

MARCH 2021

03

no.36

AIR

AI
+
IR

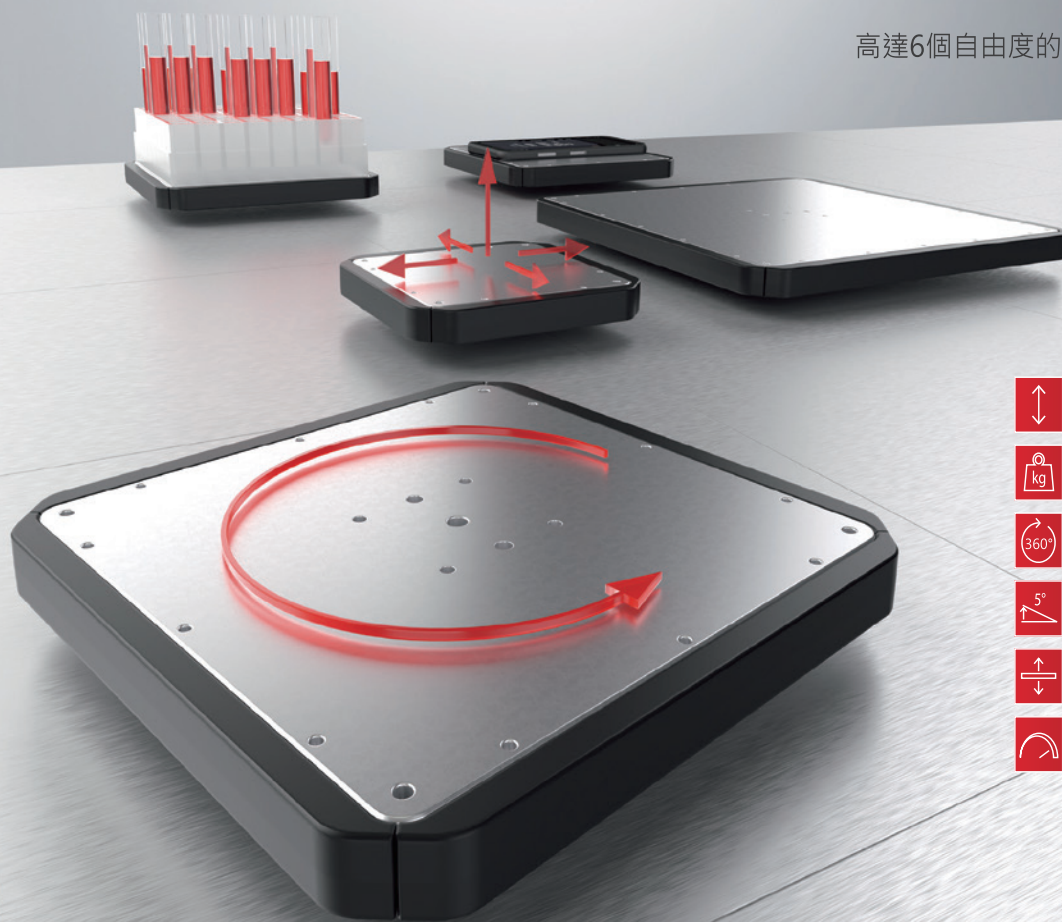
智慧自動化產業期刊
Journal of Automation Intelligence and Robotics

半導體產業智造應用解決方案

XPlanar®：飛行輸送技術

零接觸、智能靈活！

高達6個自由度的靈活運動



	懸浮式 平面動子
	可擴充 負載重量
	360° 自轉運動
	最大5° 傾斜運動
	升降 可達 5 mm
	速度 最高 2 m/s

XPlanar 開創產品輸送自由度的新境界：

自由浮動的動子搭配平面方磚，能根據您的需求佈局成任意路線。



BECKHOFF

New Automation Technology

Beckhoff Automation Co., Ltd.
倍福自動化有限公司
台中市西屯區朝富路213號18樓之7
Tel: (04) 2252 9900
www.beckhoff.com.tw

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。



關節式機器手臂
Articulated Robot



史卡拉機器手臂
SCARA Robot



晶圓機器人
Wafer Robot



並聯式機器手臂
Delta Robot

搭載HIWIN關鍵零組件



人機介面



軸承



旋轉致動器
諧波減速機



滾珠花鍵



直驅馬達



AC伺服馬達



驅動器



控制器



智慧料倉
Smart Warehouse

搭載HIWIN關鍵零組件



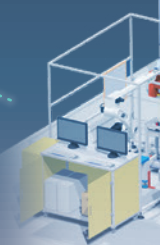
滾珠螺桿



線性滑軌



單軸機器人



全球銷售暨服務據點

德國
www.hiwin.de

日本
www.hiwin.co.jp

美國
www.hiwin.com

義大利
www.hiwin.it

瑞士
www.hiwin.ch

捷克
www.hiwin.cz

法國
www.hiwin.fr

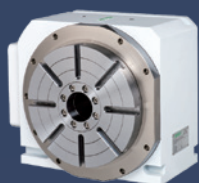
新加坡
www.hiwin.sg

韓國
www.hiwin.kr

中國
www.hiwin.cn

以色列
www.mega-fabs.com

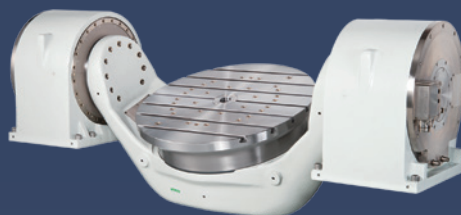
Torque Motor 迴轉工作台 Torque Motor Rotary Table



RCV Series



RAS Series



RAB Series

搭載HIWIN
關鍵零組件



力矩馬達

i4.0BS® 智慧型滾珠螺桿 intelligent 4.0 Ballscrew



智慧潤滑



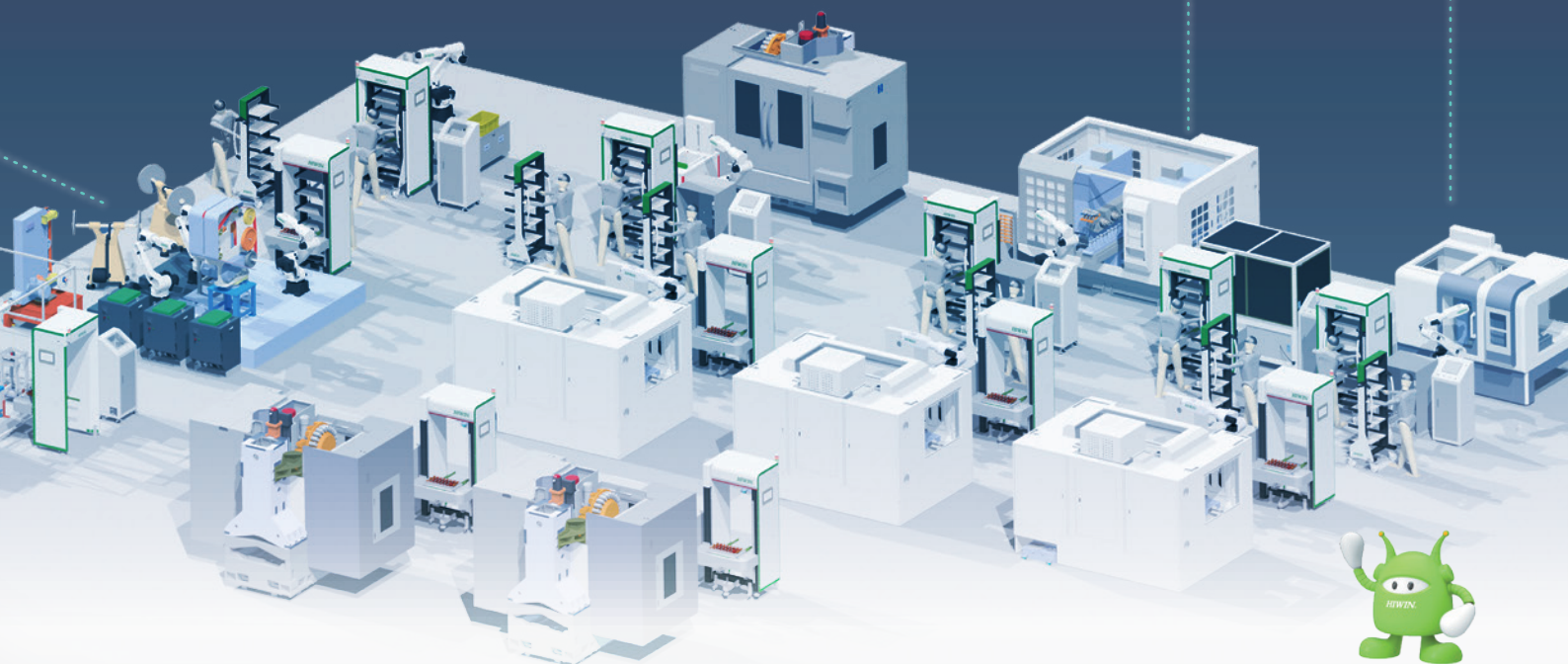
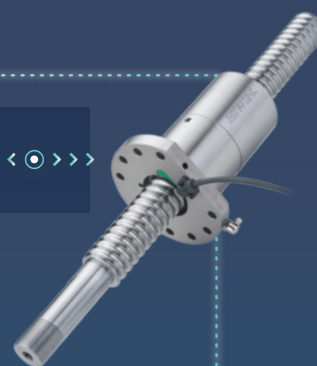
振動提醒



壽命預診



溫度提醒



上銀科技股份有限公司
HIWIN TECHNOLOGIES CORP.
www.hiwin.tw
business@hiwin.tw

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

AIR CONTENTS

NO.36

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

03



市場焦點 Market Focus



6

經濟與景氣指標

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

18

半導體製程中的自動化與機器人

世紀貿易股份有限公司 陳靜波工程師
工業技術研究成立的產業科技國際策略發展所 黃仲宏研究經理

26

開創臺灣半導體設備產業新契機

財團法人金屬工業研究發展中心 半導體設備產業推動計畫

30

加入半導體PCB兆元產業鏈 自動化業者的機會來了

SEMI國際半導體產業協會

產業脈動 Industry Trend

32

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

迅得機械股份有限公司 呂文斌、曾繼民

40

Enhanced Fault Detection COMES TO SEMICONDUCTOR ASSEMBLY, TEST AND PACKAGING

CHRIS REEVES AND BEN WILLIAMS APPLIED MATERIALS, INC.

46

新一代區域靜電防護結合乾式清潔系統- 半導體製程與電路板實現 「超高潔淨度」已非難事

韶陽科技股份有限公司 電子產品部 顧運達處長

48

實現零缺陷製造之 智慧工廠自動化(iFA)系統

國立成功大學智慧製造研究中心 廖肯音、鄭芳田

54

創新核心技術 站穩全球電子設備市場一席之地

均豪精密工業股份有限公司

58

半導體產業絕佳的智慧移載方案

STÄUBLI 工業機器人部門經理 林品君

產學研究&技術趨勢 Technology Research & Insight

62

基於機器視覺的Delta機器人設計與製作

江西理工大學電氣工程及其自動化學院 黃敏昌、曹瑞琴、汪亞軍

72

具有幾何形狀複雜異形冷卻水路之 大尺寸快速模具製程研究與應用

明志科技大學
機械工程系機械與機電工程碩士班、智慧醫療研究中心 郭啟全 教授
機械工程系 專題生 林仕勛、吳英誌
機械工程系 研究生 游政諺、朱益均
立印科技有限公司、科藝儀器有限公司 黃崧驊

好書推薦 Bookrecom

86

策略布局： 不只領先趨勢，更要定義趨勢， 財星500大企業的決策必修課

作者 史蒂夫·泰伊 (Steve Tighe)
譯者 郭庭瑄

88

顛覆致勝： 貝佐斯的「第一天」創業信仰， 打造稱霸全世界的Amazon帝國

作者 瑞姆·夏藍 (Ram Charan)
譯者 楊誌梅

90

人生賽道，勇敢試也要勇敢放棄

作者 劉有彤

產業行事曆 Industrial Calendar

94

2021全年度國際展覽行事曆

社團法人台灣智慧自動化與機器人協會 整理

95

智動化與機器人產業人才培訓 110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



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

發刊時程 每季一期
本期出版日期 民國110年3月號
發期數 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。

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

編輯單位 社團法人台灣智慧自動化與機器人協會
Taiwan Automation Intelligence and Robotics Association
地址 40852台中市南屯區精科路26號4樓
4F., No.26, Jingke Rd., Nantun Dist., Taichung City 408, Taiwan (R.O.C.)
10059台北市新生南路一段50號6樓603室
Rm. 603, 6F., No.50, Sec. 1, Xinsheg 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。

2021. 8/18 (三) - 21 (六)

台北南港展覽館一、二館



徵展項目



智慧製造相關 Smart Manufacturing
●工業自動化設備 ●工業機器人技術 ●智慧工廠(工業自動化軟體應用)



製造設備 Industrial Supply
●五金工具 ●廠房設備 ●機床暨工具機設備



關鍵零組件 Key Components



AI人工智慧 Artificial Intelligence



智慧服務 Smart Services



服務型機器人 Service Robot

展覽報名

社團法人台灣智慧自動化與機器人協會
陳怡樺 小姐#14
TEL:04-2358-1866
FAX:04-2358-1566
E-mail:tairos@tairos.tw
地址:台中市南屯區精科路26號4樓

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



經濟與景氣指標

景氣概況本次發布日期為 02 月 25 日；臺灣採購經理人指數本次發布日期為 2 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

隨著全球多國陸續施打疫苗與防疫措施的加強，全球平均新增確診案例和病斃人數出現明顯下降趨勢，顯示疫情日益獲得控制，有助於全球經濟動能逐漸重回正軌，故近期一些國際主要預測機構紛紛上修今年全球經濟成長率。在國內方面，受惠農曆春節前拉貨效應顯現，國際原油與原物料行情走揚，使得 1 月國內製造業相關數據呈現亮眼，製造業景氣依舊樂觀。服務業方面，儘管受到國內疫情短暫升溫衝擊餐旅業表現，在金融、零售與運輸倉儲業仍維

持一定的成長動能，使得整體服務業廠商樂觀看待景氣表現。營建業方面，受到部分建材價格上揚與人工短缺影響，波及土木工程業的工程進度，加上時序進入傳統房市淡季，且 1 月房市買氣稍顯觀望，故營建業者對未來半年景氣看法多為持平視之。根據台灣經濟研究院調查結果，經過模型試算後，1 月製造業與服務業營業氣候測驗點同步走高，營建業測驗點則為連續三個月下滑。

在美國方面，美國商務部經濟分析局（BEA）公布 2020 年第四季美國 GDP 成長年增率為 -2.5%，2020 全年度經濟成長率為 -3.5%。2020 年第四季，美國的民間消費與民間投資成長年增率分別為 -2.6% 與 3.2%；商品及勞務出口與進口年增率則分別為 -11.0% 與 -0.6%。國際預測機構 IHS Markit 預測美國於 2021 年經濟成長率可望達到 5.7%，優於主要的先進國家，且超過全球經濟成長率 5.0% 的預測。有關美國就業市場表現方面，根據美國勞動統計局發布的 2021 年 1 月美國失業率為 6.3%，較前一個月失業率減少 0.4 個百分點；1 月新增非農業就業人數為 4.9 萬人。物價方面，美國 2021 年 1 月消費者物價指數（CPI）年增率為 1.4%，與前月數值持平。扣除食品與能源價格的核心 CPI 年增率亦為 1.4%，則較前月數值下滑 0.2 個百分點。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 2021 年 1 月製造業採購經理人指數（PMI）為 58.7 點，較前一個月數值下滑 1.8 點。另外 ISM 公佈的 2021 年 1 月服務業 PMI 亦為 58.7 點，則較前一個月指數上揚 1.0 點。美國最新的製造業與服務業 PMI 數值雖然一降一升，但均顯著的高於 50 點榮枯線以上，意味景氣擴張態勢持續上揚。

在中國方面，就目前中國國家統計局所公布的最新數據來看，2021 年 1 月全國工業生產者出廠價格較 2020 年同期上漲 0.3%，為 2020 年 1 月以來首次出現正成長；全國居民消費價格較 2020 年同期下降 0.3%，其中城市居民消費價格下降 0.4%，農村居民消費價格下降 0.1%；食品價格上漲 1.6%，非食品價格下降 0.8%。在房地產方面，無論是一、二、三

線城市新建住宅和二手住宅售價皆較 2020 年 1 月售價上揚，其中一線城市新建住宅和二手住宅售價漲幅最大，分別為 4.2% 和 9.6%。在生產與商業活動方面，1 月製造業除原材料庫存指數較 2020 年 12 月增加外，其餘指標均下跌，致 PMI 指數來到 51.3%，較 2020 年 12 月減少 0.6 個百分點；若再從企業規模看，大及中型企業 PMI 分別為 52.1%、51.4%，較 2020 年 12 月減少 0.6、1.3 個百分點，小型企業 PMI 為 49.4%，較 2020 年 12 月增加 0.6 個百分點。非製造業活動指數來到 52.4%，較 2020 年 12 月減少 3.3 個百分點。而 IHS Markit 2 月份最新預測，較 1 月增加 0.04 個百分點，2021 年經濟成長率為 7.60%。

在日本方面，日本內閣府公布 2020 年第 4 季實質 GDP 年增率 -1.2%，較第 3 季 -5.8%，減幅再減少 4.6 個百分點，其中民間消費、輸出年增率減幅較第 3 季再縮小 4.9 及 9.2 個百分點，來到 -2.4% 及 -6.2%，企業設備投資及民間住宅投資年增率皆縮減，來到 -2.8% 及 -8.7%。財務省公布 2021 年 1 月進口金額為 6 兆 1,037 億日圓，較 2019 年同期年減 9.5%；出口額為 5 兆 7,798 億日圓，較 2019 年同期成長 6.4%。IHS Markit 引用 JIBUN BANK 日本製造業採購經理人指數（PMI），1 月雖因 COVID-19 疫情造成部分地區實施新的限制措施，導致產出及就業出現下滑，惟新訂單仍出現 2 年來首次的穩定水準，加上企業對未來產出仍保持樂觀，致 PMI 指數來到 49.8，較 2020 年 12 月減少 0.2 點，處於榮枯線之下。

在領先指標走勢方面，2020 年 12 月日本領先指標 94.9 點，較 11 月減少 1.2 點，其中中小企業銷售預測、新住宅開工面積、消費者態

度、新徵才人數 (不含大學畢業) 等指數由正轉負外，其餘指數持續正成長。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 95.1 點，較 11 月增加 0.54 點，7 個月移動平均來到 91.3 點，較 11 月增加 2.33 點。而 IHS Markit 2 月份對 2021 年經濟成長率預測較 1 月減少 0.13 個百分點，來到 2.20% 的水準。

針對台灣方面，國內貿易受到農曆春節落點不同 (去年在 1 月)，工作天數較上年同月增加，加上國際原油與原物料價格回揚、農曆春節 前拉貨效應顯現等因素，使得 2021 年 1 月整體出口年增率由上月的 12.0% 擴大至 36.8%，連續四個月出口呈現雙位數成長。從出口主要貨品來看，除礦產品出口續呈衰退外，其餘貨品出口年增率皆為雙位數成長表現，電子零組件、資通與視聽產品出口年增率更是高達 47.5% 與 42.9%；進口方面，受到比較基期偏低、出口引伸需求增加、國際原物料行情回升等影響，令農工原料、資本設備與消費品年增率大幅走高，

故 1 月整體進口年增率由上月的 0.9% 擴大至 29.9%。總計 2021 年 1 月出超金額為 61.9 億美元，成長 80.2%。

物價方面，儘管年初寒流來襲導致蔬菜量減價漲，帶動食物價格由上月的 0.32% 擴大至 1.22%，然受到今年春節落點不同影響，旅宿、保母費與搬家費基期較高，加以業者因疫情降價促銷所致，使得教養娛樂類與雜項類物價指數年增率同步下滑，故 2021 年 1 月整體 CPI 年增率為 -0.16%，CPI 轉為負成長，躉售物價指數 (WPI) 方面，受惠於沙烏地阿拉伯自願減產以及美國原油庫存大減，帶動 1 月國際原油價格突破 50 美元關卡，帶動原物料價格持續走高，令石油及煤製品、橡膠及塑膠製品等價格年減幅度逐月縮小，化學材料及其製品與藥品價格年增率由負轉正，加上鋼鐵需求強勁，鋼價漲勢加速，帶動 1 月基本金屬價格年增率呈現雙位數成長，故 2021 年 1 月整體 WPI 年增率由上月 -5.04% 回升至 -2.86%。

一、景氣對策信號

110 年 1 月為 37 分，較上月增加 3 分，燈號續呈黃紅燈。9 項構成項目中，海關出口值、機械及電機設備進口值皆由綠燈轉呈黃紅燈，分數各增加 1 分；批發、零售及餐飲業營業額由黃紅燈轉呈紅燈，分數增加 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 16.3% 增至 18.9%，燈號續呈紅燈。

●股價指數變動率：由上月 20.4% 增至 30.0%，燈號續呈紅燈。

●工業生產指數變動率：由上月 8.1% 減至 7.6%，燈號續呈黃紅燈。

●非農業部門就業人數變動率：由上月 0.01% 減至 -0.01%，燈號續呈藍燈。

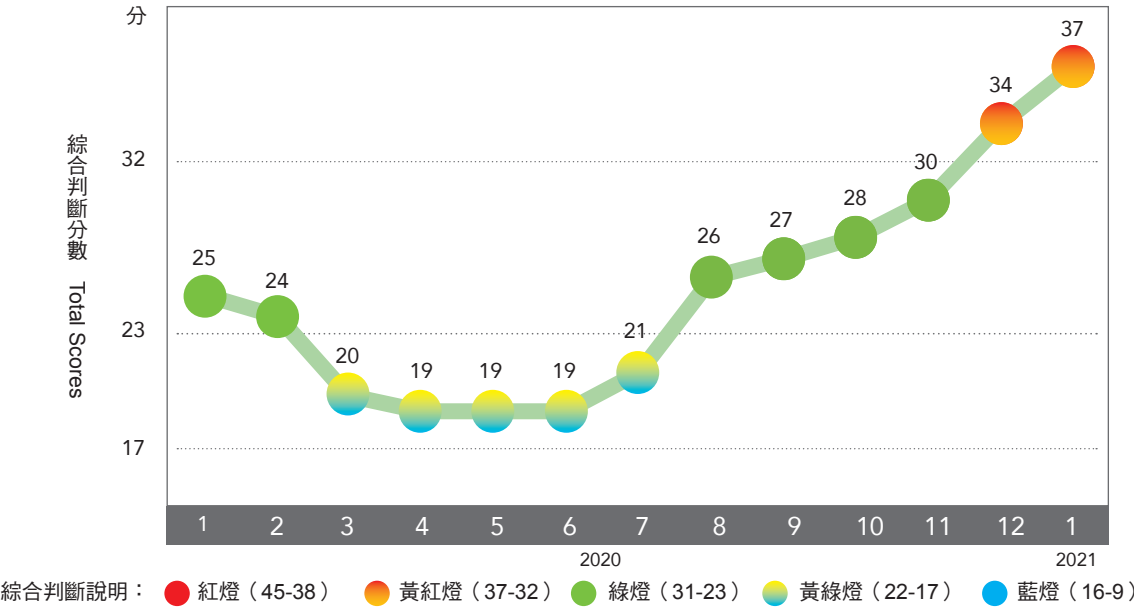
●海關出口值變動率：由上月 7.6% 增至 12.2%，燈號由綠燈轉呈黃紅燈。

●機械及電機設備進口值變動率：由上月 4.5% 增至 11.0%，燈號由綠燈轉呈黃紅燈。

●製造業銷售量指數變動率：由上月值 8.1% 增至 10.2%，燈號續呈黃紅燈。

●批發、零售及餐飲業營業額變動率：由上月 7.4% 增至 12.3%，燈號由黃紅燈轉呈紅燈。

●製造業營業氣候測驗點：由上月下修值 106.0 點增至 106.4 點，燈號續呈紅燈。



綜合判斷說明：●紅燈 (45-38) ●黃紅燈 (37-32) ●綠燈 (31-23) ●黃綠燈 (22-17) ●藍燈 (16-9)

資料來源：國家發展委員會

圖 1. 近一年景氣對策信號走勢圖

景氣對策訊號		2020 年												2021 年	
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	
		燈號	燈號	燈號	燈號	燈號	燈號	燈號	燈號	燈號	燈號	燈號	燈號	燈號	燈號
綜合判斷	分數	25	24	20	19	19	19	21	26	27	28	30	34	37	
貨幣總計數 M1B		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
股價指數		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
工業生產指數		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
非農業部門就業人數		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
海關出口值		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
機械及電機設備進口值		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
製造業銷售量指數		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
批發、零售及餐飲業營業額		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
製造業營業氣候測驗點		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

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 107.07，較上月上升 0.78%（詳見表 1、圖 3）。

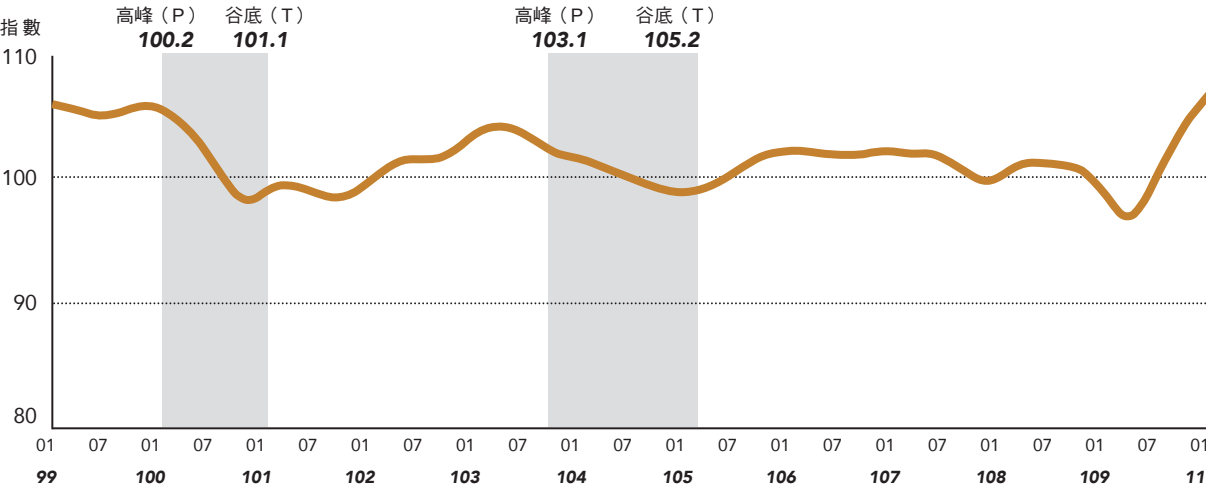
7 個構成項目經去除長期趨勢後，6 項較上月上升，包括外銷訂單動向指數、製造業營業氣候測驗點、股價指數、實質貨幣總計數 M1B、實質半導體設備進口值、工業及服務業受僱員工淨進入率；僅建築物開工樓地板面積較上月下滑。

項 目	109 年 (2020)						110 年 (2021)
	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月
不含趨勢指數	100.41	101.86	103.18	104.36	105.36	106.24	107.07
較上月變動 (%)	1.44	1.44	1.30	1.14	0.96	0.83	0.78
構成項目 ¹							
外銷訂單動向指數 ²	99.47	100.49	101.36	102.11	102.75	103.32	103.89
實質貨幣總計數 M1B	100.26	100.45	100.66	100.89	101.15	101.43	101.73
股價指數	99.74	99.96	100.19	100.44	100.74	101.07	101.42
工業及服務業受僱員工淨進入率 ³	99.60	99.96	100.29	100.54	100.75	100.93	101.10
建築物開工樓地板面積 ⁴	100.53	100.68	100.70	100.55	100.20	99.65	99.01
實質半導體設備進口值	99.25	99.28	99.41	99.63	99.90	100.19	100.47
製造業營業氣候測驗點	99.54	100.15	100.73	101.25	101.73	102.18	102.62

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

表 1. 景氣領先指標



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

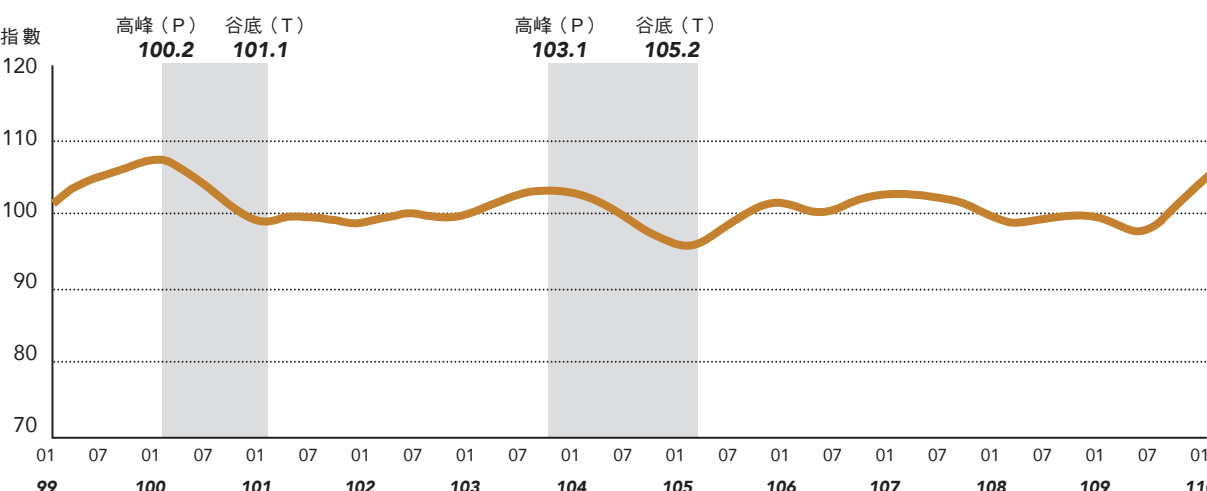
同時指標 同時指標不含趨勢指數為 105.50，較上月上升 1.07%（詳見表 2、圖 4）。

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

項 目	109 年 (2020)						110 年 (2021)
	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月
不含趨勢指數	98.83	99.85	100.98	102.13	103.27	104.39	105.50
較上月變動 (%)	0.77	1.03	1.13	1.13	1.12	1.08	1.07
構成項目 ¹							
工業生產指數	99.78	100.01	100.29	100.60	100.95	101.35	101.77
電力（企業）總用電量	99.48	99.84	100.21	100.54	100.83	101.09	101.37
製造業銷售量指數	99.68	100.12	100.58	101.01	101.45	101.87	102.28
批發、零售及餐飲業營業額	98.89	99.49	100.14	100.77	101.45	102.14	102.83
非農業部門就業人數	99.44	99.41	99.40	99.41	99.42	99.43	99.44
實質海關出口值	99.74	100.19	100.64	101.08	101.41	101.66	101.87
實質機械及電機設備進口值	99.55	99.66	99.85	100.13	100.46	100.80	101.13

資料來源：國家發展委員會

表 2. 景氣同時指標



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

落後指標 落後指標不含趨勢指數為 99.08，較上月上升 0.34%（詳見表 3、圖 5）。

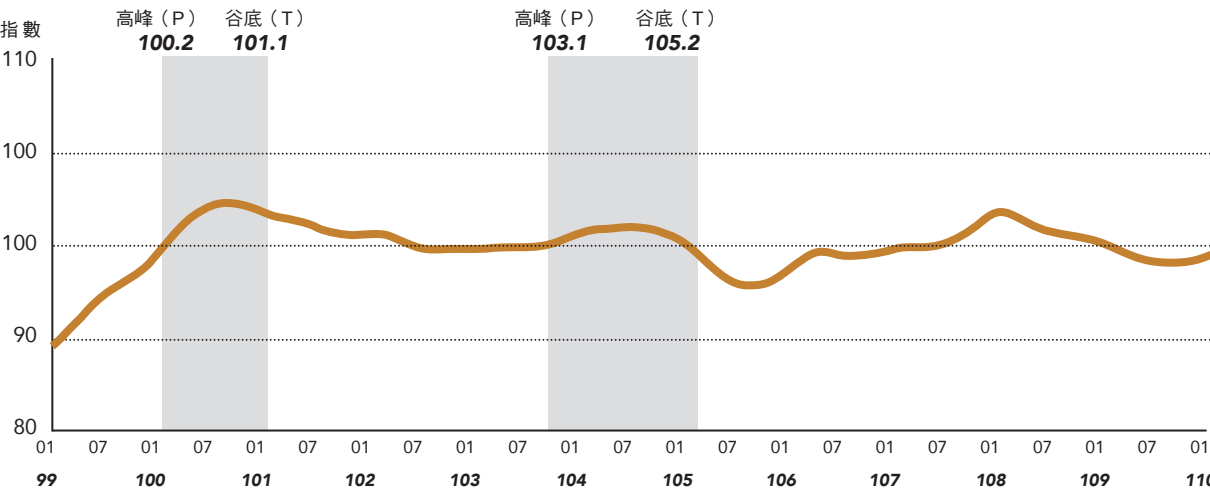
5 個構成項目經去除長期趨勢後，全部較上月上升，包括失業率、全體金融機構放款與投資、製造業存貨價值、金融業隔夜拆款利率，以及製造業單位產出勞動成本指數。

項 目	109 年 (2020)						110 年 (2021)
	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月
不含趨勢指數	98.37	98.31	98.28	98.35	98.50	98.74	99.08
較上月變動 (%)	-0.12	-0.07	-0.02	0.06	0.16	0.25	0.34
構成項目 ¹							
失業率 ¹	99.42	99.64	99.86	100.06	100.23	100.39	100.53
製造業單位產出勞動成本指數	99.07	98.85	98.68	98.56	98.48	98.42	98.43
金融業隔夜拆款利率	99.92	99.92	99.93	99.94	99.95	99.955	99.965
全體金融機構放款與投資	100.47	100.50	100.53	100.57	100.66	100.78	100.91
製造業存貨價值	99.38	99.29	99.18	99.10	99.08	99.12	99.18

註：¹ 失業率取倒數計算。

資料來源：國家發展委員會

表 3. 景氣落後指標



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)

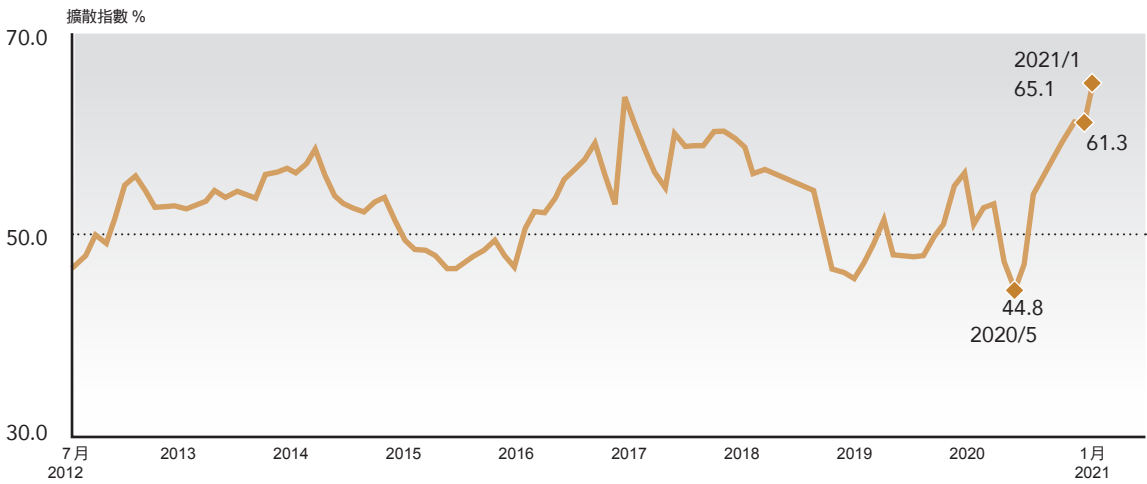
2021 年 1 月經季節調整後之臺灣製造業採購經理人指數 (PMI) 已連續 7 個月擴張，且指數續揚 3.8 個百分點至 65.1%，為 2012 年 7 月以來最快擴張速度。

(圖 6) 全體製造業經季節調整後之「新增訂單」指數由最快擴張速度 (69.4%) 回跌 1.2 個百分點至 68.2%，連續第 6 個月維持在 60.0% 以上的擴張速度。食品暨紡織產業與基礎原物料產業之新增訂單指數皆維持 60.0% 以上的擴張速度，惟本月指數各回跌 5.5 與 9.3 個百分點至 66.7% 與 69.5%。化學暨生技醫療產業與電子暨光學產業之新增訂單指數已分別連續 7 與 6 個月維持在 60.0% 以上的擴張速度，指數各為 66.3% 與 69.1%。電力暨機械設備產業之新增訂單指數由 76.9% 回跌 1.9 個百分點至 75.0%，連續第 3 個月維持在 60.0% 以上的擴張速度。

