

社團法人
台灣智慧自動化
與機器人協會

AI
+
IR

産業期刊

December
2020

12

VOL.35



精實智慧製造 方法與案例

Journal of Automation Intelligence and Robotics.

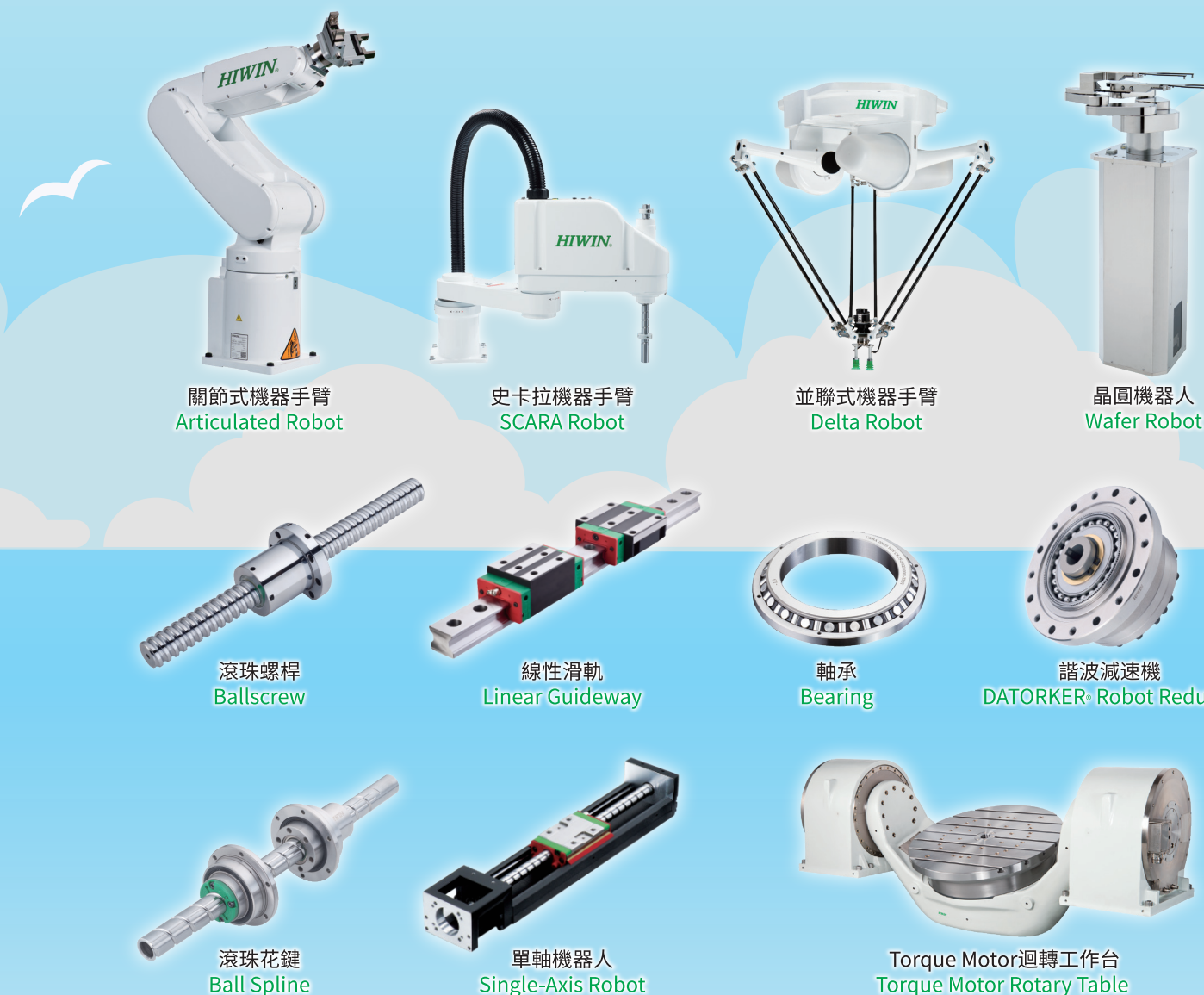
HIWIN®

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
 2001~2021 HIWIN連續21年榮獲台灣精品金銀質獎

HIWIN®

智慧製造領航者

工業4.0最佳夥伴 INDUSTRIE 4.0 Best Partner



全球銷售暨服務據點

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
法國 www.hiwin.fr	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

大銀微系統股份有限公司
 HIWIN MIKROSYSTEM CORP.
 www.hiwinmikro.tw
 business@hiwinmikro.tw



產業脈動

Industry Trend

50 建構智慧工廠實現精實生產創新,建構製造業超能力

研華股份有限公司

52 軟體結合生管流程客製化數位轉型切莫買櫝還珠

陳念舜

56 與時俱進的推行精實管理以品質改善為例

聚和國際股份有限公司
總經理室暨資訊中心 王邦峻 協理

62 落實智慧工廠願景打造高效精實生產

東元電機股份有限公司 吳勇潮 中壢一廠廠長

66 精實庫存管理

和泰汽車

產學研究 & 技術趨勢

Technology Research & Insight

68 解決產業人才斷層 智動化系統整合人才 暑期特訓營培育有成

社團法人台灣智慧自動化與機器人協會

78 工業機器人簡介與應用之挑戰

藍兆杰 國立成功大學 機械工程學系 教授

86 不同添加物於具有異形冷卻水路矽膠模具之冷卻效益研究與分析

郭啟全 明志科技大學
機械工程系 教授 / 智慧醫療研究中心 教授

陳威樺 明志科技大學
機械工程系 研究生

林益謙、高羣、簡士鈞、蕭承翔 明志科技大學
機械工程系 專題生

好書推薦

Bookrecom

102 框架效應:打破自己的認知侷限 看見問題本質 告別慣性偏誤的心理學智慧

遠流出版

104 低歸屬感世代:面對因科技而變得 孤獨的一代,管理者該如何找回 工作夥伴間的深刻連結?

時報出版

產業行事曆

Industrial Calendar

106 2021國際展覽/參訪行事曆 110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

20 精實智慧製造 共創平台與 核心主張

劉仁傑
東海大學 工業工程與
經營資訊學系 教授
科技部精實系統知識
應用聯盟 主持人

24 製造業數位化、智慧化加速 如何導入能省錢、省人、 減少失敗率?

華宇企管精實管理顧問總監 陳尚志 顧問

34 從精實生產到智慧製造

陳建良 國立清華大學
工業工程與工程管理學系 教授
陳子立 輔仁大學
資訊管理學系 副教授
蔡萱霓、張郁杰 國立清華大學
工業工程與工程管理學系 研究生

42 低庫存時代的終結? 疫情對於精實生產的 衝擊與改變

資策會資策會產業情報研究所(MIC)



量身打造培訓計畫 客製化企業包班

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

計畫目的

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

執行方案

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

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

課程特色

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

歡迎各家企業詢問，共同打造高品質人力資源！

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

發刊時程	每季一期
本期出版日期	民國 109 年 12 月號
發行期數	期刊，全彩印刷
發行數量	3,000 本 / 期
發行區域	國內及國外重要機器人與自動化展覽
發行對象	社團法人台灣智慧自動化與機器人協會全體會員、工具機暨零組件業、物流傳動業、汽機車與自行車業、食品製造廠、紡織、電機電子業、五金業等設備或零組件製造商、研發單位及學術機構等，發行對象遍及產業供需體系，國內外展覽會。

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

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

版權所有 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。

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 11 月 27 日；

臺灣採購經理人指數本次發布日期為 12 月 1 日



全球 疫情再度暴發，各國重啟嚴格管控措施，使得企業信心再次下滑，恐再度減緩全球經濟復甦動能。國內方面，全球需求增溫，石化原物料與鋼材價格走高，令化學產業與鋼鐵基本工業看好當月景氣與未來半年景氣，電子業儘管需求依舊暢旺，但上月受陸商提前拉貨使得基期變高，使得部分電子廠商營收較上月衰退，故電子機械業廠商對於當月景氣看法呈現兩極；服務業方面，受到中秋國慶連假、百貨周年慶開打、安心旅遊補助 10 月底結束民眾把握出遊機會，令零售業與餐旅業者看好當月景氣表現。然全球疫情持續升溫，使得國人出國旅遊與國外旅客客源仍難

以樂觀看待，故餐旅業者對於未來半年景氣看法依舊顯悲觀；營建業方面因基期高、連假導致地政機關過戶登記天數減少，以及賣方開價趨高，使得自住買方追價意願薄弱，買氣陷入觀望等因素，導致 10 月測驗點出現下滑。據台灣經濟研究院調查，10 月製造業營業氣候測驗點持續走高，服務業、營建業測驗點微幅下滑。

美國商務部經濟分析局公佈 2020 年第三季 GDP 成長年增率為 -2.9%，符合經濟景氣自第二季的谷底復甦預期；第二季 GDP 成長年增率為 -9.0%，第三季復甦力道仍屬相對微弱。BEA 發佈的美國第三季民間消費與民間

投資成長年增率分別為 -2.9% 及 -3.8%。至於第三季商品與勞務出口暨進口成長年增率，則分別為 -14.6% 與 -8.9%。

美國就業市場表現方面，根據美國勞動統計局發佈 2020 年 10 月美國失業率為 6.9%，較 9 月失業率下滑 1.0 個百分點，9 月非農業就業人口增加 63.8 萬人。於物價方面，美國 2020 年 10 月消費者物價指數 (CPI) 年增率為 1.2%，較前月數值下滑 0.2 個百分點。扣除食品與能源價格之核心 CPI，年增率則為 1.6%，較前月數值下滑 0.1 個百分點。聯準會 (Fed) 主席鮑爾表示美國不斷上升疫情病例，仍然是目前經濟最大威脅，預期聯準會寬鬆措施持續。

至於美國經濟近期的景氣展望方面，參考美國供應管理研究所 (Institute of Supply Management, ISM) 公佈的美國 2020 年 10 月製造業採購經理人指數 (PMI) 為 59.3 點，較月數值上揚 3.9 點；ISM 公佈的 2020 年 10 月服務業 PMI 為 56.6 點，較月指數下滑 1.2 點。美國 10 月的製造業與服務業 PMI 數值雖然一升一降，但皆處於 50 點之榮枯線以上，象徵景氣復甦、擴張持續。

在中國方面，依據中國國家統計局公布 2020 年 10 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 6.9%，增速與 9 月持平，累計 1 至 10 月規模以上工業增加值年增率為 1.8%，其中採礦業、製造業及電力、熱力、燃氣及水的生產和供應業分別較 2019 年同期成長 -0.2%、2.4% 及 1.1%；若以主要行業來看，增幅依序為電氣機械和器材製造業 (7.0%)、計算機、通信和其他電子設備製造業 (6.9%)、汽車製造業 (5.6%)。在消費方面，2020 年 10 月社

會消費品零售總額達 3 兆 8,576 億人民幣，較 2019 年同期成長 4.3%，累計 1 至 10 月社會消費品零售總額為 31 兆 1,901 億人民幣，較前年同期成長 -5.9%，其中餐飲收入及商品零售年增率分別為 -21.0% 及 -4.0%。在投資方面，2020 年 1 至 10 月固定資產投資 (不含農戶) 年增率 1.8%，其中民間固定資產投資年增率 -0.7%，較 1 至 9 月降幅再縮減 0.8 個百分點。另外，海關總署公布 2020 年 10 月貿易額達 4,159.2 億美元，較前同期成長 8.4%，其中出口達 2,371.8 美元，成長 11.4%，進口額為 1,787.4 億美元，成長 4.7%。累計 2020 年 1 至 10 月貿易額為 37,126.6 億美元，較 2019 年同期衰退 0.8%，其中出口額 20,485.8 億美元，成長 0.5%，進口額 16,640.8 億美元，衰退 2.3%，貿易順差達 3,845.0 元，前三大出口地區分別為美國 (17.3%)、歐盟 (15.3%) 與東協 (14.7%)，出口合計占比達 47.3%。在生產與商業活動方面，10 月製造業除新訂單指數持平外，其餘指標均較 9 月減少，致 PMI 指數來到 51.4%，較 9 月減少 0.1 個百分點；若再從企業規模看，大型企業 PMI 為 52.6%，較 9 月增加 0.1 個百分點、中型及小型企業 PMI 分別為 50.6% 及 49.4%，比 9 月減少 0.1 及 0.7 個百分點。非製造業活動指數為 56.2%，較 9 月增加 0.3 個百分點。而 IHS Markit 11 月份最新預測，較 10 月增加 0.18 個百分點，2020 年經濟成長率為 2.03%。

國內外貿易方面，受惠於消費性電子旺季，加上傳產庫存回補等影響，帶動 10 月整體出口年增率重回雙位數表現。其中，電子零組件、資通與視聽產品出口續呈雙位數成長，而受惠於傳產需求漸有回穩，使得基本金屬及其製品、化學品與機械產品出口年增率皆由負轉

正，故 10 月整體出口年增率由上月的 9.33% 擴大至 11.25%；進口方面，儘管受到國際原物料維持低檔、積體電路需求下滑，使得農工原料進口年減幅擴大，然而受惠於國際品牌手機新品上市及汽車需求暢旺，使得消費品進口年增率由上月的雙位數衰退轉為成長 4.68%，加上半導體業者擴廠需求，亦使資本設備進口年增率由負轉正，10 月整體進口年增率由上月的衰退 5.44% 縮小至衰退 1.01%。總計 2020 年 1 至 10 月出口較 2019 年同期成長 3.38%，進口則衰退 0.78%，出超為 477.70 億美元，成長 29.95%。

國內生產方面，受到消費性電子新品陸續推出、遠距應用相關設備出貨暢旺、新興科技運用需求強勁等影響，有助於減緩工作天數減少、陸廠華為急單效果消退等衝擊，令電子零組件業生產指數年增率續維持雙位數成長；在主要傳統產業方面，機械設備業受到工作天數減少，加上歐美疫情嚴峻影響廠商接單與出貨步調，使得機械設備業未能延續上月的正成長走勢，基本金屬業及化學原材料業則受惠於下游廠商需求回溫，生產表現逐月回升。整體 10

月工業生產指數年增率由上月的 11.62% 縮減至 7.06%，總計 2020 年 1 至 10 月累計平均工業生產指數較 2019 年同期成長 6.47%，製造業生產指數成長 6.93%。內需消費方面，受惠於連假出遊潮以及換季商品消費需求增溫，對零售通路業績有提升之效果，其中各家百貨商場在周年慶檔期行銷的相繼接力，尤其是因邊境管制未除，有助於擴大本地消費力，帶動綜合商品零售業營業額年增率由上月 3.01% 擴大至 6.22%。此外，國內知名電商舉辦線上週年慶、雙 11 檔期促銷提前展開，使得電子購物及郵購業營業額年增率續呈現雙位數成長。10 月整體零售業營業額較 2019 年同月相比成長 3.26%，連續四個月正成長，累計今年 1-10 月零售業營業額較上年同期相比衰退 0.15%；餐飲業部分，餐館業因中秋、國慶連假聚餐及出遊商機，加上適逢百貨公司周年慶帶來集客效應，民眾外出餐飲消費意願增加，使得 10 月餐館營業額較上月成長，與去年同期相比，10 月整體餐飲業營業額年增率由上月 0.10% 擴大至 3.11%，累計今年 1-10 月餐飲業營業額較上年同期衰退 5.08%。

景氣對策信號

109 年 10 月為 28 分，較上月增加 1 分，燈號續呈綠燈。9 項構成項目中，海關出口值由藍燈轉呈綠燈，分數增加 2 分；機械及電機設備進口值由黃藍燈轉呈綠燈、製造業營業氣候測驗點由綠燈轉呈黃紅燈，分數各增加 1 分；批發、零售及餐飲業營業額由黃紅燈轉呈黃藍燈，分數減少 2 分；製造業銷售量指數由黃紅燈轉呈綠燈，分數減少 1 分；其餘 4 項燈號不變。個別構成項目說明如下：

- **貨幣總計數 M1B 變動率**：由上月 12.1% 增至 12.8%，燈號續呈黃紅燈。
- **股價指數變動率**：由上月 17.0% 減至 15.1%，燈號續呈黃紅燈。
- **工業生產指數變動率**：由上月上修值 9.8% 減至 7.6%，燈號續呈黃紅燈。
- **非農業部門就業人數變動率**：由上月 0.05% 減至 0.00%，燈號續呈藍燈。

- **海關出口值變動率**：由上月 -3.0% 增至 8.9%，燈號由藍燈轉呈綠燈。
- **批發、零售及餐飲業營業額變動率**：由上月上修值 6.8% 減至 0.6%，燈號由黃紅燈轉呈黃藍燈。
- **製造業營業氣候測驗點**：由上月上修值 100.46 點增至 101.3 點，燈號由綠燈轉呈黃紅燈。
- **機械及電機設備進口值變動率**：由上月 -0.03% 增至 4.7%，燈號由黃藍燈轉呈綠燈。
- **製造業銷售量指數變動率**：由上月上修值 8.2% 減至 5.3%，燈號由黃紅燈轉呈綠燈。

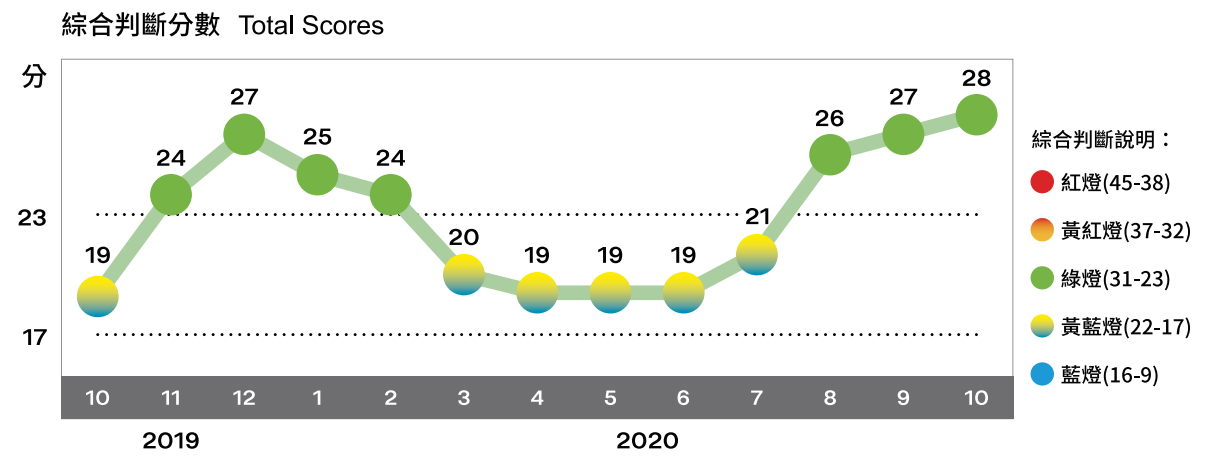


圖 1. 近一年景氣對策信號走勢圖 (國家發展委員會)

		2019 年			2020 年											
		10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月		10 月	
		燈號	燈號	燈號	燈號	燈號	燈號	燈號	燈號	燈號	燈號	燈號	燈號	% 數	燈號	% 數
綜合判斷	燈號	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	
	分數	19	24	27	25	24	20	19	19	19	21	26	27		28	
貨幣總計數 M1B		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	12.1	●	12.8
股價指數		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	17.0	●	15.1
工業生產指數		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	9.8 _r	●	7.6
非農業部門就業人數		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.05	●	0.00
海關出口值		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-3.0	●	8.9
機械及電機設備進口值		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-0.03	●	4.7
製造業銷售量指數		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	8.2 _r	●	5.3
批發、零售及餐飲業營業額		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	6.8 _r	●	0.6
製造業營業氣候測驗點		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	100.46 _r	●	101.3

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)

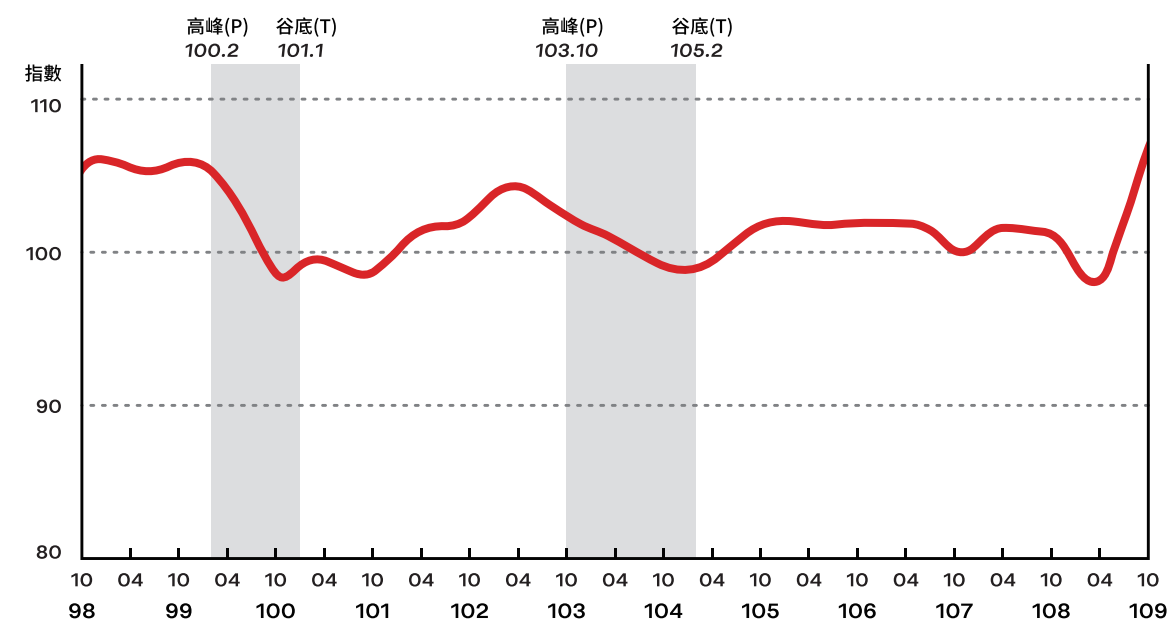
景氣指標

01 領先指標 領先指標不含趨勢指數為 106.92，較上月上升 1.62%(詳表 1、圖 3)。

表 1. 景氣領先指標 (國家發展委員會)

項目	109 年 (2020)						
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
不含趨勢指數	98.09	98.89	100.22	101.83	103.52	105.22	106.92
較上月變動 (%)	0.01	0.81	1.35	1.60	1.67	1.64	1.62
構成項目 ¹							
外銷訂單動向指數 ²	96.80	97.81	99.10	100.41	101.67	102.89	104.12
實質貨幣總計數 M1B	100.14	100.34	100.55	100.73	100.91	101.08	101.25
股價指數	99.65	99.73	99.90	100.11	100.34	100.55	100.76
工業及服務業受僱員工淨進入率 ³	98.97	99.14	99.48	99.88	100.31	100.72	101.12
建築物開工樓地板面積 ⁴	99.78	99.87	100.02	100.23	100.48	100.73	100.98
實質半導體設備進口值	100.23	99.80	99.51	99.36	99.34	99.38	99.45
製造業營業氣候測驗點	98.69	98.98	99.51	100.19	100.91	101.62	102.32

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

02 同時指標 同時指標不含趨勢指數為 103.27，較上月上升 1.10 % (詳表 2、圖 4)。

表 2. 景氣同時指標 (國家發展委員會)

項目	109 年 (2020)						
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
不含趨勢指數	98.82	98.77	99.16	99.96	101.01	102.15	103.27
較上月變動 (%)	-0.41	-0.06	0.39	0.81	1.05	1.13	1.10
構成項目							
工業生產指數	99.82	99.82	99.92	100.13	100.43	100.78	101.12
電力 (企業) 總用電量	99.57	99.45	99.51	99.78	100.15	100.56	100.96
製造業銷售量指數	99.42	99.55	99.82	100.20	100.66	101.14	101.59
批發、零售及餐飲業營業額	98.64	98.64	98.96	99.52	100.17	100.83	101.40
非農業部門就業人數	99.68	99.48	99.34	99.25	99.20	99.18	99.16
實質海關出口值	99.36	99.55	99.82	100.19	100.66	101.16	101.71
實質機械及電機設備進口值	100.00	99.89	99.83	99.83	99.87	99.95	100.05

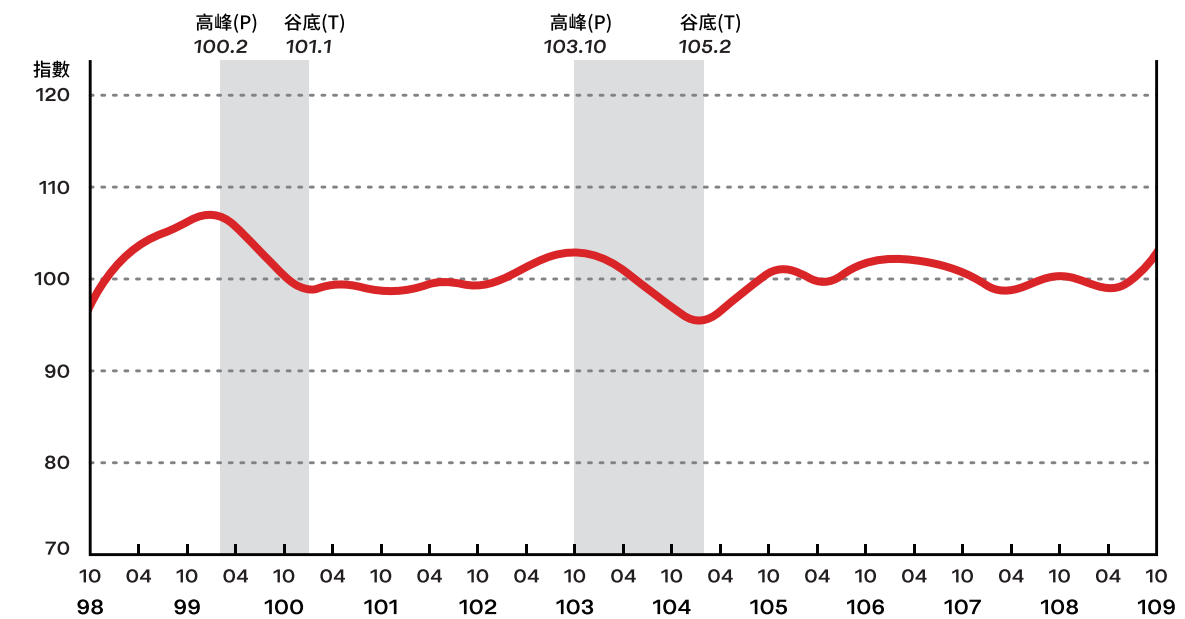


圖 4. 同時指標不含趨勢指數走勢圖 (國家發展委員會)

7 個構成項目經去除長期趨勢後，6 項較上月上升，包括批發、零售及餐飲業營業額、實質海關出口值、製造業銷售量指數、電力 (企業) 總用電量、工業生產指數、實質機械及電機設備進口值；僅非農業部門就業人數較上月下滑。

03 落後指標 落後指標不含趨勢指數為 97.80，較上月下滑 0.11%(詳表 3、圖 5)。

表 3. 景氣落後指標 (國家發展委員會)

項目	109 年 (2020)						
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
不含趨勢指數	98.73	98.43	98.25	98.13	98.02	97.91	97.80
較上月變動 (%)	-0.43	-0.31	-0.18	-0.12	-0.11	-0.12	-0.11
構成項目							
失業率 ¹	99.38	99.26	99.31	99.49	99.73	100.01	100.30
製造業單位產出勞動成本指數	99.39	99.16	98.92	98.67	98.46	98.29	98.15
金融業隔夜拆款利率	99.97	99.94	99.92	99.910	99.908	99.909	99.912
全體金融機構放款與投資	100.47	100.57	100.67	100.74	100.77	100.75	100.72
製造業存貨價值	99.46	99.41	99.33	99.21	99.03	98.82	98.58

註：¹失業率取倒數計算。

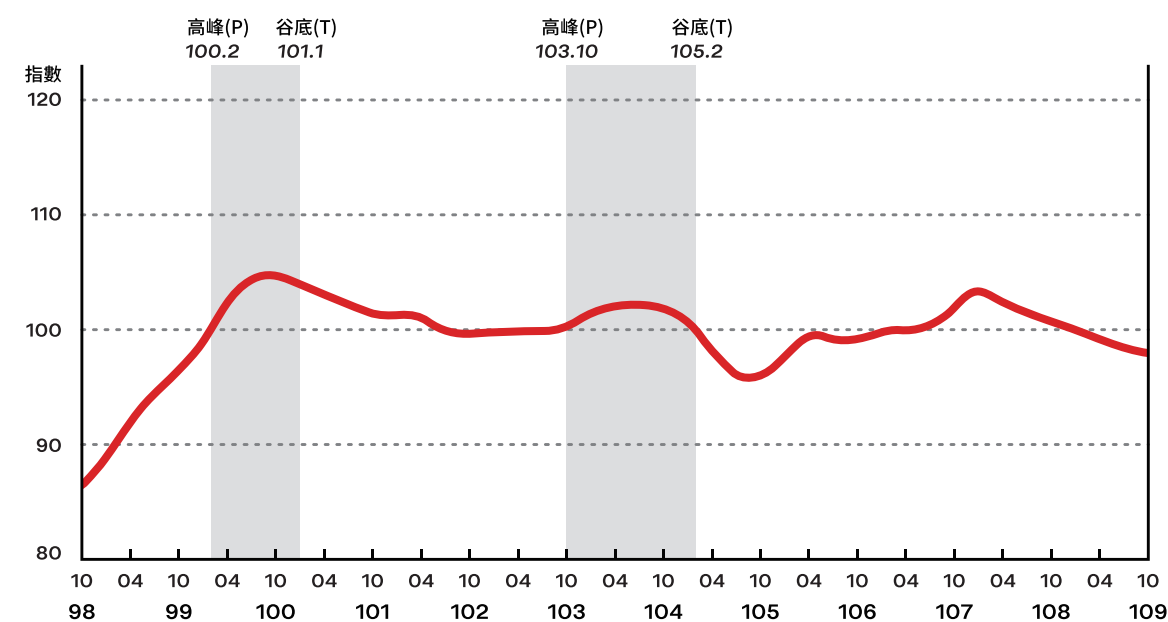


圖 5. 落後指標不含趨勢指數走勢圖 (國家發展委員會)

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

製造業採購經理人指數 (PMI)

2020 年 11 月經季節調整後之臺灣製造業採購經理人指數 (PMI) 連續第 5 個月擴張，且指數續揚 1.9 個百分點至 61.2%，為 2017 年 3 月以來最快擴張速度。

(表 4) 全體製造業經季節調整後的「新增訂單」指數已連續 4 個月維持在 60.0% 以上之擴張速度，惟指數回跌 1.1 個百分點至 64.8%。化學暨生技醫療產業與食品暨紡織產業之新增訂單指數皆已連續 5 個月維持在 60.0% 以上的擴張速度，指數各上升 2.2 與 4.8 個百分點至 63.1% 與 67.3%。電子暨光學產業與基礎原物料產業之新增訂單指數皆持續維持在 60.0% 以上的擴張速度，本月指數各回跌 1.5 與 0.5 個百分點至 63.0% 與 64.4%。電力暨機械設備產業已連續 3 個月回報新增訂單擴張，且指數續上升 7.2 個百分點至 66.7%，為 2018 年 5 月以來最快擴張速度。

全體製造業經季調後之「生產數量」指數續揚 2.8 個百分點至 66.5%，連續第 3 個月維持在 60.0% 以上的擴張速度。化學暨生技醫療產業與電子暨光學產業之生產指數皆維持在 60.0% 以上的擴張速度，且指數各攀升 0.1 與 1.5 個百分點至 63.1% 與 62.6%。電力暨機械設備產業之生產數量由持平 (50.0%) 轉為擴張，指數翻揚 17.9 個百分點至 67.9%，為 2018 年 7 月以來最快擴張速度。基礎原物料產業之生產數量已連續 5 個月擴張，回跌 6.7 個百分點至 65.6%。交通工具產業之生產指數在 9 月攀升至最高點 (82.6%) 後，指數已連續 3 個月維持在 70.0% 以上的擴張速度，指數為 76.0%。

「原物料價格」指數已連續 3 個月維持在

60.0% 以上的上升 (高於 50.0%) 速度，且 11 月指數攀升 6.9 個百分點至 72.5%，為 2018 年 7 月以來最快上升速度。化學暨生技醫療產業與電子暨光學產業之原物料價格指數皆已連續 3 個月維持在 60.0% 以上的上升速度，指數分別為 78.6% 與 68.1%，各較 10 月攀升 9.0 與 5.9 個百分點。基礎原物料產業與交通工具產業之原物料價格指數皆攀升至 80.0% 以上的上升速度，指數分別為 86.7% 與 80.0%，攀升幅度分別為 12.2 與 5.0 個百分點。電力暨機械設備產業已連續 6 個月回報原物料價格為上升，且指數回升 8.3 個百分點至 64.3%。

「未來六個月展望」指數攀升 5.1 個百分點至 63.4%，為 2020 年 2 月以來最快擴張速度。化學暨生技醫療產業與基礎原物料產業未來展望指數皆已連續 3 個月維持在 60.0% 以上擴張速度，11 月指數分別續揚 9.4 與 1.8 個百分點至 71.4% 與 65.6%。其中，化學暨生技醫療產業未來展望指數已攀升至 2017 年 2 月以來最快擴張速度。電力暨機械設備產業自 2020 年 2 月以來首次回報未來展望為擴張，指數續揚 13.1 個百分點至 61.9%，為 2018 年 5 月以來最快擴張速度。電子暨光學產業與食品暨紡織產業之未來展望分別已連續 4 與 6 個月呈現擴張，且 11 月指數各回升 5.6 與 0.2 個百分點至 60.9% 與 59.6%。

2020 年 11 月六大產業 PMI 皆呈現擴張，依擴張速度排序為交通工具產業 (69.2%)、化學暨生技醫療產業 (60.7%)、食品暨紡織產業 (60.4%)、基礎原物料產業 (60.4%)、電子暨光學產業 (60.2%) 與電力暨機械設備產業 (58.8%) (圖 7)。

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：％

	2020 11 月	2020 10 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	61.2	59.3	+1.9	擴張	加快	5	60.7	60.2	60.4	60.4	69.2	58.8
新增訂單數量	64.8	65.9	-1.1	擴張	趨緩	5	63.1	63.0	67.3	64.4	69.2	66.7
生產數量	66.5	63.7	+2.8	擴張	加快	5	63.1	62.6	63.5	65.6	76.0	67.9
人力僱用數量	55.8	53.9	+1.9	擴張	加快	5	57.1	54.6	61.5	51.1	74.0	51.2
供應商交貨時間	63.5	59.4	+4.1	上升	加快	13	66.7	67.2	55.8	60.0	58.0	54.8
存貨	55.4	53.6	+1.8	擴張	加快	4	53.6	53.4	53.8	61.1	64.0	53.6
客戶存貨	43.9	45.8	-1.9	過低	加快	6	39.3	43.3	55.8	46.7	32.0	42.9
原物料價格	72.5	65.6	+6.9	上升	加快	6	78.6	68.1	61.5	86.47	80.0	64.3
未完成訂單	59.6	56.7	+2.9	擴張	加快	4	67.9	57.1	55.8	62.2	62.0	59.5
新增出口訂單	60.6	59.7	+0.9	擴張	加快	5	69.0	58.8	57.7	58.9	66.0	64.3
進口原物料數量	56.3	55.3	+1.0	擴張	加快	5	58.3	54.6	55.8	57.8	70.0	53.6
未來六個月展望	63.4	58.3	+5.1	擴張	加快	4	71.4	60.9	59.6	65.6	72.0	61.9
生產用物資 (平均天數)	36	37	-	-	-	-	37	36	37	45	24	35
維修與作業耗材 (平均天數)	30	32	-	-	-	-	35	27	27	34	29	29
資本支出 (平均天數)	56	61	-	-	-	-	50	49	78	55	68	61

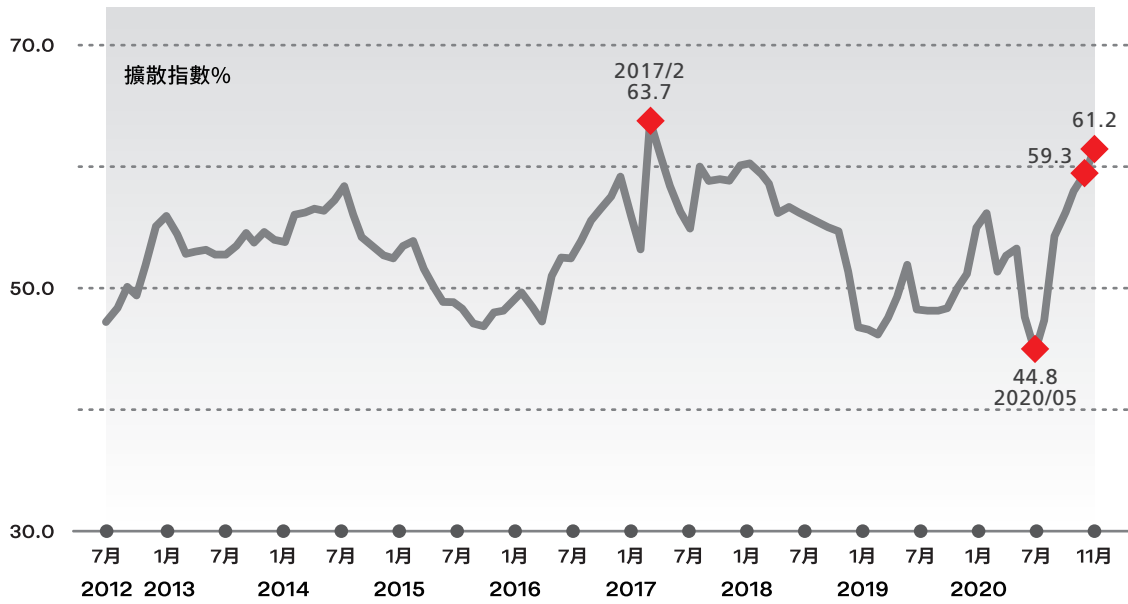


圖 6. 臺灣製造業 PMI 時間序列走勢圖 (中華經濟研究院)

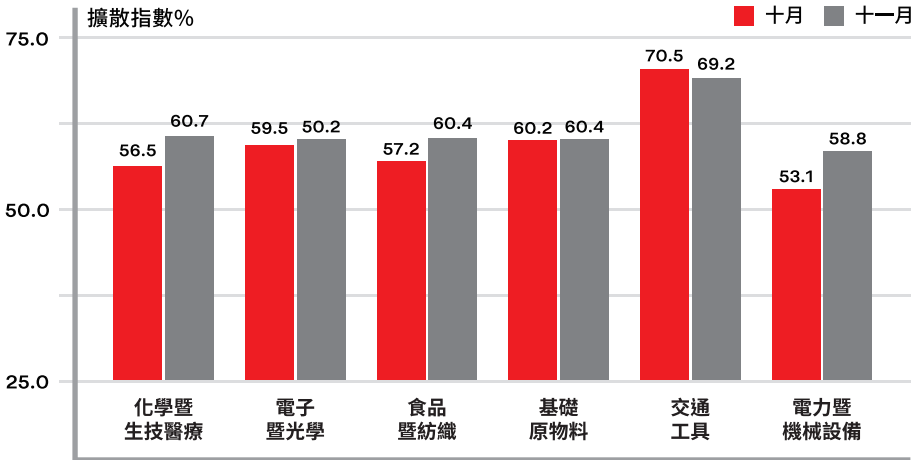


圖 7. 產業別 PMI 示意圖 (中華經濟研究院)

