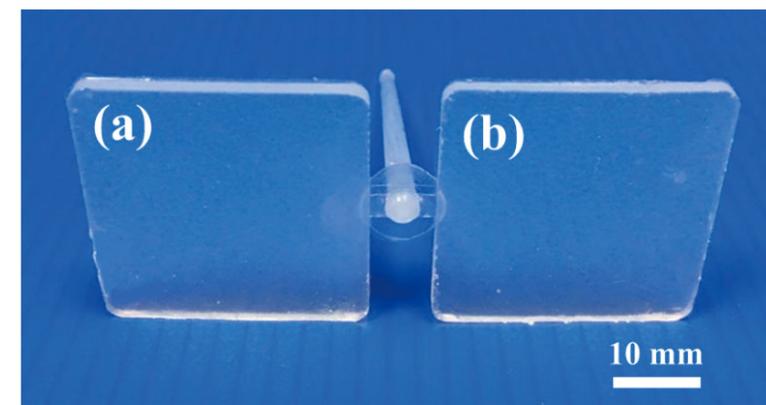


圖 14. 運用 (a) 商用金屬樹脂與 (b) 本研究所調配金屬樹脂所製作快速模具所製作之液態矽橡膠射出成型品

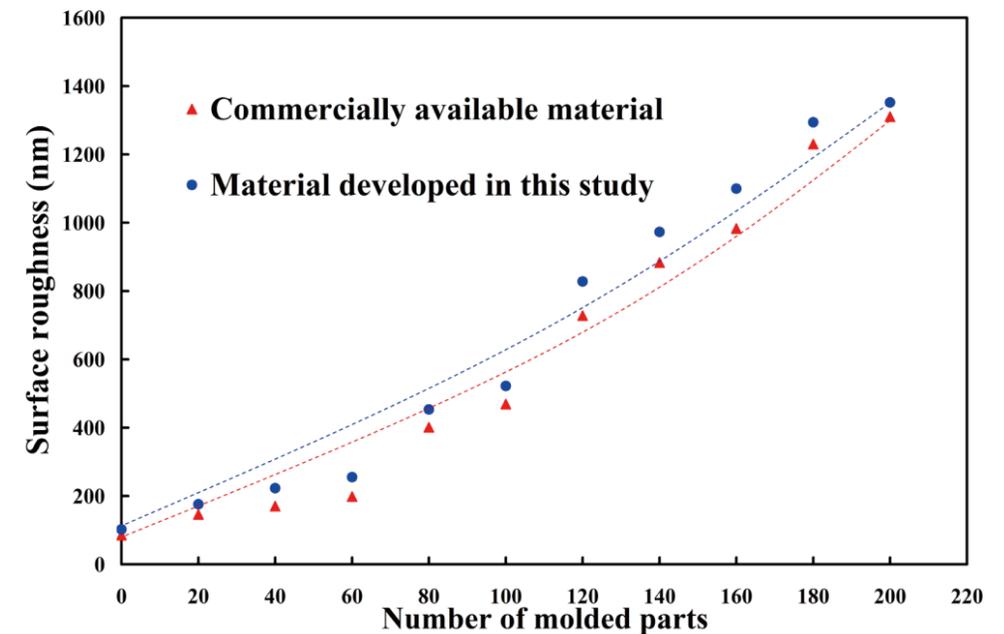


圖 15. 液態矽橡膠射出成型品數量與表面粗糙度之關係

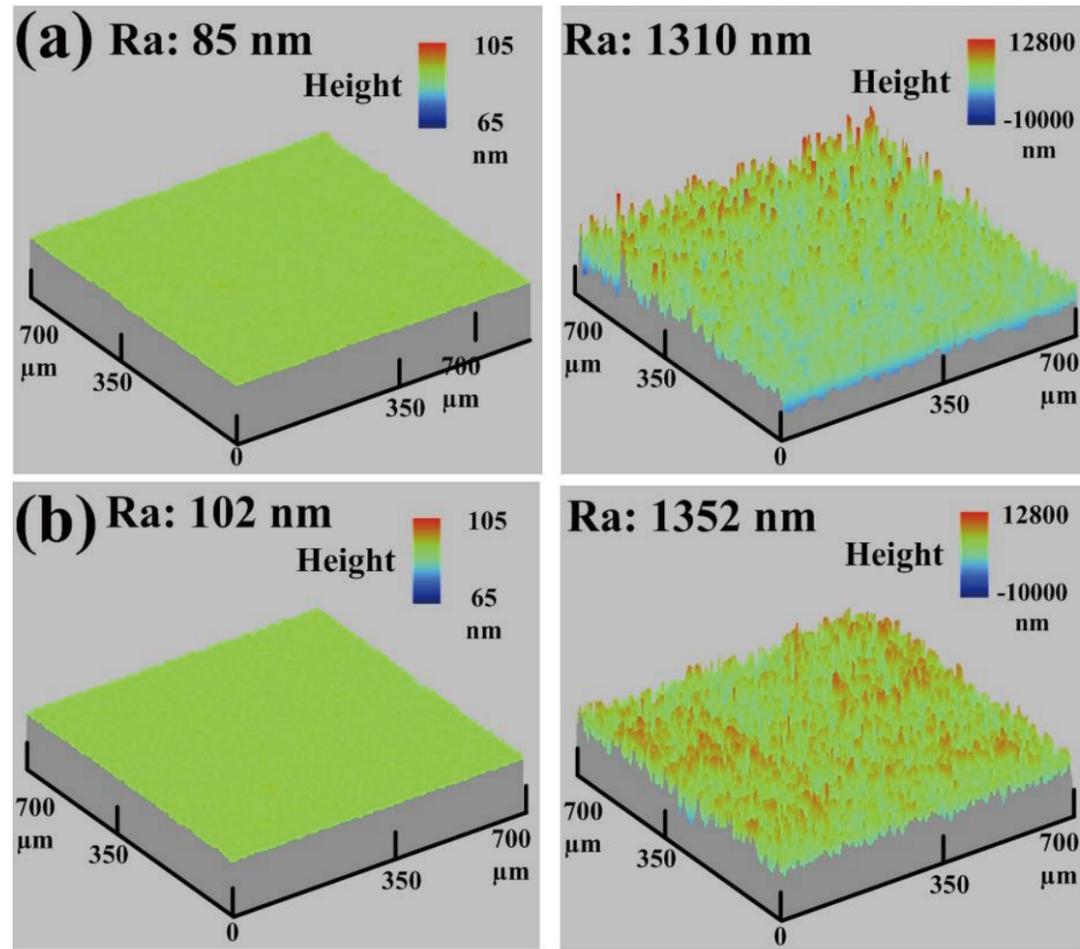


圖 16. 運用 (a) 商用金屬樹脂與 (b) 本研究所調配金屬樹脂所製作快速模具射出成型前與射出成型 200 模次後之模具平均表面粗糙度

圖 17 為四種不同鋁粉與環氧樹脂重量混合比例以及運用商業金屬樹脂製作模仁之成本比較圖。商業金屬樹脂售價為 1 公斤 3150 元，環氧樹脂售價為 1 公斤 750 元、鋁粉售價為 1 公斤 220 元。本研究使用 20 克商業金屬樹脂來製作模仁，製作成本約為 63 元；運用鋁粉與環氧樹脂之重量比例為 50:50、55:45、60:40、65:35 所調配混合物來製作模仁，製作成本分別約為 9.7 元、9.2 元、8.7 元以及 8.1 元。結果發現，運用本研究所調配混合物製作模仁成本僅約運用商用金屬樹脂之 1/8。此結果表示，當模仁之尺寸越大，運用本研究

所調配之混合物所製作之快速模具，越彰顯其經濟效益。

綜觀上述成果，本研究證實本研究所研製液態矽橡膠射出成型快速模具運用於液態矽橡膠射出成型確實可行。本研究研製液態矽橡膠射出成型快速模具，兼具經濟效益與優良機械性質。因此，本研究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，藉由液態矽橡膠射出成型，進行小批量試產。