由於全球航運缺櫃導致交期拉長，全體製造

業之「供應商交貨時間」已連續 3 個月維持在 60.0% 以上的上升 (高於 50.0%) 速度，且指數續揚 8.2 個百分點至 73.3%。化學暨生技醫療產業 (73.8%)、電子暨光學產業 (77.7%) 與基礎原物料產業 (72.0%) 之供應商交貨時間指數皆攀升，指數分別較前月攀升 6.3、5.8 與 18.2 個百分點。交通工具產業之供應商交貨時間指數由 70.5% 微跌 0.5 個百分點至 70.0%，連續第 8 個月呈現上升。電力暨機械設備產業之供應商交貨時間已連續 5 個月呈現上升，且指數續揚 6.4 個百分點至 64.1%。

在「存貨」方面僅維持 1 個月的緊縮，本月指數隨即回升 8.0 個百分點至 57.9%，為 2018 年 6 月以來最快擴張速度。電子暨光學產業與電力暨機械設備產業之存貨僅維持 1 個月的緊縮隨即轉為擴張，二指數各回升 10.4 與 14.7 個百分點至 55.9% 與 60.9%，分別為過去 29 與 30 個月以來最快擴張速度。化學暨生技醫療



資料來源：中華經濟研究院

圖 6. 臺灣製造業 PMI 時間序列走勢圖

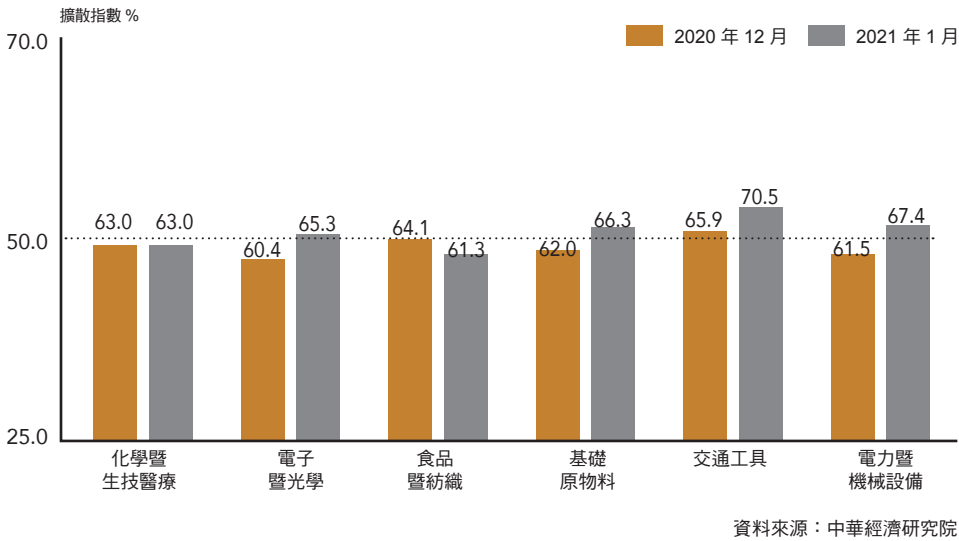


圖 7. 產業別 PMI 示意圖

單位：%							產 業 別						
	2021 1 月	2020 10 月	百分點 變化	方向	速度	趨勢 連續月份	化學暨 生技醫療	電子 暨光學	食品 暨紡織	基礎 原物料	交通工具	電力暨 機械設備	
臺灣製造業 PMI	65.1	61.3	+3.8	擴張	加快	7	63.0	65.3	61.3	66.3	70.5	67.4	
新增訂單數量	68.2	69.4	-1.2	擴張	趨緩	7	66.3	69.1	66.7	69.5	70.0	75.0	
生產數量	67.7	66.9	+0.8	擴張	加快	7	61.3	67.3	64.6	72.0	80.0	73.9	
人力僱用數量	58.5	54.9	+3.6	擴張	加快	7	57.5	56.4	58.3	56.1	72.5	63.0	
供應商交貨時間	73.3	65.1	+8.2	上升	加快	15	73.8	77.7	58.3	72.0	70.0	64.1	
存貨	57.9	49.9	+8.0	擴張	前月為緊縮	1	56.3	55.9	58.3	62.2	60.0	60.9	
客戶存貨	45.8	44.2	+1.6	過低	趨緩	8	45.0	45.5	60.4	48.8	30.0	38.0	
原物料價格	85.8	82.8	+3.0	上升	加快	8	80.0	87.3	79.2	87.8	80.0	89.1	
未完成訂單	65.2	63.3	+1.9	擴張	加快	6	57.5	66.4	52.1	70.7	62.5	68.5	
新增出口訂單	62.8	62.6	+0.2	擴張	加快	7	60.0	65.9	60.4	54.9	62.5	68.5	
進口原物料數量	62.1	58.2	+3.9	擴張	加快	7	63.8	61.4	58.3	63.4	67.5	62.0	
未來六個月展望	70.0	69.9	+0.1	擴張	加快	6	67.5	70.5	60.4	70.7	80.0	71.7	
生產用物資 (平均天數)	43	40	-	-	-	-	46	43	41	48	34	41	
維修與作業耗材 (平均天數)	38	35	-	-	-	-	39	39	31	35	32	44	
資本支出 (平均天數)	67	64	-	-	-	-	71	63	79	69	80	60	

資料來源：中華經濟研究院

表 4. 2021 年 1 月臺灣製造業採購經理人指數

產業與基礎原物料產業已分別連續 3 與 7 個月回報存貨為擴張，且指數各攀升 2.5 與 8.4 個百分點至 56.3% 與 62.2%。

「原物料價格」指數已連續 2 個月維持在 80.0% 以上的上升（高於 50.0%）速度，且指數續揚 3.0 個百分點至 85.8%，再創最快上升

速度。電子暨光學產業（87.3%）、食品暨紡織產業（79.2%）與電力暨機械設備產業（89.1%）之原物料價格指數皆攀升幅度分別為 5.2、1.4 與 5.8 個百分點。交通工具產業已連續 5 個月回報原物料價格指數維持在 70.0% 以上的上升速度，且指數回升 5.0 個百分點至 80.0%。

「未完成訂單」指數續揚 1.9 個百分點至 65.2%。電子暨光學產業與電力暨機械設備產業之未完成訂單指數分別續揚 1.2 與 8.2 個百分點至 66.4% 與 68.5%，皆為 2018 年 4 月以來最快擴張速度。基礎原物料產業之未完成訂單指數已連續 4 個月維持在 60.0% 以上的擴張速度，指數續揚 5.7 個百分點至 70.7%。化學暨生技醫療產業與交通工具產業之未完成訂單已分別連續 3 與 7 個月呈現擴張，指數分別攀升 1.2 與 3.4 個百分點至 57.5% 與 62.5%。

在「未來六個月展望」指數方面微升 0.1 個百分點至 70.0%，再創最快擴張速度。電子暨光學產業之未來展望指數已連續 2 個月維持在 70.0% 以上擴張速度，指數為 70.5%。交通工

四、非製造業經理人指數 (NMI)

受農曆年影響，2021 年 1 月未經季節調整之臺灣非製造業 NMI 指數雖已連續 8 個月呈現擴張，惟擴張速度與 2020 年 12 月相比維持不變，指數為 55.0%。

2021 年 1 月八大產業中，六大產業 NMI 呈現擴張，依擴張速度排序為運輸倉儲業（59.3%）、營造暨不動產業（58.9%）、批發業（57.8%）、教育暨專業科學業（57.3%）、資訊暨通訊傳播業（55.9%）與金融保險業（54.8%）。僅住宿餐飲業（47.9%）與零售業（49.4%）NMI 呈現緊縮（圖 9）。

全體非製造業之「商業活動」指數已連續 8 個月呈現擴張，惟指數下跌 2.8 個百分點至 54.4%。八大產業中，五大產業回報商業活動呈現擴張，各產業依擴張速度排序為金融保險

業（62.2%）、批發業（61.3%）、運輸倉儲業（61.1%）、教育暨專業科學業（58.6%）與營造暨不動產業（57.1%）。住宿餐飲業（37.5%）與零售業（42.1%）則回報商業活動呈現緊縮。僅資訊暨通訊傳播業回報商業活動為持平（50.0%）。

2021 年 1 月六大產業 PMI 已連續 2 個月全數維持在 60.0% 以上的擴張速度，依擴張速度排序為交通工具產業（70.5%）、電力暨機械設備產業（67.4%）、基礎原物料產業（66.3%）、電子暨光學產業（65.3%）、化學暨生技醫療產業（63.0%）與食品暨紡織產業（61.3%）。

其次，全體非製造業之「存貨」僅維持 1 個月的持平（50.0%），本月指數隨即下跌 0.4 個百分點至 49.6%。八大產業中，零售業（39.5%）與批發業（48.8%）存貨呈現緊縮。五大產業回報存貨呈現擴張，各產業依擴張速度排序為住宿餐飲業（58.3%）、金融保險業（56.1%）、運輸倉儲業（53.7%）、營造暨不動產業（51.8%）與教育暨專業科學業（51.7%）。僅資訊暨通訊傳播業回報存貨為持平（50.0%）。

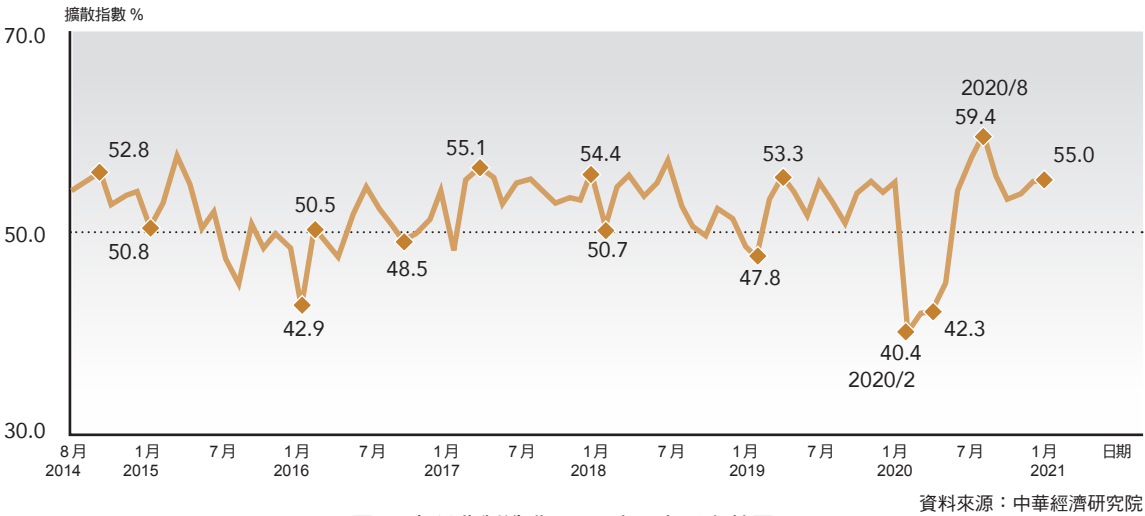


圖 8. 臺灣非製造業 NMI 時間序列走勢圖

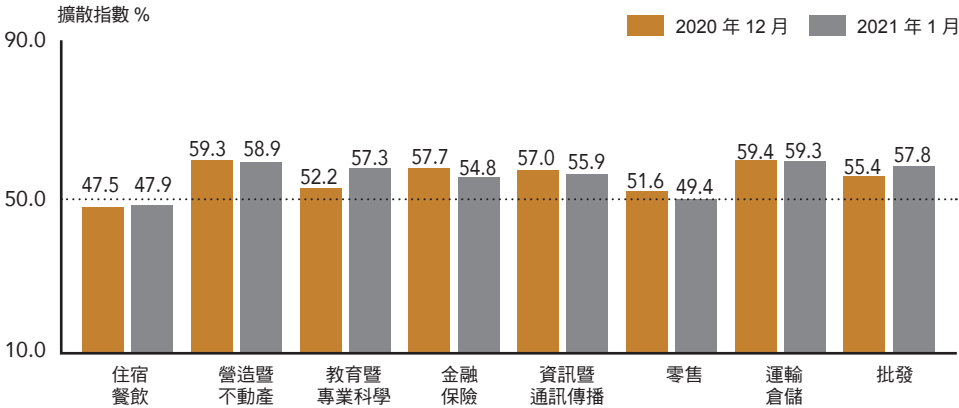


圖 9. 產業別 NMI 示意圖

單位：%	產業別													
	2021 1月	2020 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	55.0	55.0	+0.0	擴張	不變	8	47.9	58.9	57.3	54.8	55.9	49.4	59.3	57.8
商業活動／生產	54.4	57.2	-2.8	誇張	趨緩	8	37.5	57.1	58.6	62.2	50.0	42.1	61.1	61.3
新增訂單	54.2	54.6	-0.4	擴張	加快	8	37.5	53.6	60.3	60.2	55.3	55.6	63.0	51.3
人力僱用	53.6	51.3	+2.3	擴張	加快	7	58.3	58.9	60.3	49.0	60.5	44.7	57.4	52.5
供應商交貨時間	57.9	56.9	+1.0	上升	加快	15	58.3	66.1	50.0	48.0	57.9	55.3	55.6	66.3
存貨	49.6	50.0	-0.4	緊縮	前月為持平	1	58.3	51.8	51.7	56.1	50.0	39.5	53.7	48.8
原物料價格	66.3	61.9	+4.4	上升	加快	61	45.8	82.1	58.6	45.9	60.5	63.2	66.7	77.5
未完成訂單	50.2	47.0	+3.2	擴張	前月為緊縮	1	25.0	50.0	51.7	56.1	55.3	52.6	59.3	55.0
服務輸出／出口	50.2	48.8	+1.4	擴張	前月為緊縮	1	100.0	60.0	54.5	35.3	35.7	50.0	45.8	44.6
服務輸入／進口	50.1	52.6	-2.5	擴張	趨緩	4	50.0	53.1	53.8	46.2	50.0	50.0	46.2	48.4
服務收費價格	56.6	56.2	+0.4	上升	加快	8	50.0	68.5	51.7	54.1	55.3	52.6	63.0	60.0
存貨觀感	49.7	51.0	-1.3	過低	前月為過高	1	50.0	50.0	50.0	45.9	55.3	47.4	46.3	53.8
未來六個月的景氣狀況	54.6	54.9	-0.3	擴張	趨緩	8	20.8	60.7	55.2	61.2	65.8	60.5	59.3	56.3

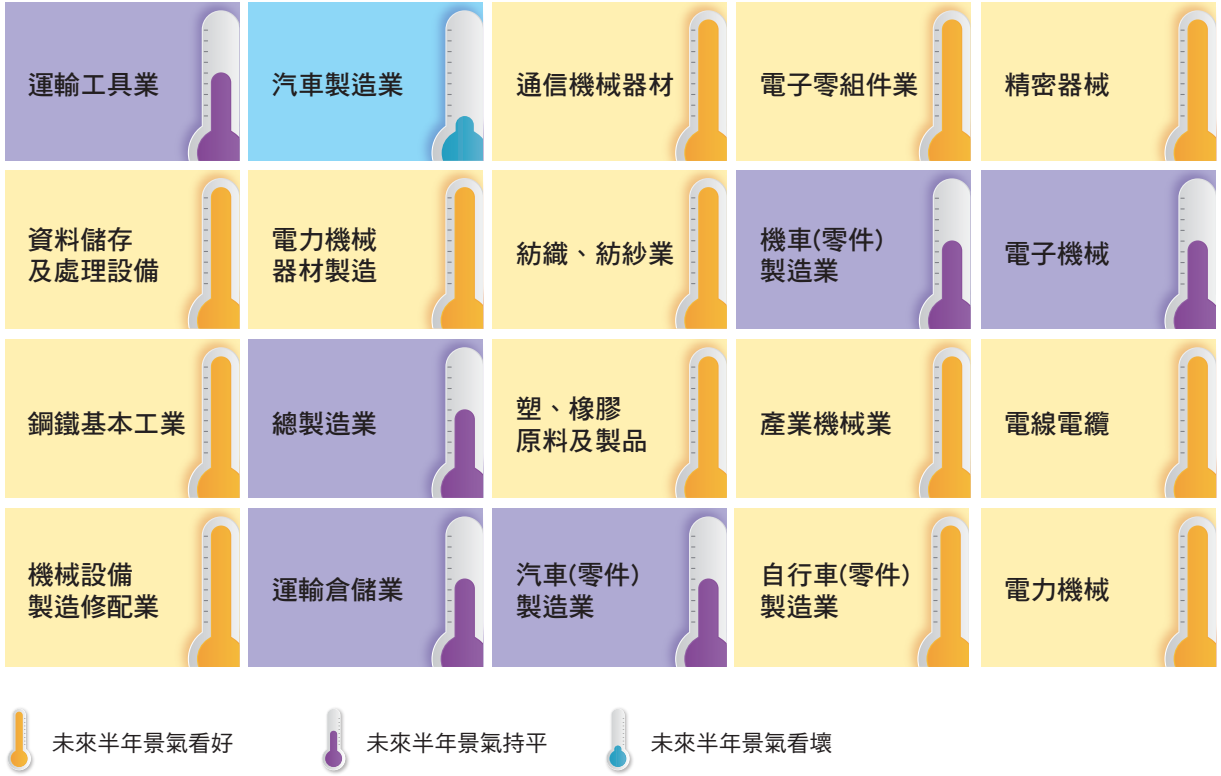
資料來源：中華經濟研究院

表 5. 2021 年 1 月臺灣非製造業採購經理人指數

全體非製造業之「採購價格」（營業成本）指數已連續 61 個月呈現上升（高於 50.0%），且指數續揚 4.4 個百分點至 66.3%，為 2014 年 8 月以來最快上升速度。八大產業中，六大產業回報採購價格呈現上升，各產業依上升速度排序為營造暨不動產業（82.1%）、批發業（77.5%）、運輸倉儲業（66.7%）、零售業（63.2%）、資訊暨通訊傳播業（60.5%）與教育暨專業科學業（58.6%）。住宿餐飲業（45.8%）與金融保險業（45.9%）則回報採購價格呈現下降（低於 50.0%）。

最後，全體非製造業之「未來六個月展望」指數已連續 8 個月擴張，惟指數續跌 0.3 個百分點至 54.6%。八大產業中，七大產業回報未來六個月展望呈現擴張，各產業依指數擴張速度排序為資訊暨通訊傳播業（65.8%）、金融保險業（61.2%）、營造暨不動產業（60.7%）、零售業（60.5%）、運輸倉儲業（59.3%）、批發業（56.3%）與教育暨專業科學業（55.2%）。僅住宿餐飲業（20.8%）回報未來六個月展望呈現緊縮。

五、未來半年個別產業景氣預測（以 2021 年 01 月為預測基準月）



半導體製程中的 自動化與機器人

文 世紀貿易股份有限公司 陳靜波工程師；工業技術研究成立的產業科技國際策略發展所 黃仲宏研究經理

隨著 AI、5G、物聯網等應用逐日落地，全球的科技發展與人類生活就愈需要半導體，工業國家已意識到晶片是國家級的戰略物資，從最近車用晶片的短缺影響歐美車廠的生產事件，已讓許多人意識到是否有能力自行生產高階晶片，將是未來國力的象徵。本文將探討二個自動化議題，一是在晶片輕薄短小的趨勢下，預期半導體製造需面臨更多系統晶片整合的挑戰，亦即先進製程的 AOI 需求。二是製程中的自動物料搬運系統與工業用機器人。

2020 年台灣半導體產業的產值已突破新台幣 3 兆元

半導體製造是一種資本密集與技術密集的工業。主要可分為 (1). 與 IC 製造有直接關係的晶圓製造、IC 製造、IC 封裝；以及 (2). 輔助 IC 製造的工業，像是 IC 設計、光罩製造、IC 測試、化學品、導線架；還有 (3). 提供 IC 製造支援的產業，像是設備、儀器、電腦輔助設計工具。

2020 年全球半導體的產值約 4260 億美元。產值最高的國家為美國，達 2379 億美元，佔比 42%，其在 IC 設計、CPU、IDM(Integrated Device Manufacturer，整合元件製造)、半導體設備等項目上皆是世界第一。台灣以 1073 億美元排名第二，佔比 19.7%，台灣在晶圓代工與封測市占率是世界第一。1073 億美元換算成新台幣，已突破 3 兆元，台灣半導體產值從 2014

年達 2 兆元新台幣後，在 6 年後的 2020 年推進到 3 兆元新台幣，以此估算，台灣半導體產值在 2030 年可望達到 5 兆元新台幣。排名第三的是韓國，870 億美元，佔比 15.9%。

美中貿易戰與一年多的肺炎疫情肆虐後，凸顯台灣半導體產業的優勢和全球地位，據統計，全世界每 6 個晶片中就有一個是台灣製造；IC 設計、半導體製造、PCB 製造、矽晶圓產品、功率半導體產品，許多台灣的科技公司在這些項目具有高市占、高技術、高進入門檻與經濟規模，已成為全球科技發展不可或缺的要角。今日台積電的市值已到 6000 億美元，是全球市值排名第十大的企業，全球最完整的半導體產業鏈在台灣，台積電扮演極關鍵的領頭羊角色。

人類科技發展的趨勢中，晶片扮演極關鍵的重要角色；只要科技趨勢不斷往前邁進，台灣半導體就具有舉足輕重的地位。經濟全球化與行動科

技的發展，帶來智慧化、數位化的浪潮，預計將造就半導體產業成長態勢持續。

製程中的自動光學檢測技術需求

1、晶圓製造廠跨至封測領域發展

半導體的生產大流程是由 IC 設計、晶圓製造、晶圓測試、IC 封裝、封裝後測試所組成，各製程可為獨立生產或由許多廠商整合製造而成。台灣在多年的專業分工下，已趨向於前段之晶圓製造與後段之封裝測試之生產分工合作。

不過，隨著半導體先進製程持續發展，電晶體大小也逐漸接近原子的物理體積限制，其使得先進製程的持續微縮與升級難度愈來愈高，因此業界開始尋找既能讓晶片維持小體積，同時又可保有高效能的解方，這也是晶圓製造廠跨界至後段封測領域發展異質整合的原因。異質整合就是將兩種不同的晶片，透過封裝、堆疊等技術整合布局在一起，透過晶片的布局設計，來延續摩爾定律。

半導體晶片只會更加輕薄短小，所以將有更多系統單晶片整合的需求，因為有系統級封裝(System in Package)的商機，在異質晶片整合製程需求大幅增加的情況下，先進製程的封裝技術就更為重要。我們觀察到在先進封裝技術發展下，其成為台積電、Intel、三星的布局重點。2020 年台積電在先進封裝技術的投資上已逾 500 億元新台幣，台積電積極地投入在先進封裝廠的建置。

台積電預定在 2021 年量產 5 奈米，2022 年量產 4 奈米，2022 年下半年量產 3 奈米，為了讓未來晶片的性能繼續提升，且價格具有競爭

力，台積電等半導體廠研發晶圓級先進封裝；今年初台積電在法說會上宣布將年度的資本支出由 2020 年的 172 億美元上調至 250 億美元 ~280 億美元之間，80% 投入於先進製程，20% 用於封裝技術量產與特殊製程。

2、封裝技術不斷演進

目前主要的封測技術，包括 (1). 導線架封裝、BGA(Ball Grid Array) 封裝，已屬成熟製程。(2). SIP 封裝 (將各種晶片封裝在一顆晶片裡)。(3). 覆晶封裝 (Flip Chip，將晶片與基板結合)。(4). 晶圓級封裝 (直接在晶圓上進行封裝，一顆晶片最多可連接上萬個電路)。半導體後段生產流程具有的特點是產品式樣多，產品式樣多會讓製程變得複雜。以封裝製程而言，這幾年來，後段製程由導線架式(Lead Frame)的封裝、BGA 封裝、覆晶封裝，演進至晶圓級的先進封裝。

傳統封裝是靠打線機把一條一條線打在晶片上完成，一顆晶片頂多能串連數百、上千條線，晶圓級的先進封裝，卻是用半導體製程，把一個個顯微鏡下才能看見的金屬接點接在晶圓上，串連上萬條線路，線路密度可以達到傳統封裝的數十倍以上。

因為各類型產品在使用上有其適用的領域，所以往往在封測廠的同一生產線上會同時有許多種不同的在製品型態。同樣地，對 IC 測試來說，製品式樣多也會造成測試流程與載具的多變。隨著先進封裝的崛起，台灣主要的封測廠亦將鎖定

系統級封裝 (SiP) 及整合天線封裝 (AiP) 進行研發，例如景碩、力成、矽品、日月光等公司，封測廠內部已從勞力密集的生產線，變成穿無塵衣，遍布自動化設備的高科技廠房。

3、封裝技術的演進帶動 AOI 的極精密化

先進製程的趨勢是晶片朝多層堆疊發展，讓晶片的體積更小、更省電、效能更強；半導體製程進入 5 奈米，持續微縮的難度更高，在晶片輕薄短小的趨勢下，需面臨更多系統晶片整合的挑戰：先進製程（例如多晶圓堆疊封裝，Wafer on Wafer）的封裝技術之自動檢測需求；包括 Wire Bonding（打線接合）的 3D 自動光學檢測（3D AOI）需求為何？未來 AOI 機台對應線距線寬的檢測能力要到哪裏？

檢測在晶圓製造相當重要。透過檢測晶圓能提升晶圓良率，藉由檢查晶圓狀況與金屬殘留等，可以了解晶圓製造時的狀況，藉以改善問題。AOI 為高速高精度光學影像檢測系統，運用機器

視覺做為檢測標準技術，改良傳統上以人力使用光學儀器進行檢測的缺點，應用層面包括從高科技產業之研發、製造品管，以至國防、民生、醫療、環保、電力…等領域。3D 堆疊技術、異質封裝技術演進的趨勢會帶動自動光學檢查技術朝極精密的檢測方向發展。

還有，市場規模不斷擴大的行動通訊高速運算裝置，包含基地台及伺服器的應用，由於需處理龐大的資料量，其非常著重在效能及散熱方面，因此高速運算晶片多採用 2.5D、3D 大型整合型封裝結構，以此提升訊號傳遞的速度與品質。

主要是藉由類載板、矽載板 (Silicon interposer)、RDL (Redistribution Layer，重分佈層) 的重新組合當作晶片之間溝通的橋梁，對比傳統 substrate 線距可縮小 4~5 倍。線寬、線距縮小能有效增加封裝的腳位及縮短訊號延遲時間，提升整體系統效能。但也增加了 AOI 的難度，預估未來線寬線徑小於 5 μm 的 AOI 檢測將有一定的市場需求。

製程中的自動物料搬運系統

台灣擁有全世界最具規模的晶圓代工 (Foundry) 廠。代工指的是，不進行設計，僅針對使用者所設計的半導體接受製造的委託式產業型態。代工真正的價值是對於多樣化生產的彈性、高良率、短交期等，研製出一個具有良好效率的「生產系統」。對於代工而言，儘快導入能夠製造最先端技術的半導體製程設備是必要的，因此在裝置的裝機與調整上，需依賴設備商。例如台積電 5 奈米製程投資成本已較前一代增加近一倍，要製造 5 奈米晶片，不但要用到昂貴的 EUV（極紫外光）設備，而且每一片 5 奈米晶片要用到多達 14 道 EUV 光罩加工。因此像是 EUV 極紫外光光罩盒

的家登、濕製程設備的弘塑、無塵室廠漢唐、設備暨廠務系統服務廠帆宣、應用材料協力廠的京鼎…等廠商都是台積電製程中衍生的產業生態系統。

1、SMIF 輔以 CIM 與 MIS，讓產出得到最大綜效

圖 1 是前段製程（主要是在矽晶圓上長成半導體晶片）的俯瞰，黃色箭頭為自動物料搬運系統 (AMHS：Auto Material Handling System) 的示意，AMHS 之組成系統包括了：1. Interbay：不同製程生產之間的傳輸系統設備。2. Intrabay：

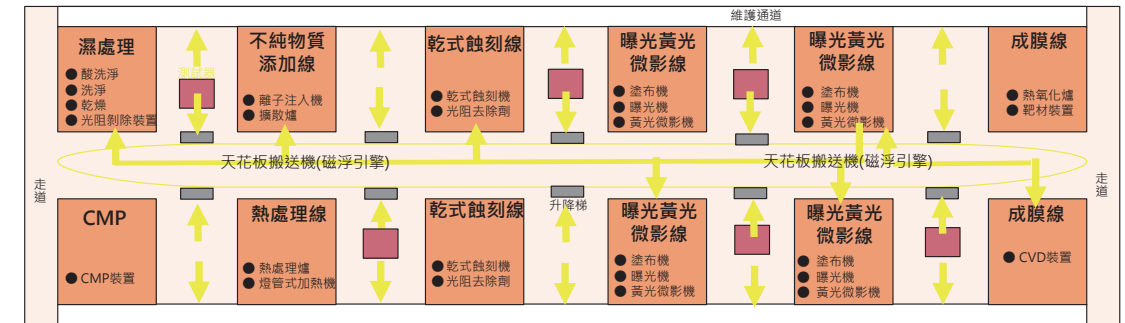


圖 1. 前段製程（主要是在矽晶圓上長成半導體晶片）俯瞰【1】

同一製程內部（或同 bay）的傳輸系統設備。3. 樓層間之垂直傳輸 (Interfloor)，4. 傳輸光罩之傳輸系統 (Reticle AMHS)。5. 自動存取倉庫 (Stocker/Buffer)，6. 傳送軌道 (Clean Way)，7. 台車 (Vehicle)，8. 控制系統。【2】就半導體廠而言，從晶圓倉庫到生產線的搬運、將半成品晶圓（批次單位）從無塵室內的某一製程搬送到另一個製程（製程間搬送）、或是同樣一個製程內對某一裝置的裝卸載等（製程內搬送）、甚至是將完成的晶圓搬送到下一個晶圓檢驗製程等搬送作業，均由自動搬送機或機器人，以幾乎完全自動化的方式達成。

在半導體的生產線上，使用電腦控制工廠的自動化已經盛行多時。特別是在矽晶圓上做出多數的半導體的前段製程中，透過網路連接到電腦的製造裝置、測試儀器、自動搬送與機器人等，發揮了很大的功用。在 6 吋和 8 吋的半導體工廠，自動化的目的是以輔助生產為主，但在 12 吋的工廠中，由於產品重量不再是人力所能承受，全自動化系統的建置，成了 12 吋廠決勝的因素之一。晶圓尺寸愈來愈大，已非一般作業員可以搬運，自動化傳送系統也順勢被強化導入使用，這些自動化傳送系統和電腦整合製造，降低了潔淨室的空間需求和人手可能的外界污染，讓產能和良率因而得以提升。

由於半導體產品線徑的微細化，生產技術的複雜度不斷提高，亦使設備的資本支出不斷

上升，其中潔淨室的構建是主要的營運成本，所以降低整體潔淨室的面積和有效的加以應用是解決方案之一。然而要在經濟性的潔淨室空間中，得到最佳的單位小時產出，對半導體製造廠來說是一大挑戰，因此將標準機械介面 (Standard Mechanical Interface, SMIF) 導入生產設備中並輔以電腦整合製造 (Computer-Integrated Manufacturing, CIM) 和管理資訊系統 (Management Information System, MIS)，讓產出得到最大綜效，是生產自動化中重要的一環。

2、自動物料搬運系統要能確保整個半導體工廠運作的一貫性與資訊透明度

自動化和電腦整合製造以及 SMIF 的結合展現了一個高成本效益製造的契機，自動化的物料搬運之使用提供一個不經作業員雙手的晶舟操作方式，而圖 1 所示各個 bay 間的自動物料搬運系統與自動存取倉庫 (Stocker/Buffer，暫時存放半成品晶圓的地方) 的結合，更是提供了一個提高作業人員生產力的有效途徑。

自動物料搬運系統至少具備二項優點，(1). 作業員可專注在高生產力的作業，(2). 經由 AMHS 對在製品 (WIP：Work In Process) 分配的管理可降低存貨成本和生產週期時間。因此，製造裝置必須依循控制整體製程的電腦所下達指令來進行作業。測試結果等成果數據，也會被送到電腦裡，記錄並保存下來。

而運作模式是經由 Interbay 系統，SMIF-Pod 將經由軌道上的搬運車從某個生產區域送至另一個生產區域，並暫存在貯存貨架 (存取倉庫 Stocker) 中，同時為了解決不同樓層的傳送需求，也使用了潔淨室用的傳送電梯 (Lifter)，再透過電腦整合製造系統的操作介面整合，任一放置在 Stocker 內之產品將會自動被送到要到達的貯存貨架，而開始另一製程。而電腦整合製造和管理資訊系統，被應用來支援不同形式的操作，包括從進料到製品追蹤、到生產計畫、品質管理、樓板 / 廠營監控，以確保整個工廠運作的一貫性與資訊透明度。此一系統架構，包括六個模組化的子系統，分別為排程、產品 / 製程追蹤、自動控制、品質管理、樓板 / 廠房監控和報表等。

在傳送軌道機構使用上，有下列幾種形式，(1). 線性馬達傳動，這以日系產品為主，其強調可靠度。(2). 充電電池加直流馬達驅動，以美系為主，強調彈性應用。(3). 磁浮式軌道。(4). 無接觸給電式軌道。

至於台車使用上，Interbay 和 Intrabay 二種是用不同的搬運設備。Interbay 所使用者為磁浮式台車和無接觸式給電式台車。而 Intrabay

所使用的為 (1). 自動搬運車、自主移動式機器人 (AGV, Auto Guided Vehicles; RGV, Rail Guided Vehicles; AMR, Autonomous Mobile Robotics)。(2). 捲升式台車 (OHV, Overhead Hoist Vehicles)。製程間搬送因距離較長，必須在確保高速移載的同時，盡量減少揚塵、震動、噪音等問題，因此利用磁浮引擎的天花板搬送系統，至於製程內的地板搬送系統，則多使用 AGV 或 AMR。利用磁浮引擎的 OHT 還是主要考量，至於 AMR 的機會，挑戰就是如何同時間可管理多台 AMRs/AGVs、快速編輯和佈局，縮短建置時間、不同載具車體，不同導引類型的兼容性、優化運行中的效率 (時間、能耗)、運行過程中保持移動的安全、整合 ERP/ 工廠生產管理系統，工廠內的設備皆可迅速與派車系統連結……等等。

在應用自動物料傳送系統時，還必須加以考慮的是，(1). 潔淨室內的系統設備潔淨度要高，(2). 傳輸系統設備的可靠度要高 (至少 99.8% 以上)，(3). 軌道傳輸量 (Lots/hr) 要大，(4). 設備靜電防制與電磁干擾規範要確定。(5). 運轉傳送時之加 / 減速度及震動考量。(6). 設備之安全規範。(7). 製造與使用者的電腦控制系統間之通訊介面。(8). 設備增設與改造之彈性能力。

製程中的自動化與機器人

根據國際半導體產業協會 (SEMI) 的資訊，2020 年全球半導體設備銷售額比起 2019 年成長 16%，達 689 億美元，預估 2021 年和 2022 年將分別成長至 719 億美元和 761 億美元，因此應用材料公司 (Applied Materials, Inc.)、艾司摩爾公司 (ASML Holding N.V.)、科磊 (KLA Corporation)、科林研發 (Lam Research)、東京威力科創公司的未來營運仍被看好。

1、透過追加外部機器視覺及感測器，強化設備既有的性能

目前主要的進口設備商對於配合終端客戶改機或二次開發的意願不見得高，台灣本地的系統整合商為了達到半導體客戶的自動化導入需求，多在不影響進口設備的原有效能條件下，進行部分改機，以客製自動化與機器人的應用。部分半導

體設備亦會透過追加外部機器視覺及感測器，強化設備既有的性能；例如曝光設備中的真空吸盤平整度的精度維持。當黃光製程因為光束發散，使得矽晶圓承接的吸盤平整度不夠精確時，就會造成整體製程良率不佳，透過機器視覺及感測器所擷取的數據化資料，經過數據的紀錄、分析及 Edge Computing，利於找到問題發生的根本、潛在性不良，及故障預診、製程優化等。

自動化的導入除了可能提高生產效率外，減少人力的介入更利於作業流程的標準化。機器人搭配機器視覺及感測器，可進行產品位置辨識、瑕疵檢測、甚至碰撞預防等；做法是透過具備機器視覺處理能力及支援 SECS/GEM (SEMI Equipment Communication Standard/Generic Equipment Model) 通訊協定 / 介面的高階 PC 進行處理，也可能透過高階的 PLC 整合機器人、機器視覺及感測器。有別於傳統產業偏好 PLC 進行機械手臂、設備與週邊之間的 I/O 及數字暫存器交握，半導體廠更加重視座標交換、機器視覺及感測器的整合、還有大量數據擷取功能的兼顧，以及是否可支援 SECS/GEM。