非製造業經理人指數 (NMI)

2020 年 11 月臺灣非製造業經理人指數 (NMI) 在連續 2 個月擴張速度趨緩後，指數回升 0.4 個百分點至 53.8%，連續第 6 個月擴張。

2020 年 11 月八大產業中，七大產業 NMI 呈現擴張，依擴張速度排序為零售業 (63.7%)、教育暨專業科學業 (61.7%)、營造暨不動產業 (55.8%)、批發業 (55.5%)、運輸倉儲業 (54.9%)、資訊暨通訊傳播業 (54.4%) 與金融保險業 (51.9%)。八大產業中，僅住宿餐飲業 NMI(29.8%) 仍持續緊縮 (圖 9)。

全體非製造業「新增訂單」(新增簽約客戶或業務) 指數在連續 2 個月擴張速度趨緩後，指數攀升 1.7 個百分點至 54.3%，為連續第 6 個月擴張。八大產業中，六大產業回報新增訂單呈現擴張，各產業依擴張速度排序為零售業 (72.2%)、教育暨專業科學業 (66.7%)、運輸倉儲業 (58.9%)、營造暨不動產業

(56.7%)、批發業 (54.2%) 與資訊暨通訊傳播業 (52.9%)。住宿餐飲業 (19.2%) 則呈現緊縮。僅金融保險業回報新增訂單為持平 (50.0%)。

其次，全體非製造業之「存貨」指數中斷連續 4 個月擴張轉為緊縮，指數下跌 1.6 個百分點至 48.7%。八大產業中，二大產業回報存貨呈現緊縮，依緊縮速度排序為住宿餐飲業 (34.6%) 與營造暨不動產業 (48.3%)。資訊暨通訊傳播業 (55.9%)、金融保險業 (51.0%) 與批發業 (51.0%) 則回報存貨呈現擴張。教育暨專業科學業、零售業與運輸倉儲業皆回報存貨為持平 (50.0%)。

全體非製造業的「採購價格 (營業成本) 指數已連續 59 個月呈現上升 (高於 50.0%)，指數微幅攀升 0.5 個百分點至 57.9%。八大產業中，七大產業回報採購價格呈現上升，各依上升速度排序為營造暨不動產業 (70.0%)、

運輸倉儲業 (60.7%)、零售業 (60.0%)、教育暨專業科學業 (59.1%)、資訊暨通訊傳播業 (58.8%)、住宿餐飲業 (57.7%) 與批發業 (54.0%)。僅金融保險業 (40.4%) 回報採購價格呈現下降 (低於 50.0%)。

全體非製造業之「未完成訂單」指數已連續 2 個月呈現緊縮，惟指數攀升 2.3 個百分點至 49.5%。八大產業中，三大產業回報未完成訂單呈現緊縮，各產業依緊縮速度排序為住宿餐飲業 (34.6%)、營造暨不動產業 (46.7%) 與資訊暨通訊傳播業 (47.1%)。運輸倉儲業 (60.7%)、零售業 (55.0%)、批發業 (54.0%)、

教育暨專業科學業 (53.0%) 與金融保險業 (52.9%) 則回報未完成訂單呈現擴張。

最後，全體非製造業之「未來六個月展望」指數已連續 6 個月擴張，且指數回升 3.2 個百分點至 56.1%，為 2020 年 2 月以來的最快擴張速度。八大產業中，七大產業回報未來六個月展望呈現擴張，各產業依擴張速度排序為營造暨不動產業 (63.3%)、教育暨專業科學業 (60.6%)、金融保險業 (60.6%)、零售業 (57.5%)、批發業 (57.0%)、運輸倉儲業 (55.4%) 與資訊暨通訊傳播業 (52.9%)。僅住宿餐飲業回報未來六個月展望為持平 (50.0%)。

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：%

	趨勢						產業別							
	2020 6月	2020 5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	53.8	53.4	+0.4	跨張	加快	6	29.8	55.8	61.7	51.9	54.4	63.7	54.9	55.5
商業活動	54.0	55.0	-1.0	跨張	趨緩	6	23.1	56.7	68.2	56.7	52.9	70.0	58.9	51.0
新增訂單	54.3	52.6	+1.7	擴張	加快	6	19.2	56.7	66.7	50.0	52.9	72.2	58.9	54.2
人力僱用	52.4	53.5	-1.1	擴張	趨緩	5	30.8	60.0	57.6	49.0	55.9	50.0	50.0	54.0
供應商交貨時間	54.5	52.4	+2.1	上升	加快	13	46.2	50.0	54.5	51.9	55.9	62.5	51.8	63.0
存貨	48.7	50.3	-1.6	緊縮	前月為擴張	1	34.6	48.3	50.0	51.0	55.9	50.0	50.0	51.0
採購價格	57.9	57.4	+0.5	上升	加快	59	57.7	70.0	59.1	40.4	58.8	60.0	60.7	54.0
未完成訂單	49.5	47.2	+2.3	緊縮	趨緩	2	34.6	46.7	53.0	52.9	47.1	55.0	60.7	54.0
服務輸出 / 出口	49.5	45.3	+4.2	緊縮	趨緩	3	100.0	28.6	45.0	64.3	400	66.7	58.3	50.0
服務輸入 / 進口	51.0	50.3	+0.7	擴張	加快	2	46.2	50.0	45.8	50.0	50.0	64.3	68.2	48.7
服務收費價格	50.2	51.5	-1.3	上升	趨緩	6	19.2	65.5	53.3	41.3	44.1	50.0	58.9	54.0
存貨觀感	50.4	51.2	-0.8	過高	趨緩	9	42.3	50.0	47.0	47.1	50.0	52.5	41.4	61.0
未來六個月展望	56.1	52.9	+3.2	擴張	加快	6	50.0	63.3	60.6	60.6	52.9	57.5	55.4	57.0

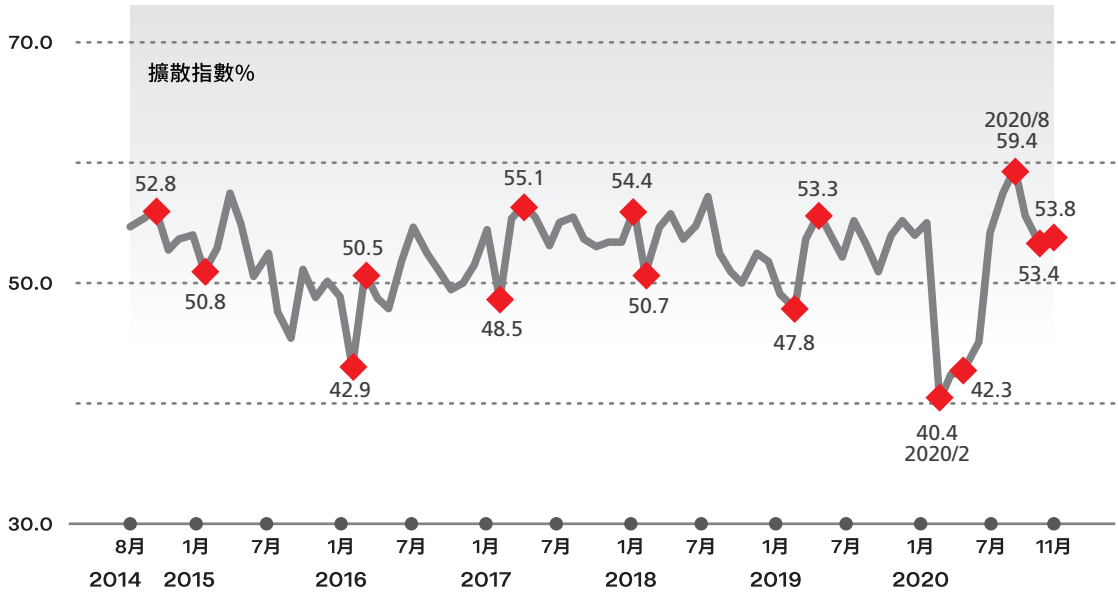


圖 8. 臺灣非製造業 NMI 時間序列走勢圖 (中華經濟研究院)

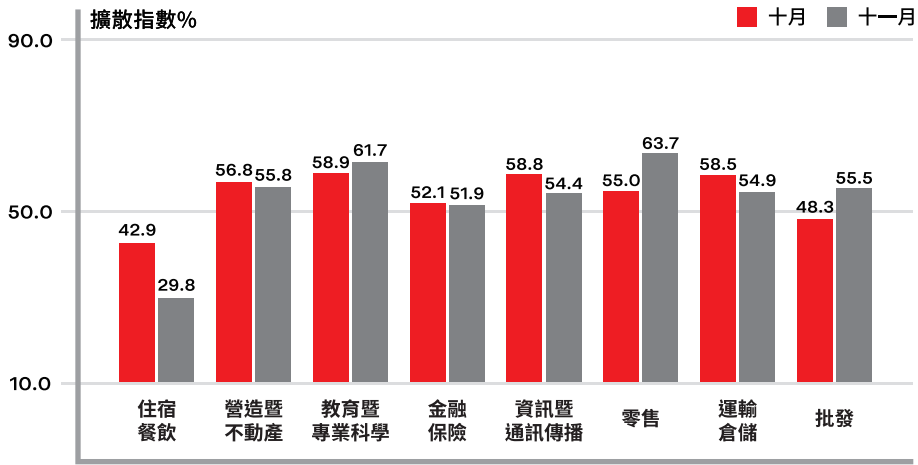
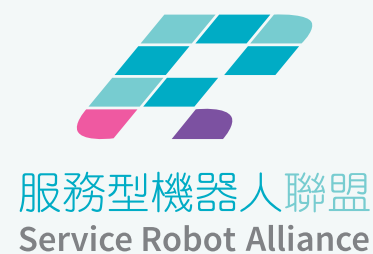
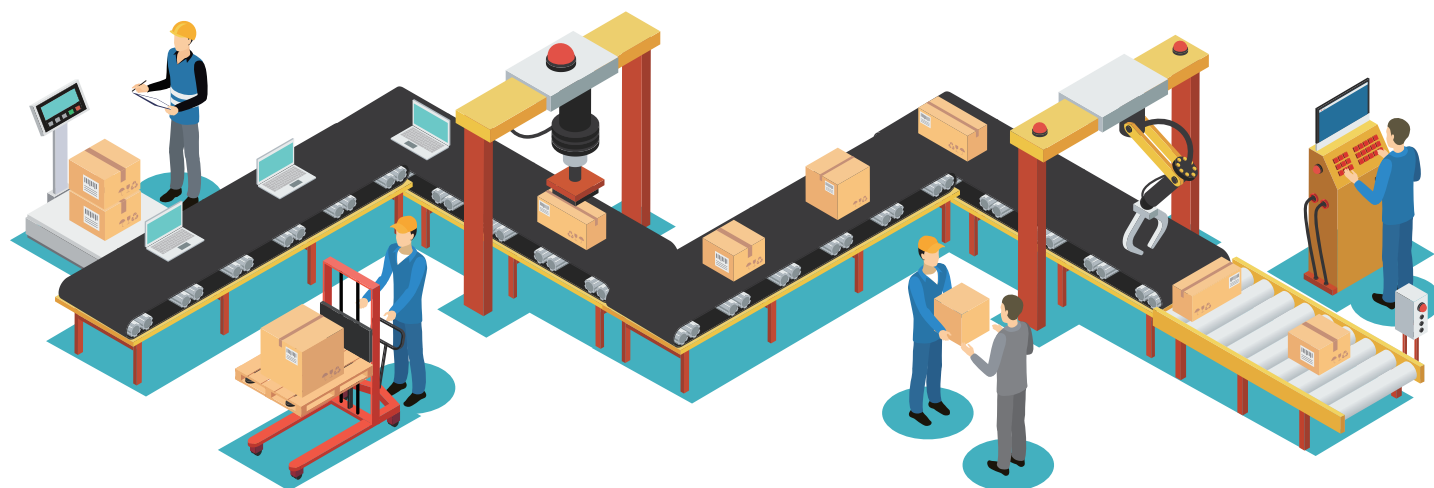
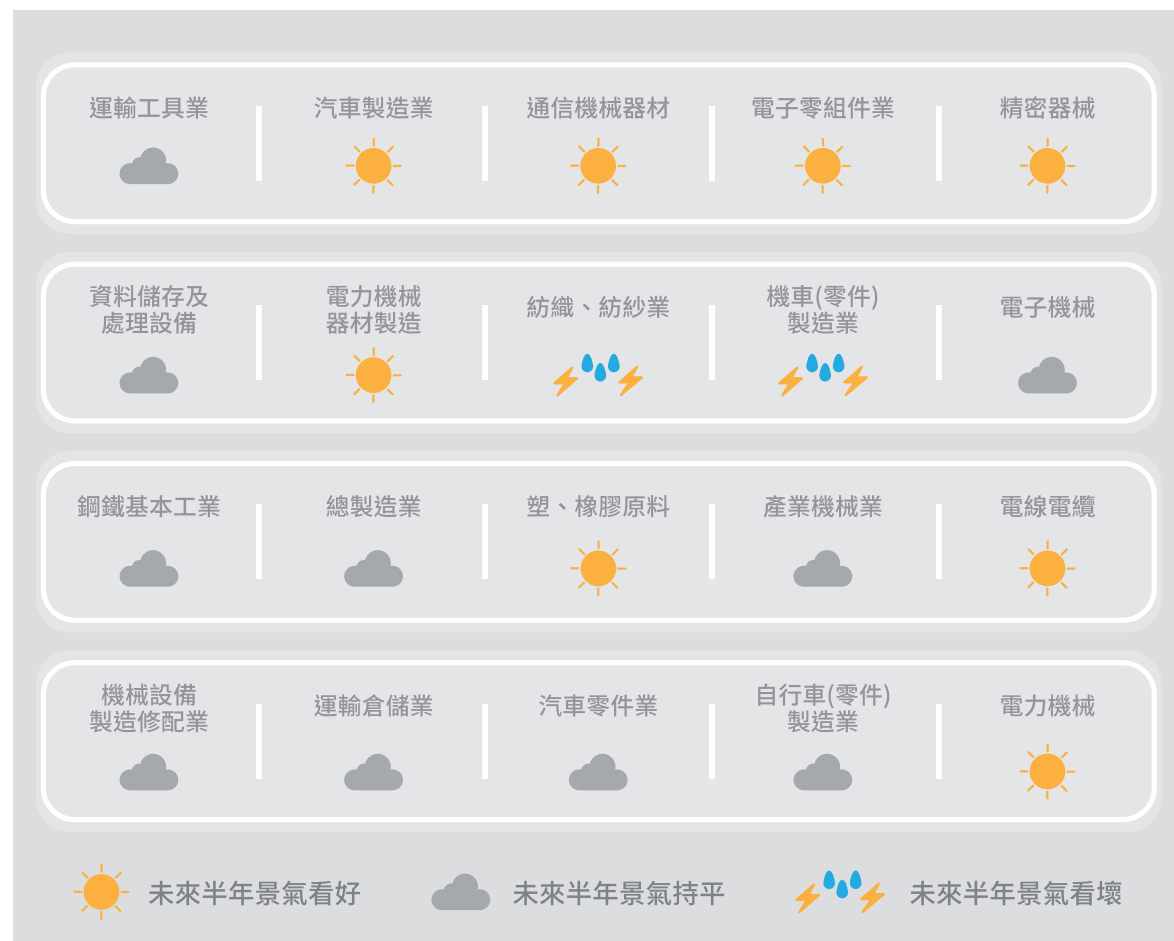


圖 9. 產業別 NMI 示意圖 (中華經濟研究院)

未來半年個別產業景氣預測 (以 2020 年 10 月為預測基準月)



成軍於 2018 年 8 月，由社團法人台灣智慧自動化與機器人協會 (TAIROA) 與財團法人資訊工業策進會數位服務創新研究所發起，是目前國內結合產業發展的第一個服務型機器人組織。



立即加入
服務型機器人聯盟

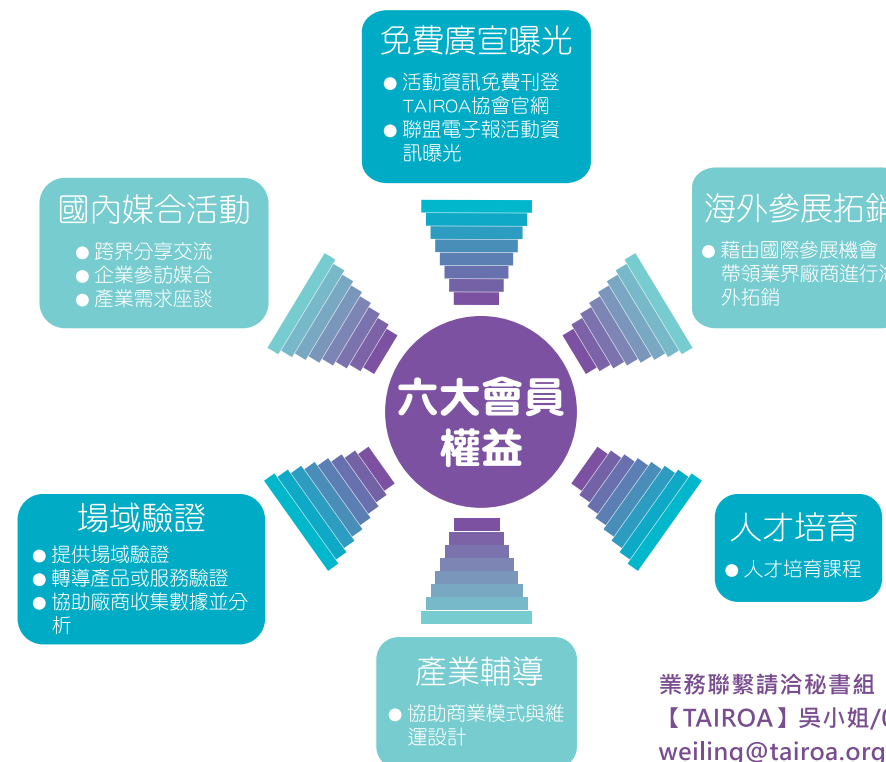
串聯產官研協助產業發展拓銷



攜手場域公協會開辦多元活動



聯盟期望整合服務型機器人產業鏈的上中下游資源，以高值化、高產值、市場化為目標，加速擴大多元場域應用及提升服務價值，同時以團體戰方式進軍國內外市場。歡迎攜手加入服務型機器人聯盟，深化產業發展，提升產品競爭力！



業務聯繫請洽秘書組：
【TAIROA】吳小姐/04-23581866#25
weiling@tairoa.org.tw

精實智慧製造 共創平台與核心主張

文：劉仁傑
東海大學 工業工程與經營資訊學系 教授
科技部精實系統知識應用聯盟 主持人

新冠疫情前曾應邀往訪大阪、名古屋、福建、杭州、捷克、雅加達與胡志明市的智慧工廠，今年則聚焦在台灣中部的製造回流現場。他們對智慧製造的期待與挫折，卻是有志一同。

這些自認為積極推動智慧製造的現場，除極少數獲得具體成果的企業之外，可區分為三個類型。第一個是已導入部分智慧工具或 MES，內容卻虛有其表，成果乏善可陳。第二個是推動數位轉型，透過數位化發現問題，正面臨問題改善的挑戰。第三個透過數位化達到局部改善，目前仍無法實踐價值。

本文扼要介紹作者團隊檢視當前智慧製造推動困境，所提倡與開發的精實智慧製造 (Lean Smart Manufacturing, LSM) 共創平台 (co-creative platform)，並引述兩個典範案例：大金空調與越南台商 A 廠，說明三個核心主張。

LSM 追求精實流程與顧客價值

作者近年積極提倡的 LSM，針對處於不同類型的智慧製造現場，提出能夠創造價值的共創平台，試圖提供邁向智慧製造的實踐架構。

觀察近年產品雲端的智慧工具應用軟體、解析引擎、應用平台與資料庫趨於成熟，IC Tag(物)、感測器(設備)、穿戴物件(作業員)、網路攝影機(地點)等日漸廉價化，數位化成本大幅降低。然而，透過智慧製造真正取得價值的典範案例，仍然非常少。

譬如，部分工具機企業的現場智慧化工具

使用水準大幅提升，卻無法解決配套供料問題，在降低在製品庫存、提升組裝效率上乏善可陳。如果推動 MES，最終卻無法提升產效或縮短交期，在價值創造上就沒有說服力。又譬如，很多企業導入自動化設備取代人力、導入 SMB(機上盒)試圖連結新舊機器，卻大都僅限於新舊機種的翻譯與連結，諸如達到即時監控、作業時間記錄、停機或異常通知等，仍無助於全廠負荷的平準化或縮短交期。

針對這些案例，智慧製造導入過程呈現了兩個問題。第一，欠缺目的，無法凝聚共識以形成 PDCA 的改善循環。第二，製造流程的標準化水準偏低，智慧工具沒有發揮餘地。

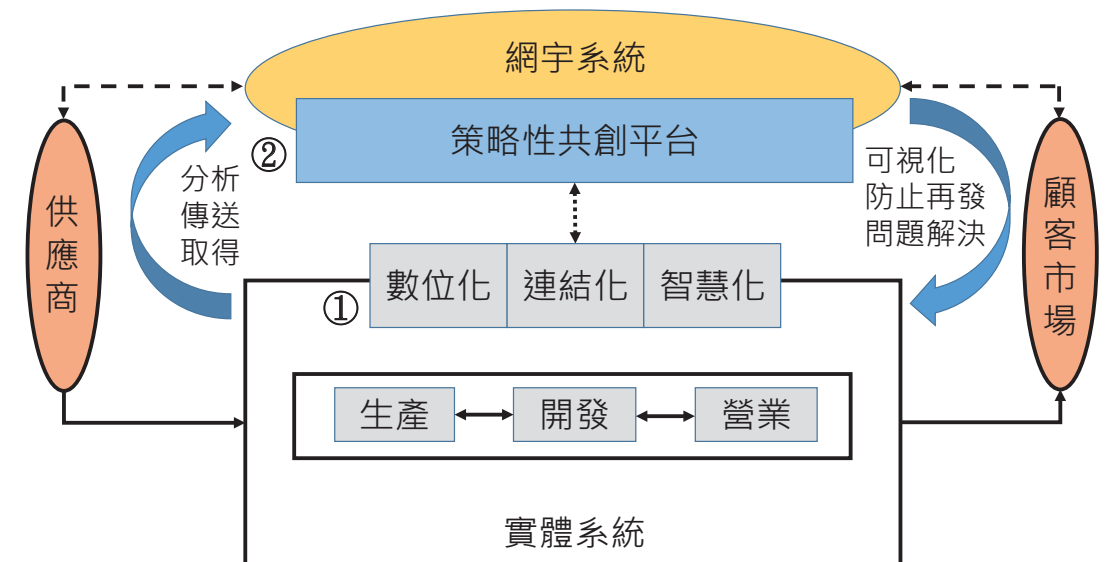


圖 1. 精實智慧製造的架構與共創平台 (資料來源：東海大學精實系統團隊)

精實系統正好能夠解決這兩項關鍵問題。精實系統主張「為後製程製造」與「平準化生產」，在本質上具備顧客價值與產出穩定等特質。因此，LSM 強調結合精實學習、合理流程與顧客價值，結合資訊的傳達與智慧運算，形成全新的競爭力。

從實體改善邁向策略性共創平台

LSM 主張目的遠比技術重要，消除浪費與創造價值是目的，沒有目的，手段本身高明並沒有意義，甚至只是高成本的象徵。LSM 最終要透過 CPS(網宇實體系統)，有效連結 IT 與實體，從實體世界取得的資料，傳送進入網宇的雲端世界，並透過高度分析處理之後，對實體世界做出具體的貢獻。就製造現場而言，實體系統的穩定，也就是製造流程的標準化與合理化，是實踐 CPS 的前提。

因此，LSM 是從一個能夠消除浪費與創造價值的實體系統開始。它才能夠提升到網宇層次，在系統上取得、傳送與分析資料，持續改善實體系統、提升顧客價值。LSM 就如同它的名稱，重點不在於技術上能做什麼，而在於實質上能夠多麼聰明的創造價值。

LSM 的架構與共創平台如圖 1 所示，包括了三個要素，亦即實體系統和網宇系統間的相互作用，企業與顧客市場、供應商間的相互作用，以及前述兩個層次的共創平台。我們主張發展能夠活用產業暨個別企業差異化優勢的 LSM，務實地從實體系統的智慧工廠平台建立出發，漸進地延伸到網宇系統的策略性共創平台。

首先是從實體系統出發的智慧工廠平台建立與活用。它從日常人們執行定型化和非定型化工作的同時，結合苟日新、日日新的改善與學習，最終提供顧客產品和服務的實體世界。前提是現場作業與事務流程的標準化，在標準作業的基礎上逐步活用數位化、連結化與智慧化的共創平台，使工廠能夠自主運行。基於人的感情和物性設備的條件時時刻刻都在變化，網宇系統的資訊處理能力能夠有效支援實體系統，實體系統的改善與學習能力支配問題解決的品質。

第二是策略性共創平台的實踐，試圖用精實讓智慧工廠實踐價值。策略性共創平台就是為了策略性實現實體系統與網宇系統之互動合作，並解決顧客的問題；其核心系統包括相互運用網宇系統內的資訊、實現差異化等 ICT 的基礎建設。

LSM 的 3 個核心主張

檢視智慧製造現場的挫折與工業 4.0 熱潮減退，忽略實體系統改善、過度迷信智慧工具或依賴網宇系統，堪稱主因。從 LSM 觀點，重點應放在持續改善實體系統和組織學習能力，並導入最適合的網宇系統。實體系統的製造現場擁有豐富的知識和經驗，這是長時間累積下

來的組織慣例 (organizational routines)，不僅支持網宇系統的解決問題能力，精實思維也有助於網宇系統的運行。

檢視企業邁向智慧工廠的期待、迷惘與挫折，我們提出三個量身打造的核心主張。

核心主張 1. 先精實化再智慧化

源自豐田汽車的精實系統已經成為全球製造管理的顯學，透過製造流程的穩定與配套，被認為是調適市場變化最有效的生產模式。精實系統的實踐水準，代表性指標包括製程時間 (Lead Time, LT)、首次合格率 (First Time Through, FTT)、解決問題能力等，更直接支配智慧工具的有效程度。

大金空調從 2003 年開始投入精實變革，當時滋賀廠的廠內 LT 是 68.1 小時，深受插單與半成品 (WIP) 充斥之苦。持續改善結合海外投資，讓大金不僅連年獲利超過 10%，更成為全球空調霸主。廠內資料顯示，以五年為單位，2008、2013、2018 年的 LT 分別為 9.5、5.9、4.0 小時。換句話說，現在早上 8 時發出的原物料 (如製程最長的板金鋼材)，下午 1 點組裝完的空調就在裝箱出貨了。

滋賀廠的福谷恒史部長對我說，這個精實化過程，依賴同仁的精實學習、動手做與問題解決。近年投入智慧工具實踐數位化，有效連結工廠本身、協力廠與顧客，已經展現了部分成果。大金的案例顯示，標準化與數位化是基礎建設，應先從不花錢的標準化建構與流程精進做起，再逐步引進智慧工具。

我們的研究成果也顯示，TPS 的實踐與演進可分為以下三個階段：(1) 標準化階段，(2) 實施整體改善的組織慣例化階段，(3) 因應外部環境變化、自主進化的動態調適化階段 (圖 2)。一般而言，廠商須達到 (2) 整體改善階段之後，再進入網宇系統，才有意義。

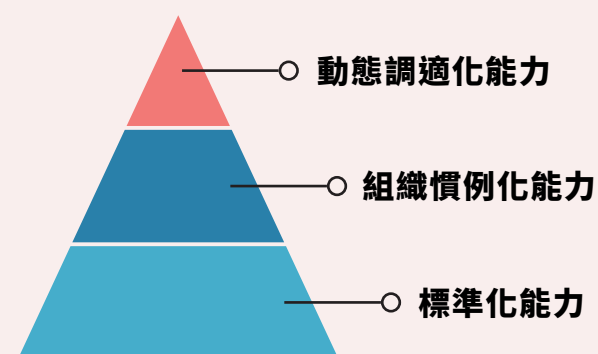


圖 2. 反映精實水準的三個能力 (資料來源：一宮美幸、劉仁傑 (2019)，東海大學工工所技術報告)

核心主張 2. 發展結合目的與共識的實踐流程

很多企業將決策推給老闆，認為速度最快。但是，在智慧製造方面，我卻看到非常多由老闆拍板的失敗案例，反省與回饋的速度則相對緩慢。

與此相對的，我卻在胡志明市看到非常漂亮的授權現場成功案例。

越南台商 A 廠推動精實系統超過十年，在品牌評鑑中列全球據點的前 30%。2018 年在品牌要求下設立智慧工廠，用雷射切割機取代裁剪機。在初期導入過程，工廠的精實小組就發現了兩個相互矛盾的問題：(1) 每台超過 5 萬歐元，回收困難，師出無名；(2) 若將裁剪部門改成三班制可達到損益平衡，但將形成裁剪前後的半成品堆積，使精實系統的 LT 倒退 5 年。

精實小組呈報集團老闆，除已購入與使用的 3 台，取消尚未進廠的預訂機台。此舉雖然讓品牌企業不愉快，甚至用訂單威脅，在現場堅持與老闆支持下勉強獲得解決。對於已經使用的 3 台，經過反覆改善與測試，最後決定使用在新產品試作與超小訂單產線，因為具備不需要打造模具 (裁剪用斬刀)，能夠縮短開發時間與小訂單交期的價值，有機會成為未來迎戰多樣少量市場訂單的超前佈署！

歷經近三年的今天看來，卻是非常智慧的決策與實踐流程。對比外表亮麗、成果卻乏善可陳的同業智慧工廠，我對 A 廠的精實小組負責人與工廠最高主管 (副總)，充滿敬意。他們沒有將決策推給集團老闆，甚至看穿了歐美品牌廠商積極鼓吹單一製程自動化、未理解精實系統真諦的盲點。

A 廠的案例說明，釐清目的、凝聚共識才能發展出具有價值的智慧工廠實踐流程。精實觀念能夠幫助智慧工具找到應用亮點，發揮價值創造效果；價值共有才能資訊共享，跨部門的智慧製造實踐就是一種組織變革。結合目的與共識才能發展出事半功倍的實踐流程，擅用 IoT 工具，成為面對未來的智造者！

核心主張 3. 堅持顧客價值

作者近年積極提倡從性價比 (Cost Performance, CP) 典範邁向顧客價值 (Customer Value, CV) 典範的重要性，認為是製造業服務化、製造回流，以及產業升級轉型的解決方案。特別是中小企業的工業 4.0 利用大都處於摸索階段，基於資源受限，尤應堅持生產流程合理化與顧客價值追求。

顧客價值就是解決顧客痛點所獲得的超額價值。組裝現場的痛點是欠料，如果倉儲部門能夠配套供料，就能彰顯其價值；工廠管理的痛點是插單，如果精實小組能夠凝聚共識、落實單件流、縮短 LT，就能讓插單消失，因工廠出貨順暢而凸顯其定位；工具機使用顧客的痛點是市場要求交期愈來愈短，如果工具機企業能夠提出縮短交期的 Turn key 解決方案，就一定能夠獲得超額的利潤，並贏得顧客的讚揚。

我們主張以「後製程就是顧客」作為起點，亦即從理解後製程痛點，提出解決方案、追求雙贏，這是用精實讓智慧工廠實踐價值的開始。長期而言，企業還要結合市場動態發展，關注顧客的顧客，甚至最終顧客，用本文提倡的兩個策略性共創平台，實踐可持續的顧客價值。

製造業數位化、智慧化加速 如何導入能省錢、省人、減少失敗率？

文：華宇企管精實管理顧問總監 陳尚志 顧問

經歷了近一年新冠肺炎疫情衝擊，製造業的發展也有很大的變化。為因應無法意料的市場變化，以及目前少量多樣的接單方式，許多產業開始增進智慧化及數位化應用領域，美國市場研究與分析公司 IDC(國際數據資訊) 調查預測，2021 年，台灣 AI 採用率將達到 43%。

但企業在進入智慧化及數位化還挺複雜的？所以準備進入數位化、智慧化的企業主常會問顧問，企業是否需要自動化？華宇企管總結市場趨勢及實際輔導經驗表示，中小企業需要導入自動化的原因有幾個：

1. 要提升利潤！

人力成本逐年上升及老齡化 / 少子化的危機，製造業要節省成本自動化也是不個方向。

2. 品質管理要貫徹！

企業要有競爭力，品質及效率是絕對關鍵，傳統作業會因為有人工作業而有差異，但在標準化、自動化下的作業，品質及效率容易維持。

3. 要在全球競爭中勝出！

智能化及自動化已是趨勢，要如何在全球競爭中脫穎而出，自動化是企業發展必要考量的重點。

但進入自動化並不容易，根據調查 2019 年全台有近 6 成的企業進行數位轉型，但中小企業啟動數位轉型計劃比例僅 13%，資源與成本仍是主要發展障礙外，高失敗率也是企業保持觀望的原因。而針對自動化失敗的原因，華宇也歸納了幾個失敗原因：

1. 企業團隊不明白要自動化什麼 (什麼不能自動化)？

系統商、設備商對工廠作業了解不多，很多時候導入是企業來主導，但實際上企業卻不懂系統及設備。所以結論是要導什麼自動化才是對，大家都不太明白。其實產品是由工序工站 (機台) 製程完成，哪些工序需要自動化，還是工站就要自動化，或是這個工序 (工站) 是無法做到的，而這個問題各家製程工藝都不相同，別人可以，不見得自己可以，若是沒有掌握，很容易就造成自動化失敗。

2. 自動化的藍圖 (roadmap) 含糊不清？

就算企業已經掌握哪些工序 / 工站可以 (或不可以) 自動化了，但是導入自動化的優先順序是什麼？哪些必須優先導入，哪些可以置後，企業資源 / 人力有限，不可能全面導入，哪些是目前必須？哪些可以明年？這些都是自動化執行過程要去考慮及規劃的。

3. 企業團隊欠缺對於自動化技術 / 觀念熟練的人員？

中小企業內部普遍缺乏有自動化 (生產技術) 或是觀念清楚的人員，在決定哪些工序 / 工站可以 (不可以) 自動化時，就會產生偏差。就算決定了自動化的方向與優先順序，就會產生自動化實踐的過程嗎？其實不然，還要考慮是否…

- 內部設計，並自行製作

這當然是最好的，但是資源配置，人員配置不見得完整，風險在於內部，但是溝通 / 反應 / 處置速度快。

- 內部設計，委外製作

這種方法，對於中小企業是比較妥當的，但是會產生上線問題區分不清楚，是設計的問題還是製作的問題。

- 全盤委外

專業的還是交給專業，那設備商是否專業？能力不在於內部，而在於外部。

以下是華宇之前輔導一個客戶的例子，與大家分享…

案例一：未導入前的現狀



一般現場都有手工貼標籤的作業，而這個作業耗費人工約 2~5 秒的時間



市面上都有自動出標籤的設備，可以減少人員剝離標籤與標籤紙的時間

一般客戶的作法就是，

1. 小事情，浪費 2~5 秒，小事一樁

2. 金額不高，買吧

- ▶ 結果，有些標籤可以使用，有些不好用
- ▶ 久了就束之高閣，然後嫌外面的設備不好用

3. 結論就是 " 浪費 "，方法一是浪費人力及時間，方法二則是浪費設備金錢及人力 (採購也是要花時間人力的啊 !!!)

那除了上面的二個選項，還有別的方法嗎？有的，其實只要三個桿子，就可以設計出不需要電力的簡易自動化裝置（如下）



若公司內部是否有懂治工具的人，時效上就會差很多。上圖是我一個客戶，內部也有治具中心，所以大約 2 周就開發初階簡易版，4 周就完成，而且可以適用於 70% 的現場常用的標籤類型（自動化的一个誤區，希望治工具 / 設備 100% 適用）

但是我們另一家客戶就沒那麼幸運了，案例二的企業內部沒有專門的生產技術單位，只能由班組長出面，尋求外面做治工具的廠商協助，而廠商又沒有經驗，只奮鬥三個月，就放棄了…

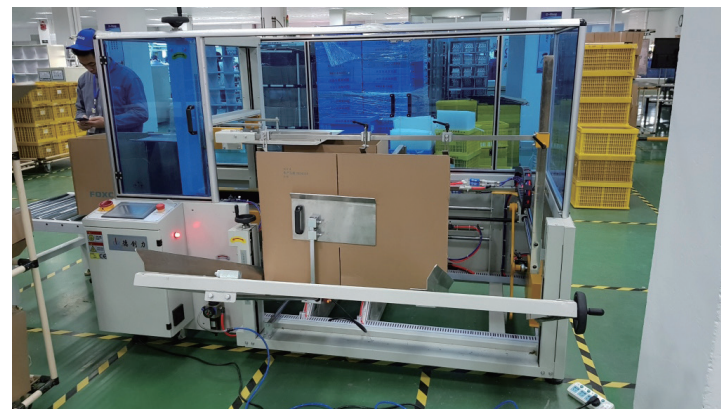


4. 團隊沒有良好的流程來處理自動化任務？

自動化執行的過程也需要專業能力，立案▶評估▶設計▶自製（外包）▶驗收，這些都需要完整的流程與規範，若是不足，也容易造成自動化失敗的。

客戶的案例二

折紙箱是現場非常常見的作業，耗人 / 耗時。客戶內部也有生產技術單位協助評估，而評估下來，預估可以使用於 3 種產品、省下 2 人，預計 2 年可以回收，而設備商也開發出來了（如下圖）



但是實際的結果是，上線後是有省下人員，但是那三種產品只生產了一年，就因為客戶需求改變而停止生產了。若想再改機，則因當時設備製作是專用機，要改工程浩大，因此就是機器就只好先放著吧。

所以遇到專用機設備時，一般我會提醒我的客戶

- 如果回收年限大於 1 年，就必須很謹慎了（客戶變化，市場變化…）
- 專用機是否也可以泛用化，或是預留改機的設計，如此讓專用機不會在產品壽命結束 (EOL) 之後，也跟著殉葬了。

“那麼企業要依循什麼樣的方式檢視企業自己的自動化 roadmap?”

