

AUGUST 2022

08

no.42

AIR

AI
IR

智慧自動化產業期刊
Journal of Automation Intelligence and Robotics

協作生產 智造轉型

大銀微系統
HIWIN MIKROSYSTEM

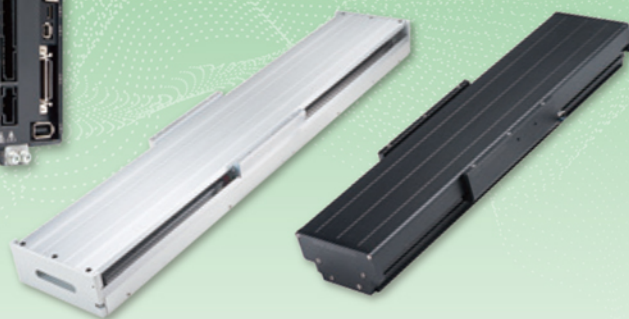
奈米、微米 高速驅動與控制專家

台灣高階直驅技術領先品牌・全球半導體奈米級定位平台最大製造者

直驅馬達
Direct Drive Motor



E1 系列驅動器
E1 Series Servo Drive



單軸線性馬達定位平台
Standard Single-Axis(SSA)
Linear Motor Stage



掃描QRcode
了解更多產品



1993~2022年HIWIN集團共33項產品榮獲台灣精品金銀質獎

全球營運總部

大銀微系統股份有限公司
HIWIN MIKROSYSTEM CORP.
Tel : (04) 2355-0110
www.hiwinmikro.tw
business@hiwinmikro.tw

關係企業

上銀科技股份有限公司
HIWIN TECHNOLOGIES CORP.
Tel : (04) 2359-4510
www.hiwin.tw
business@hiwin.tw

全球銷售暨服務據點

德國
www.hiwin.de
法國
www.hiwin.fr

日本
www.hiwin.co.jp
新加坡
www.hiwin.sg

美國
www.hiwin.us
韓國
www.hiwin.kr

義大利
www.hiwin.it
中國
www.hiwin.cn

瑞士
www.hiwin.ch
以色列
www.mega-fabs.com
捷克
www.hiwin.cz

實現您的智慧工廠

HIWIN 為工業 4.0 提供高附加價值的整體解決方案
全方位系列產品，實現您的智慧工廠。



智慧自動化關鍵零組件
Key components for
Intelligent Automation



機電整合解決方案
Mechatronic Integration
Total Solution



上銀科技全球營運總部

上銀科技股份有限公司
HIWIN TECHNOLOGIES CORP.
台中市40852精密機械園區精科路7號
Tel : (04) 2359-4510
Fax: (04) 2359-4420
www.hiwin.tw
business@hiwin.tw



HIWIN®

2022 TAIROS
台北南港展覽館1館

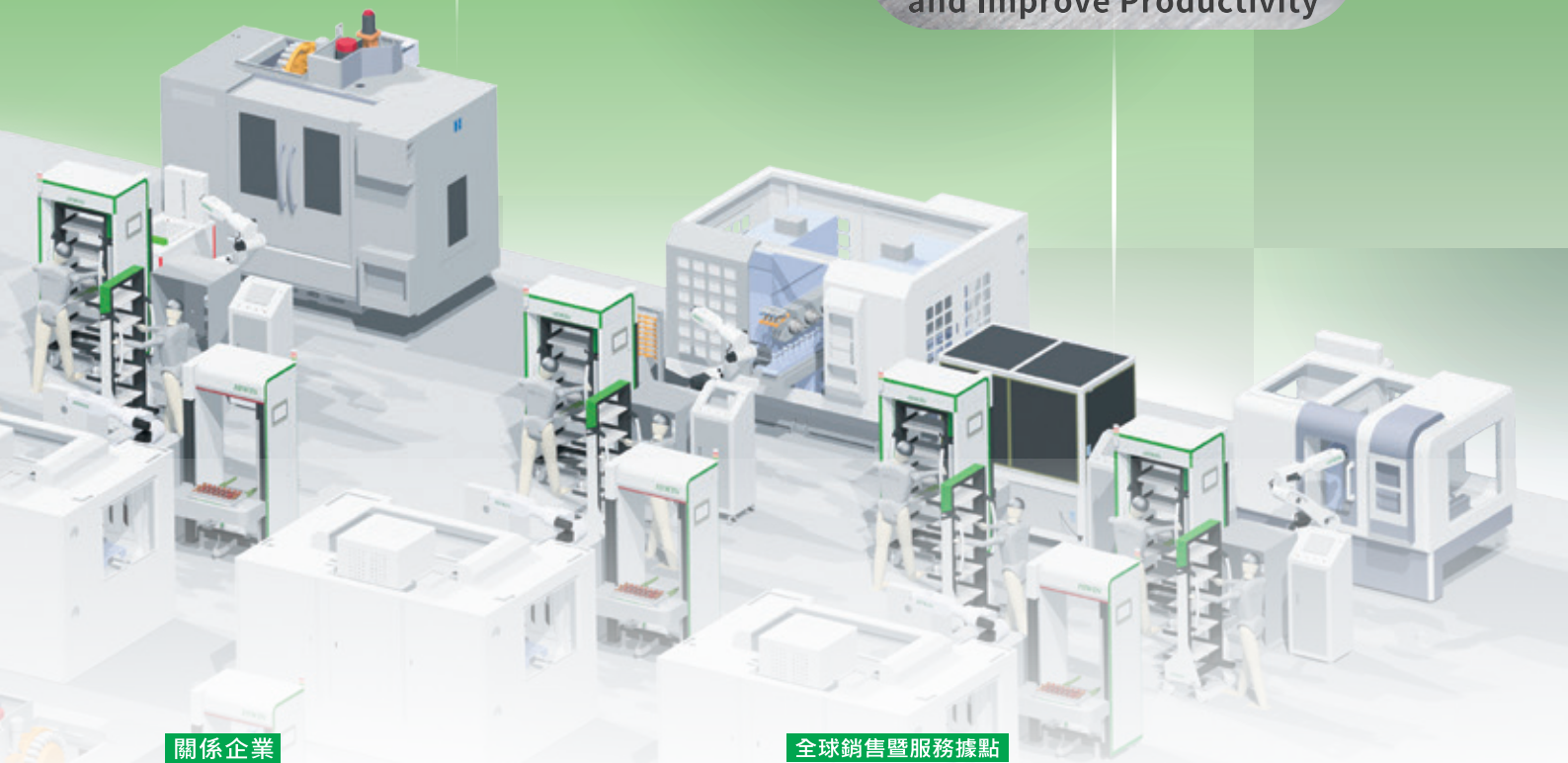
J518



智慧製造整合方案
Smart Manufacturing
Total Solution



加工產業的轉型升級
Machine Users to Upgrade
and Improve Productivity



關係企業

大銀微系統股份有限公司
HIWIN MIKROSYSTEM CORP.
台中市40852精密機械園區精科中路6號
Tel : (04) 2355-0110
Fax: (04) 2355-0123
www.hiwinmikro.tw
business@hiwinmikro.tw



全球銷售暨服務據點

德國 www.hiwin.de

日本 www.hiwin.co.jp

美國 www.hiwin.us

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



市場焦點 Market Focus

- 10** 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
- 24** 以智慧排程工具
落實生產管理系統的協作
工研院產業科技國際策略發展所 黃仲宏經理
- 32** 協作機器人發揮人機協作優勢
助力製造場域因應少量多樣生產情境
財團法人資訊工業策進會產業情報研究所 盧冠芸產業分析師
- 38** 由協作式製造系統探索
智慧機器人的角色、技術與能力
工業技術研究院機械所 黃甦組長
- 48** 工業機器人協同作業的安全方策
國立高雄科技大學環安系 許宏德副教授

產業脈動 Industry Trend

- 54** 人機協作新價值
機器人+AMR助力 智慧工廠大躍進
所羅門股份有限公司
- 60** 開啟智慧無人車時代
宇集創新科技股份有限公司
- 66** 靈活部署與簡易編程
協作機器人翻轉智慧製造氣象
Universal Robots 江權哲業務總監
- 70** 由智慧排程打造協作供應鏈，
迎戰智慧製造新世代
塔台智能網絡股份有限公司技術團隊 官大鈞、鄧宜廷
- 78** 疫後4大智造轉型策略
SAP建議以數據為核心，
落實協作生產，加速邁向工業4.0
SAP 台灣(思愛普軟體系統股份有限公司)
- 82** 人機協作生產環境中的機器人應用特色
原見精機股份有限公司
- 86** 半導體AMR系統整合專家
達明機器人新創智動化
打造一站式解決方案
達明機器人股份有限公司
- 90** 協作機器人助力加速自動化進程
ABB
- 94** 人機協作的終極奧義
SICK
- 98** 超前部署OT資安架構
減少協作式智慧製造威脅攻擊
TXOne Networks市場研究團隊/鍾銘輝

產學研究&技術趨勢
Technology Research & Insight

- 104** 不同模具材質與冷卻介質於
射出成型品冷卻時間之研究與分析
明志科技大學 機械工程系、智慧醫療研究中心 郭啟全 教授
明志科技大學 機械工程系 研究生 朱益均
明志科技大學 機械工程系 專題生 徐敬碩、李崇昊
- 114** AI視覺辨識應用於304不鏽鋼髮絲紋之
特徵檢測技術
龍華科技大學機械工程系 涂崇一、謝昀達、丁鯤、石逸泉

好書推薦 Bookrecom

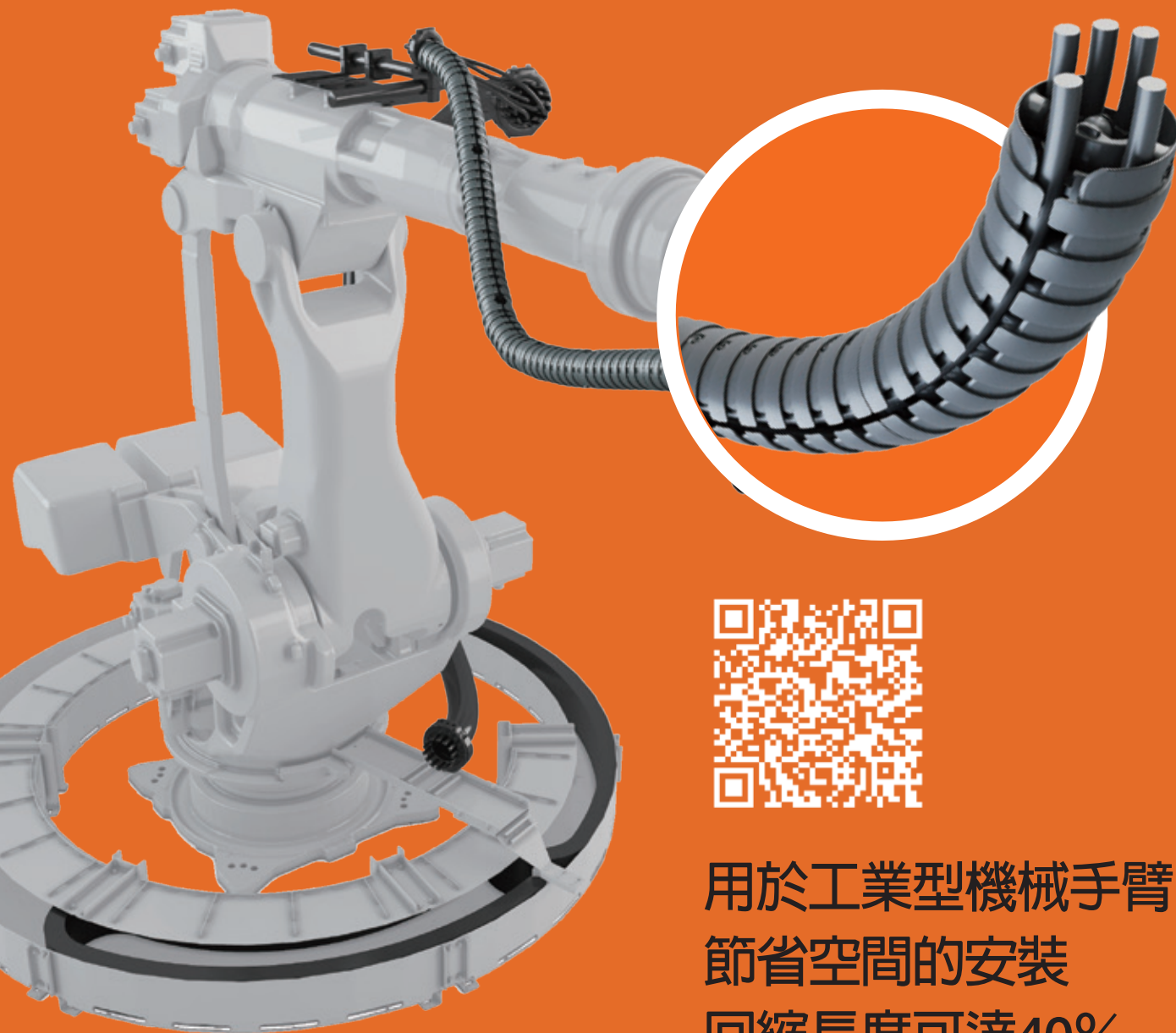
- 122** 真希望我20歲就懂的事
婷娜·希莉格 (Tina Seelig)
- 123** 優勢創業
陳政廷 (Ben)



產業行事曆 Industrial Calendar

- 124** 2022-2023國際展覽資訊一覽表
社團法人台灣智慧自動化與機器人協會 整理
- 125** 智動化與機器人產業人才培訓
111年度課程資訊
社團法人台灣智慧自動化與機器人協會 整理

伸縮式三維系統 triflex R TRX



用於工業型機械手臂
節省空間的安裝
回縮長度可達40%

igus®.com.tw



台灣易格斯有限公司 40850台中市南屯區工業區24路35號5樓 電話:04-2358-1000 www.igus.com.tw

自由、 快速、 靈活！

走行軸解決方案



模組化設計...
輕量化
高效運行



igus®.com.tw



台灣易格斯有限公司 40850台中市南屯區工業區24路35號5樓 電話:04-2358-1000 www.igus.com.tw

機器人為製造業帶來五大效益 引領台灣邁進「智慧製造」

面對競爭對手削價競爭、國際原物料上漲、物流供應鏈因疫情中斷及欠缺人才等問題，製造業加速智慧轉型成為全球發展大趨勢。市場研究機構指出，今年全球企業數位轉型支出將達 1.8 兆美元，台灣製造業也積極投資數位轉型。¹ 由傳統走向智慧製造，為台灣製造企業尋找新的增長點和創造優質的就業機會，提升競爭力。生產線應用智慧科技，包括機器人技術，可見機器人在「智慧製造」扮演關鍵角色。

國際機器人聯合會（IFR）預計到了 2022 年，在全球工廠工作的工業機器人總數將接近 400 萬。這是邁向智慧工廠而持續作出的行動之一。在 5G 連接、工業物聯網（IIoT）、智慧供應鏈、人工智慧（AI）及機器學習（ML）等先進技術結合下，智慧工廠可以達致前所未有的自動化水平。

Epicor「2020 年全球增長指數調查」（2020 Global Growth Index Survey）以全球 2,000 位商界領袖為訪問對象，結果顯示上述科技將於未來年半，對公司業務增長和競爭力產生直接而重大的影響。這些先進科技亦可讓人類在製造、造車和分銷等領域擔當更勝一籌的角色。

以下將列出機器人為製造業帶來五大好處：

1 讓機器人處理乏味工序節省開支

工廠內有很多工作都是單調乏味的，例如掃描工廠平面圖，協助工程人員重新配置和調整工廠效率。以往工人須走遍廠房，設置三腳架，再等待掃描儀完成工序，整個掃描工作需時兩星期。機器人的引用有助帶動工作專門

化，把大部分來自公司內部的沉悶工作交給機器人處理。公司便可把資源投到其他地方，節省開支。

2 機器人為製造業大大提升效率

調查結果亦顯示，超過半數受訪者指出求職者認為使用行動應用程式的公司比較現代化。相同數量的受訪者認為能於工作期間，以行動通訊設備使用公司應用程式非常重要。

高科技製造業可使用機器人來巡視工廠狀況。員工可利用猶如電玩式設備操控機器人，遠端設定移動路線，並透過鏡頭監察廠內情況。利用機器人可減少人手但增加巡視，為公司開源節流同時提升效率。

3 機器人將隨著人工智慧升級而進步

調查顯示於未來 12 至 18 個月，AI 是可望對業務增長帶來正面直接影響的三大科技趨勢之一，而機器人顯然能夠受惠。

以四足機器人為例，它採用生產商稱為「運動型人工智慧」（Athletic AI）的技術，完全掌控及明白每個動作細微之處。它不僅外形似小狗，亦能像小狗一樣打滾、握手、爬樓梯，以及在跌倒後糾正自己。最重要的是它透過人工智慧不停學習，能夠與任何物件，包括人類，保持安全距離，避免與並非機器人的同事碰撞。

¹資料來源：
<https://money.udn.com/money/story/5612/6410777>

4 機器人能驅動業務增長

不少智慧工廠亦紛紛引進協作機器人（Cobot）。這類機器人可與人類同事近距離安全互動，並可預先編程，協助人類同事處理任何工序，例如把貨物放上卡板以便運送，又或是準備緊固用的汽車零件。

由於協作機器人可以輕易操作，並可減少工人接受技術培訓需要，所以能夠有效提高生產效率。調查結果顯示，有 41% 受訪者指出工作效率提升，將有助公司克服未來 12 個月在推動業務增長上的挑戰。

5 機器人將開創更多崗位

調查中有三分之一受訪者表示需要增聘具備新技能的員工，及為現有工人技能提升和再培訓，緊握工業 4.0 及 5.0 技術帶來的優勢。這些工人當中有不少將與機器人合作，這是非常難得的機會。

不少機器人栩栩如生，非常人性化。歸根究底，正因為機器人能夠代替人類完成單調乏味的工作，使人類在工作

上更得心應手。同時，在適當領域應用機械人，正是在製造業內實現高增值生產之「智慧製造」的真諦。

應用實例

很多國際的知名製造商已經轉型到先進製造，當中恩柏科（Epicor）的客戶不少也採用了 AI、物聯網（IoT）的應用在生產製造，將供應鏈各個流程互相連結，創造出新式的供應鏈，使生產流程可以更快、更精確的方法，創造更大的價值。英國百年老牌汽車工廠 London EV 公司，專門生產倫敦計程車的製造商夥拍恩柏科（Epicor），採用先進製造方案，協助企業改善營運和提高效能。如想了解更多，請掃二維碼觀看影片。



請掃二維碼觀看影片



🔍 Epicor簡介

Epicor為默默耕耘的機構提供企業解決方案，讓世界正常運作。創辦至今接近50年的Epicor，客戶遍佈汽車、建築物料供應、分銷、製造及零售等行業，一直信賴Epicor可協助他們更好經營業務。Epicor的創新解決方案套裝專為配合客戶需要而精心搭配，並可因應瞬息萬變的實際情況而靈活改動。憑藉豐富的產業知識與經驗，Epicor有助每個客戶加速實現目標，不論是推動業務增長及轉型，又或是提高成效和生產力。如欲瞭解更多詳情，請瀏覽www.epicor.com。

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

發刊時程 每季一期
本期出版日期 民國111年8月號
發行期數 期刊，全彩印刷
發行數量 1,000-3,000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。

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 九禾廣告媒體整合行銷公司 J&M MEDIA CORPORATION 04-22965959
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。

德國工藝 深耕台灣



台灣開天傳動科技有限公司

📍 台中市西屯區工業區36路30-1號 📞 04 2359-3278 ✉ iktr-tw@ktr.com 🌐 www.ktr.com/tw/



經濟與景氣指標

景氣概況本次發布日期為**07月25日**；臺灣採購經理人指數本次發布日期為**7月1日**

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

觀察近期國內外經濟情勢，受到俄烏戰事膠著影響，推升國際能源及糧食等價格，全球通膨壓力持續上升，多國央行啟動升息循環與緊縮貨幣政策來緩解物價上漲壓力，已導致全球金融資產價格承壓，主要經濟體股價市向下修正，新興市場亦面臨資金外流及貨幣貶值等挑戰。此外，物價高漲已影響消費者實質購買力，加上財政刺激力度遠低於過去兩年水準，亦使市場需求放緩，故國際主要預測機構今年以來已多次下修2022年全球經貿成長表現。

在國內方面，受惠於新興科技應用需求續強，加上供應鏈缺料狀況逐漸改善及產品價格調漲因素，使得今年上半年貿易繼續呈雙位數成長，不過今年以來受到物價上漲、金融市場大幅修正，加上本土疫情升溫等因素影響，導致民間消費表現較原先預期偏弱。

根據台灣經濟研究院最新預測結果，2022年國內經濟成長率為3.81%，較今年4月預測下修0.29個百分點。根據台灣經濟研究院調查結果，6月製造業、服務業與營建業營業氣候測驗點同步下滑。

有關美國就業市場表現方面，美國商務部經濟分析局（BEA）近期對 2022年第一季美國經濟成長數值進行季節性調整，第一季GDP成長年增率（yoy）維持與前次修正數值相同為3.5%。BEA下修第一季美國的民間消費成長年增率0.3個百分點，並上修民間投資成長年增率1.3個百分點，調整過後的民間消費與民間投資成長年增率分別為4.5%與11.6%。同一時間美國的商品與勞務出口及進口成長年增率則分別為4.4%與12%，皆較前次估計值上修0.2 個百分點。

有關美國就業市場表現方面，根據美國勞動統計局公布資料，美國於2022年6月的失業率為3.6%，與前三個月失業率相同；此外6月美國非農就業人口增加37.2萬人。物價方面，美國2022年6月消費者物價指數（CPI）年增率為 9.1%，較前月數值上揚0.5個百分點。扣除食品與能源價格的核心CPI年增率則為 5.9%，則較前月數值下滑0.1個百分點。美國通膨壓力仍大，聯準會（Fed）已於2022年 6月16日升息3碼，聯邦基金利率來到1.5-1.75%區間。此外Fed也從6月1日開始啟動資產負債表縮表路徑，債券投資組合每月縮減475億美元，計畫將於9月擴大到950億美元。

至於美國經濟近期的景氣展望方面，參考美國供應管理研究所（Institute of Supply Management, ISM）公佈美國的2022年6月製造業採購經理人指數（PMI）為53點，較前一個月數值下滑3.1點；仍屬擴張範疇，受訪者表示新訂單屬穩定，但是成長幅度有限。

另外ISM公佈的2022年6月服務業PMI為55.3點，較前一個月指數下滑0.6點；服務業PMI數值也意味景氣仍屬擴張，但受訪者表示能源價格上揚對運輸服務業產生一些衝擊。

日本方面，日本內閣府公布 2022 年 5 月核心機械訂單(扣除船舶、電力)月減5.6%，其中製造業訂單月減9.8%，非製造業訂單則月減4.1%。財務省公布 2022年6月進口金額為10兆122 億日圓，較 2021年同期年增 46.1%，為連續 17 個月的正成長；出口額為8兆 6,284 億日圓，較 2021 年同期年增19.4%，為連續16個月的正成長。IHS Markit引用 JIBUN BANK日本製造業採購經理人指數(PMI)，雖然商業前景持樂觀看法升至3個月以來新高，但新訂單成長停滯使得產出成長放緩，供應鏈中斷和交貨延遲使得工廠出廠價格增速創歷史新高，致PMI指數來到52.7，較5月減少0.6點，但仍為連續第17個月在榮枯線之上。

在領先指標走勢方面，2022 年 5 月日本領先指標 101.4 點，較 4 月減少1.5 點，係因新徵才人數(不含大學畢業)、新住宅開工面積及中小企業銷售前景等指數呈現下滑所致。因此，展望日本未來經濟表現，領先指標之3個月移動平均來到101.7 點，較4月增加0.37點，7個月移動平均來到101.8 點，較4月增加0.10 點。而IHS Markit7月份對2022年經濟成長率預測較6月減少0.31個百分點，來到1.65%。

中國方面，2022年第2季GDP受到長三

角地區實施封城防疫措施影響經濟活動，致成長率僅達到0.4%，上半年GDP成長率為2.5%。其中全國規模以上(主要業務收入在2,000萬元及以上的工業企業)工業增加值年增率為3.4%、社會消費品零售總額達21兆432億人民幣，年增率-0.7%、固定資產投資(不含農戶)成長6.1%，其中民間固定投資成長3.5%。另海關總署公布2022年上半年貿易額達3兆791億美元，較2021年同期成長10.3%，其中出口達1兆7,323億美元，成長14.2%，進口額1兆3,468億美元，成長5.7%，前三大出口地區為美國(16.9%)、歐盟(16.0%)及東協(15.2%)，出口合計占比達48.1%。

在生產與商業活動方面，因生產經營活動逐步恢復正常，6月PMI指數為50.2%，較5月增加0.6個百分點，以企業規模來看，僅大企業PMI較5月下降0.8個百分點來到50.2%，仍在榮枯線之上；中、小型企業PMI皆較5月上升，皆增加1.9個百分點，分別來到51.3%及48.6%水準。非製造業活動指數來到54.7%，較5月增加6.9個百分點。而IHS Markit 7月份最新預測，較6月減少0.19個百分點，2022年經濟成長率來到4.04%水準。

國內情勢方面，首先在對外貿易方面，受到高效能運算、車用電子等新興應用與數位轉型趨勢持續推升晶片需求，加上中國封控情況緩解，缺料情況改善，且國際油品市場需求大增拉抬國內礦產品出口，以及出口產品價格調漲效益，使6月出口年增率由上月

的12.41%擴大至15.16%，連續24個月正成長。在主要出口產品方面，礦產品獲益於油價維持高檔，出口成長1.1倍，運輸工具受惠歐美市場對汽車與腳踏車零組件需求強勁，年增42.51%，基本金屬及其製品、電子零組件各年增24.83%、19.03%；進口方面，儘管國際原物料價格仍維持高檔，然去年比較基期逐月墊高，原油進口年增率從上月的三位數成長縮小至6月60.71%，使得農工原料進口年增率較上月略呈下滑，加上消費品與資本設備進口年增率亦較上月略為走低，故6月進口年增率由上月的26.64%縮小至19.16%。累計今年上半年出口較去年同期成長19.22%，進口成長24.75%，總計2022年上半年出超金額為276.89億美元，衰退11.71%。

物價方面，儘管蛋類與水果類價格年增率仍續呈現雙位數表現，然而蔬菜類價格年增率較上月明顯滑落，使得食物類價格由5月7.40%縮小至6月7.27%，對總指數影響1.79個百分點；國內持續啟動油價平穩機制令油料費指數回落，使交通及通訊類價格由5月5.49%縮小至6月3.54%，對總指數影響0.50個百分點，較上月減少0.15個百分點；受到去年同月住宅用戶暫緩實施夏月電價，基數較低，電費上漲22.47%，使居住類價格由5月2.03%擴大至3.36%，對總指數影響0.77個百分點，較上月增加0.31個百分點，故6月整體CPI年增率續維持在3%以上，來到3.59%，核心CPI年增率由2.60%擴大至2.77%；WPI方面，受到石油及煤製品、化學材料及其製品與藥品、電子零組件

等產品價格年增率續呈高檔，使得2022年6月整體WPI年增率續維持在雙位數以上，來到16.45%。累計今年上半年CPI年增率3.13%，WPI年增率為14.48%。

勞動市場方面，受到初次尋職者、工作場所業務緊縮或歇業而失業的人數增加，2022年6月失業率3.74%，較上月上升0.06個百分點，不過由於去年同期處於三級警戒期間，故6月失業率較去年同月下降1.06個百分點，總計2022年上半年失業率平均為

3.66%，較上年同期下降0.27個百分點。在薪資方面，2022年5月總薪資為55,440元，較2021年同月增加6.81%，5月經常性薪資為44,233元，較2021年同月增加3.26%，若以全年平均情況觀察，在扣除物價上漲因素後，2022年1至5月實質經常性薪資為41,524元，較2021年同月衰退0.20%，2022年1至5月平均實質總薪資為58,868元，較2021年同月成長0.58%。

一、景氣對策信號

111年5月為28分，與上月持平，燈號續呈綠燈。9項構成項目中，批發、零售及餐飲業營業額由綠燈轉呈紅燈，分數增加2分，製造業銷售量指數由綠燈轉呈黃藍燈、製造業營業氣候測驗點由黃藍燈轉呈藍燈，分數各減少1分；其餘6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9.8%減至8.7%，燈號續呈黃紅燈。
- 股價指數變動率：由上月-0.7%減至-1.9%，燈號續呈黃藍燈。
- 工業生產指數變動率：由上月下修值6.7%減至3.5%，燈號續呈綠燈。

- 非農業部門就業人數變動率：由上月-0.88%增至-0.12%，燈號續呈藍燈。
- 海關出口值變動率：由上月24.9%減至20.4%，燈號續呈紅燈。
- 機械及電機設備進口值變動率：由上月28.1%減至24.5%，燈號續呈紅燈。
- 製造業銷售量指數變動率：由上月下修值3.1%減至-1.7%，燈號由綠燈轉呈黃藍燈。
- 批發、零售及餐飲業營業額變動率：由上月4.9%增至9.5%，燈號由綠燈轉呈紅燈。
- 製造業營業氣候測驗點：由上月上修值94.8點減至92.6點，燈號由黃藍燈轉呈藍燈。

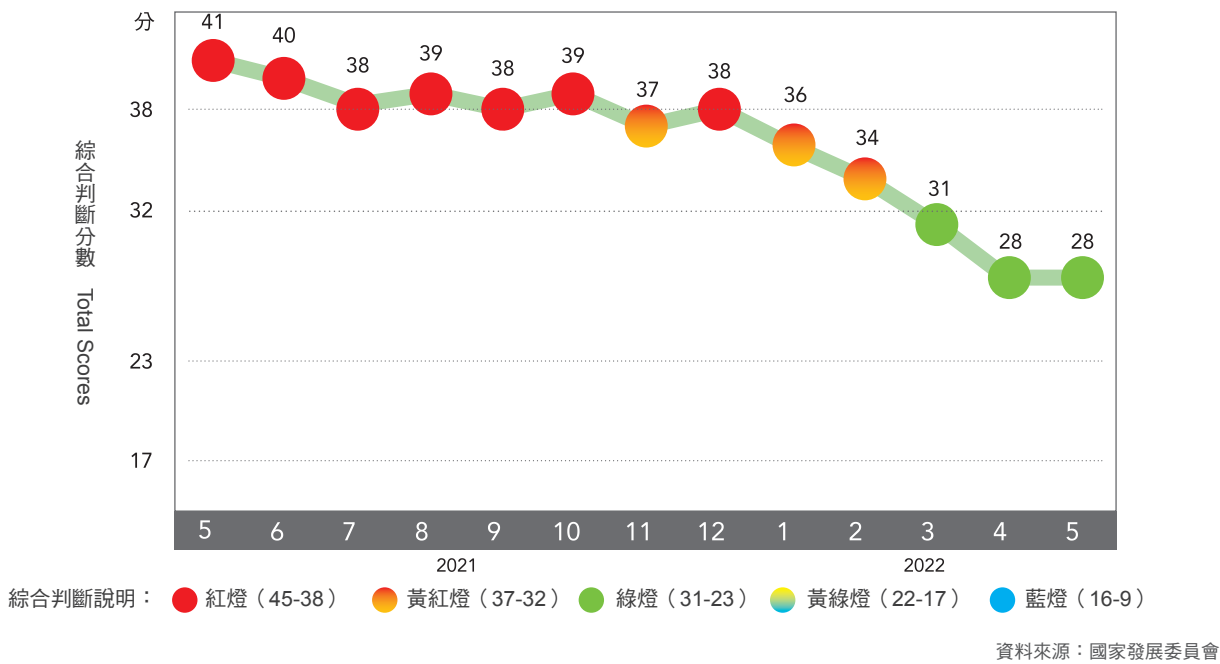


圖1. 近一年景氣對策信號走勢圖

景氣對策訊號		2021年								2022年							
		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		5月		
													燈號	%	燈號	%	
綜合判斷	燈號	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●		
	分數	41	40	38	39	38	39	37	38	36	34	31	28		28		
貨幣總計數M1B		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	9.8	●	8.7	
股價指數		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-0.7	●	-1.9	
工業生產指數		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	6.7 _r	●	3.5	
非農業部門就業人數		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-0.88	●	-0.12	
海關出口值		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	24.9	●	20.4	
機械及電機設備進口值		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	28.1	●	24.5	
製造業銷售量指數		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	3.1 _r	●	-1.7	
批發、零售及餐飲業營業額		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	4.9	●	9.5	
製造業營業氣候測驗點		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	94.8 _r	●	92.6	

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。

資料來源：國家發展委員會

圖2. 一年來景氣對策信號

二、景氣指標

領先指標 領先指標不含趨勢指數為99.03，較上月下降0.70%（詳表1、圖3）。

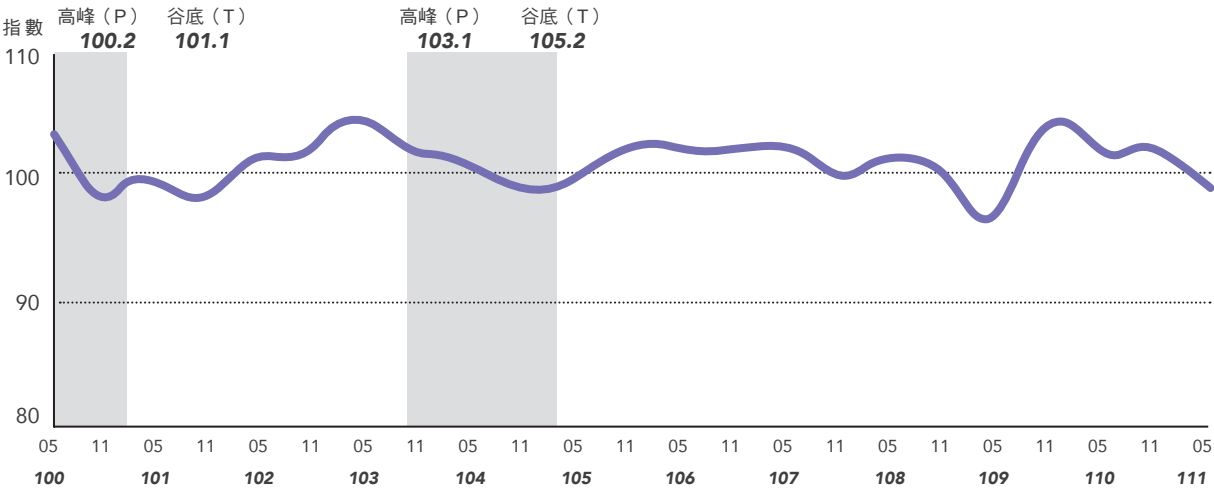
7個構成項目經去除長期趨勢後，僅建築物開工樓地板面積較上月上升；其餘6項較上月下滑，分別為：製造業營業氣候測驗點、實質貨幣總計數M1B、股價指數、外銷訂單動向指數、工業及服務業受僱員工淨進入率、實質半導體設備進口值。

表1. 景氣領先指標

項 目	110年 (2021)		111年 (2022)				
	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月
不含趨勢指數	102.35	102.00	101.52	100.95	100.36	99.72	99.03
較上月變動 (%)	-0.17	-0.35	-0.47	-0.56	-0.58	-0.64	-0.70
構成項目 ¹							
外銷訂單動向指數 ²	100.70	100.39	100.06	99.67	99.28	98.93	98.62
實質貨幣總計數M1B	100.43	100.29	100.12	99.90	99.62	99.31	98.99
股價指數	100.45	100.34	100.20	100.00	99.74	99.44	99.11
工業及服務業受僱員工淨進入率 ³	100.72	100.69	100.60	100.49	100.37	100.21	100.04
建築物開工樓地板面積 ⁴	99.12	99.37	99.73	100.24	100.91	101.55	102.12
實質半導體設備進口值	100.49	100.32	100.11	99.89	99.71	99.60	99.51
製造業營業氣候測驗點	100.40	100.26	100.01	99.65	99.17	98.62	98.05

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。

資料來源：國家發展委員會



註：陰影區表景氣循環收縮期，以下圖同。

資料來源：國家發展委員會

圖3. 領先指標不含趨勢指數走勢圖

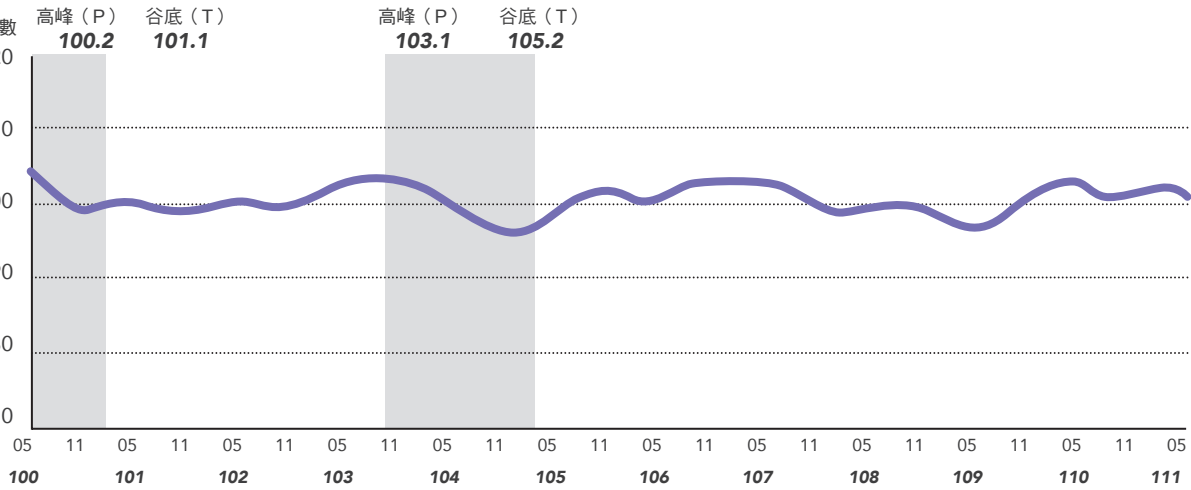
同時指標 同時指標不含趨勢指數為100.64，較上月下降0.56%（詳表2、圖4）。

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

表2. 景氣同時指標

項 目	110年(2021)		111年 (2022)				
	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月
不含趨勢指數	101.55	101.80	101.98	101.96	101.67	101.21	100.64
較上月變動 (%)	0.28	0.25	0.17	-0.02	-0.29	-0.45	-0.56
構成項目 ¹							
工業生產指數	100.49	100.37	100.26	100.11	99.89	99.67	99.44
電力(企業)總用電量	100.94	100.77	100.59	100.38	100.14	99.92	99.70
製造業銷售量指數	100.77	100.53	100.27	99.99	99.68	99.33	98.95
批發、零售及餐飲業營業額	101.10	101.36	101.51	101.53	101.43	101.18	100.86
非農業部門就業人數	99.48	99.72	99.86	99.89	99.83	99.72	99.57
實質海關出口值	99.34	99.91	100.54	101.07	101.38	101.57	101.70
實質機械及電機設備進口值	100.22	100.18	100.19	100.22	100.24	100.23	100.18

資料來源：國家發展委員會



註：陰影區表景氣循環收縮期，以下圖同。

圖4. 同時指標不含趨勢指數走勢圖

資料來源：國家發展委員會

落後指標 落後指標不含趨勢指數為104.73，較上月上升0.60%（詳表3、圖5）。

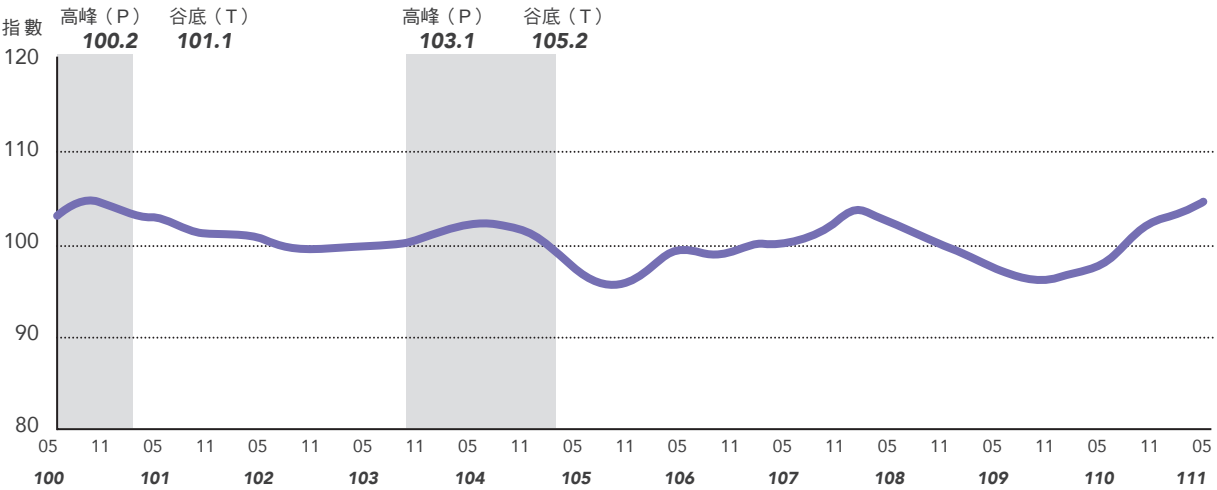
5個構成項目經去除長期趨勢後，3項較上月上升，包括製造業單位產出勞動成本指數、製造業存貨價值、金融業隔夜拆款利率；其餘2項較上月下滑，分別為：全體金融機構放款與投資、失業率。

表3. 景氣落後指標

項 目	110年(2021)		111年 (2022)				
	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月
不含趨勢指數	101.96	102.36	102.66	103.00	103.52	104.11	104.73
較上月變動 (%)	0.55	0.39	0.30	0.33	0.50	0.57	0.60
構成項目 ¹							
失業率 ¹	100.16	100.53	100.77	100.91	100.97	100.985	100.976
製造業單位產出勞動成本指數	99.89	99.86	99.87	100.00	100.35	100.81	101.31
金融業隔夜拆款利率	99.97	99.98	100.01	100.05	100.10	100.16	100.22
全體金融機構放款與投資	100.46	100.41	100.33	100.20	100.00	99.74	99.45
製造業存貨價值	101.60	101.72	101.85	102.05	102.33	102.69	103.09

註：¹失業率取倒數計算。

資料來源：國家發展委員會



資料來源：國家發展委員會

圖5. 落後指標不含趨勢指數走勢圖

三、製造業採購經理人指數(PMI)

2022年6月經季節調整後之台灣製造業採購經理人指數（PMI）指數由2020年7月以來最慢擴張速度（53.5%）微幅回升0.1個百分點至53.6%，連續第24個月呈現擴張。

• 五項組成指標中，新增訂單緊縮，生產轉為擴張，人力僱用與存貨擴張，供應商交貨時間上升。

• 領先反應景氣動態之新增訂單指數已連續3個月緊縮，指數在5月滑落至2020年7月以來最快緊縮速度（45.6%）後，回升1.8個百分點至47.4%。

• 經季調後之生產指數僅維持1個月的緊縮隨即轉為擴張，指數回升3.7個百分點至51.6%。

• 製造業未來六個月展望已連續2個月呈現緊縮，本月指數再大跌6.9個百分點至37.1%，為2020年6月以來最快緊縮速度。

• 五大產業回報PMI擴張，依擴張速度排序為食品暨紡織產業（55.0%）、電力暨機械設備產業（52.1%）、化學暨生技醫療產業（52.0%）、交通工具產業（50.9%）與電子暨光學產業（50.4%）。基礎原物料產業（49.1%）PMI則中斷連續23個月的擴張轉為緊縮。