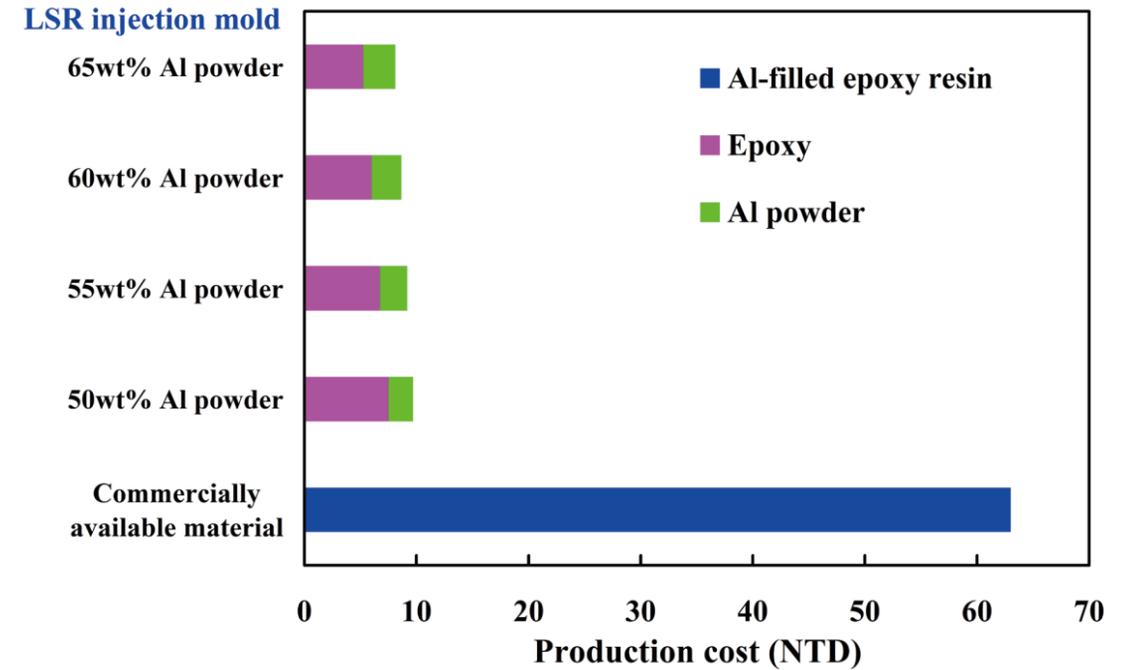


圖 17. 四種不同鋁粉與環氧樹脂重量混合比例以及運用商業金屬樹脂製作模仁之成本比較圖

結論

本研究以環氧樹脂與鋁粉調配混合，研製兼具經濟效益、優良機械以及物理性質之金屬樹脂並實際運用於液態矽橡膠射出成型，研究結論如下所示：

1. 本研究具備產業利用性與工業實用價值，因為本研究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. 鋁粉與環氧樹脂混合重量比例 65:35 為製作液態矽橡膠射出成型快速模具之最適混合比例。
3. 運用本研究所調配混合物製作模仁成本僅約運用商用金屬樹脂之 1/8。經過 200 模次液態矽橡膠射出成型試驗，運用本研究所調配混合物製作之快速模具確實可以運用於液態矽橡膠射出成型。

4. 運用本研究所調配混合物製作試片之拉伸強度、硬度、壓縮強度、衝擊強度以及升溫速率分別約為運用商用金屬樹脂所製作試片之 85%、97%、89%、99% 以及 82%。

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] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] C. C. Kuo, H. J. Hsu, "A cost-effective method to fabricate micro mold for microstructures replication using rapid tooling," *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik*, Volume 28, Issue 11, 2013, Pages 927-932.
- [10] C. C. Kuo, Z. Y. Lin, "Rapid manufacturing of plastic aspheric optical lens," *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik*, Volume 43, Issue 6, 2012, Pages 495-502.
- [11] 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.
- [12] C. C. Kuo, G. P. Chen, S. W. Huang, "Study and analysis of process parameters for silicone rubber mold," *Materials Science-Medziagotyra*, Volume 24, No. 4, 2018, Pages 399-402.
- [13] C. C. Kuo, W. C. Xu, "Effects of different cooling channels on the cooling efficiency in the wax injection molding process," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Volume 98, Issue 1-4, 2018, Pages 887-895.
- [14] 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.
- [15] C. C. Kuo, Z. Y. You, "A cost-effective approach for rapid fabricating cooling channels with smooth surface," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Volume 95, Issue 1-4, 2018, Pages 1135-1141.
- [16] 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*, Volume 92, Issue 9-12, 2017, Pages 3481-3487.
- [17] 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*, Volume 91, Issue 5-8, 2017, Pages 1689-1695.
- [18] C. C. Kuo, M. X. Wu, "Evaluation of service life of silicone rubber molds using vacuum casting," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Volume 90, Issue 9-12, 2017, Pages 3775-3781.
- [19] C. C. Kuo, T. S. Chiang, "Development of a precision hot embossing tool with microstructures for microfabrication," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Volume 91, Issue 1-4, 2017, Pages 1321-1326.
- [20] 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*, Volume 91, Issue 5-8, 2017, Pages 1889-1895.
- [21] 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*, Volume 91, Issue 9-12, 2017, Pages 3363-3369.
- [22] 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.
- [23] C. C. Kuo, M. H. Wu, "A simple method for rapid manufacturing large-area hot embossing rapid toolings and its application," *Materials Science-Medziagotyra*, Volume 24, No. 2, 2018, Pages 218-221.
- [24] C. C. Kuo, T. S. Chiang, "Effects of different backing materials of hybrid rapid tooling on the demolding time in the hot embossing process," *Materials Science-Medziagotyra*, Volume 24, No. 3, 2018, Pages 332-337.
- [25] C. C. Kuo, M. H. Wu, "Development of a large-area hot embossing mold with micro-sized structures," *Materials Science-Medziagotyra*, Volume 24, No. 4, 2018, Pages 403-409.
- [26] C. C. Kuo, B. C. Chen, "Development of hot embossing stamps with conformal cooling channels for microreplication," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Volume 88, Issue 9, 2017, Pages 2603-2608.
- [27] J. Fu, L. Shi, D. Zhang, Q. Zhong, Y. Chen, "Effect of nanoparticles on the performance of thermally conductive epoxy adhesives," *Polymer Engineering & Science*, Volume 50, Issue 9, 2010, Pages 1809-1819.
- [28] J. Wang, X. P. Wei, P. Christodoulou, H. Hermanto, "Rapid tooling for zinc spin casting using arc metal spray technology," *Journal of Materials Processing Technology*, Volume 146, Issue 3, 10 2004, Pages 283-288.
- [29] S. I. Chung, Y. G. Im, H. D. Jeong, T. Nakagawa, "The effects of metal filler on the characteristics of casting resin for semi-metallic soft tools," *Journal of Materials Processing Technology*, Volume 134, Issue 1, 2003, Pages 26-34.
- [30] N. Burmistrov, N. V. Shatrova, A. S. Mostovoy, I. N. Mazov, D. V. Kuznetsov, L. G. Panova, A. V. Gorokhovskiy, A. G. Yudin, "Mechanical properties of (surface-modified potassium polytitanate small additives)/epoxy composite materials," *Polymer Engineering & Science*, Volume 54, Issue 12, 2014, Pages 2866-2871.
- [31] P. C. Gope, V. K. Singh, "Effect of filler addition and strain rate on the compressive strength of silica styrene-butadiene rubber-filled epoxy composites," *Polymer Engineering & Science*, Volume 51, Issue 6, 2011, Pages 1130-1136.
- [32] B. Wetzel, F. Hauptert, K. Friedrich, M. Q. Zhang, M. Z. Rong, "Impact and wear resistance of polymer nanocomposites at low filler content," *Polymer Engineering & Science*, Volume 42, Issue 9, 2002, Pages 1919-1927.
- [33] ASTM. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics D638 - 14. Pennsylvania, United States: ASTM International; 2014
- [34] ASTM. Standard Test Method for Rubber Property-Durometer Hardness D2240 - 15e1. Pennsylvania, United States: ASTM International; 2015
- [35] ASTM. Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics D695 - 15. Pennsylvania, United States: ASTM International; 2015
- [36] ASTM. Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics D256 - 10. Pennsylvania, United States: ASTM International; 2018

熱管製程與不同型式熱管性能測試之

田口分析

文：王士榮 南亞技術學院 機械系 副教授
周國達 萬能科技大學 車輛工程系 助理教授
彭基華 萬能科技大學 航空光機電系 助理教授

摘要

本文係探討熱管製程與不同型式熱管性能測試分析對於熱管之最大熱傳率與熱阻的影響以及熱管製程進行說明。本文以利用田口方法研究中選定出溫度控制系統中的熱管型式、室內溫度及熱源溫度為可控因子 (Control Factor)，運用田口分析法 $L_9(3^3)$ 直交表來實驗設計並運用望大 (Maximum-is-best) 品質特性所產生的 SN 比應用於對熱管型式的傳遞率作量測統計分析。期望無需使用冷卻風扇或壓縮機等冷卻方式造成耗能問題，也能達到熱源降溫使用之應用。