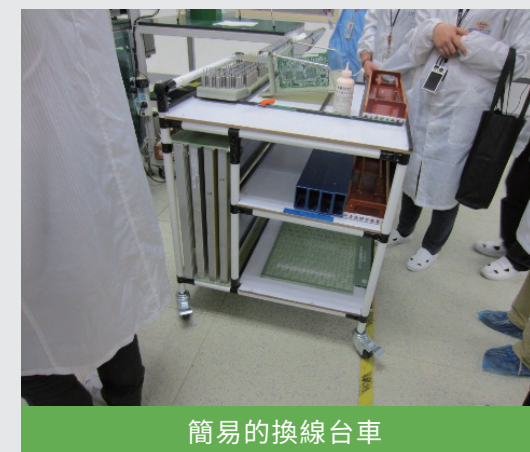
1. 目前的狀態？(工廠的能力)

● 目前的現場

是否充滿的七大浪費的動作 / 加工 / 搬運而不自知？搬運動線不佳，人員作業不方便（不順暢）？



說不定花點小錢改善掉，效率就會提升 10%，比自動化還划算



節省換線時間 10%

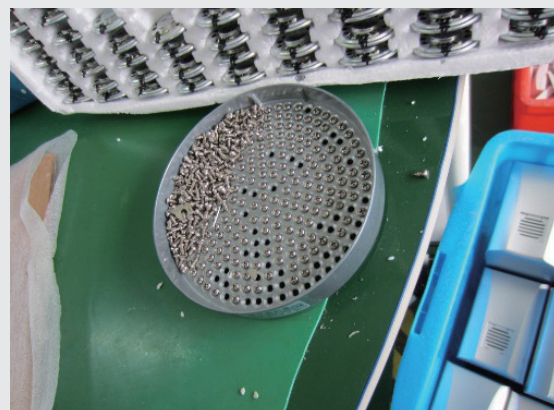


節省換線時間 30%



簡易無動力台車

節省人員搬運時間



簡易自製螺絲盤

節省人員作業時間 5~10%

而自動化改善的方向，是否先朝著省力化▶省人化▶少人化的思維前進

● 企業內部對於自動化的正確觀念與盤點

班組長 / 生產技術單位是否具備基本能力？還是一切只是放給（等到）自動化？

看的能力	看到前面的問題，自己已經努力了，但是…
顯的能力	如何系統性的顯現需要自動化的方向
解的能力	自己解或是…(要 buy-in 或是 build-in?)
提的能力	整體的自動化的看法

自動化（生產技術）部門的能力？

目前是否有生產技術單位？還是一切倚靠外力？build-in 或是 buy-in？

- ◆ Build-in，會讓自動化的能力留在內部，但是需要時間與金錢的投入
- ◆ Buy-in，減少自動化的風險，也減少企業人員的費用，但是就必須尋求到一個好的設備商（或是治工具商）
- ◆ 周邊配套設備商的能力？

1. 目前的狀態？(工廠的能力)

有時自動化的方向，不是那麼清楚，顧問會對企業提問：競爭對手目前的自動化程度與狀態為何？客戶的要求是什麼？同業的作法不見得是最佳，但卻是個可以參考的方向

客戶期望或是要求，也是個可以參考的方向。

3. 工業 4.0 是什麼？

工業 4.0 人人都在說，但不見得要跟風。而是多看多聽目前科技的潮流與趨勢到了哪裡，而回到我們的現場時，思考導入可變成什麼。

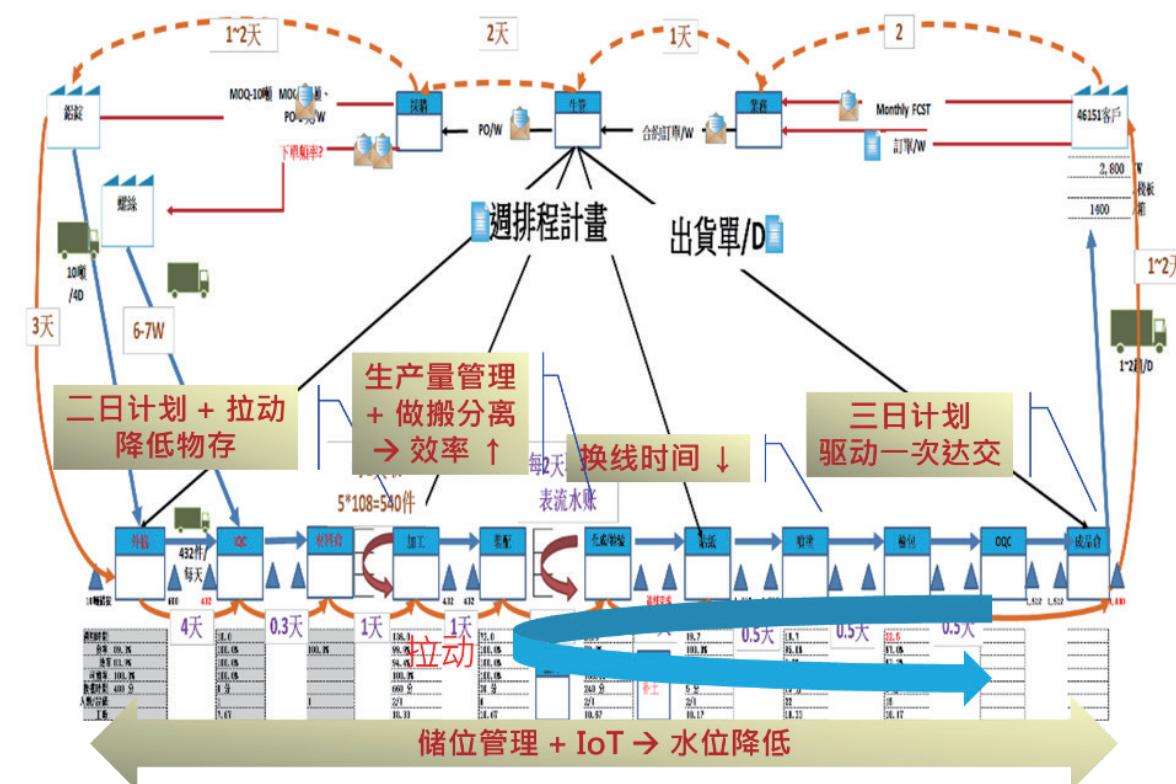
案例三：協助客戶訂定自動化過程，基本步驟如下

1. 盤點現場的能力（哪些需要合理化，哪些需要自己改善，哪些需要設備商）
2. 訂定年度改善計畫與目標
3. 推動與執行

1. 盤點現場的能力

1-1.VSM

由整個現場聚焦到優先改善的區域



1-2.RQ 分析

由 RQ 分析區分出哪些作業需要合理化哪些需要自動化或是只需要治工具協助

工位 / 工站	工序	連續時	單元時間	標準	工位標準工時	動作價值			正味率	人機作業				治工具 / 物料車	觀察問題點 可能浪費/多余動作/產品翻轉/可能出錯	改善建議
		1	1時間差	單元時間		有價值	必要輔助	計算		人時	機時	人機重疊	標準工時			
1	拿起熱罐	2.0	2.0	0.1	0.1		v	0.0	99.0%					電批	動作時間差異大 粘連膠量不易控制	使用簡易自動鎖治具 使用自動點膠治具
	鎖溫控器導線	10.7	8.7	3.2	8.6	v		8.6								
	用硅膠粘連溫控器	16.0	5.3	1.0	4.3	v		4.3								
2	拿起熱罐	1.0	1.0	0.7	0.8		v	0.0	94.7%					電批		使用簡易自動鎖治具
	用4顆螺絲將溫控器固定在熱罐上	16.0	15.0	1.0	14.0	v		14.0								
3	將熱水進水管插在熱罐上	1.9	1.9	1.4	1.4		v	0.0	59.5%	19.0	3.0	3.0	19.0		正味率太差 產品翻轉 不好組裝 人員等待 產品翻轉	使用簡易治具 如何不等待? 動作重組
	用孔帶扎牢進水管	5.6	3.7	0.8	3.3	v		3.3								
	排氣管插在熱罐上	8.6	3.0	0.7	3.0	v		0.0								
	測試功能	12.3	3.8	0.3	3.5	v		3.5								
	將排氣管插在熱罐上	16.3	4.0	1.0	3.3	v		0.0								
	用孔帶扎牢排氣管	21.2	4.9	1.0	4.5	v		4.5								
4	將熱罐放入夾具	1.2	1.2	0.7	1.2		v	0.0	79.7%					工裝夾具 電批		
	將中座放到熱罐上	2.8	1.6	1.2	1.6		v	0.0								
	用4顆螺絲固定熱罐	15.1	12.3	2.4	11.6	v		11.6								
5	將螺母旋于管管末端	2.3	2.3	1.4	2.3		v	0.0	47.0%					風批		
	鎖緊螺母	3.8	1.5	0.9	1.4	v		1.4								
	將電源線安裝到中座上	7.1	3.3	2.0	3.3		v	0.0								
	用鉗子夾緊電源線	10.4	3.3	2.9	1.7	v		1.7								
	將復絲插在熱罐上	12.8	2.4	0.7	2.1	v		2.1								

1-3

需要先合理化的項目

1. 化成 – 上下掛

簡易滑道

4. 底漆/面漆 噴塗上掛

應有的作業型態?

不重複上下掛應有的作業型態?

5. 粉狀噴塗

合理化!

位置整理

1-3

需要自動化的項目

3. 打磨

自動化?

5. 粉狀噴塗

自動化?

2. 訂定年度改善計畫與目標

2-1. 訂定改善目標

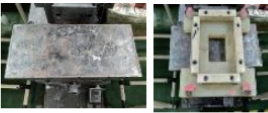
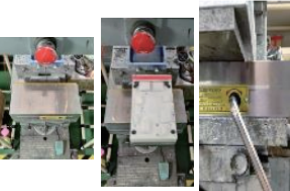
減少 1/4 的人力

前处理、涂装部人员编制规划					
年度编制规划					
职位	前处理	涂装	职位	前处理	涂装
课长	1		物料员	1	2
代副课长	1	1	品质组	0	9
助理	1	2	物控	0	8
技术专员	0	1	制工组	0	3
班长	1	6	作业员	18	175
线长	4	17	合计	29	225
污水处理员	3	0	前处理、烤漆总人数	254	

2-2. 作戰計畫展開						
Cat.	分類	No	工作事項	主要主导人	日期	預期效益
8	省人化	1	42402溢漆采用机器打磨		2018/9/15	1
		2	评估购买开纸箱机封箱		2018/11/25	1
		3	产品袋子和产品上的条码用喷码机喷码		2018/10/30	1
		4	大机种上盖重新设计挂具取消上塑胶盖		2018/10/15	4
		5	darling挤型材设计挂具减少上螺丝		2018/9/30	3
		6	全自动检查丝印/移印		2018/11/20	1
		7	104878改善用机器刮漆		2018/9/25	1
		8	喷涂线增加自动定时吹气吹油渣提升良率		2018/9/15	
		9	喷涂线增加8把喷枪实现自动化		2018/9/20	6
		10	Camaro系列钻孔机取代人工钻孔		2018/9/15	1
		11	2KVE/4K制作刮漆机		2018/9/10	1
		12	Camaro/volt系列取消打点		2018/9/30	1
		13	评估开发贴纸设备		2018/11/30	10
		14	液体验证隔750mm喷涂（200件）验证良率		2018/8/31	
		15	粉/液体打磨评估使用半自动化		2018/12/15	3
		16	粉/液体吹尘室增加水槽/隔刷		2018/10/15	

3. 推動與執行

3-1-1. 作戰計畫 + 周間檢討					
序号	现场		改善后		改善收益
	描述	图片	描述	图片	
28	改装46151攻牙机使之与46152共用		购买46152专用夹具和底模达到快速换线		改善前换整套夹具需要3H，现换整套夹具只需要20分钟，节省160分钟
29	拿取不方便，占地方，易发生碰撞		制作带有轮子的简易推车用于放置各种夹具		一个栈板的位置可放两个推车，且推车可放三层，可以节省很多空间，运转方便，防止家具碰撞

3-1-2. 作戰計畫 + 周間檢討					
序号	现场		改善后		改善收益
	描述	图片	描述	图片	
30	用胶水固定治具，时间长，且丝印机上会残留很多胶水，每次使用需要时间去刮		在丝印机上一块铝板和两个快速夹钳用来快速固定治具		可节省胶水固化时间10分钟
31	移印机每次调机时需要先将移印底板和治具上干的胶水刮干净才能重新用胶水固定治具		购买磁石，在治具底部固定一块铁块，将磁石永久性固定在移印上，换线时只需要将治具放在磁石，在用六角将螺丝向左扭到底，就可以将治具固定		改善前调机需要10分钟，改善后调机只需要4分钟，可节省6分钟



隨著 5G 發展，全球製造業的數位化智能化的應用發展積極提上日程，尤其面對全球疫情高燒不退，為因應疫情反覆，企業更是想花多精力在數位轉型及智慧製造上。根據市場分析師表示，面對後疫情時代：數位供應鏈可使整體供應鏈透明化，指示哪些供應商、網站、零組件和產品是有風險的狀況下，可避免潛在的損失發生。所以還在想如何改變企業的競爭力，可以想想如何有效數位化智慧轉型開始吧。

從精實生產到智慧製造

文：陳建良 國立清華大學 工業工程與工程管理學系 教授
陳子立 輔仁大學 資訊管理學系 副教授
蔡萱霓、張郁杰 國立清華大學 工業工程與工程管理學系 研究生

隨著時代的演進與工業技術的逐步成熟，各類生產系統也在不斷地發生轉變。從最早期的手工生產 (Craft Production)、工業革命後興起的大量生產 (Mass Production) 以及二次世界大戰後逐漸成為趨勢的精實生產 (Lean Production) 等，皆是為了因應不同時期消費模式所衍生之生產方法。如今我們正邁入工業 4.0 的時代，物聯網 (IoT)、大數據 (Big Data) 等數位化科技的快速興起，再度改變產業整體環境，使得智慧製造逐漸成為全球主流趨勢。

本文將分別介紹精實生產與智慧製造兩概念，並列舉轉型過程可能遇到的困難，最終以精實智慧製造國際先進案例作結。如何讓精實再度升級，結合智慧化設備並建構可靠的數據網絡，成為當今眾多企業極為重視的課題。

精實生產的基本主張與應用架構

精實的概念起源於日本的豐田生產系統 (Toyota Production System, TPS)，因此也被稱為「豐田主義 Toyotism」，主張以顧客的需求為中心，透過一系列創新之思維與方法來協助企業消除浪費、持續改善，致力於滿足顧客需求並創造企業價值，以達到永續經營的目標。

2003 年，由 Womack & Jones 出版之 Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth

in Your Corporation 一書，將精實生產由實際經驗變為理論，同時定義其五個原則：價值、價值流、暢流、後拉式生產及完善，對應各項原則之方法與工具包含價值溪流圖、5S、七大浪費、持續改善、快速換線、節拍時間、小批量生產、標準化作業、拉式生產、看板等，這些方法與精實之核心概念形成一套獨具特色之生產經營管理體系 (圖 1)。

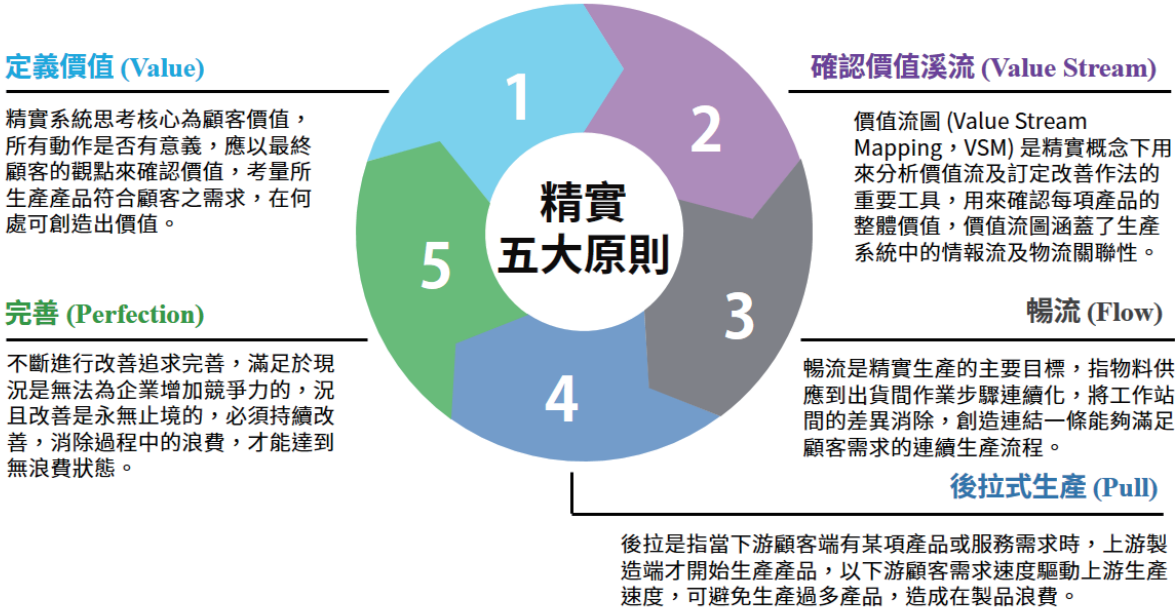


圖 1. Lean Principles (Kumar, P., 2017)

在眾多手法與概念當中，以下列舉其中幾項關鍵要素進行說明，即可一窺精實生產之核心價值觀：

- **5S**
- 5S 為五個要素之合稱，依序為整理 Seiri —區別出現場需要與不需要的東西，並將後者處裡掉、整頓 Seiton —將整理後剩下的東西安排為有秩序的狀態、清掃 Seiso —保持機器及工作環境的乾淨、清潔 Seiketsu —延伸乾淨的觀念至自身，並持續執行前三步驟、素養 Shitsuke —經由設立標準，形成自律及養成從事 5S 的習慣。(Imai, M., 2013)。企業透過實施 5S，在現場改善方面能發揮巨大作用，改善企業精神面貌，形成良好企業文化。
- **七大浪費**
- 七大浪費包含了過度生產、待工待料、搬

運、過度加工、庫存、製造不良品及動作上之浪費，其中過度生產被視為最糟糕之浪費，應優先進行管理改善。企業透過審視、定義生產過程中的浪費，並針對各個類別訂定改善對策，藉此可降低生產成本並提升整體效率 (豐田生產方式研究會，2007)。

- **持續改善**
- 改善 Kaizen 為精實生產中相當重要之核心管理觀念，而持續改善即旨在對企業不同領域或工作位置上進行不斷改進和完善。改善可分為眾多面向進行考量，如現場改善、改進品質、提升生產力、生產線平衡及降低庫存等等。常見之改善原則如 ECRS —消除 Eliminate、合併 Combine、重排 Rearrange、簡化 Simplify，透過此四步驟以幫助工廠達到更好的效能或找到更好的工序方法。

在基本架構方面，精實之概念可用「精實屋」進行歸納 (圖 2)。在生產安定化的基礎上，以人機分離且機台可自主加工、偵錯之自働化 (Jidoka) 與生產過程中之即時化 (Just

In Time, JIT) 兩大方法為主軸，輔以各項精實手法與工具實施，來降低成本、縮短生產週期並提高顧客價值，使企業及工廠能夠向最佳品質、最低成本等終極目標邁進。

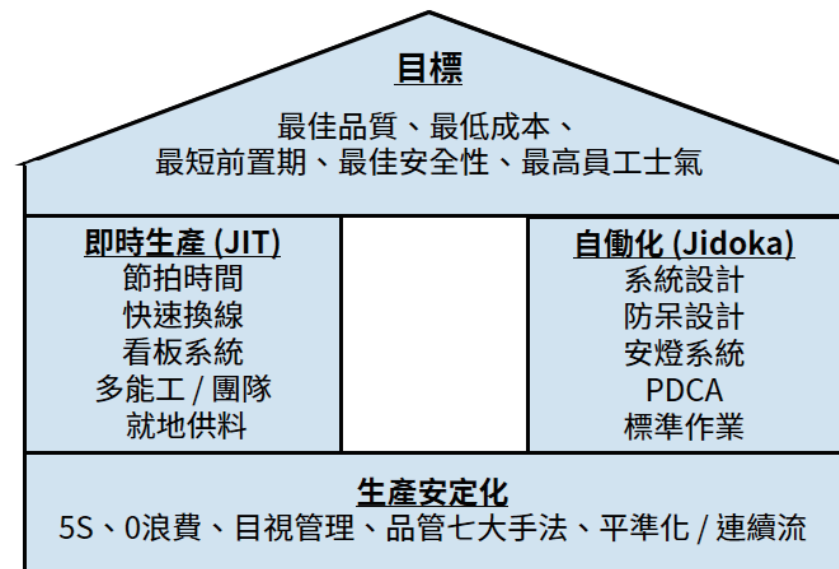


圖 2. 精實屋 (Liker, J., 2004)

何謂智慧製造？

近年來，智慧製造 (Smart Manufacturing) 已然成為熱門話題，在這波工業 4.0 的浪潮下，眾多企業皆在朝向智慧化的目標發展。精實智慧製造能夠協助企業在精實生產的奠

基下進一步降低成本、提高生產效率與產品品質，達到提升整體供給系統價值的目標。如圖 3 所示為智慧製造之概念架構，包含製造設備層面與網絡層面，兩者以操作介面接口。其中製造設備本身具有區域性的人工智慧，全域性之人工智慧則由網絡層進行提供。

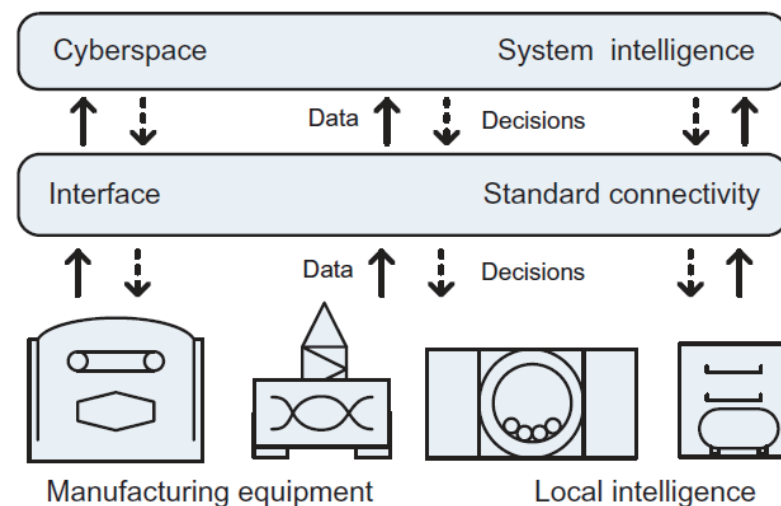


圖 3. 智慧製造概念架構 (Kusiak, A., 2018)

此外，智慧製造的組成可分為六大支柱，分別為製造技術與流程、物料、數據、預測性維護、永續性、資源共享及聯網 (圖 4)。此六大支柱不僅僅適用於智慧製造，在過去對於傳統製造業而言也都扮演著十分重要的角色，如今隨著科技發展與產業趨勢，其範疇也在不斷變化：

- **製造技術與流程**：未來幾年可預期將出現新興之製造技術與流程，將帶動新的生產模式，進而影響產品之設計與製造。
- **物料**：智慧製造並不強調智能化物料的開發，更將重視的是物料在產品生命週期終結後之回收利用。

- **數據**：伴隨感測器、無線技術與數據分析之發展，可收集之數據量與數據來源愈發多元，增加數據儲存、提取與使用之能力。
- **預測性維護**：以數字表示方法提供高傳真度模型，藉此可協助探索技術及製程上之未知領域，拓展未來科技發展之可能性。
- **永續性**：以減少生產過程中之浪費及汙染為目標，針對產品進行再製、翻新與重複利用，著重於具永續性之產品設計與製造過程。
- **資源共享及聯網**：如 Uber、Airbnb 等共享資源模型如今已取得成功，相似之概念可應用於製造業，帶動設備、軟體及專業知識之共享。

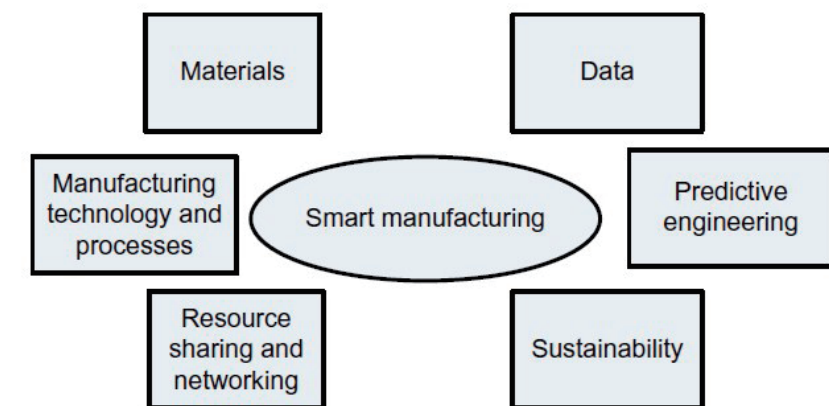


圖 4. 智慧製造六大支柱 (Kusiak, A., 2018)

智慧製造並非指稱單一技術，其包含一系列的製造流程，利用物聯網、人工智慧等方法，結合相互連結之網絡系統與傳感器等軟硬體設備，使其具有高水準的適應性及數字訊息技術，能夠完成快速的設計變更與靈活的技術勞動力培訓。常見之智慧製造技術應用包含以下幾種：

► 大數據分析 Big Data Analytics

隨著雲端計算、IoT 等技術對製造業的影響日漸深遠，工廠於製造過程所能獲得的

數據量也不斷增長，使得大數據分析成為轉型智慧製造的一大機會。典型的大數據分析流程分為資料收集、集成、預處理、分析、視覺化等五個步驟，圍繞以雲端計算為基礎的數據中心運作，具有可自我學習、調節、執行、組織之能力，並以顧客為中心導向。透過此項技術，能夠協助企業進而實現智能設計、智能規劃與流程最佳化、原料追蹤、製程監控等應用。

► 機器人流程自動化 Robotic Process Automation, RPA

機器人流程自動化旨在通過軟體取代傳統人工作業流程，同時將軟體與前端系統之互動模式設計得與人員互動相似。此方法相較大型企業系統及其他形式之自動化可更快也更易於實現，能夠為用戶提供簡單、直觀的介面。透過減少人力的介入，在降低大量人力成本同時，更可避免常見的人為失誤發生，有望以自動化達到 100% 的任務執行準確率。而軟體機器人可不間斷作業的特性，也確保了服務的連續性與可靠性，達到提高營運效率與服務品質的效果。

► 預測性維護 Predictive Maintenance, PdM

維護行為一般可分為三種模式：修復性維護 Corrective Maintenance, CM、預防性維護 Preventive Maintenance, PvM 及預測性維護。傳統上工廠多仰賴修復性及預防性維護作業來保持設備之運作狀態，容易有維護不及產生高額維修成本或維護過度導致浪費之情形。預測性維護能夠藉由針對設備的監測，協助工廠確認設備狀態，預測其未來發展趨勢並評估需要執行維護之時間，避免潛在設備故障發生，也減少尚可使用物件遭替換之情形，藉此降低整體維護成本。

► 數位分身 Digital Twin

數位分身是一種軟體設計模式，藉由在數位空間中即時、雙向描繪真實工廠運作，針對設備狀態變化做出響應，以改善工廠作業並增加價值。過去數位分身多僅作為一種概念，隨著物聯網的發展才開始被用來與實際物件連結與互動，

如今此項技術已連續三年由國際資訊科技研究機構 Gartner 評選為全球十大科技趨勢之一，顯見其重要性。透過虛擬世界與現實世界的雙向鏈結，數位分身可協助工廠生成更合理且精確之生產計畫，來達成智慧製造的最終目標。

► 儀表看板戰情室 Situation Room with Dashboard

智慧製造在數據轉換上可分為三個面向進行考量，分別為數據採集 Data Acquisition、數據計算與視覺化 Data Computing & Visualization 及中央管理 Central Management，而戰情室即為中央管理之實際應用。作為決策中樞，人員於戰情室必須快速應對各種情況並做出處置，因此十分仰賴資訊的呈現方式來協助決策者進行判斷。透過儀表看板與操作介面所提供之工廠實時資訊與即時警報，幫助人員在短時間內迅速抓住重點、處理危機，使企業提升生產力並減少不必要的損失。

轉型升級與挑戰

轉型智慧製造固然可為企業增添許多益處，然而在轉型升級的過程中可能會遇到許多阻礙，第一個需要面對的挑戰就在於「人」。當訂下轉型目標後，如何凝聚企業上下的共識、讓一線作業人員也皆能理解智能工廠的實施方法，是十分重要的議題，若無法達到良好的溝通，將容易使智慧製造的願景窒礙難行。此外，隨著各式各樣智慧化設備的引進，必定會產生與以往不同的人機互動模式，在安全方面就需要更進一步的考量，避免人員因現場因素陷入危險的環境當中。

第二點可能遇到的挑戰在於技術層面，其中又可歸納為以下幾個面向：系統互通性、系統整合、資料分析轉換與資安議題。系統互通性指的是不同系統獨立運作且能互相訪問彼此的能力，由於工廠原先之製造環境多為無法相互連結之機台，具備良好系統互通性可說是建構物聯網中最大的難點；同樣地在系統整合方面，舊有設備與新設備的兼容性在導入智慧製造的過程中，也是應當考量的一大問題。而由於引進智能化工廠所需處理的數據量相當龐大，在軟、硬體設施上必須具備充足的計算能力與存儲空間，如何運用獲得之資料進行轉換並進行有利分析成為挑戰之一；在管理龐大數據量的同時，伴隨而來的即是資安議題，智能化工廠將大量機器和設備連接到網絡當中，意味著任何一台設備中的漏洞都可能對整體系統造成威脅。

企業或許會將這些在建構智慧化環境時可能遇到的問題交由內部 IT 部門處理，抑或是仰賴外部公司提供資訊安全服務及相關軟硬體設備，但無論如何，在導入智慧製造前進行審慎考量、評估隱藏風險，務必確保每一環節都能順利運作，是必不可少的工程。

精實智慧製造國際先進案例

起初，德國為了面對全球性之諸多生產課題時能夠擁有主導權，藉由提出工廠端之改善與解決問題之理念，以此帶動工業 4.0 之浪潮。其目的在於如何解決當今顧客多樣少量之需求模式，以及如何面對人工、材料成本上升、能源需求與永續發展等環保議題。工業 4.0 係在運用大數據、人工智能、物聯網、雲端等技術來提升生產效率、速度與靈活性等。

現今，眾多精實管理專家正在思考工業 4.0 的含意，凡是提到該術語都能聯想到工廠端所有事物的加速與智能化，這不得不使我們思考一個問題，精實生產在這樣的革命浪潮下，究竟該扮演甚麼樣的角色？很明顯地，技術的進步將會使許多作業員變得多餘，凡是與工業 4.0 相關的技術都將創造出與現在截然不同的生產前景，各企業將會引用更多的自動化技術，透過系統整合，完成虛擬操作系統，僅需指示人工智能甚麼該做，甚麼不該做。這些變化都將使我們改變既往對於工作的看法，乃至未來的決策判斷 (Quibell, A., 2020)。

德國西門子公司為了因應改革浪潮，於近年提出精實數位工廠計畫 (Lean Digital Factory, LDF)，由不同業務部門與技術部門的專家組成，其目的在於營運該公司之數位化產業 (Digital Industry, DI)，定義其涵蓋之工廠進行數位轉型之總體流程架構。為了能夠充分發揮製造產業所使用之數據價值，DI 內的工廠需要具備高度靈活性的數據架構，使不論於內部或外部使用者皆能從其中獲取最大價值。在 DI 中，其概念亦包含整個工廠及其生產線和生產單元的數位化與可視化，透過流程模擬對物料和設備之間的互動進行分析，以設計並優化各作業間之資源配置，生產過程中所生成的數據乃透過人工智能進行分析，即時反饋給生產管理者，以隨時進行優化。另一概念為生產訂單的規劃，為了能夠盡可能地將訂單流程與生產流程能夠貼合顧客之節拍時間，在 DI 的工廠網路中，也透過建立超級市場模式，平衡各工廠、產線、工作單元間的產能，利用無人搬運車達到產線內部物料搬運流程的高度靈活性。以上都是透過人工智慧、機器學習等方法使連接的設備能夠即時進行訊息傳遞，在高

速回應的同時提升生產效率及機台利用率。綜觀所述，現今工廠在面對數據量和傳輸量激增的挑戰下，不同來源的數據皆需經由管理者檢視，以精實的角度來看，哪些數據具有價值，哪些應當被捨棄，哪些數據又應當保留多長的時間便顯得極為重要，在進行數位轉型以提升產業競爭力的同時，管理團隊應想盡辦法讓所蒐集之數據價值最大化，並減少數據氾濫所衍生之價值浪費（取自 The Future Factory）。

同樣為德國企業且為精實生產起源之汽車產業，德國保時捷如今也面臨新一波的變革。過去，保時捷透過精實生產手法成功降低其產品生命週期，甚至藉由該生產方式成功製造出其第一台零缺失之汽車成品，有效利用其德國工藝精神，結合精實生產方式達到全面的生產改善 (Womack, J. P., & Jones, D. T., 2003)。現今面對 COVID-19 的考驗，其銷售仍保持相當水準，皆受精實生產所賜，在面對突發的環境變異時，保持其生產彈性，便是其最大優勢。如今，汽車產業在短短 5 年內將會面臨諸多變革，汽車電動化、共享汽車、自動駕駛等等，基於雲端運算的高度發展，不僅改變了人們的駕駛方式，也改變了汽車的製造方式。保時捷於今年推出了第一款電動車型，其目標在 2025 年能夠完成交付一半電動車訂單，這對汽車產業意味著甚麼？朝向電動化和自動駕駛汽車的轉變使得對生產流程和整個供應鏈需要進行重大的重組，然而從另一個角度，這樣破壞式的創新轉變也成為整體工業加速發展的要因。為何保時捷也要轉向工業 4.0？其目的便是為了能夠掌控更具複雜性的產業，依賴於機器以及先進技術的應用。自動化和人工智能的需求不斷增長，如何將各個技術有效整合已達到智能工廠，便是管理者現今面臨的挑戰。

保時捷的願景很簡單，精明 Smart、精實 Lean 與永續 Green，精明的目標在於將數據一致性以實現流程透明化，運用智能技術的方式有很多種，如何將技術統一整合於單一智能平台也顯得極為重要。未來，基於雲端運算的智能平台能夠輕鬆完成各項服務需求，從而減少開發及生產等工作負擔；精實的目標在於發展創新的概念和技術，同時將傳統的連續生產原理優點與標準化組件提供的靈活性結合，在同樣的工作空間增加工作週期次數，結合無人搬運車，使工廠能夠更快速地回應顧客需求；永續作為工業 4.0 的重點事項之一，也促使工廠內部設施使用綠色電力，物流部分也採用電力驅動的卡車進行運送（取自 The Future Factory）。

最終，從精實生產到智慧製造，亙古不變的仍是人。正如前人所述：「One machine can do the work of fifty ordinary (wo)men. No machine can do the work of one extraordinary (wo)man.」(Elbert Hubbard)。未來依舊是由人們來創造，我們應當相信人的潛能與技術能力，在進行數位轉型的過程中不忘人才的培育、以人為本，即是精實所專注的理念，也是工業 4.0 時代的重要關鍵。

參考資料

參考文獻

1. Imai, M. (2012). Gemba Kaizen : a Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy. New York: McGraw Hill.
2. Kusiak, A. (2018). Smart manufacturing. International Journal of Production Research, 56(1-2), 508-517
3. Liker, J. (2004). The toyota way. Esensi.
4. Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. Journal of the Operational Research Society, 48(11), 1148-1148.
5. 豐田生產方式研究會. (2007). 圖解豐田生產方式. 經濟新潮社.