• 六大產業已連續2個月全數回報未來六個月展望呈現緊縮，依指數緊縮速度排序為基礎原物料產業（28.9%）、交通工具產業（36.4%）、電子暨光學產業（36.7%）、電力暨機械設備產業（38.2%）、化學暨生技醫療產業（45.7%）與食品暨紡織產業（48.1%）。

產業別PMI依擴張速度排序為食品暨紡織產業（55.0%）、電力暨機械設備產業（52.1%）、化學暨生技醫療產業（52.0%）、電子暨光學產業（50.4%）。

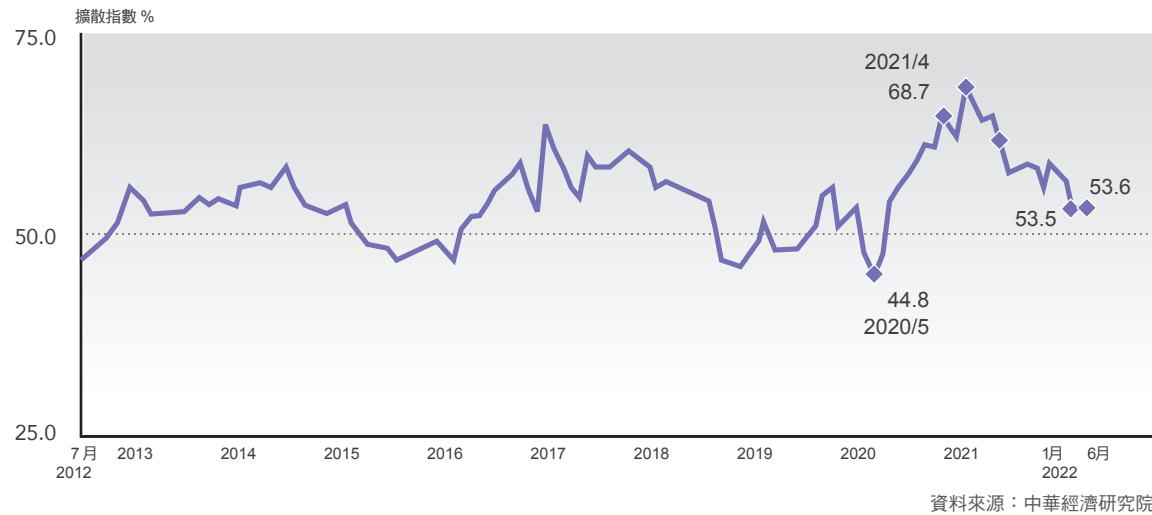
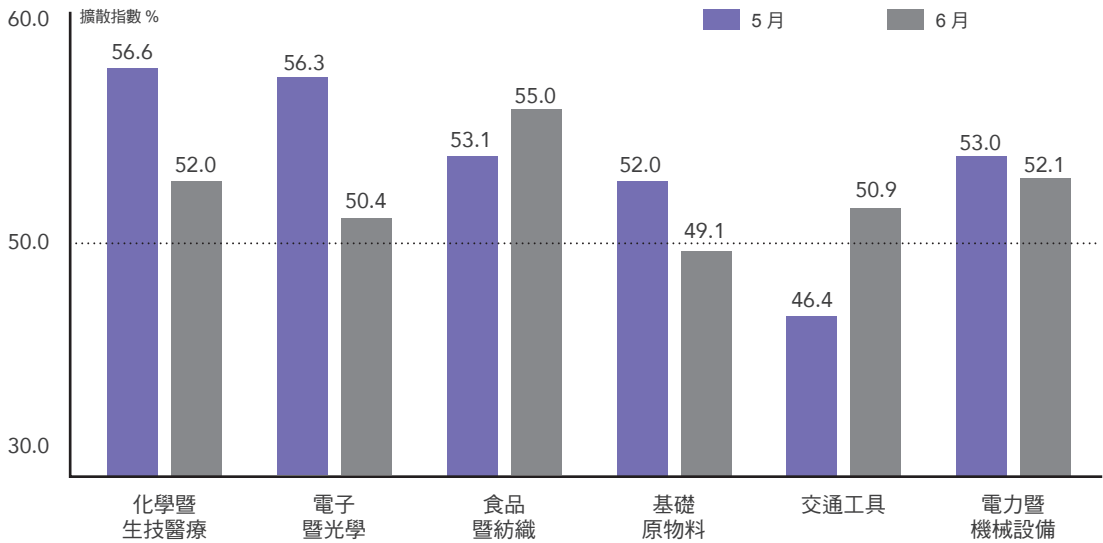


圖6. 臺灣製造業PMI時間序列走勢圖



資料來源：中華經濟研究院

圖7. 產業別PMI示意圖

表4. 2022年6月臺灣製造業採購經理人指數

單位：%	產業別											
	2022 1月	2021 12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	53.6	53.5	+0.1	擴張	加快	24	52.0	0.4	55.0	49.1	50.9	52.1
新增訂單數量	47.4	45.6	+1.8	擴張	趨緩	3	40.0	40.0	53.8	34.4	40.9	42.1
生產數量	51.6	47.9	+3.7	擴張	前月為緊縮	1	44.3	45.4	50.0	43.6	52.3	52.6
人力僱用數量	55.1	54.2	+0.9	擴張	加快	24	55.7	53.8	55.8	54.4	50.0	52.6
供應商交貨時間	54.8	61.7	-6.9	上升	趨緩	32	62.9	50.8	59.6	56.7	52.3	60.5
存貨	59.1	58.2	+0.9	擴張	加快	18	57.1	62.1	55.8	56.7	59.1	52.6
客戶存貨	56.9	52.1	+4.8	過高	加快	6	54.3	61.3	51.9	52.2	50.0	52.6
原物料價格	62.5	69.3	-6.8	上升	趨緩	25	67.1	61.3	84.6	50.0	65.9	71.1
未完成訂單	42.9	50.2	-7.3	緊縮	前月為擴張	1	41.4	43.8	53.8	37.8	38.6	44.7
新增出口訂單	39.1	47.6	-8.5	緊縮	加快	2	42.9	40.8	40.4	31.1	36.4	42.1
進口原物料數量	49.3	51.0	-1.7	緊縮	加快	1	50.0	50.0	51.9	43.3	52.3	53.9
未來六個月展望	37.1	44.0	-6.9	緊縮	加快	2	45.7	36.7	48.1	28.9	36.4	38.2
生產用物資(平均天數)	52	49	-	-	-	-	50	55	54	53	42	48
維修與作業耗材(平均天數)	43	43	-	-	-	-	44	44	47	41	36	41
資本支出(平均天數)	76	70	-	-	-	-	72	81	94	62	73	73

資料來源：中華經濟研究院

四、非製造業經理人指數 (NMI)

2022年6月末季調之台灣非製造業經理人指數（NMI）已連續2個月緊縮，指數由2020年5月以來最快緊縮速度（45.1%）回升4.6個百分點至49.7%。

八大產業中，四大產業回報未來六個月展望呈現緊縮，各產業依指數緊縮速度排序為金融保險業（21.3%）、批發業（29.8%）、運輸倉儲業（37.0%）與營造暨不動產業（39.7%）。三大產業回報未來六個月展望呈現擴張，各產業依指數擴張速度排序為住宿餐飲業（66.7%）、零售業（52.8%）與教育暨專業科學業（51.6%）。僅資訊暨通訊傳播業回報未來六個月展望為持平（50.0%）。

• 四項組成指標中，商業活動與新增訂單緊縮，人力僱用擴張，供應商交貨時間上升。

• 隨著國內每日新增確診人數增幅趨緩，未經季節調整之商業活動與新增訂單（新增

簽約客戶或業務）雖已連續2個月緊縮，惟指數由2020年5月以來最快緊縮速度（37.8%與37.5%）分別回升10.2與8.8個百分點至48.0%與46.3%。

• 非製造業之採購價格（營業成本）指數已連續19個月維持在60.0%以上上升（高於50.0%）速度，指數在4月一度攀升至2014年8月以來最快上升速度（76.1%），惟本月續跌1.4個百分點至71.0%。

• 未完成訂單（工作委託量）已連續6個月緊縮，惟指數由2021年7月以來最快緊縮速度（37.9%）回升3.7個百分點至41.6%。

• 非製造業之服務收費價格指數已連續25個月呈現上升（高於50.0%），指數由2021年7月以來最慢上升速度（55.2%）攀升4.9個百分點至60.1%。

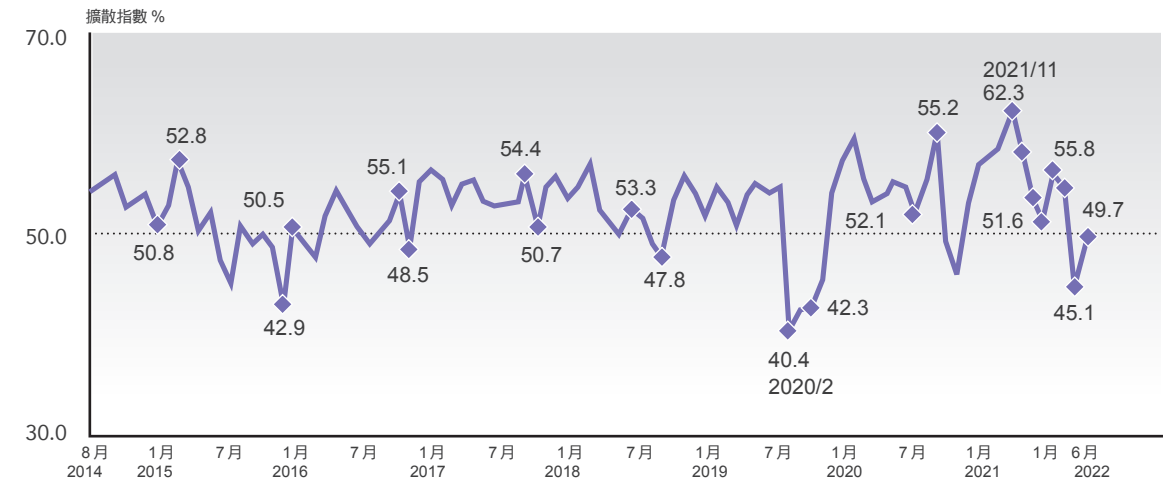
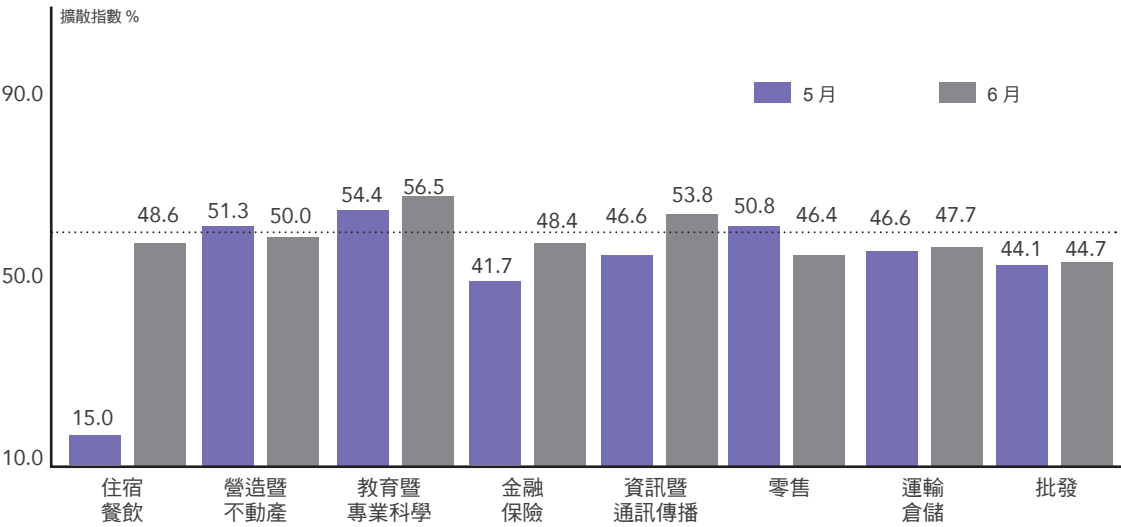


圖8. 臺灣非製造業NMI時間序列走勢圖

資料來源：中華經濟研究院



資料來源：中華經濟研究院

圖9. 產業別NMI示意圖

表5. 2022年6月臺灣非製造業採購經理人指數

單位：%	產 業 別													
	2022 1月	2021 12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	49.7	45.1	+4.6	擴張	趨緩	2	48.6	50.0	56.5	48.4	53.8	46.4	47.7	44.7
商業活動	48.0	37.8	+10.2	緊縮	趨緩	2	66.7	43.1	50.0	51.3	57.5	44.4	50.0	40.4
新增訂單	46.3	37.5	+8.8	緊縮	趨緩	2	50.0	43.1	61.3	47.5	55.0	35.7	48.1	34.1
人力僱用	50.8	49.3	+1.5	擴張	前月為緊縮	1	44.4	50.0	58.1	48.8	50.0	47.2	44.4	52.1
供應商交貨時間	53.8	55.7	-1.9	上升	趨緩	32	33.3	63.8	56.5	46.3	52.5	58.3	48.1	52.1
存貨	49.8	48.4	+1.4	緊縮	趨緩	2	38.9	43.1	45.2	48.8	47.5	47.2	57.4	56.4
採購價格	71.1	72.4	-1.4	上升	趨緩	78	83.3	74.1	62.9	72.5	62.5	77.8	61.1	70.2
未完成訂單	41.6	37.9	+3.7	緊縮	趨緩	6	27.8	44.8	50.0	45.0	42.5	33.3	42.6	43.6
服務輸出/出口	40.4	39.5	+0.9	緊縮	趨緩	5	0.0	50.0	50.0	50.0	41.7	25.0	46.2	28.6
服務輸入/進口	55.7	53.7	+2.0	擴張	加快	4	55.6	50.0	70.8	42.9	56.3	58.3	60.7	50.0
服務收費價格	60.1	55.2	+4.9	上升	加快	25	66.8	67.9	56.7	53.8	50.0	72.2	46.3	59.6
存貨觀感	53.1	52.1	+1.0	過高	加快	2	50.0	44.8	50.0	48.8	52.5	50.0	55.6	67.0
未來六個月展望	41.5	35.8	+5.7	緊縮	趨緩	3	66.7	39.7	51.6	21.3	50.0	52.8	37.0	29.8

資料來源：中華經濟研究院

• 未來六個月展望指數已連續3個月緊縮，惟指數由2020年6月以來最快緊縮速度（35.8%）回升5.7個百分點至41.5%。

• 八大產業中，五大產業NMI呈現緊縮，依緊縮速度排序為批發業（44.7%）、零售業

（46.4%）、運輸倉儲業（47.7%）、金融保險業（48.4%）與住宿餐飲業（48.6%）。教育暨專業科學業（56.5%）與資訊暨通訊傳播業（53.8%）回報NMI擴張。僅營造暨不動產業NMI呈現持平（50.0%）。

五、未來半年個別產業景氣預測 (以2022年06月為預測基準月)



未來半年景氣看好
 未來半年景氣持平
 未來半年景氣看壞

掌握未來趨勢！

「機器人工程師」證照 「自動化工程師」證照

5月

第11屆 機器人工程師
第25屆 自動化工程師

校園說明會&報名時間
3月1日~4月29日

● 2022年考試時間 ●

5月28日(六)
自動化術科:5月29日

12月

第12屆 機器人工程師
第26屆 自動化工程師

校園說明會&報名時間
9月1日~10月28日

● 2022年考試時間 ●

12月03日(六)
自動化術科:12月4日

校園巡迴說明會
歡迎來電預約！

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

主辦單位：





以智慧排程工具落實 生產管理系統的協作

文 工研院產業科技國際策略發展所 黃仲宏經理

在邁向智慧製造的同時我們看到製造業盡力地要把生產經驗數位化。經驗的傳承要靠量化，但是經驗很難量化，生產經驗的量化基礎是數位化，掌握數位科技於企業經營上的使用，才有商業模式創新的可能。本文將探討影響生產經驗量化的生產管理系統。生管系統意指企業因應內外部環境變化，透過使用、整合生產排程、生產調度要因分析、生產效益最適化分派的工具方法。我們發現以客戶、供應商和製造商三方協作的互動模式，已成為企業新型的營運模式，如何滿足企業從業務交期允諾到生產進度管理的同步，完善生產計畫與產線即時資訊是現今最大的挑戰。

“

關鍵字：

- ① 企業營運系統與生管系統架構
- ② 生產管理系統
- ③ 智慧排程工具

”

一、生產經驗的數位化

台灣製造業以中小企業為主，基於現實資源和策略格局不同，生產營運的數位化程度落差也相當大，有一些獨具遠見的企業已經著手建立智慧工廠甚至規劃新興數位科技的導入，但也有許多製造業現場仍是傳統機台與封閉式HMI(人機介面)，或者其雖有MES、

PLM、SCM等生產管理系統的導入，卻充斥著人為手動操作與未能化為生產決策的數據。

製造業在未來數年的發展中，有關新興數位科技的導入，例如雲端計算、邊緣運算、物聯網、人工智慧、區塊鏈，讓生產數據、營運相關數據，被打造、進化、提昇是可預期的。生產製造上可以用資訊技術來編輯及整合不同的數位化資訊，精確地安排各種複雜資料出現的順序、時間及因應設備。也可利用新一代資通訊技術強大的處理及搜尋功能，提供多媒體的互動方式，加強虛擬實境的真實感。透過網際網路無遠弗屆的牽引，這些數位化的資訊也可即時地被傳送。製造業導入數位科技的階段可區分為數位化(電腦化)、數位優化、數位轉型，從這三個階段來看，在企業進行數位轉型過程，必須先擁有

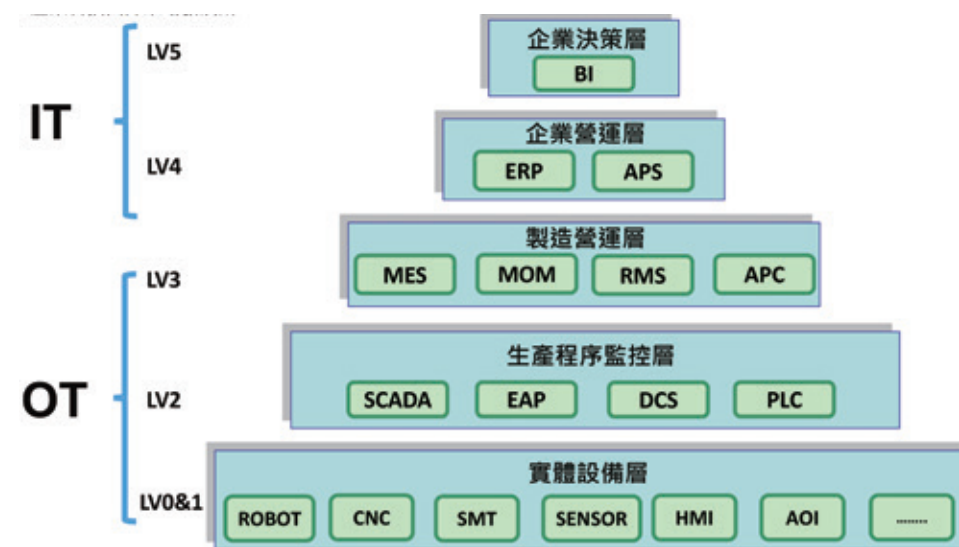


圖1. ISA-95:企業營運系統與生管系統架構

數位化基礎，掌握數位科技才有進行商業模式創新的可能。在探討生產經驗量化之前，我們先從ISA-95談起。

• ISA-95:企業營運系統與生管系統架構

ISA-95是國際自動化協會（International Society of Automation, ISA）在1995年通過的標準(也被稱為S95)。該標準的誕生過程是由 ANSI(美國國家標準協會) 監督並確保其過程。ISA-95 (The international standard for the integration of enterprise and control systems)，中文名稱為企業系統與控制系統整合國際標準。95所代表的意思是ISA 的第95個標準項目。

ISA-95為企業的營運系統與生管系統提出了一個架構，如圖1。它是一個整合的架構，現今我們看到歐盟的 RAMI 4.0，或是來自美國 OPAF 的規範，都是從 ISA-95 衍生而來。

在這個架構下，ISA-95將企業的資訊系統分為五個層次Layer0&1~Layer5，分別以

LV0&1~LV5稱之，LV0&1是實體設備層，它是實際的生產設備與感測器，主要是硬體，例如機械手臂、工業機器人、伺服馬達、CNC工具機、SMT設備、量測設備、感測器、訊號擷取卡、HMI等等。設備本身具有通訊能力是進行自動化整合的基本需求，若設備無標準對外通訊功能，也就無法對外溝通，此類設備只能維持人工輸入資料的模式。LV2是生產程序監控層，以常見的 SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition；資料蒐集與監控)做數據的蒐集並監控整廠環境，如管線流量或設備參數等數據，SCADA導入後與MES系統整合，做到監控機台設備的參數、稼動率及產出資訊。透過SCADA系統對生產設備與感測器進行監控及擷取資料，再將所擷取的資料利用大數據分析，產生最佳的參數，此為合理化的過程，一條生產線在智慧化之前，必定要先經合理化、標準化、自動化的過程，我們可說生管系統的導入就是在評估生產線是否為合理化生產。

LV3是製造營運層，負責製造作業的管理，也就是MES(Manufacturing Execution System，製造執行系統)，包括整體製造現場的監視、控制與紀錄等。含製造營運層以下的系統或硬體則多與工廠自動化相關。MES 負責承接 ERP (Enterprise Resource Planning，企業資源規劃)開立的工單，依據工單所需的料號展開加工流程，從各個工站所需的生產設備、設備生產參數、生產品質、物料等資訊，進行生產過程的控管與生產資訊的蒐集。

LV4是企業營運層，主要是生產計畫與運籌管理，包括建立訂單、排定生產排程、原料準備狀況與採購計畫、出貨與存貨控制等。最廣為使用的就是 ERP以及APS(Advanced Planning and Scheduling；先進規劃排程系統)。ERP 由訂單或銷售狀況等來預測需求，並透過 MRP(Material Requirements Planning；物料需求計畫)展開生產排程。以市場現有之套裝軟體系統導入的方式，投入的費用除了軟硬體之外還需顧問費用。ERP系統建置、MES系統建置、SCADA系統建置、MES與其他生產軟體的整合、ERP與MES的整合。生管系統的建置原則是根據企業的作業流程與管理制度。主因是ERP系統與MES系統的建置必須依據企業的作業流程與管理制度。

LV5是企業決策層，為企業日常營運之管理；包括產品生命週期管理（Product Lifecycle Management, PLM）與企業資源管理。此層級主要是利用科技以提升企業決策與營運，透過整合企業內各個層級的資料提供企業主或管理者進行決策的支援系統，具代表性的工具有 BI(Business Intelligence；

商業智慧)與 DSS(Decision Support System；決策支援系統)，DSS 包含了決策分析、AI、大數據等提供管理者建議方案。

從ISA-95我們看到若想達成企業的營運系統與生管系統的整合，首先就是要把生產過程乃至於整個營運流程中尚未能以數據形式即時蒐集的環節補上，特別是在LV1~LV3的階層，稱之為操作技術層(Operational Technology, OT)，像是未達汰換年限的傳統無聯網機械、工件的取放、上下料、搬移等，以建立生產現場環境的自動化與數位化、可視性。在此階段有許多面向要考量，諸如在哪些環節而要蒐集資料、用哪些技術進行感測或擷取、要蒐集哪些參數或物理現象、如何全程實現可靠的通訊連網、資料如何標準化以利後續交換與分析、資料該如何呈現與利用、資料傳輸與儲存的安全性等等，然後再將OT與LV4 ~LV 5的資訊技術層(Information Technology, IT)整合。

現行許多的軟體套件並不會特別針對企業的特定需求來設計，故必須做好評估，首先盤點目前資訊系統的使用狀況，例如ERP、MES、WMS等，另外要探討生產線上的設備通訊接口是否有符合的通訊規範，且要蒐集和記錄哪些數據，包括檢測的數據和機台的參數。

• 無人工廠不等於智慧工廠

今日有許多的無人工廠，但是無人工廠並不等於智慧工廠，有了很多機器人的工廠或許可稱為無人工廠，但它不等於智慧工廠。一個導入了許多機器人的工廠，只是自動化，還不能說是智慧化。智慧化應該要包括機器人在內的機台設備的操作技術與經驗的



圖2. 製程設備的資料串接整合所面臨的挑戰

傳承和系統整合。經驗的傳承要靠量化，但是經驗很難量化，所以製造業在邁向智慧製造的路上就是盡力把經驗數位化。例如某個製程中的張力參數。張力對產品最後的品質有影響，因此建立一個可即時分析張力數據的動作，即時分析這個參數。找到以前沒被注意到，只有資深員工經驗可能知道的事，我們把這件事也讓電腦知道；讓設備數位化的過程就是以感測器去蒐集並擷取出張力的數據資料，再透過大數據找到製程間相互的關係，以此把經驗的傳承建立起來，例如下雨天時，機台的溫度就會自動調高2度，讓機台變得智慧化。從數位化、可視化、可分析再到可預測，預測何時要維修，預測機台運作的最佳參數，這就是智慧製造的雛型，不再僅是靠資深員工的經驗。若能做到此，則整條產線的移動性就變很高，因為已把人為操控的因素大大降低了。

不過有些中小企業的生產設備數位化程度不足、彼此的資料無法串接，加上設備的來源有許多不同的廠牌，不同廠牌可能就有不

同的系統要串接，要做系統整合是有所困難的，這對很多的中小企業來說仍是挑戰，如圖2所示。但是必須做系統整合，才能進行數據的蒐集並監控生產狀況，才能進行排程優化以掌握生產線情況。台灣多數的傳統產業仍以人工進行生產排程，至今有些工廠的機台或設備，其使用時間可能長達20年、30年以上，甚至有使用了30年的PLC，這些PLC可能又有不同的品牌，其通訊還有RS232、RS485、Ethernet等等的不同。

若要發展智慧製造，首先就是機台設備之間要能串接，也就是設備的資訊要能溝通，各個系統要靠數位化去做整合。或者其雖已導入MES、PLM、SCM等生產管理系統，卻充斥著人為手動操作與未能化為生產決策的數據，或是導入MES、ERP後，但是可能少了客戶關係管理、供應鏈關係管理、實際生產情形的整合介接，且也不一定有排程規劃，多數業者的需求是希望導入的生管系統可做到未來的3個月的每一天，生產線上所需要的料有多少，可做出報表讓現場和庫存比

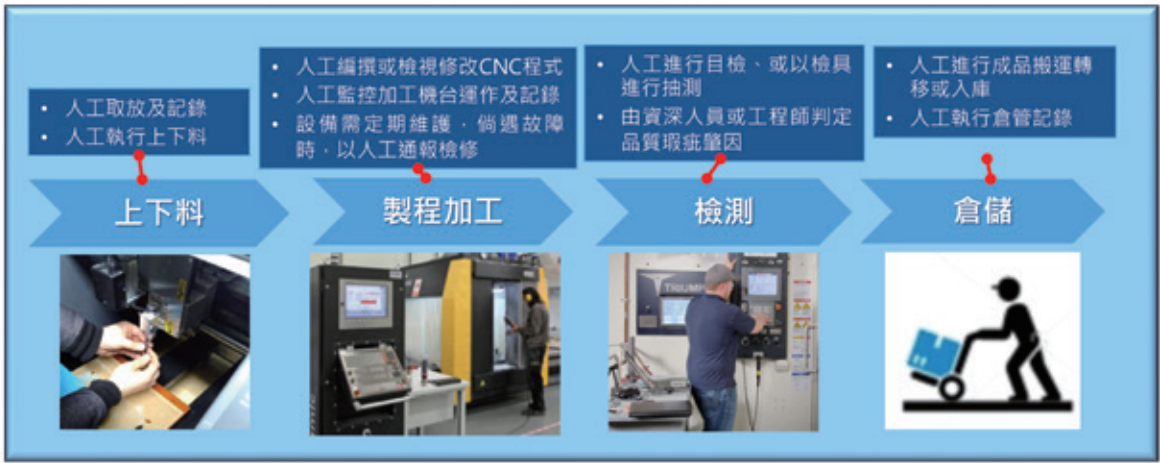


圖3. 離散式製造面臨的問題

對。所以生管系統實際上就是一個產銷協調工具，此工具可做訂單、生產數量和交期的確認，然後到ERP去產出工單。

ERP系統有內建產能計畫，MES是現場管制系統，許多業者在投資2套系統後，發現還是只在做蒐集資料的動作，最後仍要靠現場人員做產銷協調。製造業的生產現場要的是合理化。MES是大排程，APS可做到小排程，目前的問題是APS它會跟MES串接，但不一定有跟ERP的工單串接，導入APS時，與ERP工單對不起來，資料也不一定有整合，接下來我們將分析現場資料蒐集與派工管理面臨的問題。

二、從離散式製造看現場資料蒐集與派工管理面臨的問題

圖3列出目前離散式製造面臨的問題；所謂的離散式製造是指產品從原料到半成品、成品的生產過程，可獨立、不需要在同一廠區以連續的製程完成。台灣製造業有8成以上均屬之，例如機械設備/機械零組件製造、金屬製品製造、塑橡膠製品製造、汽機車製造、

航太零組件製造、電子/光電產品製造、3C產品製造…等等。而像是石化產品、飲料、藥品等則屬於連續式製造。

• 現場資料蒐集與派工管理面臨的問題

從產品的生產到完成，是以人工的方式進行料品的取放記錄、或是以人工監控加工機台的運作與記錄；這會讓製品在生產線上的各種即時資訊無法被統合控管，更不用說把生產的即時資料準確的回應在電腦上，如此就無法透過數據的蒐集與分析，做出更精準的生產排程。除了機台設備的資訊不見得能串接外，表1是我們從離散式製造而分析的目前現場資料蒐集與派工管理面臨的問題。

• 企業沒有導入MES或APS的原因

我們分析台灣的機械金屬加工製造業對於生管作業數位化的做法上，有高達8成的企業會以尋求市面上的數位化工具導入為方法。而目前製造業在執行生產排程與派工上主要有幾個類型，1、以軟體系統進行排程與派工。2、以軟體系統進行排程+生管人員手工派工。3、生管人員手工排程與派工。

表 1. 現場資料蒐集與派工管理面臨的問題

現場資料蒐集	- 報工的資料都是下班前或隔一天才能至系統中輸入資料 - 報工由人工填寫，無法蒐集更多的生產狀況 (設備資料 / 異常狀況 / ...) - 人員工時統計的正確性不足，導致成本計算可能不準確 - 工時的統計分析由人工處理，當天的狀況要隔天或隔幾天才能知道
設備資料蒐集	- 設備移動的資料沒有辦法確實蒐集 - 人工花很多時間計算移動，但是 2~3 天以後才看得到 - 移動的資訊與實際有落差，參考性不高
現場派工管理	- 派工需要事前從系統或倉庫調查並抄錄材料齊料狀況，再安排派工 - 派工需事前從系統或現場調查並抄錄模具、治具狀況，再安排派工 - 派工需事前從系統或現場調查並抄錄設備狀況及負荷，再安排派工 - 派工需事前從系統或現場調查並抄錄生產進度，再安排派工 - 機台或生產線派工的產品與設備的配對及順序，依賴經驗安排
接單產銷排程	- 人工依經驗判定後回覆抽插單或客戶詢單 - 人工參考系統後回覆抽插單或客戶詢單 - 完全依據系統模擬結果回覆抽插單或客戶詢單 - 人工依經驗判定後回覆客戶詢問生產進度 - 人工參考系統後回覆客戶詢問生產進度 - 系統可給客戶自行查詢生產進度

多數的業者是以軟體系統進行排程+生管人員手工派工為主。而在生產資訊系統的導入上，有些ERP系統有內建MPS、MRP、工單管理的排程。有些則是獨立外掛APS 排程系統。沒有導入MES的原因，主要為1、與公司既定營運策略無關，不需要MES導入。2、對產品生產的軟體輔助系統需求尚無法掌握。3、缺乏可靠評估方法，不容易評估導入成效與風險。4、接觸較少生管系統專業知識。5、不容易找到合適的軟體商。6、ROI(Return On Investment，投資報酬率)的考量。7、缺乏生管系統導入所需資源(資金、人力)。

其中以缺乏可靠評估方法，不容易評估導入成效與風險所占的比例最高。

我們再以機械金屬加工製造業對於目前市面上的排程系統導入之金額做調查，發現有65%的業者願意以150~300萬元新台幣的價格購入單廠區排程管理的系統，約有31%的業者願意以300~500萬元新台幣的價格購入可執行多廠區排程管理的系統。當然也有部份的業者不選擇套裝的排程系統，會另尋客製化的開發，他們一直在尋求可適合插單，急單，變單的產銷協調工具，例如看板有派工功能模組、客製化的物料需求分析模組、資料整合介接模組。而在製造現場管理系統

的導入金額上，大多數的業者可接受的範圍是，1、100~150萬元新台幣:具生產進度基本管理的功能。2、150~300萬元新台幣:具進階應用的功能(ex.管理模治具、管理機台設備)。3、300~500萬元新台幣:具現場管理的功能，包含QC(Quality Control)品質管理。

西門子的製造營運管理系統Opcenter，它可說是含括了QMS(Quality Management System，品質管理系統)、MES、APS、AI，可說是一套完整的企業資源解決方案，其導入費用可能達上千萬新台幣，但是是否能貼近在地企業的實際需求呢?這些知名的資訊系統軟體商是解決方案的提供者，但是企業都會根據自己的業務性質、規模、電腦化經驗與能力來選擇適合的排程軟體系統，因此數百萬元等級的客製化智慧排程軟體逐漸地出現在市場上。我們預期排程軟體的智慧化與數據蒐集的資料庫，會以各式名義推出。趨勢是一、排程軟體的智慧化，用AI做訂單的排程與庫存的最佳化。二、數據蒐集的資料庫，用以協助製造業取得生產知識、儲存知識、進而管理知識，並建立關鍵製程良率的預測模型，導入資料庫平台成為企業的數位資產管理。

三、發展趨勢： 以人工智慧強化生產排程的邏輯

這2年來受疫情和戰爭的影響，使得勞動人力短缺與供應鏈不確定的問題不斷浮出檯面，讓製造業本來就不容易即時掌握的產能狀況更是雪上加霜。我們看到的問題是，以人力進行排程逐漸地不適合現今製造業少量多單的接單方式。消費性產品不斷推陳出新，樣式選擇多幾乎成為潮流，這也代表著

工廠生產端必須要有更靈活更智慧的排程方法。一家運動鞋製造工廠，10年前每年出貨的鞋子500萬雙，可能是20張訂單，但是現在一年出貨800萬雙，訂單可能高達120張。還有急單甚至可能會變成常態，對公司的業務人員來說，他必須要能更肯定的對客戶承諾交期，讓客戶的滿意度提昇。

以人工做手動排程還是常見於目前台灣的中小企業，不過我們也看到隨著工單電子化，近年以規則基礎方法(Rule-based)建構的排程系統不斷地出現在市面上，雖然它們都能做大部份排程的自動化，但最後都還是需要人工做調整，不算是真正的智慧自動化。因此為了解決複雜的決策任務，以AI的演算法強化生產排程的邏輯，進而產生智慧排程的工具被推出。它的最主要目的是在缺料及急單的情況下，讓企業仍然有最佳化的資源配置與保持100%達交率。坊間已有許多中外智慧排程的軟體，標榜可大幅幫助製造業縮短生產排程的時間，例如從2天變半小時，從5天的排程變成5分鐘等等。生產排程時間的縮短就是要讓生產變得彈性有效率。

對公司的營運單位來說，好處有1、保持最低的庫存，2、提高現金週轉率，3、最短的換線時間，4、精簡人力的投入，5、最精確的達交率。其就是實現資源配置的最佳化。所以我們看到以人工智慧的深度學習演算法來強化生產線的排程，使其為智慧排程變成發展趨勢。企業從接單後的規劃、採購、生產、檢測、倉儲、物流、銷售、售服，有各式的挑戰，資深員工的經驗固然重要，但這裡頭仍有著各種不同的變數，仍有著太多的不確定性，我們每日每星期每月就是要在這些千萬種組合中找出最佳解答。人工智慧的

深度學習技術可望為生管系統做訂單的排程與庫存的最佳化，讓企業在複雜與多樣的環境中可隨時擁有更好的決策。

四、小批量的訂單 也有運作效能且符合交期

• 適用各領域的客製化智慧排程工具會不斷推出

第二個發展趨勢是客製化的生管系統模組會不斷地被推出，解決製造業者一直在尋求可適用於插單，急單，變單的智慧排程工具。目前面臨的最大問題是過去傳統手動排程方法以經驗法則為主且排程資訊皆以EXCEL記錄，雖有基本排程法則，但在經驗傳承斷層與排程資訊不透明的情況下，若有需要交接的需求，往往耗時且上手時間長，而利用智慧排程讓小批量的訂單也有運作效能且符合交期。

我們看到的智慧排程規劃步驟分別是1、ERP訂單資料蒐集，2、決策樹建構，3、決策樹修正，4、規劃生產所需用到的機台，5、在指定的工作日期間進行排程。智慧排程工具的發展趨勢是不只有做排程，且還能產生工單，跟ERP整合，將生產完成日期反饋給ERP，以便業務掌握生產時程，甚至可與目前各品牌的MES交接，強化生產段的設備資訊控管。

• 智慧排程工具有助於生產經驗的量化

從單一設備的生產操作到多機設備的協同合作，智慧排程工具要可以掌握生產設備的健康效能與所需要的料材，且能預測出不同條件與情境下的成效。生產經驗的量化後，將有助於業者以最佳的參數條件進行生產，

精確地產出符合訂單要求的產量與最好的品質，而長遠來看，從最適切的產量也有助於思索出如何做到最低量的碳排。

我們預期適用各領域的客製化智慧排程工具會不斷推出，例如適用於模具產業、橡塑膠產業、鈹金產業等等的智慧排程工具會以軟體平台的方式出現在市場上，導入後製造業可透過系統化的管理，讓生產經驗量化，降低年輕人進入產業的門檻，也逐漸降低對資深員工的依賴。而此目的即為加速企業在管理與製造技術的升級，更深一層的意義則在於協助企業做到最有效率的生產，甚至是開始評估如何有最低量的碳排。

結語

如何透過資料的運用來強化運營的能力，已是製造業的重要課題，這個課題主要面對的是終端產品的多樣化、客製化。目前企業資訊系統主要是以ERP做為營運(財務、員工)資訊管理，以MES製造執行系統做為生產線的生產資訊管理。這些系統若能結合智慧排程工具(軟體)，與有分析功能的數據蒐集平台(軟體)，將是製造業把生產經驗與知識量化的重要途徑，以因應從業務交期允諾到生產進度管理的同步，完善生產計畫與產線生產的即時資訊。

我們從ISA-95企業營運系統與生管系統架構，看到製造業把OT與IT整合是重要的進行式，也看到了現場資料蒐集與派工管理所面臨的問題，並預期智慧化的排程軟體與用以協助製造業取得生產知識、儲存知識、進而管理知識的數據蒐集資料庫會不斷被推出。

協作機器人 發揮人機協作優勢 助力製造場域 因應少量多樣生產情境

文 財團法人資訊工業策進會產業情報研究所 盧冠芸產業分析師

協作機器人具備多樣的感測模組，能在確保人類操作者安全的情況下，讓人類與機器人得以在共享的工作空間中共同協作，發揮互助合作的效益。人類反應力好且適應力佳，能輕鬆應對各式突發狀況；而機器人則擅長處理一致性、重複性高的任務，若能有效讓兩者相互協作，將能有效因應少量多樣、具彈性的生產模式。

人與機器人之協作類別

人與機器人的「合作」是指在生產線廠，機器人系統和人類透過互動來交換資訊，執行共同任務或目標時所產生，如果在定義的工作空間內，使用專門設計的機器人來與人「合作」，而且沒有任何「額外」（如柵欄或圍籬）保護裝置隔開人和機器人，則稱之為「協作」。因此，協作會需要具備人與機器人共享任務、目標和工作空間。

專門設計來與人協作的機器人即為協作機器人，而若要讓協作機器人在相同空間及時間疊合狀態下執行動作，就會需要遵守相關標準和安全準則。國際標準化組織（International Organization for

Standardization, ISO）發表ISO 12100標準，要求評估所有協作機器人的風險與風險降低流程；安全標準方面，則會要求符合ISO 10218及其補充文件ISO／TS 15066規範，以避免人與機器人協作的安全疑慮。

按照協作方式的差異，整體能將人機協作分為四種模式（如表1所示），包含「安全額定監控停止」（Safety-rated Monitored Stop）、「手動導引」（Hand Guiding）、「速率及距離分隔監控」（Speed & Distance Separation Monitoring）、「由固有設計或控制所限制之功率及力量」（Power & Force Limiting）。按照ISO 10218的規範，能夠執行其中一種或多種協作模式，則可以定義為協作機器人。



表 1. 協作機器人系統之協作模式

操作方式	操作方式描述
安全額定監控停止 （Safety-rated Monitored Stop）	一旦系統檢測到協作區域中有人，機器人就會停止所有動作，以允許直接互動或避免讓操作員暴露於危險 • 通常用於裝載、卸載零件的設備或檢查設備
手動導引（Hand Guiding）	手動操作設備的動作直接轉化為機器人動作，機器人的任何動作只能透過操作員的直接輸入來執行 • 通常用於機器人升降輔助、限量或少量生產
速率及距離分隔監控 （Speed & Distance Separation Monitoring）	主動監控機器人系統的工作空間，並根據移動中的人與機器人之間的動態距離，調整機器人的動作與速度 • 操作簡單、屬於直覺操作介面
由固有設計或控制所限制之功率及力量 （Power & Force Limiting）	透過可靠的量測系統檢測機器人系統與操作員之間的碰撞，透過測量衝擊力和機器人達到安全停止 • 通常用於微型或動態可變應用環境，操作頻率非常高

資料來源：ISO，資策會 MIC 整理，2022 年 5 月

但在現行的機器人整機銷售市場上，對於協作機器人的定義仍處在僅限於滿足「由固有設計或控制所限制之功率及力量」條件。未來隨著協作機器人持續發展，應用感測模組或解決方案讓工業機器人具備協作基礎，傳統工業機器人與協作機器人的界線或將有所模糊。

協作機器人三大功能與效益

對比傳統工業機器人與協作機器人，前者有利於單一品項產品的大規模量產、長期生

產，以及需要快速、大批量的製造任務；協作機器人則適用於多品項、小批量的短期製造任務，且可促進人類與機器人協同合作生產，以下則分別說明三大功能與效益：

功能效益一：擴大產業應用的彈性

協作機器人優點係能有效地應用於少量多樣的生產情境，也能在作業任務變更或微調使用方法時依循變化調整，因此，未來生產製造需要更高的彈性和可擴展性時，協作機器人將會有更大的發揮空間。

加上協作機器人空間占用比傳統工業機器人小，可與工作台桌分離，無須綁定在機台基座，使安裝位置變得更多，也更適合安裝在移動機器人平台上，大幅提升部署彈性。隨著搭載適配的運算設備或感測器，將可擴充機器人的功能與應用。

功能效益二：支援安全的人機協作

人與協作機器人共享工作空間將會有接觸或衝突等危險，因此，協作機器人在設計時，更需要充分考量相關安全設計。協作機器人荷重能力會有所限制，難像傳統工業機器人能有超高荷重，原因在於載重越高，與人碰撞的傷害就越重，而且馬達輸出越大，越難檢測到碰撞時產生的較小力道。

近年亦有技術採用者注意到協作特性而讓現有工業機器人具備協作能力，促使廠商投入開發力感測器或視覺辨識人類動作的解決方案，期望讓傳統工業機器人升級為協作機器人，也讓相關的安全標準與安全規範需要對應調整，讓技術更為便利同時也能保障使用者安全。