關鍵詞

熱管、圓形熱管、
方形熱管、田口方法

前言

[1] 本研究欲探討經濕潤性改質之銅編織線應用於薄扁平型熱管之影響。其中，銅編織線經化學改質製程後其表面具有超親水特性，並將其作為熱管內的毛細結構以利提升熱管之熱傳效能，以建立熱管開發與熱傳性能優化之研究。本研究針對長為 150mm、寬為 8.6mm 的薄扁平型熱管進行測試，其中使用的毛細結構為由線徑 0.0mm 的銅線來進行編織而成，其厚度為 0.3 到 0.5mm 之間以利塞入熱管進行實驗。本研究分為兩個部分來進行探討，首先針對經濕潤性改質後的銅編織線進行毛細力量測實驗，再者探討各種熱管參數對於熱傳性能之影響。在毛細力量測實驗顯示，隨著銅編織線的交錯編織層數增加，其毛細結構擁有較佳的毛細作用力；而經濕潤性改質之銅編織線結構相較未改質前其量測結果發現，流體浸濕高度與傳遞速度有顯著提升，

進而擁有更佳之毛細力。另外，在熱管性能實驗當中，製作出厚度為 2mm 以下的薄扁型熱管來進行研究，分別探討工作流體的填充率、真空度，以及毛細結構對於熱傳性能的影響。實驗結果顯示，適量的工作流體及較大的真空度對於熱管可以發揮最佳的傳熱效果，使得薄扁型熱管擁有更低的熱阻值及更高的最大熱傳量；而擁有較佳毛細力之毛細結構能有效提升熱管的熱傳性能。然而，當薄扁平型熱管的厚度越薄時，其熱管之熱阻值會變大，最大熱傳量會降低，這是由於當熱管變薄時，其內部的蒸氣流動空間受到壓縮，進而影響二相熱傳的作動效率，使得傳熱效能降低。本研究將空調用儲管式熱交換器改良成脈衝式熱管熱交換器，實驗量測不同操作條件及工作流體時，脈衝式熱管熱交換器之熱傳率、有效度及總熱傳係數，以探討脈衝式熱管熱交換器的特性。本研究所開發之脈衝式熱管熱交換器尺寸為 132mm×44mm×200mm 之三排交錯型設計，裝設於冷凝與蒸發風道之間，以氣對氣方式進行測試，熱管上製作 124 片平板型鰭片，鰭片間距為 1.6mm，脈衝式熱管內的工作流體分別為水與介電液 HFE-7000，填充率為 35%、50%、65%。當正向風速介於 0.5m/s 至 2m/s、熱負載溫度介於 60°C 至 120°C。當正向風速為 0.5m/s、填充率為 35% 時，熱負載溫度為 60°C 至 120°C 時，以水為工作流體的脈衝式熱管熱交換器的有效度分別為 35.7%、43.98%、46.43%、47.36%，而以 HFE-7000 為工作流體的脈衝式熱管熱交換器的有效度則為 42.96%、45.71%、46.14%、46.80%，結果顯示以 HFE-7000 為工作流體的脈衝式熱管熱交換器性能低溫時有效度明顯優於以水

為工作流體的脈衝式熱管熱交換器，原因為 HFE-7000 有較低的飽和溫度及較高單位溫差的壓力梯度，使管內工作流體易於汽化與冷凝，在蒸發端及冷凝端間往返，達到有效熱傳遞。較高填充率 (50%、65%) 的真空、填水的脈衝式熱管熱交換器，在低溫條件下，氣液兩相間並無作動，發生停滯效應，熱傳率於此區間會降低，隨加熱溫度提高，管內壓力差增加，將能突破此瓶頸。為獲取脈衝式熱管熱交換器最大可能熱傳率，採用雙組脈衝式熱管串聯，將真空、填水的脈衝式熱管熱交換器設於上游而真空、填介電液的脈衝式熱管熱交換器設於下游，實驗結果顯示，填充率 35% 的雙脈衝式熱管熱交換器串聯，在操作於最大風速 2m/s 並使用最高溫度加熱時，裝置熱傳率可到達 186W，能比單脈衝式熱管熱交換器提高 32%，證明雙脈衝式熱管熱交換器串聯有助於提升熱傳性能。[2][3]。

熱管原理構造與研究簡介

熱管在幾乎沒有傳熱損失下，能快速將熱量由一端傳到另一端，俗稱熱超導。此理念於 1942 年由 R.S.Gaugler 提出，直到 1962 年 G.M.Grover 發現其特性才開始發展。如圖 1 所示。

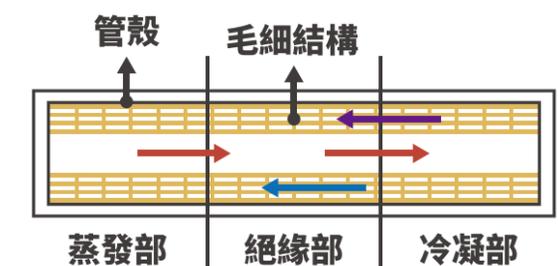


圖 1. 熱管原理構造

文獻回顧

隨著科技進步，電腦晶片的功能要求越來越高，但尺寸越來越小，使得晶片的能量密度隨之增加。而高溫會明顯縮短晶片的可靠度，所以電子元件的熱管理逐漸變得重要。為了有效移除晶片產生之廢熱，常見的做法是使用氣冷式的鰭片熱沉進行降溫散熱。當熱沉的底板比晶片大時，其溫度分佈不均因而產生擴散熱阻，此效應會是小尺寸晶片（包括 LED）在熱管理上的問題之一。若無適當處理擴散熱阻之效應，可能會造成電子元件過熱。

基本上，從晶片到外界環境之間，一個散熱模組主要有三種熱阻來源：接觸熱阻、擴散熱阻以及散熱裝置之熱阻。散熱裝置包括了鰭片或水冷式等等將廢熱傳到外界環境的種種裝置，在許多文獻書籍中已有充分探討。接觸熱阻是由晶片與熱沉底板之間的微小間隙所造成的，目前市面上有許多廠商開發的散熱膏及熱介面材料等等，用以強化晶片與底板的接觸效果。而本研究的重點則是探討熱沉底板本身的熱阻，即包括擴散熱阻與一維傳導熱阻。擴散熱阻是因晶片與底板面積大小不同所造成的效應。單獨採用一維

傳導熱阻估算，會造成底板熱阻的低估。當一個小尺寸晶片貼附在薄底板上，其集中的溫度分佈，會造成明顯的擴散熱阻。在過去相關的研究中發現，板子厚度會對擴散熱阻有明顯影響，可藉由增加厚度改善底板的熱擴散效應。但一維傳導熱阻會隨著厚度而線性成長，反而會使過厚底板的熱阻增加。在過薄與過厚的兩個極端中，會有個最佳厚度存在，使得底板的熱阻為最小值。若能有效評估最佳厚度，會對散熱模組的設計有直接幫助 [4]。過去有許多擴散熱阻的文獻發表：Kennedy[5] 提供了圓柱體在等溫邊界之下的溫度分佈，Negus 與 Yovanovich[6,7] 發展了無限長圓柱的經驗公式，Song 與 Lee[9,10] 等人則針對圓盤發表了一個近似式，經由幾何轉換後，便可應用到矩形板上。Yovanovich 與 Muzychka 等人 [9] 解出側邊冷卻效應下，有限長圓柱體的溫度分佈，並發現幾何形狀對擴散熱阻沒有明顯影響。Krane[10]、Yovanovich 與 Muzychka 等人 [11,12] 則針對矩形板進行研究。

熱管製程

如圖 2 所示為熱管製程示意圖

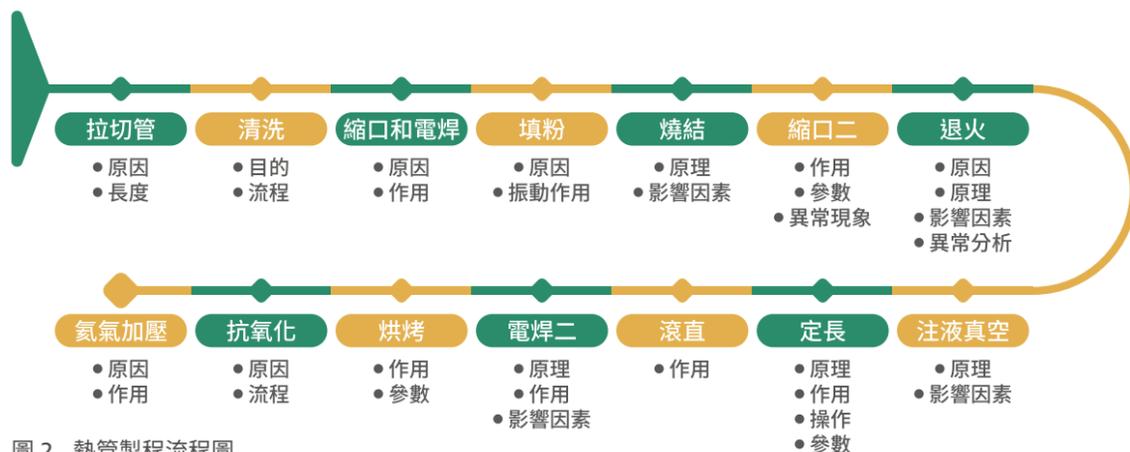


圖 2. 熱管製程流程圖

拉切管 (一)