網路資源

1. Kumar, P. (2017, August 10). What? Why? How? of LEAN TESTING! Retrieved November 10, 2020, from <https://qanalysisblog.wordpress.com/2017/08/10/what-why-how-of-lean-testing/>
2. Quibell, A. (2020, October 6). How Can Lean Fit Into Industry 4.0? Retrieved November 10, 2020, from <https://www.lean.org/LeanPost/Posting.cfm?LeanPostId=1280>
3. The future factory. (n. d.). Smart, Lean, Green: Shaping the Future of Production at Porsche Retrieved November 10, 2020, from <https://www.thefuturefactory.com/blog/31>
4. The future factory. (n. d.). Siemens Case Study: Lean Digital Factory Project Retrieved November 10, 2020, from <https://www.thefuturefactory.com/blog/32>

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

低庫存時代的終結？

疫情對於精實生產的 衝擊與改變

文：資策會資策會產業情報研究所 (MIC)

疫情對於全球產業鏈帶來嚴重的衝擊，全球出現反省「精實生產模式」的聲浪，其中，受到最多討論的，莫過於精實生產將「庫存」視為浪費的觀點。然而，值得注意的是，如今所認知的精實生產，事實上是基於跨國生產體系的生產模式，疫情對於此種生產模式的衝擊是全面的，包括庫存管理方法、供應與上下游採購關係、組織管理型態，甚至是生產線的設計原則都會受到影響，未來的生產模式也預期朝向－「最佳庫存」、「採購來源多元化」、「水平式的組織與決策體系」與「生產流程彈性化」進行轉變。

精實生產特徵與疫情中的反思

降低生產流程浪費的精實生產

美國麻省理工學院沃馬克 (James P. Womack) 與瓊斯 (Daniel T. Jones)、羅斯 (Daniel Roos) 三位關注於工業工程的學者，曾於 1991 年發表《改變世界的機器》(The Machine That Changed the World) 一書，其中針對由豐田汽車 (Toyota) 製造現場所發展出來的「精實生產」(Lean Manufacturing) 模式進行全面探討。

書籍出版之後迄今約 30 年間，「精實生產」幾乎成為全球工業製造的典範，尤其是精實生產強調藉由降低生產過程之中會出現的「七種類型浪費」(7 Wastes)，來提升整體生產效率、降低冗餘成本的觀點，更進一步重新定義了現代化生產管理系統與方法。除了製造之外，精實生產所強調的各種原則，也滲透到醫療等不同發展領域，甚至政府組織也出現許多相關的討論，其可被認為當代最為關鍵的管理哲學之一。

表 1. 精實生產模式認知的七種類型浪費與內涵

浪費的類型	內涵
生產過剩 Over Product	生產過程之中，某一個產品或零組件生產量，高過於一定時間的需求量；產生過多的資本投入，以及衍生出庫存、原料浪費現象
等待 Waiting	生產過程是多種生產步驟的組成，而中一個生產步驟變慢、停止，則會使得整體過程出現等待、停滯的情況，造成整體生產無效率
運輸 Transportation	生產過程橫跨多的節點、位置，產品與零組件在不同節點運輸時間、成本過高，同時，也會產生等待、產品瑕疵率提高的情況
庫存 Inventory	產品未銷售、零組件未能在生產中消耗，必須存放在專用的空間，將會衍生出空間設置、庫存管理的成本，或者待時間進行銷毀
過度加工 Over-processing	生產過程因為設計問題，或者使用了不適合的生產工具，而使得一個步驟產生重複的現象，或者是添加非客戶需求的功能、價值
動作 Motion	人員的走動、生產設備的轉移的動作，將會產生多餘的時間成本，而動作未能最小化的結果，也可能會導致等待、運輸消耗等情況
瑕疵 Defects	生產出來的產品或零組件具有缺陷，或者出現不符合客戶對產品、規格、品質的期待，而連帶需要轉移更多人力進行檢查的情況

資料來源：MIT Sloan School of Management(2020)「Supply Chain 2020 Special Report」、Lean Enterprise Institute(2020)「What is Lean」，MIC 整理，2020 年 6 月

經過長時間的發展，除了上述「七種類型浪費」之外，也有部分的研究者，將未發揮員工潛能 (Non-utilized Talent) 也納入在浪費的類型之中。從中可以發現，所謂的精實生產，便是強調藉由建立一套管理系統，讓生產過程可以更為「平衡」，以減少產品在數量、品質上的波動與「落差」。為了達到這樣的發展目標，各種的生產環節必須被重新定義與組成之外，各種「生產節點」(包括各種製造、庫存、揀貨空間)在理想的情境之下，生產節點必須高度連結，以減少因庫存與運輸，所衍生出的成本，其中又以「庫存」獲得最多討論，甚至是發展出「即時生產」(Just in Time, JIT) 的管理方法，它強調的是盡可能地降低產品、零組件的庫存存量，來降低營運成本。

然而，上述的情境在全球化 (Globalization) 與全球價值鏈 (Global Value Chain) 的語境之下，出現了不同的演繹。當生產節點遍佈不同區域、跨國時，生產模式必須更加倚賴統計、工業工程、行為心理等技術，並串連各種運輸工具，來組成跨國物流體系，這也是何以在近 30 年間，隨著工業製造技術的發展之外，包括交通運輸、貯藏包裝、氣象科學、電子通訊與定位技術，也獲得了長足發展。

精實生產在疫情期的各種反省

2020 年初，全球多數國家為了控管疫情，採用了停工、居家管理等人員管制手段，頓時讓全球生產價值鏈 (Global Value Chain) 的串接、

流動產生重重阻礙，製造部門也同樣陷入作業停滯的窘境。在此同時，全球也有相當多的研究者，試圖探討疫情對於精實生產模式帶來的衝擊，甚至也有不少研究者認為，奉行低庫存、降低成本、專業化生產流程的精實生產，在疫情造成普遍物資、原物料缺乏的情境之下，反而會讓該國的經濟、產業的災害回復能力降低。發表《改變世界的機器》(The Machine That Changed the World) 一書，其中針對由豐田汽車 (Toyota) 製造現場所發展出來的「精實生產」(Lean Manufacturing) 模式進行全面探討。

表 2. 全球相關組織對於疫情之於精實生產觀點

發佈單位	疫情對於生產、製造的觀察
亨利商學院 Henley Business School, Benjamin Laker	日本持續改進的哲學、精實生產模式，受到世界廣泛地採用，但愈多的證據顯示這樣的模式需要修改；可能會導致管理人員在流程之中，過早提出以效率為中心的思考模式；有時偏離指令的創造性思考至關重要
精實企業研究所 Lean Enterprise Institute, Robert Martichenko	將衛生紙、醫療用品短缺，歸因強調即時生產、削減成本的「精實生產」是不正確的，因為供應的穩定性、客戶滿意程度才是精實生產的核心，因此，企業應該強調的是，在上述兩個核心之下建構「最佳庫存水準」
世界經濟論壇 World Economic Forum, WEF	病毒疫情暴露出，以精實生產原則 (Lean Manufacturing Principles) 的全球供應鏈基礎的脆弱性，對於醫療產業更是如此；醫療防護設備的爭奪，便暴露出僅由成本驅動的庫存、單一來源採購模式的固有風險
耶魯大學 Yale University, Pinelopi Koujianou Goldberg	疫情危機鼓動保護主義、全球化兩派擁護者的辯論；橫跨多個國家進行專業化生產，雖可以降低成本，但需快速提高產量的時候，則可能帶來困難；一定程度的冗餘或者短期效率低下，可能是緩解危機的一種思考
亨利商學院 Henley Business School, Benjamin Laker	日本持續改進的哲學、精實生產模式，受到世界廣泛地採用，但愈多的證據顯示這樣的模式需要修改；可能會導致管理人員在流程之中，過早提出以效率為中心的思考模式；有時偏離指令的創造性思考至關重要
精實企業研究所 Lean Enterprise Institute, Robert Martichenko	將衛生紙、醫療用品短缺，歸因強調即時生產、削減成本的「精實生產」是不正確的，因為供應的穩定性、客戶滿意程度才是精實生產的核心，因此，企業應該強調的是，在上述兩個核心之下建構「最佳庫存水準」
世界經濟論壇 World Economic Forum, WEF	病毒疫情暴露出，以精實生產原則 (Lean Manufacturing Principles) 的全球供應鏈基礎的脆弱性，對於醫療產業更是如此；醫療防護設備的爭奪，便暴露出僅由成本驅動的庫存、單一來源採購模式的固有風險
耶魯大學 Yale University, Pinelopi Koujianou Goldberg	疫情危機鼓動保護主義、全球化兩派擁護者的辯論；橫跨多個國家進行專業化生產，雖可以降低成本，但需快速提高產量的時候，則可能帶來困難；一定程度的冗餘或者短期效率低下，可能是緩解危機的一種思考

資料來源：University of Georgia, Stephen Mihm(2020/3/13)「Why the U.S. Doesn't Have Enough Hospital Beds」、United Nations Industrial Development Organization(2020/4/1)「COVID-19 critical supplies:the manufacturing repurposing challenge」、Henley Business School(2020/4/1)「How To Stop Coronavirus COVID-19 Collapsing Japan's Economy」、Lean Enterprise Institute(2020/4/17)「The Post COVID Crisis Supply Chain:a Time to Rise」、WEF(2020/5/6)「Here's how global supply chains will change after COVID-19」、Yale University(2020/5/19)「The new empty argument against trade」，MIC 整理，2020 年 6 月

綜合全球相關機構對於精實生產所提出的觀察與分析，大都會回溯到精實生產有關於「成本」、「庫存」的特徵在疫情之中的效果來進行反思，可進一步歸納為三項：

反思 1 即時庫存方法，在疫情期間調適能力有疑慮

精實生產模式導引出「即時庫存」的思維，也就是盡可能細緻化各種生產排程、資源讓整體生產流程能夠降低「等待」、「庫存」的浪費，甚至在某些產業之中更發展出「零庫存」的理想型態，強調在生產之前，才吸納精準數量的原料與組件來進行製造，並且認為此一舉措，可以降低因為庫存而衍生的管理成本與風險 (Risk)。

然而，這樣的理念型態相當仰賴穩定的海空貨運、物流體系，在疫情爆發之後，國家施行人員管理、生產停滯的結果，即時庫存方法會帶來兩個負面影響：首先，低庫存、零庫存造成生產原料或零組件欠缺，即使生產據點未位於人員管理的國家，也會陷入生產停滯，反而形成更嚴重的「等待」浪費；其次，疫情爆發的初期階段，企業多半會採取「提高安全存量」的方式來進行短期因應，但這對於長期採取即時庫存的企業來說，生產據點可能未有足夠的倉儲空間，尤其體積較大的產品，受影響程度更高。

反思 2 價值鏈高度分工，較難以因應新產品的轉換

精實生產模式對於整體產業價值鏈，將會產生高度專業化分工的特徵，由於產業鏈上的企業專精於自身產品製程，除了可以提升生產效率之外，也可以降低組件出現瑕疵 (Defects) 的機率。高度專業化分工的結果，也連帶影響生產線、生產流程的形塑，這可能也意味著，製造現場的生產線，會被按照特定產品、組件的生產需求來設計。

不過，這種高度專業化分工的生產模式，也可能產生兩個不利於在疫情調配的結果：首先，高度專業化分工，有相當的機率會形成「單一來源」的採購模式，也就是某項零組件可能會由單一或少數的企業所製造，當疫情爆發之後，企業也無法直接向其他的企業添購，或者其他企業無法達到原先的良率，而造成「等待」或「瑕疵」的浪費；第二，既有的生產線、生產流程針對特定產品設計的結果，也會造成生產線出現無法轉換，或者轉換成本過高的問題，連帶使得企業陷入決策的難題之中。

反思 3 標準化作業流程，較難以形成創造性的思考

由於精實生產將生產的環節細緻切分，為有效管理各個流程，便在各個生產流程之中配有標準作業程序 (Standard Operation Procedure, SOP)，在理想的情境之中，負責不同生產流程的設備、人員必須依循此一程序，便可以提升生產效率，同時降低「生產過剩」、「過度加工」的浪費發生，並且讓人員與設備的「動作」耗費最小化。

精實生產所強調的標準化作業流程，在一般無外力影響的情境之下，確實可以讓生產效率提升，但這也意味整體生產決策的位置，中心化集中在企業中心位置，此種管理模式面對疫情的衝擊，將會帶來兩個負面的影響：第一，分散在各個生產流程的人員、設備本身，在標準化的流程之中，被定義為上位指令的執行者，在此情境之下，可能較缺乏即時應對的能力；第二，標準化作業，各個生產流程的人員對其他單元的理解程度較低，也就無法將人員轉移到其他生產線，企業必須同時面對缺工、等待的情境。

疫情驅動精實生產模式的變化

疫情影響精實生產的因子推演

病毒疫情出現之後，各國為了控制病毒傳播的速率，由政府推出了許多控制的手段。如果以生產零組件高度分工化的「產業價值鏈」視角來觀察，因為疫情而出現的生產停工現象，造成兩個基

本的影響：首先是整體投入於產業價值鏈的勞動力減少，其次則是整體產品、零組件的供應體系的不穩定，而無論是哪一個層面的影響，都會直接帶動生產模式的轉型，這也是疫情對於精實生產模式造成衝擊、影響主要背景推演。

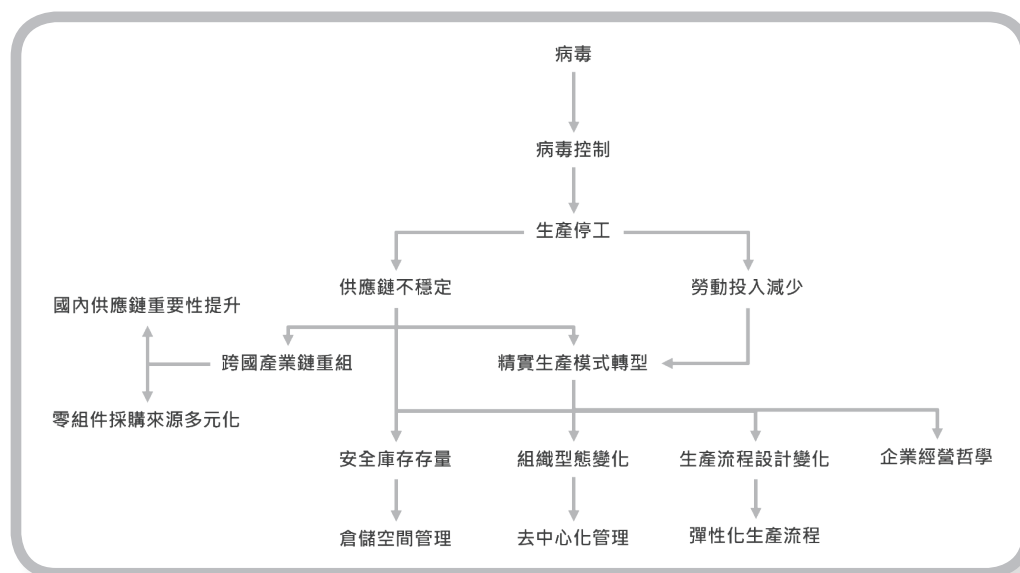


圖 1. 疫情對於生產模式帶來的變化 (資料來源：MIC，2020 年 6 月)

然而，如果進一步解析精實生產模式的特徵，可以發現精實生產模式，經過數十年來的發展，也進一步與跨國生產模式進行整合，包括生產所用的零組件、上下游供應商關係皆是以跨國性的方式來進行連結，而並非是在單一國家之內的封閉性體系之中。依循此一邏輯來看，現今對於精實生產的討論必須放置在全球化 (Globalization) 脈絡之中來進行思考，也正是因為如此，一個更為精準的發問是：『病毒、疫情究竟對於建立在

跨國生產體系的精實生產模式，帶來了什麼樣的變化？』

依循上述發問，可以發現生產停工之後，面對「供應鏈不穩定」的時候，企業所要先面對的是跨國產業鏈的重組，並且重新檢討生產物料、零組件的「安全庫存存量」，這意味著企業對於生產所用的物料、零組件庫存，必須維持在多少數量，才不會影響到整體產品生產穩定的「安全性」設定，在疫情之中已然出現了

改變。而另一方面，生產模式在管理的面向來看，除庫存管理的議題之外，也同時必須面對「組織型態」、「生產流程設計」的轉變，前者意味著人員編組與管理，後者則意味著製

造生產線的設計。藉此推演可以發現，疫情對於以跨國生產體系為基礎的精實製造來說，其影響與衝擊的層面相當廣泛，而且不同的「影響因子」之間也可能呈現出互相牽引的關係。

疫情對於精實生產帶來的變化

變化 1 從低庫存、零庫存轉向「最佳庫存」的思索

將「庫存」視為浪費的精實生產，在庫存管理成本的考量之下，嘗試結合工業工程與統計，盡可能將儲放在自身生產單元的庫存總量降低，以達到低庫存、零庫存的情境。不過，低庫存仰賴於健全產業價值鏈之外，也相當程度仰賴順暢的貨運與物流系統，但這兩個基本的要素，卻受到疫情衝擊劇烈，以至於驅動低庫存的思維必須轉變。

縱然，有許多反省的聲音指出以「成本」來衡量「庫存」與「效率」，但是這不意味精實生產的經營手法將全然推翻，較有可能出現的變化情境是：「在疫情衝擊之下，企業對於「庫存」存量的估算，不會僅以倉儲或管理成本為考量，同時也會加入風險管理 (Risk Management) 與更精準地客戶需求預測 (Demand Forecasting)」。換言之，企業將尋求更為精準的「最佳庫存水準」；而這樣的思維與低庫存的觀念已然有非常大的差異，連帶會影響企業倉儲空間的面積、儲存動線，而企業也將尋求提升產品生命週期的技術，比如在倉儲空間之中，配置各種感測器來進行環境控制。

變化 2 原物料、零組件採購來源「多元化」的要求

單一來源的採購模式，企業容易形成「一對一」的上下游生產網路，相對於一對多、多對多的生產網絡來說，經過長期的磨合，下游負責生產、組裝的企業，確實有可能降低「生產過剩」或者「瑕疵」的浪費出現的機率。然而，在疫情的衝擊之下，此種單一、少量來源的採購模式，卻暴露出極高的風險，甚至成為「斷鏈」的原因之一。

事實上，如何在擴大供應鏈的同時，也確保物料、零組件的穩定性，早已是精實生產模式在全球化時代的發問。而疫情的出現，如同一個推動契機，讓企業再次思索採購來源「多元化」的可能性。這意味需要更多採購人力的投入之外，產業聯盟、公協會作為平台的角色也將更為重要。總體來說，在疫情衝擊之下，原物料、零組件採購的模式，將會朝向更為「多元化」的型態來發展，採購方也將更為強調「標準」的制定，來建構多個供應商的「供應鏈網」(Supply Chain Network)。所謂的「標準」，不僅是產品的規格，也將更為全面延伸到供應商的生產流程、生產線的「標準化」。

變化 3 生產所對應的組織型態朝向「水平化」構成

精實生產強調讓「工作流」順暢的重要性，意味著各個生產流程的分工、時序，將由中心化的決策體系來傳輸指令，而處在每一個生產環節之中的人員、設備必須專精於自身工作，以確保整體的「工作流」不會出現斷裂、停滯的情況。此種強調依循中心指令，來降低工作流程各類「變數」的手法，也催生出高度「垂直化」的組織型態。

垂直化組織型態在供應鏈、生產流程穩定的情境之下，能充分發揮即時調配的功效，然而在疫情的衝擊之下，中心化的決策系統，難以針對不同生產端點的問題進行回應之外（如生產人員的配置），過於片段化、零碎化的生產流程，都需要修復的結果，也可能會拉長企業恢復到原生產力的時間。依循上述，未來生產對應的組織管理型態應會從強調指標中心傳遞、垂直化的組織型態，朝向部分允許「水平化」的組織管理型態來發展，生產指令的發送點，並不只限於企業核心，各個生產端點，甚至是端點與端點之間，所構成的「水平網絡」也可能成為生產的決策系統。

變化 4 生產流程與生產線設計朝向「彈性化」發展

與強調「工作流」順暢的理念相仿，為了降低「過度加工」、「瑕疵」的浪費，精實生產也強調對於生產流程、生產線進行細緻刻畫，讓各別的生​​產流程朝向「專業化」發展，如此一來便可以節省掉重新調校、重組生產線所衍生的成本。但在疫情時期，這種專業化的生產線，卻因為無法即時調整生產特定的需求物資，反而形成了浪費。

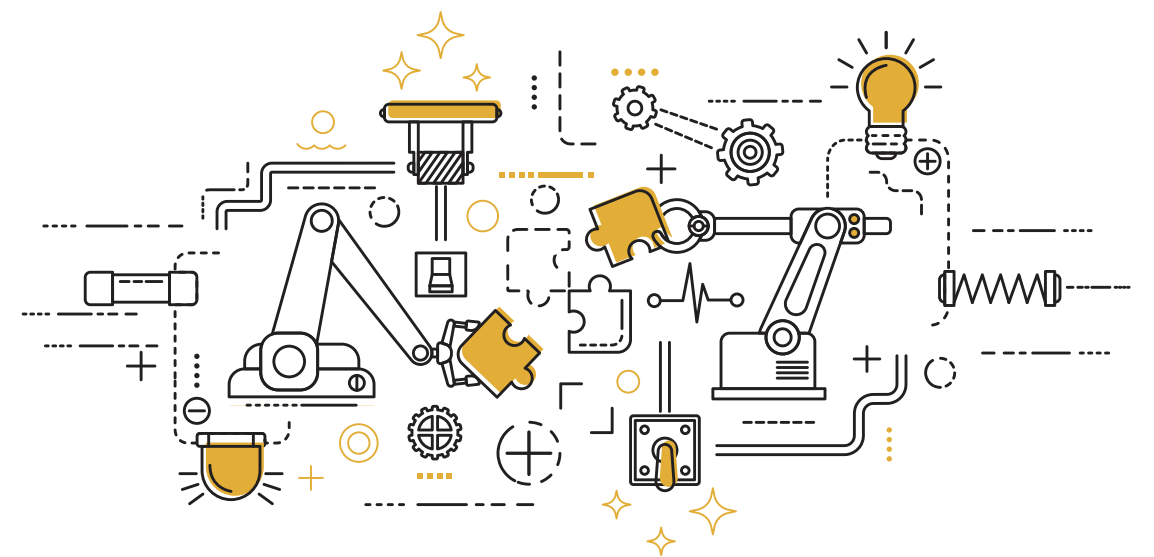
生產流程專業化、專精化發展，是精實生產所衍生的特徵之一，除了實體生產線無法即時調整之外，生產線所配置的人員、機械、設備同樣也是為了專業生產線而設計，這也將造成這些生產資源，無法投放於另一條生產線進行配置，這也可以解釋在疫情發生之後，為什麼會出現部份生產線排程壅塞，但部份的生產線卻處於停工的狀態。從這樣的境況來觀察，未來原先強調生產特定產品、零組件的生產線，都可能被要求在某種程度上允許「彈性化」(Flexible Design) 的設計，但這也意味著生產線之上，預期會掛載更多原先被視為是「冗餘」的設計，如為彈性化生產預備植入的設備。

變化 5 容忍適度浪費、「允許冗餘」的經營哲學轉化

經過數十年的發展，豐田的精實生產模式已被全球奉為重要的企業經營哲學之一，但就如同所有的哲學思索一般，精實生產模式也必須在疫情衝擊之下，提出變通之道。避免生產流程的各種浪費以及變數，來降低隱性生產成本，以達效益的提升，是精實生產模式的核心思考，但在疫情時期，可以發現「成本」不應該是唯一一個考量要素。

綜合上述，疫情對於未來生產模式帶來的變化：「最佳庫存」、「採購來源多元化」、「水平式的組織與決策體系」以及「生產流程彈性化發展」，都可以發現它們皆嘗試指出——『允許在生產流程之中存在適度的冗餘 (Redundancy)，會是因應疫情或者其他供應鏈不穩定的解決方案之一』，無論是提升安全庫存水準、增加採購來源以及強調水平橫向溝通所衍生的溝通成本，或者是在既有生產線上掛載彈性生產的設計，都意味著精實生產對於「浪費」與「冗餘」的認知必須改變。允許適度的冗餘，反而能夠提升整體生產體系的可靠度 (Reliability)，這確實提供我們另一個角度的思索。

精實生產模式在後疫情時代，並不會被全然推翻；實際上，疫情恰巧給予了企業一次反思的機會，讓企業在「效率」為核心的思考之外，也加入安全性、可靠度的角度，來檢視自身的生產模式。





建構智慧工廠實現精實生產 創新，建構製造業超能力

文：研華股份有限公司

隨著資訊化水準不斷提升，不論是中國製造 2025 或工業 4.0 以智慧製造為主的第四次工業革命，正掀起製造業變革浪潮
追逐浪潮若真有訣竅，答案或許仍是「資料」二字

融合生產資料打造智慧決策平台

技術不斷被顛覆的時代，細微的變化，可能醞釀成巨變。環顧當下，隨著資訊科技等新技術深入到各個領域，生產方式、產業格局等都在發生變遷。研華工業物聯網事業群資深產品經理陳益德表示，找到有共同目標的夥伴，更容易成功。他認為，實現

工業 4.0 無法一蹴可幾，只能一步步打怪升級，關鍵在於如何讓機器之間自由對話，讓工業大數據不再沉睡。這需要 4 個步驟：第一步，實現單一設備的自動化，借此節省人力成本以及降低人為錯誤；第二步，通過聯網與資料獲取，實現設備之間的交流；第三步，將海量的工業大數據視覺化，通過戰情室即時監測核心資料動態，優化生產效率與流程；第四步，利用人工智慧演算法、運算能力以及大數據的積累、分析、預測，解決製造業難題。同時，他認為，不少企業都在探索智慧製造的實現路徑，然而不是新的技術就是好，建議企業理性思考新技術是否對原本生產流程有影響。

回到不斷探索創新的研華自身，陳益德表示，在當今全球化浪潮中，研華推出來的不只是一碗空談夢想的石頭湯，而是建立一個合作生態圈。研華因而以共享經濟概念為基礎，將自身視為平台，建構生態體系，把關鍵技術或解決方案置於平台中分享予顧客，讓客戶能藉此發揮最大價值，降低客戶轉型智能化產業的障礙，並普及物聯網技術運用於各產業中。

從工業資料到工業互聯網

回顧全球製造業多年實踐的經驗，不難明白的是，軟體 + 機器人並不等於智慧製造。而當步入產業互聯網與智慧化時代，智慧化是由資料所驅動，工業大數據技術將成為傳統製造業轉型的關鍵，而大數據分析應用，真正能夠直接解決企業問題。

資料的價值在於可以分析，針對工業裡大數據運行不清楚、知識無法捕捉…等不確定性情況，雖然作業系統是確定的，但工業場景上人的操作方式、設備老化程度等都存在著不確定性。因此，需要嘗試通過利用工業大數據管理、建模，消除這種不確定性。從業務角度

看，大數據支撐製造商業務變革的驅動力，概括起來就是加減乘除：加法是提質增效，也嘗試拓展更多業務；減法是降低成本、次品和消耗；乘法就是要做一個平台把整合供應商資料，使得所有業務和上下游更有效協同；最後，除法就是聚焦專業化目標，使供應鏈各環節可以精確分工，實現輕資產運營。

“建立大數據化平台是為了從全域視角去回答如果發生

該怎麼做 what if ? 和為什麼會發生 why ?

而不再是以往憑藉專家用經驗去猜、去嘗試。王晨指出，工業大數據只是一個工具，這個工具服務於最後的業務目標。

最後怎麼實現呢？

一定要在業務和資料的雙輪驅動下進行，業務層面需要找到企業核心需求、轉型目標，而資料層面則需要圍繞資料分析、管理以及資料的特點。業務要想清楚，資料要想清楚，如果有一件事情想不清楚，千萬不要幹這個事。

如欲了解技術應用詳情

請參考

研華智慧工廠解決方案



軟體結合生管流程客製化 數位轉型切莫買櫝還珠

文：陳念舜



圖 1. 透過 TPS 精實生產管理角度審視現場，可發現目前加工廠納入 SMB、IoT 等多樣智慧化工具之後，可讓機械業者在現場管理時透過 IoT 平台連網監控

繼近年來智慧製造潮流帶動一波生產流程可視化，並打造 PaaS/SaaS 等創新商業模式之後，接著還可望藉此加速企業數位轉型。台灣機械業則盼利用多年來藉 TPS 持續改善流程累積的領域知識，與資通訊產業緊密結合，開創更大價值。

隨著資通訊產業在進入雲端時代之後推出的「軟體即服務 (Software as a Service；

SaaS)」交付模式，又被稱之為「按需即用軟體」，既強調「一經要求，即可使用」，讓使用者僅須透過連網下載存取軟體使用，而不必再經過傳統繁複的安裝步驟，相對降低企業對於採購軟體成本與硬體規格的要求。且具備 SaaS 最大特徵之一，便是包含組態選項 (參數) 設定和應用「客製化」，正適合台灣機械業導入用於組裝、生產管理流程優勢之上，創造更大差異化價值。

尤其台灣機械業向來具備中小企業「機動性」的優勢，因為掌握過去與供應鏈密切配合的良好默契，在購入設備決策及預估成本、交期、發包快速，常在接到訂單後未經工程分析、排程，便直接通知上游供貨、備料，再仰賴老師傅的豐富經驗大批量生產，從接單到交貨的週期時間僅以月計。

但在邁向工業 4.0 階段，卻苦於無法適應更高彈性與客製化需求，導致工作量和機台數據激增，企業規模有越來越大趨勢，更需要改善和消除浪費。惟若透過 TPS(Toyota Production System) 精實生產管理角度審視現場，卻發現目前加工廠內的物料通常存在加工、檢查、運搬、停滯 4 種型態，對於客戶真正有價值的加工狀態只占其中不到 10% 時間。加工廠雖然引進 CNC 工具機等自動化設備，仍須浪費人力監管生產品質與機器運轉，以及不同階段待加工的大量庫存品。

進而納入智慧機械視角，納入 SMB、IoT 等多樣智慧化工具之後，才能協助缺乏直接到現場觀察，並找出問題來改善能力的中小企業，避免因為人工抄寫現場生產數據不正確、難以兼顧時效性；以及日夜班生產性差異大，無法充份掌握進度、交期，只能回到辦公室坐等財務報表、ERP(Enterprise Resource Planning；企業資源規畫) 系統等數據，與現場確實存在不小差異；且代工廠因為透過貿易商接歐美買主訂單，也開始被要求能隨時提供進度可視化及生產履歷。

藉此可讓機械業者在現場管理的人、機、料、法準則中，透過 IoT 平台的 sensor、

SMB 等硬體裝置和通訊協定連網監控，並自動擷取加工過程中的機台狀態、稼動率、老師傅經驗等資料數位化後，形成 IoT 內容。得以隨時將不同階段的可視化資訊存在於系統，建立生產履歷；或者即時推播到主管手機，即使出差也能監控廠內，不必等到隔日 (周) 才能檢討改善。甚至上傳機械雲，加入 AI 簡化、分析後找出新價值，同時解決中小企業既仰賴數據，又擔心供現場精實管理的資訊可靠度不足等問題。

達易智造跨領域結盟 打造金屬加工專用 SaaS

基於目前機械設備業者投入自主開發軟體整合方案的趨勢已越來越明顯，藉著主動替製造業者把關生產品質，正驅使設備製造業者從過去以單純銷售產品為主的營運模式轉型，逐步朝服務導向企業發展，台灣最早投入打造 M-Team 聯盟雙核心之一的工具機大廠永進機械，更與 IPC 大廠研華合資成立「達易智造 DZ Connect」。

經由導入研華 WISE-PaaS 平台為基礎的物聯網產業解決方案 (Solution Ready Packages；SRP)，並以領域導向 (Domain-Focused) 解決方案 / 應用場景之系統整合商與合資共創 (Joint Venture Co-Creation) 型態為發展重點。同時結合永進機械在金屬加工產業的專家經驗，開發出適合該產業的系統整合及顧問服務等套裝解決方案，工具機廠商透過研華平台，將更有籌碼與其他 CAD/CAM 軟體商談判合作，或加入不同協定同盟，在人機料法與其他領域產業合作。

受惠於這波工業 4.0 智慧製造潮流，達易智造市場發展部經理葉建群認為，對於台灣機械業而言的最強大需求，仍來自於數位轉型與二代接班，亟需可在短時間內大量普及工具，有助於中小企業順利接班、轉型，新進人才不只監工，還能改善生產流程，先求把流程作對，接著才能將之數位化改正，達到智慧自動化。

然而，過去 TPS 制度問世 40 餘年來，始終只有日本人玩得起的主因，不僅在於執行力高的民族性使然，還有台灣以破碎型產業居多、產品要求彈性高等特性，導致難有足夠人力分工，欲落實 TPS 管理的代價太大。葉建群指出：「在現今軟體、IoT 技術不斷進步，與硬

體更便宜之下，已導致設備自主聯網，蒐集大量數據更快又準，不必員工每筆 key-in，加上自動排程、領料、派工，同時省下 TPS 工作量與企業成本；還能確保每批量生產的品質相同，承接穩定與高價值訂單，提供軟體服務也少被砍價，客戶甚至會要求設備要具備機聯網、可視化功能，才願意買單。

達易智造適於此時投入智慧製造應用領域，受惠於雙方能量與經驗積累，除了有領先同業的 IT 及 OT 能力之外，亦在金屬成型、切削加工等相關產業具備深厚的領域知識 (domain know-how) 與顧問能力，協助導入與客製化智慧製造系統。

智慧生產管理系統_DZ Connect 1.0

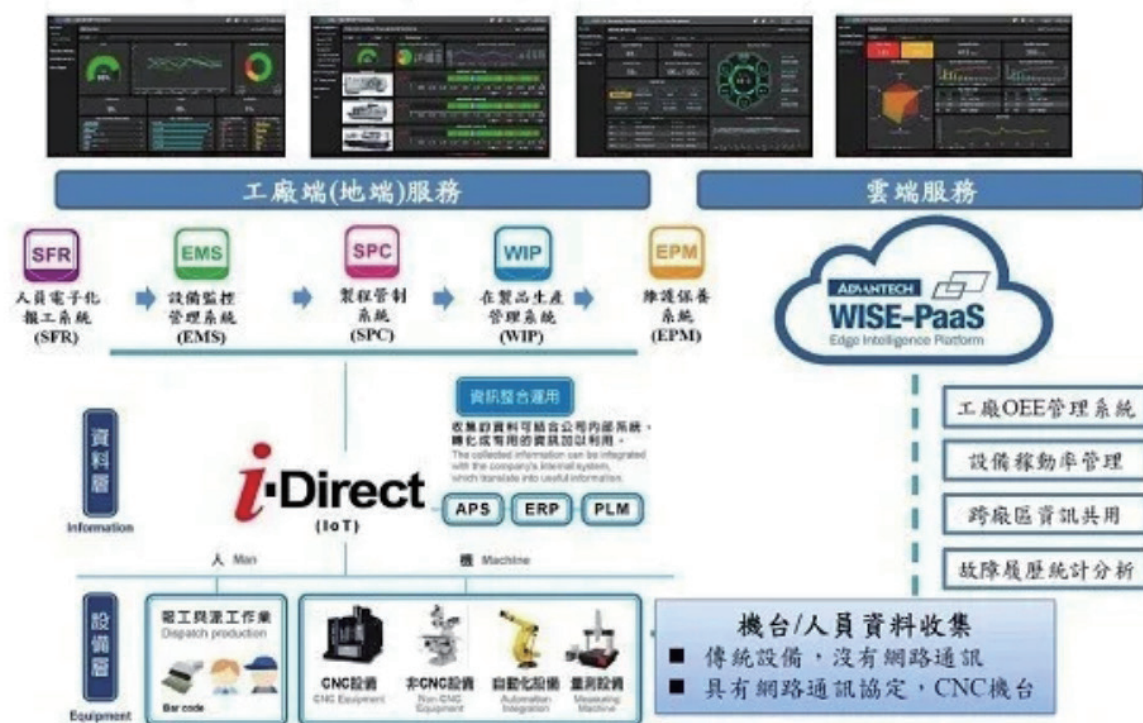


圖 2. 達易智造受惠於雙方能量與經驗積累，協助使用者逐步導入客製化智慧製造系統（資料來源：達易智造）

目前該公司已能夠透過物聯網設備，蒐集、分析與管理廠內工具機、工業機器人在內的生產機械設備資料，從個別機台的運作狀態、設備產能分析到整廠生產進度等資訊，已有超過 130 家客戶的現場導入經驗及顧問服務，舉凡航太、汽機車、自行車、模具、扣件及零組件產業，都是達易擅長且經驗豐富的產業。

其中除了一、二線中心工具廠同業之外，放電加工機、沖床、車銑床、木工機等產業機械廠商也都有達易的伙伴，不被金屬加工、設備業視為競爭對手。葉建群說：「有別於早年軟體須搭配機台共同出貨到客戶端的案例約佔 70% 以上，近年來由於終端客戶對於智慧製造意識的抬頭，加上中小型加工廠開始擁抱新的管理觀念及工具，目前終端加工客戶的比例已提到 70% 左右，顯見近年來工業數位轉型的熱潮已經快速擴散。」

此可歸功於達易智造相較於其他同業最明顯的差異，除了以 TPS 精神為核心，讓中小企業能藉由此梳理作業流程，將對的流程數位化；同時採集機台、報工、派工及品質等 OEE 所需資訊出發，並搭配程式派送、智慧警報系統等，提供全廠人機料法的綜合狀況分析，使管理更為即時，也大幅減少人力與人為疏失風險。

且因為達易智造提供與 Microsoft、Amazon 同等的 IT 微服務架構 (Micro Service)，省下整個專家團隊進駐中小企業，建立 ERP 的費用。所提供的服務就像是樂高積木一般，可隨客戶需求搭配標準模組或拆解重組，加入 ERP 或自動排程、報 / 派工等單一獨立系統，或多個 APP 程式互相支援，組合出符合該公司所需的

功能，大幅降低客製化成本，並大幅縮短數倍至數十倍佈署導入期，甚至加入 AI 分析。

倘若同業中有不同的機型和作業模式時，軟體部份即可利用達易智造的微服務來組合成為該公司專屬服務平台，讓設備製造商可以專注於機台的研發與提升，透過相互搭配產生差異性，讓機台成為服務的一部份，更貼近顧客的日常生產需求。

此外，由於分散式的微服務架構可讓客戶從極小批量著手，快速建立 PoC；還有機會彈性擴容，使軟體服務同時在雲端及地端皆能運作，進而達到「雲地共生」架構，讓軟體能完全斷網，同時在異地 / 雲備份。得以分階段導入單機至整廠，待確保成效後再擴大投資，解決大部份廠商須一次規劃整廠投入的金額龐大，且實際成效未知的問題。

進而高度整合戰情室及 APP，無論在各式大小螢幕及手持裝置上皆可順利運作及切換，客戶亦可利用達易智造提供的 API 介面，將現行的標準軟體及 APP 進行二次開發，或隨意支援多樣種類的 IoT 硬體及協定連接上系統。本文出處：《CTIMES》



圖 3. 高度整合過的 APP，無論在戰情室的各式大小螢幕及手持裝置上，皆可順利運作。（資料來源：達易智造）

與時俱進的 推行精實管理 以品質改善為例

文：聚和國際股份有限公司 總經理室暨資訊中心 王邦峻 協理

現今網路、媒體搜尋到討論最熱絡的議題就是工業 4.0，許多企業在此氛圍下，也競相導入智慧製造相關的基礎工程及人工智慧 (AI, Artificial Intelligence) 應用手法，但近 3~4 年在申請數位轉型之政府補助案時，卻看到政府具體地定義精實管理是被包含在所需執行的智慧機械元素與運用範疇之一，可想而知，工業 4.0 是個理想目標，但無法一蹴可及，必須先從工業 2.0 的精實管理將基礎馬步扎穩，若直接跳過，導入工業 3.0 的自動化及工業 4.0 的智能化，則容易導致將隱藏的浪費自動化持續產生，也將造成更多的投資浪費。

朝向工業 4.0 邁進時，難道企業就只能階段性地依序導入？能否有更有效率的方式將這些

好工具同時考量？另外，這十多年來接觸多家導入精實管理的企業，雖能在局部場域展現出改善成果，但卻常無法有效擴展到整個工廠。基於上述兩個常見的困擾，一直是我持續探討的主題，並將改善的心得與大家分享。

豐田式生產管理 (TPS) 的一大支柱 _ 自働化，強調的是「自工程完結」，在工程內要做到 100% 良品，要做好工程內的品質保證。其原則如下圖 1 所示，品質是在工程內製造出來的，也就是不讓不良品流到後工站，一旦出現不良品時，便要將設備、作業立即停止，追查不良發生的原因，直到問題排除、採取防止不良發生對策為止。而常見落實自働化的方式有：防呆裝置 (Poka-yoke) 與安燈系統 (Andon)。

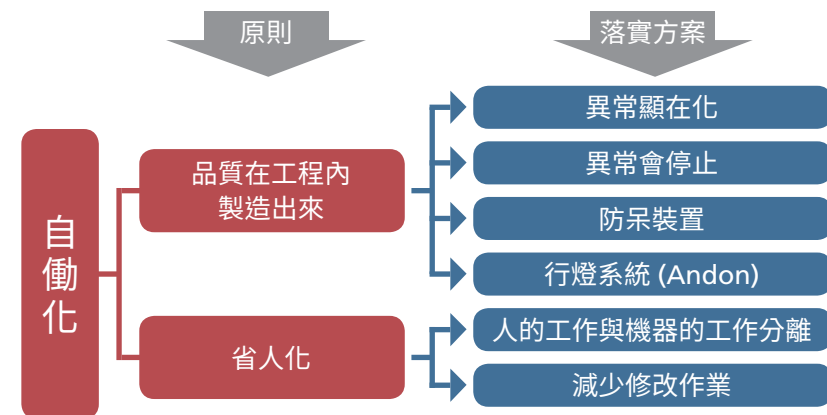


圖 1. TPS 自働化架構圖

回想十多年前在導入精實改善活動時，最常見的模式就是從工廠選出一條“示範產線”來推行，透過顧問輔導精實管理的觀念與手法，並巡視現場具體指摘，協助找出問題點，企業由上而下貫徹現場的改善，雖短期看到一定的成效，但卻時常看不到期待水平展開時，所帶來全面性的改善成果，甚至在顧問的指導期間結束後，連示範產線也恢復了原貌，未見定著。

而多年觀察上述現象，發現推行瓶頸關鍵在於：

- (1) 由上而下 (Top-Down)，高層以職權高壓、強迫性的方式推行改善活動，但大多數的人卻僅是消極、被動地配合而已，不是真正發自內心想改善，當然指導者一走，馬上又回到改善前的模樣。
- (2) 僅針對大批量之示範產線上的主要問題去做改善，但對其他小批量、多樣化的更多產線，其所遭遇到的問題常與上述是截然不同，甚至較次要的問題亦未有效確實改善，這就容易被影射為改善不落地，及未能真正解決現場的困擾，而這多半是因為對問題資料蒐集的不易，以及所能投入之人力與時間資源是有限的所致。

精實管理要能順利擴展到整個工廠，並展現出整體卓越的績效表現，必須構築在每個團隊的改善執行力上，並於各自所司職掌均徹底落實消除浪費，積少成多、聚沙成塔的改善行動表現上。而要能成功凝聚全員這股對於精實改善的原動力，需於工作文化上塑造員工正向、積極的“態度”與“士氣”。

“態度”是一種心理狀態，是對工作所持有的評價與行為傾向，影響對工作的知覺與判斷、學習的意願與工作的忍耐度。而“士氣”就是使員工能從消極轉為積極的態度，所形成的一種團體精神，士氣高昂通常也能產生較佳的工作效率與品質。因此，如何考量到員工這股內心的感受，使其真正打從心裡意識到需要改善，並提高對工作改善的意願，便是整個變革能否成功的關鍵所在。

過去，管理階層由上而下以指摘、命令的方式，在示範產線推行改善活動，大多數的人是口服心不服被動地配合，就算所指出的問題是正確、是極需改變的，但仍無法讓員工發自內心湧出想改善的意願。因此，近幾年，在改善活動的推行上改採由下而上的自主研究活動 (簡稱：自主研)，不再以指使的方式強迫員工去改善，轉換成藉由顧問引導的方式，使全體公司、各部門均能自主性實踐一系列的改善活動，讓員工自己去思考、自己去發現問題，並進而自己去探討如何改善。也因為透過這樣自發性的改變，一方面降低員工內心抗拒改變的心，有效提升了改善的意願，另一方面，也藉由是自己提出該職場所迫切想改善的問題點，透過改善圈的團隊運作會更加努力，對於個人能力的提升也產生顯著成長。這麼一來，當員工對於精實改善具備充分的能力，產生積極的意願與態度，必定能形成一股團體的向心力，最後也就能產生較佳的改善品質。