功能效益三：方便直覺的直覺教學

傳統工業機器人教學介面複雜，且各家廠牌程式皆不同，導致教學成本較高（通常由系統整合商設定）；當機器人學會特定動作或技能後，若想要改變動作的轉換成本亦高。然少量多樣的生產方式通常還是會需要調整機器人部分參數或動作，因此，多數協作機器人支援手拉的直覺教導功能，讓作業員能手拉機器人到定點完成指定動作。

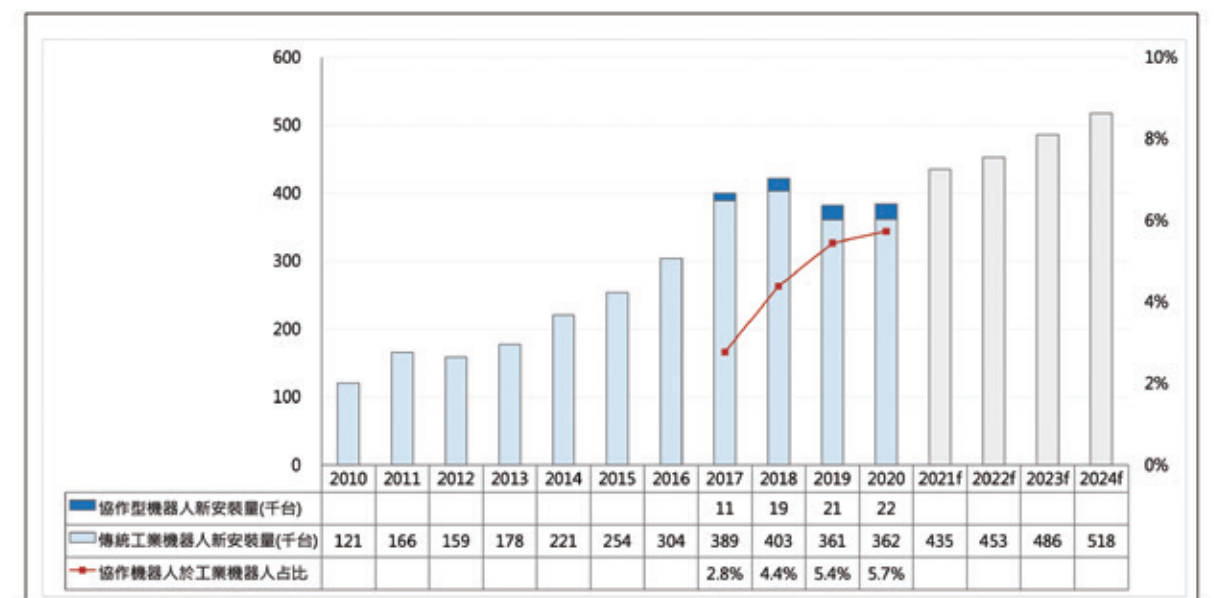
協作機器人廠商也提供對應的教學設備或無編程（No-code or Codeless）教學介面，例如Fanuc提供以末端搖桿操控的設備，可直接在手動模式中操控或直接教學，使作業員能輕鬆上手、完成對機器人的教學示範。

協作機器人市場發展概況

疫情2020年於全球大爆發，造成製造工廠和物流倉庫的停工，改變許多產業在短期或中長期的規劃，甚至影響協作機器人的產能，加上想要採用協作機器人的廠商轉而對投資持有保留態度，因而造成協作機器人訂單延後或取消的情況。值得注意的是，2020年整體的工業機器人新安裝量仍較前一年微幅增加1%、達38.4萬台（詳如圖1），其中，傳統工業機器人為36.2萬台，而協作機器人為2.2萬台。此為2019年美中貿易衝突觸底後的溫和回升，受益於主要產業如電子業需求增加，並超越汽車業，成為工業機器人最大的採用產業。

根據國際機器人協會（International Federation of Robotics, IFR）每年10月公布前一年的統計及預測資料，2020年協作機器人新安裝量成長6%、來到2.2萬台，約占整體工業機器人總數的6%。IFR也預測2021年相較前一年成長13%，之後整體工業機器人將以6%年複合成長率逐年成長，協作機器人占比亦將值得關注。

協作機器人2017年開始與傳統工業機器人分開計算，當時占比僅3%，而後比例逐漸擴大，除原本協作機器人品牌如Universal



備註：2021至2024年為預測資料
資料來源：IFR，資策會MIC整理，2022年5月

圖1. 全球傳統工業機器人與協作機器人新安裝量統計與預測（千台）

Robots、達明機器人等持續深耕市場、取得一定市占之外，傳統工業機器人大廠亦投入開發協作機器人產品線，近年中國大陸與韓國浮現多家廠商陸續發表協作機器人產品，預計將有更多的協作機器人實際部署到市場。

協作機器人市場三大驅動要素

驅動要素一：

人與機器人協作的需求急遽增加

隨著技術持續發展，生產現場對於能夠與人協同運作的協作機器人需求有所增加，產業需要的並非僅是用以取代人類勞動的機器人，而是能讓人與機器人能各自發揮專長，進而達到互補的協同生產。

工人的彈性高、生產力相較於機器人偏

低；而機器人彈性低，但擅長處理一致性、重複性高的任務，兩者深具互補性，因此，未來若要朝向少量多樣、具彈性的生產模式，勢必要讓一般工人從人機協作獲得生產力提升。

此外，當工人與協作機器人的工作空間得以共享，就無需使用安全護欄或圍籬，也能夠讓機器人安裝在人類工作的區域，不需要像傳統工業機器人得安裝在特定區域。因此，安裝空間限制消失，也能省下安裝空間，讓空間運用更有彈性。

驅動要素二：

提升生產力並輔助執行高風險任務

協作機器人能夠細緻地完成人類難以做到，或是危險而且辛苦的工作，讓工人能在安全的環境下處理沒有危險的工作。舉例來

說，要在疫情爆發下讓工廠重啟，勢必得遵守復工規範，像是增加室內社交距離，若能在既有的產線導入協作機器人，便能降低產線工人距離過近而產生的染疫風險；部分工人也能移轉到安全的地方進行遠距監控或操控等工作。

將協作機器人導入既有產線能避免工作流程中斷，進而大幅降低生產製造過程潛在的損失，讓工人能夠適時休息、無須時時緊盯相關流程運作概況。對於目前製造業難以招募勞工的情況之下，以人機協同提升生產力將能緩解部分人力不足的情境；另一方面，也能因為生產力增加、降低工時，或是避免執行高風險工作，而有望提升人才招募與留任的機率。

驅動要素三：

人機創新融合有望提高產業競爭力

協作機器人將產生雙位數成長，關鍵原因正是強調人與機器人協作，讓人類得以發揮專長，例如運用創造力到人與機器人創新融合的過程，帶動流程或製程創新，促進產業或企業取得關鍵競爭力。

另一方面，已開發國家逐步邁向少子化、高齡社會，同時亦有薪資上漲和人力不足等多重困境，機器人將是已開發國家克服低勞動生產率的重要解決方案。協作機器人成為機器人領域重要的創新融合技術領域，為了持續探究其發展潛力，也吸引許多廠商開始投入整機製造或開發相關感測技術及零組件。

協作機器人工廠應用

全球導入協作機器人數量最多的產業為電子業、其次為汽車業，接續為物流業，近年在美中之貿易戰、疫情產生的供應鏈斷鏈問題，促使製造業者重新遷移生產基地，同時，各國開始將半導體製造視為國家安全議題，種種因素促使電子業、製造業將生產基地移往接近市場之處，形成短鏈供應的現象。加上市場對於少量多樣的需求，製造業將會需要具備生產製程的調整彈性。

協作機器人因為具備能與人共同協作、合作的互動性，讓人與機器人得以共享工作空間、而不會產生碰撞，並且保留直覺式的教學、演示，讓操作員即使不懂用程式輸入控制指令，也能輕鬆以手動方式，教導機器人學習新任務，讓生產製造的流程能夠保有更多的調整彈性。因此，人類與協作機器人的合作，有望帶動新的合作模式，讓人類與機器人各自發揮優勢，促成更好的合作效率，而不會讓人擔心當機器人進入到更多工廠製造流程之中，可能造成人類被機器人取代的擔憂。

多年前就開始將協作機器人導入工廠的BMW，近年亦持續增加協作機器人的應用，例如車門的隔音和防潮裝置的工序，需要由工人輕輕將帶有膠珠的箔片放置到位，屬於一項勞力密集型的工序；導入協作機器人後，便能運用機械手臂裝載滾輪裝置來進行此項任務，補充人類的靈活度與敏感度，如果機器人工作過程出現意外中斷，工人能夠

隨時再次以手動方式執行相關工序，讓工人從原本需要高度重複的勞務中，轉換成監督和指導型的角色，促進人與機器人更好的分工。

近期Universal Robots在慕尼黑Automatica展會推出新產品「UR20」，重新改造機械手臂的關節設計，最高能比舊款產品提升高達30%的扭力矩與移動速度，未來應用成為各界關注焦點。此外，氣壓自動化大廠Festo亦在Festo TechTalk 2022活動發表氣動式協作機器人手臂，預計於2023年正式商用。根據Festo發表的內容，該協作機器人將使用6個氣壓式致動器，而非傳統的電動馬達與機械傳動裝置，主要透過壓縮空氣的方式取代傳統扭力矩感測器來精準移動。材料方面，採用壓鑄鋁，重量約為17公斤，並將相關系統整合於機器人底座，因此不需要額外的控制櫃，相關商用動向也值得關注。

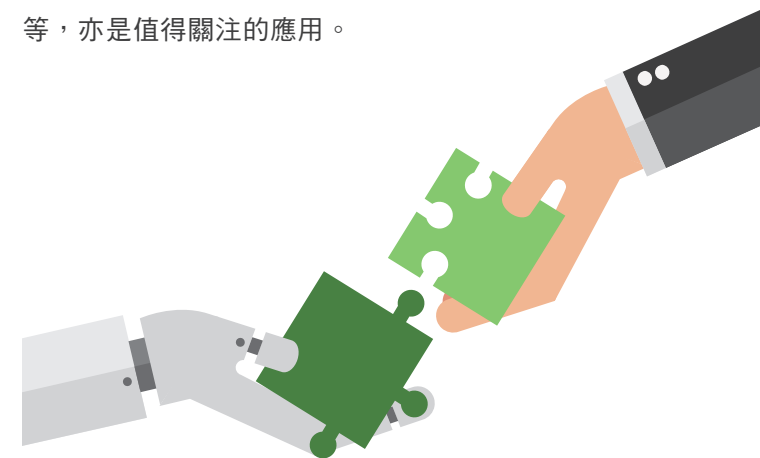
協作機器人未來展望

協作機器人讓人與機器人得以在相同空間與時間疊合的狀態下，藉由互動交換資訊，執行共同的任務和目標，而無須加裝保護裝置隔開人和機器人，創造新型態的協作模

式，讓人類與機器人能各自發揮所長，藉由互補以共同提升協作合作的生產率與彈性。

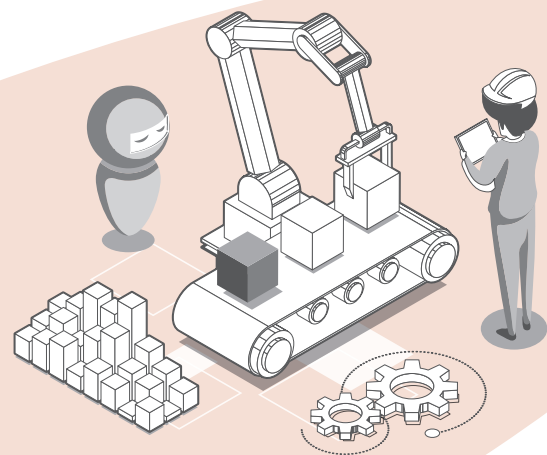
觀測協作機器人市場驅動因素，共享的工作空間節省以及安裝空間限制消失，有利於生產現場的空間、動線等資源再分配，提升空間運用成效。透過機器人接手重複性或有危險的工作，也能讓人類應對臨時狀況，甚至是運用創造力帶動流程創新，最終創造企業競爭力，種種因素皆讓協作機器人的發展成為未來機器人領域。

放眼中長期，食品飲料製造或傳產等工廠有望增加協作機器人導入，甚至在服務現場運用協作機器人，皆具備相當的發展潛力，特別像是近期Miso Robotics將協作機器人導入到連鎖速食餐廳，輔助後場廚師處理炸物等，亦是值得關注的應用。



參考資料

[1] IFR (2021). World Robotics 2021 - Industrial Robots.



由協作式製造系統 探索智慧機器人的 角色、技術與能力

文 工業技術研究院機械所 黃甦組長

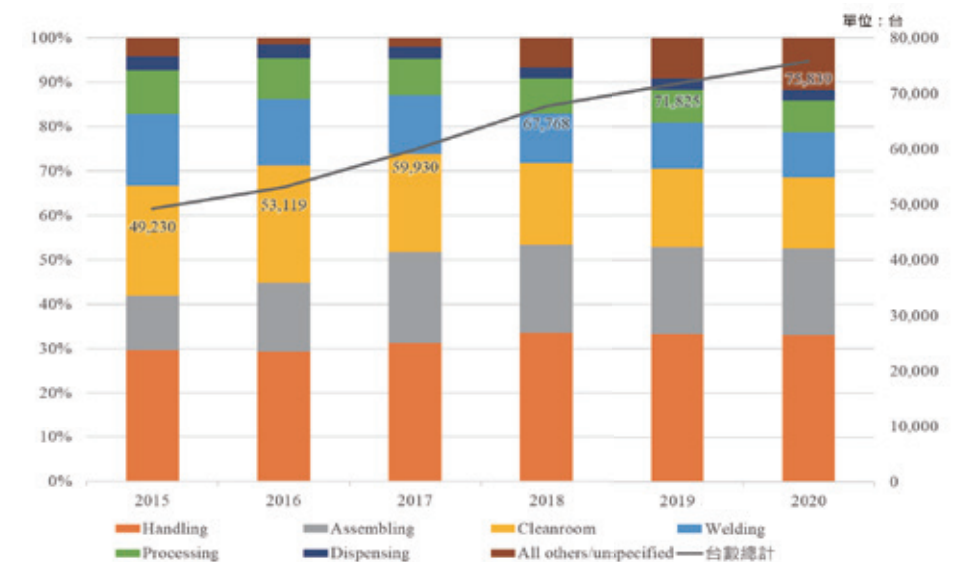
自 18 世紀至今人類歷經了四次工業革命，這四次革命中除了有能源使用的變化外，「機械設備」的角色與種類也有著多元化的趨勢，功能越來越複雜、能力也越來越完善。在過去我們是「用機器人填補人力缺口」，但因為自動化生產系統逐漸普遍，機械設備也隨之要應付更加複雜且多元的製程。「製程標準化」是邁入自動化的第一個關卡，然而原物料、加工方式、組裝程序以及設備自動化程度皆不同，若非有一定規模的業者，往往在第一關即難以突破。此外，人們對產品品質與求新求變的追求，使產品加工過程中除了「工」，還有越來越多對於「藝」的要求，明顯可見的是國際大廠訂單有大量客製化的趨勢，過去半年至一年固定接單生產模式已不復見，取而代之的是每季、每月、甚至每週一次的設計變化。因此，製造商在產品生產過程中的穩定性與彈性成為了必備的能力。

回顧2011年工業4.0第一次出現至今，才短短10餘年時間，因為科技與資通訊技術的飛速進展，自動化能夠完成的任務越來越多，「智慧工廠」的願景也正逐步的實現。然而近期美中貿易戰、COVID-19疫情衝擊、俄烏戰爭等，全球產業面對產業鏈重新布局與重組之衝擊，製造業除了無人工廠外，「製造協作化」(Collaborative Manufacturing)的議題也逐漸浮現，如何透過協作功能達到彈性生產、降低對特定人員的依賴，也成為了智慧製造的下一步。

源自於全球變化的協作需求

自動化設備的優點，在於將能夠製程標準

化工序的產品，進行快速且大量的複製，但是不可否認的是，製造商過去導入自動化，往往是著眼於補足人力缺口。隨著科技的進步，近年來越來越多利用AI技術及結合各類型感測裝置出現的智慧化生產設備，一步步接近了智慧製造的目標，其中，機器人可說是智慧化與彈性生產技術的最佳載體，也因此成為了製造商軍備競賽的寵兒。在IFR的數據中(圖1)可看出台灣的機器人裝置量變化，即使近兩年有疫情的影響，仍是呈現逐步增加趨勢。觀察國內的機器人應用領域及方式，多在電子及汽車產業中使用，並以取放、上下料(handling)為主流，占整體的33%，其次為組裝(19%)與無塵室使用



資料來源：IFR(2021), World Robotics 2021

圖1. 2015~2020年台灣工業機器人應用方式變化圖

(16%)。細究其導入產業及使用方式，也還是有所限制，除了因機器人導入成本較高，大型企業較可承擔外，另外就是使用門檻上，往往因為操作複雜以及應用軟體功能有限，因此仍多用於簡單的物料移動與放置。直至近幾年隨著機器人應用技術的提升，機器人在其他類型應用比例才逐漸上升。

雖然機器人的應用日益普遍、自動化設備不斷升級，透過智慧製造方案為製造業解決了很多因為「人」而造成的生產變異，以及解決了很多產線上的問題，但是當我們都以為現在的智慧化程度夠高時，一場新冠疫情成為了製造業導入智慧製造成果的期中考試。措手不及的隔離與封城政策，讓業者重新省思與檢視，過去以為的自動化，事實上還是有很多必須要「人工」才得以解決。例如，在使用工具機台進行生產的產線，刀具的更換、工件與治具的更換、加工後的抽檢；或者是在自動化程度較高的PCB產業，生產過程中的半成品檢驗、SMT卷帶(Tape-

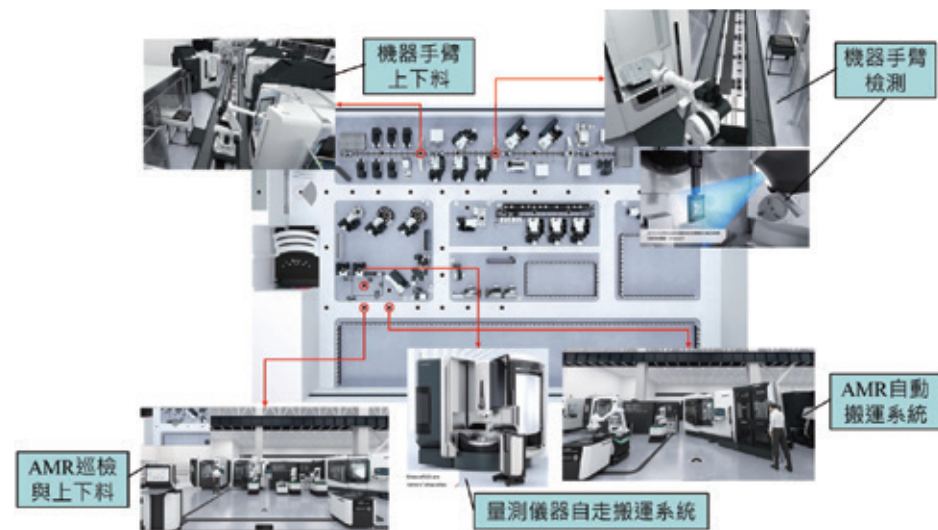
on-reel)運送/補充等，都還是需要人力介入以確保設備正常運作(圖2)。除了上述生產過程中的狀態外，產線運作前設備的佈署，機器人與製造設備的搭配、運作現場的設定與後續的設備維護，種種在產線上的實際需求，帶出的議題是一智慧自動化應該要怎麼運作，才能夠在產線的彈性化、成本、效率、品質與產能中取得平衡。

過去在談「機器人協作」時，往往會把焦點放在機器人應該如何與人協作，也因為協



資料來源：<https://www.youtube.com/watch?v=9uet6TNtUXI>

圖2. SMT製程中自動化程度高，但仍需人工介入



資料來源：工研院機械所(2022)，https://www.dmgmori.co.jp/sp/dtsr_ss/?lng=eng

圖3. DMG MORI的Digital Twin Showroom展示機器人的協作情境

作型機器人(Cobot)能夠無須圍欄隔離與人類一起工作，藉此填補全人工與全自動生產線之間的空缺，由人類擔任靈活度高、更有價值的工作，協作機器人則執行需要快速、準確、重複性的工作，達到分工合作的目標。但如同前述，當依賴人工的產線遇到衝擊時，「產線停擺」只能是唯一的選擇嗎？對企業主來說，即便建置了無人產線，若遇到製程中的關鍵設備故障卻無法到場維修，對企業同樣會造重大損失。

Gartner曾於2020年發布2021年9大科技趨勢，直指結合AI、機器學習與機器人自動化作業等技術的「超自動化」(Hyper-Automation)是一股不可避免且不可逆轉的趨勢。當組織在生產、作業的流程都達成自動化時，協作式生產的範疇，將不再只有「人機協作」，而是進一步做到「多機協作」。東台精機嚴瑞雄董事長曾在訪問中，從設備供應商的角度提出「未來業界勢必不能固守工具機，而須融入機電系統整合、自

動化服務等具備無窮潛力價值」的說法，而工具機大廠DMG MORI過去營收85%來自單機銷售，2030年將降至45%，取而代之的則是增值服務與工程整合等，從DMG MORI的藍圖中即可看出，運用移動式機器人(Autonomous Mobile Robot, AMR)替代人力在產線與工具機搭配作業，即為其軟硬整合增值服務中的一環。

資策會(2021)曾提出在後疫情時代，應用結合遠距操控與自主運作技術的遠距自主機器人，除了可提高生產力與具備多樣的工作方式外，透過可自主移動的AMR來串接各生產站點之間的物流、及代替人類「照顧」現場的設備，將更能夠因應無接觸的應用情境。未來，產線中的機器人將會手腳兼具，除了處理「勞力」的工作外，更能夠透過軟硬整合的增值，進一步處理要「能力」的工作，使「協作式生產」的功能更為完整，達成更有彈性、更有效率的智動化生產目標。



資料來源：工研院機械所

圖4. 智慧機器人1.0技術發展示意圖

協作式生產技術趨勢

誠如前述，不論是補足人力缺口、提升設備附加價值，或者是在無接觸環境下穩定運作，具備「遠距」與「自主」能力的機器人都會是協作式智慧製造中的關鍵解答。也因此，工研院機械所自疫情伊始，便積極布局機器人協作技術。自過去智慧機器人1.0階段(圖4)，藉由開放式機器人製造次系統控制器、製造工藝數位化轉移與整合製造Know-How與AI的軟體技術，讓機器人能夠從上下料、取放等基礎應用，升級至可應用於各種高附加價值加工應用的智慧化機器人製造單元(Robot Cell)，從而建構具備學習及機器人間相互溝通協作之基礎。

而步入智慧機器人2.0階段後，更是呼應生產協作化技術，藉由機器人與虛實融合平台，可自主和遠距驅動整廠智動化生產系統運作，有效降低製造系統對人的依賴。在此階段是同時以設備、系統、應用與標準四個

產業面向，與認知學習、自我調適與協同工作三個技術領域的投入(圖5)，以建構具備遠距與自主能力的機器人協作式生產能量。

四個產業面向中，在設備面涵蓋了機器人與各類型生產設備(如CNC、專用機)；系統面則在IOT基礎上，從軟硬整合進一步邁向虛實融合；在應用面則整合領域知識，透過數位化與演算法打造最佳解決方案；在標準面則整合公部門與協會力量，除持續宣導現有人機協作標準外，更進一步推動AMR標準建立，為後續發展協作式生產打造健全之產業發展生態。

針對三個領域的技術說明分述如下：

(1) 機器人認知學習 (Cognition)

藉由建立高度擬真的虛擬環境，讓機器人能夠在此環境中以數位化方式快速學習領域知識(Domain Know-how)，藉此提昇即時反應能力，包含了異質環境下的自學習模擬與



資料來源：工研院IEK、工研院機械所(2022)

圖5. 智慧機器人協作式生產技術發展

沉浸式遠距自主調控。如同MIT(2020)的研究指出，目前工業機器人的應用上仍面臨相當多的挑戰，其中便包含了導入產線時的整合及使用彈性。因此在具有變動性較高(少量多樣)、較需要人工介入生產情境的異質環境中，需透過AI結合HI (Human-Intelligence)的方式，建構資深技術操作人員技能的傳承。在工研院機械所開發的技術中，便整合nVIDIA平台，建構具備高擬真物理引擎與渲染技術的高擬真模擬器技術，擁有貼近真實運作狀態的廠務模擬功能。未來亦將納入AR/

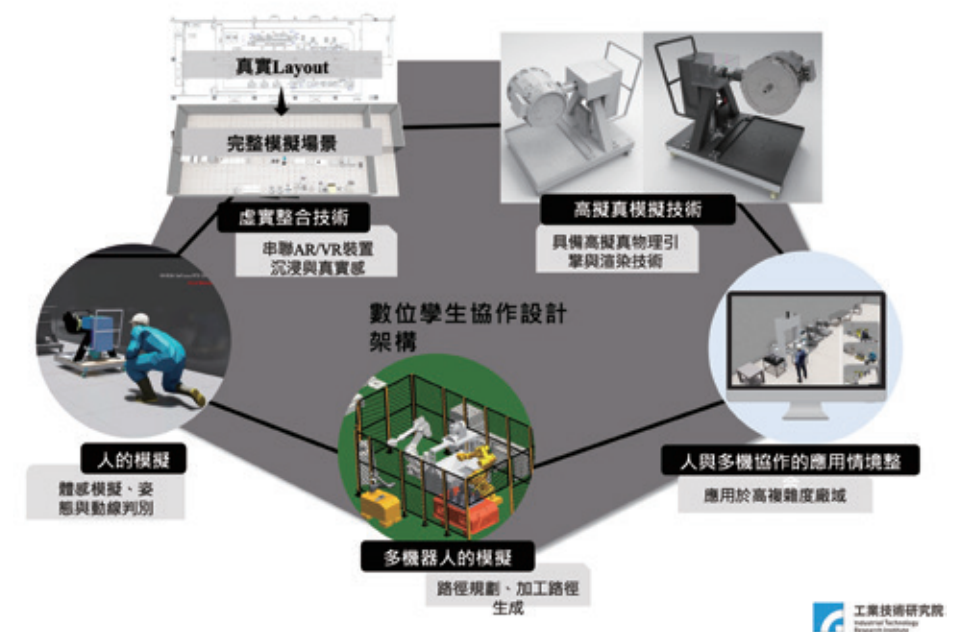
VR/MR技術，打造虛實融合環境，可遠端部署、維運及優化，更可進行沉浸式訓練，讓新進員工有更安全且有效率的學習過程。

此外，因人工介入在某些製程中仍無法避免，因此可透過各種不同的感測裝置取得如視覺、力覺、觸覺、體感、疲勞感等訊號，達到虛實整合之五感系統，以強化於協作製造產線的完整性。相關應用舉例如下有：

- i. 視覺可以進行物體之定位與辨識，可應用於機器人上下料、瑕疵檢測與量測等；

資料來源：<https://youtu.be/kFIM6vPLO9Y>

圖6. 日本川崎重工與微軟合作建立工業元宇宙



資料來源：工研院機械所(2022)

圖7. 工研院機械所數位學生協作設計架構圖

- ii. 力覺則透過力量感知進行力覺回授控制，透過確保力之恆定控制，可用於機器人研磨拋光、機器人打磨等；

- iii. 觸覺部分則用於協作安全之防護感知，可用於機器人安全皮膚與機器人夾具之碰觸感知；

- iv. 體感部分則透過人體骨架之姿態追蹤與定位，可藉此掌握人體動作範圍何人體意象偵測，藉以紀錄老師傳動作以傳承技藝，除可用於機器人作動時的學習外，也可在人機協作時對人的意象進行危險預判。

- v. 疲勞感部分可以透過工時與工單之難易度與平均稼動率與產能進行分析比對，進行疲勞之預警，確保產線人力安排上之妥當性之參考。

工研院機械所更進一步透過高擬真物理引擎與渲染技術，使模擬器具備除可視化之高擬真度外，更建構了一個更優越性能之虛擬

驗證平台，利用平行運算之高運算力，可應用於模擬各種廠務情境，作為元宇宙智慧工廠之基礎建設。

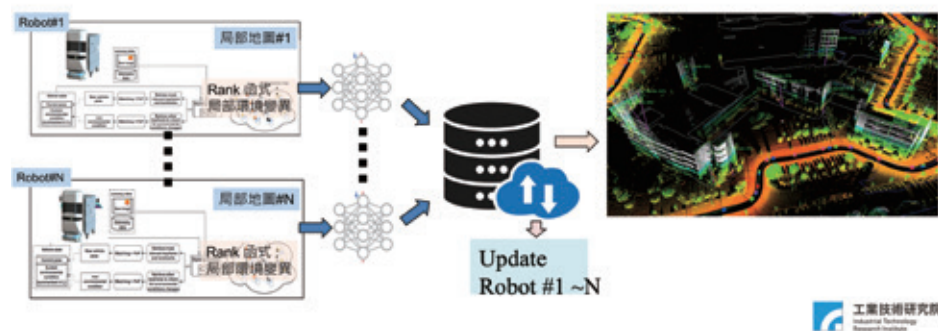
(2) 機器人自我調適 (Adaptation)

藉由真實環境的反饋，透過主動式補償與調校，提高機器人精度，擴大應用範疇與性能。期望讓機器人工作複雜度提高與產品多樣的狀態下，活用機器人技術以提升設備系統能力，產生相較專用機更具彈性效率，同時確保品質的效果。

a. 定位精度

a-1 機械手臂定位精度

機械手臂在高負載或疲勞老化的條件下，性能表現會因慣量加成而有較大影響，因而造成定位精度性能劣化。此外，長時間的重負荷亦會影響連桿的剛性強度，當連桿剛性不足會產生較大的應變，進而造成定位誤差，並反映到加工與組裝品質上。而在高速運動的狀況下，高負載會導致機械的振動，



資料來源：工研院機械所(2022)

圖8. 雲端分散式地圖技術示意圖

若在手臂應用上欲達到高負載同時又高速的條件，需要同時著力於機械手臂的機構剛性設計以及透過控制系統的補償以解決定位誤差與振動狀況。

在現今技術中可藉由雷射追蹤儀校準機械手臂並進行補償，以雷射追蹤儀紀錄手臂的位置資訊，再搭配補償演算法與控制法則，將相關校正數據寫入控制器中，即可補回相關因素所造成的定位誤差。而一般定位誤差採用靜態補償方式，即量測點為靜態定點量測，透過分析與收斂補償連桿所產生的應變現象。在振動方面的誤差補償通常採用動態方式，透過動態點的振動數據分析，調整機械手臂對應的控制參數，進行修正控制模型，達到降低振動的效果，如此便可以補償靜態與動態的定位誤差。

a-2 移動機器人自主導航技術

在移動部分，談論AMR的建圖、定位、導航時，通常會先討論是採取哪一種裝置，LiDAR、視覺都會是選項，然而不可忽略的是，「軟體」往往也會是自主定位導航的決勝點之一。雲端分散式快速部署地圖，可提高移動機器人導入現場效率，並可在複雜環境下運作時仍具備定位精度。藉由場域內的移動機器人個別建立的多重零碎地圖，透過

雲端分散式即時動態更新，使地圖具有一致性，可縮短機器人部署時間、提升導航地圖準確度，有效減少迷航與達到穩定系統移動的結果。

學習式機器人複雜環境移動控制，則基於深度卷積類神經網路直接從感測器多時刻畫面、IMU讀數、目的地編號，判斷目前所在與對應的移動控制命令；與傳統深度學習直接控制的差異在於已連續多個過去畫面組合為一複合狀態，此複合狀態有較佳的獨特性，可降低現有作法看到似曾相識場景而誤判的機率。

此外，當AMR在實際運作時，往往因為環境變異(如：場地配置、光影、人員移動)因此需要人工介入調整與控制。然而人工介入往往難以預判判斷與即時因應動態變化的環境，因此需要限制AMR的工作場域。為解決此問題，結合資料驅動(data-driven)類型的機器學習方法，可透過在不同環境下訓練得到感測與移動資料，學習具有通用性的移動控制判斷策略。資料驅動學習方法則適用於因應低價視覺感測器得到的感測影像資料，透過學習式移動控制判斷方法，有機會僅仰賴影像資料進行機器人的移動控制。如此可降低機器人移動控制判斷解決方案的成本，並

搭配日益增加的移動機器人應用需求，促成移動運載或巡檢機器人產業成長。

(3) 機器人協同工作 (Collaboration)

透過機器人與設備間的時間與軌跡同步控制，以及各種感測裝置訊號融合，強化對機器人的控制，達成協作式生產目標，相關技術包含：

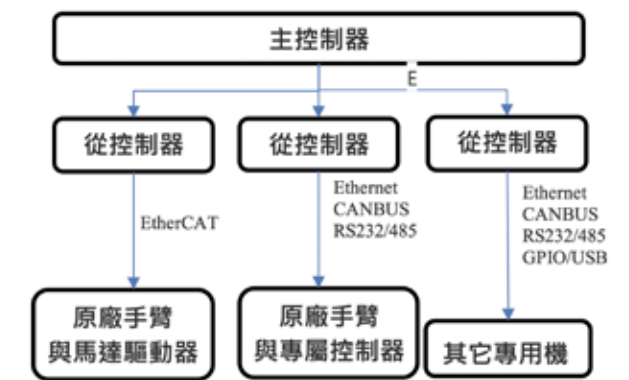
a. 可整合與設備不同的感測器與控制器所產生的資料

異質感測器與設備所產生的資料需經過時間同步後才可予以使用，基於成本考量在實際場域經驗上一般採用網路時間協定(Network Time Protocol, NTP)進行時間同步。此協定為一種主從式架構，可用在任何網路上的所有裝置，主控制器(NTP Sever)需設定成統一的時間產生源，讓其它的從控制器上的NTP Client能從主控制取得時間並進行同步。在固定的週期下進行時間同步，傳送和接收的時間戳(Time Stamp)使用UDP(User Datagram Protocol, 使用者資料封包協定)的通訊埠實現，在同步後從控制器將會由主控制器內部自己開始計算時間，此時間在多台之間的誤差範圍約在10ms之內。

b. 建構多機器人命令同步與視/力/位複合控制技術

廣義的多機協作可以包含機械手臂、CNC工具機、特殊專用機、安全控制裝置…等多台自動化設備的相互同步作業而組成，並可選擇由中心或去中心化的架構進行多機的互動控制。多機器人協作邊緣運算控制研究透過中心化主從式架構，實現多機控制的設計雛形，並可依照場域上的實際需求，快速建

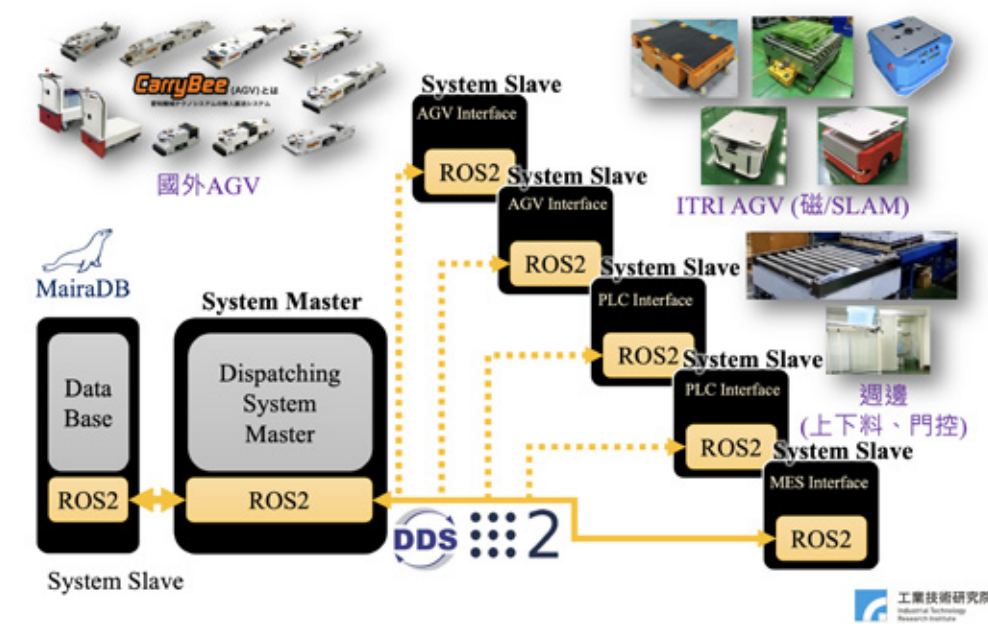
置與擴增自動化設備的數量，達到多機同步與工作的目的，其所設計之多機系統架構如下圖所示。



資料來源：工研院機械所(2022)

圖9. 多機系統架構示意圖

多機系統架構主要由主控制器與從控制器所組成，其控制器之間相互透過Ethernet通訊，並支援數種工業通訊協定如OPC UA、RabbitMQ、Modbus，與一般通訊協定如ROS、TCP/UDP Server & Client。除此之外，也支援封包格式如JSON、XML、Protocol Buffers，使用者可依據傳輸資料上的特性與需求如即時性、安全性、延遲性、管理性、擴充性，來自行設計相對應的功能。從控制器在設計上要能相容多種不同的外部設備，以滿足不同產業型態的需求。以原廠手臂與馬達驅動器為例，部分製造商僅提供手臂與驅動器，其相關靜態/動態動力學就需要使用者進行設計，因此會由從控制器上進行運動處理的計算。以原廠手臂與專屬控制器為例，多數手臂系統製造商皆有提供外部通訊介面供外部系統進行相對應的運動命令執行。然而，此外部通訊界面一般都要進行複雜的設定才能執行。因此透過異質平台跨接系統，可支援包含國外知名四大家族



資料來源：工研院機械所(2022)

圖10. 去中心化系統架構圖

(YASKAWA、KUKA、FANUC、ABB)以及國內廠商(TM、Foxlink、ITRI)控制器，並採用Ethernet介面進行串接。以其它專用機設備為例，CNC工具機與各種安全相關設備都具有不同的介面，因此控制器本身亦需具備多種常用介面，如：Ethernet、CANBUS、RS232/485、GPIO/USB。

c. 移動機器人多車派車系統

當移動機器人的應用範疇擴大，在現場即面臨越來越複雜的運作情境，以及新舊車種、系統間的通訊與系統整合問題。尤其國內工廠空間有限，因此多會採用增建樓層方式解決場地不足問題，然而樓層間的通訊穩定度勢必不如平面，導致派車系統的指令與控制延遲，影響整體派車系統運作。

為有效的解決移動機器人實際導入的瓶頸，可藉由去中心化(De-centralized)派車系統，與在移動機器人本機上建立邊緣運算

(Edge-computing)機制，透過數據分發服務(Data Distribution Service, DDS)同時平行的與各節點即時通訊，解決大量車輛與設備時所發生的通訊延遲問題。而在複雜場域中，載具如何有效率地移動、變更路線、處理不同吞吐量的產線、彈性的站點編輯、交通管理等，則為派車系統的關鍵技術。透過跨平台開發工具以及開源資源軟體，以純物件導向技術打造製造系統所需的跨平台運載服務(各式不同的廠商平台)，在硬體廠商百家爭鳴的紅海時代以軟體服務及整合技術以切入智慧物流自動化產業，建立本土化的自有技術。

機器人—製造業邁向下一個里程的最佳助攻手

工研院IEK(2021)提出，在後疫情時代，製造業應該思考建構更具韌性及快速恢復能力的供應鏈，而消費與工作模式的改變，企業

需要透過無人、遠距、自主運作等新型態營運方式，保護供應鏈成員、企業員工及客戶安全。隨著智慧化趨勢的逐步成真，機器人已然成為製造業的必然趨勢，當機器人技術逐漸純熟，功能更多元、性能更精進之後，機器人的下一步，就是成為智慧生產方案的提供者，透過與設備業的異業整合，為應用端帶來更加完善、適切的解決方案。

為建構更適合機器人的發展環境，工研院於2021年01月07日主導成立國內第一且唯一之「自主移動機器人聯盟(Autonomous Mobile Robot Alliance)」，邀集近50家機器人、AMR、自動化設備業者共襄盛舉，並於2021年12月完成全球第一版AMR產業技術標準「AMRA-201 移動機器人通用要求與測試方法 (AMRA-201 Mobile Robot - General Requirements and Testing Methods)」。

此具體定義了移動機器人產品應該明確標示的性能規格與測試驗證方法，除了促進自主移動機器人產業供需生態的良性發展，更希望能夠為國內移動機器人打造優質產業生態系，成為協作式生產的推手。

在韌性、無人、遠距、自主等關鍵字組合下，透過智慧機器人達成的協作式智慧製造系統，勢必成為工業革命的下一站。在此篇文章中，筆者期望透過認知學習、自我調適與協同工作三個技術領域的介紹與說明，提供國內機器人，與所有智能化設備和系統整合業者參考。除了掌握技術趨勢外，更可進一步評估自身的布局方向和缺口，透過建構智慧機器人的協作式生產系統，並藉軟硬體技術提升機器人的功能與性能，方可強化我國機器人產品之競爭力，同步創造我國機器人產業鏈供需雙贏局面。

參考文獻

- [1] Gartner(2020/10/19)，Gartner Top Strategic Technology Trends for 2021。
- [2] https://www.dmgmori.co.jp/sp/dtsr_ss/?lng=eng
- [3] <https://www.youtube.com/watch?v=9uet6TNtUXI>
- [4] <https://www.youtube.com/watch?v=kFIM6vPLO9Y>
- [5] IFR(2021)，World Robotics 2021。
- [6] MIT(2020)，The State of Industrial Robotics: Emerging Technologies, Challenges, and Key Research Directions
- [7] Sick AG 白皮書 - 安全機器人—協作機器人系統中的安全防護，https://cdn.sick.com/media/docs/2/92/792/whitepaper_safe_robotics_zf_im0080792.pdf
- [8] 工研院 (2020/10/12)，人機協作與 AI 決策當道 未來機器人發展無界限。
- [9] 陳端武 (2022/06/01)，微軟工業元宇宙 幫助「壯大」川崎機器人大軍，DIGITIMES。
- [10] 黃少谷 (2021/09/17)，以智慧製造迎擊金屬加工產業的痛點，兩岸經貿網。
- [11] 黃仲宏 (2021/05)，機器人產業趨勢與技術需求，IEK。
- [12] 盧冠芸 (2021/05/19)，全球遠距自主機器人應用與疫後發展趨勢，資策會 MIC。
- [13] 蘇璧凱 (2022/02/25)，趨勢觀察 / 導入協作型自動化 搶攻智慧製造，經濟日報。
- [14] 賴威霖 (2021/03/30)，具彈性、安全、高效益 協作機器手臂成重點設備，Digitimes。

工業機器人 協同作業的安全方策

文 國立高雄科技大學環安系 許宏德副教授

自從 1980 年代，工業用機器人被導入到汽車等的生產線以來，到 2021 年為止全世界已設置了超過 300 萬台的工業用機器人。近年來各工業先進國為因應少子化所造成的勞動人力低減、多樣少量 (high-mix, low-volume) 或變種變量的生產型態 (Flexible manufacturing) 以及生產的效率化等，對人一機協作 (Human- Robot Collaborative) 的需求日益增加。將單調和粗重的工作交給機器人，細膩的工作由作業人員來進行，這樣就能提高生產的效率，也得以對應需求的變化而迅速改變生產線。再例如難以完全自動化的第三產業 (tertiary industry) 等，都是適用人一機協作的作業型態，協作機器人 (Collaborative Robot) 也就應運而生。