由於為方便銅管運送及防止銅管變形在初期購買是以銅盤方式購買如圖 3 所示，經由伸拉機將銅管伸直。



圖 3. 拉切管 -1

拉切管 (二)

如圖 4 所示主要裁切成品管所需規格長度。切管長度一般而言會比成品管長多 55mm 左右。過長 - 則浪費資源過短 - 定長時不好夾。



圖 4. 拉切管 -2

清洗

由於拉管時為方便拉申會將管內注入潤滑油，加上切管後管內會有銅屑等雜質附着，故需將銅管表面油污與雜質去除。

清洗流程

如圖 5 所示

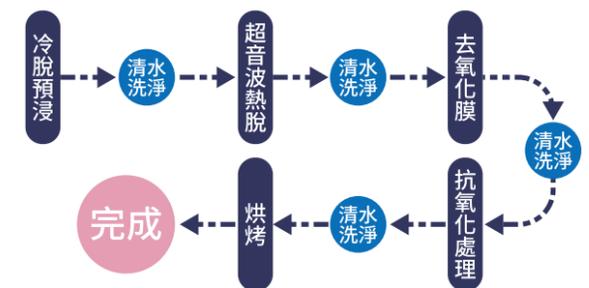


圖 5. 熱管清洗流程圖

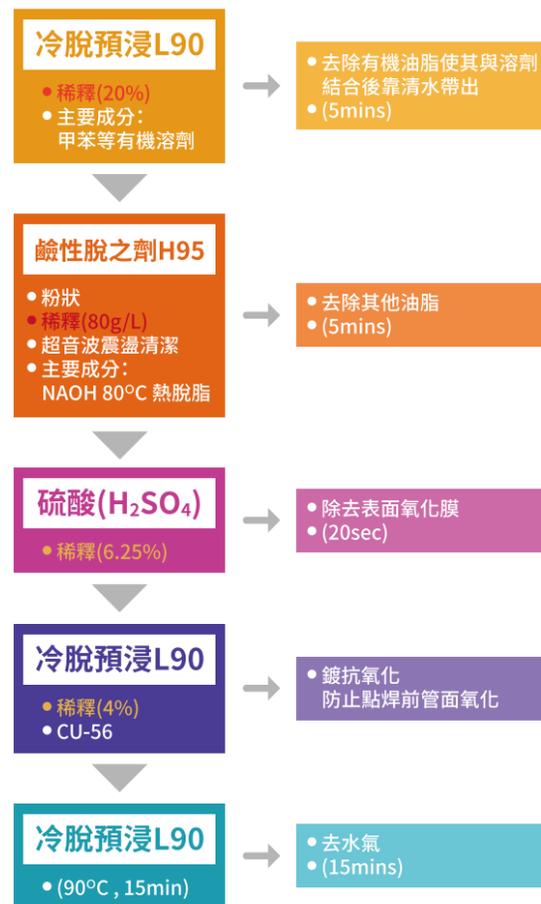


圖 6. 清洗流程 - 2

清洗流程 - 冷脫

如圖 7 所示在低溫條件下，利用甲苯等有機混合溶劑，將銅管內油脂如圖 8 所示（拉管時注入）除去。

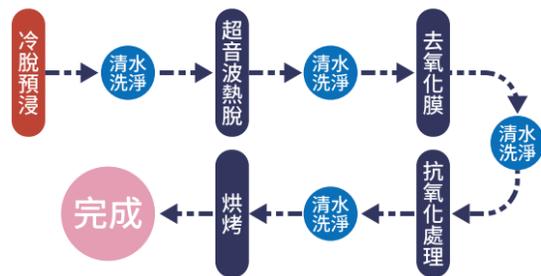


圖 7. 清洗流程 - 冷脫

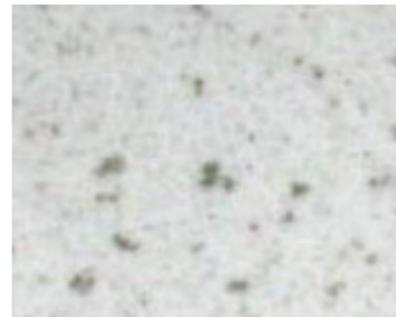


圖 8. 去油脂圖

清洗流程 - 熱脫

如圖 9 所示

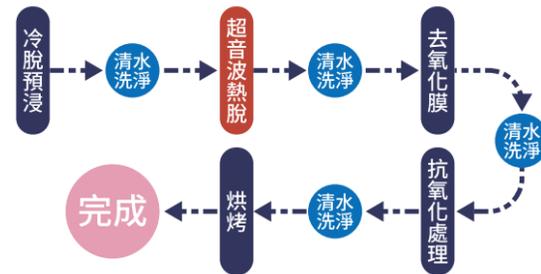


圖 9. 清洗流程 - 熱脫

清洗流程 - 酸洗

如圖 10 所示利用硫酸將銅管表面的氧化物去掉。

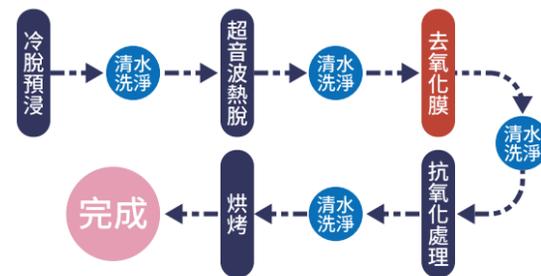


圖 10. 清洗流程 - 酸洗

清洗流程 - 抗氧化

如圖 11 所示利用抗氧化劑異丙醇在管子錶面鍍一層膜，防止進一步氧化。

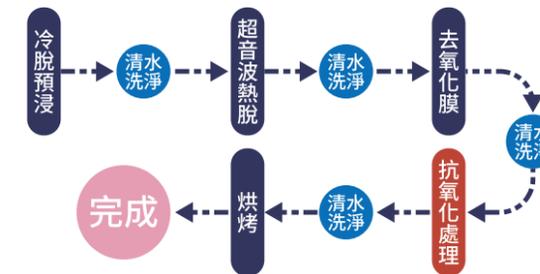


圖 11. 清洗流程 - 抗氧化

清洗流程 - 烘烤

如圖 12 所示清洗完後先用熱風吹再烘烤，如果不用熱風，烘烤時會有水珠產生。

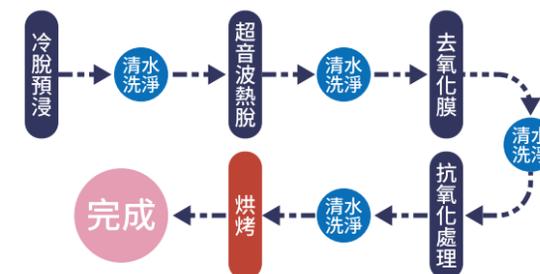


圖 12. 清洗流程 - 烘烤

封口製程

縮口：因電焊時銅管開口直徑太大會造成無法熔接之情況產生，故在電焊前需將管徑較大之銅管端面縮成所需之直徑。



點焊：主要利用高電流方式瞬間將銅管熔接，氬氣為保護銅管使其在高溫時不氧化。

填粉

如圖 14 所示振動的作用：將銅粉在短時間內迅速而均勻的填入銅管內，漏斗內加墊片，目的在固定中心棒，防止偏粉。



圖 14. 填粉

直交表之選擇及品質特性之量測

如圖 15 所示，本研究田口方法之流程圖，有關直交表之選擇及品質特性之量測之設計，以及對於四個控制因子的最佳化實驗將使用 $L_9(3^3)$ 直交表，作為四個控制因子搭配四個水準的實驗配置 [10]，並將雜音因子配置於直交表之外側，實驗配置表及實驗直交表如表 1、表 2 所示，將此製程最佳化之品質特性，選定出溫度控制系統中的熱管型式、室內溫度及熱源溫度為可控因子 (Control Factor) 中 9 組製程參數試片之量測檢驗，以探討各參數之相對關係及最佳參數組合。