就工業機器人在半導體產業的應用，多數供應商被要求配備 PC-based 系統，提供終端客戶透過 SDK (Software Development Kit) 進行資料收集及大數據分析。以日本 FANUC 機器人為例，提供了 ROBOT INTERFACE 軟體，可透過網路通訊，讀寫機械手臂的 I/O、暫存器、變數等，並讀取現在位置、狀態及異常等資訊。

半導體產業重視設備在 SEMI 認證、人因工程、美學面向、及定期維護便利性等考量。設備上線後通常會簽訂定期維護保養合約，包含耗材更換、定期查檢及保養等。在市場競爭激烈的態勢下，FANUC 的 CRX-10iA 系列機器人產品，甚至提出 8 年免保養的訴求，產品在 8 年使用期間，不須特別進行潤滑油、電纜線、感測器、

及馬達的更換作業，更便於終端客戶簡化定期查檢及保養流程。還有像 Rockwell (洛克威爾) 的 PLC 應用在台積電的水、氣、化、電；供水系統、氣體供應系統、化學品供應系統、電力系統。Rockwell 強調不會停機的 PLC 在台灣主攻的領域的就是半導體產業，台積電是最重要的客戶。

2、符合無塵環境等級工業機器人搭載 AI Proofing 功能，強化製程效率

半導體廠近期熱衷鑽研的領域亦包含 AI 及 Deep learning，除了可以透過 PC-based 開發，亦有工業機器人品牌搭載原廠開發的 AI Proofing 功能、或 PLC 內建 AI 功能，也是本土視覺系統整合商常與其半導體客戶合作的方向之一；使用機器人原廠開發的 AI Proofing 功能或 PLC 內建 AI 功能，能有效縮短開發時程，並且更容易對終端客戶進行教學。

機器人在移載物件時，若產生過大震動或晃動現象，可能造成物件受損風險，故需謹慎計算評估其負載、重心、及慣量是否超過機械手臂廠商建議之負荷限度值；且末端工具的設計及材質選用，若有剛性不足情況，亦可能產生過大震動或晃動現象，造成物件受損風險。除了負載、重心、及慣量的計算評估必要，以及末端工具的設計和材質選用需留意外，機器人路徑程式的撰寫優化也是很重要一環，選擇適合的速度及加減速，除了可幫助減少移載物件時產生過大震動或晃動現象，也可幫助提升作業循環效率，保護機器人的減速機構等。

另外，同一產線內同時生產多品項半導體的混流產線中，什麼半導體應該製造多少比例的生產組合，以及產線中哪個品項、批次要以較快速優先的順序去生產之類的優先決定、變更，均需要快速且有彈性的變更應對。

再者，必須能適應產線的各種狀況（包括稼動狀態），隨時摸索出最佳解答並作出選擇，這是為了符合生產量的極大化，以及生產工期極小化，節省成本，確保安全性等目的。所以在晶圓製造廠的應用，以稼動的穩定性為優先考量，即

使用的是六軸垂直關節型機器人，常選擇的整體手臂動作速度約僅額定最高速的 5~10%，而符合無塵環境等級的要求與防塵等級的達成也是這一類設備的需求。

結語

一座新製程的晶圓廠資本支出可能高達 180 億美元。在寸土寸金的半導體工廠內，如何將終端客戶所需求的功能，淋漓盡致規劃在有限空間，是一個重要課題。目前市場上的工業機器人、機器視覺套件、及感測器模組等業者，在評估進入這塊市場時，認為這些自動化解決方案可取代部分專用機構與客製化開發品，減少需求空間、降低設計開發時程、提升設備穩定度、降低學習曲線，且直覺式的操作介面，可望提升維修保養便利性。比起晶圓製造端，封測廠域具有更多可導入六軸機械手臂的機會，這將會是國內外系統整合商爭相競奪的領域。

晶圓廠前段製程的機器人市佔大致已抵定，大家關注的焦點就是在半導體晶圓廠後段製程的自動化，系統整合商著眼於半導體投資潮帶來的相關需求，也就是後段製程的工業機器人需求；利如用機器人執行從 OHT(Overhead Hoist Transfer，空中走行式無人搬運車) 到 Stocker 的搬運工作。而 3D 堆疊技術、異質封裝技術演進

的趨勢會帶動 AOI 朝極精密的檢測方向發展；碳化矽(SiC)晶圓的檢測、半導體先進封裝測試的檢測，還包括 AiP(Antenna-in-Package) 載板的檢測、Mini LED 的 AOI 設備，將驅動著十數億美元的 AOI 市場規模。

隨著 AI、5G、物聯網等應用逐日落地，全球的科技發展與人類生活就愈需要半導體，工業國家已意識到晶片是國家級的戰略物資，從最近車用晶片的短缺影響歐美車廠的生產事件，已讓許多人意識到是否有能力自行生產高階晶片，將是未來國力的象徵；2 月 11 日，美國 Intel 前執行長史旺(Robert Holmes Swan)，高通執行長莫蘭柯夫(Steve Mollenkopf)、超微執行長蘇姿丰，等美國 21 家晶片公司執行長，聯名致函美國總統拜登，呼籲支持美國在國內自主生產晶片，美國在全球晶片製造的市佔率已經從 1990 年的 37% 下降至 2020 年的 12%。當矽製造能力影響國力時，可預期的是全球的半導體軍備競賽就會不斷上演。

參考文獻

[1] 菊地正典 (2018)。〈半導體工廠：設備、材料、製程及提升產業復興的處方箋〉。臺北：世茂出版。

[2] 顏登通 (2017)。〈高科技廠務〉。臺北：全華圖書。



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 75 家業者成為聯盟成員。



立即加入
服務型機器人聯盟

107年 聯盟正式啟動並展開各項事務



108年 攜手場域公協會開辦多元活動



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



開創臺灣半導體設備 產業新契機

文 財團法人金屬工業研究發展中心 半導體設備產業推動計畫

正當全球壟罩在新冠肺炎的陰霾中，半導體產業在科技需求強勁的帶動下反而逆勢成長，也連帶推升整體設備需求創高。依據國際半導體協會 (SEMI) 資料，預估 2020 年全球半導體設備需求約為 689 億美元，其中臺灣設備需求約為 168 億美元，為全球第二大設備市場。

臺灣主要受惠於台積電 2020 年持續擴大投資，資本支出金額達 172.4 億美元，其中 80% 的資本支出用於 3 奈米、5 奈米及 7 奈米等製程，10% 用於先進封裝和光罩，另 10% 發展特殊製程，預估於半導體設備之投資約為 121 億美元。此外，依據台積電推動設備與零組件在地供應策略，將持續提升本土設備占比，為國內設備供應鏈注入強勁動能。而台積電於日前法說會宣布 2021 年資本支出計畫將達 250 億至 280 億美元的規模，比 2020 年大幅增加 45% 到 62%，預料將成為臺灣經濟成長的強勁驅動力。

臺灣在全球半導體產業扮演舉足輕重的地位，除了晶圓代工及 IC 封測全球第一之外，IC 設計全球第二，以及記憶體全球第四。而政府為持續強化核心戰略產業「資訊及數位相關產業」發展，利用半導體和資通訊產業的優勢，全力搶占全球

供應鏈的核心地位，並促進物聯網和人工智慧的發展。

推動臺灣成為「半導體先進製程中心」

政府為持續增強在全球科技趨勢與競合關係下之發展動能，追求臺灣成為下一代資訊科技的重要基地，在策略上運用國內半導體產業優勢與龐大投資需求，吸引半導體「材料」及「設備」外商來臺投資，並擴大國內業者與外商合作，讓臺灣的半導體產業鏈更加完整，形塑臺灣成為「半導體先進製程中心」。發展重點包括：外商設備製造在地化、先進封裝設備國產化、材料供應在地化、技術自主化，讓臺灣繼續做全球半導體業界領頭羊。

台積電、日月光等終端廠商陸續擴大產線投資，而在每年龐大的設備需求中，前段製程

設備主要仰賴國外進口。目前半導體廠前三大設備採購對象為荷商艾司摩爾 (ASML)、美商應用材料 (Applied Materials) 及美商科林研發 (Lam Research)，設備採購約占終端廠總投資額 70%，其中前段晶圓設備占 74% 及先進封裝設備占 14%。

外商製造在地化 麻吉夥伴頂呱呱

為把握臺灣半導體設備發展之絕佳機會，推動外商設備製造在地化，政府擬擬半導體設備外商在地化推動策略，並邀請三大半導體設備外商荷商艾司摩爾、美商應用材料及美商科林研發商談擴大與臺廠合作，針對曝光、薄膜及乾蝕刻設備中，臺廠有機會切入的關鍵模組（如光罩承載模組、晶圓傳輸模組、電源供應模組等），進行產業媒合及技術合作，培植在地廠商引進其供應鏈體系，擴大在地化製造比例。未來將持續透過結合國內設備商、研發法人或技術團隊之核心量能，配合使用端需求進行設備解析盤點、篩選出



圖 1. 金屬中心長期協助經濟部工業局推動電子設備產業發展，建立光電半導體設備及耗材零組件自主供應量能

具潛力之產品，藉由國內法人技術輔導，協助國內廠商進行開發，再導入使用端進行測試，加速解決國內關鍵組件技術缺口。

在國內設備供應方面，據統計 2019 年國內半導體設備產業生產總額（新台幣）：設備自製產



圖 2. 半導體設備外商在地化推動策略

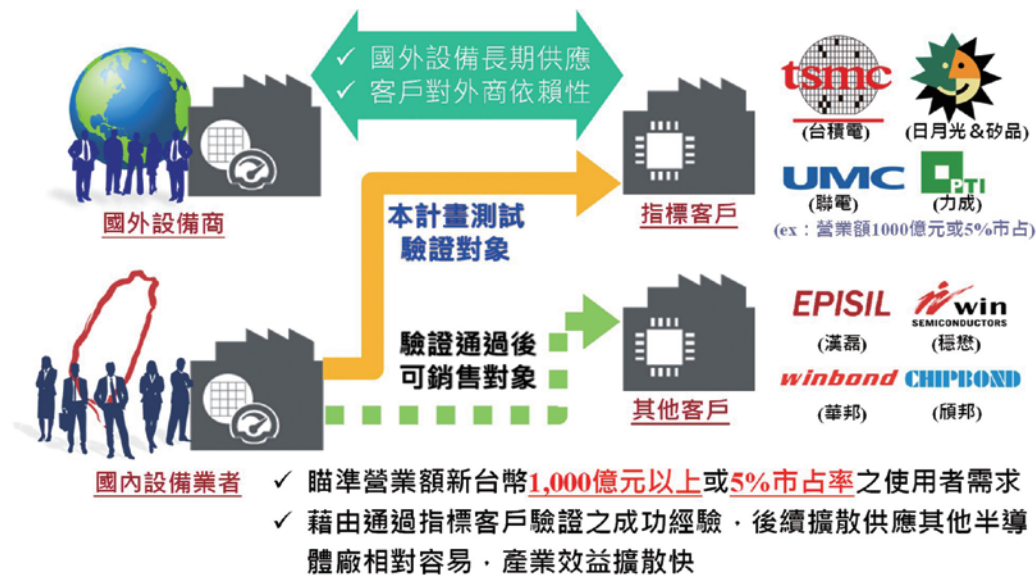


圖 3. 半導體設備整機驗證計畫推動構想

值 422 億元，耗材零組件自製產值 480 億元。目前廠商家數約 170 家，從業人員約 8,500 人，其中中小企業比率高達 90%。國內擁有引以為傲的精密機械產業，過去在面板等光電產業及半導體封裝產業設備國產化的歷程中也累積了豐厚的實力，然而設備廠商多屬中小企業，較具規模廠商如帆宣、均豪、京鼎、萬潤等，惟資本額大多數在 10 億元 (含) 以下 (占 83.3%)。國內設備廠年營收多在新臺幣 50 億元以下，與國際大廠動輒數百億元以上相比相距甚遠。國內廠商研發金額平均占總營收約 5~7%，而國際大廠研發占比約 10% 以上。

隨著晶圓與封測製程技術在求新求變的浪潮推進下，半導體設備規格也持續精進，設備需求朝向客製化且複合式功能的型態演進，以致設備單價越來越高。此外，因應半導體終端廠製程技術機密性，設備需在客戶端組裝測試，而品質驗證期約 1~3 年不等。因半導體設備的高單價、高技術門檻，且設備品質驗證期間仍須配合客戶提供設備改善、調校，且無法先行收取貨款，使得國

內設備業者須面臨高度的開發風險與資金壓力，因此若能透過政策協助，將可降低業者研發壓力，並有利於國內半導體設備產業發展。

先進封裝國產化 十年磨劍機會佳

我國半導體製程預計 2021 年將邁入 3 奈米試產階段，且後段封測技術為因應更多的功能性整合 IC，也朝向各種 3D 立體堆疊的先進封裝技術演進，以因應終端客戶的異質整合需求。長久以來高價且高端技術的前段晶圓代工設備一直都是國際大廠所寡占，國內設備業者無法輕易抗衡挑戰，而後段封裝設備因相對客製化的市場生態，使得具備高度彈性設計特質的國內設備商有了技術展現的空間。

為推動半導體設備國產化，政府將持續協助廠商提升自主技術，針對包含 12 吋晶圓製程、奈米級製程、後段先進封裝製程等設備進行補助開發。經濟部工業局近期已公告產創平台項下之主題式研發計畫 - 「半導體設備整機驗證計畫」，提供具備半導體設備整機開發能力之業者申請，

以促進國產設備通過終端廠品質驗證，協助國內設備業者解決技術瓶頸與降低研發風險。同時，藉由通過指標終端客戶驗證品質之經驗，未來將可爭取供應予其他製程之終端客戶 (如 GaN、SiC 等製程)，為國內半導體設備產業發展帶來事半功倍的效果，提升臺灣半導體設備整體產值。

而為促進國內設備廠商申請，本計畫擬結合台灣電子設備協會 (TEEIA)、國際半導體產業協會 (SEMI) 等相關公協會、研發法人共同協助國內半導體設備廠商，依據終端使用廠所提出之設備規格來申請整機驗證補助計畫。目前補助國內製程設備發展項目包含：

一、突破型 - 培植亮點設備：適用於 12 吋晶圓製程、奈米級製程、先進封裝 RDL 製程等製程設備，並在量產市場尚無國內業者產品，同時已取得終端廠之合作測試意願，每案補助經費以新臺幣 9,000 萬元 (含) 為上限。

二、延伸型 - 發展先進封裝設備：適用於晶圓級封裝、面板級封裝所需之製程設備 (RDL 除外)，搭配終端廠製程發展所需具挑戰性之新製程設備，同時已取得終端廠之合作測試意願，每案補助經費以新臺幣 5,000 萬元 (含) 為上限。

設備資安加護罩 護國神山更牢靠

在半導體產線已邁向高度智慧製造之際，機台設備聯網為最基本之要件，因此設備開發搭配終端廠的資安防護乃成為相當重要的議題。以往設備原廠基於設備效能考量，或為降低受到外在因素干擾的機率，大多不願意在設備上安裝安全防護軟體。再加上產線環境的特殊封閉性，作業系統及防毒軟體無法即時更新修補升級，因此雖

知這些設備潛存著資安風險，然往往不被高度重視，而當台積電發生機台遭受勒索病毒感染事件後，才突顯出資安問題的嚴重性。

因此當推動半導體設備產業發展時，需將設備資安防護落實到系統供應鏈各方面。而資安管控的每個環節都有其複雜性，各家廠商的做法也不盡相同，因此若無一套業界共識標準，將很難落實全面的安全防護。當前 SEMI 已結合法人、終端廠、設備商及資安解決方案業者，著手制定產業資安標準，未來能符合標準的設備才能進到產線運作，不僅確保半導體廠的機台設備安全，更能帶動設備商對安全品質的重視。

半導體產業乃臺灣經濟發展之命脈，因此對於半導體整體產業的資訊安全，除了透過終端業者管控之外，更進一步希望其所有設備、材料、廠務工程供應商之產品與經營管理環境，在資安方面都須強化與提升，才能達到整體產業的資訊安全。而資安標準制定後之落實，將由法人協助半導體設備業者，評估其企業經營管理、生產製造以及其產品等進行資安調查，完成設備業者資安需求盤點，並透過提供顧問、輔導、推動等方式，以協助半導體設備業者提升資訊安全意識，達成智慧製造與資安兼顧的目標。

整體而論，國內半導體設備廠商多屬中小企業，難以單獨開發高階半導體設備，惟有結合政府資源、產業及法人的技術量能，以及相關公協會的串接共同合作，方可突破關鍵設備技術門檻，協助國內設備業者切入終端客戶，培植半導體設備產業生態供應鏈。如此一來，也將吸引更多半導體設備外商來臺資，並協助國內廠商深化自主技術研發，落實在地化政策，進而優化我國之半導體設備產業競爭力。

加入半導體 PCB 兆元產業鏈 自動化業者的機會來了

文 SEMI 國際半導體產業協會

在科技業內，台灣半導體產業的規模與實力舉世皆知，但除了半導體外，台灣在印刷電路板 (PCB) 產業，也擁有世界級的地位。以產值來看，台灣在全球 PCB 產業的市占率不僅領先日韓，全球前十大 PCB 廠中，更有五家是台灣業者。

堅強的製造能力、龐大的生產規模，亦使得台灣成為半導體、PCB 設備的主要市場。加上這兩個產業的產品製程均十分精密，對製程穩定度、良率的要求極為嚴格，使得半導體與 PCB 產業所使用的製程設備，跟其他製造業相比，不僅自動化程度極高，更是最早開始邁向聯網化發展的先進設備。不僅如此，幾乎所有晶圓前後段、封裝測試以及跟 PCB 核心製程有關的機台，都已經高度自動化、聯網化。

對台灣本土的自動化業者而言，半導體與 PCB 生產設備所需要的自動化技術，蘊含著龐大商機。自動化業者只要能掌握相關設備製造商、系統整合商 (SI)，甚至最終用戶對自動化的要求，就有機會打入相關設備供應鏈，成為兆元產業供應鏈中的一員。

事實上，雖然半導體與 PCB 設備大廠林立，

許多機台造價動輒以百萬美元計，看似在商業跟技術面皆有極高的進入門檻，但設備領域也有十分細膩的專業分工，除了機台與機台間的銜接，有著自動化業者可以布局之處，許多複雜機台內部，也有可觀的自動化需求。

舉例來說，機台上、下料或大型機台內前一個製程步驟到下一個製程步驟的在製品傳輸，就是典型的自動化。設備供應商通常會聚焦在核心技術，像是如何對在製品進行加工處理、測試等面向，至於在製品的輸送，則選擇與自動化業者合作。許多製程設備內部，都含有大量第三方夥伴提供的可程式化邏輯控制器 (PLC) 或工業電腦，專門負責自動化控制。此外，倉儲物流所使用的搬運設備、自動導引運輸車 (AGV) 等，也都是半導體跟 PCB 產業所需要的自動化設備。

不過，由於半導體都已經高度聯網化，自動化

相關業者要跨入半導體或 PCB 設備產業時，必然要面對資安與通訊兩個層面的挑戰。

在高度聯網化、智慧化的生產線上，設備必須內建完善且強固的資安防護機制，否則等於是讓製造業者暴露在駭客攻擊、產線停擺的風險中。但資安究竟要怎麼實作才能在安全性、成本與效能上取得妥善的平衡，是一門極為複雜且專業的學問。

SEMI 全球行銷長暨台灣區總裁曹世綸表示：SEMI 國際半導體產業協會未來將持續更新針對製造業者、設備商與資安業者制定出相對應的資訊安全標準，以因應日新月異的駭客攻擊手法與生產線上不斷產生的新需求。在通訊層面，為了讓半導體與 PCB 廠的設備能夠順利互連，SEMI 早在多年前就已經發表 SECS/GEM 通訊協定，作為半導體設備互連介面標準。不僅如此，為了解決 PCB 產業特殊需求，SEMI 也與 PCB 產業組織、製造商與設備業者共同在 SECS/GEM 的基礎上，制定出適合 PCB 設備使用的 PCBECI 介面標準。更在使用者與設備商共同背書下，已經成為業內普遍接受的標準。對有心投入相關產業的廠商而言，若能掌握這些標準，就視同於獲得進入市場的門票。



圖 1. 資安工作坊進行資安專責團隊與制度交流

自 1970 年起，SEMI 便以協助其會員發展、拓展商機及促進市場成長作為其主要使命，並藉由其產業平台的角色，不僅透過各種技術委員會凝聚共識，制定產業標準，同時也協助會員拓展相關商機。針對技術標準，SEMI 負責制定、維護的同時也提供標準授權與各種會員服務。

SEMI 將持續透過協會平台把半導體產業標準的最佳實作案例，推廣至產業上、下游供應鏈，期待能夠藉由 SEMI Standards 的導入，使整個高科技生態圈產生最大化產業價值創造新動能，以實踐企業數位轉型。



半導體與 PCB 設備領域應用
歡迎參考 SEMI 平台

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

文 迅得機械股份有限公司 呂文斌、曾繼民

近年全球工業大國積極部署工業 4.0 所帶來的下一波市場先機佈局與智造商機，其更加速推動傳統工業製造邁向智慧製造發展，其中，針對各產業生產設備的智能化能力提升，各國舉全力發展將人工智慧技術導入各自領先全球產業的設備機具軟實力上。然而，隨著各產業製造的工藝精度不斷精進與複雜化，不可避免遇到生產設備發生故障狀況，而關鍵設備的無預警故障更造成業主巨大的運營損失。在設備故障排除的處置方式，從「故障發生後維修」開始，逐步由傳統的「人工定期檢修」、「狀態監測與故障診斷」（CMFD, Condition Monitoring and Fault Diagnosis），發展至現今運用專業領域技術知識（Domain Knowledge）實現，以故障預測與健康管理（PHM, Prognostic and Health Management）為核心技術的機械故障診斷機制，相關創新方法及應用技術亦如雨後春筍般發展迅速。在半導體生產自動化設備中，自動物料搬送系統（AMHS, Automated Material Handling Systems）扮演著全流程物流派送搬運的關鍵角色，其物流組成單元之微型線邊倉儲系統（WIP Stocker），主要做為處理半成品物料轉線、機台調參及生產稼動的物流暫存需求，隨著半導體製造過程物流搬運穩定性、效率性與安全性要求，其更需要配屬建立一套可信度高的 PHM 監測系統，方可早期發現異常進行處理，避免因無預警故障，造成物料無法儲運導致影響生產。

設備故障診斷發展

隨著智造科技應用的發展，自動化設備產業也同時面臨少量多樣客製化需求與市場競爭，如何在既有的設備上賦予更多智慧化功能，正是產

業邁向智慧機械發展的重要趨勢，其整合各項智慧技術與資通訊系統後，讓機具設備能具備故障預測、精度補償、自動參數設定與自動排程等智慧化功能 [1]。其中，故障預測是在原本的機械設備硬實力基礎上，再加入數據應用智慧化軟實

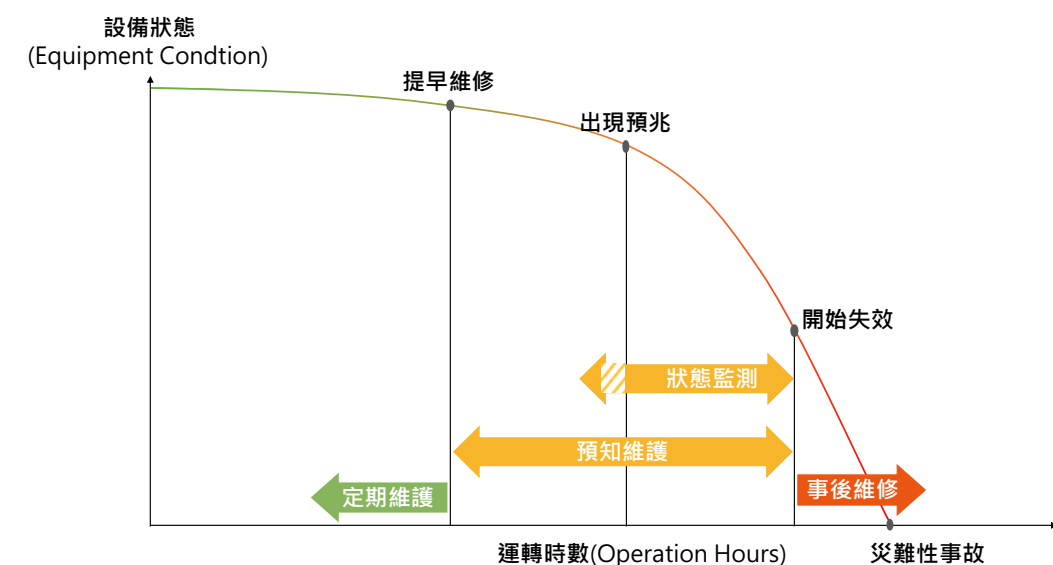


圖 1. 機械故障維修示意圖

力，透過「硬軟整合、實虛融合」穩固設備產業競爭基礎，才有機會發展出更多智慧製造的技術與市場商機 [2]。

設備故障預測是從設備維修模式發展而來，設備故障維修模式可分為四種，如圖 1 所示 [3] [4]：

一、事後維修 (BDM, Break-Down Maintenance)：又稱為修復性維修 (Corrective Maintenance)，簡言之，就是設備發生部份或全部故障後才進行修復，以恢復其原始狀態，屬於非計畫性維修。

二、定期維修 (TBM, Time-Based Maintenance)：又稱預防性維修 (Preventive Maintenance, Clock-based Maintenance, Condition-independent Maintenance or Calendar-based Maintenance)，執行方式為依固定的時間間隔進行特定的停機檢查、保養、維護或更換零部件，以預防損壞發生，其理論依據為針對元件壽期進行管理，這種維修方法為普遍採用的計劃維修或定期維修，如大、中、小修等。

三、狀態監測 (CBM, Condition-Based Maintenance)：CBM 一般翻譯為「狀態基維修」或「基於狀態的維修」，是以機械「狀態」為核心，狹義的狀態的概念為某時某刻某種條件下裝備的即時狀態；廣義的狀態概念為包含了即時狀態的前身和後續，指的是整個生命周期內的狀態，其實施方式為：於設備運行期間，對機械設備進行監測，依其性能指標評估維修項目，狹義上的應用，為「狀態監測與故障診斷」（CMFD, Condition Monitoring and Fault Diagnosis），將狀態與故障診斷結合，以縮短故障源的定位時間，有效減少故障維修難度；廣義上，則可應用於提早檢知異常狀況進行維護作業，故一般又稱為預測性維修或預知性維修 (PdM, Predictive Maintenance)。此法可降低設備無預警停機、減少定期維護成本、提高設備稼動率，並防止不必要的拆卸降低機械精密度，可有效延長設備壽命，但相對也會提高監測設備的成本支出。

四、故障預測與健康管理 (PHM, Prognostic

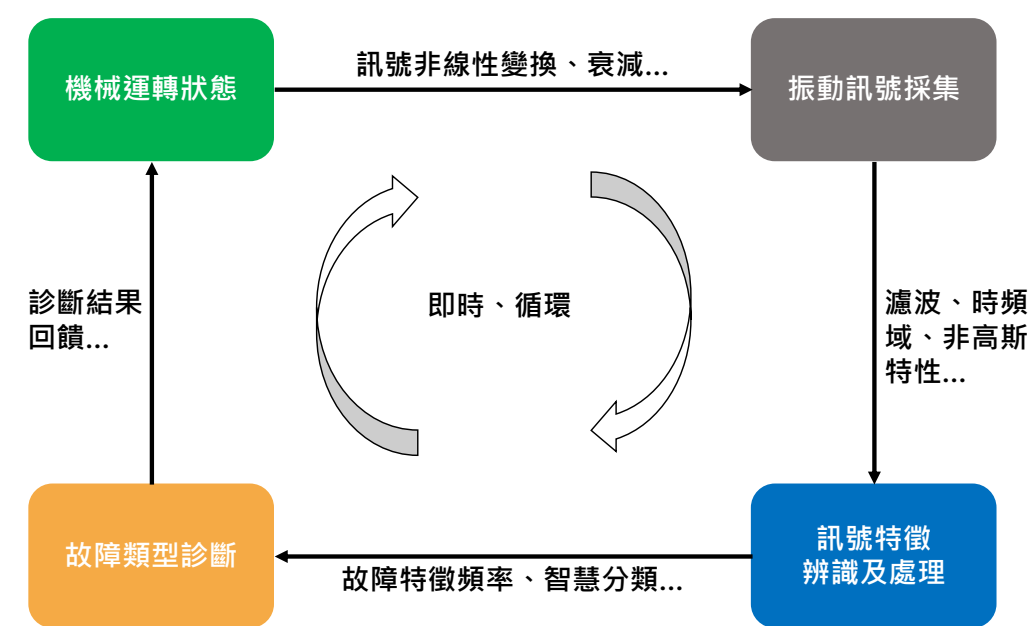


圖 2. 機械故障診斷過程示意圖

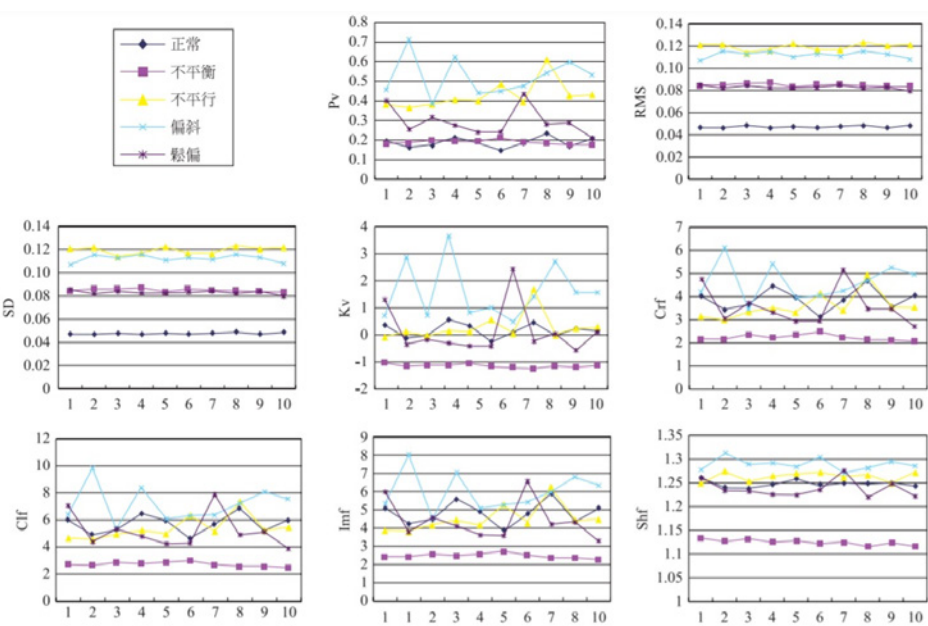


圖 3. 不同故障型態振動時域特徵訊號

and Health Management)：為狀態監測的進階功能，其核心是利用各種傳感器集成所蒐集的資料，藉由各種演算法和智能模型來預測、監控和管理設備的健康狀態。PHM 為綜合利用現代訊息技術與人工智慧技術的最新研究成果而提出的一種全新的管理健康狀態的解決方案 [5]。

四種維修模式中，BDM 發生於故障發生後，對設備商與客戶而言，維護復原的時間壓力大，對生產也造成延誤與損失；TBM 雖然優於「不壞不修，壞了才修」的事後維修，但在現今的設備中，以自動倉儲系統為例，複雜化的機械構造與大量使用的電子元件，若僅採用 TBM 的方式，容易造成過度維修或是維修不足的問題，是以現在的維修模式中，CBM/CMFD 與 PHM 所佔的比重愈來愈大。

故障預測的發展，基於既有的「狀態監測與故

障診斷 (CMFD)」，而演進至「故障預防診斷 (PHM)」，如圖 2 所示，兩者的主要核心皆包括四個階段 [6]：

一、設備運行狀態監控與訊號採集：其信號種類包括但不限於電流、扭力、溫度、振動、皮帶張力、音頻特徵……等等，目的在蒐集機械作動期間各種設備信號，做為故障發生時分析的參考依據，依信號特徵不同，信號處理的方式亦有所不同。

二、故障信號特徵擷取：於異常發生時，透過正常與異常的信號資料，進行資料分析，尋找其信號特徵，為下一步的故障診斷提供判斷依據。

三、故障診斷：依故障類型及故障部份，建立信號特徵模組，做為診斷依據，如：以穩態振動而言，如圖 3 及表 1 所示，在單純的轉子式運動

正常	0.19	0.05	0.05	0.19	3.86	4.82	1.25
不平衡	0.19	0.08	0.08	-1.13	2.21	2.48	1.12
不平形	0.43	0.12	0.12	0.32	3.59	4.54	1.26
偏斜	0.52	0.11	0.11	1.62	4.63	5.97	1.29
鬆偏	0.30	0.08	0.08	0.15	3.54	4.40	1.24

表 1. 不同故障型態振動時域特徵訊號

下，當轉速高於 400 rpm 時，我們可透過不同故障型態振動時域特徵訊號，判斷其異常造成原因，其故障型態診斷正確性可達 90% 以上 [7]。

四、提供解決方案：整個診斷過程，即是即時監測、即時分析、即時判斷不斷循環的過程，從而達成監測機械運轉狀態的目的 [8]。

而 PHM 與 CBM/CMFD 最大的不同是：在「設備運行狀態監控與訊號採集階段」，至「故障發生」前，即透過已建立的數理模型分析進行即時運算，推測出各種訊號可能發展的趨勢，若有造

成異常的機率，即進行提早告警，以達到故障早期監測與診斷的目的。

隨著各種感測器與人工智慧技術的成熟，智慧機械導入 PHM 應用模組將佔據愈來愈大的比例。尤其在半導體業與製造業中，最擔心的就是非計畫性的維修（故障），停機代表的不僅僅是生產停止，更會造成半成品的報廢，導致訂單交期延誤等重大損失，PHM 的導入，將設備的維修保養由過去的「事後維修」、「定期維修」向「故障預檢」改變：在故障發生前，即可「預檢」告知，此時設備仍可「正常」運作，這賦予了產線更多的彈性處理時間，能把「可能」或「即將」發生問題的設備，提早分散其產能後再進行檢修，有效避免非計畫維修造成的損失，此外，PHM 更可協助將設備維修的經驗，由「人治」（藉由老師傅的經驗），轉變為「法治」（由人工智慧、

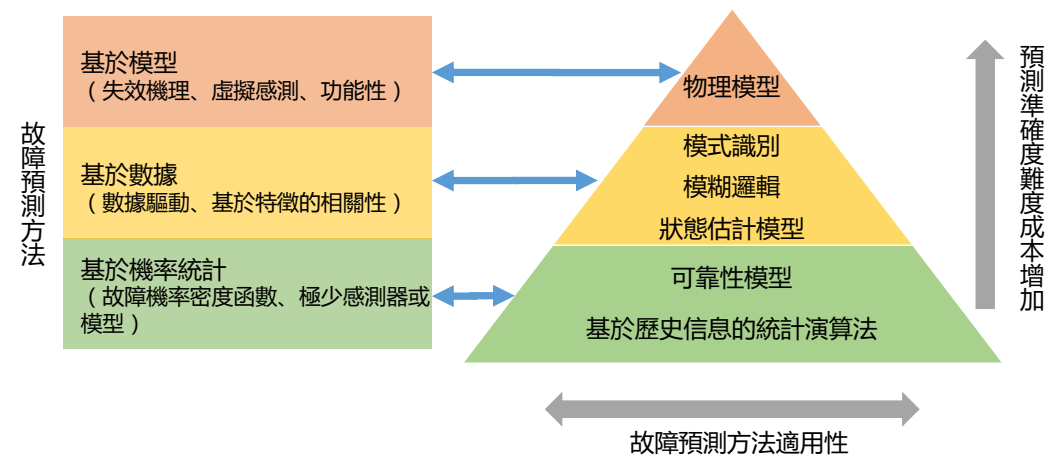


圖 4. PHM 故障預測方法的分類

機器學習建立模組加以數據化)，對設備維修經驗的傳承，更是有著無可取代的意義。

故障預防診斷數據建模技術

如前所述，PHM 的核心是利用各種傳感器所蒐集的資料，藉由各種演算法和智能模型來預測、監控和管理設備的健康狀態，其模型建立方式一般可分為三類，如圖 4 所示 [9]：

一、基於模型的故障診斷與預測：

基於模型的故障預測方法是以通過關鍵零組件的損傷程度歷史資料，建立對應的物理模型或隨機過程建模，做為部件剩餘的評估依據，由於是依據大量的數據資料驗證，故較真實可靠，同時，隨著資料的增加與對故障機理的深入瞭解，模型可逐漸提高預測精度。然而，在實際工程應用時，通常難以針對複雜動態系統建立精確的數學模型，造成故障預測的模型化研究滯後。目前，基於隨機濾波理論的故障預測技術，包括卡爾曼濾波、擴展卡爾曼濾波、無味濾波和粒子濾波等，皆是基於模型的故障預測技術的典型代表。