豐田式生產管理 (TPS) 的品質目標為零不良，雖然要達到此標準相當不容易，但若不以零不良為改善目標的話，就無法嚴謹看待所有可能發生的異常原因，亦無法有效將不良率盡

可能的變小。而為了確保品質是能在自工程內被製造出來，也就是不製造不良品來，透過全體成員參與自主研的品質改善活動，根據三現主義，到“現場”去確認“現物”的“現況”，分析不良發生的原因，研擬再發防止對策。

品質改善的活動實施，內容概略包含：先進行現況把握，了解發生不良問題的現象，利用柏拉圖統計發生的次數，以 80/20 原則，層別出前 80% 主要不良現象進行分析（即找出關鍵主要問題點 Y）。接著透過專家經驗，分析真正發生的可能原因，繪製出魚骨圖，並篩選出關鍵要因（即確認關鍵影響因子 X），依此提出改善對策來加以防範，最後，透過實施效果的確認，判斷問題若已真正被解決，則予以「標準化」。

但在實務運作上常遇到的問題有：

- (1) 現狀的掌握是非常的重要，若沒全盤搞清楚狀況而急著下對策，改善方向往往容易偏掉，而事倍功半，甚至必須重頭再來。但在輔導現場的過程中，卻發現大多數的公司對不良資料的蒐集，常依賴員工紀錄，不易徹底落實，在資料的品質上容易大打折扣。
- (2) 由專家討論所彙整發生原因的魚骨圖，透過經驗法則雖有助於找出關鍵、主要的因子，但卻也常遇到無法有效全面洞悉次要、但卻具有舉足輕重的潛在因子，使改善的力道與成效常缺乏臨門一腳。

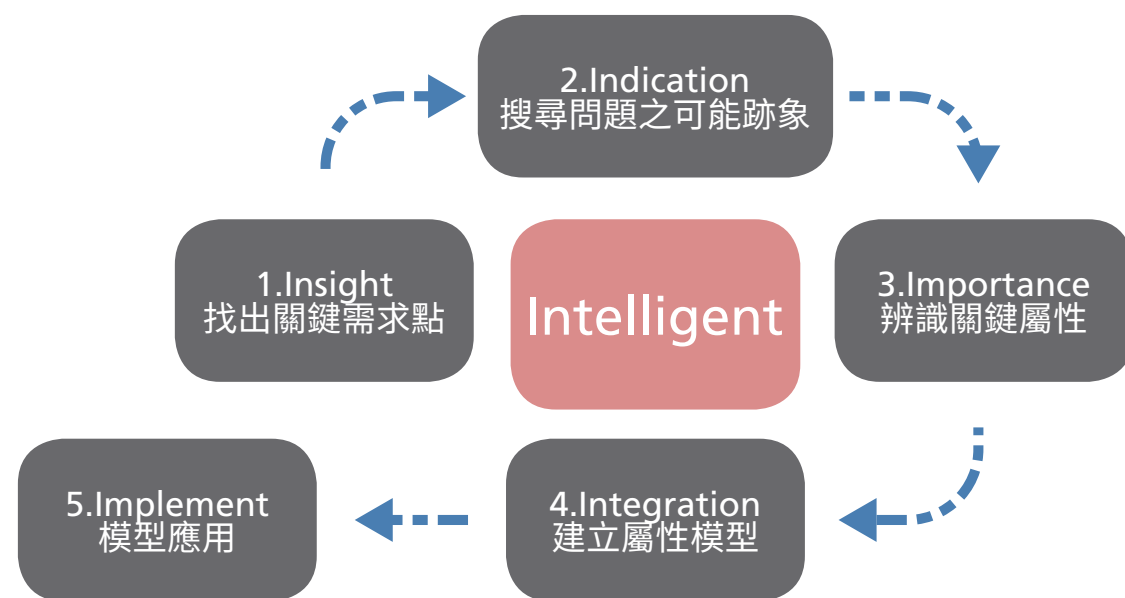


圖 2. PSDM of Big Data : Fi Process

基於上述問題點，參考 PSDM of Big Data : Fi Process (Proposed by Chia-Ming, Lin) 所提出利用資料科學 (Data Science) 解決問題的方法論中（如圖 2），發現似乎有機會與精實改善相輔相成，獲得更好的改善成效。豐田式生產管理 (TPS) 之品質保證目標是零不良，不幸的是現場偶爾還是會發生品質不良。當發生品質異常時，重要的是不該讓不良品

流出自工程 (Own Process) 到後工程 (post-process) 去，所以，應該在不良品可能出現的地方做各種的把關機制，例如讓機台或作業員在異常發生時能自動停止，並透過持續改善來達到不製造不良品。而現今的資訊科技與資料科學是能協助達到的，如下列圖 3，依據資料分析三部曲來簡述其改善的切入點：



圖 3. 資料分析三部曲

(1) 敘述性 (Descriptive)：

自動光學檢測 (Automated Optical Inspection, AOI) 是以非接觸的方式，運用機器視覺技術進行影像擷取與分析，來檢測瑕疵，對製程進行嚴格的品質管理。但在對產品流出品質要求極高的原則下，企業常抱持「寧可錯殺一百，不可誤放一人」的心態，把 AOI 參數設定極高規格，導致設備容易因敏感而出現誤殺率過高的現象，在這樣的狀況下，企業又得加派人力進行複檢，造成人力

和時間成本增加。如圖 4，近期的發展是結合 AI 辨識模組，利用視覺辨識技術輔助 AOI 檢測的持續優化，可大幅提高檢測設備的辨識品質與速度。

另外，透過自動化設備聯網技術 (IOT)，進行虛實的整合，使 AOI 不僅單純扮演外觀瑕疵檢測的角色，還可自動化判斷缺陷類別，並成為異常資料的收集者。藉由從 AOI 設備獲得穩定的缺陷分類數據，經過合理的分析與歸納，作為後續品質改善的可靠數據來源。

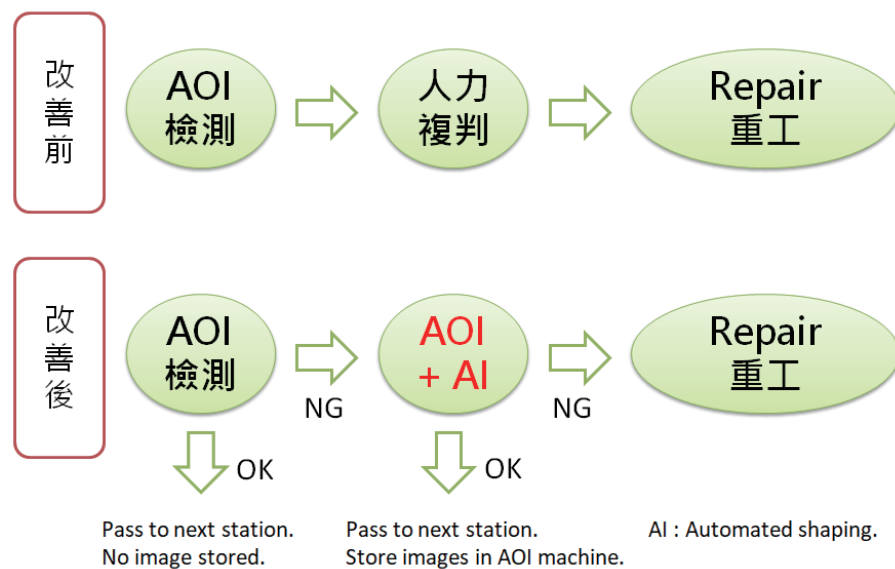


圖 4. AOI+AI

(2) 診斷性 (Diagnostic) :

為了提升產品的良率，必須在製造過程中找出造成缺陷樣型的可能原因，加以排除以減少重工。過去憑藉工程師的經驗法則來做故障排除，然而這種方式很容易因

為經驗不足而誤判，造成試誤次數多與時間長，產生損失和浪費。因此，如下圖 5，建構瑕疵診斷專家系統，蒐集各種缺陷樣型之相關資料，透過 AI 演算法，來協助工程師診斷造成缺陷樣型的原因，達到故障排除與進行根本改善，提升產品良率表現。

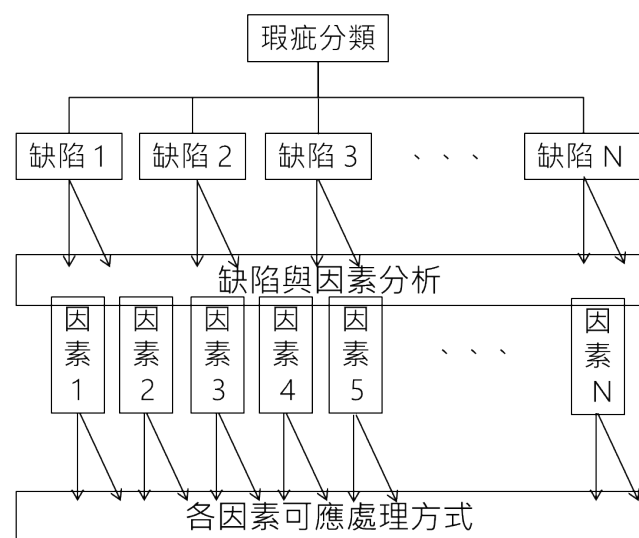


圖 5. 瑕疵分類與瑕疵診斷專家系統圖

(3) 預測性 (Predictive) :

製程即時品質預測系統的應用，如圖 6，在產品無法線上即時量測，只能以抽樣方式確保製程品質之情況下，此方法並無法保證未抽樣到的產品其品質是無

瑕疵的。故期望透過整合生產機台資料、製程的加工條件、生產及環境參數數據、所抽樣之產品品質，來有效預測產線上所有產品之品質狀態，克服必須離線且具延遲特性之品質抽檢，改成線上且即時之品質全檢的目標。

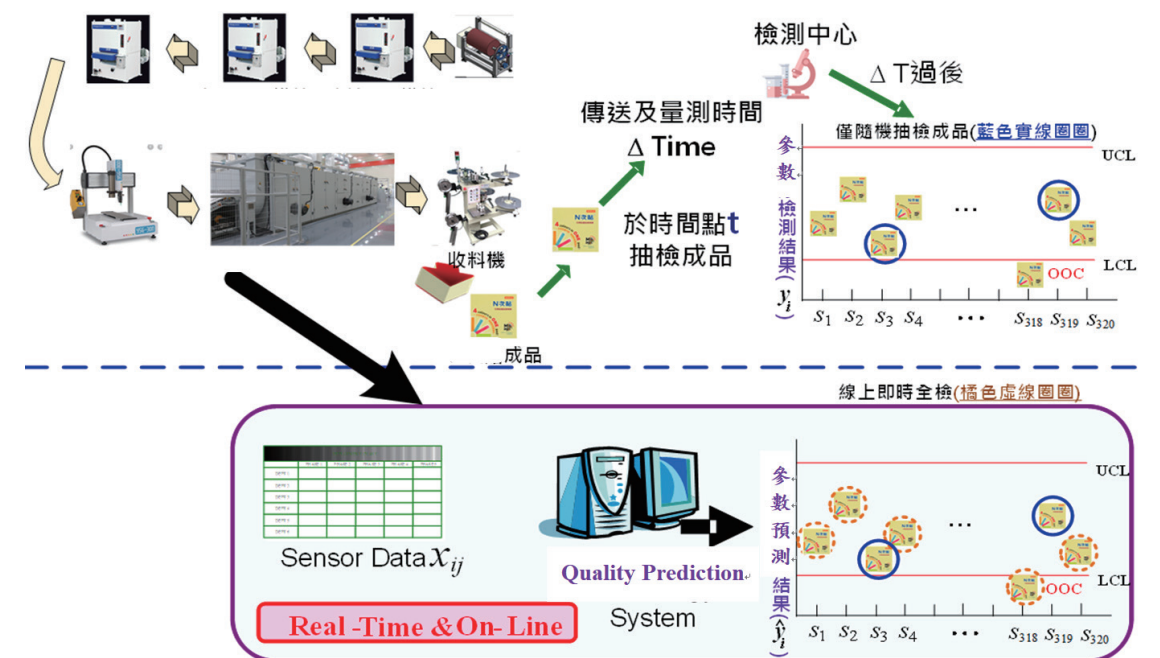


圖 6. 即時品質預測系統

總和上述論點，要如何有效展開精實管理？豐田的哲學是「先造人、再造物」，要改善產品品質，就必須先從人心開始改變起。而隨著時代民主化、自主意識的抬頭，推行手法必須與時俱進，過往由上而下強制性的指摘，調整為由下而上自主研的全員參與，因為，唯有讓員工保持正向、積極的態度與士氣，才有機會使員工於精實活動中獲得由衷且多元的體會，學進新的觀念、知識與能力，並真正落實於職場展現出全面性改善成果。

而隨著資通訊科技的進步，工業物聯網與人工智慧技術的成熟，在展開精實活動過程中，以品質改善為例，檢查出不良現象→彙整與層別不良現象→做異常原因分析→再發防止對策→良品條件設定→良品條件管理…，均有機會同步引入資料科學相關手法，相輔相成使改善獲得更佳成效。

落實智慧工廠願景 打造高效精實生產

文：東元電機股份有限公司 吳勇潮 中壢一廠廠長



圖 1. 東元中壢廠高效率電工智慧線

東元電機創始於 1956 年，迄今走過 64 年悠長歲月，初期以工業馬達為主的重電事業行銷全球，1970 年起開始多角化經營，深入家電製造、資訊服務、機電整合服務及餐飲事業等。儘管擁有深厚的馬達研發製造底蘊，然而面臨世界工廠的競爭與全球化供應鏈的衝擊，生產型態逐漸由大批量生產轉為少量多樣的客制生產，工廠於硬體與軟體皆面臨極大挑戰。

一、MES 系統整合精隨與落實

東元有鑑於生產型態與供應鏈的急速演變的趨勢，2010 年起即開始智能生產的相關研究，並於全球生產基地同步投入資源進行智慧轉型。基於既有的 ERP 系統之基礎，2013 年起於大陸與台灣主要工廠引進 MES 進行即時與精確的生產管理。藉由 MES，工廠將供應鏈、物管、生產、設備、品管等流程進行資訊整合與即時管理，將以往管理時效以年、月、周為

單位，精實至以日、時、分來進行管理。相對於僅依靠 ERP/MRP 系統，MES 的導入更能平准化工廠各工序的製造流程，並將生產資訊透明化、即時化、數據化，用以建立決策者與執行者的溝通平台。

引進 MES 系統是東元智慧製造轉型的首要舉措。在導入的過程中，東元同時對工廠的直接與間接人員推行不同程度的數位化培訓，強化對數位管理及資訊系統的運作能力。由管理階層主動推行相關作法，提升工作效率與指標績效，同時於生產部門設置溝通機制，使管理項目雙向交流確保資訊傳達無礙。

搭配 MES 的感知層上，東元大量應用自有的物聯網與資通訊技術發展傳感器及通訊元件，除了讓人員與設備效率與稼動率能即時呈現於工廠戰情系統外，物流狀態與瓶頸製程都可即時顯示與示警並能做出有效對應。

二、生產自動化流程優勢及實際效益

東元自 1980 年代起進行生產設備機械化與自動化的投資，期間主要於中壢工廠投入鑄造、沖壓、機械加工、成品組裝與測試等各項 CNC/PLC/PC 控制的自動化設備並使用至今。以現代化工廠的管理角度來看，單純以設備取代人力來提高生產效率僅是生產自動化的其中一個面向，面對大量客制化的趨勢，工廠運作的 KPI，例如品質、成本、交期等更需要即時並能深入到工作端點的資訊，簡單來說，工廠運作的「工件流」、「資訊流」

及「作業流」必須全面自動化甚至智能化才能在少量多樣的生產型態下創造出品質、成本、交期的競爭優勢。

MES 為流程匯集的重要樞紐，讓工廠得以將計畫排程發揮到極致，利用相應配套資訊或管理系統梳理整個價值流程，如此生產力的健康度就得以保持。系統導入後，工廠的各項生產管理指標都獲得大幅改善。以中壢工廠為例，產品準交率提升 30%、生產效率提升 12%、製造週期縮短 20%、半成品 (WIP) 減少 22%。

三、智慧生產佈局

東元自 2015 年於無錫工廠啟用智能化沖壓中心，其績效對比於中壢工廠傳統沖壓製程，除生產力提升近 35% 外，也同時將無錫工廠由整機生產轉型成整機及零部件的供應中心。2017 年在台灣中壢廠打造高效率電工自動線，搭配視覺引導機器人與 AGV 無人搬運車，成為 IE3/IE4 的馬達核心零部件供應中心，生產效率相較以往提升了 30%，電工固定子從投入到產出時間縮短了 12 倍，WIP 縮減了 50%，於 2018 年贏得智慧製造金質獎的榮耀。2019 年於越南新設馬達整機組裝工廠，引進機械人塗裝及 IoT 為基礎的全自動馬達凡立水含浸設備，與台灣、無錫工廠進行供應鏈整合，形成了東元馬達行銷全球的三大生產基地。

東元從佈建自有的智慧工廠過程中，同時也開發了智慧工廠解決方案，諸如數位電表、

變頻器、馬達、和 PLC 等核心零組件，視覺辨視技術和感測器，並提供整合設備層資訊閘道的邊緣計算平台。這套解決方案已用於中壢及越南智慧產線，透過自動化的控制應用與數位管理，除生產力提升獲得不同程度的提升外，用電效率也約略節省 40% 以上，充分實踐了東元「節能、減排、智能、自動」的公司願景。

四、轉型升級與挑戰

智慧製造的轉型升級，就硬體層面來說，東元並不偏重於將單一工廠進行全面智慧製造升級，而是依據總體供應與銷售的策略決定依各工廠的升級方式，原則上使以各工廠的製程別對於整體策略的支援程度進行智能自動的投入，一方面可藉由侷限規模的升級進行概念驗證 (POC)，另一方面可降低全面升級可能造成的技術與管理上的衝擊程度。而軟體層面則不同於硬體，各主要工廠統一進行 ERP/MES 的全面升級，確保各工廠資訊流程的一致性與即時性，同時於總公司建立商業智慧 (Business Intelligence, BI) 系統及戰情系統，將各工廠的生產及營運狀況於總部即時呈現、即時管理。雖各工廠引進智能生產的硬體升級程度不一，會形成老舊設備與新設備的數位化及資訊化能力的不一，東元以自行開發 IoT 為基礎的舊設備升級方案，利用相對簡易的物聯網方案，將機台或人工的運作狀況傳輸到 MES，解決了新老製程或設備的協同運作問題。

資本投入回報無疑是智慧轉型的關鍵挑戰。以東元的經驗來看，若僅注重設備自動化的投入來打造智慧工廠，資本投入的投資回報率 (Return On Investment, ROI) 將會遠低於預期，但若將投入層次提升到針對價值鏈的智能整合，智慧製造所產生的效益就可以展現。

人才培育是另一項關鍵挑戰，東元的作法是先委託國內數個大學成立自動化工程師專班對現有工程師進行培養並輔導取證，並將各工廠的生產技術單位集中成立智動化生產中心，直屬於公司最高管理部門也分散到各工廠以進行矩陣化管理。在矩陣管理的組織下，各個工程師被分配到結合不同領域的小型改善專案進行工作培養，然後投入到以產線為主的大型專案藉以建立系統整合能力。在數年來的培育過程中，成效可以由幾個重大智慧製造專案中獲得正面的驗證。



圖 2. 東元越南美福廠智慧噴塗產線

2021 国际机器人展

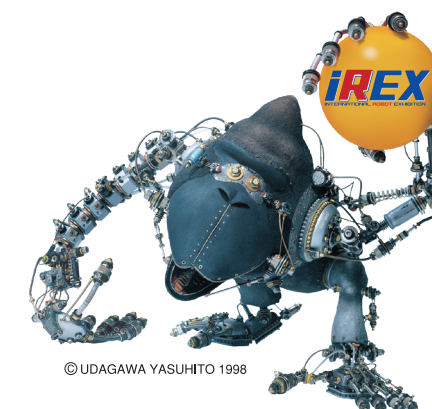
INTERNATIONAL
ROBOT EXHIBITION 2021

iREX[®]
INTERNATIONAL ROBOT EXHIBITION

日期 **2021** 年 **12** 月
10:00 ~ 17:00

会场 东京国际展示场

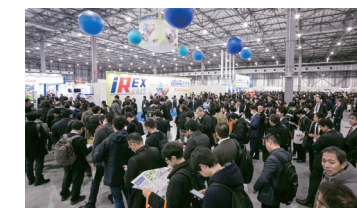
主办单位 一般社团法人 日本机器人工业会 /
日刊工业新闻社



世界最大级的机器人专门展

国际机器人展是以被称为世界首位的机器人大国日本的机器人制造厂及相关企业为首，海外制造厂和相关团体，自治体等集结一堂！

2019 将大幅度扩大规模，
从国内外**637** 公司・团体（**3,060**各小间）展出！
每次都保持着**13万人以上**到会会场可称作
世界性的“**机器人的一大活动**” **14万人**



本展智動協會有籌組形象館(國貿局補助名額有限)，期間並有參訪團，歡迎踴躍報名(04-23581866)

咨询 [2021 国际机器人展] 事務局: 日刊工业新闻社 业务局活动事业部 14-1 Nihombashi Koami-cho, Chuo-ku, Tokyo 103-8548, Japan
E-mail: info-irex@media.nikkan.co.jp

精實庫存管理

文：和泰汽車

台灣國瑞汽車是日本豐田汽車 TOYOTA 與台灣和泰汽車公司所合資成立的汽車生產企業，TOYOTA 將日本的精益生產 Just in Time 的理念引進台灣後，在台灣 TOYOTA 汽車製造上，得到百分百的實現，成為 TOYOTA 精益生產的標竿。和泰汽車專注於精實服務上，從精益生產到精實物流，和泰汽車將零件倉庫導入精實物流作業後，同樣得到最佳的效益。

精實物流適合各種物流現場，它實現的是一種拉式物流管理，讓物流現場得到不斷的改善、改善、再改善，讓企業得到最佳的效益。和泰汽車將精實物流的作業原則，轉變成一套完整的教育體系，藉由教材與道具，以遊戲的方式，分組進行訓練，讓學習者充分理解庫存決策、入庫作業、揀貨作業、出庫作業等的原則與方式。精實物流適合各種產業引進與學習，目前已在台灣授課，上課學員已達 1200 餘人次，2011 年底引進大陸授課，目前長期學習的企業有：華碩電腦、富士康集團、捷安特自行車、統一企業、香奈兒化妝品、台積電、中華航空、三陽機車、光陽機車、山葉機車、僑泰物流、台灣大學、政治大學、香港理工大學等 500 多家企業與學校。

庫存管理

所謂庫存管理 (INVENTORYMANAGEMENT) 是在把庫存控制推向極限的同時又積極地

改善庫存控制種種的限制因素，在豐田的管理哲學中，庫存是一種浪費，應以整體的觀點來努力消滅。其前提是瞭解庫存之所以存在的原因，去化 / 減弱那些造成庫存的原因才是正道。

豐田汽車公司朝著達成“適時、適件、適量”(Just In Time) 零件物流做為豐田生產體系的目標，即是說，當我們討論供應物流時，我們必須將焦點中心專注在最終客戶需求適宜地平準化對應，然而，在訂貨及物流配送過程中，很自然地會產生平準化的扭曲，在這些“扭曲”因素被終結及每一物流過程能依據“賣一個買一個”(Sell One Buy One) 互相連結，一種立基於最終客戶需求的極致物流系統效果才能得以實現。為了實現 JIT 零件物流，我們必須儘可能地掌握市場需求，如此我們才能對應各種不同類型的需求。我們將把需求區分為“實際性需求”(Actual Demand) 及“創造性需求”(Created Demand)。

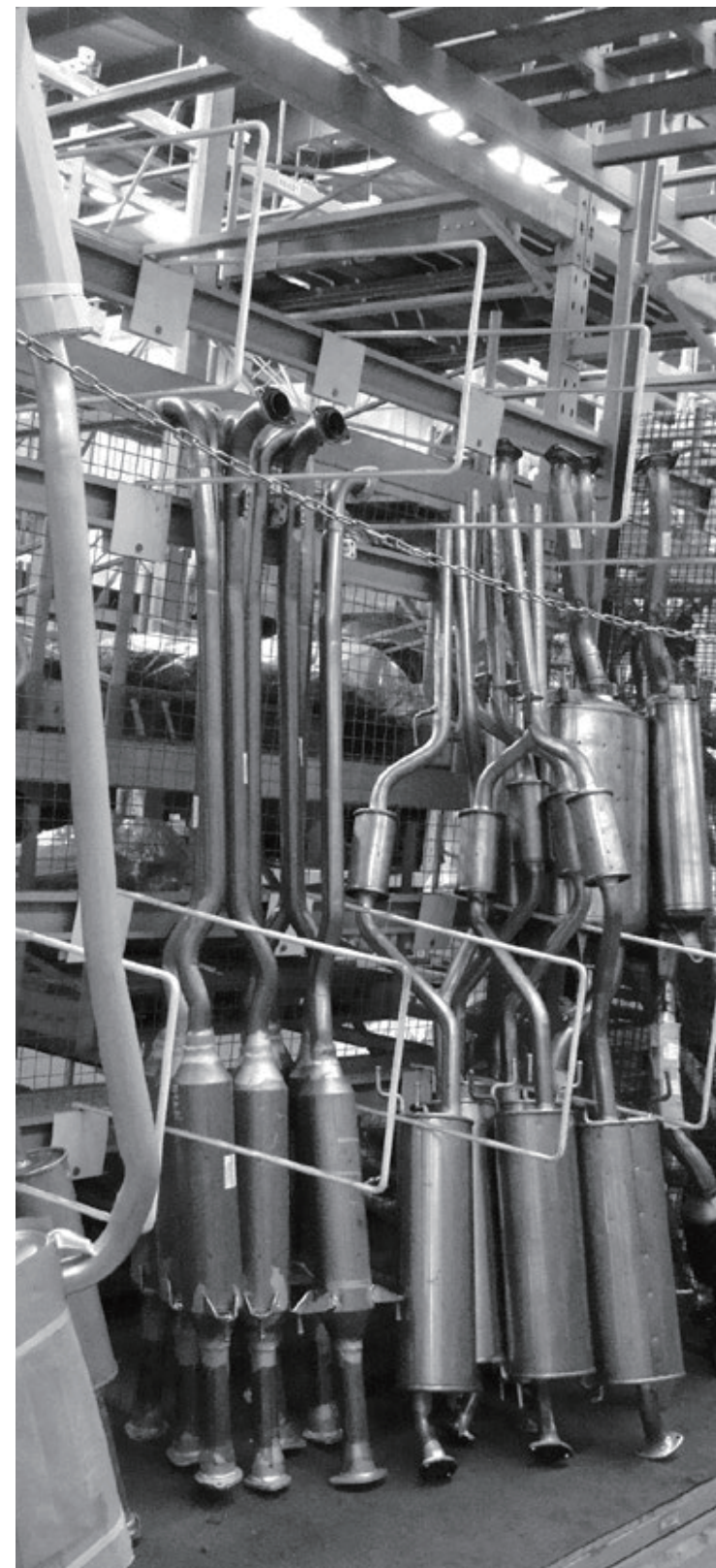
實際性需求：

係指與最終客戶消費極度結合 (例如廠內銷售、櫃台銷售及修理廠訂貨)。

創造性需求：

係指不與最終客戶消費的數量及速度相對應 (例如促銷、批量銷售及大批量投機性採購)。

將需求區分為兩種類型之後，實際性需求應以小批量、多頻度訂貨及配送 (賣一個買一個) 作業對應，如此，資訊及零件流程才不致於停滯。創造性需求必須自實際性需求中區隔出來，同時依據創造性需求的類型採取對應。假使從客戶即有平準化訂貨，代理商及經銷商將能以最小化的標準庫存獲得高水平的供應。此外，假設我們能達成平準化，將更易促成庫存控制的有效率，而且改善活動也將更有效率。為了削減庫存及改善供應，實施平準化 (實現 JIT 的前提之一)，持續改善庫存控制及立基於微觀分析實行改善，這就是庫存管理 (Inventory Management)。本文出處：《物流技術與戰略雜誌》71 期「電子商務改變世界！」



解決產業人才斷層

智動化系統整合人才 暑期特訓營培育有成

文：社團法人台灣智慧自動化與機器人協會

高科技人才是推動技術研發及製程改善的要素之一，面對各產業人才長期不足及外流的挑戰，智動產業也面臨系統整合人才斷層危機。然而人才進入企業需要一段時間的培訓與磨合，因此職前的實習階段成為求職、求才雙方互相確認的重要機會。智動協會為改善智動產業系統整合人才短缺問題，自去年(2019年)即開始啟動系統整合人才產學訓計畫，期望能透過暑期二至三個月長期的特訓，解決與提升台灣智慧自動化產業整體人才競爭力與實力。我們鎖定工學院相關系所，以大三升大四即將進入業界實習的學生、碩一升碩二銜接畢業論文主題、大四或碩二銜接就業的畢業生為主。特訓營的產學合作型態，創新的訓練模式能快速回應企業人才需求，對於企業及學生具有相當的吸引力。

智動協會今年(2020年)再向經濟部工業局(委託工研院產業學院)爭取經費，聯合先構技研、台灣發那科、達詳自動化、網聯科技、羅昇企業、寶元數控等6家企業資源，共同於暑期辦理「2020 智動化系統整合工程師特訓計畫」。公開向全台院校學生招生，最後經初選、廠商面試，這次僅錄取15位來自台大、

台科大、北科大、中原、逢甲、高雄大學、虎尾科大、勤益科大等菁英，進行為期二個月實務課程與實作的密集訓練。經過兩年的投入，共有9家企業參與其中2家更是兩年都參加，總計培養31位智動化系統整合工程師，有2位學生獲得企業直接留任，共超過8成的學生獲得未來優先錄用及預先錄取通知。

本計畫對廠商、學生、學校收穫很多。廠商能就人才需求量身打造課程，培養出真正想要的技術性人才，對外透過協會的平台廣宣企業品牌，對企業而言是一舉數得的收穫。對學生來說能在即將進入職場前得到技術上的養成，並搭配證照考試取得專業認同，最後來還能取得企業的獎學金或優先錄取。對學校最大的收穫是產學多元化的合作與發展。本特訓營內容直接將訓練延伸至校外，讓學生從學校教室走向企業現場，以校內課程為基礎出發，銜接營運現場的實習，藉著產學合為企業打造專屬人才，此不僅僅是保障企業人才來源，也保障智動化人才長久職涯發展。

以下邀請三位參與特訓計畫的學生分享學習心得。

智動化系統整合 工程師特訓計畫

心得分享 ①

文：國立虎尾科技大學工業管理系三年級 許峰瑜



跨領域實務，提升競爭力

面對製造型態的改變，從原先的多量少樣大量生產代工型態，到現在的少量多樣的彈性製造、拉式生產、智慧製造等趨勢，以及少子化的衝擊，企業人才需求逐漸導向具有跨領域能力。我為了能夠成為以管理為主機械為輔並具有跨部門溝通的能力，從高職機械轉戰大學工業工程與自動化。今日有幸能夠參與台灣智慧自動化與機器人協會，所舉辦之「2020 智動化系統整合工程師特訓計畫」。讓我更瞭解產業習性與脈動外，更能掌握職場所需，回到學校學習時將更有方向。

有幸能進入台灣發那科實習，進入企業實習第一週感受公司無論是朝會或是工作時皆具有團隊精神，這是在以往實習環境中沒有碰過的。實習過程中熟悉所有類型機器人之架構與其適用環境，如拳頭(Delta)機器人、協作機器人、SCARA等。在維修部見習，除電路學外，還接觸電路板焊接，實際接觸電容、電阻、二極體等。實習中期，機器人單機操作熟練後，再從基本電力配置、硬體配線、PLC、I/O應用到程式撰寫，完成學習機器人整體使用流程。

實習最後一週參訪冠億齒輪，看到機器人運用與週邊設備連線，使我對機器人的實際運用更加熟悉。過去高職所學的機械知識、工廠製程、專有名詞如沃斯田鐵、熱處理、機械設計之幾何公差、一般公差等疑問皆在本次實習中獲得解答。實習期間參與產品發表會活動，我利用大學所學之特性要因圖從人員、機台、物料、方法、環境進行五個面向分析，最後與組員針對會場環境、會場動線、簡報內容，與參與者反映提出改善方案，如硬體替代方案、實際案例等建議。能發揮學校所學，應用於企業分析問題上，成就感十足。

從學術進入業界

跨領域學習已推動多年，修習過製程最佳化、數據分析、提升工廠效率、找出工廠問題來改善等工業工程相關課程。參與活動前，對於機械手臂、自動控制等知識僅限於理論，鮮少實際操作。經過兩個月的學習，對自動化產業有更多的了解，對過去所學之程式語言也有更實務的應用。

能夠這樣跨領域學習的機會可遇不可求，目前回到學校運用職場所學重新整頓實驗室之智慧自動化生產系統。以 SCARA 加上夾爪與吸盤達到上料、組裝及下料動作，連結無人搬運車與碼垛倉儲，信號交握規劃出完整的模擬工廠。未來計劃導入物聯網、稼動率分析、故障預警等技術。

跨領域學習，培養換位思考

在發那科學習過程中，讓我對機器人應用有更深入的了解，以下幾點說明：

1. 程式撰寫過程中，課長給予課題「在只能指定兩點的情況下，完成上料、上夾爪、下料等動作」。其過程為以一點進行偏移，利用 DIV 商數與 MOD 餘數運算式，與位置暫存器 PR 應用於矩陣運算達點位陣列效益。透過 EXCEL 教材圖形化的解說，對矩陣運算的原理更加清楚，期望未來遇到類似問題時皆能迎刃而解。而實機練習過程中，課長要求在不校正 Tool Center Point 與 User Frame 的情況下進行示教，體驗到在沒有校正前述兩者的情況下校點十分困難，感受出前後差異。
2. 指導員教授 ROBOGUIDE 軟體，配合公司教材，快速地對模擬軟體有基本之概念。從電腦數值控制工具機與機器人配合之上下料作業，到雙夾爪的模擬，達到不需實機操作即可進行機器人路徑編制與模擬。機器人操作除實機演練外，亦可透過虛擬教示盤隨時隨地熟悉介面與操作。將 ROBOGUIDE 所設計之程式與參數匯入實機教示盤有兩種方式，一種為 USB 匯入，

另一種為網路線傳輸，可透過 PC 端進行監控等動作，讓整體功能使用更加完善。

3. 透過外掛其他系統如視覺、力覺等，使機器人擁有更大的設計彈性。藉由 I/O 硬體配線，實際使用焊槍焊接 JRM18，配合電路圖進行配線並連線至機器人，對整體所學印象更加深刻。
4. 協作機器人 CRX 安全區域之協動與一般模式切換之系統設計，指導員指出，任何的安全設計原則皆採雙迴路，當其中一個迴路故障時，依舊可維持其安全模式，因此將信號 ON 設定為一般模式，OFF 為協動模式。如此一來，即使區域感測器故障以致無法偵測，系統依舊將信號判定為 OFF 協動模式，此設定大幅降低硬體設備故障造成周邊環境危害之機率。
5. 人工智慧學習方式分監督式學習、半監督式學習及增強式學習三種，影像二值化之型態處理分侵蝕、膨脹、開放式與閉路式四種。關於 AI 影像處理二值化之學習，指導員建議使用開放式之型態，既可保持影像之初始狀態，亦可對不同物件進行分割。最後運用 AI 判定功能將煎餅進行破片判別，並錄製介紹短片。
6. 實習的最後一週，以系統商角色進行系統規劃，從客戶商談、構想計畫、系統設計到系統模擬，將機器人與自動化設備導入產線中。運用這兩個月所學之技術與觀念融會貫通，整體的專案模擬對系統商有更佳的認識，也意識到身為設計人員不能完全著重技術層面，站在顧客角度設計出符合需求與適當成本的產品才是身為設計師應該做的。

2020 台灣機器人與智慧自動化展及台北國際自動化工業大展 (T+A 展)

8/19-8/22 這週，發那科機器人部門所有相關人員皆陸續北上準備，感受到 T+A 展對公司的重要性。而如何設計出客戶易懂之簡報文宣推銷公司產品極為重要。參訪台北 T+A 展後對自動化系統整合有更多的認識，瞭解到產業的步調與技術的進步，從倉儲到生產線，都能夠導入自動化。經由特訓計畫的訓練與學校所學，我認為系統整合的技術在於設備信號的交握，而以工業 4.0 觀點來看，其精隨在於情報的掌握。如何做到即時監測、故障預測、設備稼動率等，與做到數據的搜集與分析並且打造出如天氣預報般的及時資訊平台，是未來的趨勢。8/22 成果發表的當下，非常慶幸自己正身處工業 4.0 的潮流，尤其是現在瞬息萬變的資訊時代，學習是一輩子的事，期許自己未來還能夠保有像現在的熱誠，保持競爭力。

證照到底對未來工作重不重要

學生大多會陷入證照迷思，總會不斷的想了解 [這張證照有沒有用]。透過本次的數家企業之面試，就個人認為，在學期間擁有學校資源與補助時應盡量考取，某些證照的重要性不在技術面而是對架構的瞭解。任何的技術與 know how 大多是由職場累積經驗而來，身為學生要做到的是對基礎技術、專有名詞等要有一定的概念，在未來面臨跨部門溝通時，才不會雞同鴨講。證照的價值不一定在於證照本身，而是考取證照的過程所學的知識與概念。所以在學期間除培養人脈，學習專業之餘，何不妨多利用校方資源考取證照，驗證自身所學，為自己的履歷多加分。

產學合作，締造雙贏

參與本次之「2020 智動化系統整合工程師特訓計畫」，從專業基礎課程與機器人證照培訓，到業界專案實作與課程研習受益良多。能夠在眾人之中脫穎而出，與台大、高大學長姐一同學習，跨領域溝通與專業切磋，更瞭解自己的實力及需要加強的地方。感謝台灣智慧自動化與機器人協會與企業提供產業與學術合作的機會，讓年輕學子於職前認識產業型態與環境，也讓企業瞭解學術界的專業程度，這樣能夠創造雙贏的局面，未來也請政府可以持續辦理特訓計畫，在此勉勵學校學生好好把握這個難得的機會。



均豪精密工業蒞臨中科基地教學



先構技研 VR 教學



發那科企業參訪

智動化系統整合 工程師特訓計畫

心得分享 2

文：國立勤益科技大學資訊工程系四年級 林原醇



聽聞很多大學生畢業後從事非本科系的工作，這對於即將出社會的多數應屆畢業生是充滿說焦慮的，若能在大學期間到企業實際工作的經驗相信是大有助益的。原本大四下學期規劃去日本學校交換，後來種種的巧合輾轉經由朋友介紹而參與了「2020 智動化系統整合工程師特訓計畫」，很幸運通過面試後參與為期二週的課程，再到「網聯科技」實習七周。很感謝智動協會舉辦了此次的研習營，讓我能實際地了解公司組織的運作、企業文化、工作內容等等。

上課這兩週讓我印象深刻前三名的課程，分別是三菱電機的參訪、先構的 Visual Components、研華的智慧聯網。



三菱電機什麼都有什麼都不奇怪，居然還有機器手臂！

大家聽到三菱第一印象應該是汽車吧！其實三菱電機也賣很多家電如：冷氣、電風扇、除濕機、吸塵器、電冰箱。在第二週上課時來到三菱電機工廠參訪，令我驚訝的是原來三菱還有出自己的機械手臂！