有關直交表之選擇及品質特性之量測之設計，以及對於三個控制因子的最佳化實驗將使用 $L_9(3^3)$ 直交表，作為三個控制因子搭配三個水準的實驗配置，實驗配置表及實驗直交表如表 3、表 4 所示，將此製程最佳化之品質特性，選定為對不同型式熱管性能中 9 組傳遞率參數之量測檢驗，以探討各參數之相對關係及最佳參數組合。

實驗分析比較—應用田口方法靜態特性中之「望大特性」，其 SN 值的設計計算，如公式 (1) 所示。

$$SN = -10 \times \log_{10}(MSD)(1)$$

$$MSD = 1/y_{12} + 1/y_{22} + 1/y_{32} + 1/y_{42}$$

y_1 、 y_2 、 y_3 、 y_4 為各組試片之熱管型式、環境溫度、熱源溫度等三種不同型式熱管性能

溫度值，將各組試片分別帶入公式中，即可求得各組參數實驗之 SN 值，根據 SN 比值定義，SN 值較大代表品質越佳，因此經計算結果選擇 SN 值較大的水準，決定最適水準組合選擇數組並進行品質特性測試分析。



圖 15. 田口方法流程圖

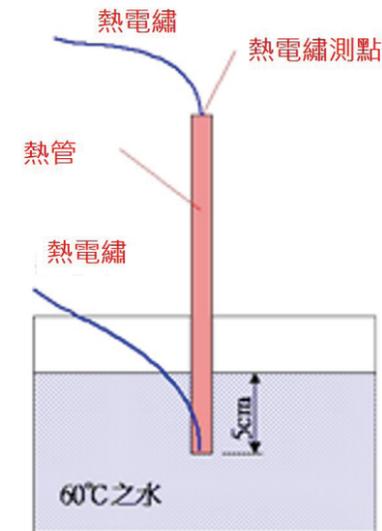
表 1. 實驗配置表

實驗因素	Level 1	Level 2	Level 3
熱管型式	圓管	1g 水平管	0.5g 水平管
環境溫度 (°C)	23	24	25
熱源溫度 (°C)	30	40	50

表 2. $L_9(3^3)$ 直交表的實驗配置

實驗標號	A	B	C
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	1
5	2	2	2
6	2	3	3
7	3	1	1
8	3	2	2
9	3	3	3

熱導管性能測試 - 暫態響應測試



理想溫差 → 0°C
 測試溫差 → ≤ 5°C

熱管之熱響應測試之主要目的，在於測試熱管的暫態響應時間；及穩態之後熱管兩端點的溫差，此溫差將作用選用熱管之一個依據。

研究採用田口之方法與原因

田口方法分析

本次模擬實驗中基於影響參數眾多為得到較佳設計參數，使用田口玄一博士所研究田口氏品質設計方法 (又稱穩健參數設計)，來進行數據上分析 (業界稱為實驗計劃法) (Design of Experimental ; DOE)。

利用控制因子 (Control Factor) 和其水準 (Level) 數目選擇合適直交表，田口穩健設計法，可獲致多重加工品質特性的參數最適化。了解各個參數對熱管性能之影響程度後，進行驗證實驗並與預測之溫度結果進行驗證，了解在不同加工要求下加工參數的選用。由本文實驗結果可得知，考慮單一品質特性影響對熱管性能的主要因素及考慮多重品質特性時，最主要影響因子。

結果與討論

對不同型式熱管性能最佳化分析

以不同型式熱管性能中 9 組傳遞率參數之量測檢驗之比較

1. 配置直交表

此步驟必須先行選定改變結果重要的因子，以及各因子的水準變動值，以本文選定不同型式熱管性能之實驗因子為：熱管型式（圓管、1g 水平管、0.5g 水平管）、環境溫度（°C）（23、24、25）、熱源溫度（°C）（40、50、60）如表 1 所示，以及選定各因子之水準變動值為：熱管型式（圓管、1g 水平管、0.5g 水平管）、環境溫度（°C）（23、24、25）、熱源溫度（°C）（40、50、60），接著排列直交實驗表如表 2 所示，本文以 $L_9(3^3)$ 說明以 9 次直交表實驗取代全因子實驗，並且各因子水準實驗次數相同，保持著全因子特性。

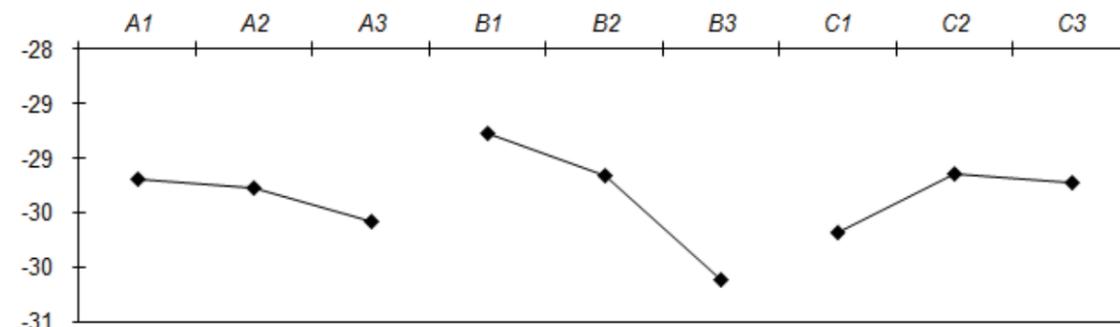


圖 17. 控制因子對 S/N 比反應圖

2. 參數導入實驗

具圓形熱管與平板型式熱管性能測試與田口分析研究測試，以圓形熱管與平板型式熱管性能之溫差比較，圓形熱管與平板型式熱管測試結果如表 3 所示，溫度偏差最高者為 Exp9 為 32.6°C，溫度偏差最低為 Exp4 為 26.4°C。其實驗配置表與數據值如表 3 所示。

3. 計算 S/N 比

經使用測溫儀可以精確的紀錄 9 次實驗單位時間內的溫度值如表 4 所示各因子實驗結果與 S/N 結果經計算出 9 次實驗之溫度偏差值最高為 (Exp.6 實驗)，其溫度偏差值結果 32.8 度，且根據公式 (2.1) 計算出 S/N 值為 -30.3175 實驗中溫度偏差值最低為 Exp4，其 y1 為 26.4 度，計算其 S/N 值為 -28.4321dB。

表 5 為計算出各因子影響結果的程度，其計算式為將因子各水準之 S/N 最大值減去最小值即可如表 5 各因子回應表所示，例：A 因子水準 3 之 S/N 為 29.5800dB 減去 A 因子水準 1 之 S/N 為 -29.1975 dB 得 0.3825dB，實驗結果得到 A 因子影響程度最大，按大小順序排列為 B>A>C 因子影響程度最小。圖 6 為判斷選定各因子水準之最大值做為最佳化之因子水準，選定 A1 B1 C2 最為最佳化組合。

表 3. 實驗數據值與數據值

實驗標號	A	B	C	測量溫度
1	1	1	1	28.4
2	1	2	2	27.4
3	1	3	3	30.8
4	2	1	1	26.4
5	2	2	2	28.4
6	2	3	3	32.8
7	3	1	1	27.6
8	3	2	2	30.4
9	3	3	3	32.6

表 4. 各因子實驗結果與 S/N 結果

Exp.	溫度偏差			y1	S/N
	A	B	C		
1	1	1	1	28.4000	-29.0664
2	1	2	2	27.4000	-28.7550
3	1	3	3	30.8000	-29.7710
4	2	1	1	26.4000	-28.4321
5	2	2	2	28.4000	-29.0664
6	2	3	3	32.8000	-30.3175
7	3	1	1	27.6000	-28.8182
8	3	2	2	30.4000	-29.6575
9	3	3	3	32.6000	-30.2644
					-29.3

表 5. 各因子回應表

Leve	A	B	C
Leve1	-29.1975	-28.7722	-29.6804
Leve2	-29.2720	-29.1596	-29.1505
Leve3	-29.5800	-30.1176	-29.2185
Effect	0.3825	1.3454	0.5300
Rank	2	1	3