二、基於數據資料的故障診斷與預測：

基於數據資料的故障診斷與預測是根據前述的狀態監測 (CBM) 方式而來，早期，是以「狀態」為核心進行判別，隨著人工智慧的發展，目前以人工神經網路、模糊系統與其他人工智慧的演算法為核心進行預判，由於本方式以採集的數據資料為基礎，通過數據分析進行預測操作，故可避免基於模型和基於知識的故障預測技術，無法針對複雜組件或系統建立有效數學模型的問題。

三、基於經驗／統計可靠性知識的故障診斷與預測：

基於經驗／統計可靠性知識的故障診斷與預測主要是通過從過去故障歷史資料的統計特性角度進行故障預測，本方式最大優勢就是能夠充分利用與系統有關的領域專家（老師傅）經驗知識。

由於各方式各有其應用的限制與優缺點，在 PHM 實務應用上，目前大多整合「基於數據資料的故障診斷與預測」與「基於經驗／統計可靠性知識的故障診斷與預測」的方式做為分析核



圖 5. SAA 半導體晶圓載具倉儲設備式樣

心，因為基於「數據資料」技術最大的關鍵點在於：如何在大量的數據中獲得或過濾出有效的參數做為分析的依據，而不致造成垃圾進，垃圾出（GIGO，Garbage in, garbage out）的結果，這個問題可透過資料探勘（Data Mining）技術的運用，將採集到的各種數據資料，做初步的分類與數據清洗。

常用的資料探勘方式，包括粗糙集理論、遺傳算法和支持向量機（SVM，Support Vector Machine，又名支援向量網路，在此主要做為資料清洗與分組用）等，透過資料的分組、異常的記錄與資料間的關聯，獲得以往未知、具潛在應用價值的資訊，這些資訊，可再進一步用於機器學習與預測分析上，雖然資料探勘不可避免的可能發掘出不存在，或是毫無價值的關聯，產生被戲稱為「資料挖泥」（Data dredging, Data fishing, or Data snooping）的結果，但若加上數據融合（信息融合）技術的相互對照與驗證，即可產生可信度相當高的 PHM 模組，而常用的數據融合方法有人工神經網路、D-S 證據理論（Dempster-Shafer theory）和貝葉斯推斷（Bayesian Inference）等。

數據資料經初步處理後，即可使用機器學習（ML，Machine Learning），甚至深度學習（Deep Learning）的方式做進一步的建模用來做為預測與判斷用，其模型可硬體化做為邊緣運算（Edge Computing）的運用。常用的機器學習方式有決策樹分類（Decision Tree）、K-近鄰分類器（K-NN，k-nearest neighbors algorithm）、羅吉斯迴歸分類器（Logistic Regression Classifier）和支持向量機（SVM，在此主要做為迴歸用）等等。

故障預防診斷應用於晶圓搬運倉儲系統

在現今，尤其在半導體晶圓廠中，自動物料搬送系統（AMHS，Automated Material Handling Systems）為不可或缺的一部份，在實務上，半成品的轉運常需要一個暫存區以等待轉線、設備調參時間，而微型線邊倉儲系統（WIP Stocker）的存在，即可為儲存再製品或提供 AMHS 作業時 Inter-bay 與 Intra-bay 系統搬運轉換的機制。近幾年，因應產業智慧製造的發展，迅得機械（簡稱 SAA）積極聚焦研發半導體智能化微型線邊晶圓載具儲存裝備（ZIP Stocker），如圖 5 所示。

隨著 ZIP Stocker 導入半導體業應用，更須建立一套有效的設備故障預警機制，因為這不僅對客戶端有重大的意義，對設備商亦是如此，一套有效的故障預警方式，將協助設備商由原本的「故障發生後」產能恢復的壓力下所造成的急亂，轉變為「故障預警後」，仍可進行一定程度「正常生產」，此時，客戶可從容重新調配產能後再實施機台檢修，極大的減少維修的壓力，故 SAA 投入了設備故障偵測系統（iPHM）的開發，其基本架構如圖 6 所示：

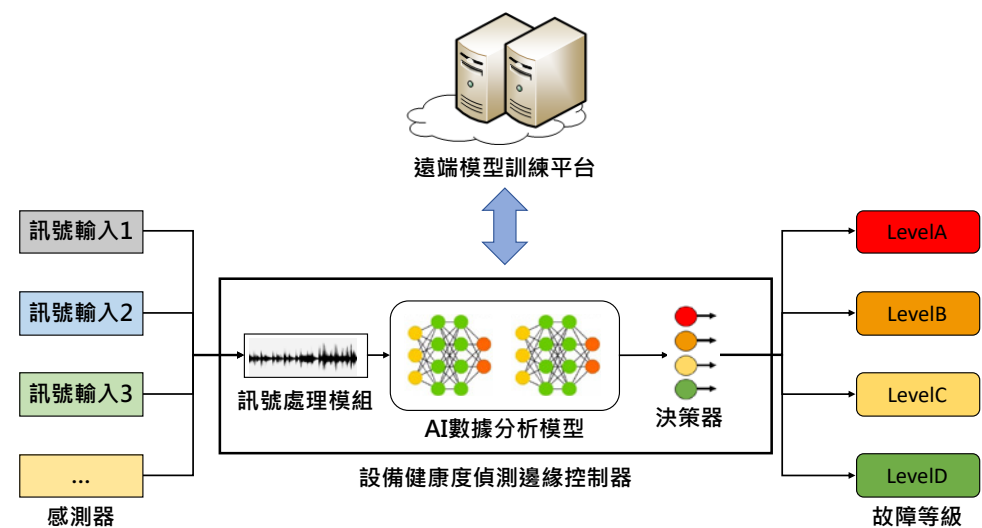


圖 6. 智能設備故障診斷分析系統架構

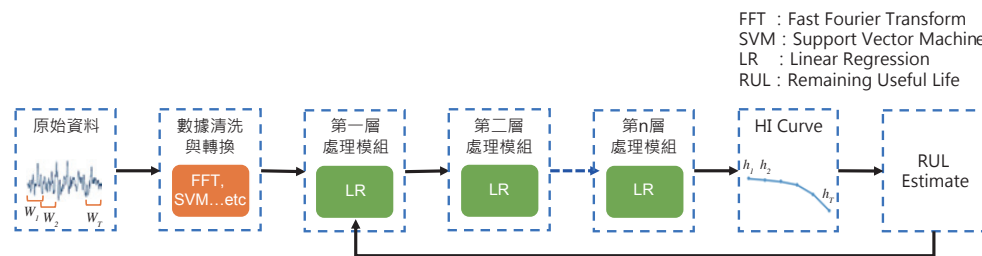


圖 7. 智能設備故障診斷資料處理邏輯



圖 8. SAA 半導體晶圓載具倉儲之 PHM 在線故障偵測整合應用系統

早治療」，將故障扼殺於搖籃之中，同時，系統資料不斷實施迴歸分析（Regression Analysis）修正，以增進其準確性，其主要處理邏輯如圖 7。

智能化微型線邊晶圓載具倉儲設備之 iPHM 系統採用多層式可視化設計，設備故障狀態監測顯示區分為一階的綜合健康度評價主頁與二階的元器件次項健康指標分析，如圖 8 所示。

未來佈局展望

目前，智慧機械產業為政府因應全球智慧製造趨勢下，積極推動國內 5+2 產業創新政策之一。依據研究資料顯示，智慧機械中的故障預診斷技術效益至少可達到 10 倍投資報酬率（ROI）、減少 20%-25% 維護成本、消除

70%-75% 無預期當機、增加 20%-25% 生產力 [11]。未來隨著各種 PHM 分析技術成熟化與應用實踐化，除了基本週期或時間性健康狀態監測資訊外，對設備內部各組件的衰退模態標準化與故障風險評估數位化亦可形成專有數據分析知識庫，更能進一步自動提供於設備設計開發、使用維護保養與最佳設備運作調校等各階段不同參考指標。伴隨設備狀態資料採集完整性增加及數據分析技術的愈趨成熟，迅得機械將更積極致力於設備自身的智能化提升與核心技術的發展佈局，藉以搭上這波工業 4.0 智慧製造高速列車，加速推廣智慧儲運系統落地產業應用，深耕企業智慧設備軟實力升級加值，協助客戶導入智慧儲運新佈局，改善生產稼動創新高，開創企業智造轉型新商機。

參考資料

- [1] 今週刊；加速推動臺灣機械產業智慧化 打造全球智慧機械及關鍵零組件研發製造中心，2020-09-03 經濟部工業局廣告
- [2] 逢甲大學；以智慧與健康管理技術 打通智慧製造資訊流最後一哩路，張淵仁教授
- [3] MBA 智庫；百科；預測性維修
- [4] 新通訊元件雜誌；即時 AI 振動分析預知機械故障 智慧感測守護半導體產線，黃文正 羅章丞 2020-05-04
- [5] 每日頭條；不超 3 分鐘看懂「PHM」，2017-02-24 寄雲科技發表于科技
- [6] Engineering Structures；金屬中心整理，2017 年 4 月
- [7] 技術學刊；機械系統性能衰退預測與故障診斷之研究，蔡有藤 陳宗傑 廖哲賢 Vol. 27, No. 3, pp. 121-129 (2012)
- [8] ITIS 智網；智慧化精密機械傳動系統技術趨勢，經濟部技術處
- [9] 數網星；故障預測與健康管理 PHM 系列
- [10] 百度百科；穩態振動
- [11] 工業技術與資訊月刊；提前預警設備故障 減少停機損失，312 期 2017 年 10 月號

一、透過各類感測器蒐集機台運作的狀態資料。

二、將資料進行先期處理及轉換，如：將振動時域信號透過快速傅立葉分析（FFT，Fast Fourier Transform）或小波轉換（Wavelet transform），轉變為頻域特徵資料。

三、依所建立的數據分析模型，進行模型與現實資料比對、分析與預判，同時將現實數據回饋後進行重新建模（Re-Training）以增進模組準確度。

四、產出分析結果，供作業人員參考。

在設備故障數據內容處理，主要分為三大類別：

一、一般電機物理參數監控：針對扭力、溫

度等一般電機物理參數監控，採取「狀態偵測」方式，整合老師傅的經驗，設置告警，並導入機器學習的機制，朝「故障預測與健康管理」發展。

二、設備運作模態監控：針對設備即時運作模態進行監控，當設備運作時，其信號來源的元素，包括頻譜、位移、速度或加速度皆不具有「週期量」的特徵 [10]。運行期間，系統實時判斷設備作動、撞擊、運動時序…等異常狀況後，即時且安全條件下完成停機，避免造成更大的損壞。

三、結合上述的物理參數資料與模態監控結果，開發綜合診斷模組，可使用 SVM、FFT 等方式，進行先期處理及轉換，再透過機器學習方式，依既有資料推測出可能發展趨勢並與正常狀態比對，其結果可定位出（可能）異常的零組件與實施機台健康狀態預測，期能「提早預警，提

Enhanced Fault Detection Comes To Semiconductor Assembly, Test And Packaging

文 CHRIS REEVES AND BEN WILLIAMS APPLIED MATERIALS, INC.

Applied Materials’ new Applied SmartFactory® Fault Detection solution offers an economic, easy-to-implement way to improve tool and process performance in the back end.

Wafer fabs have long embraced factory automation solutions because they enable users to improve yield and output, reduce cycle times and costs, and increase profitability by leveraging the vast amount of data in front-end semiconductor operations.

However, back-end assembly, test, and packaging (ATP) operations have been challenged in implementing automation given a history of manual operation, use of legacy equipment and nonstandard data protocols, and lack of a suitable platform for comprehensive data analysis.^[1]

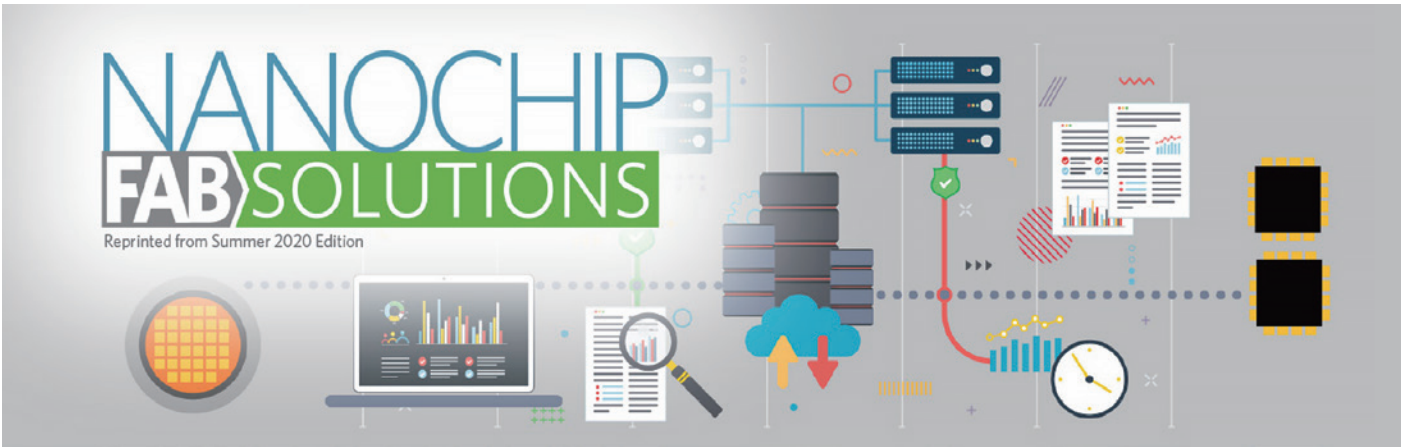
But data volumes and velocities are now surging in the back end as well, prompting ATP factories to turn to automation. Fault detection (FD) is often the initial focus because it doesn’t require an extensive investment and factory

overhaul, yet it can provide much more granular detail about equipment and product health.

DRIVERS OF CHANGE

Several factors are driving the data explosion in ATP. The desire to achieve high yields is a key one, because of their impact on profit margins. By the time a wafer reaches the assembly/test phase of production, significant resources have been invested in it and the cost of scrap is high. An enhanced ability to work with data to discover and prevent faults is vital to achieving yield targets.

Another factor is the growing demand for higher-quality production as the use of chips in automotive and other applications increases. Many of these applications also require ATP



suppliers to document the origin or production history of their output (e.g., wafer history, die tracking, and shipment tracking) to certify that it meets customer industry standards. This requirement is a formidable challenge because multiple chips can reside within the final packaged product, and those chips typically come from different wafers and different lots. Consequently huge amounts of data must be collected, analyzed, and preserved to document everything adequately.

Additionally, in recent years the ATP sector

has expanded its capabilities and scope of services, creating increased work output and faster work flows—along with greater volumes of data. For example, with just one wire bonder literally hundreds of touch points/sec must be captured, stored, and analyzed, resulting in a large data set from just that single tool.

Figure 1 gives an overall perspective of data rates in the back end. To capture all the data points needed to fully characterize back-end tools and processes at an average data rate of 824.13 Hz/tool, the data flow is estimated to be

TOOL	COUNT	RATE (Hz)
Backgrinder	22	1
Wafer saw	40	1
Die attach	200	200
Wire bonder	1000	1000
TOTAL TOOLS	1262	AVG 824.13 Hz/tool

Figure 1. Data rates are surging in the back end.

0.5 GB/sec. That amounts to 30 GB/min, 1,833 GB/hour or 44,000 GB/day! Retaining this much data for 90 days would require ~4 petabytes of storage, equivalent to ~20,000 billion pages of typed text. Clearly, existing back-end data management systems are inadequate to handle this data volume.

FURTHER COMPLICATIONS

While front-end semiconductor fabs have been using FD and automation to address data challenges successfully, their adoption in ATP operations has been much slower because the issues in this sector are substantively different. Key issues include data complexity and volume, lack of data communication standards, and inadequate data retrieval speeds.

In the semiconductor front end, most equipment complies with the SECS/GEM equipment-interface standard. But in the back end, other data protocols are also commonly used, such as log files and the Open Platform Communications Unified Architecture (OPC UA) machine-to-machine communications protocol. Historically, ATP manufacturers have addressed the lack of data communication standards through proprietary methods. However, as industry demand for higher-quality production increases, many have begun looking to third parties for more robust solutions.

Additionally, ATP data exists in many forms

with no common platform for analysis. This gives rise to complexities, gaps, and delays in data collection, as well as analysis and storage/retrieval challenges. An example is when a tool's trace inputs (i.e., sensor data describing critical process parameters) are stored in OPC servers, but the contextual information that describes the product being manufactured by that tool is located in a separate system in a log file format.

Further adding to the complexity is the non-standard structure of log files. Although log files theoretically can be used to store both tool sensor data and contextual information, any given log file's structure is determined by the equipment manufacturer and may be implemented in a proprietary fashion.

Finally, as aging tools are upgraded (usually by adding external sensors), ATP operators frequently develop proprietary data-collection architectures. OPC servers may be used as a central location for data storage, but the data they contain may represent just a portion of the overall picture of a tool. And in any case, OPC offers no capability to analyze, model, and act on the data collected.

APPLIED'S NEW FAULT DETECTION SOLUTION

Applied Materials developed its new SmartFactory Fault Detection solution, now in beta

testing with customers, as a fast, cost-effective way to propagate front-end FD practices into back-end ATP operations.

Built on the company's mature and widely deployed Applied E3™ advanced equipment and process control technology, the new solution incorporates a customized version of the kdb+^[2] relational time-series database. This database is commonly used in the finance industry for high-frequency trading and in many industrial applications where it is vital to have the ability to capture and work with time-based data when ordering events in large data sets at high speed.

The SmartFactory Fault Detection solution helps customers build a complete data picture of their operations. It collects data from OPC servers, tool log files, and other factory data

sources to monitor and improve wafer quality; provides a multidirectional look into these sources beyond what is available in standard tool interfaces; improves data access/processing speeds for better engineering efficiency and effectiveness; and provides ease of data retrievability beyond standard runtime windows of 60, 90, and 180+ days. See figure 2.

The kdb+ database has RAM-based in-memory capabilities for fast data storage/retrieval. It also has a column-based data structure and proprietary query language, allowing for optimized database queries with no need to export data to other applications for analysis. See figure 3.

In internal use at Applied, queries that otherwise would take 10+ minutes to complete have been returned in <90 seconds.

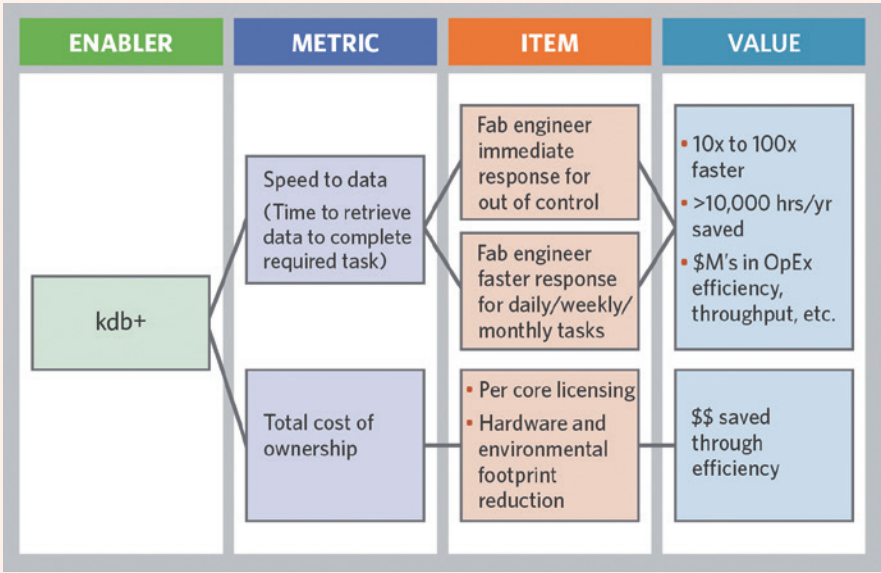


Figure 2. The benefits available from the kdb+ time-series database that Applied Materials has incorporated into its new SmartFactory Fault Detection solution.

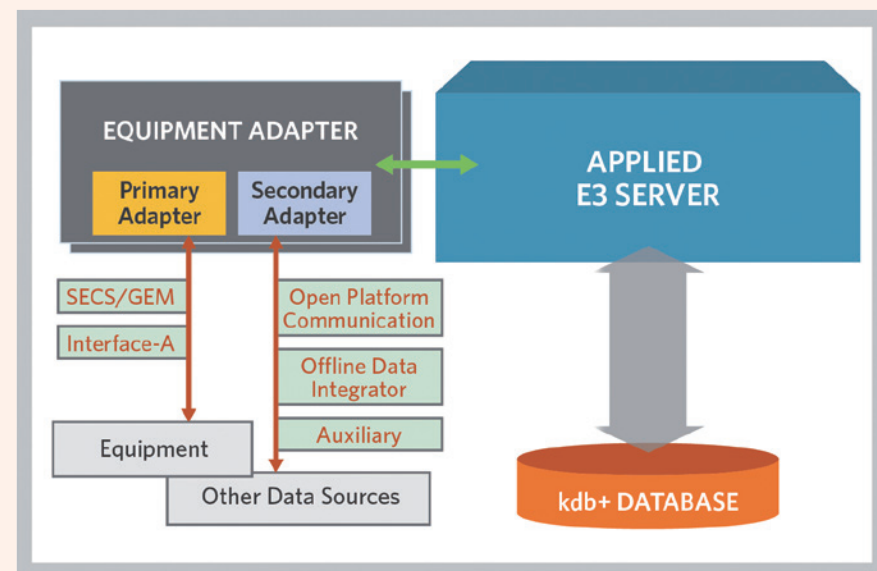


Figure 3. Schematic of the architecture of the new SmartFactory Fault Detection solution.

AUTOMOTIVE QUALITY IS CRITICAL

One example of the benefits that can be achieved with Applied's new SmartFactory Fault Detection solution comes from the automotive industry. The move toward autonomous vehicles is dramatically increasing the use of sensors and data processing, resulting in higher reliance on an uninterrupted supply of high-quality semiconductors.

Given the automotive industry's tightly integrated supply chain and just-in-time practices, supplier quality lapses that could have been reasonably accommodated not too long ago now have the potential to cause great disruption.

A case in point: In 2019, a quality lapse in a small but critical component used in electrically assisted steering systems caused automaker BMW to temporarily limit its production of 1-, 2-, 3-, and 4-series luxury cars. The quality lapse disrupted production at four BMW plants on three continents and had a significant financial impact on the company.

Moreover, automotive quality demands will only increase as the industry drives relentlessly toward its goal of a zero-failure rate. While a failure rate of 1 ppm in a semiconductor component is terrific for a desktop application, when you consider that there are ~50 automotive applications in a vehicle and that a typical automotive application contains ~400 components, the

overall failure rate due to semiconductor quality rises to 20,000 ppm or 2% in total—far from zero!

Back-end process control systems that incorporate FD, such as Applied's SmartFactory Fault Detection solution, along with an integrated platform will help ATP factories ensure and increase product quality by helping them detect problems earlier and at their source, eliminating process noise, and enabling statistical process control.

CONCLUSION

There is a growing imperative that back-end semiconductor ATP facilities be able to quickly and accurately identify issues in the production process, and then immediately correct them.

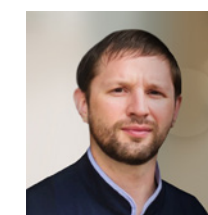
Applied's new SmartFactory Fault Detection solution will help ATP customers achieve these objectives, while providing them an opportunity to achieve lower costs and higher margins.

[1] <https://blog.semi.org/technology-trends/automated-material-handling-for-semiconductor-assembly-and-test>
 [2] kdb+® is a registered trademark of Kx Systems, Inc., a subsidiary of First Derivatives plc.

For more information, contact christopher_reeves@amat.com or ben_williams@amat.com



Chris Reeves,
Global Product Manager for
SmartFactory Fault Detection



Ben Williams,
Senior Manager for
Total Product Support

KEYWORDS: Semiconductor technology; Semiconductor front end; Semiconductor back end; E3; E3 platform; kdb+; Kdb+; Wafer-level packaging; Semiconductor automation software; SmartFactory automation software



www.appliedmaterials.com

離子型非接觸乾式清潔系統應用 新一代區域靜電防護結合乾式清潔系統 - 半導體製程與電路板實現「超高潔淨度」 已非難事

文 韶陽科技股份有限公司 電子產品部 顧運達處長

近來，台積電半導體的製程從 3 奈米推進 2 奈米，並宣告將在新竹成立 2 奈米製程研發中心，半導體製程相關設備的需求，再次高度密集的被關注。過去針對無塵室廠房（潔淨室廠區）的等級不斷往超高潔淨邁進，無塵室等級分類標準 Fed.Std-209E 已廢止，以 ISO-14644:2015 演進與取代，其中一般俗稱的 Class1000、100 甚至 Class1 在新標準中也僅能為第 3 個等級。現存的非高標準的潔淨廠房，如何進行除塵，成為半導體相關產業研擬製程改良的目標。

同時，電路板相關業者也針對 PCB、PCBA 的清潔方式，也多有所關注，從傳統的接觸式防靜電毛刷、簡易除靜電風扇... 等等，面對 3C 產品製程高密度、輕薄化趨勢，以上方式漸已無法符合客戶要求。

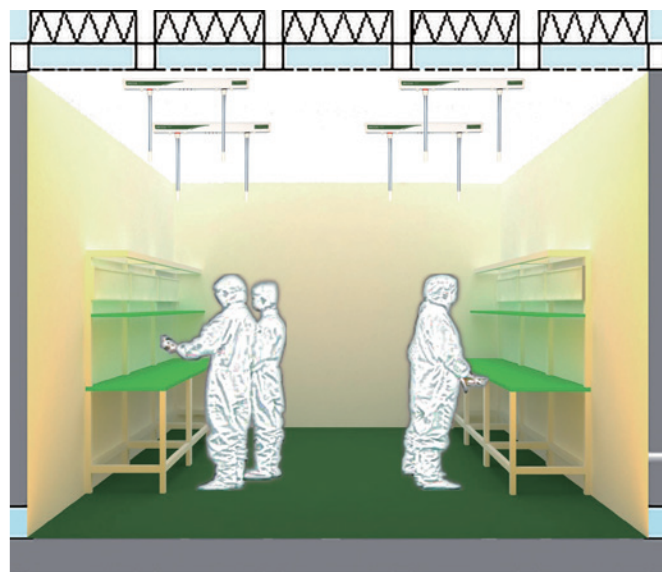


圖 1. 廠房安裝無風式（區域型）靜電消除器

除塵關鍵技術提昇

過去在潔淨廠房內最大的困難是：即使是在潔淨廠房內作業，單純在相關設備內消除靜電與吹風，並無法完全有效的消除靜電與把塵埃有效排除掉。因此進而產生了：直接將整個廠房「消除靜電」的概念，以及搭配「非接觸式清潔裝置」進化到「離子型非接觸式清潔裝置」的技術。第一步：透過密集的無風式（區域型）靜電消除器，先將整個廠區排除掉靜電因素，利用 HEPA（高效空氣微粒過濾）的下降氣流，將空間內任何已帶有靜電的物體將其靜電中和，讓塵埃不易附著，如圖 1。

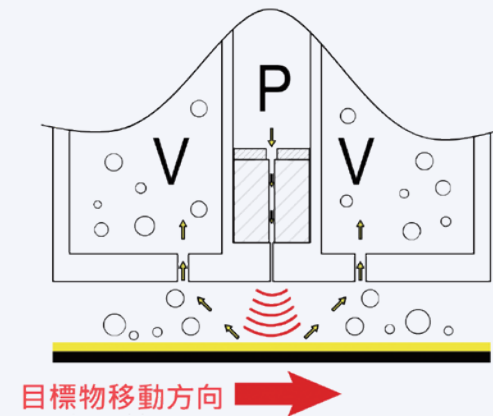


圖 2. 非接觸式清潔裝置原理

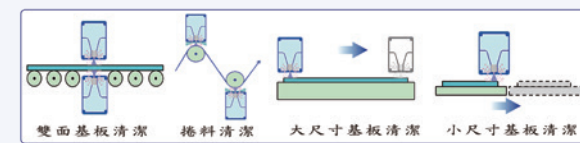


圖 3. 非接觸式清潔適用環境

第二步：再針對設備內、產線上因動態移動、相關製程動作，引發目標物產生高靜電導致塵埃吸附時，可進行消除靜電使粉塵脫離目標物，讓清潔效率更為提高，並將「粉塵回收」，如圖 2。粉塵回收時再經過三道高密度濾網，0.3um 以上均可完全過濾。

何謂離子型非接觸式清潔裝置

「離子型非接觸式清潔」將「靜電消除」技術整合「非接觸式清潔裝置」(USC) 系統，藉由高壓氣體振盪（超音波震盪）在產品表面進行非接觸清潔，並設置了自動吸風回收集塵機設備，將粉塵完全收集，避免客戶產品二次污染，已大量使用在 3C 產品面板全貼合製程中，增加產出良率。

針對其他產業的特殊應用，已經有清潔深度可達 50mm 的非接觸清潔裝置，搭配閘門式負壓箱設計，可輕鬆將具有 3D 幾何構造的物體進行清潔，例如 PCB 切割後粉塵清潔與車用鏡

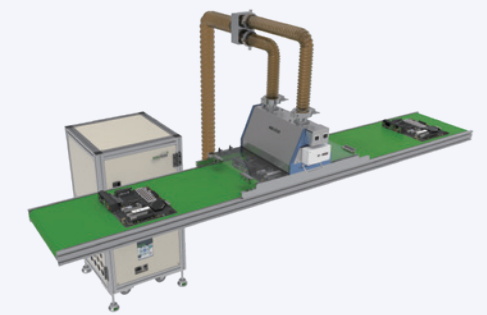


圖 4. 全自動除塵清潔系統實機



圖 5. 半自動除塵工作站

頭模組包裝前清潔，或者生醫包材清潔都有效將產品上粉塵量降低，穩定產品品質，如圖 3。

實務上，「離子型非接觸式清潔」系統的設置，以現有產線或工作站實際環境而定，故有「全自動除塵清潔系統」與「半自動除塵工作站」區別，如圖 4、圖 5，其差異為人工手持目標物與自動流水線、佔地空間的差異，視需求與環境而定。

非接觸式清潔裝置新未來

無風式（區域型）靜電消除器搭配新型離子型非接觸式清潔裝置已在多個產業（半導體全製程、PCB、鏡頭、生醫...）上實際運用生產，乾式清潔擁有縮減清潔時間的優勢大大縮減時間與人力清潔的使用，另外，配合在既有產線上做 unit 安裝及改造，產品外型也可依客戶需求完全客製化，同時在設備安裝感測器，透過網路上傳到系統主機，在輕鬆高度除塵的同時，亦可輕鬆達到數據採集判讀的目標。

實現零缺陷製造之 智慧工廠自動化 (iFA) 系統

文 國立成功大學智慧製造研究中心 廖肯音、鄭芳田

2020 年受到 COVID-19 新冠肺炎影響，使得全世界壟罩在這場疫情浩劫中，COVID-19 不僅威脅全人類健康，更是衝擊全球各產業並帶來難以估計的經濟損失。因此，在這個疫情時代如何協助台灣各製造業進行數位轉型是刻不容緩的議題。為了解決上述問題，國立成功大學成立了智慧製造研究中心 (iMRC)，以便能呼應政府所推動的「智慧機械」與「國防產業」等 5+2 產業創新計畫，進而協助台灣各式製造業，在疫情時代搶得先機，推動數位轉型。

德國在 2012 年率先提出工業 4.0，其強調提高企業生產力 (Productivity)，但並未針對產品品質 (Quality) 有太多著墨，致無法做到產品零缺陷 (Zero Defects) 之境界。然而，在追求高產能的同時，仍需兼顧產品品質的重要性。由 2016 年三星 Note 7 手機電池瑕疵一案可見一斑。根據彭博資訊估計，此一事件不僅使三星 (Samsung) 損失 20 億美元營收外，還在股票市場上蒸發市值約 220 億美元。

有別於德國提出的工業 4.0，由鄭芳田教授在 2016 年於 IEEE 國際期刊所提出的工業 4.1⁽²⁾，不只強調提升企業生產力，更以產品品質零缺陷為目標。工業 4.1 之零缺陷製造，採用兩階段來達成此境界。首先透過具經濟實惠特性的線上即時全檢關鍵技術 - 全自動虛擬量測 (Automatic

Virtual Metrology, AVM)，將所有有缺陷的產品檢出並剔除，如此就可達成交貨產品零缺陷。第二階段則再透過如智慧型預測保養 (Intelligent Predictive Maintenance, IPM) 和智慧型良率管理 (Intelligent Yield Management, IYM) 等應用大數據分析和人工智慧的功能模組，來找出造成缺陷的根本原因，以便對這些缺陷產品進行持續改進；這樣，就可以實現所有生產產品接近於零缺陷的目標。為了實現工業 4.1 的境界，成大智慧製造研究中心於 2018 年，整合過往成果與資通訊技術，研發智慧工廠自動化 (Intelligent Factory Automation, iFA) 系統平台來實現零缺陷製造，並導入我國各式製造業。

iFA 整合基於物聯網技術之旗艦型智慧機上盒 (Cyber Physical Agent, CPA)、先進製造物聯

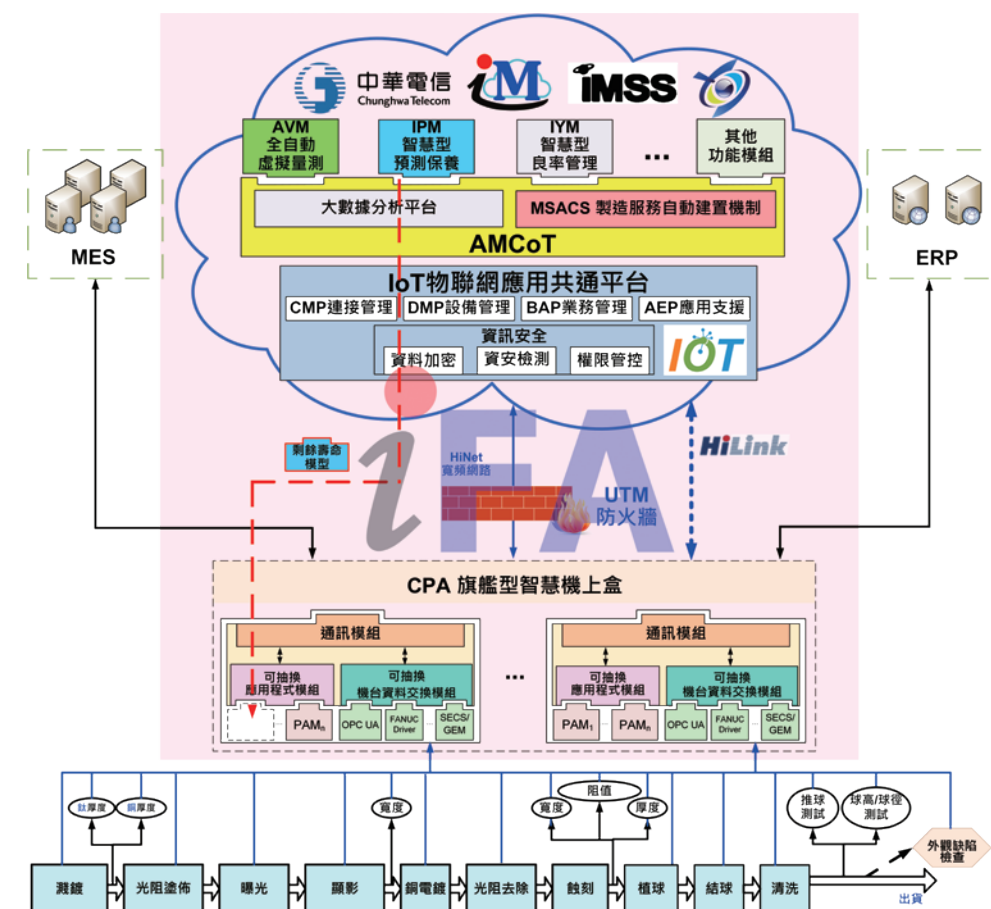


圖 1. 雲端版 iFA 系統平台⁽¹⁾

雲 (Advanced Manufacturing Cloud of Things, AMCoT⁽³⁾) 架構與製造服務自動建置機制 (Manufacturing Service Automated Construction Scheme, MSACS⁽⁴⁾) 等關鍵技術，在雲端部署各式智慧製造服務應用，如前述的 AVM、IPM、IYM 等，其功能與運作方式，分別介紹如下：

CPA 於各製程段的機台線上即時收集資料，同時內含各種不同設備的驅動程式，使其能符合各行各業的需求，例如半導體業的 SECS/GEM、Interface A 及工具機產業的 OPC-UA 與 MT-Connect 等，並透過通訊介面聯網直接和雲端溝