圖 1 是國際機器人聯盟 (International Federation of Robotics, IFR) 於 2021 年 10 月提出的調查報告。由圖可知，協作機器人相對於傳統工業用機器人的使用數量所佔比例雖然仍很小，但由 2017 年的 2.75% 一路成

長，到 2020 年已經提高到 5.73%，台數更是比 2017 年成長了 2 倍。有別於工業用機器人，協作機器人對於職場的安全有何影響？其安全應如何確保？是個值得關心的議題。

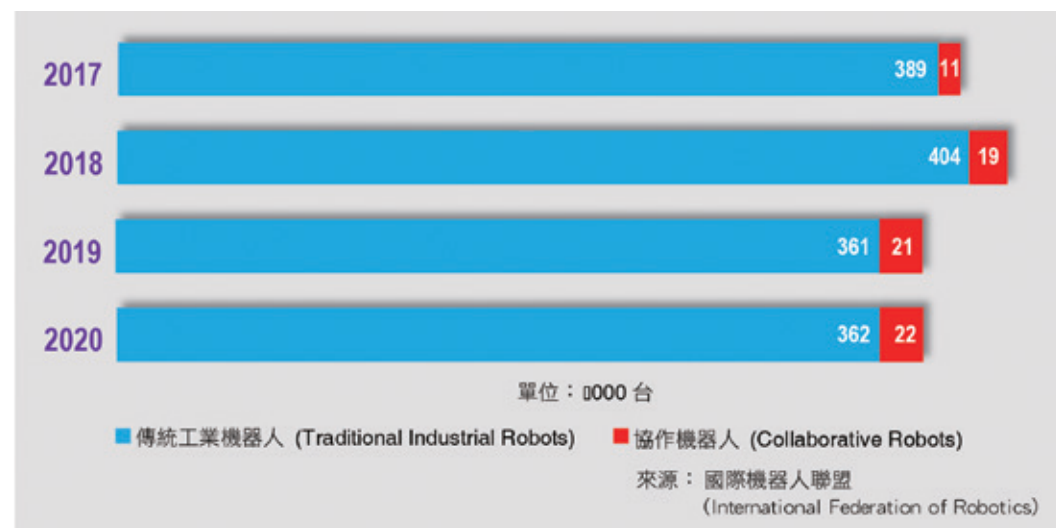


圖 1. 協作機器人與傳統工業用機器人數量比較

機器人的危害

工業用機器人的本體為機構及驅動器組成的機械臂 (manipulator)。機械臂經由控制器的自動化控制做複雜的動作，其前端通常裝設有配合功能需求的作用器 (end effector)，如一吸盤、夾爪、握持器等。由其功能及運作模式可知，工業用机器人的主要危害為機械性危害。也就是起因於動能、銳利端部以及剪力作用等的撞擊 (impact)、擠壓 (crushing)、切割 (cutting or severing) 以及剪 (shearing)、夾 (trapping) 等型態的危害。此外，因使用電能，或焊接、噴漆等用途上的需求也可能有電氣、灼傷、有機物等的危害。當超過人體容許值的能量洩漏 (傳達) 到人的身上，便會造成人員的傷亡 (如圖 2)。也就是說，在機械上運作的能量就是危害源。因此，避免上述事故發生的關鍵就在於如何防止潛在的危害源作用於人員身上。

圖 3 為人一機作業系統中的危害源與災害發生之過程。當作業人員與能量的運作在空間上或時間上有重疊時，也就是人員暴露於危害源時，即為危險狀態。如果沒有保護方策，或防護不足，則危險狀態就可能進一步演變為「危險事象」。這時人員已陷入危險之中，如果迴避失敗就會發生災害。

人一機作業系統之安全

我國的職業安全衛生法於修法時新訂了第 5 條，將確保作業安全的責任大幅的由雇主轉而要求設計者、製造者以及供應者 (含輸入者)。國際標準 ISO 12100 (CNS 15347) 也將降低機械設備風險的要求置於製造者 (設計者)。如圖 4 所示，由製造者於設計階段進行風險評估，並依其結果藉由本質安全設計



圖 2. 作用於人員的危害源



圖 3. 人一機作業系統之危害源與危險事象 (來源：日本中災防)

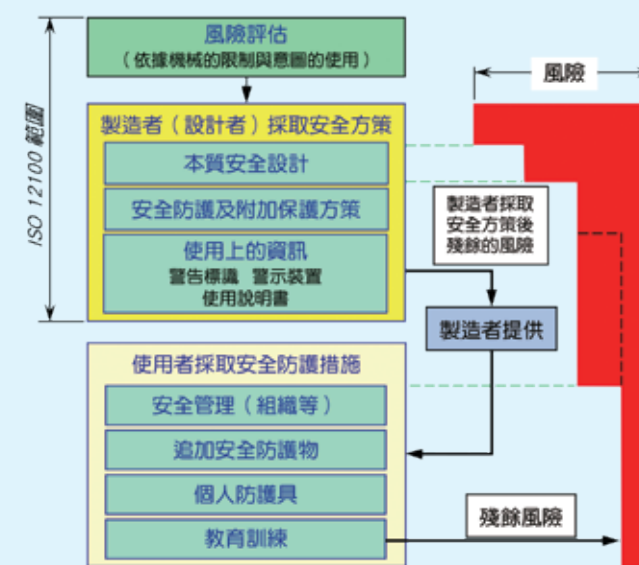


圖 4. 安全防護方策與風險之低減 (來源：ISO 12100)

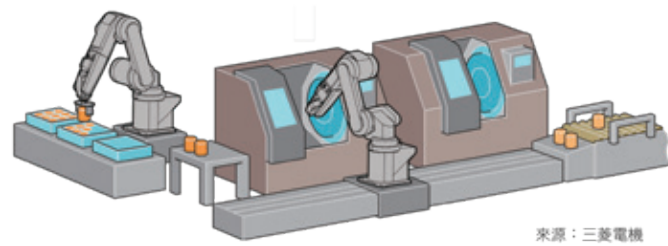


圖5. 工業機器人系統構成之一例（不含安全方案）

等3步驟(three step)的方案將風險降至可接受的程度，同時透過安全相關資訊的提供，讓使用者可以採取適當的措施以降低殘餘風險。

但是，和CNC車床、放電加工機等工具機或離子植入機、晶圓清洗機等機器不同的是，工業用機器人屬「半完結型」的產品。

前述的產業機械都是使用目的非常明確，使用者可以完全提示機械的規格並單獨使用。另一方面，工業機器人卻是同時具有柔軟性(flexibility)和泛用性(versatility)的機器。例如，搬運半導體晶圓、組裝機具、或如圖5所示加工工件的上下料、加工完成品的裝填等等均可以使用。雖然有大致預設的目的，但必須由系統整合人員(System Integrator)來確定其完整的機能，而且即使使用同一型的機器人，但其作業時間、作業進度以及作用器可能都不同。因此，工業機器人系統(industrial robot system)的安全必須由機器人的製造商、系統整合者以及使用者三者協同方可達成。

為了構築安全的工業機器人系統（參照ISO

10218-2的定義），首先工業機器人必須符合ISO 10218-1的規範。這是機器人製造商的責任。系統整合者必須依據ISO 12100，並適切的運用機能安全、電氣安全等相關的B類標準及法規，並依ISO 10218-2的規範設計系統。圖6為構築安全的工業機器人系統相關的國際安全標準。不只是機器人的製造商，工業機器人系統的整合者也必須遵守職業安全衛生法第5條的規定，於規劃系統的階段即依據ISO 12100的規範實施風險評估，並參照圖6所示的B類標準等，構築安全的工業機器人系統。

協作機器人之安全

如前所述，為了安全的運用工業機器人，必須構築安全的工業機器人系統。以往常用的安全方案為使用如圖7所示的圍籬將機器人隔離，再加上互鎖控制的開口部以避免人員陷入危險狀態。這樣雖然符合ISO 10218系列標準的規範，但是這種以隔離為主的防護措施卻使得作業人員與機器人無法在同一個空間作業，人機協同作業也就難以進行。也就是說，原來以「隔離的原則」來確保安全的方法，將無法適用於協作機器人。

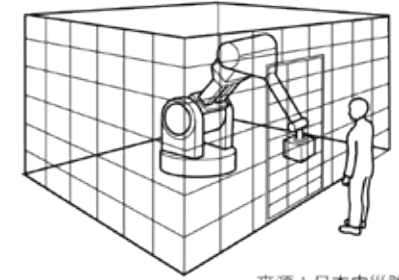


圖7. 圍籬與互鎖控制的開口部

為了實現人機協同作業，必須在不損及安全的情況下撤掉圍籬。圖8為3種不同的人一機共同作業的型態。(a)是在沒有圍籬的情況下人員和機器人各有自己的作業空間。人員和機器人不會同時接觸工件，也不會傳遞工件。(b)是人員和機器人雖然有共同作業空間，但在時間上錯開而不會同時進入。人員和機器人不會同時接觸工件，也不會傳遞工件，但人員可能會碰觸到抓握器(gripper)，因此需使用協作機器人專用的抓握器。(c)則是人員和機器人完全共用作業空間，同時進行相關作業而不會在時間上錯開。人員和機器人會同時接觸工件，也會傳遞工件，因此抓握器的握持力不得大於140 N（參照下述的ISO/TS 15066）。這3種人一機共同作業型態的安全需求等級為(c) > (b) > (a)。

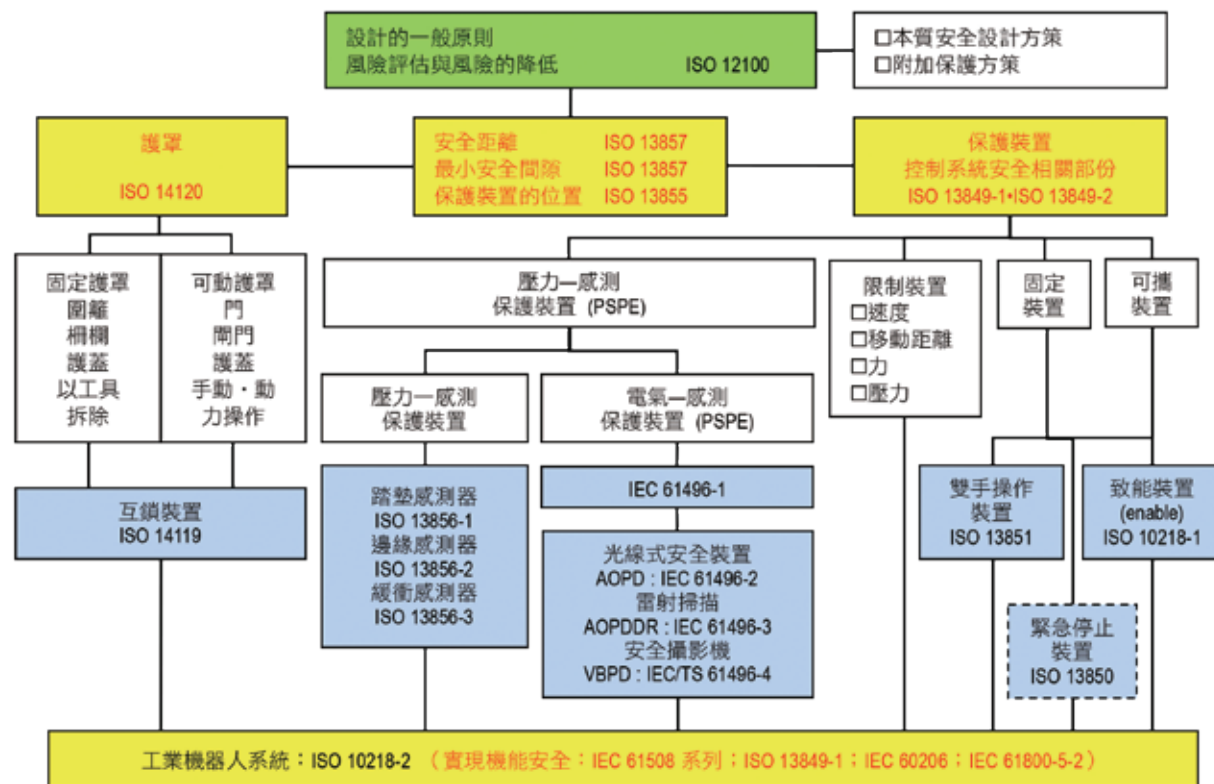


圖6. 構築工業機器人系統相關的主要國際標準（來源：日本中災防）

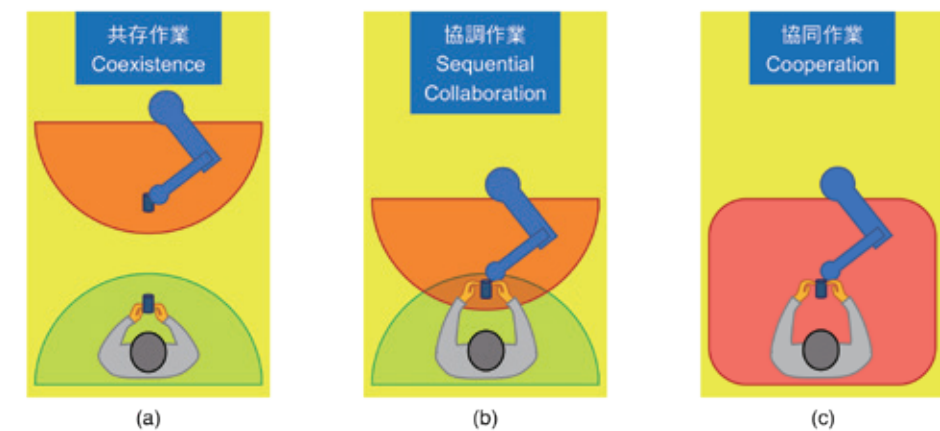


圖8. 人一機共同作業的3種型態

為了在撤除圍籬的情況下確保安全，國際標準組織於2016年訂定了ISO/TS 15066 (TS : Technical Specification)，對協作機器人做了技術上的規範。ISO/TS 15066對於協作機器人系統的共通安全方策分為以下4項，分別規定其必要的安全性能。這些安全方策可以單獨或搭配使用。

1.安全等級監視停止(Safety-rated monitor stop)－人員進入協同作業空間時，機器人必須停止，但人員離開時即可恢復工作。亦即必須有監視及停止機能。

2.手動導引(Hand guide)－操作員在安全減速或速度受到監控的情況下直接以手導引機器人。操作器上有「致能裝置」(enabling device)及緊急停止按鈕。當人員離開協同作業空間時，非協同作業才可開始。

3.速度及間隔的監控(Speed and separation monitoring)－機器人與操作人員的相對速度與距離受到監控，超過基準值時機器人必須停止。

4.動力和力量的限制(Power and force limiting)－基於本質安全設計或藉由控制以限制機器人產生的動力、扭力等（人體生物力學負荷限值），使機器人碰到人員時不會對人員造成傷害。圖8 (c)的協同作業對抓握器的握持力的限制即來自此規範。

以上的各個安全方策除基於本質安全設計，限制機器人的動能及力量之外，大多以安全控制的方法實施安全防護。這些安全控制系統大量採用電子式可程式控制來實現其安全機能，因此必須以「機能安全」(Functional safety)的角度，要求其具有高

可靠度。安全控制系統之可靠度的要求必須符合ISO 13849-1安全類別(category) 3，且效能等級(PL : performance lever)須為d，或符合IEC 62061安全性能等級(SIL : safety integrity lever) 2。

結語

面臨少子化、高齡化的台灣無可避免的需要借助協作機器人的幫忙。為使協作機器人更為普及，尤其是讓更多中小企業或服務業使用，首先必須有確認機器人符合ISO 10218-1標準的機制。其次，系統整合技術人員必須提高對安全的認知，並熟悉相關圖6所示的相關安全標準，方可建構安全的人－機協作系統。

我國於2018年修訂了「工業用機器人危害預防標準」並公告「協同作業機器人作業安全評估要點」，對雇主使用協作機器人的安全措施加以規範。但是，這些法規命令均未提到ISO/TS 15066的相關規定，也沒有要求系統整合者將風險評估以及降低風險之具體方策等製作成技術文件(Technical File)。

如前所述，工業機器人協同作業的安全必須由機器人的製造商、系統整合者以及使用者三者協同方可達成。機器人系統常因技術複雜化與高度化等原因，對使用者而言恐成為難以掌握其危害的黑盒子而無法確保協同作業的安全。系統整合者對降低人－機協作系統的風險扮演著關鍵的角色，而第三者對機器人系統的安全驗證可提高使用者的使用意願。安全是使用高科技產品的前提條件，有確實的安全方策才能享受科技發展的成果。

智動化與機器人產業人才培訓

因應各領域別產業對智動化及機器人技術人力需求，加速台灣推動智慧自動化及機器人產業的發展，規劃出系統性、實務性、趨勢性的培訓課程內容，同時可搭配自動化工程師認證確認學員學習成效。透過課程學習，培訓出優秀的機器人設計開發及智動化系統整合應用人才，提供業者進行產線單機智動化、系統單元及整線、整廠智動化與智慧機械、機器人技術開發及應用等專業人力。

培訓內容

- 自動化工程師學科、術科人才培訓。
- 智動化 / 機器人 / 智慧機械等領域之關鍵與跨領域技術、產品開發、系統整合、專案管理等課程。

培訓類別

- 短期班技術課程－12 小時 (含) 以上培訓時數。
- 客製化企業包班。
- 系列班人才養成－36 小時 (含) 以上培訓時數。
- 海外人才培訓服務。

預期效益

- 專業技術養成，提昇產業人才競爭力。
- 跨領域人才培訓，縮短學用落差，培養人才即戰力。
- 客製化企業包班，符合企業所需，降低企業人事訓練成本。
- 海外人才培訓服務，促進國際人才與技術交流。

聯絡電話：04-23581866 分機 #52 朱小姐、#14 陳小姐



人機協作新價值

機器人+AMR助力 智慧工廠大躍進

文 所羅門股份有限公司

2020 COVID-19在全球投下震撼彈，封城、鎖國等措施遍地開花，導致缺工、產線停滯等消息頻傳，在在為全球供應鏈、製造業蒙上一層陰影。

當「零接觸」、「缺工」逐漸成為常態，如何在不穩定的勞動力供給中確保產線持續運作，便成為全球製造業者不得不面對的轉型痛點。隨著智慧製造抬頭，產品彈性客製化要求日益增高，傳統人與人合作的製造趨勢，逐漸躍升以人機協作（Human-robot collaboration, HRC）的智慧工廠為因應目標，企業不約而同加速機器人自動化進程，尋求提升生產線運作等解決方案，以擴大智慧製造等彈性應用。

提到加速自動化進程，不得不提傳統工業機器人。最初傳統工業機器人主要協助汽車工業承擔搬運、焊接、裝配等須耗費大量人力的重複性作業，用以加速提升企業勞動水平。而在汽車工業的大規模應用下，傳統工業機器人替代簡單勞動力的使用價值彰顯，間接開啟大量標準化時代，成為製造業生產線中不可或缺的要角。

然而，隨著工業4.0、互聯網的興起，客製化日漸抬頭，在產品生命週期縮短、產品多樣化等挑戰下，迫使製造業須提升生產彈性、速度與準度，並由單一的勞動替代轉型為多工串聯，方能因應產能需求。如此的產業變遷，以及傳統工業機器人整體投資成本高、回收期長且技術門檻高等問題，連帶壓縮傳統工業機器人在製造業的應用空間。

為什麼市場需要協作機器人？

傳統工業機器人技術門檻高，編程繁複，需要專業工程師才能進行安裝設定；第二，傳統工業機器人運作噪音大、結構較為笨重，容易占用廠房面積，同時為確保人員作業環境安全，多設置安全圍欄將機器人與人區隔開來，但許多須要人介入的工作，卻也因此被阻隔開來，不利實現高度自動化；第三，傳統工業機器人系統整合繁雜，與周邊自動化系統進行整合，其設定配置成本甚至較機器人高出兩至三倍，且若需對原有產線進行修正，甚至可能重頭架設，常讓業者因而面臨全線停機窘境，不利快速響應市場變化。

而相較於傳統工業機器人取代人的應用，協作型機器人(Collaborative Robot,



圖1. 有軌到無軌機器人技術應用進程。

Cobot)的設計，正是將機器人可重複負重的效能與人類的靈活性相結合。它打破外界對機器人充滿危險的刻板印象，讓機器人擺脫護欄隔離，並可近距離協助人完成指定工作，達到「協作任務」、「人機協作」的應用。

當然，要做到人機協作，首先需解決關鍵的安全問題，常見的產線作業中，協作型機器人多透過人工智慧(AI)、機器人本體的速度監控、在手臂上裝載安全皮膚及安裝安全監控Sensor等應用偵測環境狀況，當人進入限制範圍內機器人便會自動減速或緊急停止，降低可能的工安危險。此外，協作型機器人體積小、機動性較高，具備快速換線、彈性移動優勢，適合各項工作流程中使用，更大幅降低可能的占地成本；在操作上，協作型機器人介面友善易學習，可避免過往傳統工業機器人需專業工程師調機的複雜性。

從AGV到AMR 為自動化加分

協作型機器人所帶來的人機/機機協作，促使產線從原本勞力密集轉為技術密集，為製造業帶來更多想像空間。當前產線上配置

的機器人多數仍以定點執行作業為主，但因應快速變化的生產環境，勢必將迎來更具深度、多元功能的協作任務，這也是為什麼，市場上陸續出現自動導引車(Automated Guided Vehicle, AGV) 結合機器手臂，組成高度自主性的生產系統，逐漸取代搬運人力、提高產線運作效率使用。

當製造、物流等產業皆面臨勞動力短缺問題，為妥善運用有效人力，組裝、備料甚至是沈重的搬運作業，已漸改採機器人運作，因此除了機械手臂應用外，AGV等輪式移動機器人，均廣泛應用於欲提高運輸效率、跨樓層跨區物料搬運的自動化生產和倉儲物流體系中。

AGV無需鋪設支座架或軌道，它裝載有電磁或光學等自動引導裝置，可依循地面鋪設的色帶、磁條導引或QR Code識別命令邏輯，並透過匯入地圖/上位系統規劃行駛路徑，在固定路線上移動，具有精確控制的加減速及障礙物檢測緩衝器，運送貨物時相對安全可靠（圖1）。

AGV vs. AMR 差異

AGV – Automated Guided Vehicle 自動引導式車輛

AMR – Autonomous (Collaborative) Mobile Robot 自主式 (協作式) 移動機器人

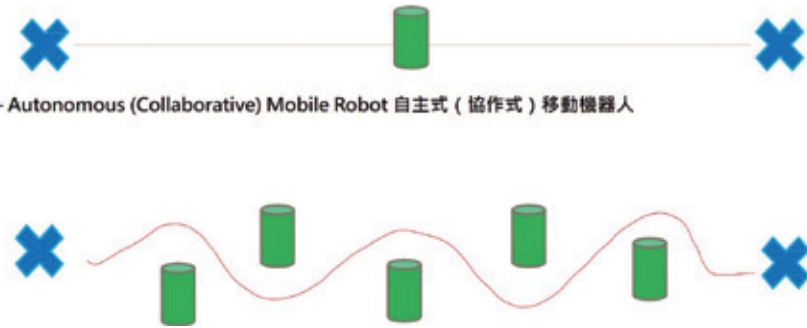


圖2. AMR具備更強大的AI計算能力及自主性，即便中途遇到障礙物，它會重新選擇路線執行，降低運輸瓶頸與等待時間。

然而，也正是AGV車體智慧性較低、僅能依循控制系統的指令固定路線點到點移動，面對障礙時需手動排除，不具動態偵測功能，喪失人機互動與彈性應用空間。有鑑於此，自主移動機器人(Autonomous Mobile Robots, AMR)成為近年市場新寵。

雖說AGV與AMR皆可進行物料運輸，但AMR具備更強大的AI計算能力及更高自主性，透過光學雷達(LiDAR)或傳感器，搭配同步定位與地圖建構(Simultaneous Localization and Mapping, SLAM)技術，重複掃描如柱子、牆角等行經環境定位出所在位置，後根據所得數據自動建立地圖，進而完成同步定位的目的。自動定位導航功能賦予AMR感知及行動自主性，如同在車體上裝有GPS一般，可自行摸索空間位置，無需人為設定，即便中途遇到障礙物，它會重新選擇路線執行自動跨層運輸（圖2），降低運輸瓶頸與等待時間，更具自主性與靈活性，以提高設備稼動率。

同時，與AGV需要有專業技術的工程師才能進行調整相比，近幾年編程方式改變，

AMR程式設計更加簡單、介面操作容易且成本低，面對急遽變化的產業環境，AMR的應用也越發廣泛多元。

AGV+機械手臂 產線運作更靈活

在工業範疇中，工業機器人主要代替人的手臂取放物品，AGV/AMR則代替人腳移動，藉以延展設備的運行空間。不過，對於企業來說，僅能執行單一作業的機器人適用性相對降低，為了能適應更加多元、複雜的場域，進而催生出AGV+協作機器人這般整合腦、眼、手、腳等應用功能的複合式機器人(Mobile Manipulator)，使機械手臂不再侷限於單一工作站，同時存在取放和移動功能，藉以擴大工作範圍，例如從倉庫拿取原物料，並搬運至生產線上，同時可自動執行產線加工料件更換等案例，相當適合少量多樣製造的應用情境。

當然，複合式機器人不僅僅是將協作機器人與AGV組裝在一起這麼簡單，其中應用的難點，即是技術整合。例如AGV與機械手臂間的協調運作、AGV與各站點間的訊息往來

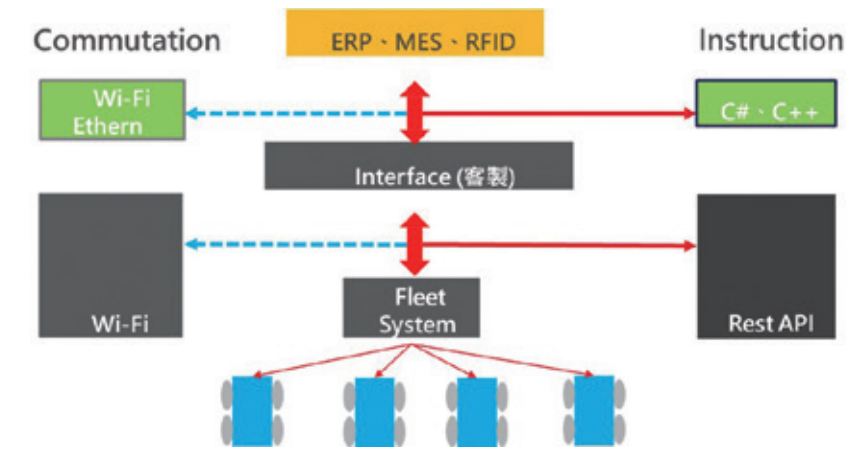


圖3. 圖為MiR Fleet車隊管理系統架構，可處理複雜的車隊運行及信號傳輸。

及整個場域Wi-Fi訊號建構，皆是影響機聯網溝通速率的因素之一（圖3）。

為了降低多個運動單元所造成的定位誤差，複合式機器人可借助機器視覺、周邊系統等科技進行二次定位，並仰賴中央控制系統、通訊技術調度，才能自由於場域間穿梭，實現上下料、搬運、組裝、智慧分揀等應用，精準執行移載搬運任務。

隨著複合式機器人深入的發展，目前已多應用於自動化工廠、半導體、3C電子、醫療、物流、電商、倉儲、機加工等較於複雜的工業場景，解決傳統人工人力及效率不足的問題，充份發揮高效優勢。

精準視覺應用 所羅門AccuPick 2.5D LM系列

當然，除了傳統搬運取放之外，機器人的視覺技術，儼然扮演帶領「手腳」移動至定位位置的關鍵所在。

越來越多製造業透過機械手臂搭配AGV、AMR進行產線自動取放、加工等工作，以此簡化繁雜人力作業。然而若機器手臂在站點

多變的產線上執行任務，上下料等夾取精準度容易受位移而產生偏差，只能做到不精準取放，仍需人工或二次定位才能完整工作。

為有效改善傳統自動化定位痛點，3D機器視覺及工業用AI領導品牌所羅門，推出「AccuPick 2.5D LM系列」視覺解決方案，靈活排解產線問題，其優勢如下：

一、快速視覺定位

當物件或手臂相對位置改變時，透過視覺掃描，除了X、Y平面，也可辨識Z軸變化，快速更新手臂座標資訊，無需重新設定即可輕鬆準確定位，為業者提升至少30%生產速率。

二、適合搭配機器人在動態環境作業

可運用在機器人不同的動態環境中，如手臂搭配AGV/AMR、移動式堆棧以及上下料等應用。

三、高靈活性

2.5D視覺工作速度與2D視覺相當，但可用於堆疊或搬運不同高度的物品，比2D視覺更能夠適應不同的工作區域。

四、高性價比

可任意安裝在外部裝置或機器人上，支援 Universal Robots、Kawasaki等多達25家世界主要機器人大廠手臂及主要的SCARA四軸手臂，更可在不同動態環境中與機器手臂搭配，如手臂搭配AGV/AMR、移動式堆棧以及CNC上下料等應用。

讓自動化更簡單 MiR+UR三大優勢

智慧製造發展越發普及，複合式機器人品牌日益多元，全球機器人領導品牌 Mobile Industrial Robots(MiR)及 Universal Robots(UR)在功能應用及服務面表現脫穎而出，成為企業自動化轉型的首選。

MiR自動導引車搭配UR機器人手臂與夾具，形成自主複合式機器人，不僅兼具AMR行駛底盤自主導航能力，協作機器手臂更能精準抓取、上下料、識別，易於承擔多樣製造業自動化作業。

一、兼具安全與精準夾取功能

MiR AMR具備雙通道編碼器、Sick光達掃描器、超音波感測器、3D Camera、加速度感測器和陀螺儀，多項安全功能配置協助機器人在人機作業環境中可穩定運行，例如安全速度限制、障礙迴避及系統緊急停車等，有效降低碰撞事故發生。

同時，AMR的自主導航技術可在不改變環境下，自動快速部署，搭載協作機械手臂UR等機械手臂，能準確完成如品質檢測、抓放、組裝等要求精細化作業，適用於倉儲物

流、3C精密生產、工業製造、醫療照護等領域。

二、上下料自動化

複合機器人可透過AMR的移動便利性載運各產品，在不同點位間移動，大幅提升整體產能效率，讓人回歸到更有價值的工作內容上。

三、整合容易

MiR AMR具備開放性平台，可透過Rest API與MiR作溝通，除了與機械手臂連接組成複合式機器人外，也可以通過和不同模組銜接（圖4），進一步擴展背載、牽引、自卸、頂升式等多元應用場景。

AGV+協作機器人應用案例

應用一：半導體封測廠

由於面板及半導體封測的檢測工序時間長，作業員在現場每小時僅20分鐘工作時間，其他皆等待狀態，但空檔期間作業員無法專注進行其他產線作業，再加上工作枯燥容易造成作業失誤，導致整體生產效益低落。

對此，設備商實地評估後，建議導入複合機器人(Cobot+AMR)搬運FOUP上下料作業，藉次執行單調枯燥動作，同時提高工作品質，及減少人為失誤，人力可以減少30%，有效改善缺工問題。

首先，由AMR背著Cobot從工作檯取FOUP，送到檢測台反覆進行FOUP取料及上料；複合機器人由MiR、TM Robot、客製治具構成，MiR 藉由Lidar生成地圖構建路線編輯，在產線中不受路線控制靈活運行。TM

外部連接(PLC)

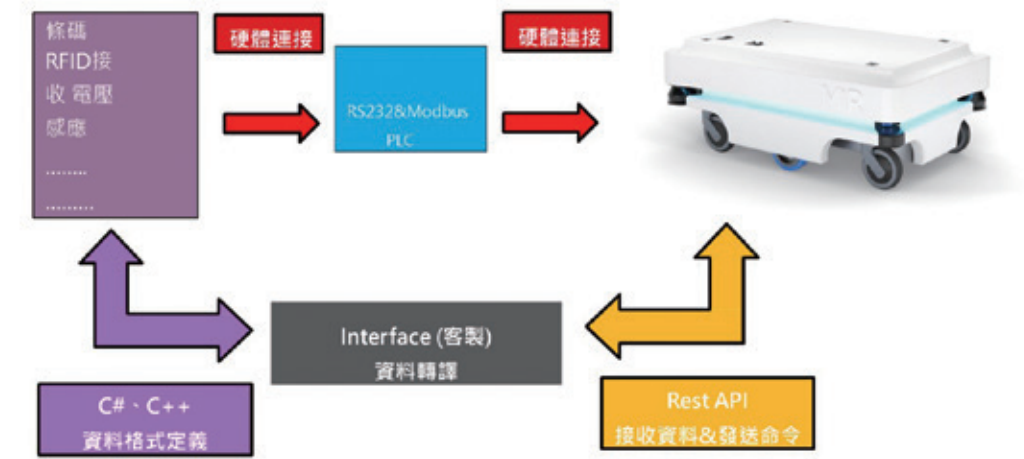


圖4. MiR AMR擁有開放性平台，可依照使用需求，與不同模組串接。

Robot選配24V直流電源，可合併使用MiR電源，TM Robot相較於工業Robot更輕巧更節省空間，搭載在MiR上還有空間載運數個FOUP做上下料。產線至今運行1年多，複合機器人已完全取代人力，整個產線只需少部分人力做異常狀況解除，大幅改善人力效益不佳問題。

應用2：塑膠射出業

一間僅兩位員工、專門製作玩具塑膠材料的小型塑膠射出工廠，平時既要處理營業接單、模具設計討論，更需接洽需求細節聯絡、射出後修剪料頭及分類，完全蠟燭兩頭燒，無法充分休息，工作品質也無法提升。

所羅門了解客戶狀況後，建議導入Cobot進行射出取料、剪塑料頭及放料工作，透過Cobot簡易操作、連續運作及加速換線時間等優勢，進而提高產品出貨穩定性並增加產能，解決人力短缺及產品品質穩定問題。

所羅門輔導客戶導入Cobot取料及Cobot提供周邊設計，編輯Cobot從射出取料/夾取射出料做塑料膠道修剪及料件分類。Cobot則使用Universal Robots，並客製燒焊底座、CKD氣動平行缸、客製Finger及現有膠道剪斷機組成自動下料模組，再藉由Universal Robots方便編程特性，讓客戶可以輕易自行編輯。如此省去過往需守在機台前方處理射出餘料的耗時，將時間善用於洽談新案件及處理新設計，以利整體營收穩定成長。

人機協作 創造新價值

隨著產業不斷創新，導入機器人應用已成為市場顯學，除了選定適合的機器人外，多機協作、IoT整合等與環境系統整合搭配，亦是發揮複合式機器人功能的關鍵所在。相信在當前的產業發展及勞工市場供需下，未來複合機器人的技術應用有望大幅提升。

開啟智慧無人車新時代



文 宇集創新科技股份有限公司

服務型智慧無人車新時代的來臨

服務型智慧無人車(或者稱為行動式機器人)的時代來臨了! 隨著人工智慧的發展以及製造工藝的進步, 服務型智慧無人車終於開始走進人們的生活中, 從餐飲、樓宇、飯店以及醫院等較為開放的場合開始幫助人們遞送物品、幫助導引群眾到達一些固定的地點以及幫忙介紹一些歷史文物, 然而, 就在這個小小的幫助開端, 沒有人意識到智慧無人車正

一步一步地走進大眾的眼中以及生活中, 開始與人共存並互相幫助, 可以說, 智慧無人車正以堅實的腳步逐步緩慢地改變著世界。

服務型機器人市場初步分析

機器人於全世界的市場成長率正逐步加速並實際佈署在我們的生活環境中, 雖然高速成長期並未真正到來, 但也因為如此, 讓這一個市場充滿了機遇。

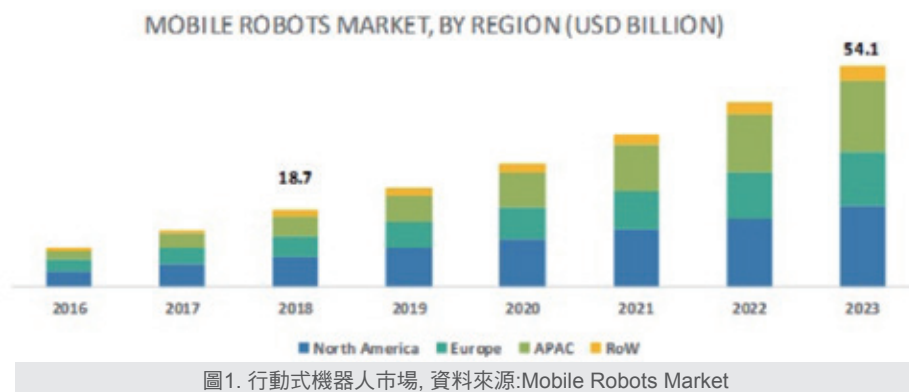


圖1. 行動式機器人市場, 資料來源: Mobile Robots Market

在市場的應用部分, 根據IFR的官方統計, 現有的服務型機器人的前五大應用領域分別可以參考到圖2,

1. 遞送服務機器人
2. 清潔及消毒機器人
3. 醫療運用機器人
4. 社交機器人
5. 自動化飯店服務機器人

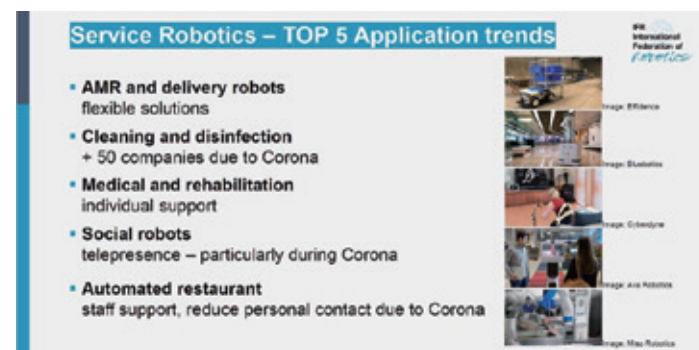


圖2. 五大主要服務型機器人之應用領域, 資料來源: IFR網站

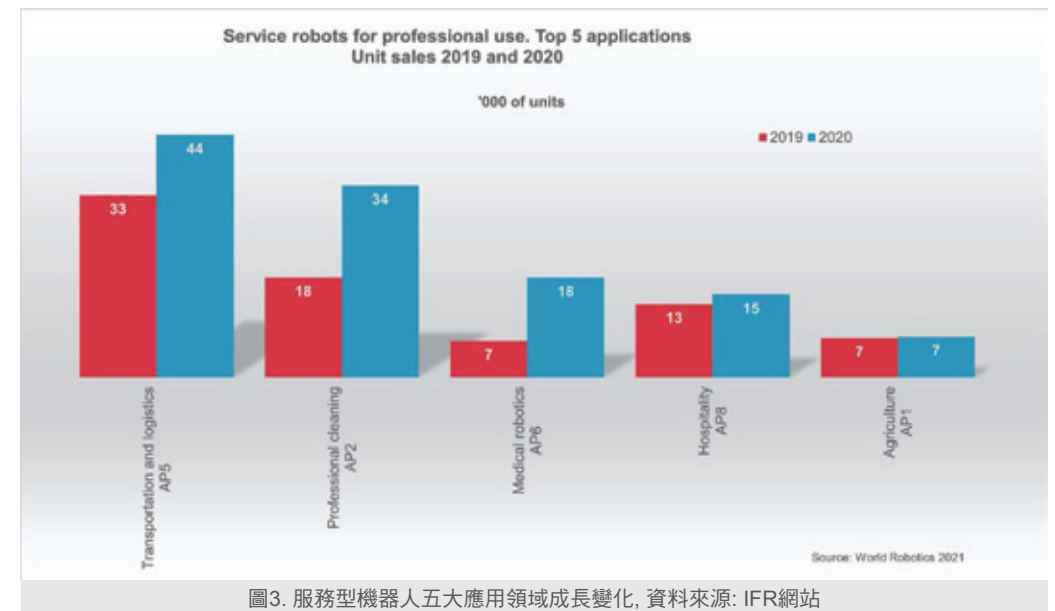


圖3. 服務型機器人五大應用領域成長變化, 資料來源: IFR網站

IFR更進一步將服務型機器人的應用領域變化以2019及2020兩年數量變化比較:

根據國際機器人聯盟(IFR)的《2021年世界機器人-服務機器人》2021年11月4日報告, 全球專業服務機器人市場營業額達到67億美元, 比起2020年增長12%。同時, 新型消費服務機器人的營業額增長16%至44億美元, IFR表示「服務機器人繼續走上成功的道路, 證明了全球巨大的市場潛力。」

宇集所開發及販售各種商業及工業應用機器人, 目的就是開發適合用於工商業的機器人, 並將其應用普及到各行各業。工業應用

產品開發歷程中, 宇集開發了世界首個協作型的行動式機器人, 也開發了可以精確自我定位及控制的全向輪型行動式機器人, 前者主要可以讓行動式機器人可以達成自動遞送及輔助搬運兩個目標, 後者可以讓行動式機器人以橫移的方式與設備對接, 解決了輪型行動式機器人的複雜停靠控制問題以及狹窄走道無法旋轉的情況下必須橫向移動定位的問題。

公司草創初期, 只集中於工業應用的開發, 商業應用部分, 著眼於國內因疫情的迫切需求, 於2022年引進並獨家代理擎朗機器人公司之T5, T6以及T8商用遞送機器人。



圖4. 擎朗機器人家族

T5, T6應對較高載重(T5: 40 kg, T6: 40kg)之餐飲遞送需求, T8之最大載20kg限於國內55cm之間物品遞送應用。

遞送無人車在商業及工業的運用

機器人的遞送服務已經悄悄地降臨我們的生活中, 以下是現行遞送型服務機器人的運用以幾個實際的案例分折:

3-1: 商業應用: 餐飲遞送服務

在餐飲店的營運當中, 餐飲遞送服務是一個常見且必須經由服務人員實際收送餐盤, 在解說餐飲遞送服務前, 我們將餐廳的前台流程稍作回顧如圖5:

遞送無人車在這些不同階段皆可扮演不同的腳色, 舉例從迎賓開始, 可以在迎賓大廳中以柔和的聲音並感知進入餐廳的顧客, 輔以柔和的音樂大聲的說出歡迎光臨, 並在服

務人員的引導之下入座。

餐前服務可以遞送白開水以及毛巾, 餐中服務則可以遞送飲料及主要餐飲, 這裡與人員遞送較不一樣的地方在於可以多桌號遞送, 藉由螢幕的指引, 到達特定桌號時可以讓顧客拿取特定餐盤, 送完則往下一桌號前進, 以提高遞送無人車的稼動率, 最後則是餐後服務, 若是以套餐為主的餐廳, 則可以藉由Call車服務讓遞送無人車將使用完畢的餐盤既其上的餐具送離該桌號。



圖5. 餐廳前台服務流程概要



圖6. T8遞送機器人特色

無人車T8的特色則可以參考圖6, 此一遞送無人車體極小, 長寬約45cm x 38cm, 可以安全的在狹小的走道55cm穩定行進, 特別適合台灣餐飲業者使用, 此外, 使用強健的車輪控制可以將遞送無人車速度控制在高速行進狀態依然可以穩定避障, 安全性部分該車使用三組立體視覺建構強健的防撞區域, 不會因為一些例如椅腳等較小的障礙物而產生碰撞, 再者, 若同一場域同時存在多遞送無人車同時運作, 則可以將遞送無人車之間的行動以通訊的方式互相連動, 此舉可以事先協調執行任務中的遞送無人車進入預設的閃避區域以避免在十字路口或是窄走道走形式互相碰撞。