熱導管性能測試 - 暫態響應測試

熱管之熱響應測試之主要目的，在於測試熱管的暫態響應時間；及穩態之後熱管兩端點的溫差，此溫差將作用選用熱管之一個依據。

(1)室溫 23 度比較：由圖 18 所示表顯示 1g 水之熱管暫態響應反應較 0.5g 水之熱管大

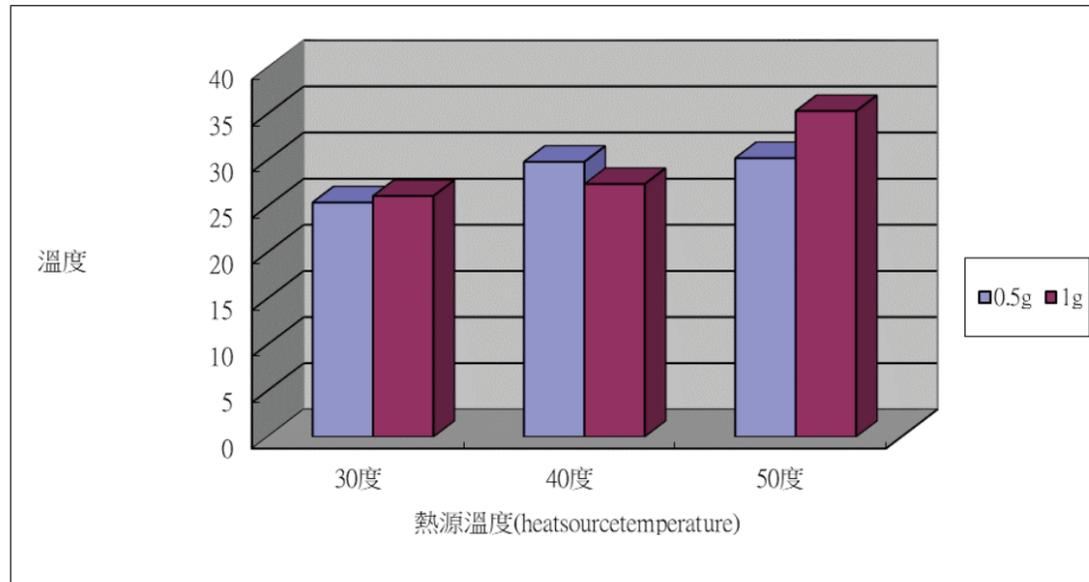


圖 18. 熱源溫度

(2)由圖 18 所示顯示 1g 水之熱管暫態響應反應較 0.5g 水之熱管大

(3)室溫 25 度比較：由圖 18 所示顯示 1g 水之熱管暫態響應反應較 0.5g 水之熱管大。

結論

本論文主要是針對不同形式熱管性能測試與田口分析研究，透過溫度量測實驗所得到之溫度數據，並以田口方法進行實驗，依據 S/N 比之回應分析得到較高的溫差，由實驗探討出可得出以下結論：

1. 以田口分析結果得知影響程度最大按大小順序排列為 A>C>B 最佳化之因子水準，另可選定 A1 B1 C2 最為最佳化組合。
2. 熱導管性能測試 - 暫態響應測試顯示 1g 水之熱管暫態響應反應較 0.5g 水之熱管大。

參考文獻

- 1 黃旭昇經表面濕潤性改質之銅編織線應用於薄扁平型熱管熱傳性能影響之研究國立臺灣大學機械工程系碩士論文 106
- 2 蔣明諺脈衝式熱管熱交換性能研究國立高雄應用科技大學機械工程系碩士論文 106
- 3 陳彥旭*、簡國祥**、曾永信矩形散熱板最佳厚度之評估熱管理通訊 第 13 期
- 4 Kennedy, D.P., "Spreading Resistance in Cylindrical Semiconductor Devices," J. Applied Physics, 31, pp. 1490-1497 (1960).
- 5 Negus, K.J. and Yovanovich, M.M., "Constriction Resistance of Circular Flux Tubes with Mixed Boundary Conditions by Linear Superposition of Neumann Solutions," ASME paper No. 84-HT-84, NHTC Niagara Falls, NY, 1-6 (1984).
- 6 Negus, K.J. and Yovanovich, M.M., "Application of the Method of Optimised Images to Steady Three-Dimensional Conduction Problems," ASME Paper No. 84-WA/HT-110, ASME Winter Annual Meeting, New Orleans, Louisiana, 1-11 (1984).
- 7 Song, S., Lee, S., and Au, V., "Closed-Form Equation for Thermal Constriction/Spreading Resistances with Variable Resistance Boundary Condition," Proceedings of the 1994 International Electronics Packaging Conference, Atlanta, Georgia, pp. 111-121 (1994).
- 8 Lee, S., Song, S., and Au, V., "Constriction/Spreading Resistance Model for Electronic Packaging," Proceedings of the 4th ASME/JSM E Thermal Engineering
- 9 Yovanovich, M.M., "Thermal Resistances of Circular Source on Finite Circular Cylinder with Side and End Cooling," ASME, J. Electronic Packing, 125, pp. 169-177 (2003).
- 10 Muzychka, Y.S., Yovanovich, M.M., and Culham, J. R., "Influence of Geometry and Edge Cooling on Thermal Spreading Resistance," J. Thermophysics and Heat Transfer, 20, pp. 247-255 (2006).
- 11 Krane, Matthew John M., "Constriction Resistance in Rectangular Bodies," ASME, J. Electronic Packing, 113, pp. 392-396 (1991).
- 12 Yovanovich, M.M., Muzychka, Y.S., and Culham, J. R., "Spreading Resistance of Isoflux Rectangles and Strips on Compound Flux Channel," J. Thermophysics and Heat Transfer, 13, pp. 495-500 (1999).

如何打造智慧工廠有效提升產能？

透過 Microsoft Azure IoT 開啟數位轉型旅程

智慧製造 打造未來新動能 | 論壇

2020/11/27

9:30-16:30

地點/台中林酒店

活動報名

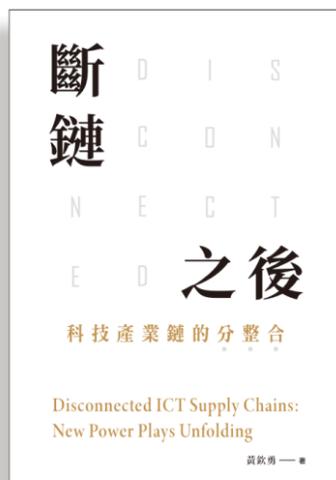


聯絡人電話

04-23581866#14 (Erin)



科技產業鏈的分整合 斷鏈之後：



疫想不到的黑天鵝， 衝擊全球經濟與產業供應鏈！

疫外斷鏈是一場信心考驗， 更是一次韌性鍛鍊！

知道如何逆向思考的人， 永遠有做不完的生意！

- 2020 年人類社會百年一遇的公衛危機，新冠病毒災難性地爆發，撼動全球經濟。生產進展推遲，聲勢大好的 5G 商機急凍，用以展現科技實力的奧運延期，科技業的供與需失衡。科技產業如何自我「鍛鍊」並適應詭譎多變的世局，將是後疫情時代的最重要考驗。
- 2003 年 SARS 爆發時，中國 GDP 佔全球總額 4%，如今增長至 17%，國際影響力已非同日可語。而中國世界工廠的角色也在這段期間內悄然轉為世界市場，其民間消費佔全球 GDP 總量 5%，無疑成為推進全球經濟成長的一大動力。新冠疫情過去後，首先遭遇挑戰的是盛行許久的全球化，這將是一記對國際經貿與地緣政治的變化球。
- 在 5G 與車用電子商機的推波助瀾下，全世界樂觀期待 2020 年後的商機，但這個世界的運轉總難盡如人意。庚子年農曆春節前後大爆發的新冠肺炎，讓市場景氣逆轉，甚至可能成為全球供應鏈的分水嶺。中國這整套從 1990 年代初期啟動，逐步成為全球工廠的供應鏈，會在受到衝擊後蛻變。這是中美貿易大戰過程中一次更大的變數，西方觀察家甚至說，這是 1989 年之後，中國政府面臨的最大挑戰。

- 過去幾年中國已從世界工廠，變身為世界市場。2003 年 SARS 爆發時，中國 GDP 總額 1 兆 9,364 億美元，其中民間消費為 8,308 億美元，2018 年的民間消費躍升成 4 兆 8,749 億美元。相較於中美的貿易糾葛，真正會讓大陸痛苦不堪的是經濟蕭條、內需萎縮。在新冠肺炎平息後，中國將忙著經濟重建，但中國的財政、內需條件都與 2003 年時的 SARS 大不相同。過去幾年，中國市場在全球的地位與影響力前所未見，一旦中國內需市場出現飽和、停滯，供應鏈又期待多元佈局，那麼各國企業會如何經營中國的供應鏈呢？
- 新冠肺炎肆虐期間，亞太地區的供應鏈已經步上重整之路。原本台灣、日本、韓國期待左右逢源的美夢很難成真，全球走向 G2 的大格局，台灣必然選擇美國陣營，但中國容得下台灣只向單邊傾斜嗎？而走出中國的生產體系，工廠仍需要大量勞動力，於是擴散到整個亞洲具有量產能力的工業區。除了台灣有限的工業區土地供不應求之外，越南河內、胡志明市近郊的土地，以及馬來西亞、泰國、印尼、菲律賓，甚至人口即將超越中國的印度也在搶當中國之後的第二供應基地。