通。CPA 亦具有邊緣運算 (Edge Computing) 功能，藉其連結、感知、與即時監控周遭實體世界的狀態，各式智慧製造應用服務可透過其進行導入。除此之外，CPA 更具備可抽換應用程式模組 (Pluggable Application Module, PAM)，可讓使用者隨需安裝所需之智慧應用，如特徵萃取、預測保養等功能。為因應不同產業需求，本 iFA 系統平台提供隨機買斷版及雲端訂閱版供企業選擇，底下將以如圖 1 所示之雲端版為例闡述。

圖 1 以半導體凸塊 (Bumping) 製程為例，下方是其製程說明，內含製程中設備內的製程資料，

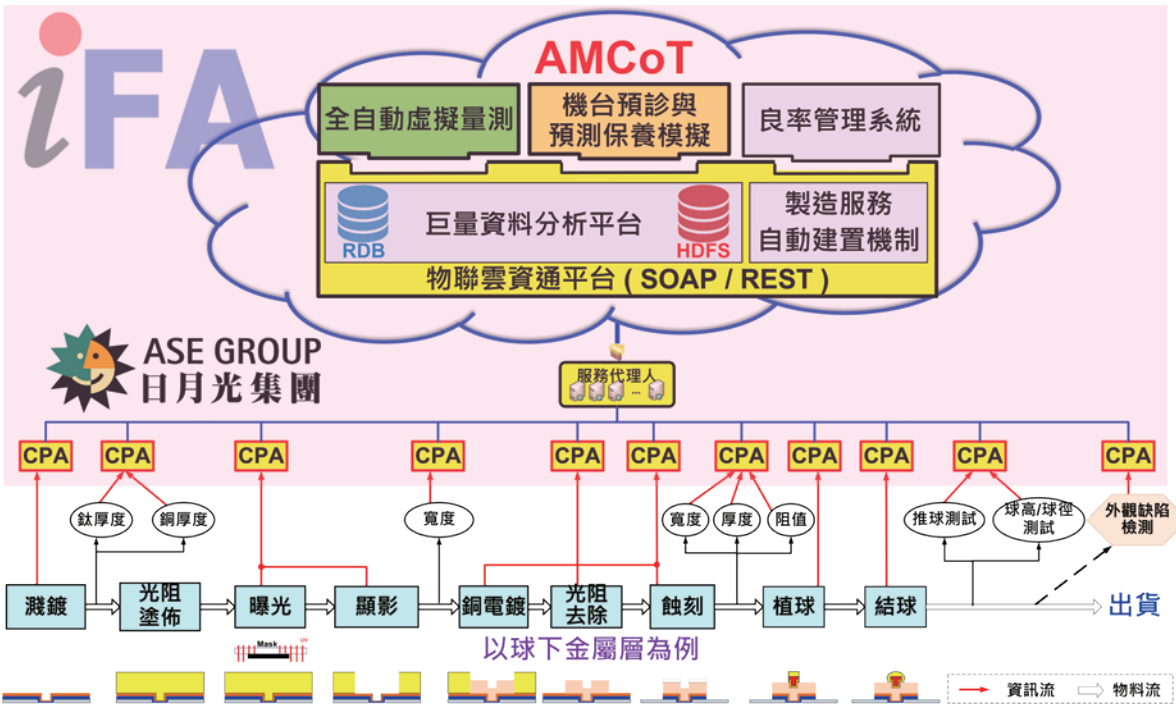


圖 2. 半導體產業應用案例⁽¹⁾

以及量測時的量測資料，並有產品出廠前的最品檢資料。右邊及左邊則分別是廠內現有的 ERP 與 MES 系統。CPA 會收集製程資料、量測資料以及來自 ERP 及 MES 系統內的大數據資訊，並上傳到 IoT 雲端平台，進行後續所需的各項智慧製造功能運算。

AVM 的主要功能為將延遲的離線抽檢，改為對所有工件進行即時的線上全檢。其運作流程為透過 CPA 收集製程資料及相關的量測資料，建構兩者的因果關係，接著透過邊緣運算，執行資料前處理及特徵萃取。萃取完畢的特徵資料，藉由 CPA 上傳到 AMCoT 平台上的 AVM 伺服器，AVM 則以特徵資料線上即時估測產品品質，達成對所有產品的全檢，並能即時將不良品剔除。

針對被剔除的不良品，過去往往需耗費將近 8 到 24 小時甚至數天的時間才能找出影響良率的關鍵機台、裝置或是參數，然而透過 IYM 的關鍵參數搜尋演算法，就能在 1 小時內快速掌握產生問題的真因並盡速做修正且持續改善品質，從而達成所有產品零缺陷的境界。如同 AVM，IYM 同樣是透過 CPA 收集生產過程中的資料，除製程與量測資料外，亦包含成品缺陷報告與生產路徑資料，完整掌握產品經過的所有站點，之後同樣進行邊緣運算執行資料前處理與特徵萃取。部署在全廠的所有 CPA，會將萃取出來的所有關鍵特徵資料傳送至 AMCoT 平台上的 IYM 伺服器，接著 IYM 即能透過這些資料，開始搜尋缺陷發生的真因，快速找出產線中影響良率的關鍵環節，使工程師能及時行動，進行改善。

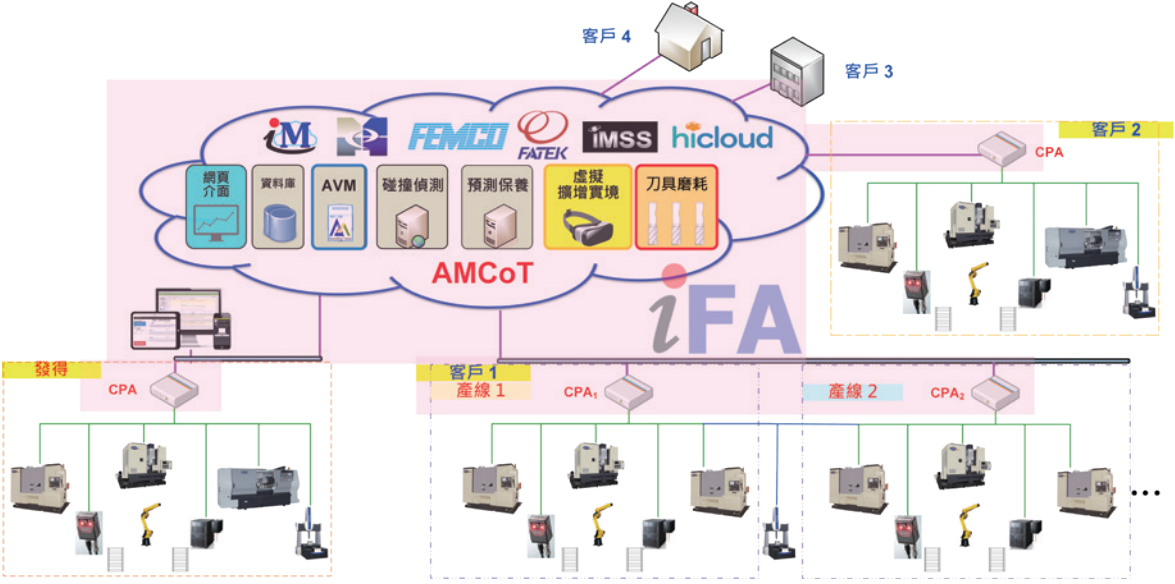


圖 3. 汽機車產業應用案例⁽¹⁾

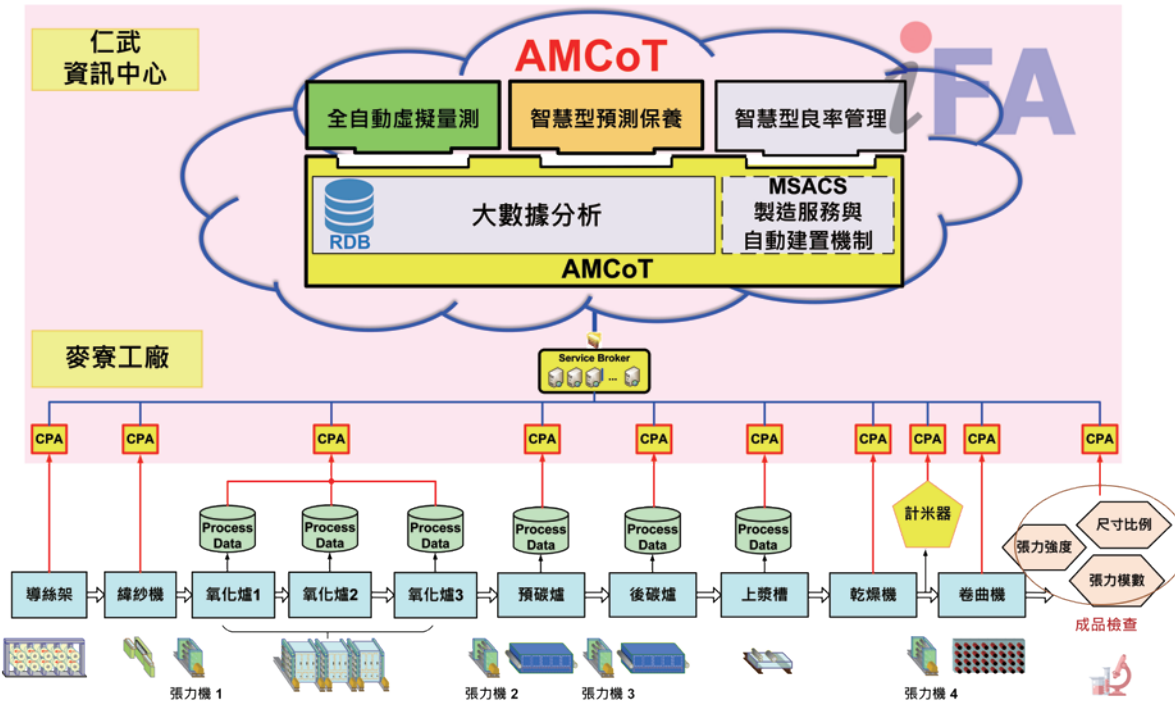


圖 4. 碳纖產業應用案例⁽¹⁾

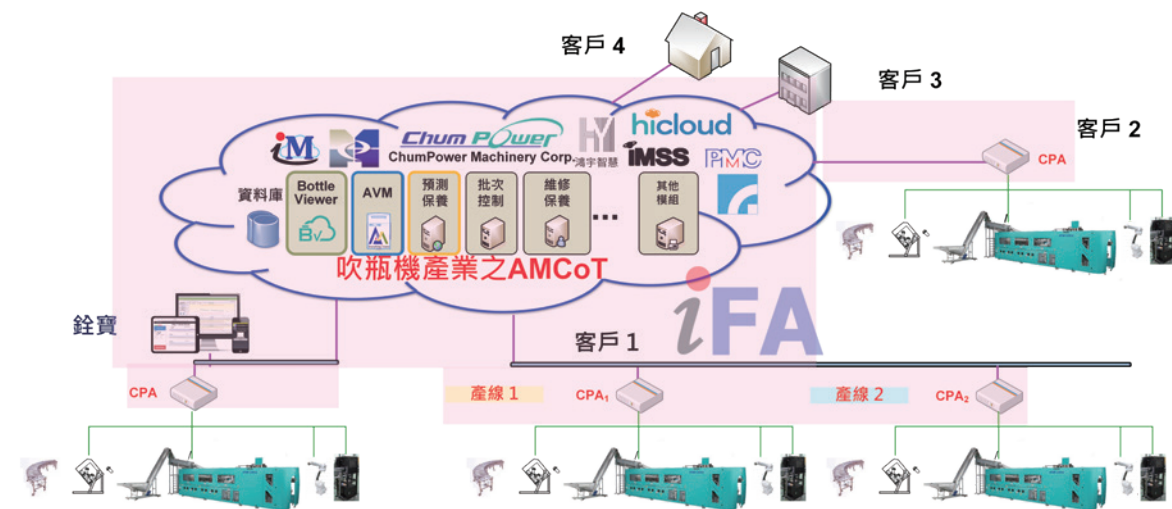


圖 5. 吹瓶機產業應用案例⁽¹⁾

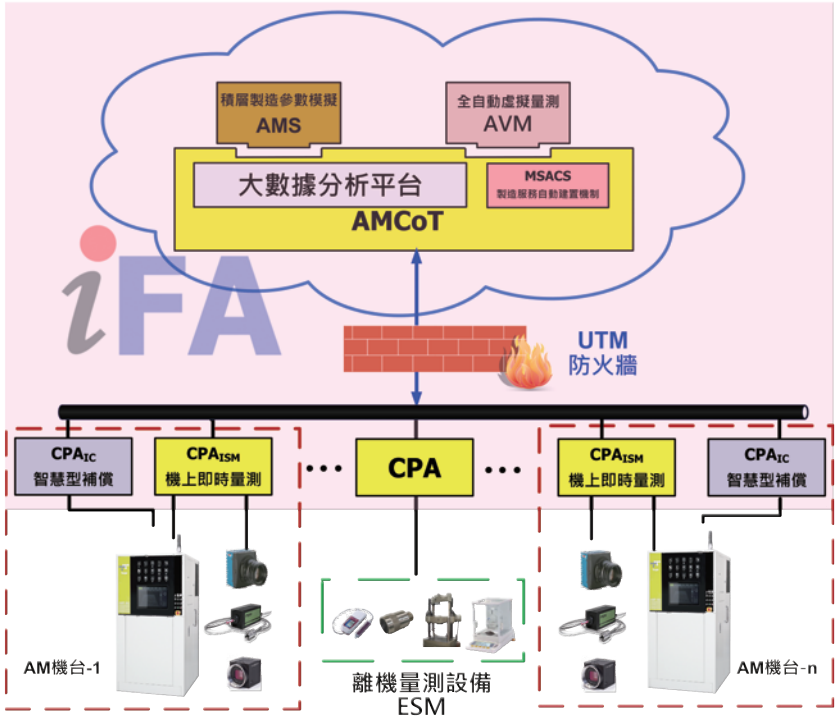


圖 6. 金屬積層製造產業應用案例

製程中不良品的產出有多種可能的原因，穩定的生產機台是確保良率的關鍵。有鑑於半導體業生產週期快速及產品價值高昂，精準掌握機台生產狀態極為重要。IPM 的主要功能即是監測機台的關鍵零組件並預測其剩餘壽命 (Remaining Useful Life, RUL)，以便能有效提升機台的稼動率並且避免無預警當機。IPM 透過 CPA 收集製程資料，並進行邊緣運算以執行資料前處理及特徵萃取，接著 CPA 將所有老化特徵資料傳到 AMCoT 平台上的 IPM 伺服器，由 IPM 伺服器建立 RUL 預測模型，接著再由 IPM 伺服器下載 RUL 模型至 CPA，CPA 執行邊緣運算以預測 RUL，並會在關鍵零組件出現異常時及時通知線上的工程師。

本 iFA 系統具有多項功能和效益。首先 CPA 應用物聯網與邊緣運算技術，能完成智慧製造 (工業 4.1) 所需之大數據資料收集的基礎建置；

而 AMCoT 與 IoT 智慧製造聯網架構的雲端運算平台，可達成雲製造；與中華電信合作之 IoT 資安監控系統，能確保整個系統的資訊安全防護與監控。整合上述先進資通訊技術，成大智慧製造研究中心提供的智慧製造服務分別達成以下功能：應用 AVM 完成所有在製品與最後產品全檢的功能建置、應用 IYM 完成辨識良率損失之根本原因的功能建置、應用 IPM 完成提升生產機台妥善率的功能建置。綜合以上，iFA 系統可協助台灣各式製造業達成所有生產產品接近零缺陷之工業 4.1 的境界。除半導體業 (圖 2) 外，iFA 目前已導入汽機車 (圖 3)、碳纖 (圖 4)、和吹瓶機 (圖 5) 等不同產業。近年來因金屬積層製造蓬勃發展，成大智慧製造研究中心亦開始將 iFA 系統應用於金屬積層製造領域 (圖 6)，並與美國 NIST 簽訂合作備忘錄，未來期能將研究成果轉至美國標準發展機構，建立針對金屬積層製造之資訊整合、管理、及分析的最佳實踐。

參考資料：

- [1] F.-T. Cheng, Ed., *Industry 4.1- Intelligent Manufacturing with Zero Defects* (IEEE Press Series on Systems Science and Engineering Series). USA: Wiley-IEEE, ISBN: 9781119739890, to appear in June 2021.
- [2] F.-T. Cheng, H. Tieng, H.-C. Yang, M.-H. Hung, Y.-C. Lin, C.-F. Wei, and Z.-Y. Shieh, "Industry 4.1 for Wheel Machining Automation," *IEEE Robotics and Automation Letters*, vol. 1, no.1, pp. 332-339, January 2016.
- [3] Y.-C. Lin, M.-H. Hung, H.-C. Huang, C.-C. Chen, H.-C. Yang, Y.-S. Hsieh, and F.-T. Cheng, "Development of Advanced Manufacturing Cloud of Things (AMCoT)-A Smart Manufacturing Platform," *IEEE Robotics and Automation Letters*, vol. 2, no. 3, pp. 1809-1816, July 2017.
- [4] C.-C. Chen, M.-H. Hung, P.-Y. Li, Y.-C. Lin, Y.-Y. Liu, and F.-T. Cheng, "A Novel Automated Construction Scheme for Efficiently Developing Cloud Manufacturing Services," *IEEE Robotics and Automation Letters*, vol. 3, no. 3, pp. 1378-1385, July 2018.

創新核心技術 站穩全球電子設備市場一席之地

文 均豪精密工業股份有限公司

協助製造業轉型升級， 智慧製造的領航者

Trend Force 旗下的拓璞產業研究院指出，COVID-19 疫情加速企業導入智慧製造及新科技的接受度，預估 2024 年智慧製造市場規模上看 4,000 億美元、年複合成長率為 10.1%，主要成長動能來自遠端與非接觸技術的升級（詳見圖 1）。

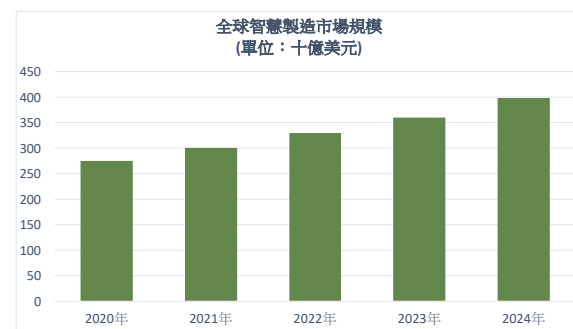


圖 1. 全球智慧製造市場規模 (資料來源：拓璞產業研究院)

均豪精密工業 (GPM) 成立於 1978 年，以深耕精密電子設備多年累積的專業技術和經驗為基礎，協助客戶創新製程、提升核心競爭優勢，提供半導體產業先進封裝智慧解決方案，包括平面研磨設備、晶圓量測及檢測設備、皮秒高敏度 IC 分析儀器 (PICA)、濕蝕刻設備

以及白光干涉量測系統等；並自六年前即已開始為轉型至 AI 智慧製造佈局，以自有關鍵軟體核心技術，結合客戶端領域知識 (Domain Knowledge)，同時，運用大數據、人工智慧 (AI) 及資訊技術，整合智慧服務功能，打造「均豪智慧機械平台」（詳見圖 2）。

「均豪智慧機械平台」包括智慧預防維護系統 (iDMS)、工業機器人彈性加工系統及智慧物流系統等。智慧物流系統，具高度智慧化的派車及上層溝通能力，可依不同場域及需求選擇叉車、潛盾型、物料搬運或 Mobile Robot，已成功導入國際封裝及晶圓大廠，協助客戶大幅提升工廠良率及生產效率。先進封裝智慧解決方案之「平面研磨設備」，產品平面度 (TTV) 小於 5 微米，已獲先進封裝大廠採用。均豪結合自動光學檢測 (AOI) 設備與 AI 功能，分別推出用於先進封裝 WLCSP、PLP，可同時檢測 2D 和 3D 的「2D+3D 晶圓檢測機」及「高速自動掃描隱崩檢查系統 (Inner Crack)」此外，均豪在五年前和美國大廠 IBM 合作簽訂技術授權及共同開發之皮秒高敏度 IC 分析儀器 (PICA) 亦已突破奈米級先進技術里程碑，開花結果，並進駐晶圓大廠進行驗證中。



圖 2. 均豪精密工業 (GPM) 提供之先進封裝智慧解決方案

「研發創新，是均豪的 DNA！」董事長陳政興表示，能獲得不同產業客戶的肯定，成為長期策略合作夥伴，靠的是以技術為創新發展的核心基礎，以及和客戶共同合作開發規劃製程需求、創新製程，協助客戶創造更大的企業競爭力，提升核心競爭優勢，同時積極跨入新產業、加強和異業間的策略結盟，提供技術及製程之最佳完整解決方案 (Total Solution)，共創雙贏。均豪長期投入智慧製造領域、了解產業的需求，而其獨特性及創新性的智慧製造技術及智慧服務模式，屢獲經濟部『智慧機械金質獎』、經濟部『卓越中堅企業』、『國家產業創新獎』及『工業 4.0 典範企業』等國家各級單位獎項的肯定與支持外，更透過工業 4.0 典範企業的服務模式，協助製造業轉型升級，真正實現工業 4.0 目標，大幅提升良率、效率及彈性製造的能力。

均豪 (GPM)、志聖 (CSUM)、
均華 (GMM) 成立「G2C 聯盟」
攻半導體一站式服務

隨著 AIoT、5G、車載和物聯網技術及應用興起，帶動 SiP、AiP、PLP、Micro/Min LED 等高階載板技術持續發展，高階封裝技術發展日新月異，加上 COVID-19 疫情及國際情勢變化，居家辦公、遠距醫療、雲端服務等新需求刺激零接觸經濟商機成長，半導體朝向異質整合的趨勢發展，更帶動泛半導體應用市場高速成長。

均豪在電子精密機械設備領域深耕多年，為了能提供多項解決方案，替客戶創造價值，與志聖及均華組成「G2C 聯盟」，發展一站式服務，引領台灣半導體產業的新潮流（詳見圖 3）。相對於高階封裝製程設備從搬送到貼合到烘烤及研磨至檢測，G2C 聯盟各自擁有不同的核心技術，可提供半導體高階封裝製程中的上下游設備，藉由聯盟相互技術的支援，滿足客戶製程設備一站式服務的需求，協助客戶節省大量的時間並創造價值。而 G2C 聯盟的聯合服務中心更可提供即時協助客戶設備的妥善率，滿足生產設備的不斷線需求。



圖 3. G2C 聯盟擴大投資 助力晶圓製造持續精進

董事長陳政興表示，目前已在高雄成立 G2C 聯合服務據點，以對應封裝大廠的需求，聯盟公司亦規劃建構驗證實驗室或平台，提供客戶便利、即時全面的一站式解決方案。面對半導體世界級的客戶，採取的是團體戰策略，期望透過 G2C 聯盟，整合三家公司人力、物力、技術資源，建立強大供應鏈體系和客服體系，串整上下游製程設備，提供客戶更完整的產品和服務。

「G2C 聯盟」在半導體產業烤箱自動化的應用案例

近年來均豪在國內半導體產業積極推動智慧物流系統（如圖 4），並依產業需求提供解決痛點的系統整合服務，快速針對工廠各製程段需求規劃提供解決方案並進行效益分析，目前業者採用物流設備系統計算投資報酬率（Return On Investment, ROI）時，不外是採用節省人力資源數、地坪效益、運轉成本等項目做為導入評估，而均豪提供的智慧物流服務可增加整體附加價值，如提高製程設備稼動率

在半導體產業的實績與服務

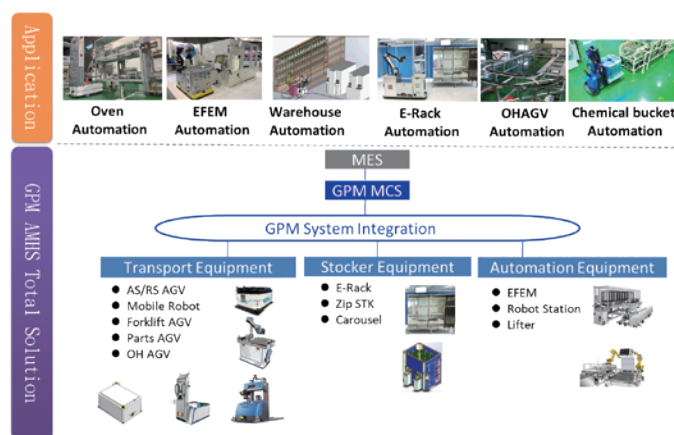


圖 4. 均豪 (GPM) 智慧物流系統在半導體產業的實績與服務

(Activation)，提升工廠整體產能與獲利等。均豪以系統整合之優勢，進行客戶端資訊系統、現場設備狀態、製程特性與搬運流程，進行客制化之系統整合服務，解決痛點與瓶頸，提供便利使用之智慧化物流系統，協助製造業有效提升效率和競爭力。

去年均豪、志聖及均華組成 G2C 聯盟，三家公司以烘烤、自動化、先進封裝製程設備的各自專長，透過技術串聯整合，成為推升晶圓製造持續精進的重要力量。過往科技大廠需要接洽不同的設備商去做到串接整合的工作，而 G2C 聯盟恰恰節省了客戶採購時的不確定性，達到單一窗口對接，不但能夠有效省下溝通時間，更能保證設備整合程度，對於材料商、設備商、製程商，甚至是終端客戶群，提供客戶更完整的產品和服務。

製造工廠因為製程因素，工廠物品的搬運與儲存因為重量的關係屬於高風險作業，人員作業過程中有一定風險，應用智慧物流進行自動化搬運，有利於標準化降低風險與職災發生。



圖 5. 烤箱自動化 AGV 實例

「G2C 聯盟」在載板大廠架設 AGV 烤箱自動化生產線，提供一站式服務，均豪智慧排程系統可以進行最佳化排程、AGV 車自動取放物料，志聖自動化烤箱可依產品烘烤流程、自動開關門並執行烘烤程式。

烤箱自動化 AGV 因運用環境差異大，且安全性需要考量範圍大，採用 SLAM、QR Code、編碼器 (Encoder) 等整合應用導引走行，並結合電子貨架 (E-Rack) 進行物料管理，由入料開始進行入庫管理，整體庫區管理無人化，降低人員風險並有效控管整體物品料儲存量（如圖 5）。Wi-Fi 常出現通訊品質不良及斷訊問題，可利用 5G 高可靠性網路的連續覆蓋，使得 AGV 在移動過程中活動區域不受限。

均豪提供符合客戶製程需求之烤箱自動化物料輸送系統，包含線邊倉儲系統及自動化上下料作業，自行研發之派車系統，與客戶 MCS 系統進行連結，達到最佳派工及達到自動化上下料的目的，避免等待及找料的時間提升產能 20%、取代人工（全廠自動化）之具體效益。

智慧物流成功重點在於整體系統整合周全，並結合製造端的產業知識 (Domain Know-How)。均豪在產業界已累積 43 年的設備研發先端技術及現場經驗，藉由和製造業業者溝通討論過程中結合經驗與技術，挾系統整合優勢，進行客戶端資訊系統、現場設備狀態、製程特性與搬運流程全方位的規劃，並依其不同需求環境提出最佳解決方案，有效協助製造業工廠提升良率、效率和競爭力。

相關技術應用請參考
均豪精密工業



半導體產業絕佳的智慧移載方案

文 STÄUBLI 工業機器人部門經理 林品君

全球半導體產業受惠 5G 應用以及物聯網、人工智慧等高速運算晶片需求，呈現爆炸性的成長。台灣在半導體產業的重要戰略地位更加確立，同時自動化與智慧移載的需求更大幅度的增加，目前全球電子業與半導體自動化的趨勢方興未艾，在智慧移載的範疇中我們可以看到半導體產業許多不同功能的機器人如 OHT/AGV /AMR/Scara/ 6 axis robot / Wafer robot，而身為智慧移載先驅的史陶比爾更為半導體與電子業提供了絕佳移載方案。

高精 高速 高潔淨度與抗靜電的機械手臂

半導體行業尤其以搬送光罩 / 晶圓與晶圓盒 (Foup) 來說，對於手臂本身的潔淨度和運動軌跡、柔順不能頓挫等都有非常高的要求，因應

產能最大化手臂的移動速度客戶也希望能夠加快增加生產節拍，24H 不停機更為常態。

史陶比爾在半導體耕耘 25 年，為了使史陶比爾手臂能提供業界最高的精度，速度與無抖動的圓滑運動曲線與超群的耐用穩定性，史陶



圖 2. Staubli 6 軸抗靜電版本

比爾研發獨步全球的專利 JCM 減速機，使其精度速度與運動曲線能大幅度領先同業。並將減速機密封油浴在液態潤滑油中，大幅度的延長保養週期與耐用性。

其中手臂結構更為業界領先的密封式產品設計 (Capsulized)，使其擁有無裸線與無發塵的特性，(ISO 14644-1: Class 2) 符合半導體要求高精、高速的要求，同時也可搭配 ESD 抗靜電版本來確保手臂不會因為空氣摩擦而產生靜電破壞晶圓 (Wafer)。史陶比爾提供了 4 軸 / 6 軸機器人與協作機器人，採用開放的 Real Time PC-Based 控制器，可支援 OPCUA 與 EtherCAT 等通訊讓產線更具彈性。

半導體應用案例 - 德國 SÜSS 選用史陶比爾無塵室機器人應用於高價值晶圓搬運

SÜSS MicroTecLithography GmbH(休斯微技術股份有限公司)，是領先全世界的半導體製程設備及技術的德國供應商，總部設立於德國慕尼黑加興市 (Graching)，可提供全系列光阻塗佈機及顯影機產品。該公司同時非常重視晶圓的搬運傳輸，設備整體搬運效果快速、精準、可靠，百萬分之幾的破片率幾乎可忽略不計，贏得全球客戶的青睞。

SÜSS MicroTec 這款 ACS300 Gen2 塗佈



圖 3. Staubli 4 軸抗靜電版本

及顯影系統主要應用領域包括先進塗佈製程、晶圓級封裝應用和 3D 整合技術。設備內潔淨度要求達 ISO Class 2 其中所有晶圓搬運傳輸工作均由史陶比爾 TX60L CR 完成。

與半導體業內較為普遍的平面三連桿機械手臂（只有三個平面自由度）相比，史陶比爾六軸機器人在設備腔體中 (Chamber) 具備寬廣的工作半徑與更高的負重。其靈活度也讓設備內部的機構與工作安排更具彈性與方便。

晶圓在此後段製程，已完成近 90% 的生產步驟。一片極其昂貴的晶圓如果破碎，便會導致嚴重的損失，所以機器人動作必須非常精準。透過史陶比爾的自有專利 JCM 驅動技術搭配 TX60L 手臂，輕鬆實現含外部夾治具



±50 微米絕對取放精度的目標。在取放和運輸晶圓時，透過柔順的運動軌跡及無絲毫的頓挫，不會造成晶圓滑落的破片問題，提供出色的可靠性。

晶圓 (Wafer) 加工的生產時間固定，對於製程而言是項限制因素；在多片晶圓同時加工的同時，機器人本身的取放週期影響整體的產能表現甚巨。受益於史陶比爾機器人業界最快的移動速度，且即使在較大加速度下，史陶比爾機器人仍能保持精準運行確保 Wafer 安全，更進一步提高設備整體的生產效率。

SÜSS 選擇史陶比爾六軸機器人整合到創新的 ACS300 Gen2 系列設備絕非偶然，經評比，現有機器人尋求工作範圍、速度、精度和可靠性的最佳組合的嚴格篩選，唯有最好的機器人才脫穎而出。

半導體產業機器人需求新技術

為了彌補 OHT (Overhead Hoist Transport) 無法涵蓋工廠所有的運送範圍或特定的運用場合，半導體正大舉導入 AMR (Autonomous Mobile Robot) 與 AGV (Automated Guided Vehicle) 來強化整體產線的自動化程度。

我們可以看到許多設備商使用史陶比爾手臂整合在的設備或 AMR 當中，如同半導體著名的移載整廠系統規劃廠商 - Fabmatics GmbH 整合史陶比爾手臂在搬運 300mm Wafer Foup 的 HERO®FAB 300。

史陶比爾集團為了強化在智慧移載領域的領導地位，除了發表本身的 AMR 產品 Helmo 更於近年將德國著名的 AGV 生產廠商 WFT GmbH 併入成為史陶比爾家族的一員。

史陶比爾推出的 Helmo 移動式機器人系統是專為人機協作研發的自主驅動和導航小車。可透過三台內建的鐳射掃描器持續監測環境，確保精確的導航和安全性。在人機協作強調安全功能的同時，其具備的安全速度、安全停止、安全區域與完善的安全工具來保障工作人員同時維持產能的考量。在運轉中，為了適應不同的工作地點與工作內容，Helmo 配備可快速更換夾具的組合接頭、工具快換系統。得益於系統的模組化和強勁的驅動技術，Helmo 適用於絕大多數的工業應用，如補給供應、物料更換、裝配或品質控制。Helmo 系統甚至可在工作中利用短暫的停駐自主連接上充電樁進行充電。目前有半導體客戶預計使用 Helmo 自動派工，進行模具的除鏽與清潔。

Stäubli WFT 移動平臺領域的為 AGV 工程設計專家。獨特的萬象輪與驅動專利，重複定位精度可達正負 2mm，且能可靠地朝在狹小空間中進行各個方向的轉向，特別的設計其車輪不會原地旋轉，因此磨損較低。與其他 AGV 相比，更適合潔淨室的工作環境中使用，負重更有輕負載到重負載 5 公噸的 AGV，除了日常的部品物料或倉儲搬送任務外，對於精密半導體設備的移入或是移動生產線機台的需求來說更加安全方便。

客戶效益

- 有效預防晶圓滑落破片
- 精度高達微米級的機器人搬運
- 抗靜電塗層
- 更短的搬送時間 高生產力
- 更大的負重與距離
- 設備腔體內靈活的空間運用



不須更換記憶位置之電池
體積輕巧且低發熱
佔地面積極小



全包覆式結構更無裸線
極低維護需求
卓越性能



滿足無塵室環境的應用要求
ISO 14644-1: Class 2 (SCR 版本)
FS 209E: Subclass 1 (SCR 版本)

自動化新高度

多年來，機器人技術一直以驚人的速度發展。機器人不僅越來越精密高速，特殊環境專用的機器人性能也相對更高，甚至在無塵室環境中也取得了突破。隨著 Machine learning 與 AI 演算法的演進，AI 視覺辨識與 Robot 的結合已逐漸成熟，不遠的未來，機器人將不只是機器人。

People drive change, robot accelerate the pace. 這波 4.0 所推動的自動化的浪潮，因應追求高度彈性的生產概念，傳統生產流水線的站別結構，已逐漸被取代，能及時調整參數與更加彈性的產線，即將成為主流。數位轉型使全新生產理念得以實現，它們將提供無限的彈性，為生產帶來新自由。



圖 6. 靈活智慧的 Helmo

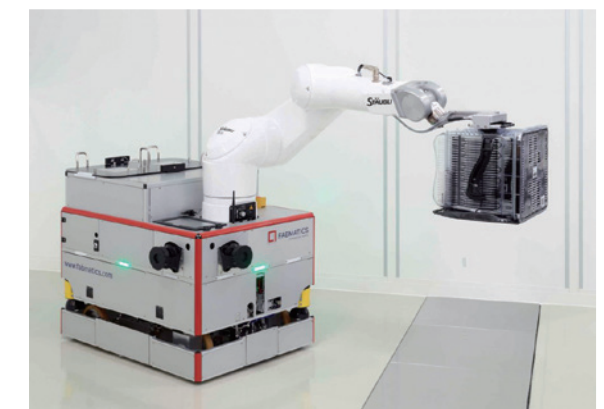


圖 7. Fabmatics HERO®FAB 300 Foup 取放

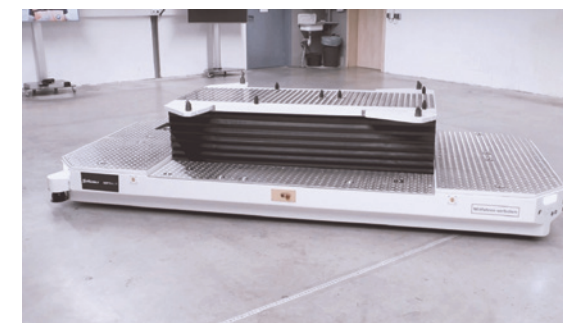


圖 8. 低矮的車身設計與可客製化的頂升機構



圖 9. 機台搬移等重負載應用

基於機器視覺的 Delta 機器人設計與製作

文 江西理工大學電氣工程及其自動化學院 黃敏昌、曹瑞琴、汪亞軍

“

關鍵字：分揀自動化；Delta 機器人；影像處理；OpenCV

0. 摘要

分揀是自動化生產的一個重要環節，藉由製作一台視覺分揀機器人來提升學生實作能力並落實機器人教學及研究。由於並聯機器人比串聯機器人具有更高的剛度和敏捷性，而 Delta