在此特別說明與單純人員遞送不同的是遞送無人車的使用除了安全穩定以及具新奇感之外, 本身以智慧語音隨時提醒周遭顧客相關注意事項極具娛樂效果, 可以適當地增進顧客用餐體驗, 以增進客戶再回頭用餐率。

3-2 工業應用: 人機協作輔助動力車

傳統的搬運車輛已經大量運用於工業環境, 但有幾個重要使用上的問題:

A. 需人力推送: 人員推送因為工件完成時間

不定, 所以往往需要一或多個人員固定在推車旁待命, 在人力運用上面非常沒有彈性。

B. 運送效能難統計: 人力搬送的運送效能很難數字化, 這意味著產能規劃在這一部分若產生瓶頸責難以適度及時的調配。

C. 車輛無法管理: 傳統的搬運車輛使用完畢之後, 通常操作者會就近停在機台附近, 累積一多, 工廠內部會產生動線紊亂, 或是因為走道被堵塞產生運送效能低落問題。

D. 重物搬送無法減重: 有時候搬送的物件若重量太重, 則搬送的人需消耗多餘體力搬動重物, 不僅搬送速度緩慢且危險。

而宇集的人機協作型輔助動力無人車可以運作切換在自動模式或是協作模式下, 自動模式提供了自動導航的功能, 其中又可細分為:

1. 無軌式自動導航
2. 軌道導引模式

兩者合併使用時, 稱之為混合導航, 我們假設一個場景在混和導航模式下以多台輔助動力無人車完成自動導航之無軌式運作, 完成所有工作之後, 需要依序返航並排隊停靠



圖7. 協作型輔助動力無人車, 資料來源: 宇集創新科技

到待命出發區，但因為場地限制因素，排隊待命區域為單通道並且非常狹窄，此時可在下窄通道內使用軌道導引技術讓輔助動力無人車自動排隊，等待下一個任務後出發，同理，在協作模式下，假設使用輔助動力模式搬運重物完畢，使用者可切換到自動模式並啟動自動導航功能回到待命區。

工業智慧遞送無人車運用IoT管理與控制

一般來說工業智慧遞送無人車在實際的運用場合中除了定點遞送之外，通常會與各種不同的設備對接以便達成無人化工廠的目標，但是各種不同的設備代表了各種不同的客製情況，若要針對各行各業的各種設備來設計與遞送機器人對接的程序，只能說曠日廢時且效益不高，是因為這種客製通常不能夠複製推廣。

針對這種情況，宇集創新科技推出IoT的解決方案(UniIoT [註])，此解決方案是具有雙向性的，亦即就是將設備端送出的訊號經過

UniIoT裝置送出，之後，再由智慧遞送無人車上的UniIoT裝置接收並處理，嚴格來說，這一段作動程序是比較固定的，可以經由教導程序設定其在場域端的固定動作，但會變動的是一些硬體溝通參數的設定，所以機器人開發廠商或是使用者可以經由宇集Web App做初步的設定之後即可上線，這樣一來，節省了大量的程式撰寫及開發時間，也可以讓設備直接經過簡單的設定就上線。

如圖8所示，在這個示意場景中，有車輛管理系統(Magnagement System)，也有n台的智慧遞送無人車(AMR-1~AMR-n)，有兩台對接設備(Equipment-1, Equipment-2)並且其中與UniIoT的對接裝置分別為可程式化邏輯控制單元(PLC)及按鈕(Button)，為了串接所有的裝置，我們也設置了無線通訊主機(Wireless System)。

智慧遞送無人車可以藉由UniIoT的使用而快速開發客製化應用，由於是標準產品，所以客戶端除了可以大幅減低客製化費用之外，亦可大幅降低上限所需的調適時間，同

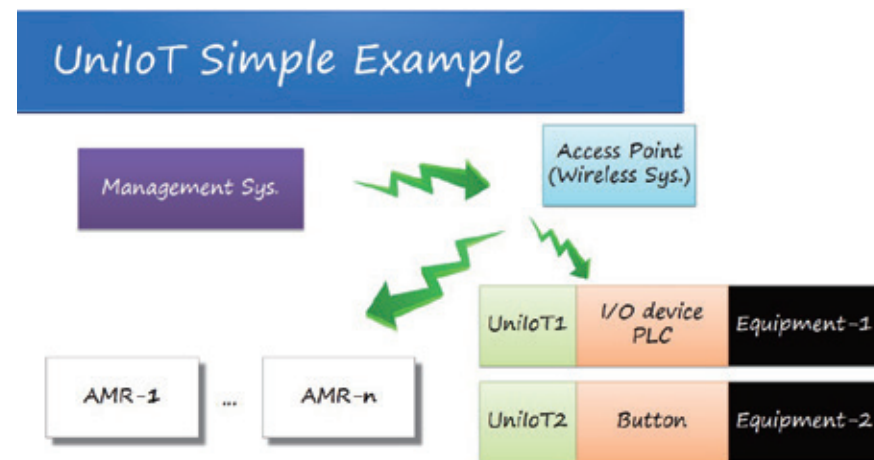


圖8. 工業智慧遞送無人車IoT管理



圖9. 舉昇智慧遞送無人車工作場景示意



圖10. 重載智慧遞送無人車與輸送帶設備自動對接

理，若是使用者想要開發自己的管理介面甚至與既有的MES對接，也可以使用UniIoT直接將現場資料彙整並記錄，若是搭配各種的公有或私有雲，則可以開發專屬的雲端統計及記錄系統。

圖9為實際建構之場景，此場景中，有三台舉昇型的遞送智慧遞送無人車，負責到場景中訂單系統所指定料架，將料架搬運到指定的出貨口，到達後可自動旋轉料架，讓使用者方便取貨，此一過程中，則可以使用UniIoT裝置快速建置相關的運用。

圖10為另一個實際應用案例，重載智慧遞送無人車固定將輸送帶出料端的貨物收取之後前往出貨地點，我們將動作再細分，重載式智慧遞送無人車到達輸送帶出料端定位，

重載智慧遞送無人車以UniIoT送出到達定位訊號，輸送帶端的UniIoT裝置收到訊號後迅速讓輸送帶出料到重載智慧遞送無人車上，動作完畢後送出出料完畢訊號，此時重載智慧遞送無人車就會啟動回程程序，將其上貨物送到指定的出料地點。

總結

隨著時代的演進，智慧無人車的時代已經開啟，並且逐漸普及在商業或者工業應用的領域，當競爭者引進智慧無人車時，達到吸引客群以及人力管理彈性化的目的之時，唯有敞開心胸，接受智慧無人車時代的到來，調整心態重新檢視智慧無人車所扮演的腳色以及帶來的效益，才能讓企業永續經營變得更簡單。

[註] 關於 UniIoT 裝置，其可以接受 I/O 輸入訊號，TTL RS232 或是 RS485 訊號，輸出則以無線訊號輸出為主。

靈活部署與簡易編程 協作機器人翻轉 智慧製造氣象

文 Universal Robots 江權哲 業務總監

公司簡介：

來自丹麥的Universal Robots優傲科技致力於透過優異的機器人平台，為產業打造耳目一新的作業模式。每款機械手臂可搭配UR+生態系統的各式週邊配件，包含末端夾治具、軟體、配件等，不但跨刀眾多產業，還能從容應對不同工序，方便用戶靈活部署。協作型機器人（Cobot）既安全又靈活，更符合成本效益，即使中小企業也能輕鬆實現生產自動化。

只有大企業才能導入自動化？ 協作型機器人帶來轉機

自動化是大企業才需要的技術？導入自動化需要極高成本？或者自動化設備會占用過多空間？15年前，優傲科技推出了全球首款商用協作型機器人，為的就是打破中小企業對於機器人既昂貴又複雜的印象，讓他們也

能受益於機器人技術。

在製程與人力滿載的情況下，如何才能增加產量？這是企業普遍面臨的經營問題，添購大型設備的同時，將牽涉人事成本及資本支出的增加。協作型機器人可搭配現有設備及人力，在不影響現有空間布局下，執行枯

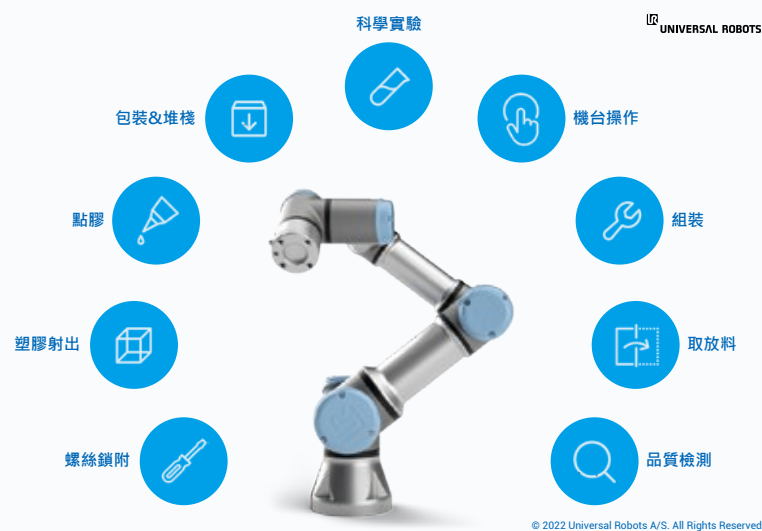


圖1.UR協作型機器人，滿足各種應用

燥、困難、重複性高及危險的任務，例如搬運、CNC上下料、焊接、點膠、拋光研磨、金屬去毛邊等製程，讓企業在不需增加人力成本的情況下，就能增加產出，滿足尖峰需求。

機器人製造商深知廠房空間寸土寸金，因此打造了佔地面積小的機器人，也有鑑於產業求才不易，故推出能全天候生產的設備；我們深知在企業資源有限情況下，協作型機器人廠商提供符合成本效益的自動化解決方案，幫助企業發揮潛能。

新型的協作型機器人使用簡易，只需要照著面板指示一步步操作，從開箱到上線使用不到一天時間。並提供多種介面給客戶作為跟外界溝通的手段，例如 Primary/Secondary Interfaces、Real-time Interfaces、Dashboard Server等，最常被使用的就是 I/O (IO connection interface)，另外，機器人擁有 free-drive 功能，可直接拖拉機器手臂設定路徑之外，示教器中的編程介面有直觀的



圖2.UR示教器，直覺的操作面板讓作業員能快速上手

3D 可視圖，讓毫無程式設計經驗的操作員透過輕觸面板上的方向鍵，就能設定動作。

工業生產模式改變帶動企業轉型

近十年來，越來越多製造商轉向協作自動化。彈性、直覺的協作型機器人非常適合應用在需求多變的情況，可以有效減少預算、求才和訓練員工掌握新技能的時間，也可進行大規模的工廠和公司重新配置。

受疫情影響所帶來缺工問題，讓中小企業逐漸意識到自動化部署的迫切性，2021 年導入自動化設備的臺灣企業從較常見的電子、金屬加工、汽車，延伸至食品、醫療、工具機等領域。輕巧、編程簡易的協作型機器人，釋放產線人力後、讓員工從事附加價值更高的工作，在動盪的疫情期間讓產線不中斷，員工更能在保持社交距離的安全環境下完成任務。

協作型機器人正在重新定義業界的生產與製造環境，同時幫助企業更妥善地利用現有



圖3.美國DCL物流公司導入UR10e機器人進行物件取放及裝箱作業，業務量成長30%，24小時全天候運作

人力資源。其中，食品與飲料產業的改善尤其明顯，因為直覺式操作的機器已經包辦產線末端拿取、放置、堆棧及包裝的工作。協作型機器人並非直接取代人力，而是解決人才招募與培養的兩大挑戰。這些機器人能接手處理繁重、乏味或令人厭惡的工作，讓員工們有餘裕處理需要長時間思考或決策的高附加價值工作。

另外，維持供應鏈的穩定在電商蓬勃發展的時代下尤其重要，以便隨時應對瞬息萬變的市場，協作型自動化可以幫助各種規模的企業有效因應需求變化、提升彈性，從而將難以預期的障礙轉化為新的契機。

協作型機器人何以勝出？
與傳統機器人的優勢與差異比較

以往台灣製造業者大多仰賴傳統工業機器人，絕大多數都是將其應用在大量且一成不變的製程，而這樣的機器人，多半佔地面積大、成本高、笨重且需要安全圍籬，這讓許多企業望之卻步。

為了幫助各種規模的企業實現自動化的願景，協作型機器人為業者提供了全新選擇，

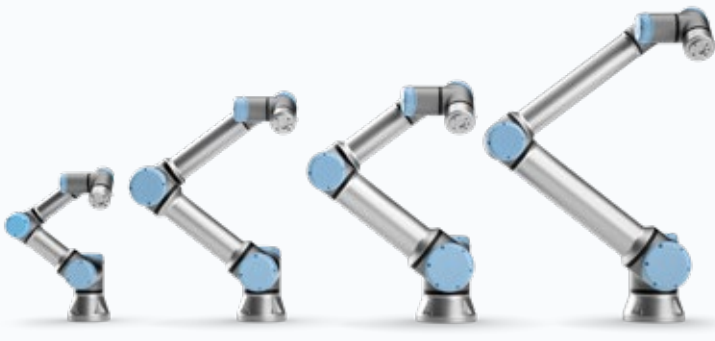


圖4.e系列產品照

因協作型機器人體積輕巧，即使廠房空間有限，也能部署，另外，各個關節都能360度旋轉，賦予機器人得以勝任更精密且多樣的動作。在導入協作自動化後，機器人可在不同製程間靈活轉換，將停機時間降至最低。在程式編寫方面，簡單且直覺的操作介面，讓即使不是工程師背景的作業員，也能在培訓後快速上手，無需額外聘用專門的程式設計人員。

輕量化設計的協作型機器人，在經過風險評估後，可與作業員一同工作，不須安全圍籬，機器內建安全防護機制，一旦偵測到碰撞，會立刻停止動作。機器人不僅接手繁重、危險的工作，更重要的，成為工廠最重

表 1、傳統工業機器人與協作型機器人之比較

優勢	工業型 機器人	協作型 機器人
初期成本低，一年內即可回收成本		√
快速部署與設定		√
可輕鬆重新部署機器人進行不同製程與作業		√
編程容易，無須額外技能		√
大量高速生產	√	
超過 16kg (32 lbs) 負載	√	
半徑超過 1300mm (51.2 ins)	√	
不須更動現有產線配置		√
員工可進入機器人工站完成作業		√
可與其他機器或機器人進行整合	√	√
僅需極少員工（甚至不需員工）即可運作	√	√
將不隨時間改變之製程或產品加以自動化	√	√

要的工作夥伴，安全可靠，運作24小時不間斷，協助企業大幅降低生產成本，提升產量。

有別於傳統的自動化解決方案，協作型機器人的初期成本低，投資回報週期不到一年，符合經濟效益的優勢，成為企業踏出自動化第一步契機。

國內外協作機器人的應用案例

華夏玻璃股份有限公司是台灣百年傳統玻璃工藝製造廠，專門生產食用瓶、酒瓶、飲料瓶等玻璃製品，是全台最大的日用玻璃製造商。面對台灣少子化現象導致人才招募困難，加上傳統產線無法滿足新型態少量多樣又即時的客製化需求，促使華夏積極投入轉型。在高溫的玻璃產線上導入11台Universal Robots協作型機器人，設備在高溫嚴苛的環境下依然穩定運作，也可因應訂單變化、快速切換於不同產線，UR協作型機器人相比工業用機器人省約6倍的空間，有效釋放25%的人力，減少150~200萬台幣的客訴損失。

放眼歐洲，位於法國的BWIndustrie是一家專精於金屬零件除油與機械加工的公司，他們在8前面臨日漸激烈的競爭，為了避免被迫外移，決定走向自動化。該公司一開始部署了需要安全圍籬的傳統工業機器人，但由於希望作業員能夠在產線運作時接近機器人，他們開始尋找能直覺操作、便利應用的協作型機器人解決方案，他們總共在產線上部署了4台UR機械手臂（一台UR5、兩台UR10與一台UR16e），協作型機器人負責的製程包含 CNC 工具機的裝卸料、金屬管線的

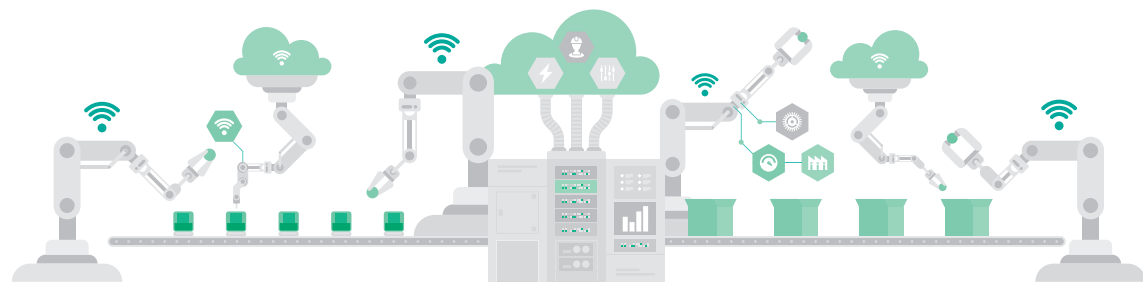
品檢，並為重量4到14公斤的金屬零件去除毛邊，導入UR機器人後，BWIndustrie成功保持競爭力，提升了50%的勞動力與70%營業額，還同時減少員工職業災害的風險，確立了更加友善的工作環境。

未來智慧工廠趨勢
與協作機器人永續經營

協作型機器人的問世，實現了「關燈工廠」的願景，產線全天候運作，不受缺工等外在因素影響。進而幫助企業實踐社會責任：減少廢料、降低能耗、節省空間。舉例來說，位於義大利的電動工具製造商RUPES致力於產品零檢出，導入機器人後，他們實現組裝線上的人機協作。成效包括了減少廢料產生、降低作業成本、改善工作條件、讓員工從事價值更高的任務以及提升生產力。由此可證，協作型機器人不但效能顯著，在協助製程減少廢料與提高效率等方面也備受肯定，受惠對象則包括熱塑性塑膠、精密光學製造、焊接以及汽車生產等各大製造業。



圖5.BWIndustrie 是全球首家導入UR16e的公司



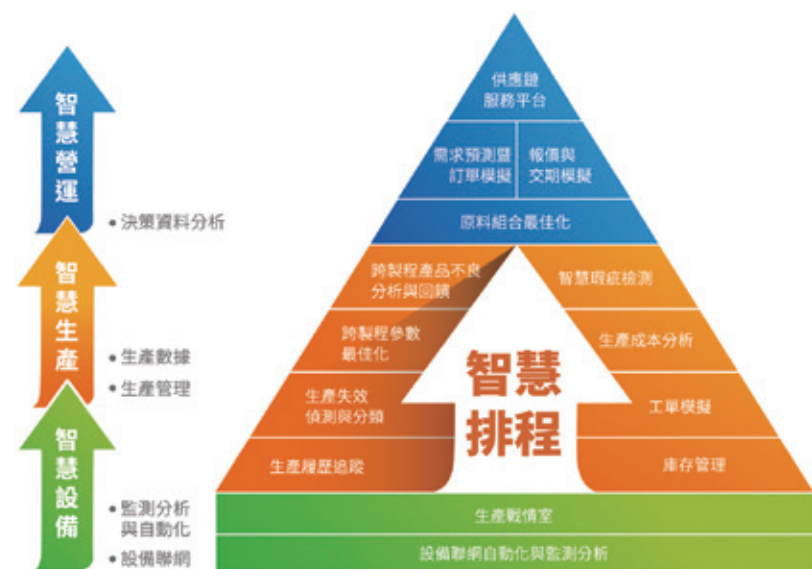
由智慧排程打造協作供應鏈 迎戰智慧製造新世代

文 塔台智能網絡股份有限公司技術團隊 官大鈞、鄒宜廷

智慧製造產業現況與發展藍圖

近年在工業4.0的發展趨勢下，全球工業大廠及國內製造產業均紛紛投入智慧製造，甚至智慧工廠生態系的佈局 [1]。隨著COVID-19疫情對全球產業的衝擊，加速帶動數位轉型的迫切需求。疫情前期受限於供應鏈斷鏈及人流管制等因素，各企業改為遠

距工作的新型態營運管理模式。對於製造業，遠距工作使廠內大幅縮減人力配置，進而遲緩生產製造與配送的進度，導致生產與庫存管理複雜度的增加，以及排程混亂 [2]。後疫情時代下，為因應訂單的快速且大量增加，如何彈性應對大量訂單的需求，並有效調配生產排程更是通往智慧製造之路的必要



*圖片繪製資料參考：資訊工業策進會 數位轉型研究所 智慧製造共通的挑戰與發展藍圖(2019)

圖1. 智慧製造發展藍圖

關鍵因子。同時，在面對少量多樣的需求市場下，現行的印刷電路板（Printed Circuit Board, PCB）及半導體製程工序流程趨於精密化與複雜化。

高度精密複雜的製程工序現況，使管理階層更需仰賴智慧動態排程系統串接企業資源規劃系統（Enterprise Resource Planning, ERP）的歷史數據，並同步連動製造執行系統（Manufacturing Execution System, MES）的廠內即時數據，提升流程的管控與人員的彈性調度，及提高設備稼動率，達到產能利用率最佳化。依據資策會的智慧製造發展藍圖（圖1），智慧動態排程可說是智慧工廠生態系下串接全廠各環節的中樞系統。現今，智慧動態排程系統的重要性如同智慧工廠的大腦，掌控著廠內外的生產、配送與調度，與企業成本支出息息相關。以興普科技導入SARA智慧排程系統的實際案例說明智慧動態排程如何降低成本及提高設備稼動率達到生產效率最佳化。

成功案例案例探討 - 興普科技

公司簡介

興普科技股份有限公司成立於2001年，台灣在印刷電路板的產值已達全球第一，卻獨缺少量多樣的專業生產背景下，基於市場迫

切需求所應運而生 [3]。因應少量多樣的訂單需求，製程工序趨於高度精密化與複雜化以面對高度客製化的製造現況，興普以提高品質與生產效率為目標使製程最佳化 [4]。

導入前的需求

興普過去專精於樣品生產，主要客戶需求為樣品單。疫情影響下，客戶的轉單效應使樣品單與量產單均大量湧入。因大量急單的需要，資源的負荷量急速增加30%。同時，由於各類資源分佈於不同單位，且無系統自動串接資料的條件下，各單位人員無法即時掌握資源及執行的現況，僅倚靠電話或口頭的詢問，易造成跨部門間的資訊落差，導致急單準交率與產能效率無法有效提升。

興普智慧製造流程說明

興普科技現有的SARA自動排程可於每2小時全廠自動重排，並每10分鐘依現場執行回報狀況更新排程（圖2）。為使跨部門間減少無效等待時間、大幅提升資訊掌握度，將現有製造部門自動排程的範圍向前延伸至工程部門，一同納入協作式智慧排程（圖3）。SARA自動排程可透過彈性的資料結構，串接工程部門之訂單（含優先度與交期）、製程工作流程、標準工時、可用資源（含工作日及班表）（表1）。



圖2. 現有自動排程運作流程圖

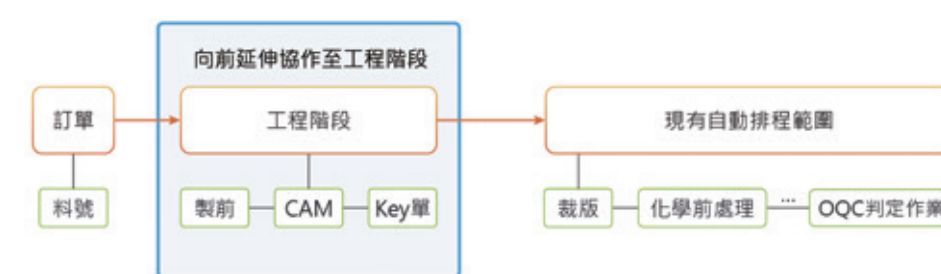


圖3. 自動排程延伸串接工程階段示意圖

表 1. 自動串接製程流程與資源規劃（表列數據已經去識別處理僅供示意參考）

製程名稱	工序流程	站點	需求資源	可用資源	預估工時
製前預覽	1	工程	operator	OP_01、OP_02、OP_03	78 分鐘
CAM1	2	工程	operator	CAM_01、CAM_02、CAM_03	120 分鐘
Key 單	3	工程	operator	OP_04、OP_05、OP_06	35 分鐘
審單	4	工程	operator	OP_07、OP_08、OP_09	20 分鐘
CAM2	5	工程	operator	CAM_01、CAM_02、CAM_03	120 分鐘

以下藉由細部流程說明興普如何導入SARA智慧排程系統達到生產管理端資料的自動串接，並連動現場執行端作業協作，實現協作式智慧製造。SARA智慧排程系統（以下簡稱系統）的工作流程依序為資料處理、資料運算及資料呈現。

快速整合全廠數據

於資料處理階段，藉由系統預先模擬建構的統一標準化資料模型，如工單模型、製程模型、資源模型和站點模型（資源所屬的單位）等，建立數據整合的自動化標準作業流程（Standard Operation Procedure, SOP）以及自動化資料匯入管線。系統將工單或產品料號的歷史資料轉譯為工序流程，並與資源（機台設備或人員等）進行配對。數據整合與資料匯入的過程，生管部門可同時評估資料的正確性，快速達到各類資料（如工單、製程與資源等）的盤點。藉由**系統快速整合資料，人員同時輔助偵測**，此協作過程可**大幅降低人工作業成本**，以及有效掌控資料的正確性與最新狀態。

提升資料整合的速度，以及人機協作的效率，為數位轉型的要件。然而智慧製造更需要的是輔助決策**預測**的能力。系統透過已預

先建立的資料模型進行即時運算分析，立即推估各工序的預估工時，並動態結合已知事件（如人員加班或機台維修）、進行中工作事件，及突發性事件（如急單插單或機台異常）即時告警。藉由**預測工時**以及**動態因應事件**的智能優化過程，生管與廠內的執行可大幅**減少場內外協調的時間成本，提升作業的效率與精準度**。

系統的資料處理架構採用PostgreSQL資料庫，以及Celery分散式工作佇列系統處理非同步作業可提升運算效能與彈性。系統自訂的資料模型架構可對應不同資料的顆粒度使分工更為明確。製程與工單的脫鉤則有助於提升資料模型運作的彈性及穩健度，使資料前處理的錯誤率降低，以防造成垃圾進，垃圾出（Garbage in, garbage out, GIGO）的結果。排程運算與資料呈現的脫鉤則提供使用者透明且便捷的資訊流，使生管能更即時掌控全廠生產狀態。

藉由全廠數據的整合，提升資訊同步率，以及生管對興普多製程工序的掌握度。在興普的高階PCB製程規則限制下（圖4），系統可同時滿足高階製程規則，並快速運算排程結果。

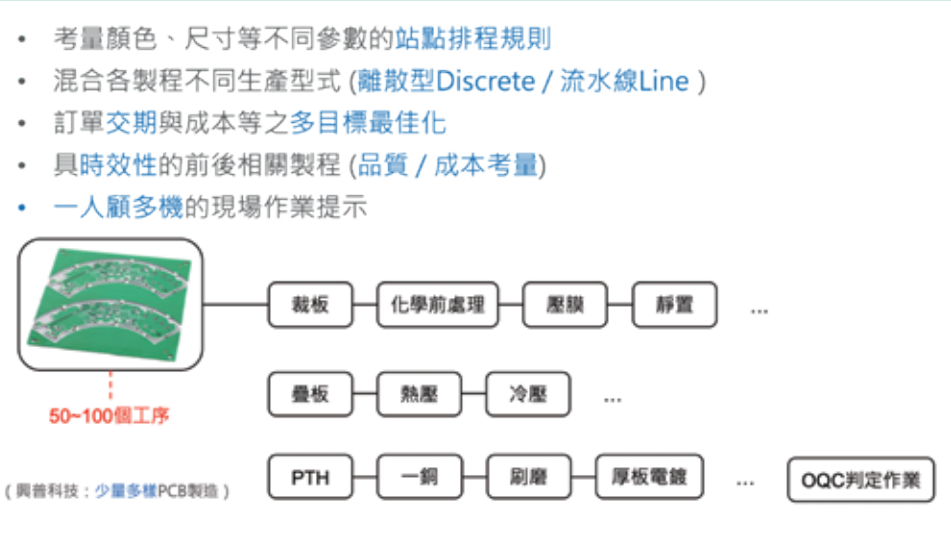


圖4. 興普科技高階PCB製程規則與工序流程示意圖

動態AI驅動智慧派工

進入資料運算階段時，系統先依工單優先度初步排序，而後針對相同優先度的工單進行產品與工序的排序，並建立工作次序（Job Sequence, Job_Seq）。排程引擎則會依工作次序提取Job（工作, 工序）排定合適的資源與時間。產品與工序的排序可依據3種條件，分別為依工單日期（order_date）、依工單交期（order_due）、依工作交期（job_due）。

• **依工單日期**：採用先進先出演算法（First in, first out, FIFO）對所有工單以工單開立日期進行排序 [5]。高順位工單內的所有工序，其工作次序均優於低順位工單內的所有工序。

• **依工單交期**：採用最早交期日演算法（Earliest Due Date, EDD）對所有工單以工單交期日進行排序 [6]。高順位工單內的所有工序，其工作次序均優於低順位工單內的所有工序。

• **依工作交期**：先以反向推估各工單內所有工作的工作交期，而後再以EDD的排序原則對所有工作進行排序。高順位工單內的所有工序，其工作次序均優於低順位工單內的所有工序。

建立工作次序後則生成仿人類競標行為的多智能體系統（Multi-agent system, MAS）AI架構 [7]。MAS的agent則是基於各類資料（如產品料號、資源、工序等）產生的行為代理機器人。在系統排程引擎中，MAS會創建5種代理機器人，分別為資源代理人（ResourceAgent, RA）、工序代理人（JobAgent, JA）、排程代理人（SchedulerAgent, SA）、事件代理人（EventAgent, EA）及產品代理人（ProductAgent, PA）。各代理人角色相互獨立運作，排程代理人主掌排程的流程進度，工序代理人負責安排工序，資源代理人取得最佳的資源與可排定的時間區段，事件代理人負責安排事件次序，產品代理人則握有各產品料號的詳細資訊。排程引擎會按照

三個階段依序處理事件、已接訂單、計畫訂單。

第一階段為事件處理。事件的種類包含了已知事件（如人員加班、機台保養維修、預定產能等）、進行中工作事件、已排定之工作事件，及突發性事件（如急單插單或機台異常）。由SA發起流程，呼叫EA選定未完成的事件中順位最高者為待排定事件。取得待排定事件後，SA則依據事件的條件需求排定資源與時間區段。

第二階段為已接訂單的工作排程。於此階段，系統依工作次序對各工序進行資源與時間的排定。首先由SA呼叫JA選定尚未排定的工序中順位最高者為待排定工序。取得待排定工序後，SA則聯繫RA，並傳遞待排定工序的詳細資訊至RA。RA則依據工序的詳細資訊及相關資源的所有可用時間區段，進行最佳可用時間搜尋及資源間的比較，將待排定工序配對最佳的資源及時間區段。根據特定製程規則限制，資源代理人則衍生上下階角

色。主資源代理人（ResourceAgent, RA）負責資源的時間區段選定及資源的比較。客製化資源代理人（CustomizedAgent, CA）隸屬於主資源代理人，負責替RA預先篩選可用資源，可用資源的篩選依據為製程規則。以興普的線別限制為例，相同產品料號內的前後工序必須排定於相同線別的資源。因此，RA在選定資源前，呼叫CA回傳符合線別篩選限制的資源列表。RA取得符合限制的資源列表後，進行資源的可用時間區段搜尋及資源比較，並回傳最佳的資源及時間區段至SA。SA依JA與RA回傳的結果進行資源與工序的排定，排定後則呼叫JA與RA進行下一個工序的排程。

第三階段為計畫訂單的工作排程。不同於已接訂單的順向排程邏輯（順排邏輯），系統針對計畫訂單則採用逆向排程邏輯（逆排邏輯）處理。順排邏輯與逆排邏輯的差異可參考下圖5。

由上圖5顯示Job1至Job3依序為OrderA的

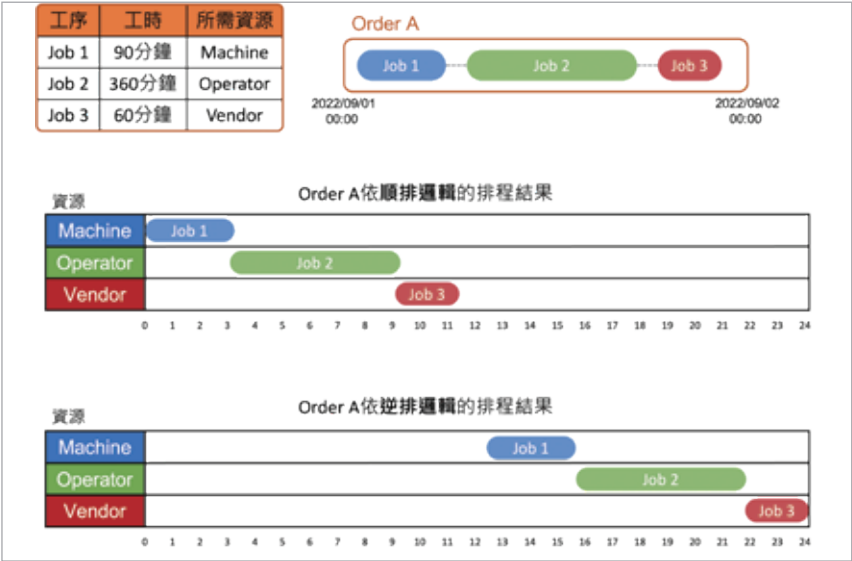


圖5. 排程邏輯示意圖

工序流程。依據順排邏輯，OrderA的工序會先由Job1開始，Job1會根據OrderA的建立時間開始排程，依序為Job2及Job3。逆排邏輯則採用OrderA的交期日作為排程起始點，並由OrderA的最後工序Job3開始排程。Job3以不超過OrderA的交期日限制排定時間，並依序排定Job2與Job1。

即時追蹤輔助營運決策

系統於資料運算的階段時，前端頁面的智慧戰情室仍會同步更新即時資訊，如專案列表頁面包含工單執行狀況及優先度等工單相關資訊（圖6）。站點排程頁面可提供細部排程規劃及異常狀態偵測（圖7）。

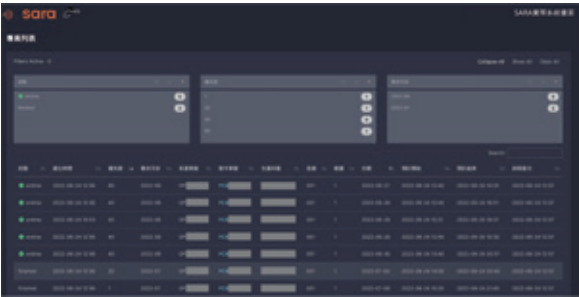


圖6. 專案列表

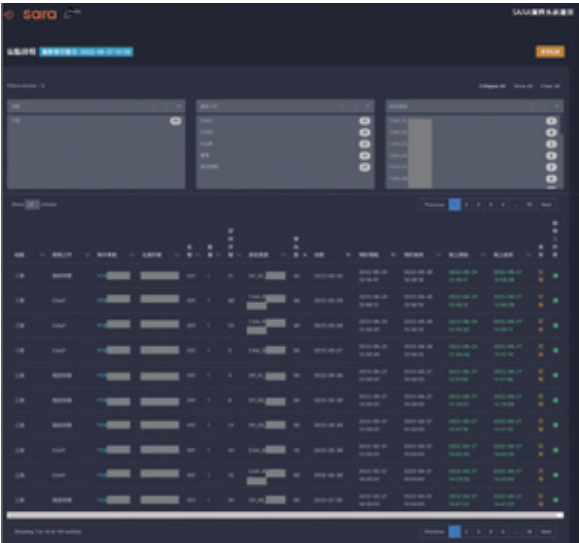


圖7. 站點排程

導入系統後，因工程段資料的串接，前端頁面可提供更全面的產能現況，如各工單的工序流程執行現況（圖8），及細部資源配置狀況（圖9）。各單位人員就由系統的協助可有效克服跨部門間的資訊落差，達到執行資訊的同步化。



圖8. 工序流程執行現況



圖9. 工序資源配置狀況



圖10. 資源排程甘特圖

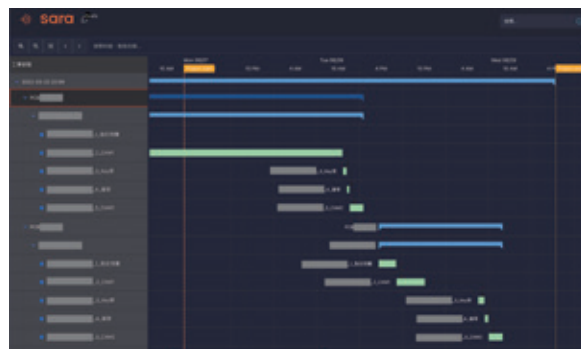


圖11. 工單排程甘特圖

生管與生計可由資源排程甘特圖（Gantt Chart）檢視全廠訂單的資源產能的分配（圖10），並藉由觀察工單排程甘特圖預先推估訂單達成度（圖11）。

導入後的成效

興普導入系統後首要且顯而易見的效益為當日急單準交率大幅提升。導入前，急單的當日準交度約為30%，導入後的急單當日準交度平均可達70%至80%，即便最差的狀況也能達到50%至60%的準交度。整體而言，**當日急件準交率可提升至少30%**（圖12）。

於導入前，系統每2小時自動全廠排程，同時每10分鐘更新排程，此自動化程度已大幅縮短人工排程時間。導入後，整合全廠的數據使排程對工程段的掌握度提高，更能因應興普多製程工序的限制條件，進而減少人工調整排程結果的次數，**使總人工排程時間可大幅縮短超過80%**。

結果的改善有賴於協作過程的精進。過去由人員決定訂單生產優先度的過程，因生產與銷售雙方不同的考量，易造成生產端或出貨端的混亂。系統的導入使得過去由產銷協調生產的作業方式全面改由系統主導，規則由人員制定，實際的優先度排序由系統決定，大幅度地**穩定產銷間的協調**，降低意見的分歧。

全廠的生產由系統主導可為協同作業帶來另一層效益的提升。除了原有的排程範圍外，當工程階段的資訊納入排程系統後，實現自動化串接全廠數據。生產端、工程端、銷售端均可大幅降低資訊的落差，**實現資訊透明度的即時同步**。生管可藉由系統全面整合全廠資源，妥善調度人員與機台產能，因應大量湧入的急單需求。同時，生計亦可藉由系統**提前了解產能現況與瓶頸製程**，提前將瓶頸製程轉單至外包生產，降低遲交率。

以此AI架構下，系統可實現特殊製程限制，並同時達到每分鐘優化1000筆工序排程的速度。工程階段納入自動串接，結合特殊製程限制的滿足，使系統可有效**優化產能效率超過20%**。

興普生技部經理說道：“建立數位模型讓製程瓶頸越來越少，同時有了AI排程依據，透過清楚易懂的數據畫面去檢討，不用靠著經驗每天追著去找過去的問題。”

協作式智慧製造的重要性

協作式智慧製造的核心並非由機器（系統）完全取代人，而是機器與人相互輔助。製造業傳統常見的問題，如部門間的資訊落差、產銷意見的分歧、高負載量時的產能分配，解決的方案均可藉由機器的介入達到以機器為主，人為輔的平衡狀態。針對機器無法處理的現場臨時狀況，則以機器為輔提供參考資訊，人員為主要決策者。因此，相比於只以人員或機器單一角色主導的製造模式，人機相互輔助的協作模式可達到更穩健與彈性的製造生產。

過去幾年的Big Data浪潮下，企業聚精於數據驅動模式；而在工業4.0的AIoT時代，智慧製造則需更具體化的由智慧排程系統驅

動，而排程驅動的核心仍是數據。智慧動態排程系統的價值在於人機協作。系統與人員相互輔助下，可更智慧化地執行的現場的製造。此外，排程系統的運行可獨立於機台設備的智慧化程度，但智慧動態排程卻可協助機台設備『開口說話』，實現以數據驅動的協作式智慧製造。

未來展望與佈局

現階段系統的導入因工程階段資料的納入而增長了資訊的廣度，有效降低部門間的資訊落差。隨著製程工序的精密化與複雜化，資訊的深度則是下一階段的重點，而如何在不降低使用者體驗的前提下提供更細部的訊息更是協作式智慧製造價值之處。

自動排程系統使ERP與MES資料及排程引擎可自動化串接運算，對比於尚未邁向工業4.0的多數企業已是極大的進程。然而，以協作式智慧製造標竿企業的標準，自動化的程度仍有智慧化的空間。系統可經排程結果計算後續採購所需的物料量，人員則可得知相關的用料建議。此用料建議現階段仍以人工註記，並同樣採人工方式發送郵件至後端工程人員。因此，自動發送用料建議至後端相關部門及工程人員是系統於下階段優化協作式智慧製造的重要功能。



圖12. 興普科技導入AI智慧排程系統效益

參考資料

- [1] 呂文斌、曾繼民（2021年3月）。AI 賦能數據融合創新加值 打造半導體智慧儲運自動化新商機。智慧自動化產業期刊。
- [2] 林政仰（2022年5月）。疫情期間製造產業的轉變 智能化製造單元技術。PMC 技術通報。283期
- [3] 興普科技股份有限公司 www.superpcb.com.tw/zh-tw/
- [4] 智慧自動化產業期刊：機器人自動化先進技術 助力品質檢測及管控贏得機先，Vol.32，2020.03
- [5] 維基百科：先進先出演算法 [https://en.wikipedia.org/wiki/FIFO_\(computing_and_electronics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/FIFO_(computing_and_electronics))
- [6] Goldberg, H. M. (1977). Analysis of the earliest due date scheduling rule in queueing systems. Mathematics of Operations Research, 2(2), 145-154.
- [7] 維基百科：多智能體系統 https://en.wikipedia.org/wiki/Multi-agent_system

疫後4大智造 轉型策略

SAP建議以數據為核心， 落實協作生產，加速邁向工業4.0

文 SAP 台灣（思愛普軟體系統股份有限公司）



百年大疫，逼著製造業面對前所未見的挑戰！供給端的缺料、缺工、塞港；需求端市場瞬息萬變，上一秒大單到下一秒砍單，產業鏈一環扣一環的不確定性，資訊流傳遞時層層失準，「長鞭效應」成為製造新常態。

避不開黑天鵝，「轉型」成為必須。疫後情勢比的是誰能快速從意外事件復原，培養供應鏈韌性、彈性營運體質，就能在反覆不定的波動性（Volatility）重新站起。



SAP全球副總裁
台灣總經理陳志惟

製造轉型不只換外皮也要調筋骨— 數據之於數位協作的重要性

MPI調研機構報告指出，93%企業決策者視

智慧製造為疫情下的關鍵競爭力。在疫情前部署工業4.0的先行企業，有21%獲利能力不減反增、有56%提升生產品質、43%強化了客戶滿意度。

轉型智慧製造、落實協作式生產是個轉骨的大工程，需要完善的OT與IT資訊整合，更會牽動到多個營運環節的工作模式，85%製造業者認為要實踐工業4.0，除了要克服硬體技術上的障礙，也需要領導階層帶頭改變營運思維。

據SAP全球副總裁、台灣總經理陳志惟的觀察，市場上掌握工業4.0優勢的製造業者，其轉型核心主張，往往不是單純導入或升級

自動化設備、數位工具，更重要是整體生產製造、營運、乃至商業模式的轉型。智慧製造先鋒善用數位工具蒐集大數據，再運用數據驅動新思維，改善營運流程，並培訓員工除了操作自動化設備外，更要擁有數據分析與洞察能力，才能逐步推進工廠內的協作生產，讓企業實踐智慧製造願景，將智慧優勢融入企業DNA。

SAP建議4大策略迎戰工業4.0 加速智慧協作生產

為協助全球企業順利邁向工業4.0及智慧協作生產之路，SAP彙整豐富的轉型經驗，歸納出四大項關鍵策略，讓企業可重新思考工業4.0價值，以及智慧工廠融合協作生產的進程與規劃。

策略一、洞悉產品並實行協作生產，加速 可視化製造大數據

現今終端市場變化萬千，需求走向少量多樣，讓製造業越來越難掌握客戶的心。對此，其實企業可以把握機會，導入協作生產技術與計劃，升級自身產品價值，創造差異化優勢。例如，利用物聯感測設備裝載於產品，進而了解終端用戶的使用情境、週期，以持續優化產品及服務；或可完善追蹤供應鏈各端，紀錄實時數據，以敏捷調配產銷排程，以及物料、半成品的庫存量。

像是巴西農業播種機械大廠Stara，為明確掌握客戶需求，將旗下耕種機導入數位追蹤系統，搭配SAP物聯網解決方案，在農民施肥、播種、收成過程，蒐集土壤、農作數據並儲存SAP雲端平台。Stara藉由這些數據分析與洞察，建議農民適當的肥料用量，減少浪費，進而達成農業及環境永續，也大大提升終端用戶滿意度。



策略二、打破資訊孤島，串聯供應鏈各端 以達成高效協作

各端點資料蒐集後，下一步策略是打造資訊共享、互通的數據平台。因應貿易戰、區域製造、短鏈生產，造就製造基地一再移轉，因此企業亟需打通跨區工廠、與總部之間的資料壁壘，透過強大的ERP資訊系統整合數據，靈活調配端到端生產流程，並優化產能與效率。

汽車大廠保時捷與舒勒合資的企業Smart Press Shop，便是導入SAP智慧製造雲（SAP Digital Manufacturing Cloud），運用SAP ERP串接MES系統資料，解決工廠資訊孤島挑戰，藉由將產線及營運數據整合於雲端，資訊得以進入工廠產線，100%追溯原料、生產數據、成品運輸等訊息，讓協作生產更流暢及快速，實現高度產線流程自動化。

策略三、智慧管理設備資產，提前預測維 修週期以全面提高人機協作效用

在推動工廠智慧化過程，如何降低設備故障導致停機、換線頻率，打造「智慧資產」是第三項重要策略。工廠應藉由完善的工業物聯網（IIoT）解決方案，為設備資產安裝「聽診器」並加值感測效能，搭配人工智慧運算機台運作模型，透過大數據技術，提前預測設備的維修及換料時間點。此舉可避免設備故障突發

正如機械工具關鍵零組件領導供應商 Schaeffler，為了協助第一線產線員工優化工作效率，提升生產力，實現聰明工作，他們導

當企業從工廠乃至整間公司的數據生態系健全後，幫助每項決策有憑有據，也能對於市場變動、上下游供應鏈狀態進行超前預測、敏捷反應，最終真正體現工業4.0所帶來的數據紅利與轉型價值。

NEW OPPORTUNITIES FOR BUSINESS

The screenshot displays the TRUSTON DSB website. At the top, the company name is written in both Chinese (信託證券) and English (TRUSTON DSB). Navigation links for 'CN', 'JP', 'EN', and a menu icon are present. The main content area features several company logos and names:

- 騰訊科技股份有限公司** (Tencent Technology Company Limited) with its logo.
- 京信設備股份有限公司** (Kingpin Equipment Company Limited) with its logo.
- YLM** (Yanlong Machinery) logo and name.
- FOTEK** (FOTEK Corporation) logo and name.
- TOYO PAPER INDUSTRY** (Toyo Paper Industry) logo and name.
- nns** (Nanshan New Material) logo and name.