- 2003 年的 SARS 疫情，一方面讓全球經濟受創，但也讓電子支付、雲端服務出現百年一遇的契機。就在那一年，阿里巴巴創辦了淘寶網，次年支付寶成為阿里巴巴的新寵。沒有人知道這次的肺炎肆虐後，還會新創多少商機。一句老話：「最差的年代，最好的機遇」，知道如何逆向思考的人，永遠有做不完的生意！

本書特色

- ▣ 疫想不到的黑天鵝，
衝擊全球經濟與產業供應鏈！
- ▣ 疫外斷鏈是一場信心考驗，
更是一次韌性鍛鍊！
- ▣ 知道如何逆向思考的人，
永遠有做不完的生意！

2020 年人類社會百年一遇的公衛危機，新冠病毒災難性地爆發，撼動全球經濟。生產進展推遲，聲勢大好的 5G 商機急凍，科技業供與需失衡。自 2003 年 SARS 後，中國世界工廠的角色悄然轉為世界市場，已成推進全球經濟成長的一大動力，新冠疫情將繼中美貿易戰後，另一記對國際經貿與地緣政治的變化球。

作者介紹

黃欽勇

超過 35 年資歷的產業分析師，為科技專業媒體《電子時報》(DIGITIMES) 的創辦人，長期受邀在台灣各大知名院校講課，著有《Asian Edge》、《科技島鏈》、《巧借東風》、《出擊》、《西進與長征》、《打造數位台灣》、《跨世紀資訊商戰》、《電腦王國 ROC》等書，一路見證 PC、行動通信與物聯網時代的變革。

過去帶領資策會資訊市場情報中心(MIC)，曾為經濟部、台北市政府、宜蘭縣政府、華聚基金會顧問，曾任大聯大、桃園機場、航發會、外貿協會等多家機構董事，現為玉山科技協會理事。過去旅居韓國與美國，遍訪中國主要城市與歐美、亞太知名企業，受邀到微軟、台積電、鴻海、友達、聯電、宏碁、聯想、三星、華為、京東方、應用材料、新思科技、Rohm、Epson 等多家國際企業總部講授產業趨勢，為身經百戰的跨界創業與產業專家。

十 倍 勝 ， 絕 不 單 靠 運 氣 ！

如何在不確定、動盪不安環境中， 依舊表現卓越？



面對動盪、混亂且難以預測的經營環境，為什麼有些企業可以挺過風暴、維持高績效，有些卻每況愈下？

A+ 企管大師柯林斯實證研究，破解十倍勝企業成功密碼：

卓越是出於刻意的選擇、堅持紀律的結果。

彼得·杜拉克：預測未來最好的方法，就是創造未來！

一樁震驚全球的恐怖攻擊事件，讓美國從穩定、富裕的假象中驚醒，加上興旺多年的牛市崩盤，政府與企業面臨了難以預測的嚴峻考驗。

這讓柯林斯和韓森的研究團隊想到：為什麼有些公司在不確定中仍能蓬勃發展、有些卻辦不到？哪些關鍵因素導致企業走向截然不同的命運？於是他們展開九年研究，過濾了兩萬多家企業，找出七家績效非凡的「十倍勝」企業，並與同樣面臨極端動盪局面、卻節節敗退的對照公司比較。進而發現，十倍勝企業的成功並非做了劇烈改革或有較快的決策速度，而是他們知道什麼時候該快、什麼時候該慢。本書不但探討企業本身的經營績效，更加上「環境」的變數，將焦點放在企業身處的混亂環境，深入了

解領導人面對逆境時的應變做法，同時解析了「運氣」扮演的角色，歸納出十倍勝企業的成功要訣，而這些要訣也成為投資人觀察企業良莠的判斷指標。

本書重要觀念

- 二十哩行軍：**十倍勝企業領導人具有強烈的目標導向，無論面對順境或逆境，都能以堅強的意志力確保策略與組織做法形成高度的一致性，帶領組織成員達成目標。柯林斯將領導人這種狂熱的紀律形容為「二十哩行軍」。
- 先設子彈，再設砲彈：**十倍勝公司在發展過程中，在意的不是跑得比別人快或擁最厲害的創意，而是弄清楚在實務上怎麼做才行得通，而且要做得比別人都出色。柯林斯將這種步步為營、以實證為創造力的創新方法比喻為「先設子彈，再設砲彈」，即一開始先發射子彈，弄清楚怎麼做才能奏效，有了實證依據而信心大增，就可以集中資源，發射砲彈。
- 超越死亡線：**十倍勝領導人知道自己無法預測未來，所以必須及早為無法預測地意外狀況做好充分準備，這種建設性的偏執讓他們冒更低的風險，卻產生更卓越的成果。

SMaC 致勝配方：SMaC 代表「具體明確，有條理、有方法，同時始終如一」。十倍勝公司在瞬息萬變、高度不確定的世界裡，會以堅忍自持的態度，泰然接受無法控制的情況，盡最大努力掌握自己可以掌控的情況，而 SMaC 就是他們在失控世界裡努力掌控一切的方法。

重要的不是運氣，而是運氣報酬率：好運和壞運之間有一種不對稱關係。十倍勝領導人總是假定自己運氣很差，因此未雨綢繆、預做準備。因此他們會透過「二十哩行軍」、「先設子彈，再設砲彈」、「超越死亡線」和「SMaC 致勝配方」來獲得高運氣報酬率。

打破迷思，理出企業成功關鍵

- 十倍勝公司不一定靠創新脫穎而出。
- 十倍勝公司不一定決策速度比較快，而是知道什麼時候該快，什麼時候該慢。
- 十倍勝公司不一定要做劇烈的改革。
- 十倍勝公司不一定是因為運氣比較好，而是碰到不同機運時，怎麼做。

大者不一定恆大，但快速適應者一定恆強

于為暢（資深網路人、個人品牌教練）

諾基亞 (Nokia) 曾是世界第一大手機品牌，但如今已被 Apple 狠甩到後頭，諸如此類「產業龍頭換人做」的案例不計其數。是什麼原因讓某些企業後來居上，無視世界變化，在動盪中飛快成長，並超越群雄爭霸市場？《十倍勝，絕不單靠運氣》將給你最完整的解析。

作者柯林斯自《從 A 到 A+》企業成長聖經後再創經典，深入探討在市場劇烈變化下的企業特質，以及這些公司領導人有何過人之處，並加上對照組以便參考。他甚至談到「運氣」成分，並用科學方法去分析運氣，實為一本精彩實用、不可多得的企業致勝寶典。特別是當我們身處無法預知未來、黑天鵝隨時冒出的世紀，熟讀柯林斯的著作就好比是創業家的心靈燈塔，指引我們不迷失航向目標。

「產業變化」是永遠的不變，網路與科技的發展更是加速器。以我在網路產業二十年的經驗來看，「典範轉移」(paradigm shift) 不但一再發生，而且轉移的時間會愈來愈短。舉例來說，如果你想在網路上創造聲量，二〇〇〇年開始的十年內，主流是寫部落格，但十年後重心轉移到社群平台，變成經營粉絲團或 Line，在更短的時間下又轉移到 YouTube 或抖音等影音平台，然而這些平台不定時更改演算法或漲價變現，逼迫創業家必須尋找其他備案。這些「變化」都是無法

事先預知的，如果你無法快速適應，擁有自己的「品牌」或「社群」當備案，很快就會被市場淘汰。想要無視變化、持續快速成長，你得靠自己狂熱的紀律和信念的執著，即作者所稱的「十倍勝領導人」。

亞馬遜創辦人貝佐斯 (Jeff Bezos) 說：「未來十年，只有人性不會變。」想在網路創業成功，無論個人還是企業，都必須具備「十倍勝領導人」的心理素質。但縱使人對了，還是要有方法，書中給的觀念叫「二十哩行軍」，每天走二十哩，就會走到目的地，這和我鼓勵「每天創作」的理念相同，也許你走得慢，但踏著專注穩健的步伐，反而比別人更快達標。