機器人作為並聯機器人的經典，因此設計一台基於機器視覺的 Delta 機器人來實現分揀自動化。本文從學理介紹 Delta 機器人的運動學公式並分析目標識別的影像處理方法，到工程實踐完成機構製作，並運用開源的 OpenCV 開發機器視覺軟件。實驗證明該 Delta 機器人能成功依視覺分揀不同顏色模板。

0. 前言

人類知識的獲取約有 75% 是從視覺而來，由此可見視覺的重要性。因為視覺影像 [1,2] 夾雜著龐大的資訊。而工業機器人 [3,4,5] 是自動化的利器，他們的優點是可編程，即藉由重新教導定位點，再通過編寫軟件使其在不修改硬體的前提下承擔新任務。如何將視覺與機器人兩者結合應用於生產線自動化則是本研究的目

標。由於生產線上經常遇到分揀的問題，所以我們擬研製一台基於視覺的機器人進行自動分揀 [6,7,8] 以取代人工分揀。同時，本研究在學理分析的基礎上完成了工程實踐。在學理的分析上，我們推導機器人運動學公式，分析工作空間範疇以制定機器人的硬體參數。對於機器視覺部分，則採用背景減除法實現圖像局部分割，並設定顏色辨識條件及計算物品中心點。在工程的實踐上，我們設計了機器人的各式零件，組裝機構並整合視覺模組、氣壓模組、電

機驅動模組及電源供應模組等，最後實驗證明其功效。

並聯機器人與串聯機器人相比具有結構緊湊、回應速度快、定位精度高、承載能力大等特點 [9,10,11]。而且單一電機故障會形成閉鎖狀態，不致於崩塌造成傷害。本次選擇製作一台 Delta 機器人 [12]。而機器視覺模組是借助 CMOS 攝像頭以獲取場景中的圖像，利用影像處理 [13] 技術提取物體的幾何性質、屬性特徵及位置情況等，並對其進行辨識做出判斷。隨著機器視覺的飛速發展，一些公司相繼開發出完整的機器視覺系統，如 Halcon、eVision、

Cognex 等。然而值得注意的是現今網路平臺中開放源碼不斷的興盛，其中 OpenCV[14,15,16] 是影像處理中最為常見的工具，可滿足學校教育及研究的需求，故機器視覺軟體的開發採用開源的 OpenCV。而整合式開發環境則選擇教育版的 VS2010，雖然不是開源軟體，但卻是微軟提供的免付費版本。整體軟體的開發是根據機器人的運動學方程式並搭載 OpenCV 庫以 C++ 編輯程式，從視覺模組對目標物體進行圖像局部分割、顏色識別及定位，再驅使 Delta 機器人帶動末端執行器運動，並啟動氣壓回路及真空吸盤對物品進行拾取與放置，完成此視覺機器人的自動分揀。

1. 學理分析

1.1 Delta 機器人運動學公式

機器人運動學是在研究如何建立起末端執行器的姿態（位置和方向）與各關節軸轉動量間的函數關係。正向運動是指當知道各關節軸轉動角度，而預測末端執行器的姿態。而逆向運動是指當知道末端執行器的姿態，要得知各關節軸轉動角度。本機器人（圖 1）的上方是以邊長為 s_B 的正三角形所構成的固定平臺，從中心點 O 到對邊的垂直距離及到頂角的距離分別為 w_B 及 u_B ，座標原點建立在 O 點處。機器人末端執行器位置是以 s_P 為邊長的正三角形所構成的移動平臺，此移動平臺中心點到對邊的垂直距離及到頂角的距離分別為 w_P 及 u_P 。另外，上臂及下臂連桿長度分別為 L 及 l 。各尺寸參數值詳見表 1。

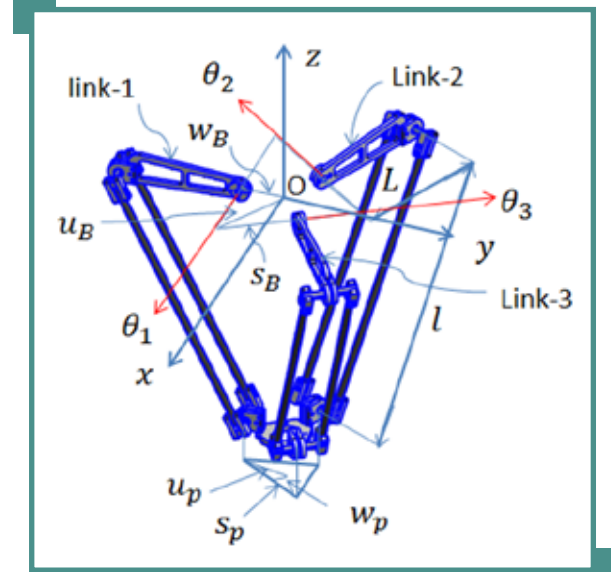


圖 1. Delta 機器人尺寸及坐標系

參數	s_B	s_P	L	l
值 (mm)	200	81	140	347

表 1. Delta 機器人的尺寸參數值

對於開環式串聯機器人常採用 D-H 法則的齊次變換矩陣來建立運動學函數。然而 Delta 機器人屬於閉環式的並聯機器人，其運動學公式是根據幾何約束條件，如下臂連桿長度不變的事實來推導其逆向運動方程式，故得 Delta 機器人的逆向運動學方程式為：

$$\theta_i = 2\tan^{-1}(t_i) \quad (1)$$

其中，

$$t_i = \frac{-F_i - \sqrt{E_i^2 + F_i^2 - G_i^2}}{G_i - E_i}, i = 1, 2, 3 \quad (2)$$

$$E_1 = 2L(y + a) \quad (3)$$

$$F_1 = 2zL \quad (4)$$

$$G_1 = \gamma^2 + a^2 + L^2 + 2ya - l^2 \quad (5)$$

$$E_2 = L(\sqrt{3}(x - b) - y - c) \quad (6)$$

$$F_2 = 2zL \quad (7)$$

$$G_2 = \gamma^2 + b^2 + c^2 + L^2 + 2(-xb + yc) - l^2 \quad (8)$$

$$E_3 = -L(\sqrt{3}(x + b) + y + c) \quad (9)$$

$$F_3 = 2zL \quad (10)$$

$$G_3 = \gamma^2 + b^2 + c^2 + L^2 + 2(xb + yc) - l^2 \quad (11)$$

$$\gamma^2 = x^2 + y^2 + z^2 \quad (12)$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{S_P}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}W_B \\ \frac{S_P}{2} - \frac{1}{2}W_B \\ \frac{\sqrt{3}}{2}S_B \end{bmatrix} \quad (13)$$

$$\begin{bmatrix} W_B & u_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{3}}{6}S_B & \frac{\sqrt{3}}{3}S_B \end{bmatrix} \quad (14)$$

$$\begin{bmatrix} W_P & u_P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{3}}{6}S_P & \frac{\sqrt{3}}{3}S_P \end{bmatrix} \quad (15)$$

機器人運動學公式中的 θ_i 是指實際轉角，這與程式設計時所用的程式轉角 $\hat{\theta}_i$ 是有所不同。控制此電機的程式轉角 $\hat{\theta}_i$ 範圍值為 $[-1400, 1400]$ ，在給定程式轉角 $\hat{\theta}_i$ 後其相應的實際轉角為 θ_i ，經過對機器人的校準後得出如下的校準關係。

$$\theta_i = \alpha_i \hat{\theta}_i + \beta_i, \quad i = 1, 2, 3 \quad (16)$$

其中：

$$\begin{bmatrix} \alpha_1 & \alpha_2 & \alpha_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.162 & 0.140 & 0.122 \end{bmatrix} \quad (17)$$

$$\begin{bmatrix} \beta_1 & \beta_2 & \beta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -5.000 & 11.899 & 8.300 \end{bmatrix} \quad (18)$$

1.2 機器視覺的影像處理

生產線常用輸送帶載運物品，然而實驗室空間有限，故製作一旋轉平臺取代生產線的輸送帶，然後再以紅黃藍圓形模板 (圖 2) 模擬產線上的物品來進行本次實驗。

自然界所有的顏色都可以由紅綠藍 (RGB) 三原色組合而成。此種圖像格式的每一個圖元都由 3 組資料組成，如以 8 位元的二進位碼表該圖元的一個基本顏色，其範圍值為 0 到 255 共 $256(2^8)$ 個等級。0 表示不含該色素，255 表示含有 100% 的該色素成分。因此根據紅綠藍各種顏色的組合，我們就可以表示 $256 \times 256 \times 256$ 種顏色。

然而 RGB 圖像格式並不符合人的視覺特性，由於人的視覺對亮度的敏感程度遠強於對顏色濃淡的敏感程度，而且 RGB 三個成分顏色之間有很高關聯性，不利於實際處理。故採用較符合人類視覺系統的 HSI 圖像格式，其中 H 代表色調，S 代表飽和度，I 代表亮度。色調 H 是我



圖 2. 紅黃藍識別模板

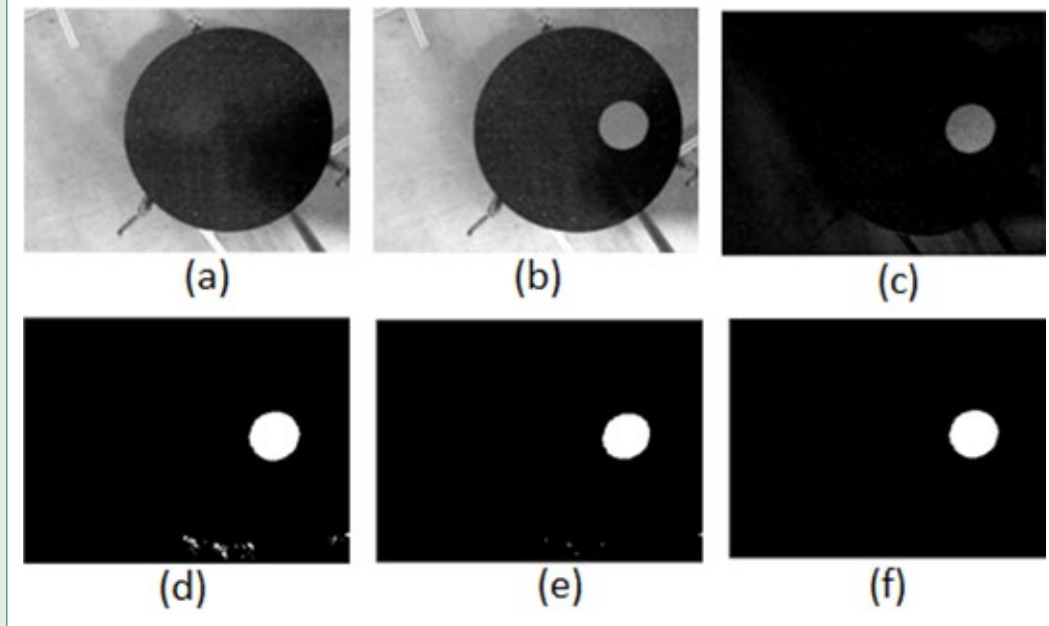


圖 3. (a) 背景模型；(b) 物品圖像；(c) 背景減除圖像；
(d) 二值化並填充圖像；(e) 將二值化圖像腐蝕；(f) 標誌二值化圖像，取最大連通區

們平常用來區分顏色的主要成分，即不同波長的光在我們眼中所感覺出來的色彩。飽和度 S 是一個關於顏色鮮明與否的指標。越高飽和度的色彩表示此顏色滲入的白色越少，至於亮度 I 則表示光量明亮的程度。

本實驗取亮度 I 所形成的灰度值來實施背景減法，以實現目標物圖像的分割。即採集空載的旋轉平臺作為背景模型 (圖 3-a)，然後與採集的新圖像 (圖 3-b) 進行相減，該目的是為了粗略地從整個圖像中將物體進行分離 (圖 3-c)。將已經分離之後的物品進行二值化及填充處理，使其更能夠有效突出圖像中的各個重要目標以及圖像輪廓，如圖 3-d。因圖像中存在若干的雜訊，可採用圖像腐蝕去除，如圖 3-e。然而，分析時候我們採用的方法是先標記連通區，計算各連通區面積，將面積低於某閾值的連通區視為雜訊去除，如圖 3-f。比較圖 3-e 及

f，兩者都可去雜訊，但腐蝕會造成外形細微改變，故可採用連通區標記法處理雜訊。

目標物圖像局部分割後，確定了其圖元中心點，再根據坐標系的轉換確定其所在的空間位置，以機器人逆向運動學公式計算各關節轉動量，就可以根據此資訊去抓取放置該物體。而顏色的判別分類則根據以下公式計算出色調 H：

$$\Delta = \cos^{-1} \left\{ \frac{0.5 \times [(R-G) + (R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right\} \quad (19)$$

當 $B \leq G$ 時，

$$H = \Delta, \quad h \in [0, \pi] \quad (20)$$

當 $B > G$ 時，

$$H = 2\pi - \Delta, \quad h \in [\pi, 2\pi] \quad (21)$$

再與通常所定義的紅、黃、藍色調參考值 (分別為 0、1.0472、2.0944) 比對，取最近色調參考值作為識別結果。

2. 工程實踐

2.1 硬體組成

工程實踐是將抽象的知識轉化成實體裝置的過程。而整體的設計方案，以機器人的本體機構為主軸。此階段需考慮各零件的材質、尺寸及拆解安裝等問題，而且要確保整體機構能順利運作，這是一項重要的工程任務。圖 4 所示為機器人機構設計的拆解圖，而圖 5 則是部件組裝的過程。當機構組裝完畢，尚需配接電線及氣壓管線，方能完成機器人整體系統的建置（圖 6）。

機架採用高強度，抗腐蝕性較好的鋁合金材料。機架為三角形結構並且掛載其他部件，使

得空間得到充分利用，於機架下方則連結旋轉平臺。實驗中的攝像頭採用羅技 C160，它具備 130 萬畫素、解析度 640×480 、最大幀頻 30FPS，並安裝於三個電機的中間，鏡頭垂直於旋轉平臺中心位置。

本機器人共採用四個電機，其中三個電機用於驅動三組連桿，帶動末端執行器進行 XYZ 三方向的水平或垂直移動，第四個電機用於驅動黑色的旋轉平臺，使其能夠圍繞 Z 軸進行旋轉。電機模組如圖 7 (a) 所示，額定力矩可達 300Kg/cm，使用脈波寬度 1ms 到 2ms 控制轉角，當脈波寬度為 1.5ms 時，處於中等位置，其載波寬度為 20ms。圖 7(b) 為搭配該電機的控制器，其 A、B、C、D 為四組輸出埠，每一埠可控制 6 組電機及 2 個邏輯信號的輸出埠，該信號用來啟動電源及控制電磁閥。而 E、F、

G、H 則為四組輸入埠，每一埠配置 8 個 A/D 輸入腳位。J 及 K 則分別為 USB 及電源接頭。

但此種依脈波寬度控制的電機模組存在一個問題，當電源啟動而沒有立刻收到控制脈波時，電機將盲目地來回轉動，容易造成機械臂不規則運動從而撞機毀損。因此我們針對該問題進行改善，使得控制器未正式送出控制脈衝前，暫不提供電源給電機。利用控制器重置時，其並行 IO 埠的每個引腳輸出邏輯狀態必相同的事實，故可使用一個 74LS86 異或閘來克服此問題。

圖 8 中的 D1 及 D2 表示為控制器 IO 埠的兩個腳位。當系統通電時，D1 及 D2 處於相同的邏輯組態，本案例邏輯組態為 00。故圖 8 中第

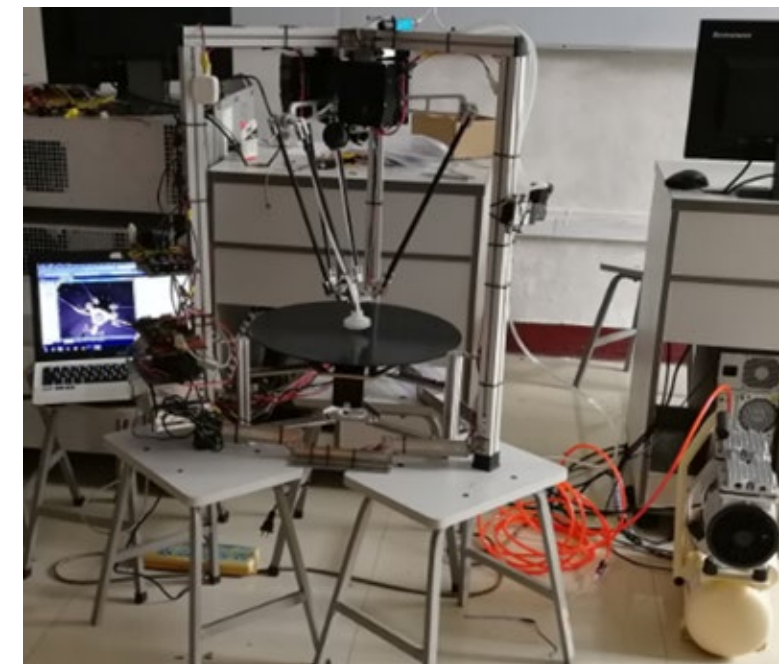


圖 6. 機器人整體系統建置

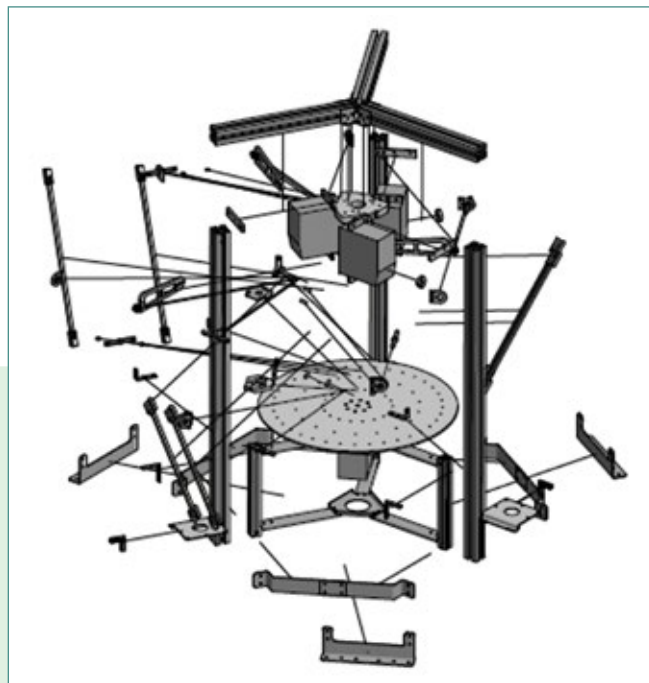


圖 4. 機構設計拆解圖



圖 5. 部件組裝

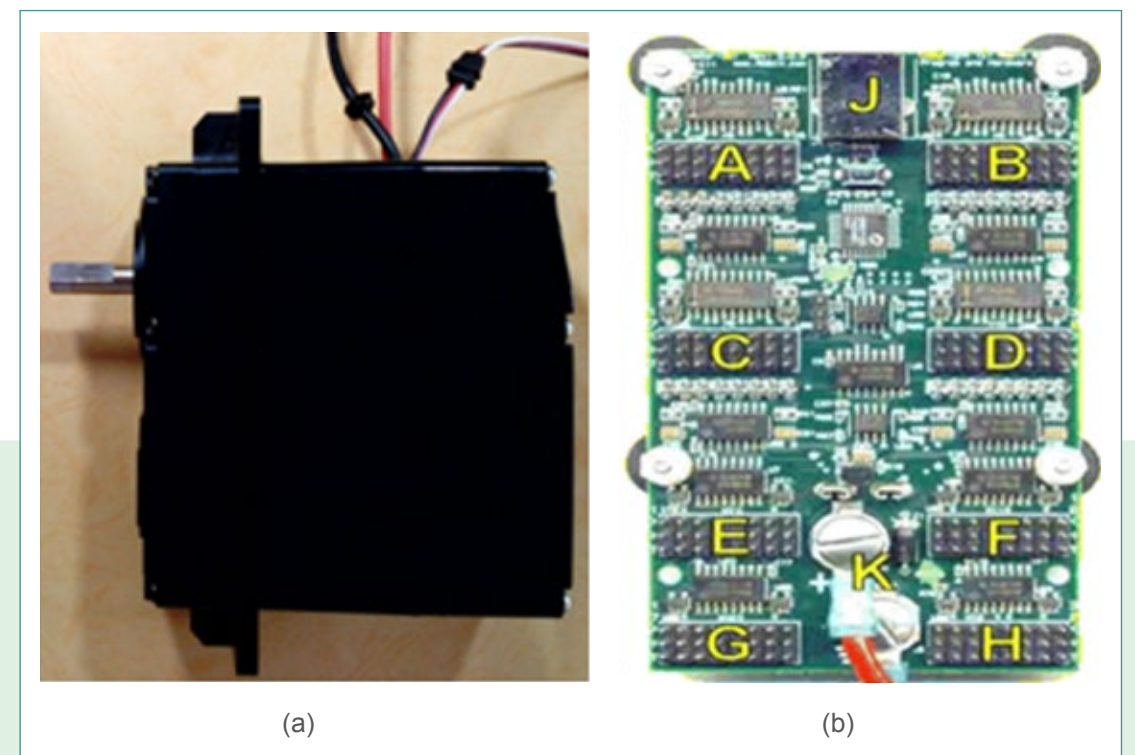


圖 7. (a) 電機模組；(b) 控制器

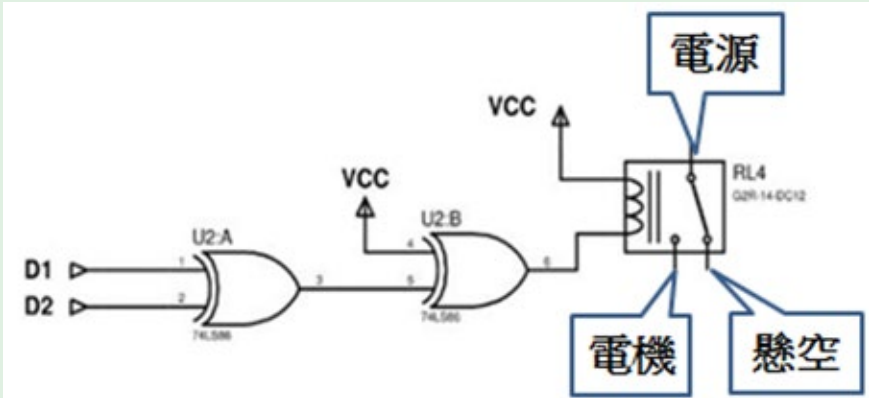


圖 8. 電源啟動邏輯控制電路圖

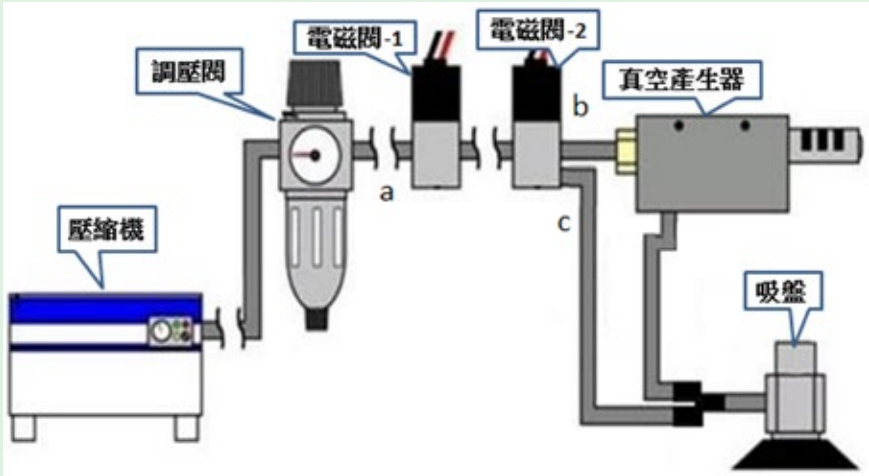


圖 9. 氣壓模組

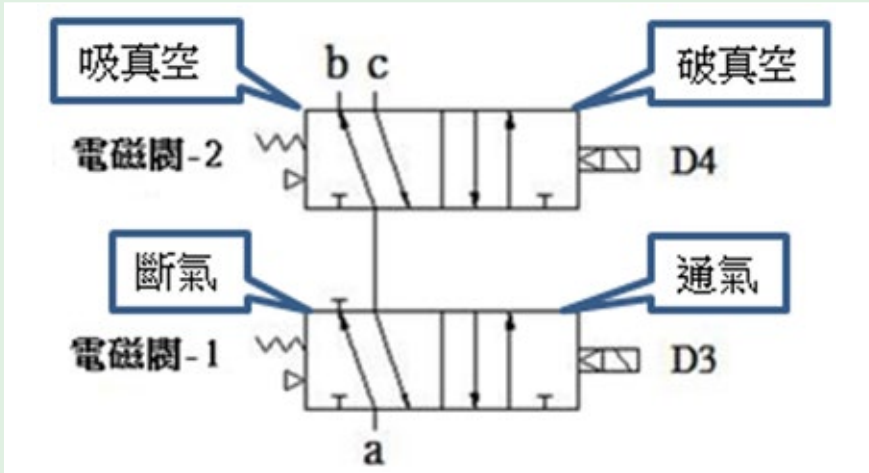


圖 10. 電磁閥管線圖

一級的異或閘的輸出為 0，第二級的異或閘的輸出為 1，那麼繼電器不會被啟動，故接點為懸空狀態。等到電腦完成發送控制脈波給電機模組後，才下指令改變 D1 及 D2 的邏輯組態為 01 或 10，那麼繼電器被啟動，才將繼電器接點切到電機處供電。如此則可避免發生撞機的危險。軟體程式設計時，也需考慮此問題，先送出控制信號再下指令給電機供電。而要結束程式控制時，則需先下指令切斷電機供電，再結束程式。

2.2 軟體設計

軟體設計是採用微軟推出的教育版整合式開發環境 VS2010，根據機器人的運動學公式並引入 OpenCV 庫進行程式設計。通過視覺模組對目標物體進行影像處理，再驅使機器人移動

視覺採集的攝像頭透過 USB 與電腦主機完成通訊連結。而氣壓模組包括吸盤、真空產生器、電磁閥及壓縮機等，如圖 9 所示。空氣壓縮機提供氣源動力，電磁閥負責切換吸盤的吸氣和排氣。主要工作原理如下：壓縮機提供的高壓空氣通過電磁閥 -1 的通斷控制到電磁閥 -2(圖 10)，再由磁閥 -2 決定氣流作用。即供氣給真空產生器時，吸盤提取物件；當供氣給吸盤時，吸盤破真空釋放物件。

末端執行器並啟動氣壓回路使得真空吸盤能取放物品。此控制器搭配的軟體包括兩層次的通訊結構：1. 電腦間網路通訊；2. 電腦與控制器的 USB 通訊。此架構允許跨過網路進行遠端多節點的控制。

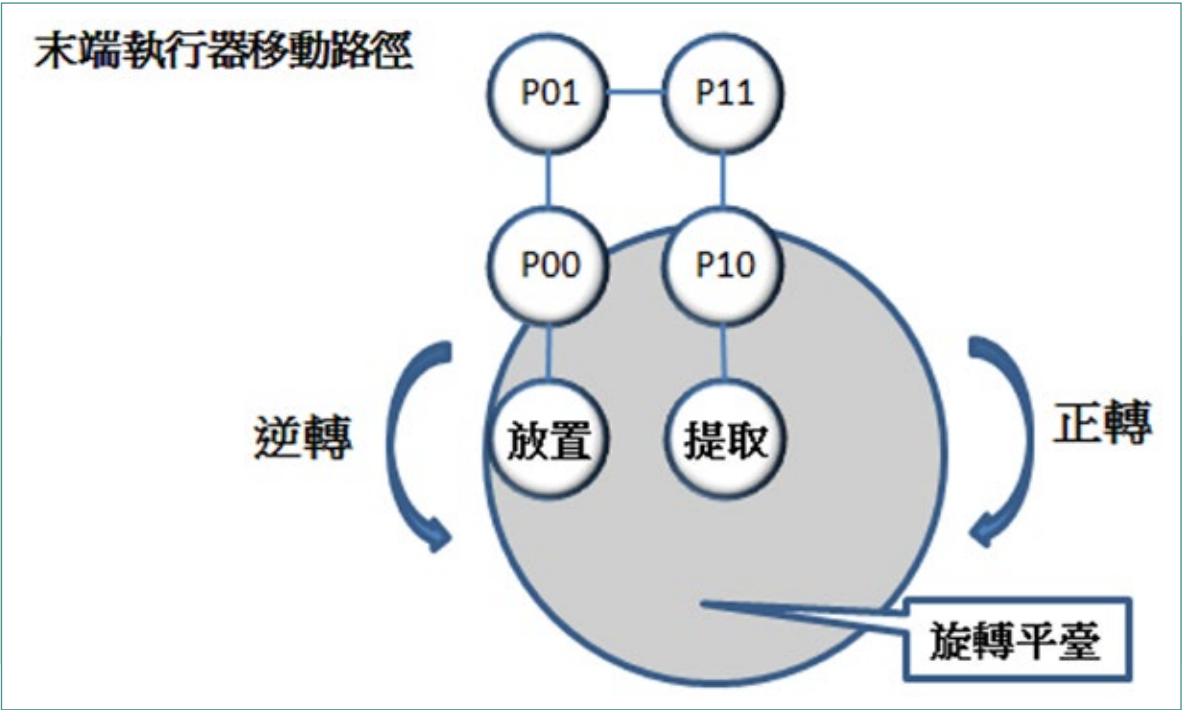


圖 11. 機器人動作示意圖

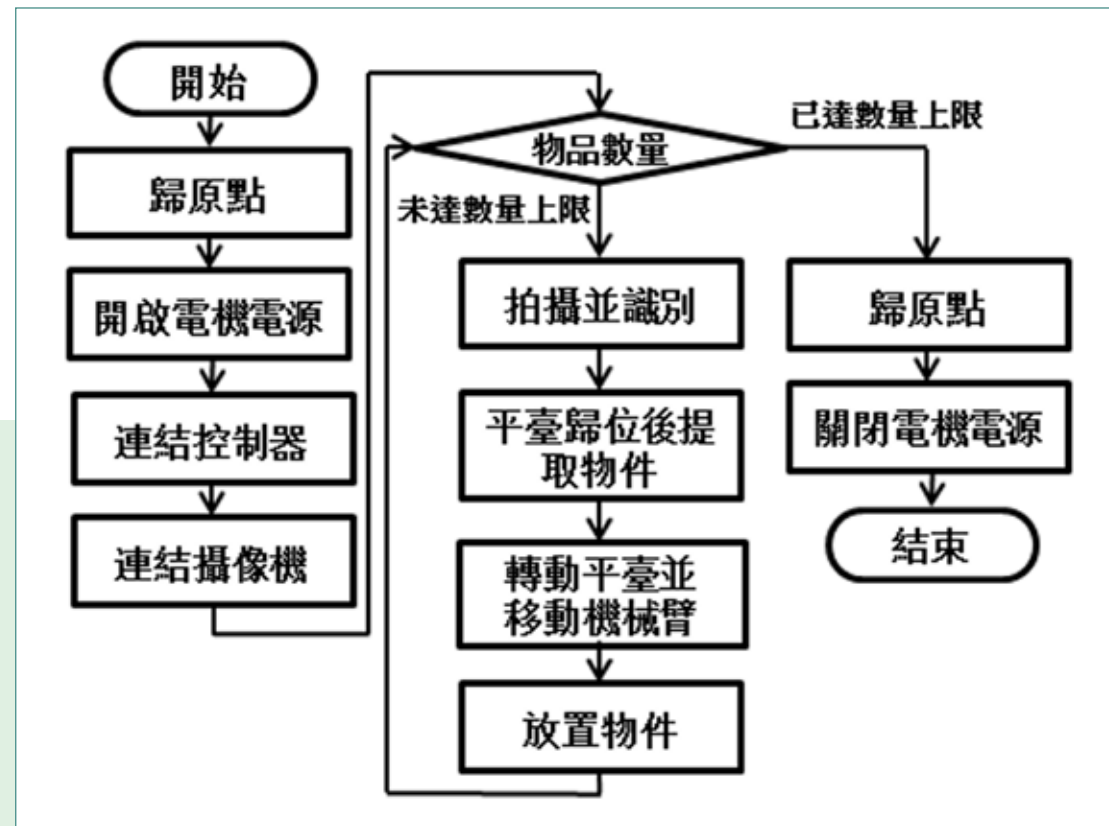


圖 12. 程式流程圖

機器人初始位置設在 P00，此時讓攝像機拍攝中間堆疊的模板，進行圖像局部分割、顏色辨識和位置確定，再驅動末端執行器沿 P00 → P01 → P11 → P10 移動至定位提取物件（圖 11）。然後再延原路徑相反方向移動，等待平臺

轉到相應位置，再將物件放置，然後平臺旋轉歸位。如此周而復始完成顏色模板分類。最終相同顏色的模板會被以 120° 的角度間隔分置成三堆。而整體程式流程圖則顯示與圖 12。

3. 實驗

本機器人實際運行過程如圖 13 所示。然而持續執行數次之後，偶爾會出現吸盤吸力不足，無法抓取模板的現象，從而導致產生了一次空

動作。這最主要是因為氣壓迴路中的接頭處漏氣，以致在長時間操作下供氣不足而引起的。因此，將接頭纏繞止水帶防止其漏氣，採取此防漏措施後該問題獲得了良好的解決，整體運作符合預期功效。

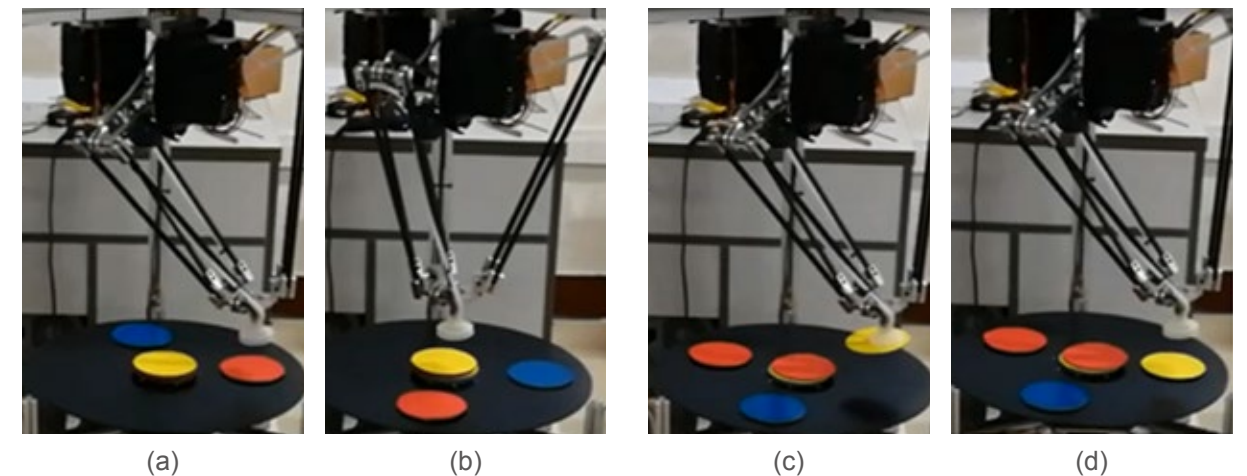


圖 13. Delta 機器人實際運行過程：(a) 拍攝並識別；(b) 平臺歸位後提取物件；(c) 轉動平臺並移動機械臂；(d) 放置物件

4. 結論

本文結合機器視覺製作了一台能夠自動識別分揀的 Delta 機器人，並以紅黃藍三種不同顏色的模板進行實驗，從而驗證了該設計方案的可行性。本方案首先對機器人的運動學公式及

圖像識別進行了學理分析。緊接著進行工程實踐，即將 Delta 機器人與氣壓、視覺等模組整合，並採用開源軟件 OpenCV 進行機器視覺的開發。藉由製作一台基於視覺的分揀機器人，提昇學生實作經驗及處理複雜工程問題的能力，進而豐富機電整合的知識，為日後從事機器人相關工作奠定扎實的基礎。

參考文獻

- [01]Marques,O.Practical. Image and Video Processing Using Matlab[M].John Wiley & Sons: Beijing,2013.
- [02]Beyerer, J.León, F.Frese.Machine Vision[M], Automated Visual Inspection: Theory, Practice and Applications; Springer: Berlin, Heidelberg,2016.
- [03]Klafter, R.D.;Chmielewski,T.A.;Negin,M.Robotic Engineering An Integrated Approach[M];Prentice-Hall, Inc.: New Jersey, U.S.A., 1989.
- [04]Malcolm, D.R. Robotics: An Introduction, 2nd;PWS-KENT Publishing Company[M]: Boston, Massachusetts, 1988.
- [05] 韓建海. 工業機器人 [M]; 華中科技大學出版社: 武漢, 2015.
- [06] 李亮, 李思凡, 王海芳等. Delta 分揀機器人工作空間及靈巧度分析 [J]. 包裝與食品機械, 2020,38(02):32-37.
- [07]LI L,LI S F,WANG H F.et al.Workspace and Dexterity Analysis of Delta Sorting Robot[J].Packing and Food Machinery, 2020,38(02):32-37.
- [08] 王成軍, 嚴晨. 機器視覺技術在分揀系統中的應用研究綜述 [J]. 製造技術與機床, 2020(05):32-37.
- [09]Merlet, J.P. Parallel Robots[M]; Kluwer Academic Publishers: Boston, Massachusetts, 2000.
- [10] 高紅衛, 魏宏波, 魯開講. 並聯機器人模型參考變結構控制研究 [J]. 應用力學學報, 2020,37(04):1590-1596+1862-1863.
- [11] 葉鵬達, 尤晶晶, 仇鑫, 王林康, 李成剛, 茹煜. 並聯機器人運動性能的研究現狀及發展趨勢 [J]. 南京航空航天大學學報, 2020,52(03):363-377.
- [12]Clavel, R. DELTA, A Fast Robot with Parallel Geometry[J]. In 18th Int. Symp. On Industrial Robot, April 1988; pp.91-100.
- [13] 張德豐. Matlab 數字影像處理 [M]. 機械工業出版社: 北京, 2012.
- [14]Bradski, G.; Kaehler, A.Learning OpenCV[M]; O' Reilly Media, Inc.: Beijing, 2009.
- [15] 陳洵凜, 黎小巨, 許梓燦, 謝小鵬. 基於 OpenCV 的工件尺寸與劃痕檢測演算法研究 [J]. 機床與液壓, 2020,48(08):109-111+131.
- [16] 齊玉娟, 李如鋒, 王延江. 基於 VC 及 OpenCV 的數位圖像 / 視頻處理演示系統設計及實例展示 [J]. 實驗室研究與探索, 2018,37(11):141-144+164.