Each company entry includes a button labeled '觀看更多資訊' (View more information).





人機協作生產環境中的機器人應用特色

文 原見精機股份有限公司

人機協作：面對未來的生產挑戰

全球製造需求正在急遽變化，智慧製造轉型刻不容緩。我們期盼所有的生產製程都由機器獨自完成，升級成產線全自動化的「關燈工廠」似乎是一個智慧工廠轉型的成功指標，但導入相關方案的整體資源與時間成本，也並非所有企業都能輕鬆負擔。

依據國際機器人聯合會 (IFR, International Federation of Robotics) 統計，截至 2021 年為止，全球製造業裡的工人與機器人比例還遠遠未能達到「無人化工廠」的標準。日本工廠平均每一萬名工人占有 390 個機器人，德國工廠 371 個，美國工廠 255 個，而台灣工廠為 248 個，相較之下，韓國工廠有 932 個，已是全世界的最高紀錄。從這個角度來看，現今製造業本質上仍離不開人。既然轉型「關燈工廠」不一定符合多數台灣製造業需求，那麼務實下一步怎麼走？

根據德國西門子對工業 4.0 時代的詮釋：未來的「無人工廠」並不是完全淘汰工人，而是把工人從體力勞動與簡單腦力勞動中完全解放，扮演更有創造性和挑戰性的角色。我們

可以將生產製造的勞動環境以光譜來比喻，一端是人工勞力密集，另一端是完全機械化，其實中間大部分的場域是同時存在人和機器的。當生產線可以更好地融合人與機器時，智慧製造就能達到最佳狀態。由機器人執行無聊、笨重及危險的工作，而人可以做細緻、多變或決策任務，確保生產流程的品質和生產流程順暢進行。

在人機協作模式下，人類與協作機器人相互攜手合作並且截長補短，可望帶動生產效率與彈性的提升。而新技術的發展也啟發如何讓人類與機器人透過更好的協作方式讓彼此發揮更大的價值。從跳脫傳統防護柵欄、區域隔離到安全的近距離互動，不難發現人與機器的關聯越來越密切。



圖1. 由傳統自動化升級協同作業自動化，適合臺灣製造業面對未來的生產挑戰(資料來源：原見精機)

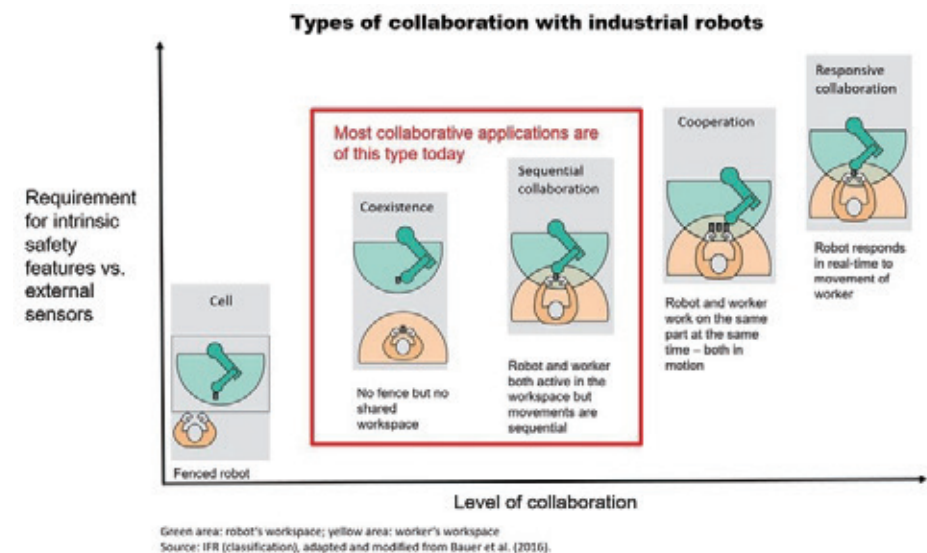


圖2. IFR 說明不同程度的人機協作模式，以 Coexistence 共存、Sequential collaboration 順序協作為最常見。(資料來源：IFR 國際機器人聯合會)

機器人安全皮膚：效率與靈活的協作方案

IFR 國際機器人聯合會提供目前最常用的兩種人機協作生產環境：

Coexistence 共存：在協作空間中，透過劃分配置人員與機器人各自的位置，人和機器人在沒有防護欄的相鄰區域工作，但是他們沒有共用工作空間，彼此獨立地處理各自的任務。

Sequential collaboration 順序協作：緊密的人機合作，人與機器人在共同的協作空間中工作，對同一個零件錯開時間，依順序完成不同的任務。

從跨越圍籬、區域隔離到近在咫尺的距離，不難發現，人與機器人在產線上將有更多的接觸和操作。機器人與人員之間可能存在有意或無意的物理接觸。有鑑於此，ISO/TS 15066 技術規範明定了機器人與人體部位碰撞時不得超過的最大數值（生物力學負荷限值），

透過限制功率和力量值以防造成傷害或危險。原見精機將安全皮膚安裝在機械手臂上，機器人立刻擁有靈敏的表面觸覺，無論任何碰撞角度，機器手臂都能即時偵測，立刻停止，保護員工安全。

安全皮膚的問世打破一般外界對機器人充滿危險且距離感的既定印象。讓工業機器人能「開外掛」，透過簡單安裝步驟就能參與協作，擁有觸覺能力等於添加一層防護罩，使人機協作安全性更有保障。目前原見精機已與機器人大廠 ABB、Epson、Kawasaki 和三菱電機（Mitsubishi Electric）合作提供升級套件，也供應原廠次世代高速協作機器人的原裝方案。中小企業的資源不多，不可能為了智慧升級，一次淘汰既有的產線機器人，直接購買次世代機器人。可行的做法是靈活配置現有設備，逐步落實人機協作生產環境，除了可以在智慧化過程中維持產能外，還確保過去機台的投資可回收，對中小型製造業來說是最佳的智慧轉型策略。



圖3. 工業機器人加裝「安全皮膚」，兼備人機協作安全與生產效益(資料來源：原見精機)



圖4. 全台第一條取得人機協作安全認證之製造產線 (圖片來源：取自佳世達網站)

應用案例介紹

目前 ISO 國際標準對於人機協作的場域情境已經有更明確的規範，不只要求相關產品的功能安全，從如何降低風險，到完成風險評估，讓生產環境的建構有所依循。我國勞動部於 2018 年 2 月 14 日修正發布「工業用機器人危害預防標準」，於第 21 條增列雇主得使用協同作業之機器人，並於同年 3 月發布「協同作業機器人作業安全評估要點」，讓業者參照流程與範本，完成七項安全評估文件，就可直接實施協同作業。

2019 年，電子製造業大廠佳世達集團的桃園龜山廠，在考慮空間有效利用、製程效率最佳化的情況下，選擇人機協作的產線設計方式。佳世達在人機協作產線中總共設有 3 道安全防護機制：第一道劃分工作區域，將每一站的輸送帶桌面定義為協作空間，讓人機動作互相搭配；第二道則利用光柵、紅外線感測，當人員進入作業區時手臂自動減緩速度而非停止，避免生產中斷，而人員離開時則手臂恢復高速運行；第三道防護則是導入原見精機的安全皮膚，在近距離的人機合作中，如發生人員碰撞機器手臂，手臂會自動停止。而透過三

道防護機制，佳世達也在第三方單位精密機械中心 (PMC) 的認證下，以符合 ISO 10218 以及 ISO/TS 15066 國際安規，成為全臺第一家取得人機協作安全認證的高科技製造廠。

結論

『人機協作』的概念，由人處理複雜工作，機器人負責處理重覆性工作，期望人與機器人能共同合作。雖然此概念並沒有達成無人工廠的遠大目標，但在機器人技術研發上並不以安全性或協作性為侷限，仍是以擴展機器人感知能力及提升智慧化為目標而前進。在提升機器人智慧化行為的演進過程中，觸覺感知技術可以使機器人進行更靈巧的作業，與其他機器人、設備和人類的互動也較安全且容易。而人與機器共事的模式正一步步推動產業轉型，當新的作業模式開始帶來效益，行為改變便是指日可待、勢在必行。

SIEMENS

2022 台北國際
自動化工業大展

攤位號碼
M320



AUTOMATION TAIPEI 2022

Create value from infinite opportunities

創造數位化無限可能價值

半導體AMR系統整合專家 達明機器人新創智動化 打造一站式解決方案

文 達明機器人股份有限公司

全球半導體需求持續高漲，在各大廠商大喊產能擴張的同時，如何提升稼動率與降低產線停機時間，成為半導體廠積極改善的課題，轉向智慧製造是產業不可逆的趨勢。達明智動化以協作機器人原廠的角度出發，整合多年的自動化系統整合經驗，專門提供半導體產業一站式智慧製造解決方案。

目前半導體後段製程還是以大量的人力進行上下料、物流的搬運，進而衍生出製程銜接不順、機台閒置的問題，自動化與移動機能的AMR便成為當前提升生產效率的目標之一，不僅可協助操作人員完成重複性或搬運相關工作，更能搭配達明機械手臂進行物件辨識等多功能任務。且AMR搭載機械手臂與視覺系統更具智慧化，較AGV提升40%的效能。

客製化AMR應用

當AMR使用達明機器人導入半導體應用時，內建智慧視覺能彌補自動導引車的行走誤差，並精準定位進行快速的取放任務，提高生產稼動率，無須額外整合視覺，降低整合的時間與費用。視覺定位檢測可透過獨家專利TM Landmark快速複製，以臺灣半導體產業客戶為例，廠內單層有10台AMR，

需對應108個儲位(stocker)，手動教導點位需24個工作天，但是透過TM獨家專利TM Landmark——跨手臂點位共用套件，快速複製點位，只需要1個工作天即可快速完成108個stocker的設定，效率提升數十倍，後續的站點維護也可大幅縮短時間。並可根據客戶製程需求，進行客製化AMR如裝載平台的改裝。

一站式整合 智慧工廠管理系統

廠內具備多台AMR時，如何管理多台AMRs，進行快速編輯和佈局，縮短建置時間，也是智慧製造的一環。達明智動化提供客製化MCS (Material Control System)物料搬運系統，統籌管理MES所下達的指令，並優化運行中的效率如時間、耗能、運行過程中保持移動的安全，可整合各廠牌AMR之派車軟體或車隊系統，使工廠內的設備皆可迅

速與派車系統連結。並進行週邊設備控制，線邊倉儲管理，整合自動倉儲WMS。從協作機器人整合AMR，到智慧工廠管理系統，一站式整合服務協助客戶快速掌握智慧製造。

達明智動化 半導體後段製程全應用

數據指出產品在製造過程中，僅有5%的時間是用於加工製造，其餘95%的時間都用在儲存、裝卸、等待加工和運送的過程。半導體產業後段製程使用大量人力進行搬運、上下料的運送，面臨疫情缺工的危機，達明智動化將分享如何快速導入搬運自動化，並協助半導體後段製程的IC封裝（Packaging）、測試（Testing）、包裝（Assembly）導入智慧製造，創造最大化效益。

晶圓針測(Chip Probing)

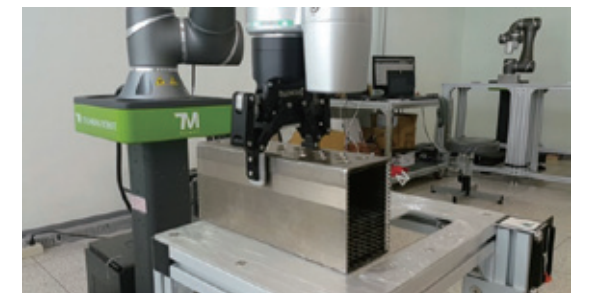
在晶圓針測(Chip Probing)製程，根據客戶需求，客製化AMR可搭載數個晶圓盒，使用達明機器人內建智慧視覺辨識條碼，放置於指定電子貨架，及打開設備放入晶圓盒，讓影像感測儀器對晶圓的外觀、包裝、表面清潔等進行檢驗，無須額外相機設備整合，內建視覺的達明機器人AMR一台搞定！

IC成品測試(Final Test)

AMR 協助搬運多個IC 脆盤至指定地點，減少人力搬運各站無法及時溝通，造成生產力低落，並整合AMR派車系統，安排廠區多台AMR同時工作，確保效益最大化。

打線接合(Wire bond)

一台AMR可協助搬運15個以上的magazine(彈匣)，進行Wire Bond製程送補Magazine(彈匣)作業。優化各站別間的運送，全面提升生產稼動率。



達明智動化協助半導體客戶打造一站式解決方案，從協作機器人客製化方案；包含AI/AOI檢測、3D視覺辨識、產線組裝等。以及AMR運載系統，客製化MCS物料搬運系統，管理AMR派車系統、廠內自動化設備、倉儲

管理等。到智慧工廠管理系統：MES、5G聯網，建立設備預知維護監測、產品數位履歷，及所有生產排程的可視化管理，提供全面的智慧製造解決方案。



關於達明智動化

達明智動化為達明機器人新創事業部，提供完善的自動化系統整合服務；以達明機器人原廠研發、銷售、客服資源，以及耕耘多年來的自動化豐富經驗，從前期評估、流程設計、系統發包、在線調試及售後服務，為客戶打造一站式智慧製造解決方案。



大変お待たせしました。
不好意思，讓您久等了

FANUC 協作機器人 為您帶來全新體驗

- 高度安全 (敏感的接觸停止)
- 操作簡單 (友善的平板電腦介面)
- 極致性能 (更快的速度)



CRX-5iA	CRX-10iA	CRX-10iA/L	CRX-20iA/L	CRX-25iA
負載 5KG 作業半徑 994mm	負載 10KG 作業半徑 1249mm	負載 10KG 作業半徑 1418mm	負載 20KG 作業半徑 1418mm	負載 25KG 作業半徑 1889mm

FANUC
TAIWAN

台灣發那科股份有限公司 www.fanuc.tw



協作機器人助力加速自動化進程

文 ABB

今日的現代工廠中，作業員和機器人同為主要生產力，基於對安全的考量，在不同的應用場景，為防止人員過於靠近快速移動的機械手臂，引發潛在的危險，作業員與機器人之間需要設立各種類型的安全圍籬，避免不必要的接觸，確保人員安全。機器人長久以來協助企業降低營運及勞動成本，同時提高產量、產品品質及勞動安全，代替人類承擔危險及重複的工作任務，然而這些必要的安全措施，卻也在一定的程度上犧牲生產力與產線的靈活性，對於生產製程及製造中心配置都造成一定程度的限制。

協作機器人相較於傳統工業機器人，在應用過程中具有易用、安全、靈活等優勢，適用於空間有限、人員密集、少量多樣的高度彈性自動化生產線，在環境複雜，需求多樣且人員接觸壓力高的工作場景中，協作機器人的優勢更為明顯。隨著當今資料服務、機器學習、人工智慧、縮短的產品生命週期、差異化產品對技術和業務發展的推動，ABB相信協作機器人可以加快自動化過程，幫助企業快速適應不斷轉變的環境，並對持續變化的客戶需求做出即時回應。

協作型機器人（Collaborative Robot）簡稱Cobot是指在設定的工作區域內，可以安全的與人類互動的機器人，應用於工業場景時，在作業員與機器人之間無須設置安全圍

籬欄，解除傳統工業機器人在使用過程中對於生產力的限制，因此具備更高的靈活性及生產效率，協作機器人可以安全地與人類一起並肩工作，無需設置保護屏障，也不會影響速度和安全。



圖1. 協作型機器人在設定的工作區域內，可以安全的與人類互動，應用於工業場景時，在作業員與機器人之間無須設置安全圍籬欄

ABB

The next generation of cobots is here



圖2. ABB於2015年推出全球第一款協作機器人YuMi®，2021年2月，ABB協作機器人產品系列最新成員GoFa™及SWIFTI™在網路發表會亮相

ABB於2015年推出了全球第一款協作機器人YuMi®，截至今日為止已售出超過50萬套機器人解決方案。2021年2月，ABB協作機器人產品系列最新成員GoFa™及SWIFTI™在網路發表會上亮相，即時線上觀看人數達1萬人左右。GoFa™可搬運比YuMi®重10倍的負載，最高運行速度高於市場上的其他協作機器人，每個關節均整合感測器，以確保協作安全，為了更貼近使用者，GoFa™更具備Wizard Easy Programming 簡易編程功能，新手在數分鐘內就能學會為機器人編寫程式。

ABB GoFa™ CRB 15000協作機器人以YuMi®的成功作為基礎，有助於滿足對各種機器人解決方案日益增長的需求。GoFa™以滿足安全人機協作需求為開發起點，可協助企業對涉及更重負載、更遠距離的生產製程實現自動化。GoFa™的設計最大限度減少設備的占地面積及重量，同時提高速度和工作範圍，提供更高的靈活性。GoFa™的速度最高可達2.2 m/s，能夠搬運最重達5 kg的有效負載，自身僅重28 kg，占地面積僅為 165 mm²，可在任何方向安裝。這款緊湊、便攜

的流線型協作機器人可以根據需要，在不同位置之間輕鬆移動。GoFa™的工作範圍達950 mm，比其他可搬運最重達5 kg有效負載的協作機器人高出約12%，因此能夠將工件移動到更遠的距離，有助減少單個空間中可能需要的協作機器人數量。ABB GoFa™協作型機器人更以其易於接近及使用的創新設計，獲得2021年度紅點「最佳設計獎」(Best of the Best) 殊榮。



圖3. ABB GoFa™協作型機器人更以其易於接近及使用的創新設計，獲得2021年度紅點「最佳設計獎」(Best of the Best) 殊榮

協作機器人導入案例

隨著越南當地勞動成本及各種不可控因素提高，位於越南平陽省的Dan D Pak精緻食品包裝工廠決定提高自動化程度，因此向ABB尋求機器人解決方案。在越南、美國和加拿大的Dan D Pak工廠已導入ABB FlexPicker機器人，由於越南平陽省Dan D Pak工廠已經沒有空間放置傳統工業機器人，因此ABB推薦使用具備5公斤負載的GoFa™協作機器人，在不需安全圍籬的狀況與作業員一起安全工作，這也是Dan D Pak首次導入協作型機器人。

「當前的疫情狀況證明，若想要維持甚至提高產量，並在行業中保持競爭力，自動化是唯一的解決方案。」Dan On先生說。「研究機器人自動化的主要動機之一，是保護員工的安全。」Dan D Pak的經營者Dan On先生補充。「機器人可以精確地處理數百袋堅果。我們的貨物一疊有70箱、每箱重11公斤，如此密集且長時間的工作，很難只仰賴人力完成，更不用說還有受傷的風險。」

在現行工廠沒有空間放置傳統工業機器人的情況下，ABB建議使用具備5公斤負載的GoFa™協作機器人，滿足成長的訂單需求，不僅能節省員工的作業時間、保護員工避免從事繁重有風險的作業，還能讓員工在職業生涯獲得成長，由傳統的作業員，轉而從事更有價值的工作任務。

「起初，我們以每袋1公斤、每分鐘取22袋的速度作業。」Dan On先生說。「在導入GoFa™前，我們先是升級包裝設備，採用更快的秤和裝袋機，使產能達到每分鐘取35-36袋。也因如此，我們意識到需要導入新的工



圖4. 現行工廠沒有空間放置傳統工業機器人，ABB建議使用具備5公斤負載的GoFa™協作機器人

作單元來搭配這些設備。」

採用人工作業時，作業員一次只能取一袋，每分鐘僅能取18袋。當產線升級為更快的裝袋機時，需增員至兩人才來得及。導入機器人後，生產線使用GoFa執行這些任務，搭配吸盤一次可取兩袋重2公斤的商品，並同時將它們放入紙箱中，原本的作業員可以同時獲得更好的職業發展，由重複枯燥的工作釋放出來，轉而執行更有價值的任務。

「除了助力實現生產目標，GoFa還非常地靈活。需要的時候，可以輕鬆移置到其他工位。此外，GoFa可處理多樣產品——它的設置快速，能適應未來多變的產品需求。」Dan先生說。

Dan D Pak將機器人用於物流、自動貨架系統和庫存管理等任務，在六個月內透過將工人執行庫存控制，原本從事重複且枯燥工作的十幾名員工，透過學習操作機器人操作及編程，在職涯中獲得發展新技能的機會，繼續執行廠內的其他更有附加價值的工作任務。

TAIROS

台灣機器人與智慧自動化展

Taiwan Automation Intelligence and Robot Show

TAIPEI automation 2023

台北國際自動化工業大展

Automation Taipei

2023/8/23 (三) - 26 (六)

台北南港展覽館1&2館

即將開始報名

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

展覽報名請洽

社團法人台灣智慧自動化與機器人協會
TEL: (04)2358-1866
#14 陳怡樺 小姐
FAX: (04)2358-1566
E-mail: service@tairoa.org.tw

展昭國際企業股份有限公司 業務一部
TEL: (02)2659-6000
#122 黃姝嫻 小姐 #153 方強 先生
FAX: (02)2659-7000
E-mail: automation@chanchao.com.tw

人機協作的終極奧義

文 SICK

多年以來，人們對於生產中運用機械手臂的既定印象大多是發生在汽車行業為主；在高聳圍欄的後面，巨型的機械手臂為裝配車身零件忙碌著。但是現在，機器人領域應用已發展出極大的變化，負責的任務涵蓋了個各方面。其中的最大的突破是工作人員與機械手臂的靈活合作。屏除了圍欄的阻隔、不需要預先利用程式來設計規劃安排流程，但依然仍可時時刻刻確保工作人員與機械手臂的安全，以達到人機協作的終極奧義。

數十年來，工業型機械手臂與機器人不斷推動著工業自動化的發展，SICK安全系統與服務戰略產品管理負責人Fanny Platbrood表示：「上世紀七十年代，工業機器人主要還是應用在搬運重物。但隨著時間的推移，我們看到它有了令人驚奇的發展。機器人變得更小巧、更敏捷、更靈活，甚至還能夠快節奏地執行操作，這些變化大幅擴展了機器人的應用範圍。」。她還補充道：「如今，幾乎各行各業都有機器人的身影，尤其是注重精確性的行業，例如需要加工微小部件的電子業。」

協作型機器人開闢嶄新途徑

2008年，第一台協作型機器人面世，開啟了人與機器合作的新境界，這是一項具有

劃時代意義的創新成果，因為一方面，協作型機器人確實能夠在工作人員的周圍和人類一起工作；另一方面，機器人的操作大為簡化，現在機器人的程式設計就像使用智慧型手機上的應用程式一樣，我們不一定要很懂技術才能對機器人進程式設計，這樣一來，即消除了應用機器人的最大的障礙之一。

雖然在與輕量型機械手臂的合作中，越來越少用到圍欄，但安全始終是非常重要的。一項要素，尤其是在協作工廠內對機械手臂運行做有效防護，目的是創造員工對於環境的信任，讓員工在與機械手臂互動時，無需擔憂自身安全，其一開始務必要進行風險評估，正確的作法是必須仔細考查整個協作生

產流程系統，包括機械手臂端操縱機構及其運載遞送的物體，舉例來說，當機械手臂夾取的物件邊緣比較鋒利時，而機械手臂的末端沒有作好充分防護，可能會使周圍的人員受到無法挽回的傷害。

因此要開始「充滿信任的」人機合作的先決條件是：進行風險評估；並從中推導出能夠降低風險的措施。協作型機器人的應用有一項要求，也就是「對手臂端操縱機構進行智慧防護」，以大幅降低受傷的風險。這有可能最終改變現有的局面，因為滿足了這項要求，將有助於實現其他許多協作型場域的應用。

確保安全就能提高生產效率

人機協作中必須持續進行速度監測，當有人靠近機械手臂時，機械手臂必須降低速度，甚至可能完全停下來，現今最常用的解決方案是以安全區域雷射掃描器為基礎。可是，隨著防護區域數量增多，程式設計在技術上變得十分複雜，在實際操作中也缺乏靈活性，但若採用3D安全攝影機是比較好的解決方案，它可以監控整個機械手臂應用，從而流暢地檢測運動情況。在1976年，SICK向市場推出了第一款安全等級達Type2的區域掃描器「Optotrap」，從此安全區域雷射掃描器在自動化系統的發展中起到了關鍵作用，當時的解決方案是將各項技術組合起來，構成一個方便整合與配置的系統。在1994年，SICK的第一款安全等級達Type3安全區域雷射掃描器問市，這些裝置使協作生產的場域更高效，並有助於提高勞動安全。一個

具有代表性的案例是無人搬運車（AGV）市場，在此僅需更換衝擊條，安全區域雷射掃描器就能實現更高的行駛速度。衝擊條是一種接觸式感測器，為使無人搬運車能夠安全停止，不會造成人員受傷，車輛必須以緩慢的速度移動，以便能夠及時反應。安全區域雷射掃描器能夠安全且非接觸式檢測前方遠處的人員與障礙物，從而使速度大幅提高，不需要事先利用程式設計安排好操作流程，而是自行根據環境與要求作出決定。如圖1。

SICK的安全區域雷射掃描器也可以應用在工業自主駕駛車輛的開發，但由於可選擇的掃描器規格款式非常多，而在選型過程中，客戶常常有類似的迷思，希望擁有「盡可能大」的防護區域類型產品。但，移動型的無人搬運車應用並不僅只追求這一特點。

雷射掃描器是提供防護區域的重要工具，但僅憑此無法決定此掃描器是否適合在自主駕駛工業車輛上應用，場域的安全設備與控制系統的反應時間合起來會對所需的防護區



圖1. 無人搬運車的安全

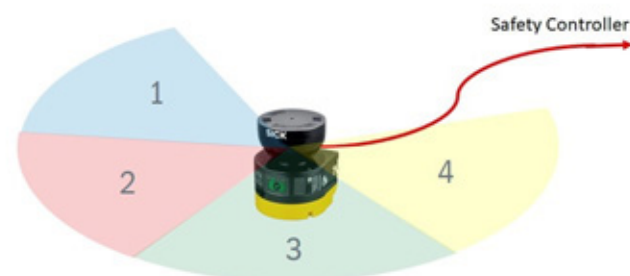


圖2. 同時的區域分析

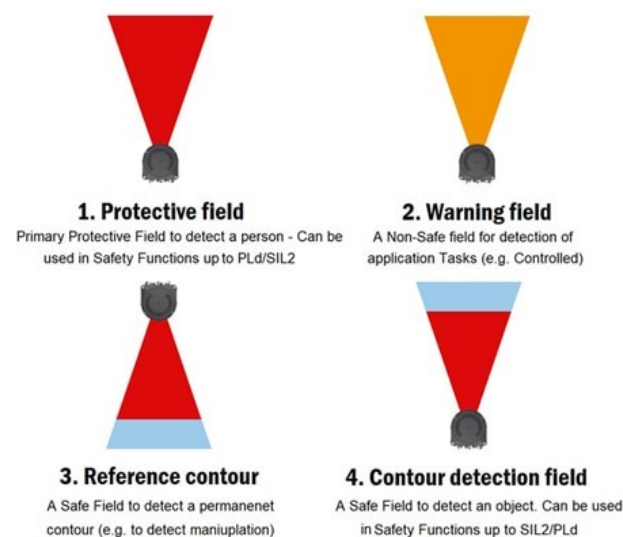


圖3. 安全區域雷射掃描器的區域

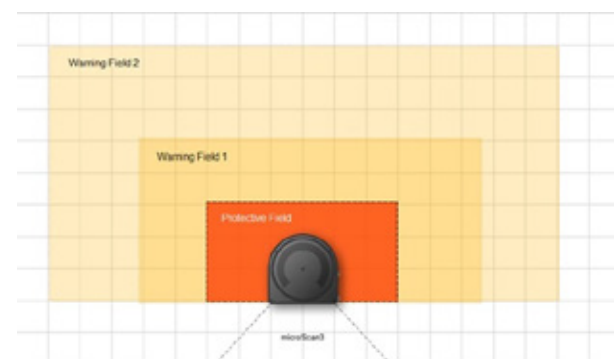


圖4. 區域組

域大小產生重大的影響，這些將直接影響雷射掃描器的應用。

在自主駕駛工業車輛的應用中必須顧及諸多內容，如環境、煞車系統等，並且系統設計師應該進行完整而全面的風險評估，這都是關鍵應用點，本文章的資訊僅用作指導，無法用來排除可能存在的未知危險，或確定此類危險在實際應用中造成的傷害程度，這些應當由系統的設計人員或製造商負責評估。

安全區域雷射掃描器的類型

安全區域雷射掃描器的安全等級達Type3的裝置，此類設備用於固定及可移動應用，一旦辨識到防護區域內有人員、身體部位或意外的障礙物，就會使機器或車輛安全煞車或停止。安全區域雷射掃描器運用了光飛行時間量測原理，是對光脈衝進行傳輸、反射和檢測，而掃描器內部有一面反射鏡，能夠使光束發生旋轉，從而在平面上一個半徑範圍內進行量測，也就是說，掃描器能夠建立環境的輪廓，並且能夠針對掃描器配置各種區域的操作單元，用於開啟／關閉在安全功能中所用的輸出，部分掃描器可同時分析多個區域，亦可用於多項安全功能，見圖2，在過去，同時分析多個區域是被認為十分困難的複雜應用，因為當時的開關輸出數量被限制為僅有一個、最多兩個。

區域的類型

安全區域雷射掃描器一共設計了四種區域類型，見圖3。

此外可將這些區域的組合合並為一個「區域組」，見圖4。

安全區域雷射掃描器可以存儲許多區域組，根據多項輸入條件從中選取每個區域組，這些輸入條件以下列形式出現：

- 固定佈線的輸入
- 軟體位元作業系統
- 編碼器的速度資訊

每項確定選擇哪個區域組的條件被稱為「監控情況」，其中包含此區域組及輸入條件，在不同監控情況之間切換會使系統的反應時間延長，因此往往會使用同時的區域分析（同時觀察一個區域組中的多個防護區域），以縮短反應時間，另外，也可能包含「多重採樣」等資訊。

多重採樣

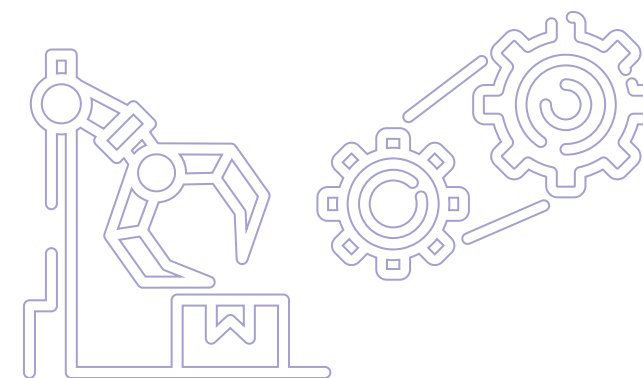
正常情況下，安全區域雷射掃描器必須連續兩次（兩圈）檢測一個物體，以確保可靠辨識，但是，在困難環境下，並基於掃描器的檢測穩定性，這可能會過於靈敏，並因汙物、粉塵、焊接火花或振動影響而導致問題，多重採樣能夠在生成檢測信號之前，預先增加物體需要檢測的次數，這樣可以大大提高系統的可用性。例如，如果針對某個防護區域配置的多重採樣為3，並傳遞至開關輸出，則必須在防護區域內連續三次檢測到物體，然後輸出才會切換至「關」。

但是在使用此功能時存在一個例外條件，因為每增加一次掃描，總反應時間就會延

長，這對於無人搬運車應用會產生不利影響。

SICK安全專家認為這樣的協作生產技術的趨勢很快地就會被實現，藉由一個已經從根本上改變、並且還繼續優化的機器人協作的實際案例中可以發現「數位化更進一步加快了發展速度」，這時候關注的不再是單一個的機器人應用，因為需要先保障靈活操作流程的安全性，才能提高生產效率，現在大家的目標將朝向一個完整的協作生產網路，它由固定的協作型機器人、無人搬運車（AGV）、自主移動型機器人（AMR）和工作人員組成，大家一起在一個完整的系統中開展合作，促成「互聯工廠中的人員與機械人通力協作」。機器之間能夠相互傳輸資料，從而形成了自行決定並與狀況相匹配的操作流程。在這種情況下，安全不再意味著如由於需要等待而故意使流程放慢速度。相反，是先確保了安全，才讓這一切成為可能。

這就是人機協作的終極奧義所在Creating Safe Productivity—打造安全高效的流程，從而提高生產效率。



超前部署OT資安架構 減少協作式智慧製造威脅攻擊

文 TXOne Networks市場研究團隊/鍾銘輝

工業革命 4.0：以 OT/ICS 為目標攻擊的時代

2017年以來WannaCry、NotPetya和BadRabbit 這些以 IT 為主要目標的勒索軟體大量釋出，並席捲全球知名國際企業。早期惡意軟體針對電腦的資料進行破壞，使得受害者無法存取資料；近期犯罪集團則採取三重敲詐 (Triple extortion)，包含：(1)破壞受害者的資訊與網路系統，(2)將資料作為人質，要脅將企業機敏資料公開於大眾眼前，(3)通知受害者的合作夥伴、股東或供應商遭遇資安事故，迫使受害者支付贖金。除了技術上的進步之外，勒索軟體的犯罪商業模式也逐步成熟，駭客增加使用勒索軟體即服務 (Ransomware as a service; RaaS)，他們會協助受害者付款，甚至為受害者提供 24/7 服務中心的協助，以加快贖金支付，加密系統或資料復原 [1]。

2020年新型態的勒索軟體誕生對智慧製造來說是個警鐘，也是重要轉折點。從 2020 年1月到10月，勒索軟體攻擊案件中有57%

發生在製造業或醫療保健業，網路上大約每14秒就會發生一次勒索軟體攻擊 [2]。此外，Snake/EKANS 以及DoppelPaymer的勒索軟體開始針對營運技術 (Operational technology; OT)/工業控制系統 (Industrial control system; ICS) 為主要目標發動攻擊，同時來換取還原檔案的加密金鑰。以半導體先進製造為例：2020年7月與9月分別對X-Fab和Tower Semiconductor等半導體製造商的攻擊使晶圓廠完全停工數日，影響生產數週。這些駭客攻擊可能在系統恢復期間造成數千萬美元的損失。

在2021年智慧製造業者受害程度達到高峰，最有名的案例就是Colonial Pipeline 勒索軟體攻擊，成為美國有史以來針對石油基礎設施的最大規模網攻，造成運輸燃油管道關閉，許多航空公司都出現噴氣燃料短缺的問題，甚至多地因加油站燃油短缺、油價暴漲，致使民眾瘋狂搶購汽油。根據2010年至2021年美國ICS-CERT資料顯示 [3]，自ICS-CERT通報計畫推出以來通報數量逐年增加，累計通報達4436個漏洞，而且2021年漏洞通

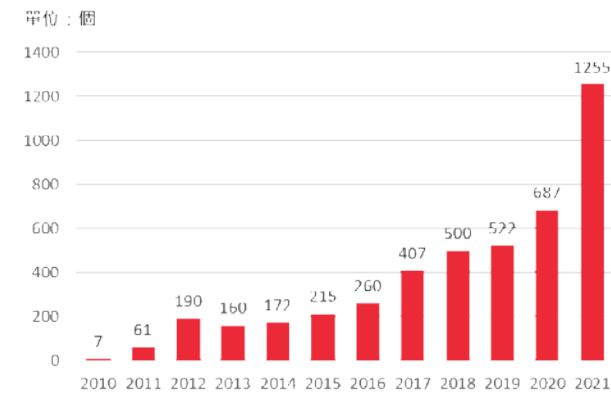


圖1. 2010-2021年ICS-CERT已識別CVE數量

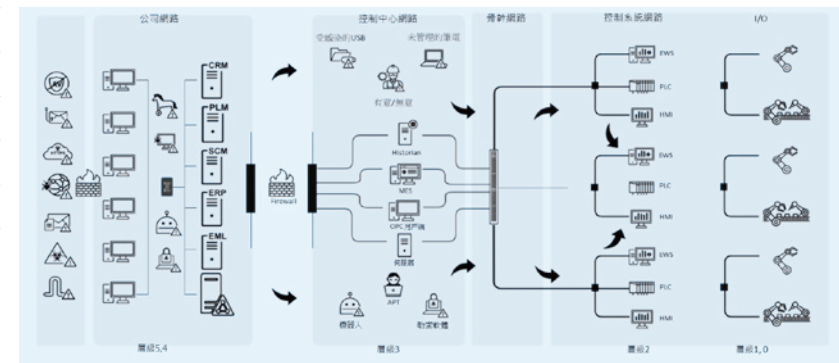


圖2. 傳統Air-gapped 環境所面臨資安挑戰

報數量創下歷年最高漲幅，突顯出駭客在ICS環境中能夠使用的潛藏武器庫日漸龐大。

美麗與哀愁： OT/ICS面臨的資安困境

智慧製造業可提高效率並創造經濟優勢，但網路威脅潛藏在整個轉型過程中。然而OT/ICS 網路架構的首重可用性，並非機密性，而生產力是大多數決策過程中的主要考慮點。因此，OT/ICS的網路架構在設計時很少會考量到資安防禦功能，往往趨於網路扁平化，常見的OT/ICS資安挑戰，包含：

(1) 不完善資安架構：過往 OT/ICS 防禦最常見的是依賴「完全隔離」(Air-gapped)。該假設會導致資安對策的規劃和部署不完善，例如：OT/ICS網路架構沒有考量區域管理的資安，甚至沒有詳細的層級隔離。

(2) 內部/供應鏈威脅：Air-gapped 環境中所攜帶的行動設備，伴隨鬆懈的管理政策有機會讓惡意程式破壞 OT/ICS 環境或竊取敏感資料。例如：用於傳輸資料的 USB 隨身碟和用於維修的筆記型電腦，甚至任何一個供

應商攜帶入廠的設備都可能成為惡意軟體傳播的完美載體。

(3) 複雜的OT通訊協定：不同的產業在其工作場所會使用特殊OT/ICS網路架構與通訊協定，由於需求不同，它們可能有著很大的差異。此外，許多工業控制通訊協定並未加密，使駭客更容易操縱工廠營運，干擾生產。

(4) 老舊作業系統：通常OT/ICS端點是OT/ICS網路安全中最薄弱的環節，因為環境中有許多老舊的 OT/ICS 端點執行重要的操作或運作於生產線的決策點，而執行老舊系統的關鍵資產其軟體和韌體不會再更新，新發現的漏洞亦無以修補，例如：每個Windows XP或Windows 7系統都是易受攻擊的目標。

(5) IT資安方案不適用於OT環境：在半導體設備產業中，端點會受特殊保固或法規的約束，而安裝額外的應用程式將會使保固無效或是違規。此外，製藥產業擁有許多此類資產，由於設備本身系統設計限制，也無法安裝防毒軟體，需要特殊的解決方案才能維護和保障此類系統。

表 1. OT 零信任防護模式

階段	設備進廠時	啟動軟體時	廠內運作時
資安部署	OT/ICS 資產檢查	OT/ICS 端點防護	OT/ICS 網路防禦
關鍵資安技術	• 完整性檢查 / 驗證 • 配置設定檢查 / 驗證 • 學習蒐集資產訊息	• 保留關鍵應用程式和服務 • 避免惡意軟體入侵和中斷 • 學習了解新的 OT 應用程式與服務	• 網路細部隔離 • 虛擬補丁保護資產漏洞 • 防止異常網路連線和控制 • 學習了解 OT 網路行為

從資產生命週期
落實OT零信任資安防禦

OT/ICS工作人員非常熟悉自己的需求和流程，且往往掌控著自己的作業。同樣地，資安專家會帶來防範現代駭客攻擊所需要的新知和警覺，要結合兩方面的專業並在有資源的準備之下，從新設備進廠的第一天就開始考慮資安，並維護高信賴運作效能。透過OT零信任資安模式：永不信任；持續驗證，並融合資料建立出可適性模組，輔以人工智慧技術學習每項資產的配置、通訊、製程、流程、應用程式、資料，以及完整性，有助於部署資安於場域內，滿足營運流暢與防範威脅雙重需求。