「變化在走，堅持要有」，十倍勝領導人多半是特立獨行、不受社會規範影響的人，懂得不停累積小成功去獲得大勝利，書中將此策略稱為「先射子彈，再射砲彈」。我身為個人品牌的「建設性偏執狂」，也同意作者在書中說的先「宏觀」再「微觀」；網路創業必須時時觀察趨勢，stay sharp, stay smart，保持高度警覺，並有效因應變化。

作者提出「找對人的幸運」是最重要的運氣成分，我認為若你有能力在網路上創造能見度，發展出個人品牌，自然會吸引潛在的貴人出現，增加你的「好運」。此書提出爆量的正確觀念，搭配動人的故事，讓閱讀充滿樂趣，啟發性十足。我誠摯推薦給每位創業家，得以在這混亂的時代以十倍勝出！

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。

著作包括《基業長青》、《從 A 到 A+》、《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》等暢銷巨著，深受學界、企業界、非營利組織等各界領導人推崇。其中《從 A 到 A+》成為最暢銷的商業書籍，柯林斯堪稱是「全世界最被廣泛閱讀的商業作家」。

譯者簡介

莫頓·韓森 (Morten T. Hansen)

韓森為美國加州大學柏克萊校區資訊學院及法國 INSEAD 工商管理學院教授，過去曾任教於哈佛大學商學院以及擔任波士頓顧問集團 (BCG, Boston Consulting Group) 的資深企管顧問。他許多獲獎的研究都曾刊登於知名期刊，曾獲「行政管理學季刊獎」(Administrative Science Quarterly award)，表彰他在組織研究領域的特殊貢獻。

2020-2021 年 國際展覽、參訪與交流活動

展覽日期	展覽名稱 / 地點	備註
2020 年國際合作與交流活動		
08/19-08/21	「突破與創新，前進製造未來式」國際論壇 系列主題：CEO 高峰會、工業機器人革命機器人大廠的 研發新戰略、機器人標準發展趨勢 - 台北南港展覽一館·台灣	● 協會主辦 ● 搭 TAIROS、Automation Taipei 期間舉辦
10 月	臺越產業合作論壇汽機車產業自動化分論壇	● 9 月或 10 月辦理
08/19-08/22	2020 TAIROS 2020 Automation Taipei 台灣機器人與智慧自動化展、台北國際自動化工業大展 - 台北南港展覽一、二館·台灣	● 協會主辦 ● 針對海外重要單位代表或中 小及微型外商企業可提供機 票、住宿補助
10 月	台歐盟臺歐智慧製造研討會 - 台北·台灣	● 9 月或 10 月辦理
11/10-11/13	METALTECH & AUTOMEX 2020 馬來西亞工具機暨金屬加工設備展 - 吉隆坡·馬來西亞	
11/18-11/21	METALEX 2020 - BITEC 曼谷·泰國	● 參展優惠
11/24-11/27	2020 大灣區工業博覽會 - 深圳·中國	● 參展優惠
12/08-12/11	2020 Automatica 德國慕尼黑自動化與機器人展暨技術交流參訪團 - 慕尼黑展覽中心·德國	
12/09-12/10	國際機器人聯盟 IFR 定期會議 第 52 屆 ISR (International Symposium on Robotics) 會議 - 德國慕尼黑展覽中心·德國	● 於 2020 Automatica 展期間舉行
2021 年國際合作與交流活動		
01/20-01/22	2021 RoboDEX Tokyo 東京國際機器人研發暨技術大展展覽拓銷團 - 東京·日本	● 籌組參展團
5 月	EMK 韓國電子製造展 - 首爾·韓國	● 擬籌組參展團
5 月	國際機器人聯盟 IFR 定期會議 第 53 屆 ISR (International Symposium on Robotics) 會議 - 底特律·美國	● 於 Automate 2021 展期間舉行
8 月	2021 TAIROS 2021 Automation Taipei 台灣機器人與智慧自動化展、台北國際自動化工業大展 - 台北南港展覽一、二館·台灣	● 協會主辦 ● 針對海外重要單位代表或中 小及微型外商企業可提供機 票、住宿補助
<p>○ 備註：本表籌組參展優惠將依實際獲得國貿局補助金額後執行。</p> <p>○ 如要詳細了解相關資訊，歡迎洽詢業務一組</p> <p>○ 聯繫電話：(04)2358-1866 林家安 #21 / 張小潔 #22 / 洪靜玟 #14 / 陳心盈 #26</p>		

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
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 -	12 台中
07/23-07/24	運用 AI 工具解決瑕疵影像辨識與品質數據分析	- 招生中 -	12 台中
07/30-07/31	公差設計與量測校正實務培訓班	- 招生中 -	12 台中
08/06-08/07	視覺感測技術與 AI 影像處理應用實務	- 招生中 -	12 台北
09/10-09/11	自動化設備維修與保養實務培訓班		12 台中
09/24-09/25	智慧製造網路及資安防護管理培訓班		12 台中
10/15-10/16	五軸加工技術應用實務培訓班		12 台中
10/22-10/23	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	自動化工程師術科實作班		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。

製造到智造 iPXS 幫你準備好人才 找人才 找工作 首推經濟部產業人才能力鑑定

選 縮短履歷篩選時間約 50% **育** 人才上手時間減少約 50% **用** 獲得菁英人才庫 **留** 人才留職率較高

— 關鍵師級人才 —

- 機器聯網與應用工程師 new
- 感知系統整合應用工程師 new
- 智慧生產工程師
- 營運智慧分析師
- 3D 列印積層製造工程師
- 工具機機械設計工程師

— 智慧選擇 —

- 3 成獲證率，經濟部發證、教育部認可、產業讚同
- 以產業能力需求為導向的公正專業人才考試
- 超過 2,000 家次企業認同，願意優先面試、聘用、加薪獲證者
- 獲證者薪資平均高於一般初任人員 10%



免費加入
企業認同



考試
資訊

更多企業服務方案
高小姐 03-591-5220
HYkao@itri.org.tw

更多資訊 iPAS

經濟部工業局 廣告

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)	<input type="checkbox"/> 單期 (□3月 □6月 □9月 □12月)	NT\$ 50,000	NT\$ 55,000
	<input type="checkbox"/> 半年 2 期 (□3月 □6月 □9月 □12月)	NT\$ 90,000	NT\$ 99,000
	<input type="checkbox"/> 全年度 4 期	NT\$ 170,000	NT\$ 198,000
	<input type="checkbox"/> 一年半 6 期	NT\$ 249,000	NT\$ 273,000
	<input type="checkbox"/> 兩年 8 期	NT\$ 320,000	NT\$ 352,000
□ 內頁廣告	<input type="checkbox"/> 單期 (□3月 □6月 □9月 □12月)	NT\$ 30,000	NT\$ 35,000
	<input type="checkbox"/> 半年 2 期 (□3月 □6月 □9月 □12月)	NT\$ 54,000	NT\$ 63,000
	<input type="checkbox"/> 全年度 4 期	NT\$ 102,000	NT\$ 119,000
	<input type="checkbox"/> 一年半 6 期	NT\$ 149,400	NT\$ 174,300
	<input type="checkbox"/> 兩年 8 期	NT\$ 192,000	NT\$ 224,000
□ 跨頁廣告	<input type="checkbox"/> 單期 (□3月 □6月 □9月 □12月)	NT\$ 45,000	NT\$ 50,000
	<input type="checkbox"/> 半年 2 期 (□3月 □6月 □9月 □12月)	NT\$ 81,000	NT\$ 90,000
	<input type="checkbox"/> 全年度 4 期	NT\$ 144,000	NT\$ 160,000
	<input type="checkbox"/> 一年半 6 期	NT\$ 224,000	NT\$ 249,000
	<input type="checkbox"/> 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： _____

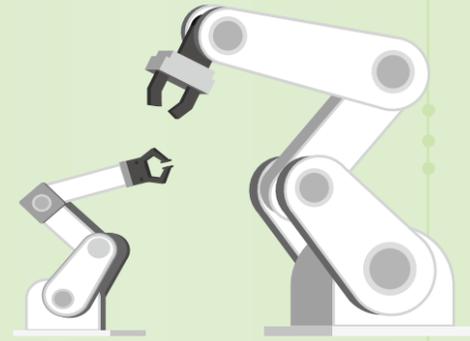
您希望廣告傳遞的服務產業別是：

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

追加優惠方案：① 凡已訂購 TAIRAOA 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，勞動人力減少衝擊之下，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

2020/08/13(四)

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

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學人領域的出版品，
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** 包含自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：

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

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

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

製造到智造

啟動產線數位轉型

38/100
264



www.tairoa.org.tw

60%

85%

94%

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, Xinsheng 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



ROBOTICS CONTROL PANEL