具有幾何形狀複雜異形冷卻水路之大尺寸快速模具製程研究與應用

文 明志科技大學 機械工程系機械與機電工程碩士班、智慧醫療研究中心 郭啟全 教授
明志科技大學 機械工程系 專題生 林仕勳、吳英誌
明志科技大學 機械工程系 研究生 游政諺、朱益均
立印科技有限公司、科藝儀器有限公司 黃崧驊

近年來，極端氣候越來越頻繁，唯有節能減碳才能拯救地球。於射出成型過程中，縮短成型周期即可以達到節能減碳之目的。由於環氧樹脂之比重低於再生金屬樹脂粉末，因此當再生金屬樹脂粉末與環氧樹脂混合後，部分環氧樹脂很容易懸浮於金屬樹脂快速模具之上面，為了解決此一問題，如何調配再生金屬樹脂粉末與環氧樹脂之最佳混合比例，以利再生金屬樹脂粉末能均勻分散於環氧樹脂內，即便是一個重要研究議題。本研究針對再生金屬樹脂粉末與環氧樹脂之最佳重量混合比例進行研究，本研究結果具備產業利用性與工業實用價值，此技術可以落實於新產品研發所需之快速模具製程上並符合綠色模具製造技術。

“

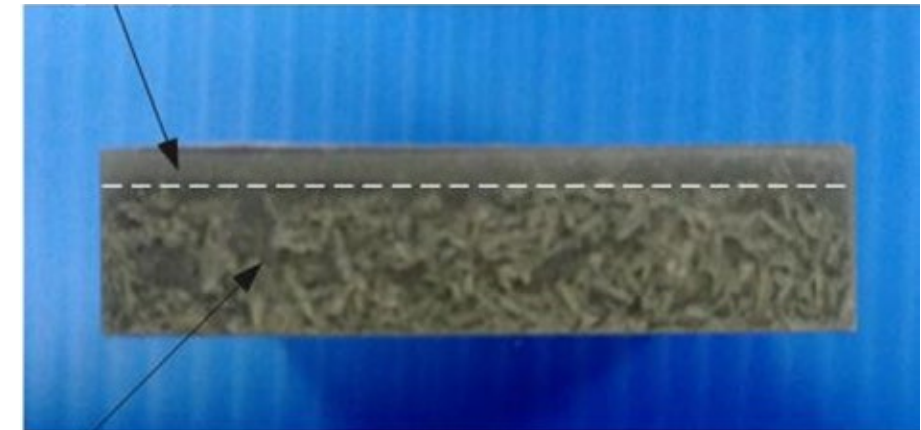
關鍵字：再生金屬樹脂、異形冷卻水路、快速模具、冷卻時間

1. 前言

快速模具技術 (Rapid Tooling, RT) [1-3] 可以視為積層製造 [4] 的延伸，讓快速原型技術本來所具有的開發階段的利益，直接延續到生產

上，運用快速模具技術可以快速小批量生產所需之新產品，達到快速製造目的，以取得市場領先之優勢。由於全球環境惡化速度無法有效降低，高度工業經濟發展的歐、美、日本與加

Epoxy resins



Epoxy resins + recycled Al-filled epoxy resin powders

圖 1. 部分環氧樹脂懸浮於金屬樹脂快速模具上面之情形

拿大先進國家，對於永續環境的發酵，強力研發與環保有關的製程，因此綠色產業與綠色製造技術因應而生。本研究基於節約資源以及減少廢棄物污染環境的概念下，針對再生金屬樹脂粉末進一步進行研究與分析。由於環氧樹脂之比重低於再生金屬樹脂粉末，因此當再生金屬樹脂粉末與環氧樹脂混合後，部分環氧樹脂很容易懸浮於金屬樹脂快速模具之上面，如圖 1 所示，為了解決此一問題，如何調配再生金屬樹脂粉末與環氧樹脂之最佳重量混合比例，以利再生金屬樹脂粉末能均勻分散於環氧樹脂內，即變成一個重要研究議題。本研究團隊之研究成果顯示，於快速模具內製作順形冷卻水路是可行，並且可以運用於射出成型以及熱壓印成型。然而，仍有一些缺點仍可以持續改善。因此本研究主要針對三個議題進行探討：(a) 再生金屬樹脂粉末與環氧樹脂之最佳混合比例進

行研究；(b) 幾何形狀複雜異形冷卻水路製作以及 (c) 運用最佳重量混合比例實際製作具有異形冷卻水路大尺寸快速模具。

2. 實驗方法與步驟

圖 2 為研究再生金屬樹脂粉末與環氧樹脂之最佳混合比例流程圖。環氧樹脂主劑與硬化劑重量混合比例為 3:1。廢棄金屬樹脂快速模具藉由電腦數值控制銑床加工成再生金屬樹脂粉末，其平均粒徑約為 0.02 mm。本研究採用矽膠製作試片成型模具，矽膠主劑與硬化劑重量比例為 10:1，本研究運用精密電子秤來精確控制矽膠主劑與硬化劑之重量，矽膠主劑與硬化劑均勻攪拌後置入真空注塑機進行脫泡。試片成型模具尺寸為長度、寬度與高度分別為 50

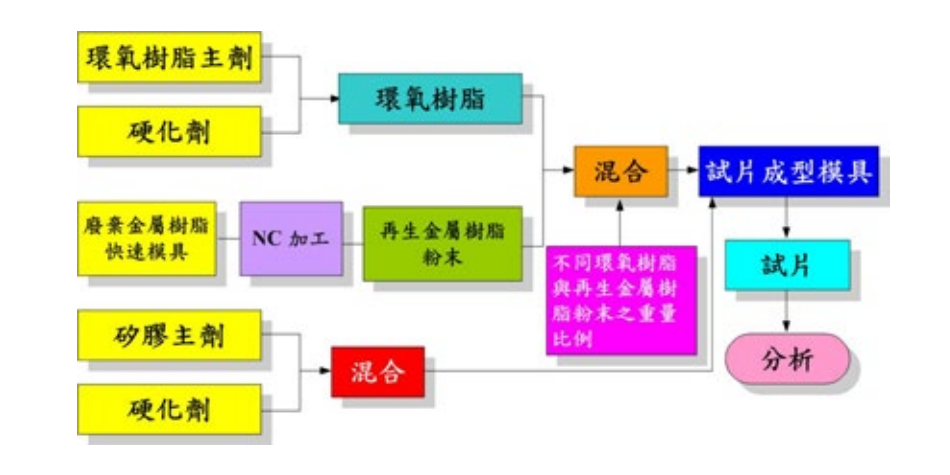


圖 2. 研究再生金屬樹脂粉末與環氧樹脂之最佳混合比例流程圖

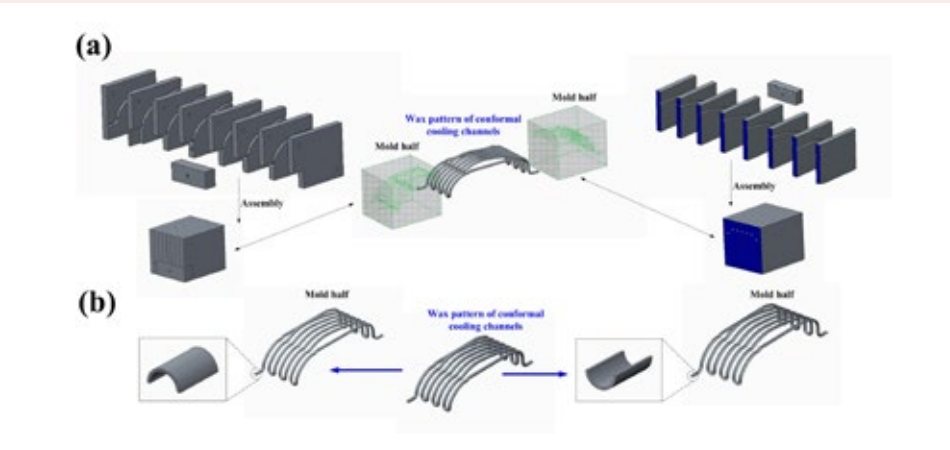


圖 3. 兩種製作蠟材異形冷卻水路方法示意圖 (a) 區塊法與 (b) 剖半法

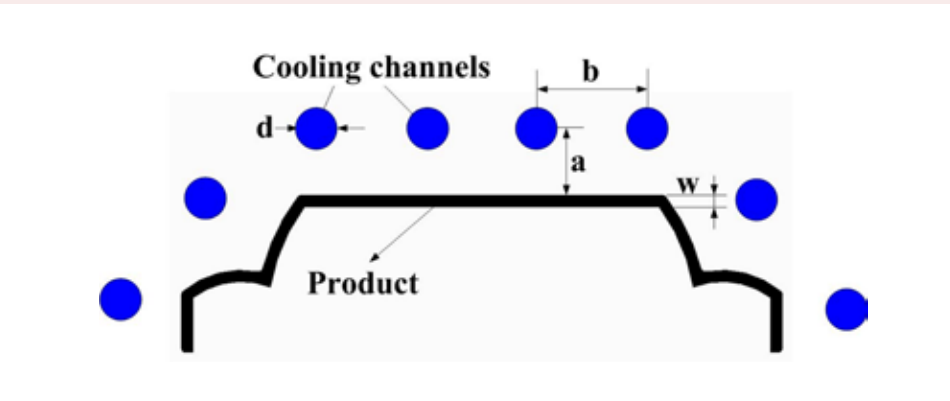


圖 4. 異形冷卻水路設計之示意圖

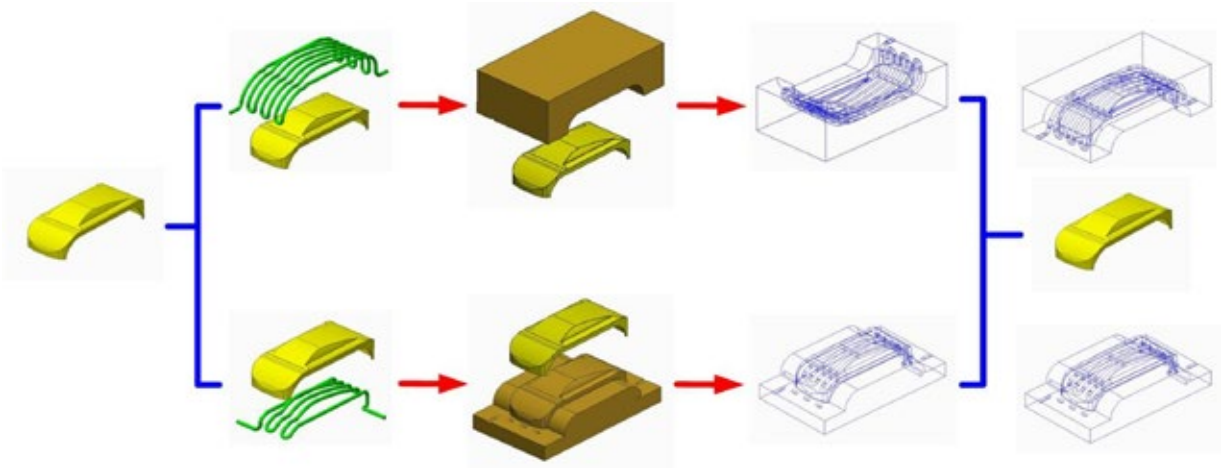


圖 5. 具有異形冷卻水路之大尺寸快速模具製作流程示意圖



圖 6. 研究載具實體圖

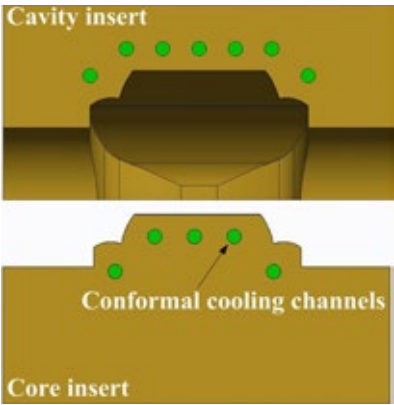


圖 8. 具有異形冷卻水路之大尺寸快速模具剖面示意圖

mm、35 mm 以及 20 mm。為了使再生金屬樹脂粉末與環氧樹脂混合後，環氧樹脂之懸浮比例降至最低，本研究以環氧樹脂與再生金屬樹脂粉末總重量 140 g，根據環氧樹脂與再生金屬樹脂粉末之總重量，調配 11 種不同之重量比例，其比例分別為 2.4:1、2.3:1、2.2:1、2.1:1、2:1、1.9:1、1.8:1、1.7:1、1.6:1、1.5:1、1.4:1。

為了提升實驗之可信度，每個比例進行三次實驗，最後針對試片頂部之環氧樹脂懸浮比例進行分析。

圖 3 為兩種製作蠟材異形冷卻水路方法示意圖。本研究提出三種製作模具的方法：(a) 區塊法：澆注蠟材之模具是由數塊區塊組合而成；(b) 剖半法：澆注蠟材之模具是由兩個半剖面

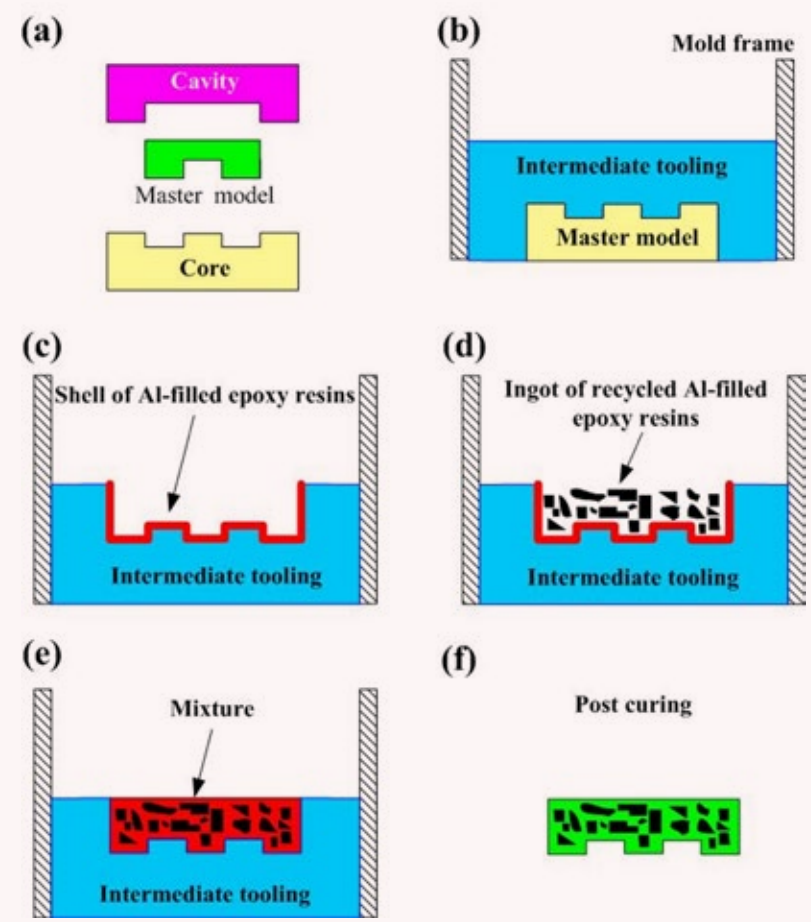


圖 7. 具經濟效益之具有異形冷卻水路大尺寸快速模具製作流程示意圖 (a) 運用 Pro/E 軟體之零件設計模組設計研究載具，接續運用 Pro/E 軟體之模具設計模組拆公、母模仁，(b) 運用研究載具製作中介模具，(c) 製作大尺寸快速模具表面之薄殼，(d) 置入再生金屬樹脂塊材，(e) 澆注金屬樹脂複合材料以填補空洞，並等待整體快速模具產生固化，(f) 大尺寸快速模具後硬化處理

組合而成以及 (c) 改良式剖半法。圖 4 為異形冷卻水路設計之示意圖，根據產品厚度 w 為 3 mm，本研究選擇冷卻水路管徑 d 為 10 mm，冷卻水路管徑中心與模具表面距離 a 為 1.5 倍管徑，因此冷卻水路管徑中心與模具表面距離為 15 mm，冷卻水路與冷卻水路之中心距離 b

為 2.5 倍管徑，因此冷卻水路與冷卻水路之中心距離為 25 mm。

圖 5 為具有異形冷卻水路之大尺寸快速模具製作流程示意圖，研究載具為一跑車之車殼，長度、寬度與高度分別為 310 mm、150 mm

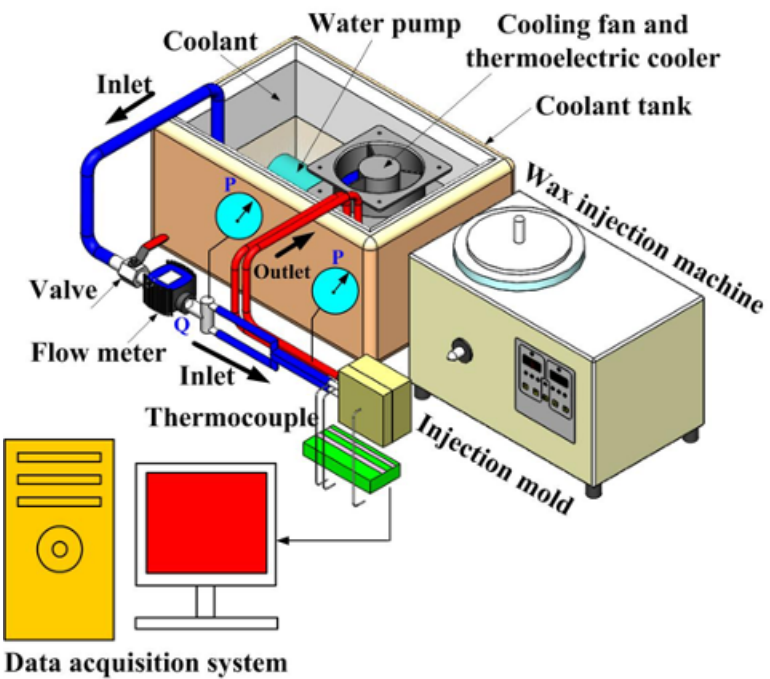


圖 9. 具有幾何形狀複雜異形冷卻水路大尺寸快速之冷卻效率系統示意圖

與 90 mm，製作研究載具之材質為 ABS，研究載具實體圖，如圖 6 所示。為了減少金屬樹脂模具製作成本，本研究使用金屬樹脂再生粉末與環氧樹脂之最佳混合物來製作快速模具，圖 7 為具經濟效益之具有異形冷卻水路大尺寸快

速模具製作流程示意圖，圖 8 為具有異形冷卻水路之大尺寸快速模具剖面示意圖。為了研究具有幾何形狀複雜異形冷卻水路大尺寸快速之冷卻效率，本研究建構一套射出成型模具冷卻系統，示意圖如圖 9 所示。

3. 結果與討論

圖 10 為製作蠟材異形冷卻水路之模具實體圖。為了節省 3D 列印材料，本研究提出改良式區塊法，將模具外部非重要地方移除，以減少 3D 列印材料之使用量，結果如圖 11 所示。

圖 12 為運用區塊法製作之蠟材異形冷卻水路實體圖。為了解剖半法模具厚度太薄之缺點，本研究提出改良式剖半法，圖 13 為運用改良式剖半法所製作之蠟材異形冷卻水路實體圖，結果明顯說明，根據蠟材異形冷卻水路之製作品質、良率、前置作業時間、列印時間以及列印

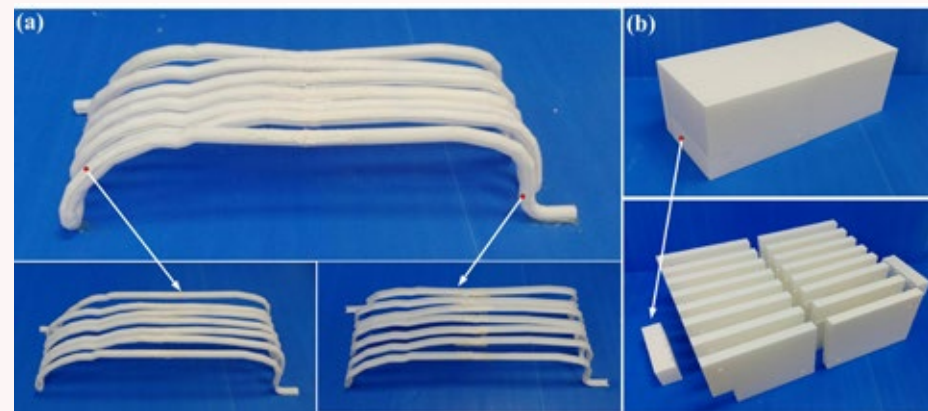


圖 10. 製作蠟材异形冷卻水路之模具實體圖 (a) 剖半法與 (b) 區塊法

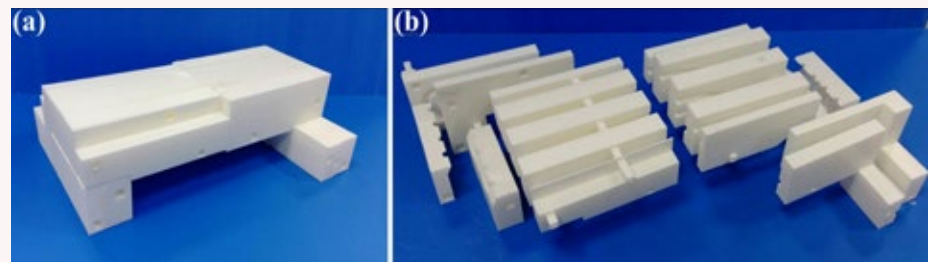


圖 11. 改良式區塊法 (a) 組裝圖與 (b) 部分零件分離情形

耗材使用量，本研究發現改良式剖半法為製作幾何形狀複雜异形冷卻水路之最佳方法，主要原因為改良式剖半法之前置作業時間最短，剖半法、區塊法以及改良式剖半法之繪圖時間分別為 112 小時、50 小時與 20 小時。改良式剖半法之模具製作時間適中，剖半法、區塊法以及改良式剖半法之模具製作時間分別為 136 小時、520 小時與 207 小時。改良式剖半法之模

具製作成本適中，剖半法、區塊法以及改良式剖半法之列印耗材使用量分別為 931 克、3888 克與 1942 克。運用改良式剖半法所製作蠟材异形冷卻水路之表面品質較佳，主要地原因為溢料較最少，運用區塊法所製作蠟材异形冷卻水路之表面品質適中，主要地原因為溢料較最多，但是運用剖半法所製作蠟材异形冷卻水路之表面品質不佳，蠟材异形冷卻水路之表面有

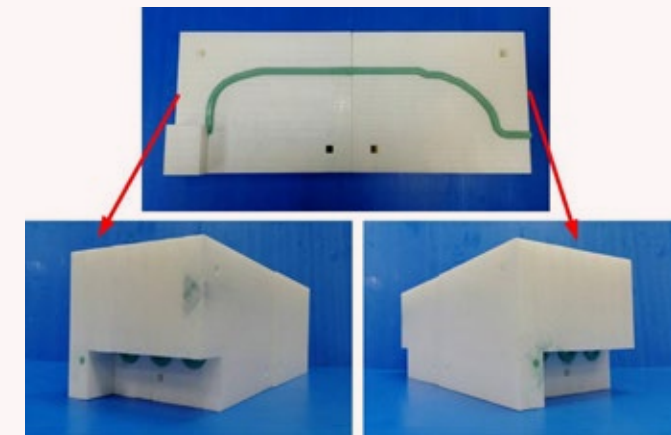


圖 12. 運用區塊法製作之蠟材异形冷卻水路實體圖

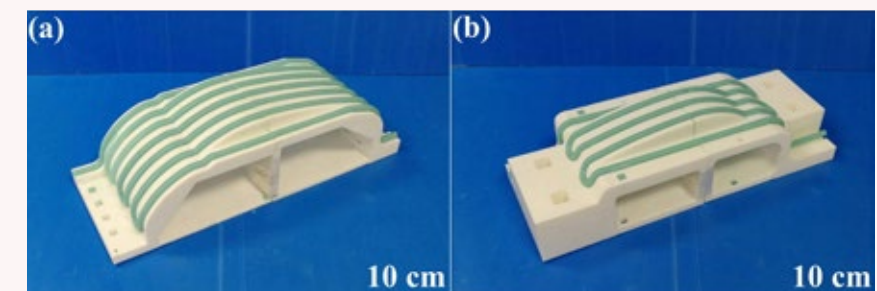


圖 13. 運用改良式剖半法所製作 (a) 母模仁與 (b) 公模仁之蠟材异形冷卻水路實體圖

很多線條，主要的原因為剖半法模具厚度太薄，進而影響模具之組裝精度。運用改良式剖半法所製作蠟材异形冷卻水路最好脫模，運用區塊法所製作蠟材异形冷卻水路脫模性適中，但是於蠟材异形冷卻水路之轉彎處具有諸多氣泡，拔模時容易產生斷裂，但是運用剖半法所製作蠟材异形冷卻水路最不容易脫模，主要的原因為剖半法模具太薄，進而影響模具之拆解容易

性，所以改良式剖半法所為製作蠟材异形冷卻水路之最適方法。此外，本研究所使用之异形冷卻水路具有適當 R 角，如果與傳統直進直出之冷卻水路比較，此種冷卻水路比較不會有死水區，冷卻水路也比較不會積水垢。

圖 14 為不同再生金屬樹脂粉末與環氧樹脂之重量混合比例與環氧樹脂懸浮比例之關係；

運用環氧樹脂與再生金屬樹脂粉末重量比例 1.4:1 與 1.5:1 所調配之混合物太黏稠，硬化後之試片，如圖 15 所示，混合物之流動性不佳，因此無法運用製作大尺寸快速模具。相反地，運用環氧樹脂與再生金屬樹脂粉末重量比例 2:1 以上所調配混合物之環氧樹脂懸浮比例太大，硬化後之試片，如圖 16 所示，運用此比例所

製作之大尺寸快速模具，整體機械性質較不均勻。為了使試片頂部之環氧樹脂懸浮比例降至最低，本研究於環氧樹脂與再生金屬樹脂粉末重量比例 1.6:1 內部再添加 2 wt%、3 wt%、4 wt%、5 wt%、6 wt%、7 wt% 與 8 wt% 之分散劑，即分散劑重量為 3.2 g、4.8g、6.4 g、8.0 g、9.6 g、11.2 g 與 12.8 g。藉由所製作

試片之剖面進行分析，發現環氧樹脂懸浮比例為 0%，如圖 17 所示，此結果表示環氧樹脂與再生金屬樹脂粉末重量比例 1.6:1 所調配之混合物添加分散劑後，再生金屬樹脂粉末能均勻分散於環氧樹脂內。為了進一步研究分散劑之效益，本研究將分散劑之添加重量縮為原本之 1/10，發現結果一樣，即再生金屬樹脂粉末能

均勻分散於環氧樹脂內。根據上述之研究結果，本研究發現於環氧樹脂與再生金屬樹脂粉末重量比例 1.6:1 所調配之混合物，內部添加微量之分散劑，即可達到再生金屬樹脂粉末均勻分散於環氧樹脂內之目的。

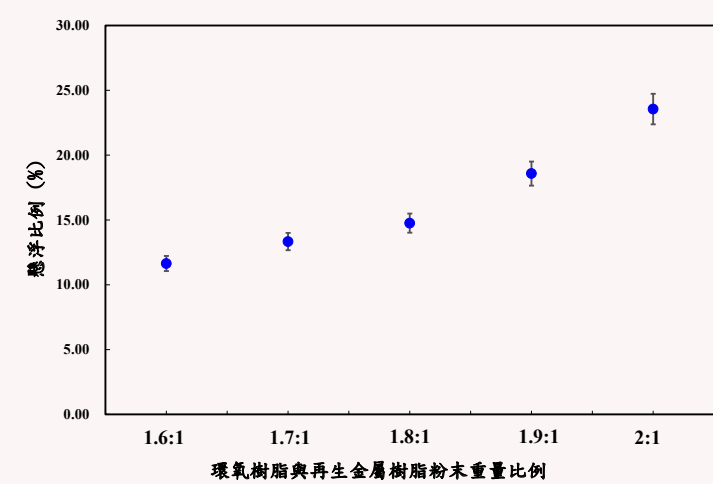


圖 14. 不同再生金屬樹脂粉末與環氧樹脂之重量混合比例與環氧樹脂懸浮比例之關係

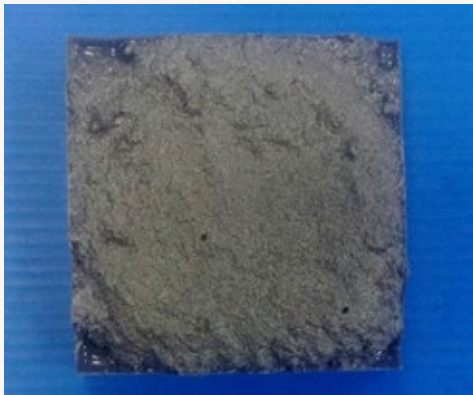


圖 15. 運用環氧樹脂與再生金屬樹脂粉末重量比例 1.4:1 與 1.5:1 所製作試片之實體圖

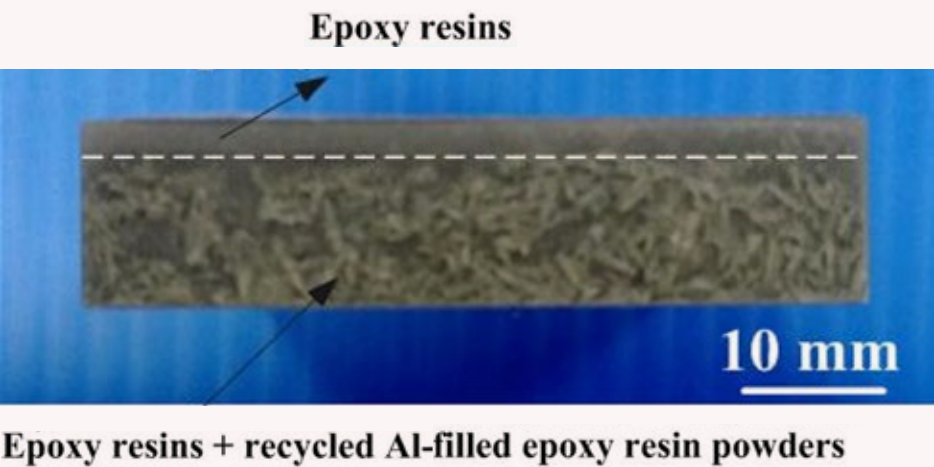


圖 16. 運用環氧樹脂與再生金屬樹脂粉末重量比例 1.4:1 與 1.5:1 所製作試片之實體圖

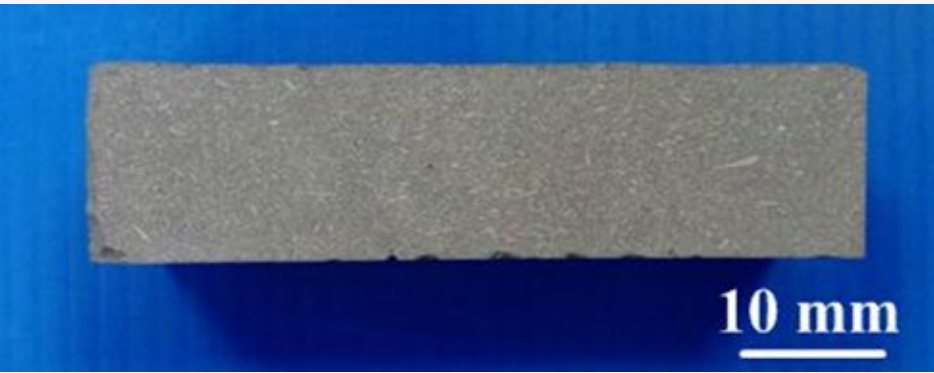


圖 17. 再生金屬樹脂粉末均勻分散於環氧樹脂內部之結果

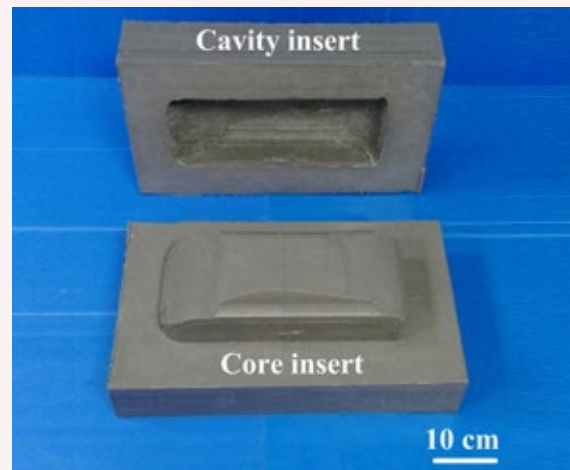


圖 18. 不具異形冷卻水路之大尺寸快速模具實體圖

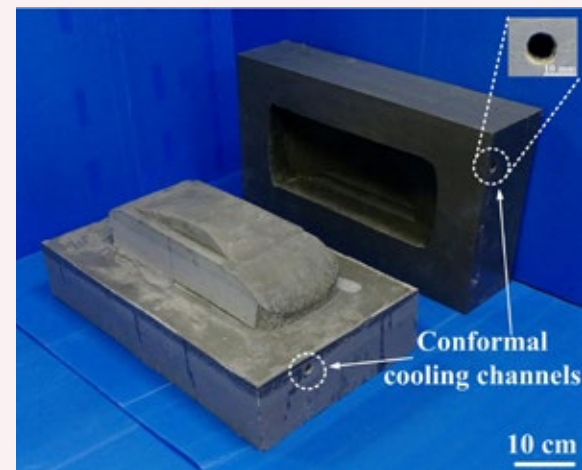


圖 20. 具有幾何形狀複雜異形冷卻水路之大尺寸快速模具實體圖

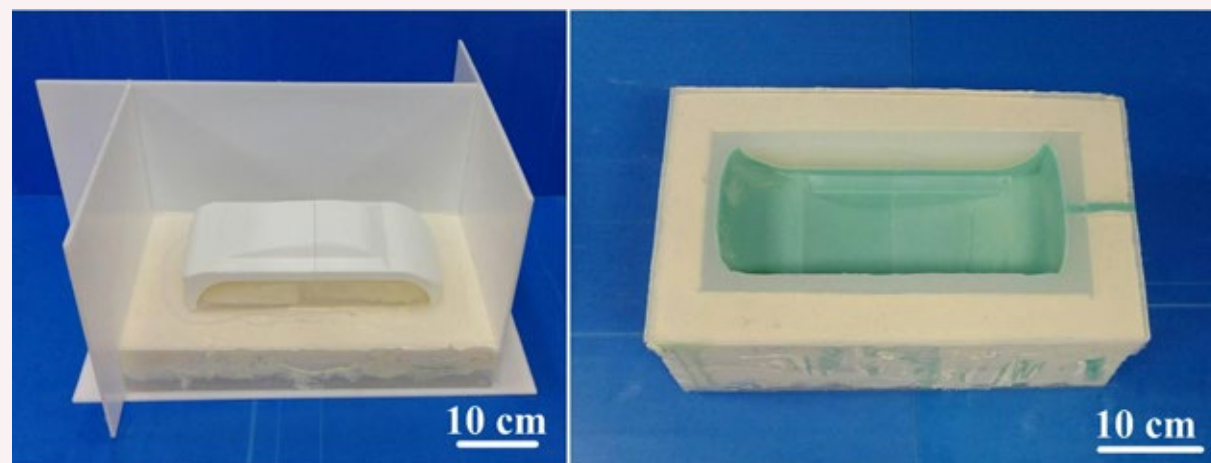


圖 19. 具有幾何形狀複雜異形冷卻水路之大尺寸快速模具於製作過程使用中介模具情形

Data acquisition system Wax injection machine

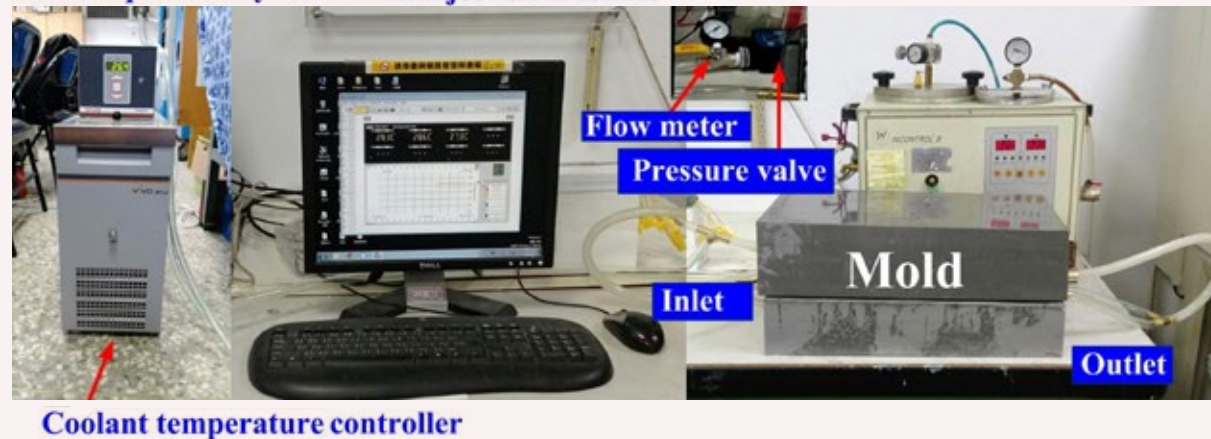


圖 21. 大尺寸快速模具進行射出成型後之冷卻情形

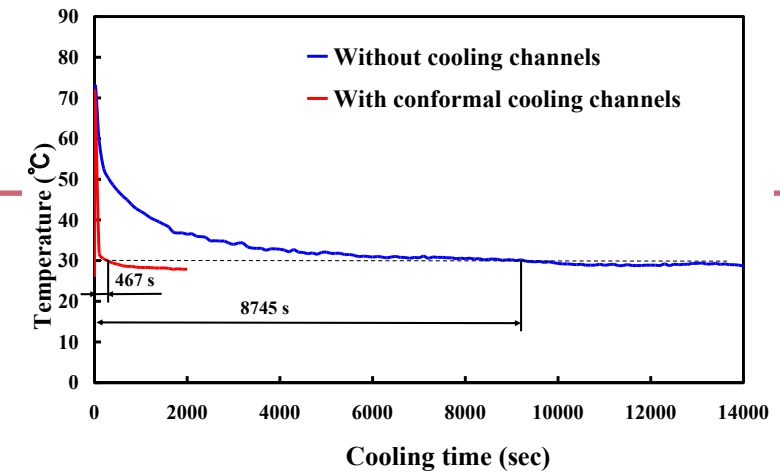


圖 22. 大尺寸快速模具之產品溫度與冷卻時間關係圖 (a) 不具冷卻水路與 (b) 具異形冷卻水路

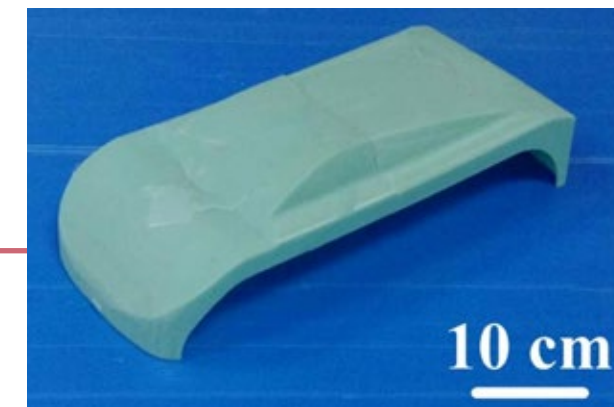


圖 23. 運用具有幾何形狀複雜異形冷卻水路大尺寸快速模具之射出成型產品實體圖

當中介模具製作完成後，即可運用此中介模具來製作不具異形冷卻水路與具有幾何形狀複雜異形冷卻水路之大尺寸快速模具。本研究調配再生金屬樹脂粉末與環氧樹脂來製作不具異形冷卻水路大尺寸快速模具，此方法對於製作大尺寸快速模具非常實用與具備經濟效益。圖 18 為不具異形冷卻水路之大尺寸快速模具實體圖，節省模具製作成本比例約為 83.4%。