1. OT入廠設備零信任：

• 情境說明：將資產運送到工廠設施之前，供應商應掃描每項資產並建立OT健康記錄，以證明該設備不含惡意軟體或可被利用漏洞，而資產購買方也應該進行設備完整性、安全配置檢查，這相當於國際航班在出入境時，須通過雙方的海關查驗一樣。

• 解決方案：將掃毒軟體內建於高強化

USB隨身碟內，無需安裝軟體即可進行端點安全檢查，透過可攜式的掃毒工具，達成無網路的自動化掃毒與系統配置檢查，TXOne Networks建議可於設備入廠前透過資安檢查工具實現供應鏈安全：

- ①減少掃毒軟體對機台的影響，或違反機台保修條款。
- ②適用於無網路的環境，即使處於air-gapped環境仍可執行離線病毒與配置檢查。
- ③快速驗證人員和供應商的電子設備中是否攜帶惡意軟體，並執行清除或隔離。
- ④記錄每次掃描期間所收集資產訊息，並將其發送到中央管理控制台，以便查看和存檔。
- ⑤資料傳輸過程中除了進行惡意程式掃描外，也採用AES-256硬體加密來保護檔案，確保移轉資料的完整性。

2. OT應用程式零信任：

• 情境說明：設備軟體啟用階段需要透過系統強固手法，以消除或降低攻擊切入口的

表 2. 供應鏈資安檢測掃毒

Portable Security	功能規格 / 服務模式	特性
	• 支援 Air-gapped 環境 • 偵測刪除惡意程式與隔離惡意程式 • 支援不同的掃描選擇項目 • 提供病毒碼即時更新服務 • 提供手動掃描以及開機掃描 • 三個 LED 燈顯示掃描狀態 • 內建高度防護機制 • 提供掃描日誌以及預約掃描 • 具備中央控管平台 • 支援 Windows and Linux • 支援資產資料收集 • 提供 64GB 硬體加密 AES-256	無須安裝，隨插即掃的供應鏈資安檢測裝置

手段，包括部署防毒軟體、關閉不必要軟體服務、禁用高風險網路協定，限制使用者權限，以及管理實體埠(如：USB存取)，透過資產安全強固方式，技術人員可以大幅降低攻擊者獲得存取關鍵系統權限及阻止惡意程式運行的機會。

• 解決方案：傳統的防病毒軟體不是為工控環境所設計的，它必須不斷的連網進行掃毒引擎與病毒碼更新，況且進行檔案掃描需要大量的電腦運算與記憶體的使用，常常會造成端點負載過大，更常有誤判行為。此外，在工控環境中有許多的端點還是採用老舊的作業系統，許多防毒軟體廠商也無法為其提供解決方案，TXOne Networks 建議可於OT端點防護上部署：

- ①程式白名單保護技術：針對老舊機台可使用內建的白名單機制保護端點免受惡意軟件感染或未經授權的更改，並提供

四合一鎖定機制(如：USB鎖定、資料鎖定、運作鎖定，以及設定鎖定)。

- ②次世代端點防毒技術：針對現代化機台可採用雙引擎方式，以Advance Threat Scan Engine技術來掃描可應對的已知攻擊。另外，在不能連網情況下使用次代機器學習引擎偵測未知威脅，達成防禦已知和未知的惡意軟體攻擊。搭配內建的ICS軟體資料庫可識別超過百家工控廠商的軟體，在進行威脅掃描的過程中就會避免干擾已知認可的ICS軟體來達到零干擾低誤報的保護，以實現最輕量級的操作。

- ③集中式中央管理平台：Client-Server 架構的中央控制平台，可以管理端點防護軟體。在同一個中控下可制定管理規則，通報機制，使用者管理，掃描設定等不同的主要功能。



圖3. 端點防護主要核心技術

3. OT網路零信任：

• 情境說明：生產階段出現任何問題都會立即造成經濟損失，此階段網路安全成為新變數，必須精心保護以確保營運完整性與韌性。這意味著要兼顧現代資產和老舊資產的需求。工廠所有者必須準備好抵禦駭客渴望利用網路散播的各種企圖，以確保網路韌性。

• 解決方案：網路零信任可運用網路隔離、優化網路存取控制，以及更好的入侵偵測分析，以便於預防或防止受損資產演變成大規模災難，同時簡化監控，並使駭客在OT網路中收集資訊或移動變得更加困難。而TXOne Networks 建議可於OT網路部署：

①網路隔離技術：網路隔離又可分為內部分段隔離 (Internal Segmentation)和細部分段隔離 (Micro-Segmentation)。內部分段隔離適用於大規模範圍或區域，會根據可用的

技術、頻寬和使用中的通訊協議來定義這個範圍。同樣地，細部分段隔離是指技術解決方案允許使用者將要保護的範圍或區域縮小到更小規模，甚至縮小到一個資產，實現工控網路可見性、ICS協議過濾網路上的設備，不需要更動現有網路架構也不干擾現有配置。

②虛擬補丁技術：透過主機式入侵預防系統 (Host-based IPS) 或網路IPS來建置。此類設備具有特別設計的網路政策進行封包過濾，專門用於抵禦利用已知漏洞的攻擊，無需強制端點進行系統更新，意即不須重新啟動系統，亦不須讓產線停機。

③網路信任清單：支援多種工業控制網路通訊協定與L2-L7網路流量的深度分析，可提供通訊協定指令編輯與端點連接允許列表的操作，建立出網路規則白名單。此外，所有的硬體防護設備都可以透過中央控制平台來

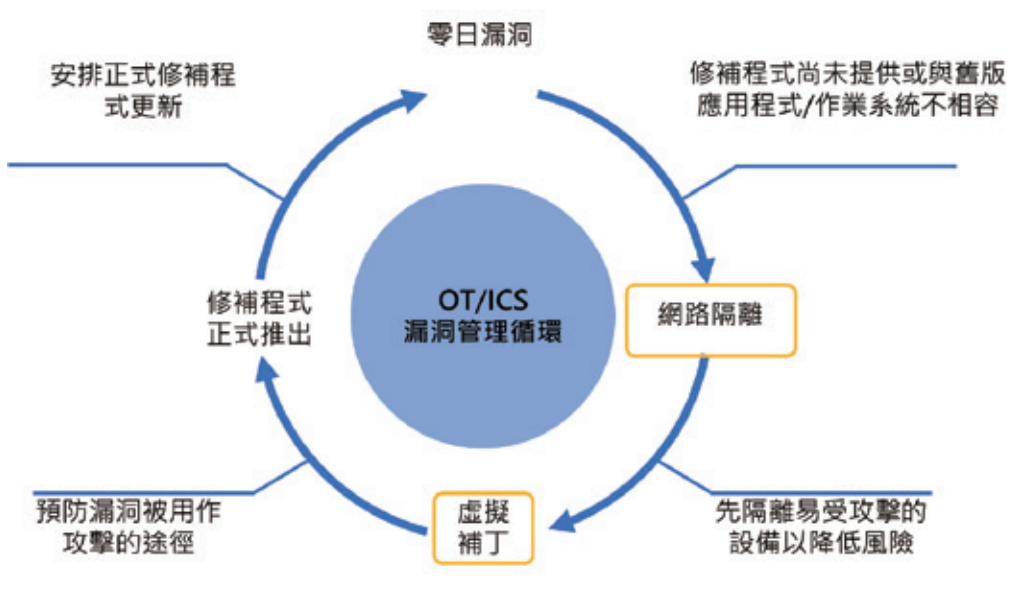


圖4. OT/ICS漏洞生命週期管理

進行可視化的管理，搭配網路分段，以最低權限的概念來降低風險。

結論： 從頭開始打造高韌性網路和端點

通往協作式智慧製造之路，製造業的數位轉型可提高效率並創造經濟優勢，但網路威脅潛藏在整個轉型過程中，若攻擊成功，造成的損失會遠超出保護成本。生產中斷、智慧財產權被盜、敏感資訊洩露，無一不是難以恢復的痛點。然而，資安規劃者需要採取

高標準資通安全防禦策略，以便於抵禦潛在的災難性駭客攻擊。基於IT資安部署是不夠的，智慧製造業者必須實施兼顧IT與OT的資安，滿足OT/ICS 工作場所獨特要求才能夠確保建立營運韌性。TXOne Networks建議使用基於OT零信任的解決方案，有助於簡化資安合規性、打造高韌性網路和端點，同時最小化對機台營運的影響，確保工廠降低爆發資安事故的風險。

資料來源

[1] CISA Alert, "2021 Trends Show Increased Globalized Threat of Ransomware", CISA, February 10, 2022

[2] Jacquelyn Bulao, "How Many Cyber Attacks Happen Per Day in 2020," techjury, July 28, 2020.

[3] C. Max Farrell, Canaan Kao, Mars Cheng, Steven Hsu, YenTing Lee" TXOne Networks 2021 Cybersecurity Report", TXOne Networks, February 01, 2022



不同模具材質與冷卻介質於射出成型品冷卻時間之研究與分析

文 明志科技大學 機械工程系、智慧醫療研究中心 郭啟全 教授
明志科技大學 機械工程系 研究生 朱益均
明志科技大學 機械工程系 專題生 徐敬碩、李崇昊

金屬3D列印技術雖然可以快速製作具有順形冷卻水路之射出成型模具。然而，主要缺點為模具製作時間冗長以及模具製作成本昂貴。快速模具技術可以在低製作成本條件下，快速製作具有順形冷卻水路之模具。由於快速模具之材質與冷卻介質會影響射出成型品之冷卻時間。因此，本研究以商業金屬樹脂以及環氧樹脂添加三種不同粒徑之不鏽鋼粉、鋁粉以及銅粉製作十副快速模具，並運用壓縮空氣、冷卻液、與含微奈米氣泡冷卻液以及冷空氣等四種冷卻介質，研究快速模具之冷卻效率。研究結果發現，模具材質與冷卻介質均會影響射出成型品之冷卻時間，但是模具材質對於射出成型品之冷卻時間影響較顯著，不同快速模具材質對於射出產品冷卻時間之全距為99 s，不同冷卻介質對於射出產品冷卻時間之全距為92 s。根據射出產品之冷卻效率，含微奈米氣泡冷卻液為最佳冷卻介質，如與習知冷卻液之最佳冷卻進行比較，射出產品之平均冷卻效率可以再提升12.4%。考量射出產品之冷卻效率與模具製作總成本，環氧樹脂添加41vol.%鋁粉為最適製作射出成型模具之配方，如與運用市售商業金屬樹脂所製作射出成型模具比較，模具總製作成本僅約為運用市售商業金屬樹脂所製作射出成型模具之76%。

關鍵字：

快速模具、模具材質、冷卻介質、含微奈米氣泡冷卻液、冷卻時間

前言

模具產業可以代表一個國家興衰的指標，若一個國家的模具產業蓬勃發展，表示該國家的經濟根基非常穩固。分秒必爭的時代，提升生產效率已經成為業界最重視的目標之一，於塑膠射出成型實務上，成型週期以冷卻階段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，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，發展出順形冷卻水路，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。

快速模具技術(Rapid Tooling Technology)之特色為可以在低製作成本條件下，快速製作具有順形冷卻水路之模具[1-4]，由於快速模具之材質與冷卻介質會影響射出成型品之冷卻時間。因此，本研究以商業金屬樹脂以及環氧樹脂添加三種不同粒徑之不鏽鋼粉、鋁粉以及銅粉製作十副模具，運用冷氣流、冷卻液、壓縮空氣與含微奈米氣泡冷卻液等四種冷卻介質，改變不同冷卻液溫度、冷卻液流量、壓縮空氣壓力、含微奈米氣泡不同冷卻液溫度以及含微奈米氣泡不同冷卻液流

量與不同冷氣流溫度等六種不同冷卻方式來研究快速模具之冷卻效率。

實驗方法以及步驟

圖1為本研究之架構以及流程。本研究涵蓋四個方向：(a)第一個方向為產品設計、順形冷卻水路設計、順形冷卻水路製作、快速模具設計以及中介模具設計；(b)第二個方向為中介模具製作；(c)第三個方向為環氧樹脂主劑以及硬化劑調配混合物，主劑以及硬化劑之重量比例為2:1、添加三種粒徑粉末於混合物、研究三種不同粒徑粉末添於環氧樹脂之添加體積百分比上限、製作壓縮試片、製作具有順形冷卻水路射出成型模具、移除順形冷卻水路、完成具有順形冷卻水路射出成型模具以及(d)第四個方向為快速模具之冷卻效率評估，為了了解三種不同粒徑粉末添加於環氧樹脂所製作射出成型模具之冷卻效率，本研究運用壓縮空氣、冷卻液、與含微奈米

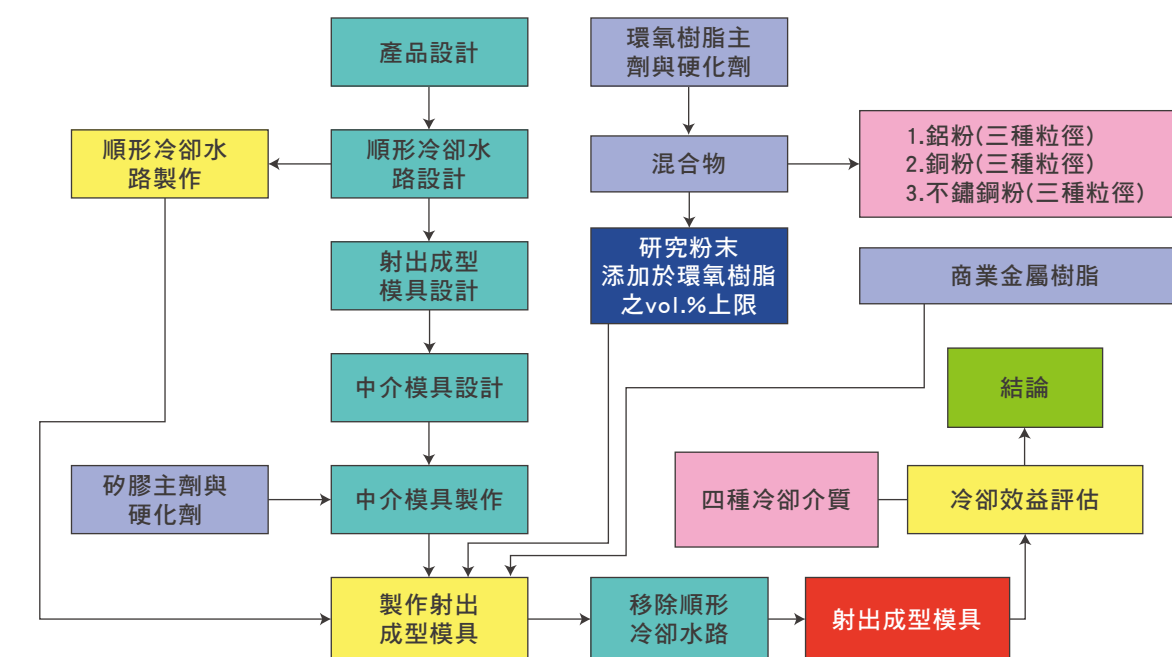


圖1.本研究之架構以及流程

氣泡冷卻液以及冷空氣等四種冷卻介質來研究射出成型模具之冷卻效率。圖2為本研究使用添加於環氧樹脂內部之三種不同粒徑之316不銹鋼粉、鋁粉以及銅粉實體圖，鋁粉以及銅粉具有 45 μm 、75 μm 以及150 μm 等三種平均粒徑；316不銹鋼粉末具有 13 μm 、75 μm 以及125 μm 等三種平均粒徑。圖3為射出產品、順形冷卻水路以及具有順形冷卻水路射出成型模具之3D CAD模型以及幾何尺寸。

為了研究四種不同冷卻介質於快速模具之冷卻效率，本研究建構一套射出成型品冷卻時間之量測系統。此系統之係由熱電致冷晶片(thermoelectric cooler (TEC12706AJ, Caijia)、壓力閥(50-P-A 03, 忻珈)以及冷卻液調整閥、空氣壓力調整閥以及冷卻液流量計(flow meter) (J-Flow)所組成。圖4為運用水為冷卻介質來冷卻射出成型品之產品冷卻時間之量測情形；圖5為運用壓縮氣體為冷卻介質來

冷卻射出成型品之產品冷卻時間之量測情形。低壓射蠟參數為射蠟溫度為82 $^{\circ}\text{C}$ 、射蠟壓力為0.06MPa以及射蠟時間為2秒，當快速模具進行低壓射蠟後，即進行產品之溫度變化資料收集，資料收集器每一秒鐘紀錄一筆資料。冷卻效率之計算是從快速模具進行低壓射蠟後，待蠟型冷卻至脫模溫度之時間，本研究設定射出產品之脫模溫度為30 $^{\circ}\text{C}$ 。

結果以及討論

圖6為射出產品之網格模型圖以及充填時

間，產品之充填時間約2秒。經過統計，網格總數量約為1,556,906，其中模座、順形冷卻水路、產品以及流道之網格數分別約為526,286、70,211、893,942以及66,467。產品以及流道之網格是由741,697個四面體(Tetra)網格以及218,712個稜柱形(Prism)網格所組成；順形冷卻水路之網格是由37,607個四面體網格以及32,604個稜柱形網格所組成；模座之網格是由741,697個四面體網格所組成。

圖7為環氧樹脂添加三種不同粒徑316不銹

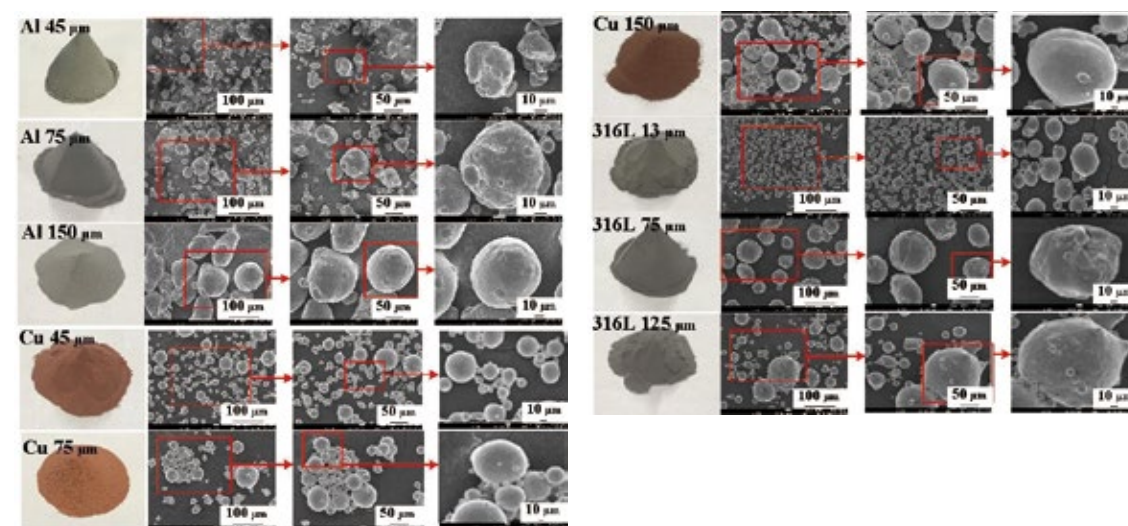


圖2.本研究使用添加於環氧樹脂內部之三種不同粒徑之不銹鋼粉、鋁粉以及銅粉實體圖

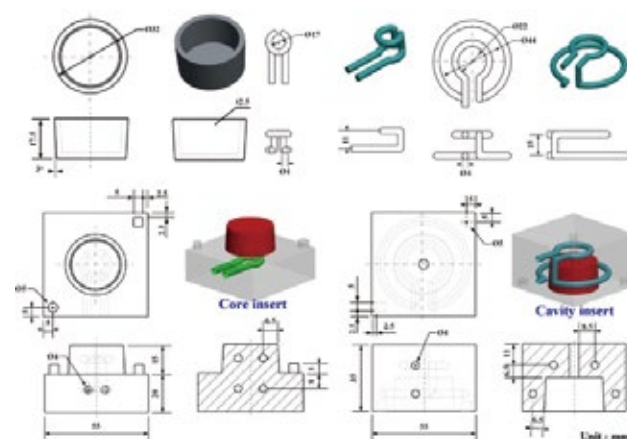


圖3.射出產品、順形冷卻水路以及具有順形冷卻水路射出成型模具之3D CAD模型以及幾何尺寸

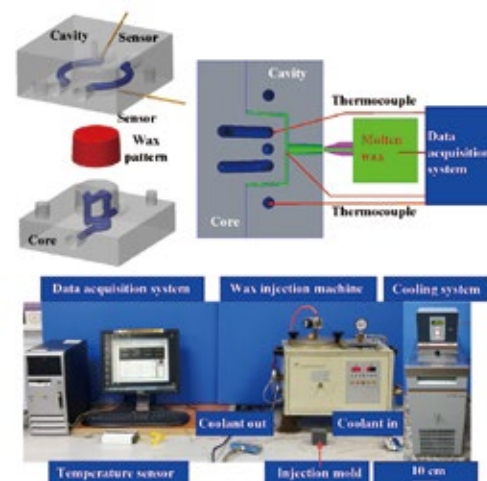


圖4.運用水為冷卻介質來冷卻射出成型品之產品冷卻時間之量測情形



圖5.運用壓縮氣體為冷卻介質來冷卻射出成型品之產品冷卻時間之量測情形

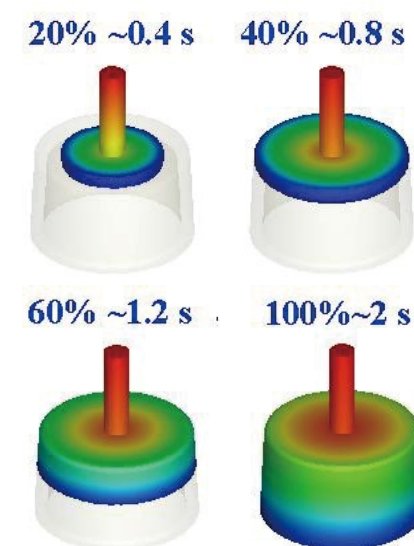


圖6.射出產品之網格模型圖以及充填時間

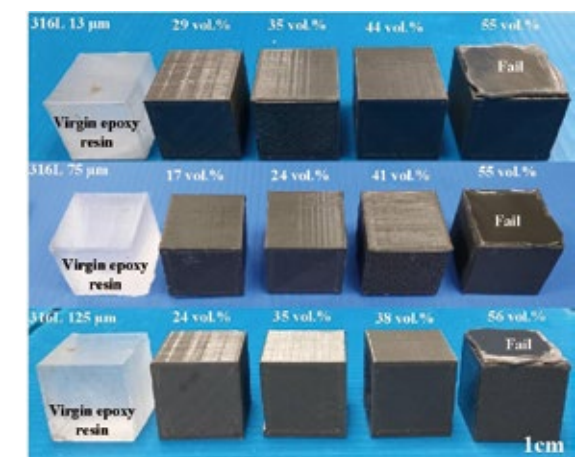


圖7.環氧樹脂添加三種不同粒徑316不銹鋼粉之成型性實驗結果

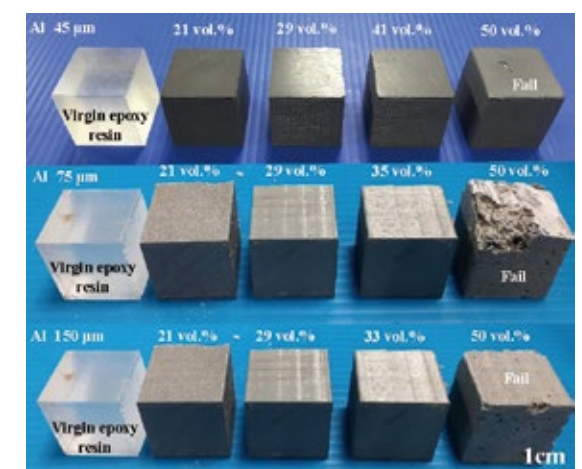


圖8.環氧樹脂添加三種不同粒徑鋁粉之成型性實驗結果

銅粉之成型性實驗結果，結果顯示，平均粒徑為 13 μm 、75 μm 以及 125 μm 之 316 不銹鋼粉，可以添加於環氧樹脂內體積百分比分別約為 44 vol.%、41 vol.% 以及 38 vol.%。圖 8 為環氧樹脂添加三種不同粒徑鋁粉之成型性實驗結果，結果顯示，平均粒徑為 45 μm 、75 μm 以及 150 μm 之鋁粉，可以添加於環氧樹脂內體積百分比分別約為 41 vol.%、35 vol.% 以及 33 vol.%。圖 9 為環氧樹脂添加三種不同粒徑銅粉之成型性實驗結果，結果顯示，平均粒徑為 45 μm 、75 μm 以及 150 μm 之銅粉，

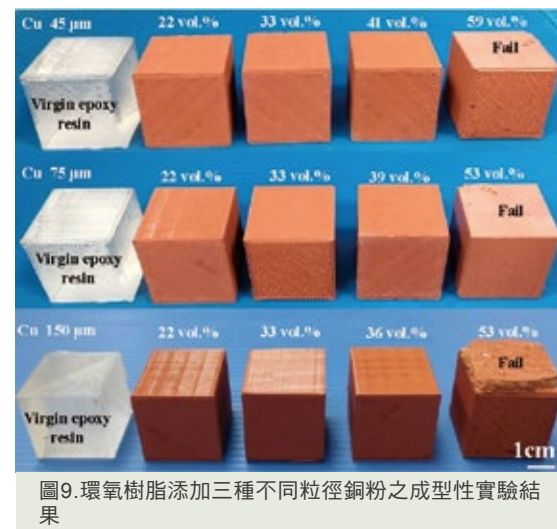


圖9.環氧樹脂添加三種不同粒徑銅粉之成型性實驗結果

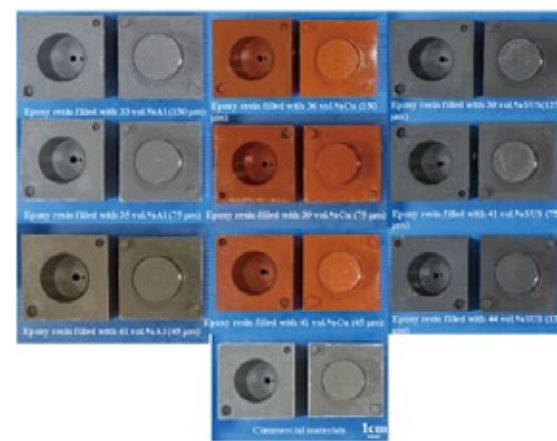


圖10.十副快速模具之實體圖

可以添加於環氧樹脂內體積百分比分別約為 41 vol.%、39 vol.% 以及 36 vol.%。圖 10 為運用三種不同粉末於三種不同粒徑以及商業金屬樹脂所製作十副快速模具之實體圖。圖 11 為順形冷卻水路於快速模具內部移除前與後之結果。順形冷卻水路之重量為 27 克，含順形冷卻水路快速模具移除前之重量為 482 克，移除順形冷卻水路後，快速模具之重量僅為 455 克。此結果表示，快速模具內部之順形冷卻水路可以運用酒精全部移除乾淨。

為了瞭解鋁粉、銅粉以及不銹粉末添加於環氧樹脂內部是否會產生沉澱，本研究以能量色散X-射線光譜儀來鑑定所製作快速模具之頂部、中間與底部之化學成份。圖 12 為環氧樹脂添加 44 vol.% 不銹粉所製作快速模具之頂部、中間以及底部之 EDS 光譜以及其化學成份，結果顯示，不銹粉末添加於環氧樹脂內部無沉澱現象發生。此外，鋁粉以及銅粉添加於環氧樹脂內部也無沉澱現象發生。

為了瞭解環氧樹脂添加三種不同平均粒徑粉末所製作快速模具之熱傳導特性，本研究將環氧樹脂添加三種不同平均粒徑銅粉所製作快速模具同時置於加熱板，並設定加熱板

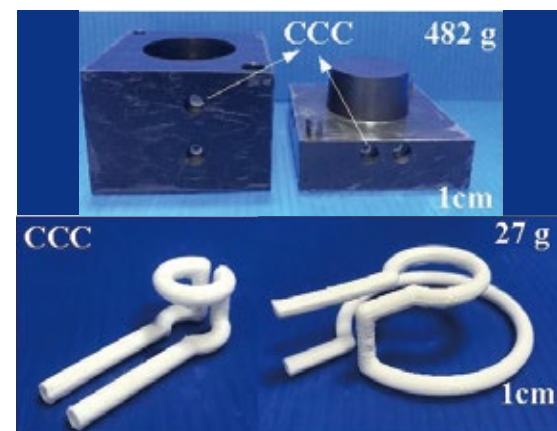


圖11.順形冷卻水路於快速模具內部移除前與後之結果

之溫度為 40 $^{\circ}\text{C}$ 。圖 13 為環氧樹脂添加三種不同平均粒徑銅粉所製作快速模具之公模仁與母模仁熱傳導實驗。結果說明，環氧樹脂添加平均粒徑 45 μm 銅粉所製作公模仁與母模仁之熱傳導速率均最佳，其次為環氧樹脂添加平均粒徑 75 μm 銅粉所製作公模仁與母模仁，最後為環氧樹脂添加平均粒徑 150 μm 銅粉所製作公模仁與母模仁。為了再進一步驗證環氧樹脂添加三種不同平均粒徑銅粉所製作快速模具之熱傳導特性，本研究將快速模具實際運用於低壓射蠟成形，以冷卻空氣方式來研究射出產品之冷卻時間，圖 14 為環氧樹脂添加三種不同平均粒徑銅粉所製作快速模具運用空氣冷卻之產品溫度與冷卻時間之關係，結果發現兩個現象：(a) 射出產品之冷卻時間確實會受到環氧樹脂添加粒徑尺寸影響以及 (b) 運用環氧樹脂添加平均粒徑 45 μm 所製作快速模具之產品冷卻時間最短，運用環氧樹脂添加平均粒徑 45 μm 、75 μm 與 150 μm 銅粉所製作快速模具之產品冷卻時間分別

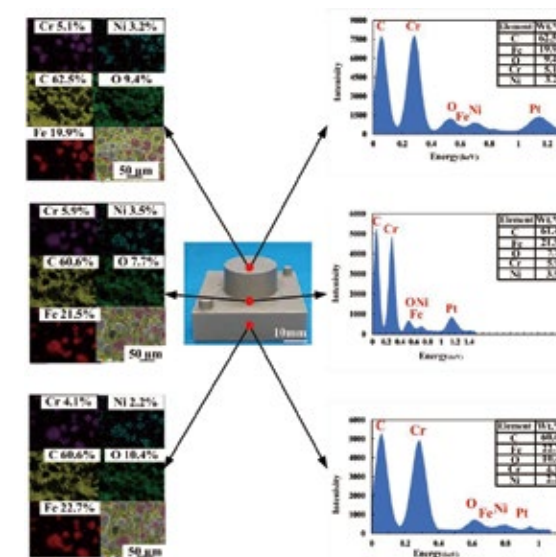


圖12.環氧樹脂添加 44 vol.% 不銹粉所製作快速模具之頂部、中間以及底部之 EDS 光譜以及其化學成份

約為 471 秒、511 秒與 608 秒。所以，運用環氧樹脂添加平均粒徑較小銅粉所製作快速模具具有較佳熱傳導效果。此外，於環氧樹脂添加平均粒徑較小鋁粉與不銹鋼粉末也發現相同結果。圖 15 為環氧樹脂添加不同平均粒徑銅粉所製作快速模具之熱傳導示意圖。環氧樹脂添加小粒徑鋁粉、銅粉與不銹鋼粉末之熱傳導率，高於環氧樹脂添加大粒徑鋁粉、銅粉與不銹鋼粉末之熱傳導率，主要的原因為小粒徑粉末於環氧樹脂內部比大粒徑粉末於環氧樹脂內部堆疊較緊密，粉末與粉末之間環氧樹脂區域較小，進而造成環氧樹脂添加小粒徑粉末所製作快速模具具有較佳之熱傳導率。

圖 16 為十副快速模具於不同冷卻液溫度之射出成型品冷卻時間。結果發現三個現象：(a) 當冷卻系統使用較低溫之冷卻液，射出成型品之冷卻時間越短；(b) 當冷卻系統使用較高溫之冷卻液，射出成型品之冷卻時間對於不

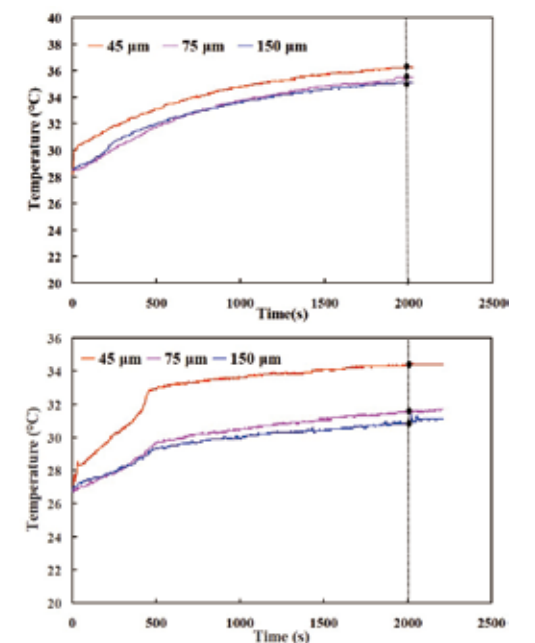


圖13.環氧樹脂添加三種不同平均粒徑銅粉所製作快速模具公模仁(上圖)與母模仁(下圖)之熱傳導實驗

同熱傳係數之快速模具不具備敏感性以及(c)當冷卻系統使用較低溫之冷卻液，射出成型品之冷卻時間對於不同熱傳係數之快速模具具備敏感性以及運用環氧樹脂添加銅粉所製作快速模具進行射出成型射出成型品之冷卻時間，並無顯著優於運用商業金屬樹脂所製作快速模具進行射出成型射出成型品之冷卻時間，主要原因如圖17所示，主要的原因為銅粉添加於環氧樹脂內部比較容易生成氣孔，進而影響所製作快速模具之熱傳導效果。

圖18為十副快速模具於不同冷卻液流量之射出成型品冷卻時間。根據計算雷諾數(Reynolds Number)之公式，當冷卻液之流量2.5 L/min、3 L/min、3.5 L/min以及4 L/min

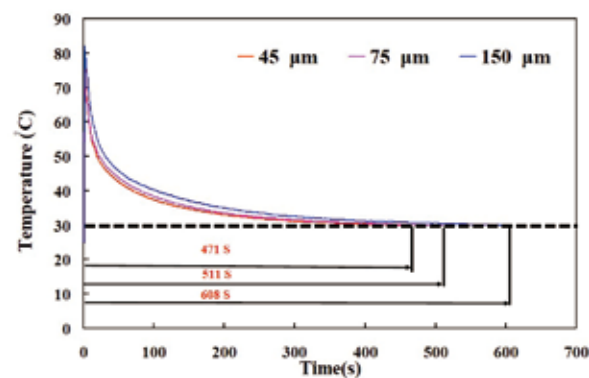


圖14.環氧樹脂添加三種不同平均粒徑銅粉所製作快速模具運用空氣冷卻之產品溫度與冷卻時間之關係

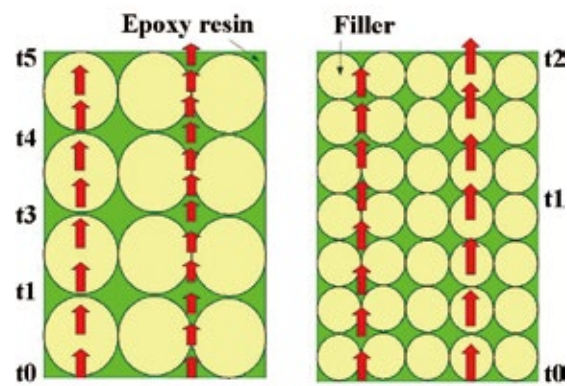


圖15.環氧樹脂添加不同平均粒徑銅粉所製作快速模具之熱傳導示意圖

之雷諾數分別約為4,927、5,913、6,897以及7,883，當雷諾數大於4,000時，冷卻液之流動為紊流(Turbulent Flow)。結果發現，當冷卻液達到紊流後，改變冷卻液之流量，對於射出產品之冷卻時間均無顯著差異。圖19為十副快速模具於不同壓縮氣體壓力之射出成型品冷卻時間。結果顯示，當壓縮氣體壓力越大時，射出成型品之冷卻時間越短。主要的原因為，當壓縮氣體之壓力越大時，氣體於模具之流動速度越快，冷卻效果變越佳。因此，射出成型品之冷卻時間也隨之縮短。

圖20為十副快速模具於不同冷空氣溫度之射出成型品冷卻時間。結果發現對於相同溫度，水冷比氣冷好，因為射出成型品之冷

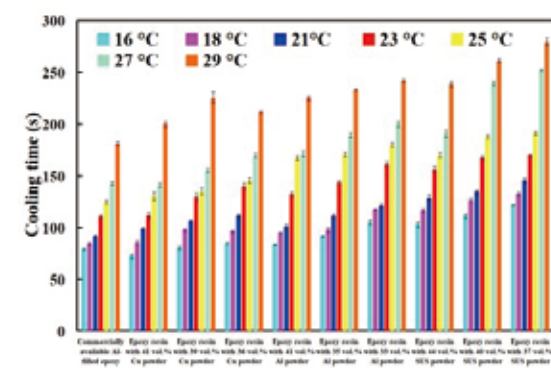


圖16.十副快速模具於不同冷卻液溫度之射出成型品冷卻時間[5]

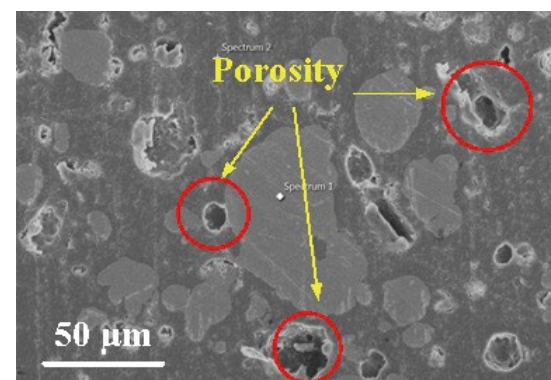


圖17.環氧樹脂添加銅粉所製作快速模具之掃描式電子顯微鏡照片

卻時間較短。圖21為十副快速模具於含微奈米氣泡不同冷卻液溫度之射出成型品冷卻時間，結果發現兩個現象：(a)含微奈米氣泡冷卻液為最佳冷卻介質以及(b)以商業金屬樹脂所製作快速模具來分析，應用微奈米氣泡冷卻液16°C、18°C、21°C、23°C以及25°C來冷卻，射出成型品之冷卻時間分別約為66s、72s、84s、93s與114s，如與習知冷卻液16°C、18°C、21°C、23°C以及25°C來冷卻，射出成型品之冷卻時間約分別約為79s、85s、92s、110s以及24s，射出產品之冷卻效率可以再提升分別約為15.6%、14.6%、8.4%、15.4%以及8%，平均冷卻效率可以再提升12.4%。為了研究含微奈米氣泡冷

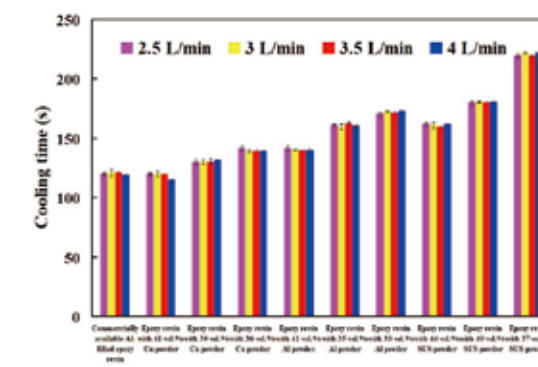


圖18.十副快速模具於不同冷卻液流量之射出成型品冷卻時間[5]

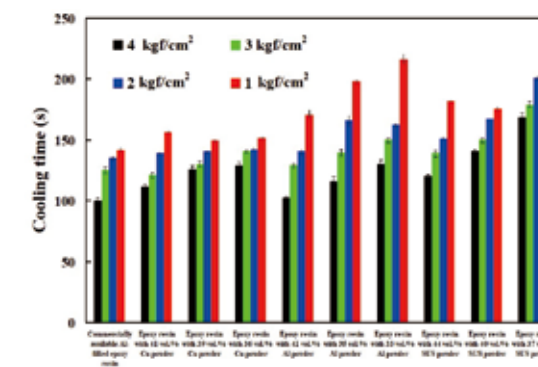


圖19.十副快速模具於不同壓縮氣體壓力之射出成型品冷卻時間[5]

卻液溫度為25°C於不同冷卻液流量之冷卻效率，本研究改變四種不同冷卻液之流量來研究冷卻效率。圖22為十副快速模具於含微奈米氣泡冷卻液不同流量之射出成型品冷卻時間。結果發現，當含微奈米氣泡冷卻液達到紊流後，改變冷卻液之流量，對於射出產品之冷卻時間均無顯著差異。

為了研究四種不同冷卻介質之冷卻效率，圖23為十副快速模具於四種不同冷卻介質之射出成型品最短冷卻時間。結果發現，含微奈米氣泡冷卻液為最佳冷卻介質，次之為傳統常用之冷卻液以及跟據實務經驗，當冷卻水路直徑小於1.5mm時，冷卻液之流動速度

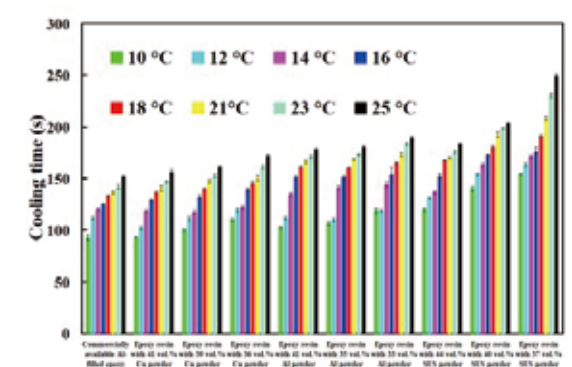


圖20.十副快速模具於不同冷空氣溫度之射出成型品冷卻時間[5]

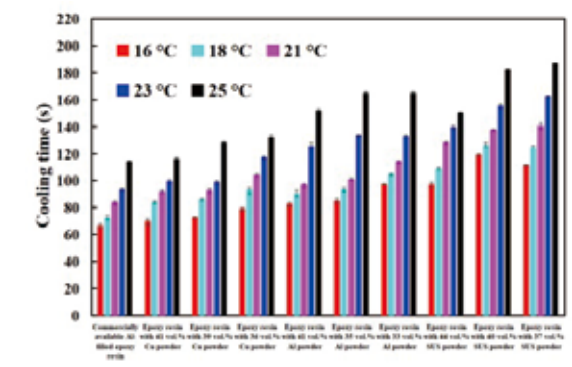


圖21.十副快速模具於含微奈米氣泡不同冷卻液溫度之射出成型品冷卻時間[5]

會變慢，進而影響冷卻效果。所以，當冷卻水路直徑小於1.5mm時，本研究改建議以冷空氣代替冷卻液，因為冷空氣之冷卻效果不錯以及使空氣降溫之時間，明顯比冷卻液降溫之時間短。此外，本研究亦發現快速模具之材質對於射出產品之冷卻效率之影響性大於冷卻介質對於射出產品之冷卻效率。不同快速模具材質對於射出產品冷卻時間最大值與最小值差異之全距為99s，不同冷卻介質對於射出產品冷卻時間最大值與最小值差異之全距為92s，如圖24所示。

圖25為十副快速模具之總製作成本，結果顯示，運用環氧樹脂添加41vol.%鋁粉與運

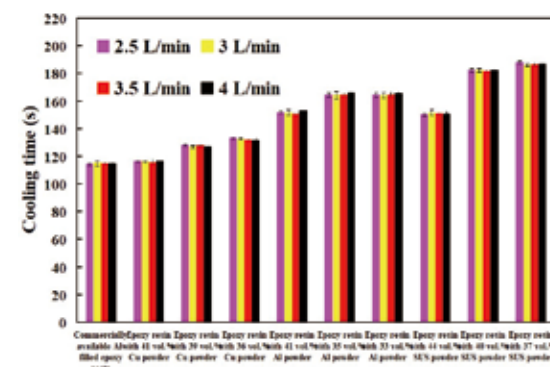


圖22.十副快速模具於含微奈米氣泡冷卻液不同流量之射出成型品冷卻時間[5]

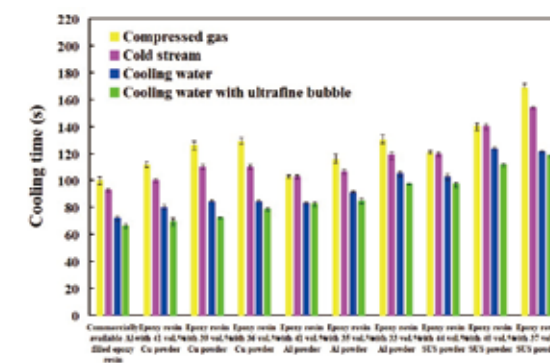


圖23.十副快速模具於四種不同冷卻介質之射出成型品最短冷卻時間[5]

用市售商業金屬樹脂製作射出成型模具之總製作成本分別約為NTD3,046 元與NTD3,999 元。考量射出產品之冷卻效率與模具製作總成本，環氧樹脂添加41vol.%鋁粉為最適製作射出成型模具之配方，如與運用市售商業金屬樹脂所製作射出成型模具比較，模具製作總成本僅約為運用市售商業金屬樹脂所製作射出成型模具之76%。



結論

本研究以商業金屬樹脂以及環氧樹脂添加三種不同粒徑之不鏽鋼粉、鋁粉以及銅粉製作十副快速模具，並運用壓縮空氣、冷卻液、與

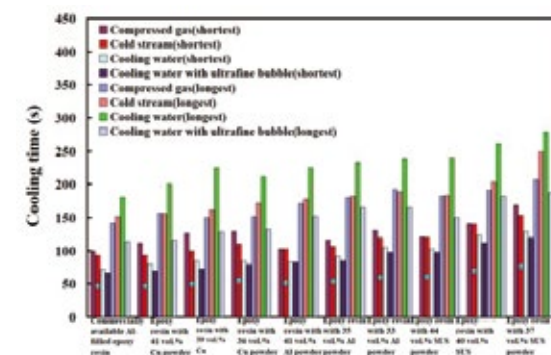


圖24.不同快速模具材質與不同冷卻介質對於射出產品冷卻時間之全距圖[5]

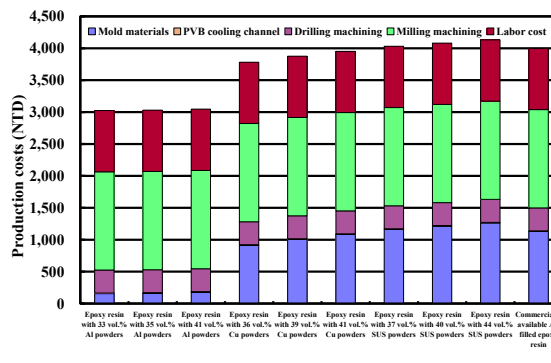


圖25.十副快速模具之總製作成本[5]

含微奈米氣泡冷卻液以及冷空氣等四種冷卻介質，研究不同模具材質與冷卻介質於射出成型品之冷卻時間。研究結論如下所示：

1. 本研究成果具備產業利用性與工業實用價值，因為本研究成果可以提供新產品於研發階段所需之暫用模具。

2. 根據射出產品之冷卻效率，含微奈米氣泡冷卻液為最佳冷卻介質，如與習知冷卻液之最佳冷卻進行比較，射出產品之平均冷卻效率可以再提升12.4%。快速模具之材質對於射

出產品之冷卻效率之影響性大於冷卻介質對於射出產品之冷卻效率。不同快速模具材質對於射出產品冷卻時間之全距為99s，不同冷卻介質對於射出產品冷卻時間之全距為92s。

3. 考量射出產品之冷卻效率與模具製作總成本，環氧樹脂添加41vol.%鋁粉為最適製作射出成型模具之配方，如與運用市售商業金屬樹脂所製作射出成型模具比較，模具總製作成本僅約為運用市售商業金屬樹脂所製作射出成型模具之76%。

參考文獻

- [1] 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.
- [2] Kuo, C.-C.; Chen, W.-H. Improving Cooling Performance of Injection Molding Tool with Conformal Cooling Channel by Adding Hybrid Fillers. *Polymers* 2021, 13, 1224.
- [3] Chil-Chyuan Kuo, Jia-You Chen, Yuan-Hao Chang,” Optimization of process parameters for fabricating polylactic acid filaments using design of experiments Approach,” *Polymers* , 2021, Volume 13, Issue 8, 1222.
- [4] Chil-Chyuan Kuo, Trong-Duc Nguyen, Yi-Jun Zhu, Shi-Xun Lin,” Rapid development of an injection mold with high cooling performance using molding simulation and rapid tooling technology,” *Micromachines*, 2021, Volume 12, Issue 3, 311.
- [5] Chil-Chyuan Kuo, Jing-Yan Xu, Yi-Jun Zhu,” Effects of different mold materials and coolant media on the cooling performance of epoxy-based injection molds,” *Polymers* , 2022, Volume 14, Issue 2, Pages 280.