我們學習教導器操作以及控制機械手臂的程式語法，並重複練習實際操作手臂夾取砵碼到指定位置。期間我們這組因為沒有算準距離而把 3D 列印的夾爪撞傷！嚇了一大跳！好險指導員有備用的 3D 列印零件更換，並用心地重新指導讓我們這組順利完成挑戰，真是非常難得的經驗。

研華智慧聯網裝置 測量電壓電流

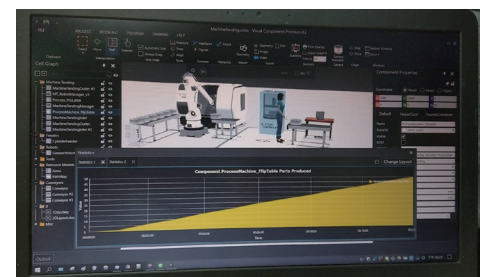
研華講師講解物聯網的架構，從感知層一直到應用層，介紹自家 WISE-PaaS 平台和旗下產品 WISE4000。WISE4000 可以收集工具機的數值如電流、電壓等，並將數值上傳至雲端。所收集的數值進行分析

確認機台是否有異常的情況，透過網頁儀錶板警告及通知。邁向工業 4.0 第一步就是導入智慧工廠的基礎監控設施，透過這堂課實際操作物聯網裝置，及瞭解其他智慧化的解決方案，感受到時代進步的好快！



先構技研 Visual Component

最後一天的課程也很有意思，先構的講師介紹了 Visual Components 這款主打數位雙生 (Digital Twin) 的工廠模擬軟體。軟體裡已內建多款手臂和零組件的 3D 物件，可隨拉即用，使得機器人與物流的模擬效率大幅提升。透過內建的統計軟體分析產出稼動率等等數據，可以迅速規劃出工廠產線的工具。除此之外，轉成專用檔案後還能利用 VR 設備，直接走進虛擬工廠檢討可以改善地方，科技感十足！



網聯科技實習



「工業物聯網解決方案」印入眼簾的是門口大大的公司標語。還記得剛進公司的第一天非常緊張，因為我只碰過樹莓派對於物聯網相關軟體蠻陌生的。但是經由老闆介紹公司後並閒話家常令我放鬆許多。公司裡的同事也很和善，遇到問題詢問都熱心地回答，而且公司有零食櫃和咖啡機，感受到企業用心經營提供好的工作環境與福利。我是進入 Software Team 實習，這期間負責的項目分成 3 大類：

1. 協助公司完成介紹影片 & 展覽的海報設計



雖然我是資工系畢業的，但因常看朋友電繪所以對於美術設計略懂一二。期間協助完成微軟新創加速器活動 3 張海報設計，還有一部 4 分鐘公司簡介的動畫。

設計工具使用 Apple 的 Keynote，製作動畫或是拍攝影片和表演一樣，如同諺語「台上一分鐘台下十年功」。從企劃發想、主旨表達、分鏡、排版、畫面色調等等，前前後後共花了約 40 個小時才完成 4 分鐘的動畫短片。還記得一開始聽到要我協助製作影片傻掉的表情，影片剪輯工具都不熟的我，後來決定用很好上手的簡報軟體 - Keynote 來製作動畫影片。大幅減少學習的時間，看到自己製作的成品在會場展出，那種成就感和喜悅是騙不了人的。勇於嘗試不同事物讓我學到很多行銷方面的知識，很謝謝主管願意給我表現的機會。

2. 使用 TANGRAMxAR 完成展示用的 AR 專案

網聯開發的 TANGRAM App 裡面有 AR 的功能，這個部分是和中華電信合作。在介面簡單的平台線上編輯和繪入 3D 物件，再結合積木程式做邏輯判斷快速製作 AR，最後透過手機展示結合物聯網功能的 AR 專案。以往機械業廠商開發 AR 需要客製化及高費用，透過訂閱式服務的平台可以省去很多人力和金錢，來達到讓客戶更具體地瞭解產品特性，進而提高成交機會。實習期間角色偏向於 PM，測試產品製作專案並提出改善建議和需要修復的 Bugs。

3. 學習建構網頁的新技術

網頁在業界習慣分成前端(frontend)和後端(backend)，簡易來說前端就

是頁面的顯示，網站流程控制端，後端就是架設伺服器，資料庫連接，部署雲端服務等等。

在實習期間完全不熟框架(Framework)，在學校只學過網頁的三本柱(HTML，CSS，JavaScript)和 PHP 語法。透過指導員 Michael 的提點，才知道還有那麼多框架和開發工具的專有名詞，例如：Angular、Vue、React、Spring Boot、EXpress、Django 等等。實際到企業才真正體會技術發展快速，新的框架不斷推陳出新。未來新的程式語言一定會越來越多，讓我開始後悔在大學期間沒有好好認真研究和學習了！往好處想現在開始不算晚，努力終身學習不被資訊的浪潮淘汰掉！



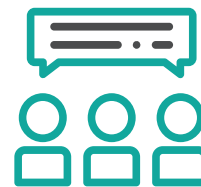
心得結尾

「世界上沒有人有義務主動地教會自己什麼」，必須自己動起來才行！趁著還年輕勇敢嘗試不同事物吧！謝謝智動協會也謝謝網聯科技的大家庭，在這短短的 9 週獲得許多寶貴的經驗，希望協會未來也能繼續舉辦這個活動，讓更多學弟妹們有機會參與及獲得更多經驗與學習機會。最後要特別感謝智動協會的姐姐，從企業的聯絡、結訓活動的規劃、主持、到各個公司探望實習生等等，姊姊的認真相信學員們都有放在心裡，辛苦了！

智動化系統整合工程師特訓計畫

心得分享 ③

文：國立勤益科技大學電子工程系四年級 曾文傳



認清自己、找到自己的價值

在求學期間往往有很多嚮往，自認以後能夠成就一番大事業，殊不知自己還不清楚自己有多少能耐，也不知道如何去實踐。更不幸的是今年遇上了疫情爆發，全世界面臨巨大危機，導致許多人被裁員，但是「求職」正是我接下來所要面對的課題。對於來自現實的當頭棒喝，讓我重新自我審視，為了不讓畢業就馬上陷入失業，決定跳出舒適圈，努力充實自己，提升自我的競爭力。

在一次偶然機會裡看到智動協會的人才培育計畫，為加強自己在職場上的競爭力、抱持著挑戰自我的心態，報名參加今年的智動化系統整合工程師特訓計畫。透過特訓計畫讓我能夠提早與企業接軌，縮短未來在職場中摸索及訓練的時間。也感謝羅昇企業提供一個這麼棒的實習的機會，並感謝指導員不厭其煩的為我解惑。

第一次職場面試

還猶記擔心被面試官問到不會的問

題，所以在面試之前準備很多功課，面試當天也告訴自己以平常心去面對。知道自己通過面試的時候很開心，因為是自己能力被認可也讓自己變得更有自信。面試最大的收穫除得到實習機會之外，就是能夠從面試官身上得知自己不足之處。比如說如何在短短自我介紹裡，把自己的優點給凸顯出來，亦或是需要加強專業那些部分。也從中得到前輩分享業界工作的心得，讓我更深刻的瞭解這個領域的工作內容，也對自己的職涯發展有更加明確的方向。

職前訓練

協會所辦的智動化系統整合工程師特訓計畫十分完善，由於智動化領域很龐大且複雜，在前往企業實習前提供為期二週的培訓課程。第一天工研院分析師介紹智動化產業的發展趨勢，以及 AI 與 5G 對於製造業的衝擊與改變。之後的課程還有均豪精密、研華、庫卡、達詳、台灣發那科、所羅門、三菱電機、先構等優秀企業的講師為我們上課。這兩週的課程包含了 AGV 搬運車、機器

手臂控制、視覺檢測、智慧聯網、氣油壓應用、智慧倉儲等等基礎理論與技術，並且搭配實際案例分享與參訪，讓我們更清楚如何將這些技術整合應用。

除了理論課程之外還有實機操作的實作課程，像是研華的感測器連線實作、三菱電機與發那科操作機器手臂和參與手臂語言撰寫，透過理論與實務相輔相成，讓我們更容易理解實際如何應用，也明白這些技術是如何實現與整合。透過扎實的基礎訓練，讓我們能夠擁有基本的知識，對於往後實習的銜接更為順利。

實習體驗

此次特訓計畫主要是培養整合能力的人才，羅昇是一家自動化產品代理商公司，所以這次的實習接觸到的產品非常多樣且廣泛。羅昇在整合應用的實際案例也相當多，正因為如此，羅昇的產品多樣性對我來說是一個非常好的平台。更幸運的是指導員是 FAE 的關係，所以在實習過程中有非常多次機會到工廠實際參觀。

這次實習的重點為專案實作，最終目的是要透過 HMI 與 PLC 連線來控制機器手臂，再搭配視覺系統做自動揀料。對於沒有碰過 PLC 的我有點擔心，幸好企業規劃基礎教育訓練，經過 PLC 的課程後對於如何應用有更深刻的瞭解。寫程式方面，則學習該怎麼有效率的工作：先畫流程圖，

再把需要用到的記憶體、I/O 接點先規劃好，再執行編寫程式。不僅可以有邏輯條理的撰寫程式，程式的可讀性也會大大增加，之後遇到 Bug 也比較好找到問題來源，往後交接更可以快速上手。

此外，還學習馬達與數位訊號之間是如何動作，以及如何根據轉速、精度來給予適當的頻率與脈波數量，達到控制器與馬達之間的匹配，以及馬達旋轉之慣量與負載慣量的比例與扭力的大小。至於視覺方面，很幸運能夠與台達原廠 FAE 接觸，從而瞭解目前市場常用的解決方法。本來一開始我對影像處理的部分滿有自信的，後來提到鏡頭跟光源的部分才發現我不足的地方。像是選擇光源，以及考量拍攝距離而選擇適合的焦段鏡頭，比起後製的影像處理，光源的選擇才是最快最直接的。困難點在於要配合客戶的工作環境需求，然後給出最適合的方案，目前業界解決問題有很多種方法，但往往都被成本而侷限住。我才意識到能夠提出 CP 值最高的解決方案來完成工程才是最厲害的。

另外，企業也帶我們學習機器手臂的控制與應用，指導員帶我們實際去一家協助客戶做手臂教育訓練的工廠。因為之前在學校和協會上課的時候，就有接觸過六軸手臂，像發那科、三菱電機…等等，所以這一次相對比較得心應手。最大的收穫是明白六軸手臂的缺點：奇異點，在實際應用的時會遇到手臂限制，這時可靠夾具的法

蘭面做斜面，或者是繞路的方式去閃躲奇異點，不管採用什麼方式，只要能完成工作都是好方法。

常常聽人說學校所學的內容與實際工作有很大的落差，這次真實在企業工作上面對到問題時，才發現當初所學的知識還是非常受用。就好比是房子的地基，如果地基沒做好大樓就不會穩固，因此要把所學到的知識融會貫通。舉例在選配馬達時要如何挑選馬達力矩、轉速以及考量慣性作用力，這些都可以利用物理公式求導出來的。

經過實習後瞭解公司是如何運作與分工，還有更加認識智慧自動化產業的生態，自動化控制系統電與機械是密不可分。我對於機械機構的部分是比較不熟悉，透過實習讓我更清楚認識機構內部運作的原理，及整套系統的運用領域。還有從市場角度怎麼在成本與效能的選擇中做取捨，這就是理論與實務上的差距。

暑期特訓營成果發表

經過一個月的努力終於到成果驗收的時候，實際做過才知道在整合的過程中，還有一些之前被忽略的小細節。像是通訊後要做確認有沒有連上，連上了也要確定數值是否抓的正確，以及在 PLC 與手臂控制器互相交握搭配。把本來平行執行的程式，透過等待另一程式的 I/O，再讓程式執行。把每個動作細分誰先誰後，如此一

來就可以按照流程的執行動作，而不會出現預期之外的 Bug。

時間轉瞬即逝，一下子兩個月的特訓計畫就告一段落。當初跟家裡借錢，一個人隻身去台北租房子實習，過程中曾一度懷疑自己做的決定，到最後我很慶幸當初有跳出自己的舒適圈來參加這個活動。我要再次感謝台灣智慧自動化與機器人協會舉辦的計畫，不論是從上課到實習以及之後的證照考試，我都覺得受益無窮。最後也謝謝羅昇企業這一個月以來的栽培指導，以及在背後支持我的家人，謝謝你們。



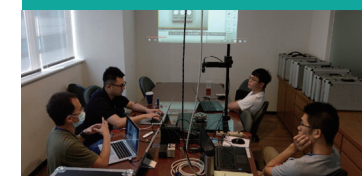
研華實作教學



三菱電機參訪



台灣發那科機器人實作教學



羅昇企業系統整合應用教學

工業機器人簡介與應用之挑戰

文：國立成功大學機械工程學系 藍兆杰 教授

背景回顧

工業機器人在自動化製造中扮演重要的角色，透過程式的編譯可執行取放、搬運、焊接、拋光、噴漆等工作。工業機器人大致可分為直角坐標機器人、水平多關節 (SCARA) 機器人、並聯式機器人及垂直多關節機器人四大類 [1]，分別如圖 1(a) 至圖 1(d) 所示，其中 SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm) 機器人機構輕巧、轉軸速度快且靈活性高等優勢，應用在晶圓廠與面板廠等需快速執行分揀與裝配的製造業者；並聯式機器人如 Delta 機器人有馬達固定、機構簡單、速度快及精密度高等優點，應用在製藥、食品等需有較高產品包裝需求的廠房。根據 IFR (International Federation of Robotics) 的報告 [2]，工業機器人需求量每年平均增加 19% (從 2013 至 2018)，直至 2018 估計共有 2.4 百萬個工業機器人在運作，未來仍持續以每年 12% 的幅度快速成長。工業機器人相較於傳統勞力提供較高精準度與生產效率，最常應用在自動化製造產業。圖 1 的工業機器人中，用途最廣泛的是

垂直多關節機器人，又稱為六軸 (手臂型) 機器人，它以六個主動式接頭串接以達到空間中六個運動自由度 (XYZ 方向位移與 XYZ 方向旋轉)，可執行較複雜且靈活的軌跡追蹤，相對於其他型機器人有較大且立體的工作空間，此外，還有剛性高、快速與高精度位置控制等優點。

市售之六軸機器人類型很多，根據應用的不同，有不同的負載、可達半徑、尺寸、重現度與重量，如表 1 所示。機構構型則大部分可以圖 2 的骨架圖描述，其中 R 為 Roll (滾轉) 運動，P 為 Pitch (傾俯) 運動，串接方式由 θ_1 至 θ_6 依序為 RPPRPR 運動鏈，末三軸 Roll-pitch-roll 運動鏈形成球型手腕 (Spherical wrist)，也就是 θ_4 、 θ_5 及 θ_6 旋轉軸交於一點，稱為腕部中心 (Wrist center)。此構型有逆向運動解析解 [1]，與數值解相較之下有較少的運算量，可讓機器人達到即時的位置控制。由逆向解析解可發現，機器人端效器位置只由前三軸 θ_1 、 θ_2 與 θ_3 控制，端效器角度由後三軸 θ_4 、 θ_5 與 θ_6 控制。

表 1 中比較特別的是 UR3 及 TM5-700 這兩款協作型機器人 (Collaborative robots)，其末三軸為 Pitch-roll-pitch 運動鏈形式，與表 1 其他六軸機器人不同，第四軸及第五軸的交點，與第五軸及第六軸的交點不同，因此第四軸 θ_4 與第六軸 θ_6 間有偏置量，末三旋轉軸未交於一點，為非球型手腕 (Non-spherical wrist)，此構型的優勢是透過偏置量避免干

涉，因此有較大的轉軸範圍，比 RPR 構型靈活，但偏置量會造成機器人剛性較差，且因為非球型手腕，所以後三軸轉動時會同時改變端效器位置及角度，因此逆向運動分析較為複雜，但逆向運動仍然有解析解 [7-8]。協作型機器人與一般六軸機器人不同處在於具有逆向教導驅動及碰撞保護功能。

工業六軸機器人目前應用的挑戰

挑戰一：奇異姿態

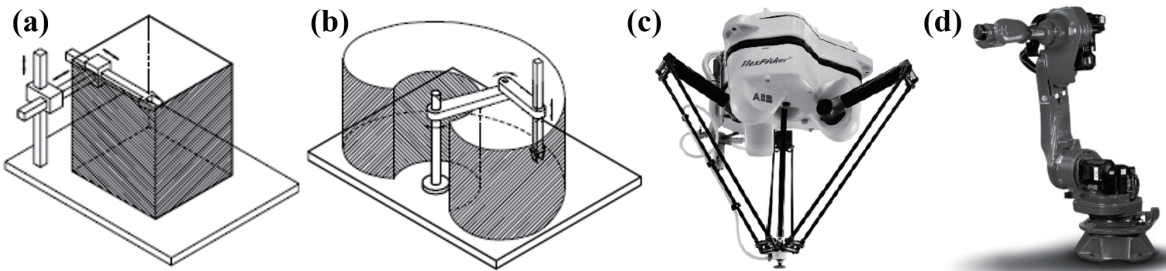


圖 1. 工業機器人 (a) 直角坐標機器人 (b) 水平多關節機器人 (c) Delta 機器人 (d) 垂直多關節機器人 [1]

表 1. 市售之六軸機器人

公司型號	KUKA KR 10 R1420 [3]	YASKAWA MOTOMAN-GP12 [4]	ABB IRB 1600-10/1.45 [5]	FANUC CR-4iA [6]	TECHMAN ROBOT TM5-700 [6]	UNIVERSAL ROBOTS UR3 [6]
圖例						
自由度	6 (RPPRPR)	6 (RPPRPR)	6 (RPPRPR)	6 (RPPRPR)	6 (RPPRPR)	6 (RPPRPR)
最大負載	10 kg	12 kg	10 kg	4 kg	6 kg	3 kg
可達半徑	1420 mm	1440 mm	1450 mm	550 mm	700 mm	500 mm
重現度	±0.04 mm	±0.08 mm	±0.05 mm	±0.02 mm	±0.05 mm	±0.1 mm
重量	160 kg	130 kg	250 kg	48 kg	22.1 kg	11 kg

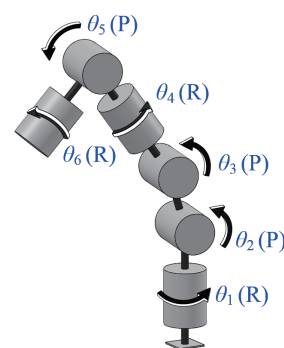


圖 2. 六軸機器人串接方式

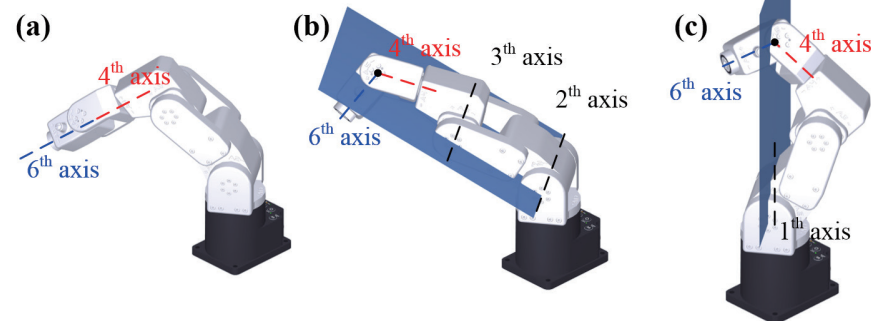


圖 3. 六軸機器人奇異姿態 (a) 腕關節 (b) 肘關節 (c) 肩關節 [11]

六軸機器人面臨工作空間內有奇異點 (機器人在奇異姿態時之末端點位置) 或運作時機器人需避開障礙物等問題。就算路徑規畫能避開奇異姿態與障礙物, 也會因為六軸機器人末端無法遠離奇異點, 造成運動特性上有不好的表現, 例如轉軸速度過大, 此容易造成馬達損壞與位置控制不精準等問題 [9-10], 且一般機器人關節的角速度有限制, 以 UR3 為例, 約在 $180^\circ/\text{s}$ 以下 [6], 因此機器人遇到奇異姿態的問題時只能降速操作, 但這樣會降低自動化生產線速度。

垂直多關節六軸機器人有三個奇異姿態, 分別為腕關節奇異姿態、肘關節奇異姿態及肩關節奇異姿態 [11], 如圖 2 及圖 3(a) 所示, 腕關節奇異姿態發生於第六軸與第四軸共線時, 也就是 $\theta_5 = 0^\circ$ 時, 當機器人末端路徑規畫為直線補間時, 第四軸與第六軸的轉速有過大的現象; 肘關節奇異姿態發生於腕部中心 (第四軸與第六軸的交點) 在第二軸與第三軸形成的平面上, 如圖 3(b) 所示, 會造成第三軸的轉速有過大的現象; 肩關節奇異姿態發生於腕部中心與第一軸共線, 如圖 3(c) 所示, 此時第一軸與第四軸 (或第六軸) 會有轉速過大的現象。從運動數學式來看, 奇異姿態時的雅可比矩陣 (Jacobian matrix) 為病態矩陣 (Ill-conditioned), 雅可比

矩陣的條件數 (Condition number) 會變大。

由於腕關節奇異姿態不會因為機器人被鎖固而固定位置, 因此在應用上最容易遇到, 本計畫後續以研究解決腕關節奇異姿態為主。腕關節奇異姿態的原因是六軸機器人末端三軸串接為 Roll-pitch-roll 運動, 且轉軸與轉軸互相垂直, 如圖 4(a) 所示, 由於機構製造的簡易性, 常以此構型提供機器人方位的運動, 然而在運動時有腕關節奇異姿態, 如圖 4(a) 所示的半圓弧面工作空間正中心為奇異點, 靠近奇異點附近之區域會讓六軸機器人有較差的運動特性。前人有嘗試改變末端幾何的方式來避開腕關節奇異點 [12], 如圖 4(b) 所示為偏斜式 Roll-pitch-roll, 端效器位置與第六軸設計夾角 β , 當機構為中性姿態, 第四軸與第六軸不會共線, 奇異點不會發生在正中心, 反之, 奇異點發生於外圍, 此構型可以應用在需要在中性姿態附近操作之任務, 但這設計只會改變奇異點發生之位置, 且實際工作空間會被受限。圖 5 為使用球面機構的機器人腕關節, 優點是工作空間內無腕關節奇異點, 但缺點是機構的工作空間較小。若六軸機器人末端三軸串接為 Pitch-roll-pitch 運動形式, 如 UR3 及 TM5-700 協作型機器人, 則工作空間內仍然會有奇異點發生。

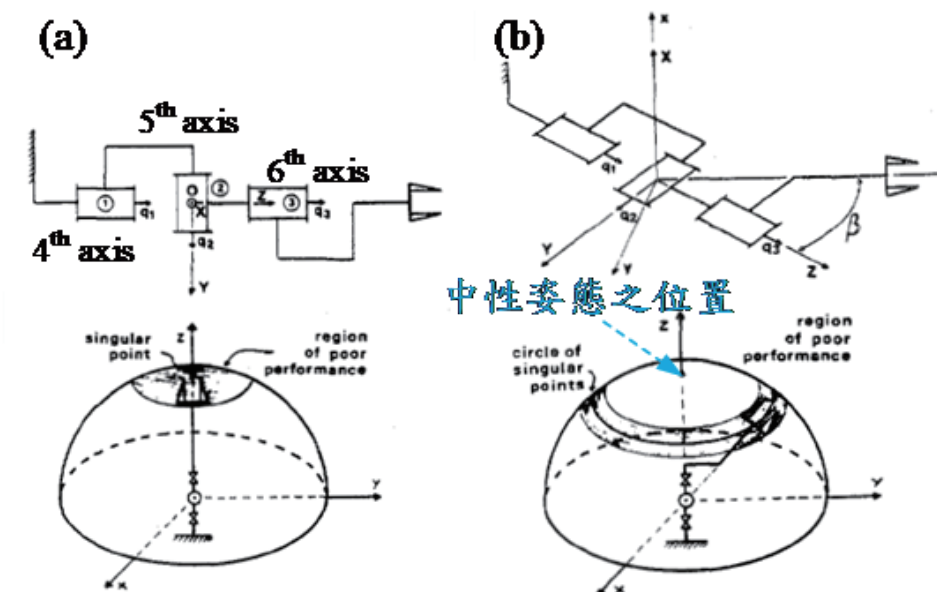


圖 4. 腕關節機構示意圖與工作空間 (a) Roll-pitch-roll 腕機構 (b) 偏斜式 Roll-pitch-roll 腕機構 [12]

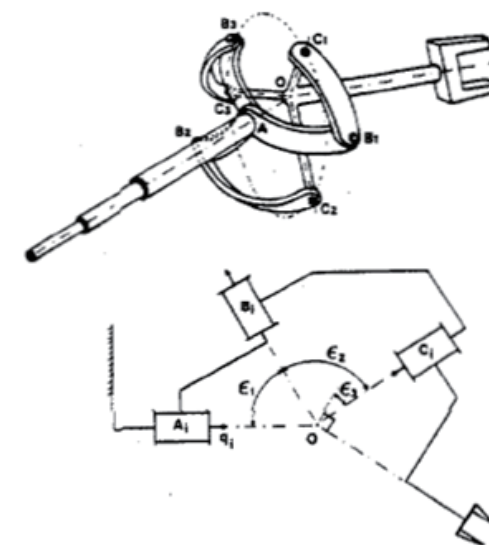


圖 5. 使用球面機構的機器人腕關節 [12]

挑戰二：扭矩控制的動態及靜態準確度

除了腕關節奇異姿態的問題, 目前大多數的垂直多關節機器人仍無扭矩控制功能, 在插件、研磨、去毛邊、人機協同等自動化應用上受限。少部分機器人即使有扭矩控制功能, 其扭矩控制的準確度及頻寬皆仍有很大的改善空間。例如德國航空太空中心著名的 DLR 機

器人 [13], 其單軸關節如圖 6 所示, 目前應用在 KUKA 的 LBR iiwa 機器人 [14], 使用應變規感測及控制輸出扭矩, 雖然有扭矩控制功能, 但根據 Behrens 等人 [15] 的測試研究, 其扭矩控制頻寬約為 1 Hz 左右, 對於較高速的自動化需求仍嫌不足。垂直多關節機器人之所以無法有較好的扭矩控制表現, 可由圖 7 說明, 圖 7 泛指機器人的任一單軸關節, 包含馬

達慣量 I_m 、齒輪減速機、力感測器及負載等，其中負載包含串接於關節之後的所有關節質量及端效器質量，因為串聯式機器人需承受高負載，因此減速機需具高減速比 N ，以放大輸入扭矩至輸出扭矩，但也會同時增加馬達反映慣量 (Reflected inertia) 至 $I_m \times N^2$ ，同時減速機的齒輪摩擦扭矩 τ_f 也會增加至 $T_f \times N$ 。由於馬達的高反映慣量介於輸入扭矩與輸出扭矩之間，使得輸出扭矩的準確動態控制非常困難；而輸出扭矩的靜態控制，則受到放大摩擦扭矩的影響，也難以準確。使用力感測器可以改善輸出扭矩的靜態控制，但是無法改善輸出扭矩的動態控制，這也說明了 LBR-iiwa 機器人為何扭矩控制頻寬仍偏低的原因。而使用力感測器為了維持量測準確性，還會顯著犧牲機器人的剛性，並增加機器人成本及複雜度，還必須克服扭矩漣漪的問題 [16]，因此除了常見的 KUKA 的 LBR iiwa 機器人 [14] 與 FRANKA EMIKA 的 PANDA 機器人 [17] 之外，較少有機器人在其旋轉關節採用力感測器或其他形式的扭矩感測技術 [18-19]。

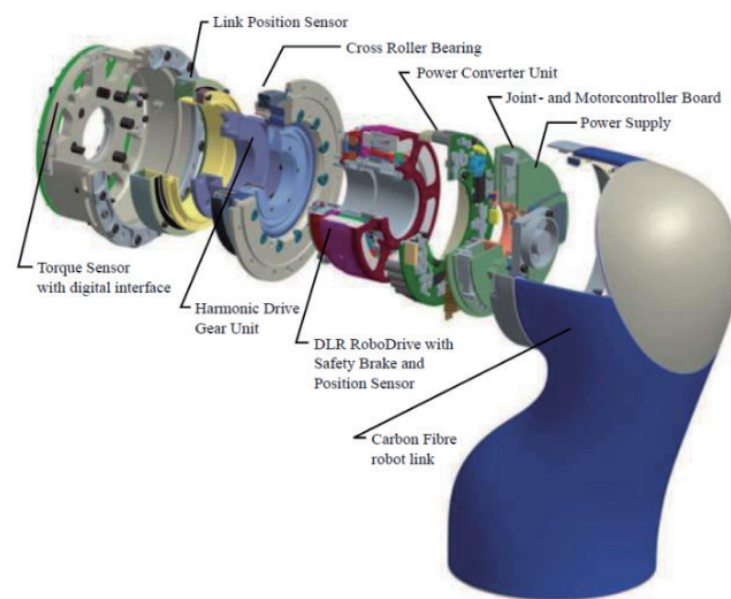


圖 6. DLR 機器人單軸關節 [13]

由圖 7 的分析可知，減速機的減速比是造成扭矩動靜態控制不易的主因，因此有研究直接採用大扭矩輸出的馬達而不使用減速齒輪或低減速比之減速齒輪，以提高機器人的扭矩控制準確度，例如美國加州柏克萊大學研發之 Blue 機器人 [20]，如圖 8(a) 所示，驅動器經由皮帶直接驅動關節，輸入扭矩無經過減速機放大。圖 8(b) Barrett 之 WAM [21] 與圖 8(c) Kim [22] 之機器人，也未使用減速機，而是使用低摩擦纜線為傳動元件。圖 8(d) Genesis 機器人 [23] 也是使用大扭矩輸出的馬達配合低減速比之減速機。雖然這些機器人可提高動靜態扭矩控制準確度，然而大扭矩輸出馬達需大電流驅動，且其整體扭矩密度比使用減速機之馬達還低，因此實用上為減輕機器人重量，此類機器人的輸出扭矩皆為偏低，因此能承受之負載較小。目前工業機器人仍須使用齒輪減速機，由於齒輪減速機造成的高馬達反映慣量及摩擦力，因此輸出扭矩的準確動態控制，仍是相當大的挑戰。

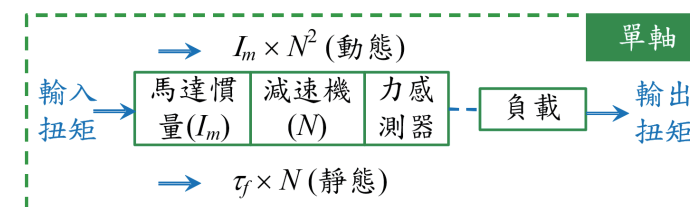


圖 7. 機器人單軸關節示意

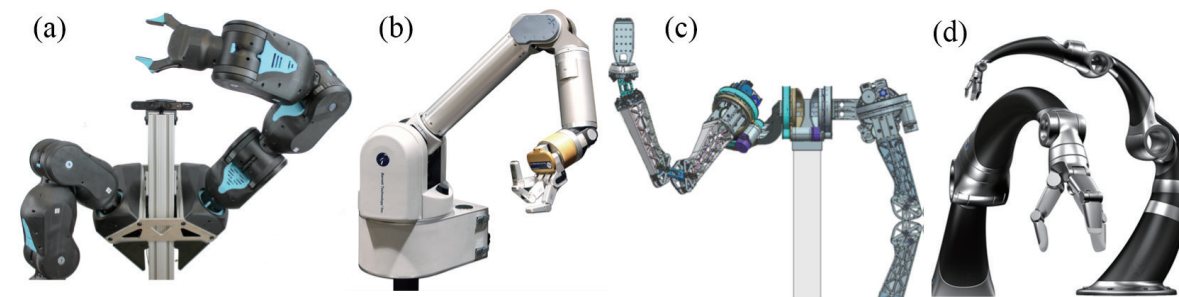


圖 8 (a) Berkeley Blue [20] (b) Barrett WAM [21] (c) Kim 之機器人 [22] (d) Genesis 之機器人 [23]

參考文獻

- [1] Siciliano, Bruno, et al. Robotics: modelling, planning and control. Springer Science & Business Media, 2010.
- [2] ifr.org/downloads/press2018/Executive%20Summary%20WR%202019%20Industrial%20Robots.pdf
- [3] www.kuka.com/-/media/kuka-downloads/imported/6b77eeca542d3b736af377562ecaa/0000255784_en.pdf
- [4] www.eurosalid.com/wp-content/uploads/2018/03/Scheda-tecnica-Motoman-Yaskawa-GP12.pdf
- [5] www.modxz.com/uploadfile/2016/0615/20160615055248887.pdf
- [6] Villani, Valeria, et al. "Survey on human-robot collaboration in industrial settings: Safety, intuitive interfaces and applications." Mechatronics 55 (2018): 248-266.
- [7] Hawkins, Kelsey P. Analytic inverse kinematics for the universal robots UR-5/UR-10 arms. Georgia Institute of Technology, 2013.
- [8] Kebria, Parham M., et al. "Kinematic and dynamic modelling of UR5 manipulator." 2016 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC). IEEE, 2016.
- [9] Macfarlane, Sonja, and Elizabeth A. Croft. "Jerk-bounded manipulator trajectory planning: design for real-time applications." IEEE Transactions on Robotics and Automation 19.1 (2003): 42-52.
- [10] Gyrofi, Julius S., and C-H. Wu. "A minimum-jerk speed-planning algorithm for coordinated planning and control of automated assembly manufacturing." IEEE transactions on automation science and engineering 3.4 (2006): 454-462.
- [11] www.mecademic.com/resources/Singularities/Robot-singularities
- [12] Asada, Haruhiko, and J. Granito. "Kinematic and static characterization of wrist joints and their optimal design." Proceedings. 1985 IEEE International Conference on Robotics and Automation. Vol. 2. IEEE, 1985.
- [13] Albu-Schäffer, Alin, et al. "The DLR lightweight robot: design and control concepts for robots in human environments." Industrial Robot: an international journal 34.5 (2007): 376-385.
- [14] www.kuka.com/-/media/kuka-downloads/imported/9cb8e31bfd744b4b0eab25ca883f6d3/kuka_lbr_iiwa_brochure_en.pdf
- [15] Behrens, Rol, et al. "Performance Indicator for Benchmarking Force-Controlled Robots." 2018 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA). IEEE, 2018.
- [16] Kim, In-Moon, Hwi-Su Kim, and Jae-Bok Song. "Design of joint torque sensor and joint structure of a robot arm to minimize crosstalk and torque ripple." 2012 9th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI). IEEE, 2012.
- [17] s3-eu-central-1.amazonaws.com/franka-de-uploads-staging/uploads/2018/05/2018-05-datasheet-panda.pdf
- [18] www.nikon.com/news/2019/1211_encoder_O1.htm
- [19] www.toyota-global.com/pages/contents/innovation/partner_robot/robot/file/T-HR3_EN_O2O8.pdf
- [20] Gealy, David V., et al. "Quasi-direct drive for low-cost compliant robotic manipulation." arXiv preprint arXiv:1904.03815 (2019).
- [21] advancedbarrett.com/wam-arm-1
- [22] Kim, Yong-Jae. "Anthropomorphic low-inertia high-stiffness manipulator for high-speed safe interaction." IEEE Transactions on Robotics 33.6 (2017): 1358-1374.
- [23] genesisrobotics.com/

台灣智動化系統整合聯盟

力推整合SI 助攻國際市場



隨著智慧製造需求系統規模不斷擴大，數位化及智慧化技術與應用激增，國際化及供應鏈不斷調整下使得企業管理更趨複雜化。因此系統整合業者(SI)的角色將會越來越重，業者所需跨域整合和技術服務能量更須提升。現今，已無法單獨一家SI完成企業龐大的智慧製造系統升級，極需要整合SI業者能量，組隊助產業轉型、以及搶攻國內外大型與高端智動化系統整合市場。

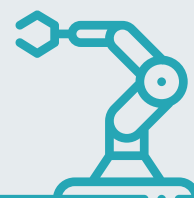
台灣智慧自動化與機器人協會(TAIROA)絲國一理事長表示，智慧自動化關鍵零組件與機械、機器人、系統整合是產業走向智慧製造與智慧服務的重要利器。智慧自動化產業投入廠商越多、發展越快越強，產業服務能量則累積越多越廣，才能有效服務國內各產業和提升其製造與服務競爭力。系統整合業者位於智慧製造產業鏈中間、角色重要，期許SI聯盟未來有更多關鍵零組件、機械設備業者投入成為系統整合業者，並提升SI業者服務能量與成功案例，以提高臺灣各產業智動化速度。

智動協會於2020年8月19日正式成立「台灣智動化系統整合聯盟」(SI聯盟)，以聯盟為平台，鏈結各產業SI服務能量，並透過產業服務規範與人才培育，優化SI產業環境、提升SI技術與服務能力。更於2020年10月15日首度辦理「2020台灣智動化系統整合聯盟餐敘」，為凝聚成員間彼此互助關係，並推動會員間與異業跨域合作，進而拓展我國智動化系統整合服務國際輸出。此外，今年度更協助智動化個別供需媒合共計12件、辦理供需交流活動5場次，SI聯盟成員截至11月底已有58家聯盟成員。

2021年SI聯盟將持續廣大大招募成員，促進上中下游及水平廠商鏈結或結盟，強化與擴大服務能量，協助應用端獲得最佳系統整合解決方案；制定訂定導入智動化流程與步驟標準化，建立公版合作契約與相關合作規範，做為產業參考依據；舉辦產業系統整合人才、機器人產品及智慧應用優良選拔，培植產業人才活絡度，強化智動化系統整合專業知識和技能，更能展示出臺灣SI業者在技術與服務上的能力，提升臺灣機器人產業技術能量與競爭力，並擴散產業應用成效。

誠摯邀請有興趣加入業者

攜手為臺灣智慧製造產業發展，一同努力！



想要
導入智慧製造

歡迎洽詢媒合平台



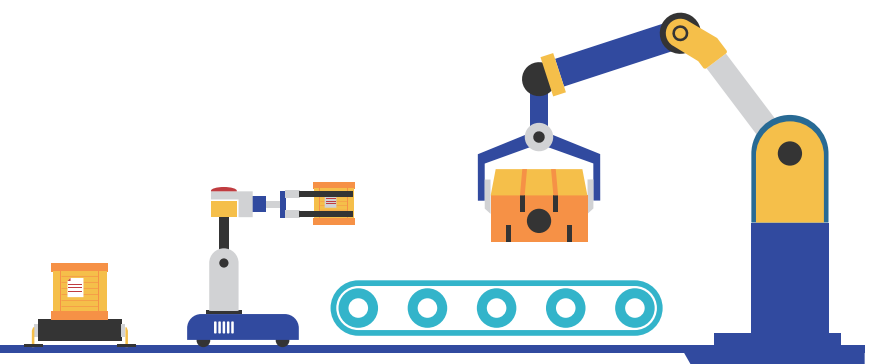
台灣機器人產學聯盟 正式啓動



台灣智慧自動化機器人協會(TAIROA)為促進機器人產業發展，成立「台灣機器人產學聯盟」，整合產業界、學界與政府力量，促進機器人產業跨域合作。於8月13日假台大醫院國際會議中心辦理啟動儀式，典禮會場冠蓋雲集，邀請到教育部楊玉惠司長、科技部徐碩鴻司長、行政院科技會報辦公室葉哲良副執行秘書、中科管理局施文芳副局長、工業局張明煥副組長、經濟部iPAS產業人才能力鑑定計畫主持人賴昶樺等重量級貴賓與主辦單位TAIROA名譽理事長卓永財總裁、黃漢邦名譽理事長與新上任的絲國一理事長共同按下啟動按鈕，台灣機器人產學聯盟正式啟動。