AI視覺辨識 應用於304不鏽鋼 髮絲紋之特徵檢測技術



文 龍華科技大學機械工程系 涂崇一、謝昀達、丁鯤、石逸泉

不鏽鋼表面拉絲處理是達到裝飾效果的一種表面處理手段，在工業界應用很廣。然而，在此類拋光研磨加工表面處理的標準不多，品質驗證階段還是以專家對表面之目視觀察及手觸感之經驗而判定產品良率，其驗證的效率及品質穩定性無法達到一致性。為了解決此一問題，本文提出以人工智慧影像特徵辨識之深度學習方法來達成自動化檢測標準一致化之目標。

本文影像辨識資訊將使用實驗室所進行KUKA機械手臂加工304不鏽鋼試片參數最佳化所使用過的140片影像數據庫，並經過專家評估作為特徵標籤，再將影像擷取至電腦中，以框選每張圖片之特徵，作為AI視覺辨識系統Solomon Solvision訓練模型之用。

本文影像辨識之深度學習，只需要對部分資料進行標記，以及少量的影像訓練數據資料，即可完成模型的訓練，接著再將全新的研磨試片影像當成測試資料，透過影像特徵辨識。本模型將自動標記並框選測試資料的試片髮絲紋之特徵，其辨識準確率（Accuracy）高達0.973，可達成不鏽鋼髮絲紋拋光品質驗證自動化之目標。

壹、前言

金屬表面拉髮絲處理(Hairline Surface Treatment)是在工件表面研磨產生類似緞面裝飾效果的線性紋理，可顯現出金屬材料的質感，獲得市場的廣泛應用[1]。髮絲紋類型的好壞具有很大的主觀性，每個用戶對表面線紋的要求與喜好不同。髮絲紋的線紋效果由於變化多樣，通常很難描述和具體界定，同時也要透過確定研磨加工方式、研磨工具以及相關的技術參數等方式來確定髮絲紋的效果。

“

關鍵字：

不鏽鋼髮絲紋拋光、機器人拋光、影像辨識、Solvision、深度學習

”

近年來，隨著砂帶研磨(Abrasive Belt Grinding)性能的提高，砂帶的應用範圍逐漸擴展，砂帶研磨技術已廣泛結合工業機器人使用[2-4]，應用於航太工業[5]，並引入到汽車行業[6]。與多軸CNC加工來比較，因其成本低、靈活性強、具有智慧化、高效率、大的操作空間等優點，近年來已被機械產業界大量關注。

但在不鏽鋼髮絲紋的標準規範相當有限[7-8]，品質驗證階段還是以專家對表面之目視觀察及手觸感之經驗而判定良窳，其驗證的效率及品質穩定性無法達到一致性的標準。過去實驗室曾對此問題進行了一系列表面粗糙度的最探討，但仍須納入人為判定的考量。為了解決此一問題的不確定性，本文提出以人工智慧的影像特徵辨識方法來達成自動化判定之目標。

本文採用過去所進行不鏽鋼拉絲拋光之影像數據資訊，係使用KUKA機械手臂加工304不鏽鋼試片參數優化時的140片[9]影像數據庫。聘請專家評估試片髮絲紋標準，並給予特徵標籤(特徵包含震刀痕、髮絲紋紋理均勻度、紋理粗細)再將影像擷取至電腦中，以框選每張圖片之特徵，目的在使用AI視覺影像辨識當作訓練模型之用。

有鑑於專家會因長時間重複性勞動，引發疲勞感、造成誤判及標準不一等情形發生。本文引進自動化光學檢驗(Automated Optical Inspection, AOI)系統，不僅能提升檢測速度、且有判定標準單一化及可長時間運作等各項優勢。如此，目前人工檢測之工法將可逐漸轉型為自動化光學檢測，本項實驗已能做出快速的影像擷取，未來只需檢測驗證的機器，並持續進行優化改善。

自動化光學檢測中，視覺和光源是非常重要的關鍵，有時會因鏡頭、光源所影響造成判斷效果不佳（像是反光、半透明物件）而

常有誤判之問題。因此近年來AI視覺結合AOI已經是目前智慧檢測的趨勢，可以補足只使用AOI之缺陷。本文所使用的所羅門影像辨識軟體即是利用此一方法，將光學儀器取得成品的表面特徵狀態，再以電腦影像處理技術將特徵標記框選來當作訓練模型之數據，而AI最大的優點不會像原本的光學檢測會受限於辨識數量、環境燈光等要求[10]，亦能夠藉由訓練的資料量使機器達到更高的辨識效率，其操作流程簡單、明確，最主要的是可以計算模型的訓練準確度，以了解目前調整超參數後的深度學習模型的可靠程度標準，使檢測特徵之效果與AOI相較之下更具使用價值。

本文採用Solvision軟體[11]進行深度學習的影像辨識，只需要對部分資料進行標記，以及少量的影像訓練數據資料，即可完成模型的訓練，接著再將全新的研磨試片影像當成測試資料，透過影像特徵辨識。本模型將自動標記並框選測試資料的試片髮絲紋之特徵，其辨識準確率（Accuracy）高達0.973，可達成不鏽鋼髮絲紋拋光品質驗證自動化之目標。

貳、系統架構

本文所進行不鏽鋼髮絲紋拋光準則訂定的系統架構分為硬體與軟體兩部分。硬體部分是由機器人拋光研磨系統(KUKA機器人、研磨砂帶、力回饋器等)、影像擷取系統(相機試片載台、環形燈光、工業相機、微縮鏡頭)及UR機械手臂搭配Solomon 視覺系統所組成，軟體部分則為Solvision AI特徵檢測軟體，實驗流程圖如圖1所示。

(一)硬體設備

1.不鏽鋼髮絲紋之機器人拋光研磨系統之配置

在本實驗使用KUKA(KR16-2)機械手臂，

配合使用最高轉速為2497RPM之砂輪機與牛頭牌型號A100之砂帶為拋光工具，並以空壓噴氣裝置冷卻工件，其配置如圖1。另配置一組ACF(Active Contact Flange)力回饋器用以設定不同的正向研磨力(牛頓)及研磨時間(s)，本實驗之裝置如圖2。同時設計一組工件夾持器，將待拋光工件送至研磨砂帶上進行拋光研磨之工作，如圖3。

2.影像擷取系統

(1) 影像擷取載台設計與製作

實驗初始因考量機械手臂運動之工作範圍會干擾不鏽鋼試片加工面之視線，須由下而上拍攝，為了讓鏡頭可固定在試片下方，設計載台治具，不僅提升了相機鏡頭可自由調整的方便性，還減少了物件之間的公差問題，如圖4所示，可輕易達到所需求的清晰度及焦距大小，效果如圖5所示，得以順利進行影像特徵判定。

(2) 影像擷取設備(圖6)

A.BASLER的工業相機
為考慮到相機系統需有高穩定性、抗干擾能力及高畫素，同時又能支援軟體系統，故選用Basler acA4024-29um USB 3.0工業相機，如圖6(a)所示。相機解析度為1200萬畫素，詳細規格如表1所示[12]。

B.微縮鏡頭
工業級微縮鏡頭MK3514-C之選用，可透過調整光圈與鏡頭焦距拍攝細微影像，如圖6(b)所示，鏡頭詳細規格如表2所示。

C.環形燈光
IL-PRL-116-R環形光源(紅)是使用低角度暗面照明技術對目標提供照明，使灰塵，磨損等表面功能特徵，都能將光線反射回相機，讓這些表面特徵更加清晰。(參看圖6(c))

3.UR機械手臂及視覺系統

影像擷取以UR5 機械手臂夾取304不鏽鋼

表 1. 相機規格

類別	工業相機
相機型號	Basler acA4024-29um USB 3.0
傳感器	CMOS
快門	軟體觸發
解析度	4024 × 3036
像素尺寸	1.85 μm × 1.85 μm
最大幀率	31 fps
連接器	USB 3.0

表 2. 鏡頭規格

類別型號	焦距接口
MK3514-C	35mm C-mount



圖1.KUKA機器手臂與研磨砂帶拋光系統之裝置

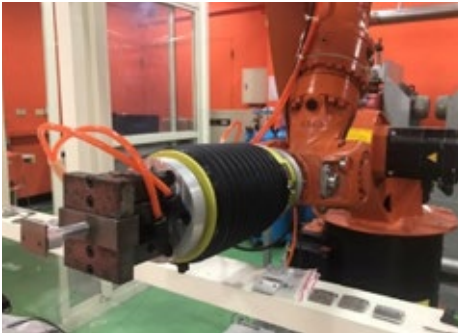


圖2.機器手臂末端裝置力回饋器與工件夾持器

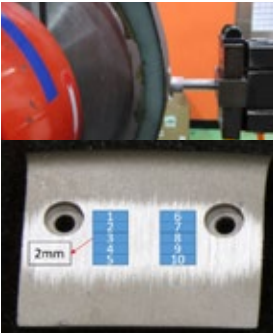


圖3.試片拋光製作

試片上下料進行拍攝及分類，為了讓夾取更精準，實驗中搭配了Solvision的視覺系統去增加精度，讓實驗在流程上能夠更加穩定，設備如圖7所示。

(二)軟體

1.Solvision AI特徵檢測軟體[13]

可以辨識、定位不規則特徵、解決傳統光學難以辨識的視覺問題、能夠複判傳統自動光學檢測AOI軟體所誤判的內容、有效提升特徵辨識率、即使辨識物件在光線非最佳的狀況下亦能成功辨識物件特徵。可以不必進行編程，直覺式的圖形化介面，透過拖拉功能連接各項功能塊，迅速搭建使用者應用情境，並且提供SDK串接，快速回饋檢測結果。

2.試片規格

試片之材質為304不銹鋼，尺寸：31*26*3mm，本次實驗數據有140片304不鏽鋼試片中隨機抽出 60%(84 pcs)作為Training data、20%(28 pcs) 作為Validation data、20%(28 pcs)為最後階段驗證。

參、製作流程與原理

利用Solvision軟體中深度學習之影像特徵檢測模型，搭配數種框選ROI模式以及分群技術，達到只需用少量經過人工標註的訓練數據與驗證數據(剔除測試數據)即可達到高辨識率的效果。若數據不足，還可依照使用者需求對現有數據做數據擴增的功能(影像翻轉、黑白化、去雜訊、等方法)。目的可用來辨識不規則、複雜的特徵檢測、物件分類與分級、計算物件數量等，並可結合Accupick進行機械手臂的分類動作。

(一)相機參數調整拍攝試片

調整設備光源、光圈大小、焦距後，在軟體操作中調整Gamma值來進行試片拍攝，並提供給專家進行判斷其試片之清晰度與亮度哪一種以肉眼辨識為最佳，如表3所示，專家建議以Gamma值為1.0時為最佳影像，並以此值為標準。

(二)建立標籤及框選

先將拍攝完之圖片交由專家來為試片進行各



圖4.影像擷取載台



(a)Basler acA4024-29 μm



(b)微縮鏡頭MK3514-C



(c)IL-PRL-116-R環形光源(紅)

圖5.影像擷取設備



圖6.UR機械手臂及Solomon視覺系統

表 3. 相機參數 Gamma 值之調校

Gamma 值	試片一	試片二	試片三	專家回饋
1.0				亮度清晰度較佳，特徵辨識度較佳
1.5				亮度稍暗，特徵辨識度尚可
2.0				亮度太暗，特徵辨識度較差

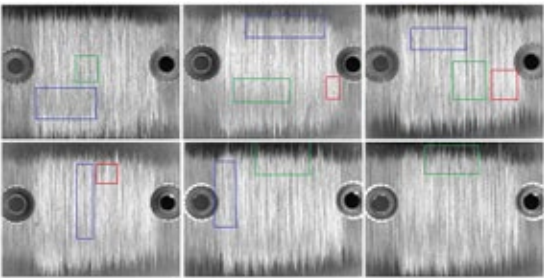


圖 7. 專家框選之圖片

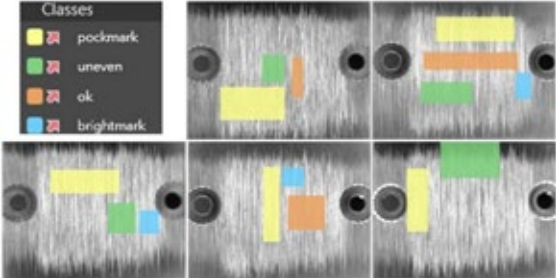


圖 8. 建立標籤及框選特徵

特徵的框選，如圖8所示，再依照其位置在相對應的圖片上，使用Solvision AI特徵檢測軟體之特徵偵測(Feature Detection)功能將各特徵以不同顏色作為標籤去進行框選定義，如表四所示，建立標籤及框選特徵樣式，如圖9。

(三)進行深度學習

本文使用的Solvision所提供的深度學習方法，可縮小監督式學習法所需要的巨量資料，以及手動框選大量標記之耗時問題。訓練過程會針對學習張數及圖片大小進行

表 4. 特徵顏色對照表

顏色	英文代號	特徵標記
黃	pockmark	震刀
藍	brightmark	研磨較深
綠	uneven	髮絲紋不均
橘	Ok	沒問題的區域

調整，訓練時間也會由前述狀況而定，本次學習約花5分鐘。圖10為損失函數(Loss Function)，由圖中可看出此次訓練的結果損失函數是收斂的，說明學習模型預測值(訓練

的框選特徵)接近真實值，也就是新的試片特徵檢測結果。以304不鏽鋼試片研磨面之表面特徵來進行學習，並以最低的均方誤差差值為目標，損失函數之均方誤差（Mean Square Error，MSE），如公式(1)：

MSE = 1/n * Σ (z_i - y_i)^2 (1)

其中z_i為預測值，y_i為實際值，n為樣本數，均方誤差差值越小越好。

(四)評估指標-混淆矩陣(Confusion Matrix)

為了判斷此模型的表現優劣，以混淆矩陣來當作評估指標，根據圖 11，可依據公式 (2)，準確率為179/184=0.973。

ACC = (TP+TN) / (TP+TN+FP+FN) (2)

其中符號代表之涵義為：

- TP：預測為陽性(P)，預測正確(T)。
- TN：預測為陰性(N)，預測正確(T)。
- FP：預測為陽性(P)，預測錯誤(F)。
- FN：預測為陰性(N)，預測錯誤(F)。

肆、結果與結論

本次檢驗以AI特徵檢測為基準，設計出一套影像擷取系統，以結合機械手臂搭配人工智慧影像特徵之辨識，將研磨後的不鏽鋼試片以自動化的模式實施影像檢測動作。

實驗過程中發現，光源亮度、影像清晰度等參數，會對影像造成影響，對於以視覺辨識為主的檢測系統會是相當重要的因素，目前已完成取像系統整體設計，其中包括工業相機控制，取像架設方式，光源參數設定，系統流程等。本實驗以鏡頭由下而上搭配光源的取像方式拍攝試片，根據實驗結果分析較適合使用的



圖9.損失函數

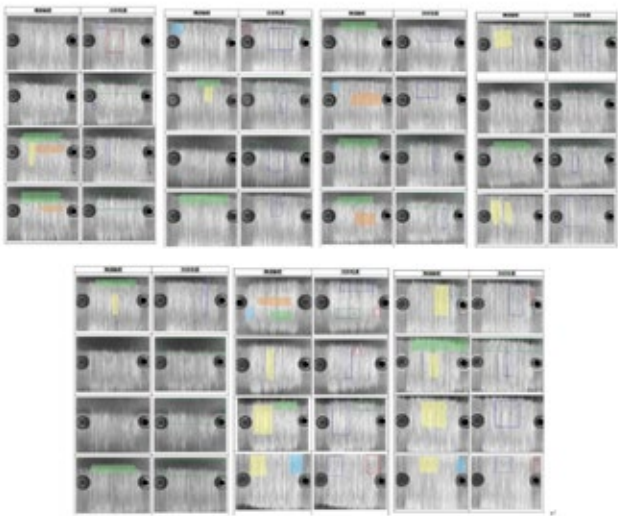


圖 10. 驗證進行比對(28張)

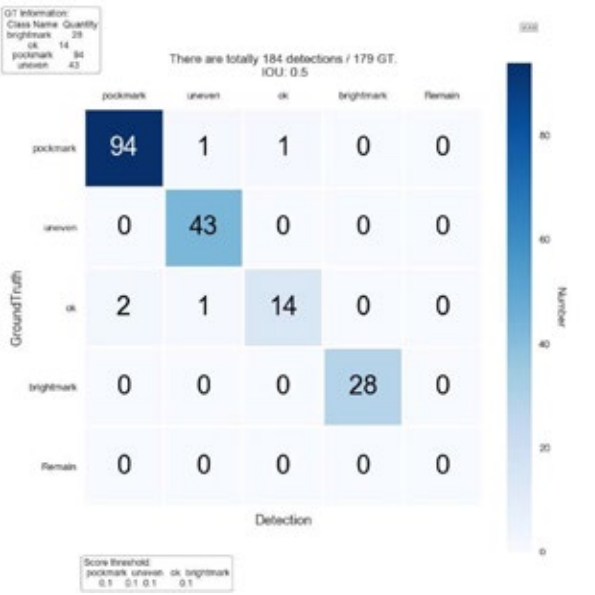


圖 11. 混淆矩陣

成像距離約為90mm，再搭配調整光源參數以達到最佳的影像清晰度，並搭配機械手臂夾取及檢測系統學習、驗證結果。

目前本實驗已建立特徵檢驗系統，目前準確率高達0.973，但仍有改善的空間，後續將繼續針對特徵形貌與影像資料量以及超參數調配做進一步的改善，以達到更好的辨識效果。

未來可望將機械手臂研磨之相關參數、人工智慧影像辨識技術所獲得之產品篩選影像數據可視化，以及透過數據分析將參數最佳

化，將可即時回傳給廠商內部技師，提供其輔助參考及監控使用，有效達到產線智慧自動化之應用。

伍、致謝

本文感謝新日興公司贈送KUKA機器手臂以及研磨設備，以及在拋光工件上專家的協助判定，並感謝美國特拉蒙機器人公司(Telamon Robotics)計畫經費的贊助，得以讓本文AI深度學習的技術開發得以順利進行，特此致謝。

參考文獻

1. AMP(Architectural Metal Polishing), Specializing in high-quality metal finishing and polishing for the architecture and design industry, <https://www.architecturalmetropolishing.com/> Accessed on May 31, 2021.
2. Wang W, Salvatore F, Rech J, Li J, Comprehensive investigation on mechanism of dry belt grinding on AISI52100 hardened steel, Tribology International, 121, 310, 2018.
3. Wang W, Liu F, Liu Z, Yun C, Prediction of depth of cut for robotic belt grinding, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 91, 699, 2017.
4. Chen Y, Dong F, Robot machining: recent development and future research issues, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 66, 1489, 2013.
5. Wang W, Yun C, A path planning method for robotic belt surface grinding, Chinese Journal of Aeronautics, 24, 520, 2011.
6. Wang Y J, Huang Y, Chen Y X, Yang Z S, Model of an abrasive belt grinding surface re-moval contour and its application, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 82, 2113, 2016.
7. Sugino T., Tashiro Y, Yamane Y, Gloss evaluation of hairline-finished metal surface using patterned area illumination method: relationship between gloss evaluation and surface roughness for the estimation of surface roughness, Key Engineering Materials, 749, 251, 2017.
8. British Stainless Steel Association, Specifying finishes for stainless steel flat products (sheet and plate), Stainless Steel Types – British Stainless Steel Association (bssa.org.uk), accessed on May 30th 2022.
9. 藍睿宏、涂崇一、沈志陽、丁鯤、龔立軒, "304不銹鋼髮絲紋加工粗糙度參數探討", 中國機械工程學會第37屆全國學術研討會論文輯, 中華民國109年1月20-21日, 雲林虎尾, 2020.
10. Lehr J, Philipps J, Hoang VN, von Wmangel D and Kruger J, Supervised learning vs. un-supervised learning: A comparison for optical inspection applications in quality control, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1140, 2021.
11. SOLOMON, Solvision, AI影像檢測軟體, https://www.solomon-3d.com/wp-content/uploads/new_uploads/2020_Solvision_Catalog_TW_Single_WEB_0819.pdf (accessed on March 1st, 2022)
12. BASLER acA4024-29uc, <https://www.baslerweb.com/en/products/cameras/area-scan-cameras/ace/aca4024-29uc/>, accessed on Feb. 1st, 2021.
13. SOLOMON Vision with Intelligence, SolVision V4.0.0, April 29, 2021.

TAIROA B2B 台灣智動領域 供應商平台

合 作 共 贏
BUSINESS
WIN WIN
COOPERATION

>>商機拓展・行銷全球

成為線上參展商

- 虛擬展館-企業專屬帳號，輕鬆建置線上產品展示空間
- 海內外買主洽談-線上即時媒合系統，時區地區不受限！
- 不定期主題線上媒合活動-掌握多元行銷通路

>>產品採購 技術合作

成為個人會員

- 找產品，找企業
- 找到你想要的自動化夥伴
- 技術研討，專業論壇直播免費看
- 智動領域產業技術趨勢一站掌握



Join US



真希望我 20 歲就懂的事

史丹佛大學的
創新×創意×創業震撼課程

史丹佛最受歡迎課程 & 創造力教育家暢銷巨著，
帶領年輕人擁抱 20 歲時的「不確定」，放膽點燃創意的火種！

問題愈大，機會就愈大！

史丹佛大學素有「矽谷創業搖籃」之稱，身為史丹佛科技創業計畫執行長婷娜·希莉格更培育出許多優秀的青年創業家。究竟是什麼課程造就這些年輕人既成功又有錢？希莉格在這本書中告訴你，她如何從發掘問題、解決問題到轉變成商機，一步步帶領學生往創業家的思考脈絡前進。她的課程問題包括：

- 如果手上只有5美元和兩小時，你要如何賺到錢？
- 如何用四小時的時間把10支迴紋針的「價值」發揮到最大？
- 面臨衰敗的傳統馬戲團，如何改造成為沒有動物和小丑的太陽馬戲團？
- 如何把別人眼中「最爛的構想」改造成「最棒的構想」？
- 如何寫出一封絕對會被錄用的履歷，即使會被認為超瘋狂？
- 面對失敗，你會如何從中淬煉出最有效的學習方法？

作者希莉格是非常成功的創意與創業導師，她同時引導一般讀者如何為自己的人生注入「創業精神」，即用有創意的方式去解決問題，並把人生看成一連串的實驗，盡情探索各

種可能性。希莉格說，每個人20歲時都會有茫然面對未來、不知何去何從的強烈焦慮感，其實你應該欣然接受這種不確定，因為最有趣的經驗往往發生在偏離既定道路、挑戰傳統假設、從失敗錯誤中看出全新契機的時候。

透過希莉格深富創意與說故事的能力，以及許多深具啟發的真實案例，不管你是20歲、30歲、40歲甚至50歲，無論你是社會新鮮人或走向未來的人，都能幫助你對人生、工作的改變轉念，看出自己周遭的各種機會，帶來無窮的可能性！

作者簡介

婷娜·希莉格 (Tina Seelig)

1985 年獲得史丹佛大學的神經科學博士學位，曾任史丹佛科技創業計畫 (STVP) 執行長，教授創造力、創新和創業精神課程。現任史丹佛大學管理科學與工程學系教授。

希莉格對於開發創造力懷抱著極大的熱情，但她很清楚，徒有創意而無法執行，則一切都是枉然，因此她很重視實現創意的的方法。身為史丹佛科技創業計畫執行長，她認為理工科學生只接受科技訓練絕對不夠，應具備更多「軟性技能」，了解即將面臨的商業環境。她以創新的教學方式，教導學生把問題變成機會，她也因為深具啟發性的教學方式，獲選為傑出教師。

《真希望我 20 歲就懂的事》是她關於「創新 × 創意 × 創業」最知名且暢銷的著作，另著有《學創意，現在就該懂的事》、《史丹佛最強「創業成真」四堂課》等書。



優勢創業

掌握 5 大重點，
把你的優勢變成一門好生意

找工作，不如創工作！
本書教你挖掘身上的賺錢基因，打造專屬自己的理想事業！

你，就是自己的好出路！

一本帶你找到個人優勢的創業實戰指南。

你是否有下列煩惱——

- ★ 不知道接下來該做什麼？
- ★ 面對職涯轉變，不知道該何去何從？
- ★ 人生想要做出改變，但不知道什麼方向適合自己？
- ★ 好想創業，可是不知道怎麼開始？
- ★ 正在創業，但好多狀況始料未及……

恭喜你，本書正是為了解決這些困擾並帶你付諸實現的實用教戰手冊。

作者陳政廷為資深企業培訓講師，在他的輔導經驗中發現，人之所以投入工作，大部分的原因是因為需要賺錢，卻也因此容易讓思維集中在「如何找到一份工作」，而忽略真正的核心是「我如何賺到錢」。但其實只要轉換思維，不再將選項侷限在「如何找工作」，原來能賺錢的選項很多。

本書匯集了他過往輔導與授課的實務經驗，無論你是中年失業或有轉職需求，無論你想斜槓或創業，或是害怕被趨勢淘汰而想提前布局，透過書中具體有效的表單工具，你也能找出自己獨一無二的優勢專長，進而創造專屬自己的人生事業。

一本帶你找到事業方向的寶典

這本書是幫助人們解決以下兩個很務實的問題：一、如果今天沒有了工作，如何找到適合自己的發展方向？二、如果今天想要打造自己的事業，具體而言應該怎麼起步？

無論你是因職場危機而有轉型需求，或者只是在正職工作中額外以小資本打造自己的事業／做點小生意，或者害怕自己被趨勢淘汰，因而想提前佈局，這本書都很適合你閱讀。

這是一本可以陪伴所有人去實踐理想的實操教戰手冊，提供了多個可執行的方法與表單工具，再加上案例的輔助說明（書中案例改編自真人真事，當事人皆採化名），相信一定可以幫助你輕鬆吸收，進一步便於實踐。

作者簡介

陳政廷 (Ben)

現任創識智庫國際有限公司執行長、亞太知識創生發展協會副理事長，並擔任國內政府單位與多家中小企業、創業團隊的輔導顧問。具有豐富的產業實戰經驗，更擁有諮商輔導、企業主管與自行創業的多元實務經歷，在一對一個人輔導領域，他擅長以互動引導方式，協助更多學員找到方向與價值，至今成功輔導超過千位民眾和學員，廣受各界好評，是一位實務經驗豐富的顧問型講師，也是各大機構爭相合作的人氣講師。

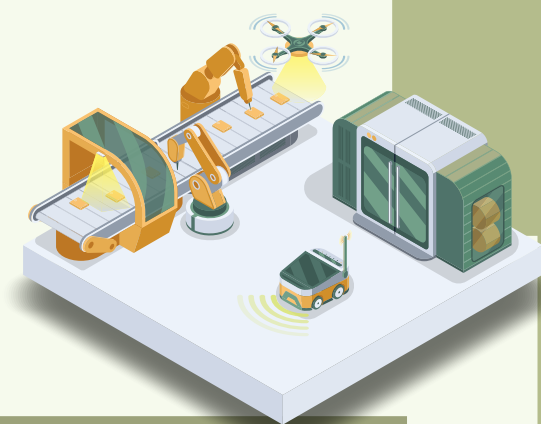
2022-2023
國際展覽資訊一覽表



2022 國際展覽行事曆		
08/31-09/02	東京國際智慧工廠展 (Smart Factory Expo Tokyo-September) [秋展] 千葉市幕張展覽館	
10/26-10/28	日本國際機器人研發暨技術大展 (RoboDEX 2022) 名古屋展覽中心	組參展團
10/26-10/28	日本 AI 人工智慧應用展 (AI EXPO TOKYO) [秋展] 千葉市幕張展覽館	組參展團 國貿局補助
10/26-10/28	名古屋國際智慧工廠展 (Smart Factory Expo Nagoya) 名古屋市國際展示場	
10/5-10/07	關西機械要素技術展 (M-Tech 25th) 日本大阪國際展覽中心	
11/09-11/12	大灣區工業博覽會 (DMP)- 深圳國際會展中心 (寶安新館)	參展優惠
11/16-11/19	泰國國際工具機及機器人主題展 (ROBOTX METALEX) BITEC 曼谷國際會議展覽中心	
2023 國際展覽行事曆		
01/25-01/27	日本國際機器人研發暨技術大展 (RoboDEX 2023) 東京國際展覽中心	
01/25-01/27	日本國際智慧工廠展 (7 th Smart Factory Expo) 東京國際展覽中心	
03/01-03/03	廣州國際工業自動化技術及裝備展覽會 (SIAF) 廣州中國進出口商品交易會展覽館	
04/12-04/14	韓國國際電子製造關連展 (EMK) 韓國首爾 COEX 展覽中心	參展優惠
04/17-04/21	德國漢諾威工業展 德國漢諾威展覽中心	
05/10-05/12	日本 AI 人工智慧應用展 (AI EXPO TOKYO) [春展] 東京國際展示場	組參展團 擬申請國貿局補助
05/22-05/25	美國底特律自動化技術展 (AUTOMATE SHOW) 美國底特律科博會展中心 (TCF Center)	
05/31-06/03	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)	參展優惠
06/27-6/30	德國慕尼黑機器人及自動化展 (AUTOMATICA 2023) 德國慕尼黑新國際博覽中心	
08/23-08/26	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) 台北南港展覽館	協會主辦
待定	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	
待定	日本國際機器人研發暨技術大展 (RoboDEX 2023) 名古屋展覽中心	組參展團
待定	日本 AI 人工智慧應用展 (AI EXPO TOKYO) [秋展] 千葉市幕張展覽館	組參展團 擬申請國貿局補助
待定	2023 Robotworld - 韓國 首爾 KINTEX 展覽館	參展優惠
待定	大灣區工業博覽會 (DMP) 深圳國際會展中心 (寶安新館)	參展優惠
11/29-12/2	日本國際機器人展 (iREX) 東京國際展示場 - 東館	組參展團 擬申請國貿局補助

★ 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
★ 聯繫電話：04-2358-1866 #14(Fion)、#22(Iris)、#26(Eva)

社團法人台灣智慧
自動化與機器人協會
—— 111 年度課程資訊



開課時間	課程名稱	課程時數	開課地點
08/30-08/31	終端效應器製圖設計與應用實務	12	台中
09/01-09/02	視覺感測技術與 AI 影像處理應用實務	12	台北
09/01-09/02	加工應用與機聯網感測器介紹與實作	12	台中
09/13-09/14	數位轉型 - 半導體製程設備設計	12	線上課程
09/15-09/16	自動化物流系統與 AGV 智慧搬運	12	台北
09/22-09/23	工具機機台校正與最佳化	12	台中
09/27-09/28	精度定位與量測原理實務培訓班	12	台中
09/29-09/30	PLC 與人機介面應用操作實務	12	台北
09/29-09/30	機器伺服控制應用實務	12	台中
10/06-10/07	智慧生產數據分析	12	台中
10/06-10/07	AOI 與視覺感測技術應用實務	12	台中
10/13-10/14	自動檢驗測試線上量測檢驗應用	12	台中
10/13-10/14	產品可靠度保證技術與實務	12	台中
11/12-11/13	自動化工程師 level 1 證照考試題庫班	24	台中
11/12-11/19	機器人工程師 (初階) 證照考試題庫班	24	台中

◎ 更多課程請上網查詢：http://www.tairoa.org.tw/ 洽詢專線：04-23581866#52 朱小姐 #14 陳小姐。

- ★ 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 10 人；如未達開班標準，學員自付金額將全數退還。



課程詳情請掃 QR CODE

◎ 更多課程請上網查詢：http://www.tairoa.org.tw/ 洽詢專線：04-23581866。

TAIROA 廣告宣傳服務

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，紙本印刷與協會公開性活動（媒合會、展覽等）傳遞到各領域對智能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。

智動產業期刊廣告價目表

項目	一期 (指定 8 月)		二期 (限 3、6、12 月擇一)		二期 (限 3、6、12 月擇二)		全年度 (四期)	
	會員	非會員	會員	非會員	會員	非會員	會員	非會員
封面	100,000	125,000	80,000	105,000	150,000	175,000	280,000	305,000
	* 加贈當期一篇主題稿件 (須配合當季主題)							
	* 搭配 Automation Taipei & TAIROS 展期 2000 本以上發放							
項目	一期			二期		全年度 (四期)		
	會員	非會員		會員	非會員	會員	非會員	
封底	70,000	95,000		130,000	155,000	240,000	265,000	
封面裡	50,000	75,000		90,000	115,000	160,000	185,000	
封底裡	50,000	75,000		90,000	115,000	160,000	185,000	
內頁廣告	30,000	55,000		50,000	75,000	92,000	117,000	
跨頁廣告	45,000	65,000		80,000	105,000	140,000	160,000	

備註 1. 廣告刊登連續超過 2 期 (含)，即享有原訂價 9 折 2. 價格優惠至 2022 年 12 月 31 日止 3. 會員以團體會員為主 幣值：TWD

TAIROA 網站 / B2B 平台廣告價目表

項目	會員	聯盟成員	非會員	期限 / 次數
協會官網活動公告	免費	X	X	1 次
協會每月電子報	15,000	15,000	20,000	3 次 / 季
協會官網大型橫幅 Banner	25,000	25,000	30,000	90 天
協會官網中央方形 Banner	25,000	25,000	30,000	90 天
小型橫幅 Banner (前 4 版位)	30,000	30,000	35,000	一年
小型橫幅 banner (後 6 版位)	20,000	20,000	30,000	一年
TAIROA B2B 首頁大型 Banner (含每月電子報)	15,000	20,000	25,000	30 天
	24,000	32,000	40,000	60 天
	34,000	45,000	56,000	90 天
TAIROA B2B 活動大型橫幅 Banner (含每月電子報)	10,000	15,000	20,000	30 天
	16,000	24,000	32,000	60 天
	22,000	34,000	45,000	90 天
TAIROA B2B 產業地圖 - 精選產品 (含每月電子報)	8,000	13,000	18,000	30 天
	12,800	20,800	28,800	60 天
	18,000	29,000	40,000	90 天
TAIROA B2B 虛擬展館 - 輪播 Banner (含每月電子報)	8,000	13,000	18,000	30 天
	12,800	20,800	28,800	60 天
	18,000	29,000	40,000	90 天
TAIROA B2B 產業消息 - 大型橫幅 Banner (含每月電子報)	8,000	13,000	18,000	30 天
	12,800	20,800	28,800	60 天
	18,000	29,000	40,000	90 天
TAIROA B2B 產業消息 - 新聞稿曝光 (含每月電子報 + 推薦文章置放)	免費	免費	8,000	1 / 季
	8,000	9,600	12,800	2 篇
	10,000	15,000	18,000	3 篇

項目	會員	聯盟成員	非會員	期限 / 次數
TAIROA B2B 活動上架 (含報名系統 + 講者預約系統 + 每月電子報)	30,000	35,000	50,000	1 場
	48,000	56,000	80,000	2 場
	68,000	78,000	112,000	3 場
TAIROA B2B 活動快訊 (EDM 發送)	15,000	20,000	25,000	1 次
	24,000	32,000	40,000	2 次
	34,000	45,000	56,000	3 次
TAIROA B2B 每月電子報大型橫幅 Banner	10,000	15,000	20,000	1 次
	16,000	24,000	32,000	2 次
	22,000	34,000	45,000	3 次
TAIROA B2B 每月電子報中央方形 Banner	8,000	13,000	18,000	1 次
	12,800	20,800	28,800	2 次
	18,000	29,000	40,000	3 次

幣值：TWD

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



服務型機器人聯盟
Service Robot Alliance

成軍於2018年8月，由台灣智慧自動化與機器人協會(TAIROA)與資策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，已超過80家業者成為聯盟成員。聯盟期望整合服務型機器人產業鏈的上中下游資源，加速擴大多元場域應用及提升服務價值，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！



立即加入
服務型機器人聯盟



業務聯繫請洽秘書組：
【TAIROA】朱小姐/04-23581866#31
sandy@tairoa.org.tw

109 年 串聯產官研產業發展拓銷



照片由左至右為 ROS 機器人工作坊、台韓線上交流會、ROSCON 社群交流活動、ROS 機器人工作坊 DEMODAY

110 年 攜手場域公協會開辦多元活動



照片由左至右為 ROBOCOM 服務型機器人創意實證競賽徵件說明會、台日照護機器人交流會、智慧服務推動委員會

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電人領域的出版品，

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、8、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

台灣智慧自動化與機器人協會 - 張小姐

電話：04-2358-1866 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：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：期刊發行單位保有廣告刊登日期協調與是否受理刊登購買之權利。

訂閱戶基本資料表 (支票、電匯訂閱填寫)

訂閱【智慧自動化產業】電子期刊

☐ 一本價格 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



協作型機器人世界領導品牌



- 包裝堆棧
- 點膠焊接
- 螺絲鎖附
- 組裝
- 取放
- 品檢
- 機台管理
- 實驗研究



UNIVERSAL ROBOTS



立即掃碼
預約展示

丹麥商優傲科技股份有限公司

11492 台北市內湖區瑞光路 360 號 4 樓

Tel : 02-2659-9665

Email : ur.tw@universal-robots.com

Website : www.universal-robots.com/tw/

優傲協作型機器人為賦能更多而生

- ✓ 簡易使用
- ✓ 快速部署
- ✓ 經濟實惠
- ✓ 靈活運用

優異性能
傲視業界

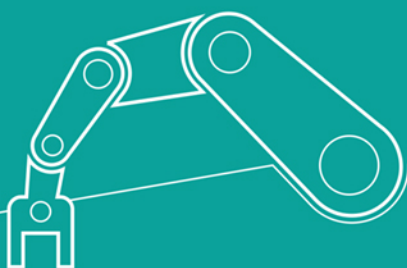


UR3e

UR5e

UR16e

UR10e



協作生產 智造轉型

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 : 886-4-2358-1866 FAX : 04-2358-1566
EMAIL : service@tairoa.org.tw

TAIROA 台北

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
TEL : 886-2-2393-1413 FAX : 02-2393-1405
EMAIL : service@tairoa.org.tw



印刷品 如無法投遞，請退回至：台中市南屯區精科路 26 號 4 樓

定價

NT\$500

9 772227 30500 8