本典禮的另一個重點是機器人工程師的術科實作考試正式啟動，目前共6個合格場域由北到南分別是龍華科大、勤益科大、虎尾科大、崑山科大、正修科大與屏東科技大學。更感謝上銀科技帶頭拋磚引玉，贈送機械手臂給加入聯盟的37所學校共50台手臂。機器人術科實作課程，結合軟、硬體教學，實務性課程內容，搭配術科考試驗證學習成果，可培育具機器人開發及應用之專業人力，預計每年培育1000位機器人工程師，除學員技能提升之外，廠商可獲得高素質人力資源，也縮短職前訓練期程，加速企業轉型升級能量。

目前聯盟成員共51所學校(大專院校及高中職)及23家企業，接下來TAIROA透過台灣機器人產學聯盟，將其從人才培育、證照、競賽、產學合作、企業認同、人才媒合、跨界合作等更全面的推動台灣機器人產學聯盟。



不同添加物於具有異形冷卻水路矽膠模具之冷卻效益研究與分析

文：郭啟全 明志科技大學 機械工程系 教授 / 明志科技大學 智慧醫療研究中心 教授
陳威樺 明志科技大學 機械工程系 研究生
林益謙、高羣、簡士鈞、蕭承翔 明志科技大學 機械工程系 專題生

摘要

運用快速模具技術可以成功製作具有異形冷卻水路之矽膠模具。然而，矽膠模具之熱傳導率不佳。為了改善矽膠模具之熱傳導率，本研究於矽膠模具內部分別添加鋁粉、鐵粉、銅粉、石墨粉與碳黑粉，製作具有異形冷卻水路之矽膠模具，並實際量測其冷卻效益。研究結果發現，移除聚乙烯醇縮丁醛樹脂異形冷卻水路所使用之酒精比移除之丙烯酸-丁二烯-苯乙烯樹脂之丙酮較不易揮發、環保以及對人體更無害。如與矽膠模具無添加任何粉末之產品冷卻時間進行比較，矽膠模具添加鋁粉 60 wt.%、鐵粉 80 wt.%、銅粉 70 wt.%、石墨粉 25 wt.% 以

及碳黑粉 20 wt.% 產品之冷卻時間分別約節省了 42.7%、53.8%、45.7%、50.9% 以及 16.7%，其中以添加鐵粉 80 wt.% 為最高，但是添加鐵粉之具有異形冷卻水路矽膠模具經過低壓射蠟成型後，模具表面會產生鐵鏽。考量熱傳導係數、製作成本以及快速模具製作良率，於矽膠內部添加 20 wt.% 石墨粉，最合適運用於製作具有異形冷卻水路之矽膠模具。

關鍵詞

矽膠模具、熱傳導率、
聚乙烯醇縮丁醛樹脂、冷卻時間

前言

分秒必爭的時代，提升生產效率 [1-3] 已經成為業界最重視的目標之一，於塑膠射出成型實務上，成型週期 (cycle time) 以冷卻階段 (cooling stage) 所花費的時間最冗長，此一現象在較大的塑膠射出成型件更加顯著，因此於講求高產能之塑膠射出成型模具，更需要有別於傳統塑膠射出成型模具之直進直出冷卻水路。為了提高生產效率 (productivity)，塑膠射出成型之冷卻時間必須減少，傳統水路減少塑膠射出成型之冷卻時間有限，因此，發展出異形冷卻水路 [4]，此種水路可以完全浮貼產品幾何外型分佈，因此可以均勻且有效率的將模具熱量帶走，以提高塑膠射出成型件之生產效率。Parka 與 Dang[5] 結合傳統冷卻水路與局部異形冷卻水路來冷卻汽車車門射出成型件，研究結果發現，節省冷卻時間約 31%。Kitayama 等作者 [6] 運用異形冷卻水路來縮短射出成型週期時間與減少產品之翹曲，研究結果發現，產品之翹曲量明顯減少。Reggiani 與 Todaro[7] 運用選擇性雷射熔融技術來製作具有異形冷卻水路之擠製模具。Mercado-Colmenero 等作者 [8] 運用專家演算法來設計異形冷卻水路。Abbès 等作者 [9] 使用有限元素分析方法，研究利用選擇性雷射熔融技術所製作具有異形冷卻水路模具之冷卻效益。Li 等作者 [10] 運用拓譜最佳化方法來設計異形冷卻水路。研究結果發現，運用拓譜最佳化方法來設計異形冷卻水路非常便利，產品之冷卻時

間可以明顯縮短。吳智孟 [11] 提出一種具有 3D 冷卻水路的複合式模具。為了改善矽膠模具之熱傳導率，提升產品之冷卻效率，本研究於具有異形冷卻矽膠模具內部分別添加鋁粉、鐵粉、銅粉、石墨粉與碳黑粉製作具有異形冷卻水路之矽膠模具，並藉由低壓射出成型評估添加不同粉末矽膠模具之冷卻效益。

實驗方法與步驟

本研究所使用軟體包括 Creo Parametric、Microsoft Visio、Cura 切層軟體 (Ultimaker)。本研究所使用硬體包括龍門式 3D 列印機 (CST-D101-S, CTS Inc.)、真空注塑機 (F-600, Feiling Inc.)、超音波清洗機 (1502S, LEO Inc.)、精密電子秤 (AWH3, Excell Inc.)、金相顯微鏡 (M835, Microtech Inc.) 效發射式掃描電子顯微鏡 (field-emission scanning electron microscope, FE-SEM)(S-3400N, Hitachi Inc.) 以及數位多段式真空注臘機 (0660, W&W Inc.)。本研究所使用材料包括酒精、聚乙烯醇縮丁醛 (polyvinyl butyral resin, PVB)、矽膠主劑 (KE-1310ST, Shin Etsu Inc.)、硬化劑 (CAT-1310S, Shin Etsu Inc.)、蠟 (K512)、鋁粉、鐵粉、銅粉、石墨粉與碳黑粉粉末以及離型劑。圖 1 為鋁粉、鐵粉、銅粉、石墨粉與碳黑粉粉末之實體圖。本研究之射出產品為管路端蓋，管路端蓋之相關尺寸為外徑 32mm、內徑 27mm、厚度 2.5mm 以及高度 17.5mm，拔模角約 3°，圖 2 為射出產品之 3D CAD 模型與幾何尺寸。



圖 1. 粉末之實體圖 (a) 鋁粉、(b) 鐵粉、(c) 銅粉、(d) 石墨粉、(e) 碳黑粉

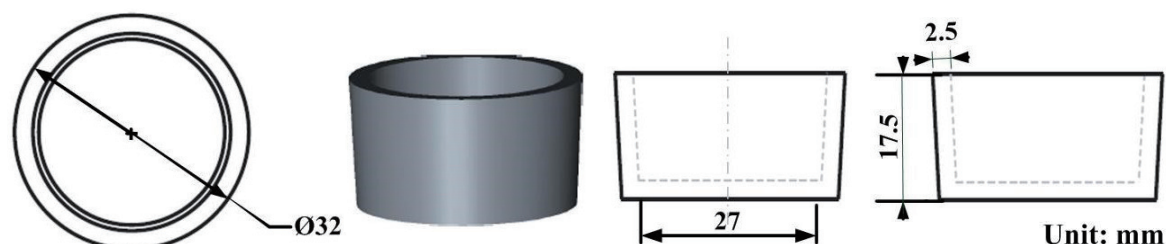


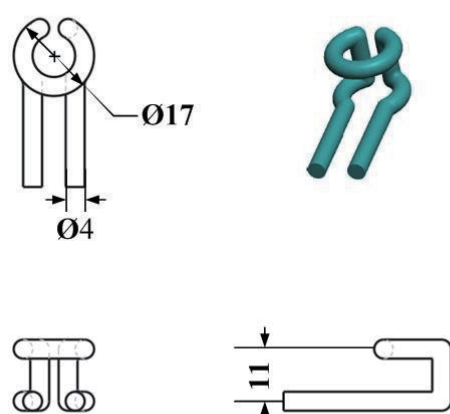
圖 2. 射出產品之 3D CAD 模型與幾何尺寸

圖 3 為公模仁與母模仁內部之異形冷卻水路 3DCAD 模型與幾何尺寸。冷卻水路管徑均為 4mm，公模仁內部之異形冷卻水路為兩個相同直徑之同心圓，直徑均為 17mm，兩圓相距為 11mm；內部之異形冷卻水路由兩個同心圓所組成，直徑分別為 46mm 與 22mm，兩個同心

圓高度相距 17mm。圖 4 為具有異形冷卻水路之公模仁、母模仁與射出產品之示意圖。

圖 5 為輪廓異形冷卻水路於公模仁與母模仁內部之分佈情形。

Conformal cooling channel for core insert



Conformal cooling channel for cavity insert

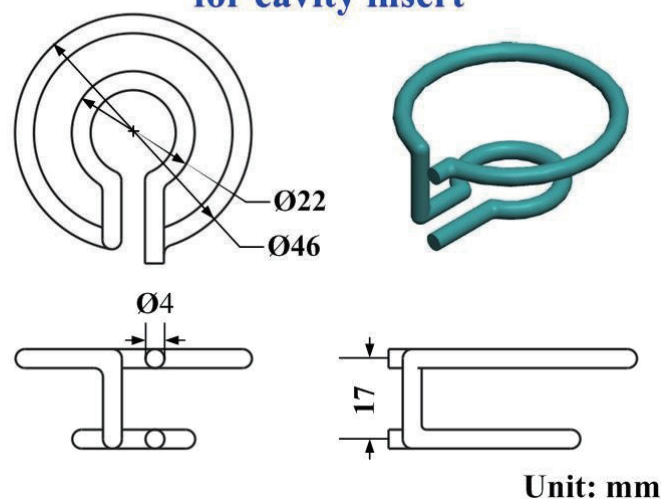


圖 3. 公模仁與母模仁內部之異形冷卻水路 3D CAD 模型與幾何尺寸

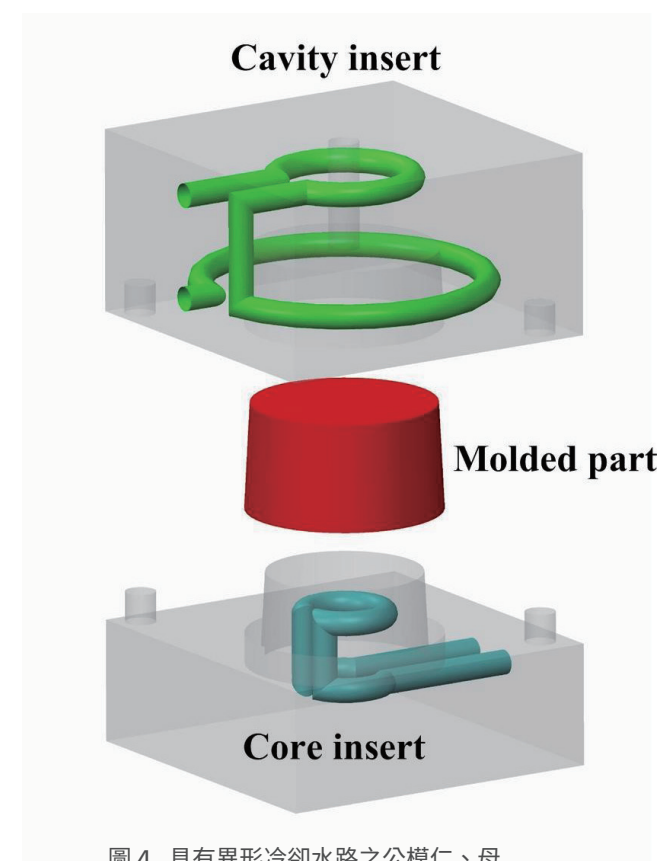


圖 4. 具有異形冷卻水路之公模仁、母模仁與射出產品之示意圖

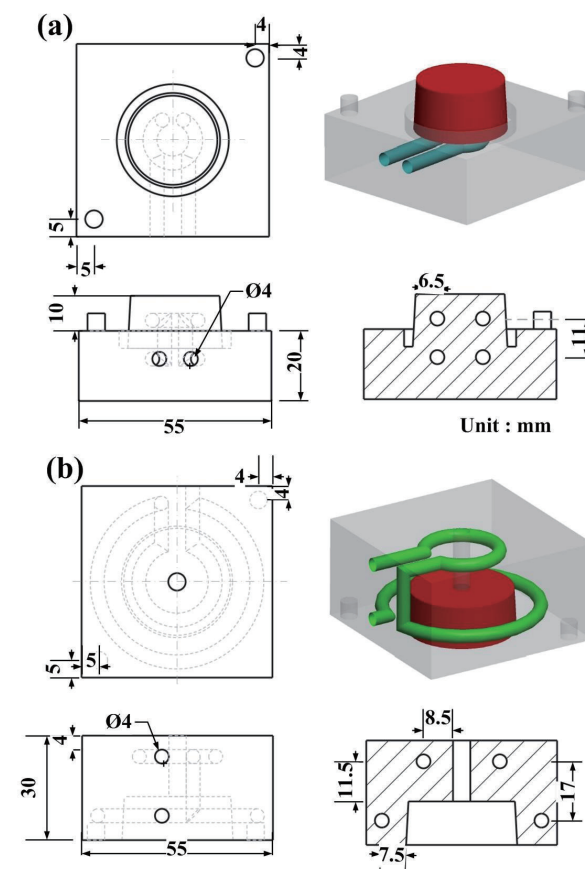


圖 5. 輪廓異形冷卻水路於 (a) 公模仁與 (b) 母模仁內部之分佈情形

本研究選擇 3D 列印機來列印聚乙炔醇縮丁醛樹脂材質之異形冷卻水路，聚乙炔醇縮丁醛樹脂材質之異形冷卻水路，拉伸強度與衝擊强度高，品質可以媲美聚乳酸 (polylactic acid, PLA) 或丙烯腈 - 丁二烯 - 苯乙烯共聚物 (acrylonitrile butadiene styrene, ABS)。製作完成之 PVB 異形冷卻水路，本研究以矽膠為快速模具材料，製作具 PVB 異形冷卻水路模具，並運用酒精與沖刷設備來移除矽膠模具內部之 PVB 異形冷卻水路，圖 6 為移除 PVB 異形冷卻水路沖刷設備之實體圖。藉由目視以及金相顯微鏡觀察 PVB 異形冷卻水路之移除結果。



圖 6. 移除 PVB 異形冷卻水路沖刷設備之實體圖

圖 7 為熱傳導係數之實際量測情形。為了研究具有幾何形狀複雜異形冷卻水路大尺寸快速之冷卻效率，本研究建構一套射出成型模具冷卻系統，圖 8 為研究不同添加物於具有異

形冷卻水路矽膠模具冷卻效益之冷卻系統示意圖。圖 9 為研究不同添加物於具有異形冷卻水路矽膠模具冷卻時間之情形。



圖 7. 熱傳導係數之實際量測情形

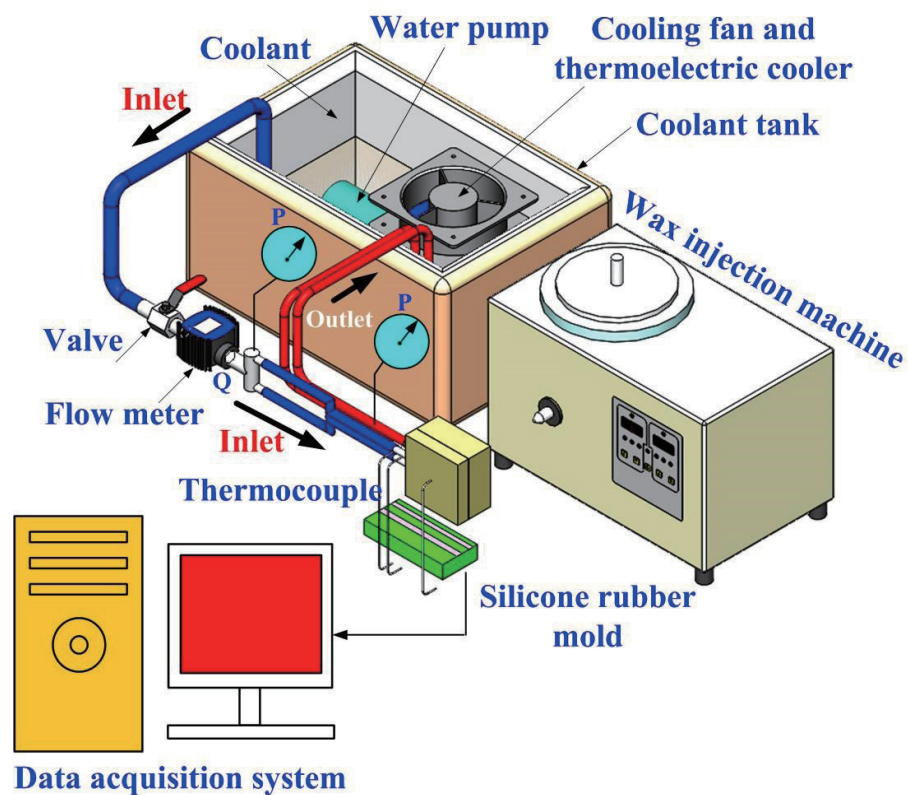


圖 8. 量測冷卻時間之冷卻系統示意圖

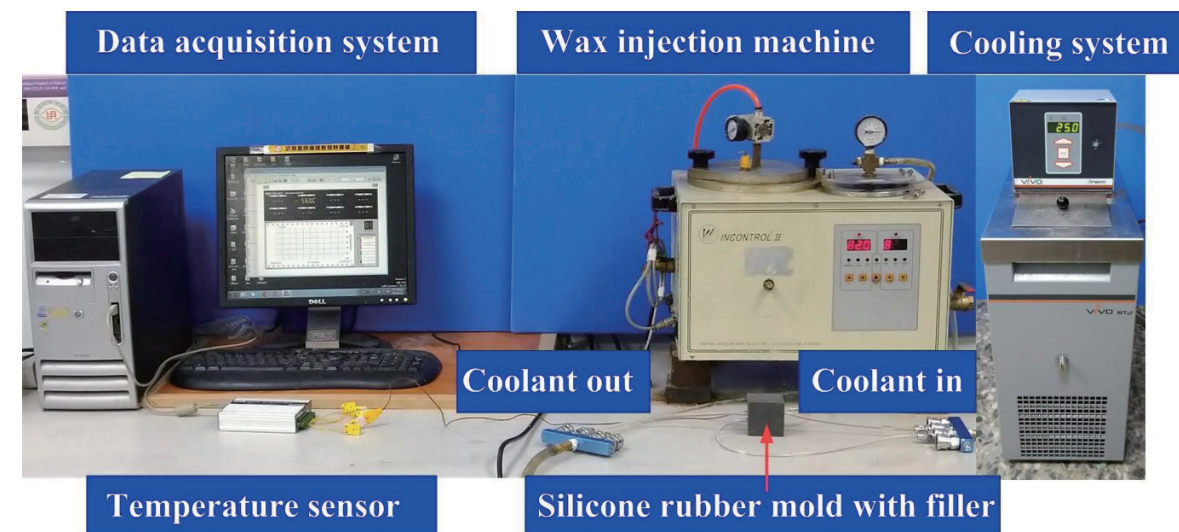


圖 9. 研究不同添加物於具有異形冷卻水路矽膠模具冷卻時間之情形

結果與討論

由於矽膠添加不同粉末後無法檢視內部情形，為了瞭解 PVB 異形冷卻水路於矽膠模具內部之移除時間與移除效果，本研究製作一副具有異形冷卻水路之矽膠模具並運用酒精來移除矽膠模具內部之 PVB 異形冷卻水路。圖 10 為運用於公模仁與母模仁之 PVB 異形冷卻水路實體圖。圖 11 為具有異形冷卻水路矽膠模具之移除 PVB 異形冷卻水路前與後之實體圖。結果發現兩個現象：(a) PVB 異形冷卻水路可以完全移除以及 (b) 移除公模仁與母模仁 PVB 異形冷卻水路之時間分別約 1 小時與 2 小時，主要的原因為公模仁與母模仁 PVB 異形冷卻水路之長度分別 141.3mm 與 247.3mm。此移除時間未來可以應用於添加鋁粉、鐵粉、銅粉、石墨粉與碳黑粉具有異形冷卻水路矽膠模具之 PVB 異形冷卻水路移除作業。圖 12 為添加鋁粉、鐵粉、銅粉、石墨粉與碳黑粉之具有異形冷卻水路矽膠模具實體圖。結果發現兩個現象：(a)

由於矽膠內部添加 25 wt.% 石墨粉後，混合物之流動性降低，所製作具有異形冷卻水路之矽膠模具是有所缺陷；(b) 由於矽膠內部添加 20 wt.% 碳黑粉後，混合物之流動性不佳，無法成功製作具有異形冷卻水路之矽膠模具。圖 13 為添加鋁粉、鐵粉、銅粉、石墨粉與碳黑粉之具有異形冷卻水路矽膠模具之低壓射蠟成品實體圖。結果顯示，添加鋁粉、鐵粉、銅粉、石墨粉與碳黑粉之具有異形冷卻水路矽膠模具，均可以成功運用於低壓射蠟成型。

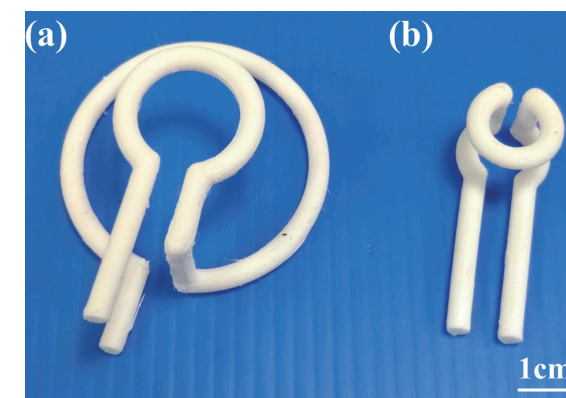


圖 10. 運用於 (a) 公模仁與 (b) 母模仁之 PVB 異形冷卻水路實體圖

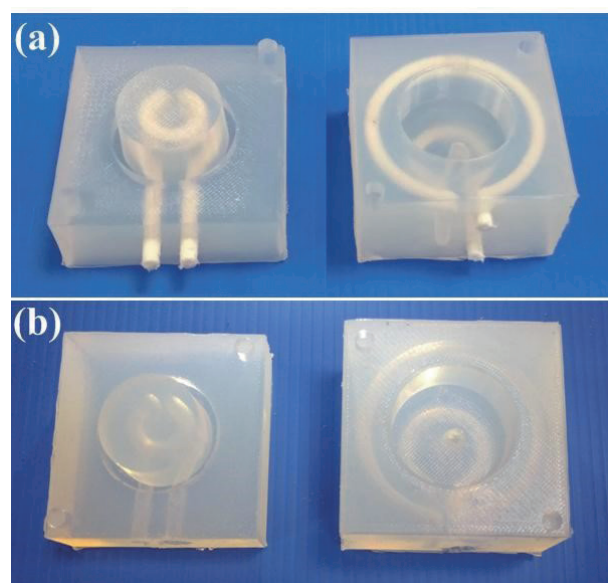


圖 11. 具有異形冷卻水路矽膠模具之移除 PVB 異形冷卻水路
(a) 前與 (b) 後之實體圖

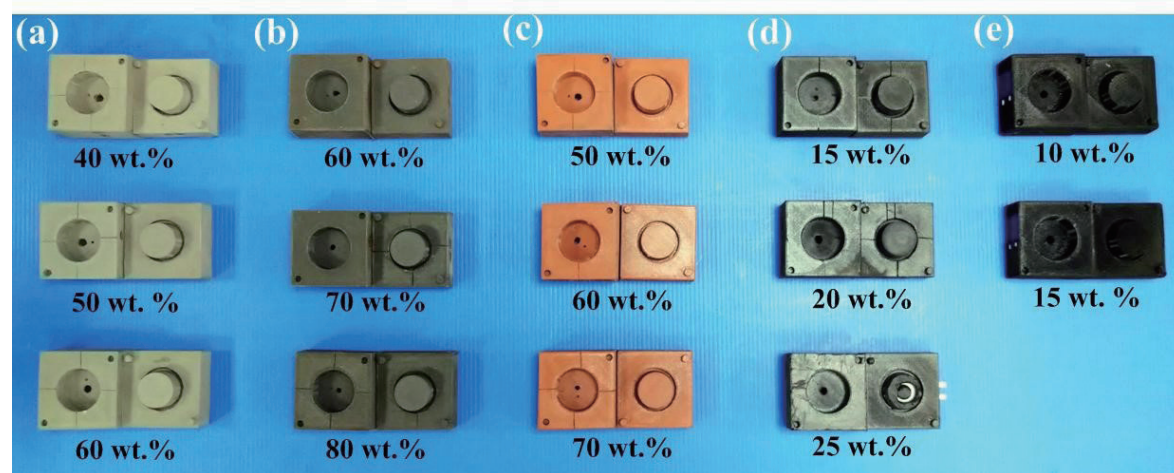


圖 12. 添加 (a) 鋁粉 (b) 鐵粉 (c) 銅粉 (d) 石墨粉與 (e) 碳黑粉之具有異形冷卻水路矽膠模具實體圖

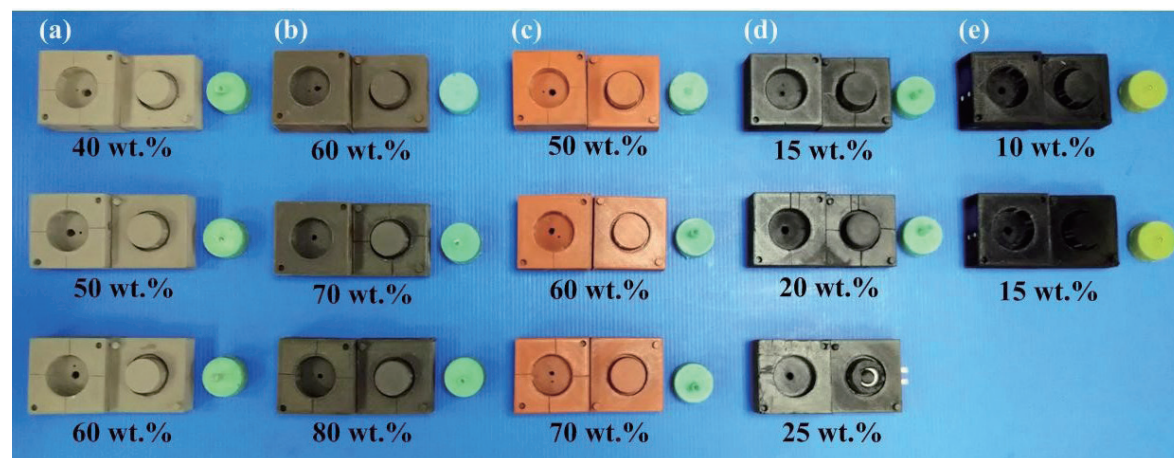


圖 13. 添加 (a) 鋁粉 (b) 鐵粉 (c) 銅粉 (d) 石墨粉與 (e) 碳黑粉之具有異形冷卻水路矽膠模具之低壓射蠟成品實體圖

圖 14 為添加不同重量比例之鋁粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具之產品溫度與冷卻時間關係。添加 0 wt.%、40 wt.%、50 wt.% 以及 60 wt.% 之鋁粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具產品冷卻時間分別為 652 秒、485 秒、377 秒以及 205 秒。結果發現，添加越多重量比例之鋁粉，產品之冷卻時間越短。圖 15 為添加不同重量比例之鋁粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具之產品冷卻時間。圖 16 為添加不同重量比例之鐵粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具之產品溫度與冷卻時間關係。添加 0 wt.%、60 wt.%、70 wt.% 以及 80 wt.% 之鐵粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具產品冷卻時間分別為 652 秒、376 秒、289 秒以及 218 秒。結果發現，添加越多重量比例之鐵粉，產品之冷卻時間越短。圖 17 為添加不同重量比例之鐵粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具之產品冷卻時間。

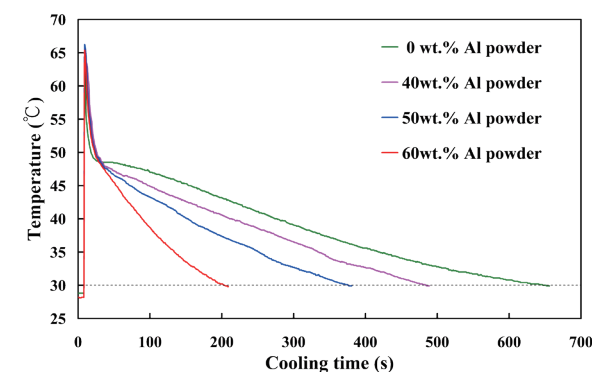


圖 14. 添加不同重量比例之鋁粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具之產品溫度與冷卻時間關係

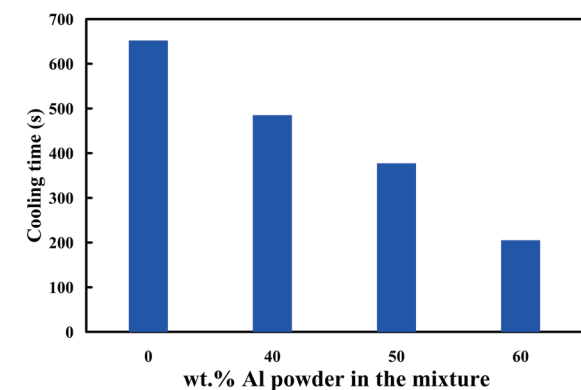


圖 15. 添加不同重量比例之鋁粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具之產品冷卻時間

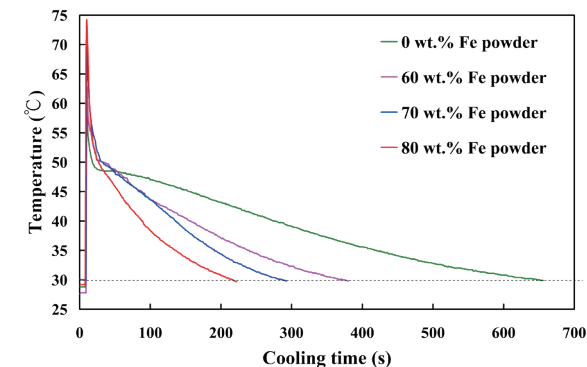


圖 16. 添加不同重量比例之鐵粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具之產品溫度與冷卻時間關係

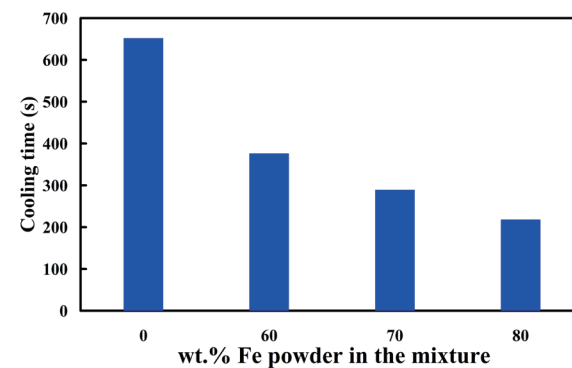


圖 17. 添加不同重量比例之鐵粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具之產品冷卻時間

圖 18 為添加不同重量比例之銅粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具之產品溫度與冷卻時間關係。添加 0 wt.%、50 wt.%、60 wt.% 以及 70 wt.% 之銅粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具產品冷卻時間分別為 652 秒、459 秒、347 秒以及 215 秒。圖 19 為添加不同重量比例之銅粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具之產品冷卻時間。結果發現，添加越多重量比例之銅粉，產品之冷卻時間越短。圖 20 為添加不同重量比例之石墨粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具之產品溫度與冷卻時間關係。由於矽膠添加 25 wt.% 之石墨粉後之混合物流動性不佳，因此無法成功製作出具有異形冷卻水路之矽膠模具。添加 0 wt.%、15 wt.% 以及 20 wt.% 之石墨粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具產品冷卻時間分別為 652 秒、285 秒以及 226 秒。圖 21 為添加不同重量比

例之石墨粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具之產品冷卻時間。結果發現，添加越多重量比例之石墨粉，產品之冷卻時間越短。由於矽膠添加 20 wt.% 之碳黑粉後之混物流動性不佳，因此無法成功製作出具有異形冷卻水路之矽膠模具。圖 22 為添加不同重量比例之碳黑粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具之產品溫度與冷卻時間關係。添加 0 wt.%、10 wt.% 以及 15 wt.% 之碳黑粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具產品冷卻時間分別為 652 秒、605 秒以及 586 秒。圖 23 為添加不同重量比例之碳黑粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具之產品冷卻時間。結果發現，添加越多重量比例之碳黑粉，產品之冷卻時間越短。圖 24 為射出成型實驗所得到矽膠模具添加不同重量比例鋁粉、鐵粉、銅粉、石墨粉與碳黑粉粉末之產品冷卻時間。

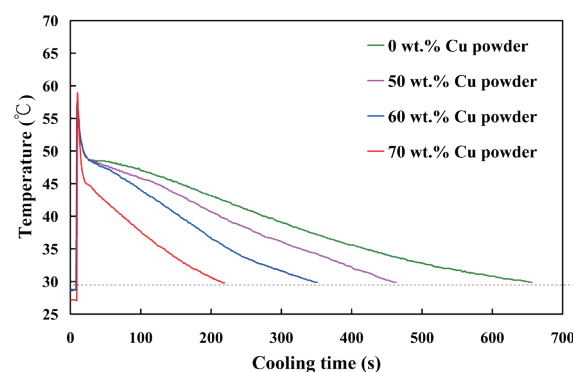


圖 18. 添加不同重量比例之銅粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具之產品溫度與冷卻時間關係

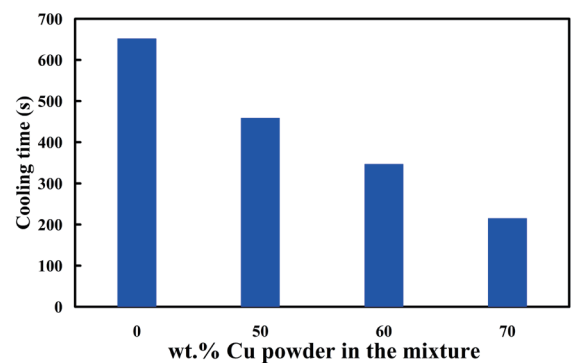


圖 19. 添加不同重量比例之銅粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具之產品冷卻時間

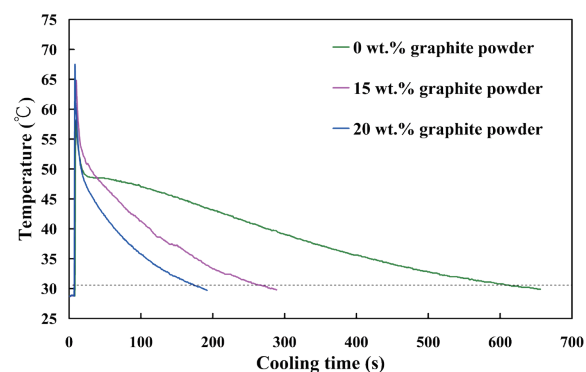


圖 20. 添加不同重量比例之石墨粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具之產品溫度與冷卻時間關係

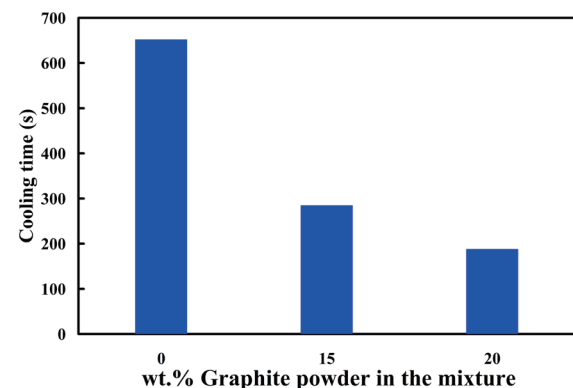


圖 21. 添加不同重量比例之石墨粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具之產品冷卻時間

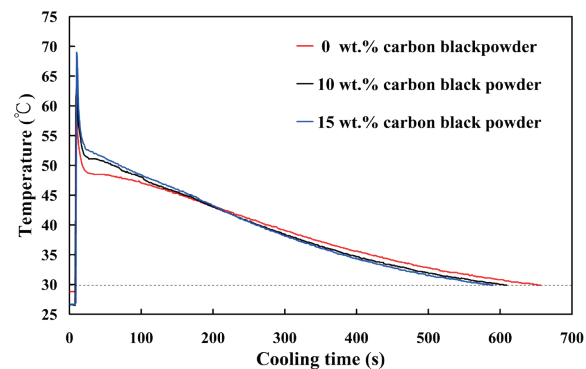


圖 22. 添加不同重量比例之碳黑粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具之產品溫度與冷卻時間關係

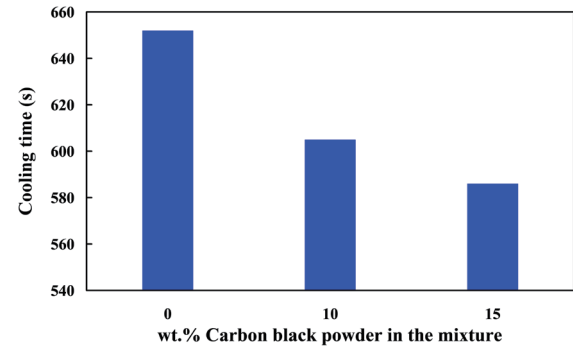


圖 23. 添加不同重量比例之碳黑粉所製作具有異形冷卻水路矽膠模具之產品冷卻時間

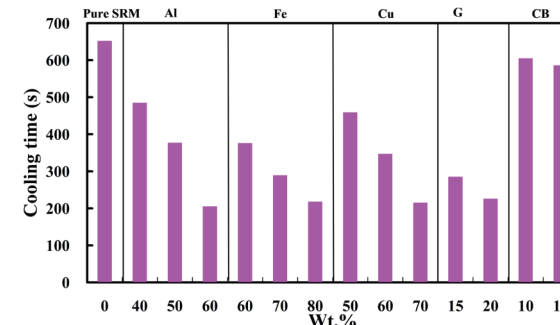


圖 24. 射出成型實驗所得到矽膠模具添加不同重量比例鋁粉、鐵粉、銅粉、石墨粉與碳黑粉粉末之產品冷卻時間

圖 25 為射出成型實驗與運用 Moldex3D 模流軟體所預測矽膠模具添加不同重量比例鋁粉、鐵粉、銅粉、石墨粉以及碳黑粉粉末之產品冷卻時間比較。結果發現，矽膠模具無添加粉末運用 Moldex3D 模流軟體所預測產品之冷卻時間約為 674 秒，射出成型實驗結果所得到產品之冷卻時間約為 652 秒，運用 Moldex3D 模流軟體所預測產品冷卻時間之誤差率約為 3.4%。矽膠模具添加鋁粉 40 wt.%、50 wt.% 以及 60 wt.%，運用 Moldex3D 模流軟體所預測產品之冷卻時間分別約為 462 秒、411 秒以及 396 秒，射出成型實驗結果所得到產品之冷卻時間分別約為 485 秒、377 秒以及 205 秒，運用 Moldex3D 模流軟體所預測產品冷卻時間之誤差率分別為 4.8%、9.1% 以及 93.4%，平均誤差約為 35.8%；矽膠模具添加鐵粉 60 wt.%、70 wt.% 以及 80 wt.%，運用 Moldex3D 模流軟體所預測產品之冷卻時間分別約為 472 秒、406 秒以及 311 秒，射出成型實驗結果所得到產品之冷卻時間分別約為 376 秒、289 秒以及 218 秒，運用 Moldex3D 模流軟體所預測產品冷卻時間之誤差率分別為 25.4%、40.6% 以及 42.8%，平均誤差約為 36.3%；矽膠模具添加銅粉 50 wt.%、60 wt.% 以及 70 wt.%，運用 Moldex3D 模流軟體所預測產品

之冷卻時間分別約為 487 秒、457 秒以及 366 秒，射出成型實驗結果所得到產品之冷卻時間分別約為 459 秒、347 秒以及 215 秒，運用 Moldex3D 模流軟體所預測產品冷卻時間之誤差率分別約為 6.0%、31.6% 以及 70.4%，平均誤差約為 36.0%；矽膠模具添加石墨粉 15 wt.% 以及 20 wt.%，運用 Moldex3D 模流軟體所預測產品之冷卻時間分別約為 436 秒以及 391 秒，射出成型實驗結果所得到產品之冷卻時間分別約為 285 秒以及 226 秒，運用 Moldex3D 模流軟體所預測產品冷卻時間之誤差率分別約為 53.2% 以及 73.2%，平均誤差約為 63.2%；矽膠模具添加碳黑粉 10 wt.% 以及 15 wt.%，運用 Moldex3D 模流軟體所預測產品之冷卻時間分別約為 647 秒以及 605 秒，射出成型實驗結果所得到產品之冷卻時間分別約為 605 秒以及 586 秒，運用 Moldex3D 模流軟體所預測產品冷卻時間之誤差率分別約為 7.0% 以及 3.3%，平均誤差約為 5.1%。結果發現，運用 Moldex3D 模流軟體所預測產品之冷卻時間，大部分均大於射出成型實驗結果所得到產品之冷卻時間，主要的原因為 Moldex3D 模流軟體視矽膠模具內部添加粉末為均勻分佈。然而，矽膠模具內部之添加粉末並不是均勻分佈。

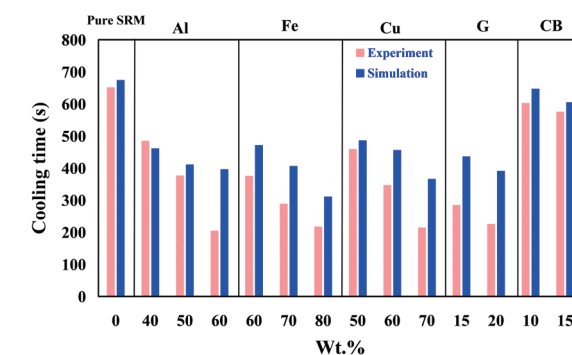


圖 25. 射出成型實驗與運用 Moldex3D 模流軟體所預測矽膠模具添加不同重量比例鋁粉、鐵粉、銅粉、石墨粉以及碳黑粉粉末之產品冷卻時間比較

本研究發現，添加鐵粉之具有異形冷卻水路矽膠模具經過低壓射蠟成型後，冷卻水管壁發現鐵鏽，如圖 26 所示。由於鐵鏽會影響模具之熱傳效果，進而影響產品之冷卻時間。所以添加鐵粉來改善矽膠模具之熱傳效果並不是最適方法。經過上述結果分析，本研究發現添加 20 wt.% 石墨粉來改善矽膠模具之熱傳效果為最適方法。為了進一步了解矽膠模具添加 20 wt.% 石墨粉之特性，本研究改變四種不同冷卻液流量與三種冷卻液溫度並藉由射出成型來研究產品之冷卻時間。圖 27 為矽膠模具添加 20 wt.% 石墨粉於

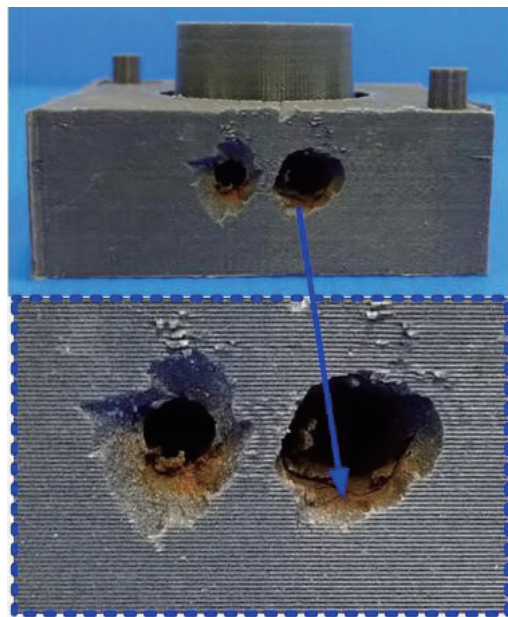


圖 26. 添加鐵粉所製作之矽膠模具經過射出成型後冷卻水路生鏽情形

不同冷卻液流量之產品溫度與冷卻時間之關係。圖 28 為矽膠模具添加 20 wt.% 石墨粉於不同冷卻液流量之產品冷卻時間。冷卻液流量 95 cc/s、115 cc/s、125 cc/s 以及 135 cc/s 之雷諾數 (Reynolds number) 分別約為 30239、36606、39789 以及 42972。冷卻液流量 95 cc/s、115 cc/s、125 cc/s 以及 135 cc/s 之產品平均冷卻時間分別約為 231 秒、228 秒、225 秒以及 226 秒。結果發現，當冷卻液之流量增大，產品之冷卻時間會縮短，但是並無顯著差異性。

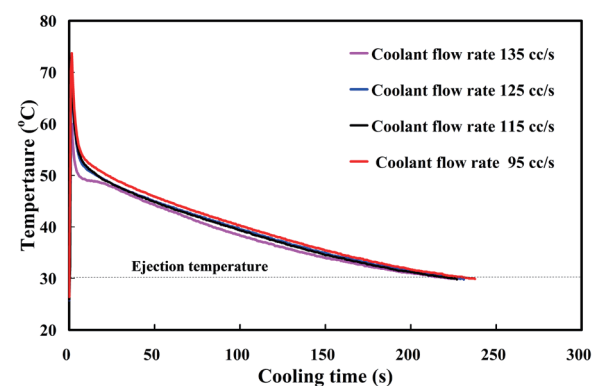


圖 27. 矽膠模具添加 20wt.% 石墨粉於不同冷卻液流量之產品溫度與冷卻時間之關係

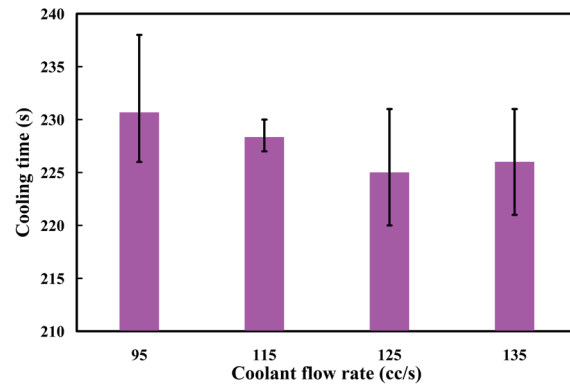


圖 28. 矽膠模具添加 20wt.% 石墨粉於不同冷卻液流量之產品冷卻時間

圖 29 為矽膠模具添加 20 wt.% 石墨粉於不同冷卻液溫度之產品溫度與冷卻時間之關係。圖 30 為矽膠模具添加 20 wt.% 石墨粉於不同冷卻液溫度之產品冷卻時間。冷卻液溫度 20°C、25°C 以及 30°C 產品之平均冷卻時間分別約為 147 秒、222 秒以及 615 秒。結果發現，當冷卻液之溫度越低，產品之冷卻時間將明顯縮短。本研究以矽膠為基材 (matrix materials)，於矽膠內部添加鋁粉、鐵粉、銅粉、石墨粉與碳黑粉製作混合物 (mixture)，以混合物製作具有異形冷卻水路之射出成型模具，並且實際運用於低壓射蠟射出成型實驗。本研究結果具備產業利用性與工業實用價值，因為本研究結果可以提供新產品於研發階段所需之暫用模具。本研究結果如與研究相關之進行比較 [27-30]，本

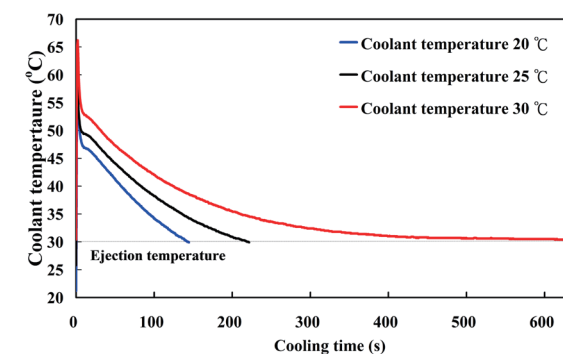


圖 29. 矽膠模具添加 20wt.% 石墨粉於不同冷卻液溫度之產品溫度與冷卻時間之關係

研究兼具模流分析軟體、射出成型模具設計、射出成型模具製作以及進行低壓射出成型等四大特色。本研究結果除了可以應用於低壓射蠟成型之外，如將模具材料從矽膠改成金屬樹脂 (aluminum-filled epoxy resins) [31-34]，未來還可以應用於塑膠射出成型 (plastic injection molding) 模具 [35,36]、吹氣成型 (blow molding) 模具 [37]、金屬粉末射出成型 (metal injection molding) 模具 [38]、粉末冶金 (powder metallurgy) 成型模具 [39]、壓鑄模具 (die casting mold)[40]、擠製模具 (extrusion die) [41,42]、射出壓縮 (injection-compression molding) 模具 [43] 以及熱沖壓成型模具 (hot stamping die) [44]。

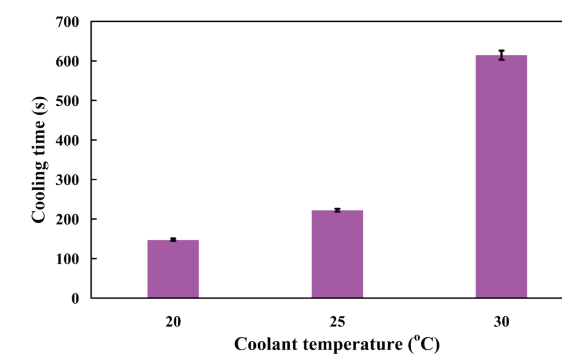


圖 30. 矽膠模具添加 20wt.% 石墨粉於不同冷卻液溫度之產品冷卻時間

結論

具有異形冷卻水路模具可以縮短產品之冷卻時間。然而，如何以低成本以及具環保方式來製作具有幾何形狀複雜異形冷卻水路之射出成型模具，即便成一個重要研究方向。為了改善矽膠模具之熱傳導率，本研究於矽膠模具內部分別添加鋁粉、鐵粉、銅粉、石墨粉與碳黑粉，製作具有異形冷卻水路之矽膠模具，並實際量測其冷卻效益，研究結論如下所示：

1. 移除 PVB 異形冷卻水路所使用之酒精比移除之 ABS 樹脂之丙酮較不易揮發、環保以及對人體更無害。
2. 如與矽膠模具無添加任何粉末之產品冷卻時間進行比較，矽膠模具添加鋁粉 60 wt.%、鐵粉 80 wt.%、銅粉 70 wt.%、石墨粉 25 wt.% 以及碳黑粉 20 wt.% 產品之冷卻時間分別約節省了 42.7%、53.8%、45.7%、50.9% 以及 16.7%，其中以添加鐵粉 80 wt.% 為最高，其次為添加石墨粉 25 wt.%，最低為添加 20 wt.% 碳黑粉。
3. 添加鐵粉所製作之矽膠模具經過射出成型後，冷卻水路會產生鏽情形。考量熱傳導係數、製作成本以及快速模具製作良率，於矽膠內部添加 20 wt.% 石墨粉，最合適運用於製作具有異形冷卻水路之矽膠模具。

誌謝

本研究感謝科技部計畫 MOST 107-2221-E-131-0182 以及 MOST 106-2221-E-131-010 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] D. Thomas, "Costs, benefits, and adoption of additive manufacturing: a supply chain perspective," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Volume 85, Issue 5-8, 2016, Pages 1857-1876.
- [2] Y. Qiu, H. Huang, X. Xu, "Effect of additive particles on the performance of ultraviolet-cured resin-bond grinding wheels fabricated using additive manufacturing technology," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Volume 97, Issue 9-12, 2018, Pages 3873-3882.
- [3] R. Leal, F. M. Barreiros, L. Alves, F. Romeiro, J. C. Vasco, M. Santos, C. Marta, "Additive manufacturing tooling for the automotive industry," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Volume 92, Issue 5-8, 2017, Pages 1671-1676.
- [4] S. Kitayama, H. Miyakawa, M. Takano, S. Aiba, "Multi-objective optimization of injection molding process parameters for short cycle time and warpage reduction using conformal cooling channel," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Volume 88, Issue 5-8, 2017, Pages 1735-1744.
- [5] H. S. Park, X. P. Dang, "Development of a Smart Plastic Injection Mold with Conformal Cooling Channels," Procedia Manufacturing, Volume 10, 2017, Pages 48-59.
- [6] S. Kitayama, H. Miyakawa, M. Takano, S. Aiba, "Multi-objective optimization of injection molding process parameters for short cycle time and warpage reduction using conformal cooling channel," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2017, Volume 88, Issue 5-8, Pages 1735-1744.
- [7] B. Reggiani, I. Todaro, "Investigation on the design of a novel selective laser melted insert for extrusion dies with conformal cooling channels," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2019, Volume 104, Issue 1-4, Pages 815-830.
- [8] J. M. Mercado-Colmenero, C. Martin-Dofate, M. Rodriguez-Santiago, F. Moral-Pulido, M. A. Rubio-Paramio, "A new conformal cooling lattice design procedure for injection molding applications based on expert algorithms," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2019, Volume 102, Issue 5-8, Pages 1719-1746.
- [9] B. Abbès, F. Abbès, H. Abdessalam, A. Upganlawar, "Finite element cooling simulations of conformal cooling hybrid injection molding tools manufactured by selective laser melting," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2019, Volume 103, Issue 5-8, Pages 2515-2522.
- [10] Z. Li, X. Wang, J. Gu, S. Ruan, C. Shen, Y. Lyu, Y. Zhao, "Topology Optimization for the Design of Conformal Cooling System in Thin-wall Injection Molding Based on BEM," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2018, Volume 94, Issue 1-4, Pages 1041-1059.
- [11] 吳智孟, "具有 3 D 冷卻水路的複合式模具", 專利號碼: M487824

台灣機器人與智慧自動化展

Taiwan Automation Intelligence and Robot Show

台北國際
自動化工業大展

Automation Taipei

2021. 8/18 (三) - 21 (六)
台北南港展覽館一、二館

徵展項目



智慧製造相關 Smart Manufacturing

● 工業自動化設備 ● 工業機器人技術 ● 智慧工廠(工業自動化軟體應用)



製造設備 Industrial Supply

● 五金工具 ● 廠房設備 ● 機床暨工具機設備



關鍵零組件 Key Components



AI 人工智慧 Artificial Intelligence



智慧服務 Smart Services



服務型機器人 Service Robot

展覽報名

社團法人台灣智慧自動化與機器人協會
林家安 小姐#21、張小潔 小姐#22
TEL:04-2358-1866
FAX:04-2358-1566
E-mail:tairos@tairos.tw
地址:台中市南屯區精科路26號4樓

展昭國際企業股份有限公司
黃姝嫻 小姐#122、方強 先生#153
TEL:02-2659-6000
FAX:02-2659-7000
E-mail:automation@chanchao.com.tw
地址:114台北市內湖區港墘路185號3樓

服務型機器人聯盟

串聯產業 擁抱新科技新應用 翻轉服務加值

我國製造業和服務業皆高度仰賴勞動力，然而綜觀2020年臺灣產業需面對的挑戰中，最為嚴峻的既不是肺炎疫情，也不是美中衝突，而是我們再熟悉不過的人口趨勢。國內少子化及高齡化問題日益嚴峻，根據內政部統計，2019年9月底，臺灣總人口的自然增加（出生減死亡）數已來到「負」11,250人，顯見不管是當下或未來的國內產業環境，缺工議題將持續存在且日趨嚴重。這困境促使企業對於智慧自動化與機器人的技術和需求，更加蓬勃發展，也加大催生政府扶持服務型機器人產業的發展力道。

社團法人台灣智慧自動化與機器人協會（智動協會）與財團法人資訊工業策進會數位服務創新研究所，因應發展趨勢及政策導向，於2018年共同發起成立臺灣第一個以服務型機器人為推動主軸的「服務型機器人聯盟」。著重於參展拓銷、人才培育、場域驗證、媒合活動等產業服務工作，聯盟與政府共同努力推動產業發展已逾三年，今年透過場域主題競賽方式打造出亮點好口碑，大大提升各商用型機器人的產品曝光度。



徵件說明暨創新應用工作坊受到熱烈迴響



回顧2020年初，推動工作中首度邀請服務場域業者的參與，希冀讓服務型機器人在導入場域上能夠擁有更精準的方向。以「ROS-based 機器人創新應用提案」競賽系列活動，最終招募、挑選出優質的10組團隊。由凌羣電腦、祥儀企業、博鈞科技、微星科技、新世代機器人暨人工智慧，這五家國內機器人業者提供的機器人實機為創新應用基礎。針對特力家居桃園館與義大世界購物中心兩個商業空間，動腦設計符合現場顧客需要的新形態服務型機器人模組。從中感受到各團隊滿滿的創新能量和開發活力，尤其他們從消費者觀點出發的細膩觀察和發想，更是獲得場域業主的好評及肯定。進而反饋給機器人廠商以利硬體更新，相互激盪與交流循環下，讓服務型機器人距離場域落地應用又向前邁進一大步。

在推動過程中，透過北中南3場的徵件說明暨創新應用工作坊、年度1場的台灣ROS開發者社群交流會（ROSCON）、ROS-based 機器人10組團隊的場域實證行動，以及重點1場的DEMO DAY團隊創新應用成果展示日等活動辦理。凝聚眾人之力，不斷擴散機器人作業系統共用軟、硬體元件之能量，以此激勵並鼓舞更多年輕人投入機器人應用或研究。



1

攜手社群擴大辦理開發者交流會



2

聯盟今年輔導10組團隊進行場域驗證



3

DEMO DAY團隊創新應用成果展示盛況

放眼未來五年新興技術發展，身為紅海市場的工業型機器人產業預估約有2倍成長幅度，但尚處於藍海環境的服務型機器人產業少說具有4倍成長空間。加上臺灣機器人產業鏈擁有足夠的實力，有助於工業型供應大廠切進服務型領域，試著理解商業空間多元且複雜的環境，就能從感受上找到創新商機。服務型機器人聯盟未來仍將著力於跨域媒合的產業環境營造，期望透過不斷的創新應用引發出新產品與需求。再串聯產官學研各方資源，以逐步完善並連結產業新型態的營運樣態，協助場域擁抱新科技翻轉服務，創造臺灣產業動能新一波高峰。

2021年聯盟將擴大辦理機器人創新應用相關競賽活動，預計四月公告系列活動及競賽辦法，邀請對服務型機器人落地實證有興趣的廠商、玩家、專家或相關科系學生共襄盛舉，歡迎持續關注「社團法人台灣智慧自動化與機器人協會」官方網站 (<http://www.tairoa.org.tw>)！

想要導入智慧服務

歡迎洽詢媒合平台



框架效應： 打破自己的認知侷限 看見問題本質 告別慣性偏誤的心理學智慧



想要人生更有智慧，就要聰明運用框架

我們做的每個判斷、接收的每個資訊，都不免受到自身無法察覺的「框架」主導！

框架可說決定了我們的人生走向，了解框架帶來的思考限制，就能為生命帶來不同的改變！

框架是我們觀看這個世界的窗口，也是心智篩選必要資訊的能力。舉凡看待事件的觀點、提問的方式、內心抱持的評價標準與刻板印象……等等，都屬於框架的範疇。換言之，框架就是認知的極限——我們總以為自己非常客觀，殊不知，框架打從一開始就排除了特定的細節或選項，扭曲了我們眼中的世界。

韓國知名獲獎心理學教授崔仁哲，憑藉紮實的研究經歷，援引豐富有趣的案例，告訴我們：框架能夠決定每個人的人生走向。各式各樣的框架誘導了我們的每一項決定、每一個行動，最終促成特定的結果。因此，我們必須了解框架，才能超越無形的思維限制，減少被媒體與商人操弄的可能性，做出更正確的決策與判斷。

你以為的省錢，反而是更多開銷——讓消費者掏錢的「名稱框架」

- 特價期間失控爆買，是因為我們被「原價」給迷惑，卻不考慮「絕對值」。
- 當我們把一筆錢當成「意外之財」或「零錢」，就會比平常更快花掉。
- 光是看到「信用卡」的標誌，就能輕易引發我們的消費行為。

為什麼預測總是失準？—創造幻覺的「時間框架」

- 預測未來時，我們會誤以為「現在沒有發生的事，未來也不會發生」。
- 在事後找到解釋的能力，經常讓我們輕率地說出「我就知道」，藉此合理化任何未經證實的推測。

你根本不了解我！—影響人際關係的「自我框架」

- 我們深信「大家都會跟我做一樣的選擇」，常常忘了「世界上跟我想法不同的人，比想像中的還要多」。
- 我們很容易產生一種錯覺：「我能夠輕易看透他人，可是其他人都都不了解我。」

聰明運用框架，能夠讓我們活得更智慧、更自由

- 活得快樂的「意義框架」—日常的瑣碎事項常讓我們厭煩。若能找出不同層次的意義，就會覺得特別。
- 提升成功機會的「接觸框架」—別太抱持防衛心，努力地接觸外在世界、接觸新事物。
- 把握當下的「此刻框架」—不把「現在」當成「美好未來」的準備期，就不必忍耐、犧牲，無法享受人生。
- 妥善運用的「比較框架」—太頻繁跟他人比較，只會有不好影響，適當和過去或未來的自己比較，卻能提升成長。

作者介紹 崔仁哲 (최인철)

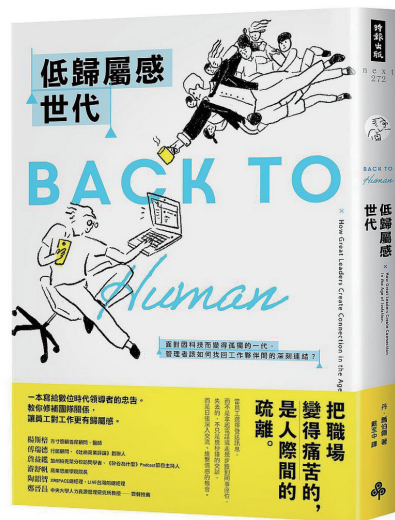
首爾大學心理系教授，也是首爾大學幸福研究中心所長。進入首爾大學工學院就讀後，因為喜歡研究支配人類思想與行為原理的心理學，所以又重考進心理系。畢業後前往美國深造，獲得密西根大學心理學博士學位，師從美國重量級心理學家理查·尼茲彼 (Richard E. Nisbett)。曾任美國伊利諾大學心理系教授，暨國際學術期刊 Personality and Social Psychology Bulletin 副主編。以科學實證為基礎，探究人類與社會心理，目前正持續研究如何能夠幫助人們獲得更美好的人生與幸福。2003 年獲頒韓國心理學會青年學者獎。另著有《當下》(暫譯)，並譯有《思維的疆域》、《快樂為什麼不幸福？》等書。

本書正式介紹「框架」這個概念，提出了對人類與社會的多元觀點與全新省思，被奉為韓國的心理學聖經。

譯者介紹 陳品芳

政大韓文系畢業，於台韓兩地職場打滾過後看破紅塵，終於決定當一個專職其實是阿宅的譯者。喜歡看韓國電影、聽韓樂，十分享受宅在家趕稿邊掛網打遊戲的時光。

低歸屬感世代： 面對因科技而變得孤獨的一代， 管理者該如何找回工作夥伴間的 深刻連結？



把職場變得痛苦的，是人際間的疏離。

一本寫給數位時代領導者的忠告。

教你修補團隊關係，
讓員工對工作更有歸屬感。

即時通訊、數位平台和視訊會議，改變了工作的地點和方式。根據統計，上班族每天花 6.3 小時查看電子郵件，一天發的訊息超過 30 則，在工作上能信任的朋友卻不到 5 個人。過度依賴科技或使用時機不當，將導致員工習慣「一個人」面對壓力，轉向社群媒體提供的慰藉，而不是向團隊內的其他人尋求協助、共同解決問題。

在低歸屬感世代，科技正在剝奪人跟人之間的情感交流，領導者需要創造更緊密的人際連結，才能提高團隊生產力及成就感，避免員工出現職業倦怠甚至辭職。

員工的人際關係會影響工作績效和投入程度。

領導力專家丹·蕭伯爾訪談不同年齡層的經理人，並發出了警訊，若員工間的關係疏離，將減損團隊彼此互助、發揮同理心的能力，為此，他提出了 4 個增進團隊連結的建議：

1. 鼓勵團隊開放協作：
為團隊架設共同工作平台，制定任務清單、互相追蹤進度，使團隊間的資訊彼此共享。
2. 認可整個團隊的表現，而不僅僅是認可個別團隊成員：
讓員工更有歸屬感和榮譽心，認同自己對團隊的貢獻。

3. 促進共同學習：
鼓勵團隊分享自己學習到的新知，例如某篇文章或某本書的內容。
4. 敢於展示自己的弱點：
這使你看起來更人性化，當同事遇到問題，也會更有勇氣向你求助。

面對科技帶來的隔閡，領導人必須主動拉近員工間的距離。

蕭伯爾歸納出 5 個步驟，可有效解決數位工具造成的誤會與衝突：

1. 了解同事的需求、工作風格與個性，讓所有人感受到尊重。
2. 年輕人偏好在即時通訊上得到立即、簡短的回覆；
面對資深工作者則應該親自討論，或透過正式的電子郵件。
3. 主動提供成員所需的資源，讓彼此的信任感更加穩固。
4. 向外部顧問尋求幫助，在員工關係惡化前主動介入。
5. 訂出指導原則，以便在衝突發生時迅速擋下。

本書特色

- 分享頂尖企業領導人的經驗，包括 Facebook、星巴克、Nike、時代雜誌、LinkedIn 等。
- 透過「工作連結指數」測驗，可以計算你和團隊之間連結的強度。

作者介紹 丹·蕭伯爾 Dan Schawbel

《紐約時報》暢銷作者，未來職場 (Future Workplace) 合夥人暨研究總監，並兼為千禧品牌 (Millennial Branding) 及職場趨勢網站 (WorkplaceTrends.com) 創辦人。他是兩本職涯著作《自品牌》(Promote Yourself) 和《創新的我》(Me 2.0) 的暢銷作者。

《公司》雜誌把丹列為「現今較具衝勁的年輕創業家之一」，有超過兩千家媒體單位報導過他或引述過他的話，像是 NBC(國家廣播公司) 的《今日秀》(The Today Show)、福斯新聞的《福斯與朋友》(Fox & Friends)、MSNBC 的《你的事業》(Your Business)、《史提夫哈維秀》(The Steve Harvey Show)、《華爾街日報》、《時人雜誌》、《連線雜誌》、《瀟灑》、《經濟學人》、全國公共廣播 (NPR)。

2021 國際展覽 / 參訪行事曆

展覽日期	展覽名稱 / 地點	備註
2021 展覽		
01/20-01/22	日本國際機器人研發暨技術大展 (RoboDEX) - 東京國際展示場	● 擬籌組參展團
01/20-01/22	日本國際智慧工廠展 (5th Smart Factory Expo) - 東京國際展示場	
03/03-03/05	廣州國際工業自動化技術及裝備展覽會 (SIAF) - 中國進出口商品交易會展館	
03/04-03/06	2021 上海智慧工廠展覽會暨工業自動化及機器人展 - 國家會展中心 (上海虹橋)	
03/16-03/19	法國國際工業展覽會 (MIDEST) - 法國里昂會展中心	
03/24-03/26	韓國國際電子製關連展 Electronics Manufacturing Korea(EMK) - 韓國首爾 COEX 展覽中心	● 參展優惠
03/30-04/02	深圳國際機器人及工業智能化展 (RSE) - 深圳國際會展中心 (新館)	
04/05-04/07	俄羅斯國際工業博覽會 (INNOPROM) - 葉卡捷琳堡國際會議中心	
04/07-04/09	日本 AI 人工智慧應用展 (AI EXPO TOKYO) 【春季展】 - 東京國際展示場	
04/12-04/16	德國漢諾威工業展 - 德國漢諾威展覽中心	● 擬籌組參訪團
05/17-05/20	美國底特律自動化技術展 (AUTOMATE SHOW) - 底特律	● 擬籌組參訪團
06/23-06/26	泰國國際組裝暨自動化零組件展 Assembly & Automation Technology - 泰國曼谷，BITEC 國際貿易展覽中心	
06/23-06/26	馬來西亞國際工具機暨金屬加工設備展 (Metaltech) - 馬來西亞國際貿易展覽中心 (MITEC)	
07/07-07/10	越南胡志明國際工具機暨金屬加工設備展 (MTA Vietnam) - 西貢展覽會議中心 SECC	
08/18-08/21	台灣機器人與智慧自動化展 (TAIROS) 台北國際自動化工業大展 (Automation Taipei) - 臺北南港展覽館	● 協會主辦
09/22-09/25	印度國際自動化展會 (Automation India) - 印度孟買 MMRDA 會展館	
10/04-10/09	EMO 歐洲工具機展 - 義大利米蘭國際展覽中心	
10/06-10/08	大阪機械要素展 (M-Tech) - 大阪國際會議中心 (Intex Osaka)	
10/06-10/08	越南工業自動化博覽會 (VIAF) - 越南海防市國際會議中心	● 擬籌組參展團
10/27-10/29	名古屋國際智慧工廠展 (Smart Factory Expo Nagoya) - 名古屋展覽中心	● 擬籌組參展團
11/17-11/20	國際機器人工業展 (METALEX 2021) - 曼谷國際貿易展覽中心 (BITEC)	
11/23-11/26	大灣區工業博覽會 (DMP) - 深圳國際會議中心 (新館)	
12/01-12/04	日本國際機器人展 (IREX) - 東京國際展示場	● 擬籌組參展團、參訪團
○ 備註：本表籌組參展為預訂行程，將依實際獲得國貿局補助後執行，歡迎洽詢業務組 ○ 電話 04-2358-1866#21(Lilian)、#26(Eva)、#22(Iris)		

社團法人台灣智慧自動化與機器人協會 — 110 年度 課程資訊

開課時間	課程名稱	課程時數	開課地點
01/20	數位轉型 -5G 與 AI 應用於智慧製造	6	台中
02/24-02/26	多軸機械手臂應用與實作培訓班 (初階)	18	北 / 中 / 南
03/4-03/05	精度量測與公差設計應用	12	台中
03/11-03/19	智慧機械手臂技術開發與實務應用培訓班	24	台北
03/17-03/19	多軸機械手臂應用與實作培訓班 (初階)	18	北 / 中 / 南
03/25-03/26	自動化物流系統與 AGV 智慧搬運	12	台北
04/08-04/09	如何有效導入自動化系統整合及專案管理	12	台北
04/15-04/16	電腦輔助設計與製造實務培訓班	12	台中
04/21-04/23	多軸機械手臂應用與實作培訓班 (初階)	18	北 / 中 / 南
04/22-04/23	終端效應器製圖設計與應用實務	12	台中
04/29-04/30	運用 Python 和 R 進行大數據分析	12	台北
05/02-05/08	自動化工程師 level 1 證照考試題庫班	16	台中
05/02-05/09	機器人工程師 (初階) 證照考試題庫班	24	台中
05/06-05/07	PLC 與人機介面應用操作實務 (初階)	12	台北
05/13-05/14	工具機機電整合模擬技術與應用	12	台中
05/19-05/21	多軸機械手臂應用與實作培訓班 (初階)	18	北 / 中 / 南
05/22-05/23	自動化工程師證照術科實作培訓班	16	北 / 中 / 南
05/27-05/28	視覺感測技術與自動檢驗測試	12	台中
06/03-06/04	三次元量測應用實務與分析	12	台中
06/10-06/11	AGV 智慧建廠 AS/RS 與自動倉儲導入	12	台北
06/17-06/18	五軸工具機及五軸加工技術與應用	12	台中
06/24-06/25	智慧自動化系統規劃及 AI 數位模擬分析	12	台北
07/01-07/02	加工應用與機聯網感測器介紹與實作	12	台中
07/07-07/09	多軸機械手臂應用與實作培訓班 (初階)	18	北 / 中 / 南
07/15-07/16	PLC 與人機介面應用操作實務 (進階)	12	台北
07/22-07/23	視覺感測技術與自動檢驗測試	12	台北
07/29-08/06	多軸機械手臂應用與實作培訓班 (中階)	24	北 / 中 / 南
08/12-08/13	自動化物流系統與 AGV 智慧搬運	12	台中
08/26-08/27	運用 AI 工具解決瑕疵影像辨識與品質數據分析	12	台中
09/02-09/03	精實智慧製造人才培訓班	12	台中
09/09-09/10	視覺感測技術與 AI 影像處理應用實務	12	台北
09/15-09/17	多軸機械手臂應用與實作培訓班 (初階)	18	北 / 中 / 南
09/23-09/24	智慧製造自動化於工具機與機械手臂應用	12	台中
09/30-10/01	自動化設備維修與保養實務培訓班	12	台中
10/07-10/08	視覺感測技術與自動檢驗測試	12	台北
10/14-10/15	智慧製造網路及資安防護管理培訓班	12	台中
10/21-10/22	關鍵資料分析與大數據系統技術培訓班	12	台中
10/28-10/29	工具機結構最佳化設計技術	12	台中
11/03-11/05	多軸機械手臂應用與實作培訓班 (初階)	18	北中南
11/06-11/07	自動化工程師 level 1 證照考試題庫班	16	台中
11/06-11/13	機器人工程師 (初階) 證照考試題庫班	24	台中
11/11-11/12	機器伺服控制實務課程	12	台北
11/18-11/26	多軸機械手臂應用與實作培訓班 (中階)	24	北 / 中 / 南
11/20-11/21	自動化工程師證照術科實作培訓班	16	北 / 中 / 南
12/09-12/10	工具機設備數值分析實務培訓班	12	台中

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。



智慧自動化產業期刊
廣告訂購服務

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

廣告專輯價目表

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

備註 1: 期刊內頁廣告 21cmx28cm（出血 21.6cmx28.6cm） 期刊內跨頁廣告 42cmx28cm（出血 42.6cmx28.6cm）
備註 2: 上述表格之刊登時程選擇，將按訂購表收件日後期數推算。備註：上述金額為含稅價。

付款資訊

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

付款方式

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

廣告稿提交日期

備註：廣告供稿日期或因為搭配公開發送之活動會有所調整，將另行事先通知。

廣告諮詢聯繫

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

廣告預定基本資料表（支票、電匯訂購填寫）

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

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

公司名稱	部門名稱		
收件人：	☐ 先生 ☐ 小姐		
連絡電話（日）：	分機：	傳真：	
信箱 (Email)：			
收據抬頭：	統一編號：		
收據地址：			

您希望廣告傳遞的服務產業別是：

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

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

為使產業交流更多元與不設限，
智慧自動化產業期刊自 105 年 3 月改由台灣智慧自動化與機器人協會發行，
這是一本專屬服務智慧自動化及機舉人領域的出版品，
內容涵蓋產品技術發展、市場趨勢、展覽推廣、國際商情、創新拓銷、學術研究計畫推廣…等內容。

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

■ 訂閱聯繫

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

■ 付款資訊

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

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

訂閱戶基本資料表 (支票、電閱訂閱填寫)

訂閱【智慧自動化產業】電子期刊

☐ 一年價格 NT\$ 500 元

收件人： ☐ 先生 ☐ 小姐

收書信箱 (Email)：

收據抬頭：

統一編號：

收據地址：

連絡電話 (日)：

手機：

傳真：

您服務產業別是：

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

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

掌握未來趨勢

「機器人工程師」證照 「自動化工程師」證照

2021年考試日程

證照名稱	考試時間	報名時間
第10屆 「機器人工程師」證照	2021年5月	2021年3-4月
第24屆 「自動化工程師」證照		
第11屆 「機器人工程師」證照	2021年11月	2021年9-10月
第25屆 「自動化工程師」證照		

報名事項及考試範圍等相關資訊，
請上協會網站 www.tairoa.org.tw 或
洽詢專線(02)2393-1413 或
Email至 exam@tairoa.org.tw

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

2021年考試日期，
於TAIROA網站公告
請密切注意！

TARS驗證標章

Taiwan Robot Standard



為推動機器人產品檢測驗證制度，並符合國際標準之要求，循以市場誘因導向的機制，強化對產品安全的重視與要求、產品品質之管理並維護使用者之安全，希望藉由公正第三方實驗室及驗證機構進行測試、驗證，以提高機器人產品品質、建立國產機器人優質品牌形象，促進機器人產業永續發展，提升台灣業者在機器人市場競爭力與擴大市場。

- 屬於自願性標章
- 配合多家國際驗證機構及法人實驗室
- 提供多國驗證一站式服務

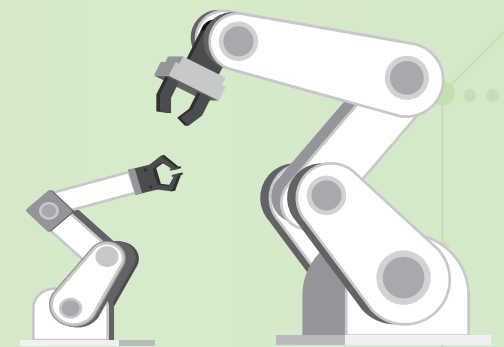
標章代碼	Robot Type	機器人種類
IR	Industrial Robot	工業型機器人
SR	Service Robot	服務型機器人

驗證項目	標章類型	驗證項目(標準)
S	安規驗證	電器安全及機械安全
E	電磁相容驗證	電磁相容性
P	性能驗證	精度、可靠度、環境、噪音、能源效率...等
C	零組件驗證	相關零組件的安規、可靠度或材料...等

聯絡窗口：智動協會李先生 04-23581866#32

Taiwan Robotics Industry-Academia Alliance

台灣機器人產學聯盟



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與自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

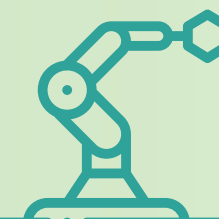
建置台灣機器人產學合作平台，共同推動人才培育、機器人競賽、機器人與自動化工程師證照考試、產學合作、企業認同、人才媒合等跨界合作。創造互利共榮、資源商機共享，積極提升台灣機器人產業能量，接軌國際。

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。

更多關於台灣機器人產學聯盟

歡迎加入





精實革命

精實智慧製造 方法與案例



www.tairoa.org.tw

TAIROA 台中

40852 台中市南屯區精科路26號4樓

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

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

Email:service@tairoa.org.tw

TAIROA 台北

10059 台北市中正區新生南路一段50號6樓603室

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

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

Email:exam@tairoa.org.tw



印刷品 如若無法投遞

請退回至:台中市南屯區精科路26號4樓



定價

NT \$ 150