圖 19 為具有幾何形狀複雜異形冷卻水路之大尺寸快速模具於製作過程使用中介模具情形；

圖 20 為具有幾何形狀複雜異形冷卻水路之大尺寸快速模具實體圖；圖 21 為大尺寸快速模具進行射出成型後之冷卻情形，圖 22 為大尺寸快速模具之產品溫度與冷卻時間關係圖，冷卻液之流量約為 16 L/min，不具冷卻水路與具異形冷卻水路快速模具內部之蠟型達到脫模溫度時間分別約為 8745 秒以及 467 秒，此結果表示，具異形冷卻水路快速模具內部之蠟型達到脫模溫度之時間明顯縮短，縮短時間為約為 8278 秒，節省冷卻時間約為 94.7%。圖 23 為低壓射蠟成品實體圖。

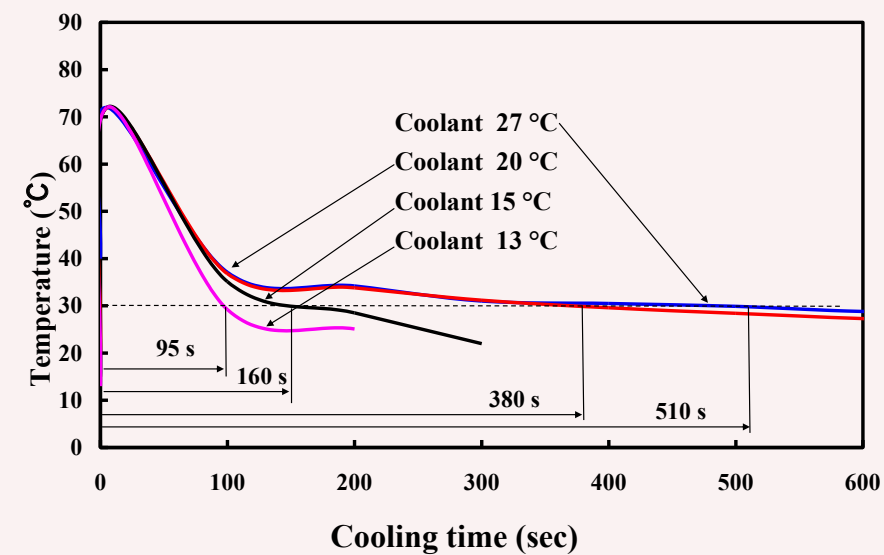


圖 24. 不同冷卻液溫度之產品溫度與冷卻時間關係圖

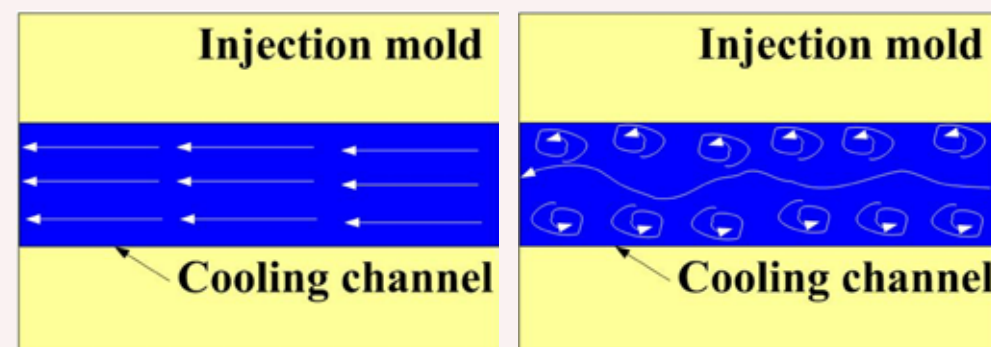


圖 25. 冷卻液之流動 (a) 層流與 (b) 紊流示意圖

圖 24 為不同冷卻液溫度之產品溫度與冷卻時間關係圖。當冷卻液溫度為 27 °C、20 °C、15 °C 與 13 °C，模具內部之蠟型達到脫模溫度之時間分別為 510 秒、380 秒、160 秒與 95 秒，此結果表示當冷卻系統使用較低溫之冷卻液，模具內部之蠟型達到脫模溫度之時間越短。圖 25 為冷卻液之流動為層流與紊流示意圖，為了了解不同冷卻液流量與冷卻時間之關係，圖 26

度與冷卻時間關係圖，當冷卻液之流量 2.8 L/min、3.9 L/min、4.5 L/min 與 5.5 L/min 之雷諾數分別約為 5945、8280、9554 與 11677，冷卻時間分別約為 549 秒、880 秒、1026 秒與 1131 秒，此結果表示當冷卻液達到完全紊流後，冷卻液之流量越小，對於節省冷卻時間有顯著效果，主要的原因為冷卻液可以有充分時間吸收產品之熱量。

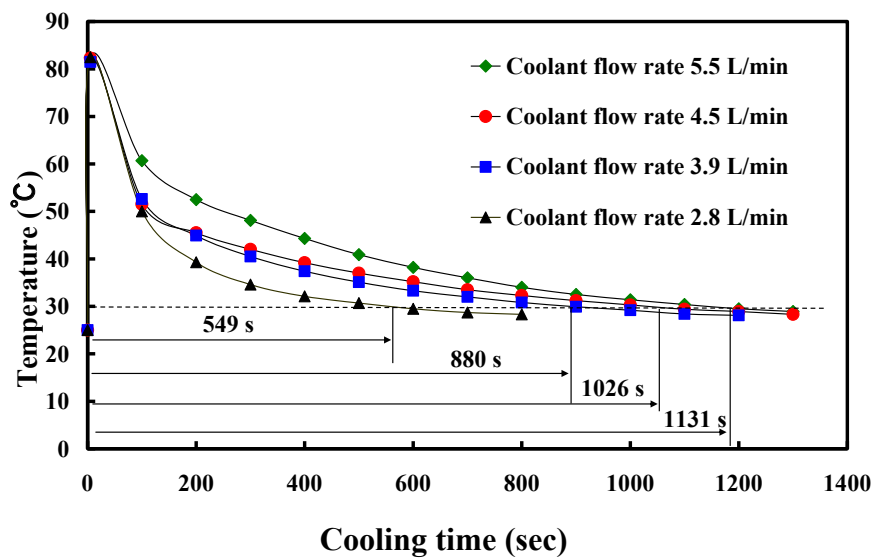


圖 26. 不同冷卻液流量之產品溫度與冷卻時間關係圖

4. 結論

本研究基於節約資源以及減少廢棄物污染環境的概念下，針對再生金屬樹脂粉末與環氧樹脂之最佳重量混合比例進行研究，研究結論如下所示：

1. 改良式剖半法所為製作蠟材異形冷卻水路之最適方法。於環氧樹脂與再生金屬樹脂粉末重量比例 1.6:1 所調配之混合物，內部添加微量之分散劑，即可達到再生金屬樹脂粉末均勻分散於環氧樹脂內之目的。

2. 本研究所研製之大尺寸快速模具之長、寬與高分別為 470 mm、270 mm 與 180 mm，此一特色是運用選擇性雷射燒結方式、選擇性雷射熔融、直接金屬堆積技術以及直接金屬雷射燒結技術比較難達到。運用本研究所提出之大尺寸快速模具，製作成本節省約 83.4 %。

3. 如與低壓射蠟快速模具不具異形冷卻水路進行比較，當低壓射蠟快速模具具有異形冷卻水路，可以節省冷卻時間約 94.7 %。

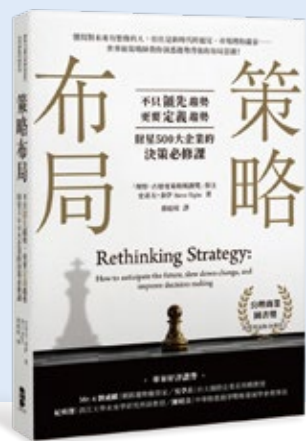
參考文獻

- [1] L. Chen, Y. He, Y. Yang, S. Niu, H. Ren, "The research status and development trend of additive manufacturing technology," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Volume 89, Issue 9, 2017, Pages 3651–3660.
- [2] S. Rahmati, "10.12 - Direct Rapid Tooling," Comprehensive Materials Processing, Volume 10, 2014, Pages 303-344.
- [3] Nagahanumaiah, B. Ravi, "10.13 - Indirect Rapid Tooling," Comprehensive Materials Processing, Volume 10, 2014, Pages 345-373.
- [4] W. C. Lee, C. C. Wei, S. C. Chung, "Development of a hybrid rapid prototyping system using low-cost fused deposition modeling and five-axis machining," Journal of Materials Processing Technology, Volume 214, Issue 11, 2014, Pages 2366-2374.

策略布局：

不只領先趨勢，更要定義趨勢，財星 500 大企業的決策必修課

懂得對未來有想像的人， 往往是新時代的寵兒、市場裡的贏家！
財星 500 大企業御用策略師教你 洞悉趨勢背後的布局思維



面對瞬息萬變的時局，你或許疑惑：

- 如何在競爭對手察覺到市場變化和機會前，就搶先預測一切？
- 我們該如何定位自身行業，好在未來持續立於不敗之地？
- 如何跳脫框架，殺出新市場？
- 如何系統化地想像未來，找出新的可能性與發展商機？
- 如何深掘潛在的市場需求？

當混亂與未知成為新常態，未來就像一個巨大遼闊、不確定又不可知的黑洞，我們必須有能力改變行為模式，甚至推翻既有的生財管道以因應時代脈動；也必須有能力創造出與眾不同的策略展望，讓自己和競爭對手有所區別，建立起持續性的優勢。世界級頂尖策略師，完整揭祕搶占先機的布局技巧與藝術！本書作者史蒂夫·泰伊為頂尖策略顧問，他曾與多家財星 500 大企業合作，幫助企業想像多種未來的可能性，超前規劃因應之道。在書中，作者彙總多年來的學術經驗與實務心得，帶領讀者透過情境規劃，探究不同的未來脈絡，從中思考自身的策略定位和目標。要成為市場先驅者，顛覆遊戲規則，你必須學會：

- ▣ 洞察先機，預想即將出現的市場變化
- ▣ 崛起於危機與不確定性中
- ▣ 克服短視思維，拓展脈絡性視野
- ▣ 動員內部支持者以推動策略執行
- ▣ 將前瞻思維植入規劃與創新過程
- ▣ 以獨創的方法，辨識剛萌芽的議題與機會

本書透過詳盡的案例研究和實務工具，如七大預想機會雛型的技巧、情境規劃、環境偵測等，幫助讀者看準市場脈動提出對應策略，避免陷入「做、白做、重做」的無限迴圈。與其在這場變局中坐以待斃，不如積極參與變革，驅動策略性思考，擁有預見未來變化的想像力與創新技能。

好評推薦

「比趨勢還要更前面的隱藏趨勢，比浪頭還要更高的極致浪尖，本書作者提出了一套非常系統化的方法，讀了此書，早別人一步搶走未來！」——Mr. 6 劉威麟，網路趨勢觀察家

「在 VUCA 時代中，讓以往由上而下，如同儀式般規劃程序所產生的策略愈顯過時。作者史蒂夫·泰伊以業界的經驗與所學，提出一套能激發組織內部興業能力，因而讓公司從不確定性中更快速掌握機會的流程。作者建議賦權組織，讓經理人具備環境敏感度，因而產生策略獨特性。本書呼應當前業界對於組織敏捷性的追求。」——吳學良，台大國際企業系特聘教授

「未來力就是前瞻與未來設計能力。本書特別介紹的情境規劃就是分析設計未來的能力，前瞻力不是單一答案的預測，而是利用不同的未來情境規劃，在當下做出最佳的決策。作者以其在福斯特集團擔任前瞻經理的經驗，說明如何運用情境規劃洞燭先機並解決問題。本書值得所有急需預見未來的人熟讀！」——紀舜傑，淡江大學未來學研究所副教授

「面對動態變化的市場環境，企業策略往往不是一條明確、直線的方向，而是在未知環境下持續摸索可行的路徑。而本書所提出『然後呢？』、『所以呢？』、『現在呢？』的三階段省思方法，有效提供企業在混沌市場中，靈活釐清市場新商機、發展新策略的可操作方法。」——陳昭良，中華動態競爭戰略發展學會理事長

「這本書幫助你掌握關鍵策略，釐清混亂中的事件樣貌，並充分掌握商機。泰伊的書寫風格易讀好懂、內容豐富，而且發人深省！身為一名組織心理學家，我發現自己如今會以嶄新的視角思考未來。謝謝泰伊！」——莉·沃特

斯（Lea Waters），澳洲百大最具影響力女性、正向心理學家

「本書提供了易讀好懂的方法，完整揭開策略思考如何運作的神祕面紗。對任何希望從策略的複雜性中抽絲剝繭，開闢一條可行之路的人，泰伊提供了一條務實可行的道路。」——保羅·格洛斯特（Paul Gloster），可口可樂 Amatil 公司策略經理

作者

史蒂夫·泰伊（Steve Tighe）

專攻未來、策略與創新的頂尖企業顧問，曾於全球知名釀酒商福斯特集團擔任前瞻經理，亦與多家世界級的企業龍頭合作，如通用汽車（General Motors）、卡夫亨氏公司（Kraft）與澳洲博奕大廠 Aristocrat（Aristocrat Technologies）等，探索產業未來情境，設計因應的創新策略。

史蒂夫·泰伊曾榮獲美國策略規劃協會頒發的「理查·古德曼策略規劃獎」（Richard Goodman Strategic Planning Award），以表彰其策略專業。

譯者

郭庭瑄

紙本書成癮，喜歡文字，喜歡想像，喜歡探索不同的人事物。現為自由譯者兼專業貓奴。譯有《起床後的黃金 1 小時》、《清秀佳人》、《彼得潘》、《有毒姻親》、《被剝削的童年》、《解碼梵谷》、《帶戈壁回家》等書及多部繪本作品。

顛覆致勝：

貝佐斯的「第一天」創業信仰，打造稱霸全世界的 Amazon 帝國

《執行力》管理大師，瑞姆·夏藍最新力作
首度揭示亞馬遜六大創新管理原則
全方位解讀貝佐斯「顛覆致勝」的關鍵！



- ★ 巴菲特讚譽亞馬遜：「奇蹟！」
- ★ 全球知名企業執行長，Honeywell、奇異、花旗銀行前總裁齊聲推薦
- ★ 台灣產學界好評盛讚，數位轉型時代的新管理啟示錄

傲視全球的電商帝國亞馬遜，如何做到最多元的品項？最優惠的價格？最快速的物流服務？他們的事業團隊為何能不斷擴展營銷版圖？一小時做完一天工作？還能做得又快又好？

管理大師瑞姆·夏藍看亞馬遜的成功，不僅是靠著網路起飛的趨勢，更是透過內部不斷創

新顛覆，將這樣的精神實踐於「商業模式」、「人才招聘」、「數據指標」、「創新引擎」、「決策機制」、「組織文化」等六大經營管理面向。通透最完整的亞馬遜管理體系，並學習他們的致勝法則，你也能提升頂尖標準，加速自我成長。

了解亞馬遜，對我們有什麼用？

• 如果你是企業家

在未來，所有企業都會是數位化的企業。被顛覆的也許不只是某間公司，更是某個行業，此刻的你，敢不敢改變？

• 如果你身為高層團隊

數位時代，是用智慧化的方式來管理企業，高層們已經可以從繁重的日常經營管理任務中解放出來，此刻的你，還能否突破？

• 如果你是中階層主管

中階主管是團隊裡的小 CEO，企業的產品與服務會從這群人之中誕生。此刻的你，可以試試看什麼？

• 如果你是職場新鮮人

新時代，會帶來很多新問題，就連職場老將也未必見過。這個時代給了你前所未有的好機會。此刻的你，可以如何把握？

• 如果你是創業者

隨著業務與團隊規模增長，你將必須建構自己的管理體系。請不要再把沿襲百年的傳統管理方式當作樣板，不假思索地繼承下來。此刻的你，是否願意一起探索？

六大創新管理原則，帶你深度思考，搶得競爭優勢

• 拓展商業模式

不該時時刻刻聚焦於對手，因為更重要的是「顧客至上」。你能為顧客做些什麼？看亞馬遜如何讓顧客滿意，還能讓顧客驚喜。

• 審視人才招聘

貝佐斯曾說：「你的人，就是你的企業；人不對，再怎麼補救都沒用。」在「以人為本」的背後，亞馬遜會如何用挑剔的眼光，尋找非凡的人才？

• 聚焦數據指標

數據資料已成為新的核心資產，更是提升效率的關鍵。且看亞馬遜如何善用數據指標，一舉從繁瑣的日常管理當中徹底解脫。

• 支持創新引擎

要持續領先，你得不斷創新。在這樣的過程中，亞馬遜又是怎麼面對「顛覆」的代價，帶來無人可及的領導性成長？

• 加速決策機制

決策要既好又快，重點在「快」！你還在用

耗時、繁複的流程進行決策嗎？實際看看亞馬遜的「深度思考」法，大幅度翻轉決策效率。

• 打造組織文化

無論公司發展多快、實力多強，規模一大難免遇上「大公司病」。亞馬遜如何避免自己落入停滯的「第二天」？又是如何每天都像創業第一天，快速靈活、持續進化？

面對飛速變動的時代，對於職場工作者而言，沒人能提供正確完美的答案，而亞馬遜的經營管理方式，絕對值得借鏡。

這不是一種選擇，而是必須去做。亞馬遜的「顛覆」之道，無疑是一部管理革新的現代啟示錄。

作者

瑞姆·夏藍（Ram Charan）

全球著名管理大師、暢銷書作家。畢業於哈佛大學，擁有企業管理碩士（MBA）及博士學位，更獲得象徵頂尖的「貝克學者」殊榮。畢業後曾於哈佛商學院、西北大學商學院任教，皆獲得「最佳教師」肯定。

過去五十年，夏藍服務過諸多知名企業，包括奇異、杜邦、3M、可口可樂、荷蘭航空、美國銀行等公司。透過企業故事與案例引導，以最淺顯易懂的方式，協助商業組織推翻隔閡，說服高階主管轉變觀點。

夏藍也致力於傳遞商學概念，於美國《財星》、《金融時報》、《哈佛商業評論》等知名雜誌發表文章。出版過《執行力》、《逆轉力》等書，是《紐約時報》、《華爾街日報》書籍銷售排行榜上的常勝軍，影響力甚廣。

譯者

楊懿梅

瑞姆·夏藍合夥人，畢業於清華大學與哈佛商學院，曾任職麥肯錫顧問公司、貝恩資本（Bain Capital）投資公司，在管理顧問和股權投資領域有豐富的實戰經驗。目前為清華大學與美國麻省理工學院（MIT）聯合的全球 MBA 課程授課。



人生賽道， 勇敢試也要勇敢放棄

生涯與職涯這條路，除了向前跑的衝勁，
你更需要轉換賽道的勇氣！

- ★ 新創與職涯輔導專家劉宥彤，從自身經驗出發，幫大家「踩大便也要好好脫身」，分享職場「賽到」的修鍊生存法則。
- ★ 不管是求職被拒、黑道追債、合夥失敗、創業辛酸、中年轉職，甚至跨業逆轉勝，你可以從中明白：人生學會做「選擇」，比努力更重要！
- ★ 曾任職於各式高壓職場，擔任大電視台記者、知名廣告公司公關、基金會執行長等工作；也曾與人合夥從零開始創業打拚。現今看似人生勝利組的劉宥彤，職涯中也遭遇過各種「狗急跳牆」的經歷，這些獨到的歷練與心得，成為書中 20 篇職場升級密技與打怪必勝絕招。
- ★ 透過本書，社會新鮮人在進入職場前可以預做心理準備，了解快速跳階存活的方法；苦悶資深職場人，也可以從中獲得一點生存的動力與啟發。

自序 -- 擁有不遺憾的人生

想像某一天，人生蒼暮，已至夕落，閉上眼睛的那一刻，墓誌銘上會寫什麼？如果人生「以終為始」來活，會不會有機會為自己設計一個「不遺憾的人生」？

有人問心理學家佛洛伊德（Sigmund Freud），對人生來說最重要的是什麼？他總結了兩句話：「努力愛人！努力工作！」

原來，「不遺憾的人生」簡單到只需要做這兩件事就夠了，但人生就是複雜到這兩件事常常做不好。

職場就是江湖，有人就有江湖。在一萬多個日子的職涯中，我推坑自己無數次，也曾想過千千萬萬次「早知道……就如何如何」，不管是找工作、追理想、創業、合夥、欠債、中年轉業、瘋狂斜槓，或是找尋人生的價值與意義，都是在江湖上闖盪。

我寫下這本書，是希望成為職場朋友們「早知道」的防身錦囊，但是也想提醒大家擁有「不遺憾的人生」。除了工作，還需要愛，用愛生活，會使自己幸福；用愛工作，會使很多人幸福。

【推薦序】

風雨生信心，而寧靜在風雨之中

郭台銘 鴻海科技集團暨永齡基金會創辦人

創業有三個條件：堅忍的毅力、向前衝的傻勁、智慧比聰明重要。我一直認為 Amanda 是個符合創業家性格的人，而這樣的性格不僅適合創業，更適合在不確定的人生中為自己找出一條道路。

順境的人生人人會走，只是速度快慢而已，人要學著走逆境，而且越年輕越好，因為逆境才是真正學習成長的機會。Amanda 把她從出社會至今的學習成長寫成這二十章的精華內容，對創業者、就職者、社會新鮮人都有可參考的價值。

我常說成功的人找方法，失敗的人找理由，有時要突破困難，首先需要先有想突破的心態，可不可能，不是問題，而是行動。我認為 Amanda 一直是屬於行動派的人，做中學，學中做，就像她在其中一章描述「老猴子也要有新把戲」，她就是個永遠會找事情做的行動派。我常說天底下沒有完美的辦法，但一定有更好的辦法，Amanda 對於「想辦法解決問題」的精神，非常值得年輕人學習。

從書中內容可以發現 Amanda 的人生職涯可以用「風雨生信心」來形容，但正所謂風雨中的寧靜，沒有風雨，哪來的寧靜？寧靜其實在風雨之中，風雨給的磨練，端看大家是否能用成長心態看世界。

很高興看到 Amanda 在基金會推動的各種工作帶給社會及許多人支持與力量。希望這本書有同樣的效果，也能帶給許多在人生或職涯上迷惘的朋友更多啟發。

【推薦序】

勇敢，是她的代名詞

謝馨慧 台灣奧美集團董事總經理

跟 Amanda 認識的這些年來，我們互動的關係，從最早的媒體記者跟公關人員，變成公司部屬與主管夥伴，再演化成客戶與代理商，目前進階成為互相支持打氣的心靈摯友。我們共同經歷了身為職業婦女、孩子母親、妻子伴侶的多重複合角色，承擔工作、生活、生命的各式兩難糾結的階段，彼此同理笑淚談心。因為我們兩人的個性，實在有著天南地北的差異，我從她身上總能學習到與我互補的難得特質。

為什麼這麼說呢？因為她是土向星座魔羯，我是風向星座天秤；她工作資歷歷經百戰，我的職涯由始至終；她敢衝敢做，我平衡後動；她擁有舞台群眾閃亮魅力，我是屬於幕後協調統籌。在擔任她主管的數年中，她帶領公司內當時最大的團隊，服務最大營收的幾個客戶，她像是一個自帶 power 的福星，過關斬將，勇往直前，過程如戲劇般曲折變化。她總是一貫使命必達的做事態度，令我總是忍不住想要為她的勇敢起立鼓掌。

確實，如同這本書她對自己人生賽道的精采故事分享，「勇敢」是 Amanda 的代名詞，那源自於一個樂觀而不服輸的哲學底蘊。她在人前微笑，轉身後就服用自我療癒的維他命；看待每一個挑戰，她都是勇敢接受，勇敢當責，勇敢承認贏與輸。她的世界由她自己創造，而她的勇敢讓她像神力女超人一樣，無所不能。

【推薦序】

學習當個沒有標準答案的成熟大人
龔建嘉 鮮乳坊創辦人

和 Amanda 認識以來，看到她在各種角色上的轉換，從永齡基金會到新創競技場，中途走上政治舞台，在不同領域中穿梭，如此勇敢的接受挑戰，總是讓人覺得不可思議又佩服無比。每次碰面聊天，她看似都能在這些挑戰中用輕鬆開放的方式面對。在這本書中，我終於看到了很多人生歷練所累積的智慧，從各種不同的工作經歷當中所獲得的寶貴經驗，包括和郭董的共事、創業的經驗等等，她大方的分享這些故事，實在精彩萬分。

我也很榮幸曾和書中所提到的天使佩玉姊、吉仁哥碰過面，甚至一起到屏東的永齡農場親身體會如何透過農場經營改變災民的人生，以及在地方上開創一條全新的農業之路。當時的感動至今仍難以忘懷，太多人說的比做的更多，而我看到的是他們在默默付出的過程中，一如以往的懷抱初心與改變世界的責任心，為夥伴們創造了一條共享的道路。

在一些性格上，似乎我也有與她相似之處，像是不喜歡尊崇權威以及特別愛問為什麼，時常被歸類在「反抗軍」行列，或許正是因為叛逆的個性才走上了創業之路。書中提到創業過程當中要有「審慎的樂觀」的性格，還有把幸運極大化的正面思考能力，才能夠找到面對未知的勇氣，這些我實在非常同意。我在創業前，覺得自己是

一個運氣很差的人，因為從來沒有什麼偏財運，抽獎也永遠沒有我的份，但創業後才發現，所有的幸運都在每日的生活當中，無論是找到一群超棒的工作夥伴，還有許多非常照顧我的產業前輩，都讓我充滿感恩，總讓我每天忍不住驚呼真是太幸福，生活實在太有趣了！

還記得「鮮乳坊」剛成立的時候，因為對於想要解決產業結構性的問題充滿了熱忱，但卻缺乏資源，當時提了一個很不完整的乳牛獸醫實習計畫，厚著臉皮向永齡基金會提案。Amanda 對我的計畫不但沒打槍，還給予好的建議，甚至透過基金會的力量共同支持這個教育學習計畫，順利讓超過六十位同學參與牧場的職涯前實習，並真實讓產業人才增加超過百分之十！Amanda 就像一個俠女，帶著善意與熱情用把影響力擴散出去。

從書中可以看到 Amanda 的人生觀，無論在工作上成功與否，在家庭中與時間分配當中，她都不忘「把愛列入輪值」。很多人會覺得越忙的人，家庭關係越沒辦法兼顧，但這偏偏就是值得重新調整生活步調的理由。建議大家重新思考工作的意義，希望可以在簡單滿足財務需求之外，讓責任感與價值等動機主導自己的選擇。前者足夠就好，後者則越多越好。

這不只是一本寫給想創業、當主管的人看的書，在社會上生活的每個人都很值得一看，含金量滿滿。從這些啟發當中，我們一起來學習當個沒有標準答案的成熟大人！

作者

劉宥彤 (Amanda Liu)

目前為永齡基金會執行長、台灣新創競技場 (Taiwan Startup Stadium) 共同創辦人、吉品養生共同創辦人、科技部創新創業激勵計劃 FITI 評審總召集人，並投資多家新創公司，涵括食品、科技、新媒體及品牌行銷等。

2020 年起投入內容經營，包括「大大讀書」導師說書，開立 Podcast「學一件事」並成為百大排行節目，亦擔任電視與網路大型知識型綜藝節目《誰語爭鋒》節目導師。專長領域為職場輔導、創新創業、品牌行銷、公關及危機處理、非營利組織及社會企業運營等。

掌握未來趨勢

「機器人工程師」證照

「自動化工程師」證照

證照名稱

校園說明會&報名時間

2021年考試時間

第10屆
機器人工程師

第24屆
自動化工程師

3月2日~4月30日

5月29日(六)
自動化術科:6月5日

第11屆
機器人工程師

第25屆
自動化工程師

9月1日~10月29日

11月27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：



2021 國際展覽資訊一覽表

展覽日期	展覽名稱 / 地點	備註
03/30-04/02	深圳國際機器人及工業智能化展 (RSE) - 深圳國際會展中心 (新館)	
04/05-04/07	俄羅斯國際工業博覽會 (INNOPROM) - 葉卡捷琳堡國際會議中心	
04/12-04/16	德國漢諾威工業展 - 德國漢諾威展覽中心	
06/23-06/26	泰國國際組裝暨自動化零組件展 Assembly & Automation Technology - 泰國曼谷, BITEC 國際貿易展覽中心	
07/07-07/10	越南胡志明國際工具機暨金屬加工設備展 (MTA Vietnam) - 西貢展覽會議中心 SECC	
07/28-07/30	韓國國際電子製關連展 Electronics Manufacturing Korea(EMK) - 韓國首爾 COEX 展覽中心	參展優惠
08/18-08/21	台灣機器人與智慧自動化展 (TAIROS) 台北國際自動化工業大展 (Automation Taipei) - 臺北南港展覽館	協會主辦
09/22-09/25	印度國際自動化展會 (Automation India) - 印度孟買 MMRDA 會展館	
10/04-10/09	歐洲工具機展 (EMO Milan 2021) - 義大利米蘭國際展覽中心	
10/06-10/08	大阪機械要素展 (M-Tech) - 大阪國際會議中心 (Intex Osaka)	
10/27-10/29	AI EXPO 日本人工智慧應用展覽會 (秋季) - 日本東京 Big Sight	參展優惠
10/06-10/08	越南河內國際工業展 (VIIF) - 越南海防市國際會議中心	
10/13-10/15	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)	
10/27-10/29	名古屋國際智慧工廠展 (Smart Factory Expo Nagoya) - 名古屋展覽中心	參展優惠
11/17-11/20	國際機器人工業展 (METALEX 2021) - 曼谷國際貿易展覽中心 (BITEC)	
11/23-11/26	大灣區工業博覽會 (DMP) - 深圳國際會議中心 (新館)	參展優惠
12/01-12/04	日本國際機器人展 (IREX) - 日本東京 Big Sight	擬籌組參展團、參訪團

★ 備註：本表籌組參展為預訂行程，將依實際獲得國貿局補助後執行，歡迎洽詢業務組，
★ 電話 04-2358-1866#14(Fion)、#26(Eva)、#22(Iris)

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。



社團法人台灣智慧自動化與機器人協會

— 110 年度 課程資訊

開課時間	課程名稱	課程時數	開課地點
04/21-04/23	工業用機械手臂與工具機整合實作培訓班	18	台中
04/28-04/29	機器人工程師術科 (初階) 認證培訓班	12	台中
05/06-05/14	智慧機械手臂技術開發與實務應用培訓班	24	台中 / 桃園
05/13-05/14	AGV 智慧建廠與自動倉儲導入	12	台中
05/08-05/15	自動化工程師 level 1 證照考試題庫班	16	台中
05/08-05/16	機器人工程師 (初階) 證照考試題庫班	24	台中
05/20-05/21	高效率切削製程技術	12	台中
05/22-05/23	自動化工程師證照術科實作培訓班	16	北中南
05/27-05/28	AOI 與視覺感測技術應用實務	12	台北
06/03-06/04	CAD 電腦輔助設計工具機結構	12	台中
06/10-06/11	如何有效導入自動化系統整合及專案管理	12	台北
06/11-06/18	數位轉型 - 半導體製程設備設計	12	台中
06/17-06/25	AI 智慧製造應用人才培訓班	24	台中
06/24-06/25	精度定位與量測原理實務培訓班	12	台中
07/01-07/02	加工應用與機聯網感測器介紹與實作	12	台中
07/08-07/09	CAE 電腦輔助工程分析	12	台中
07/15-07/16	PLC 與人機介面應用操作實務 (初階)	12	台北
07/08-07/16	AI 智慧物流系統與 AS/RS 自動倉儲導入	24	台中
07/14-07/16	CNC 工具機智動化系統整合實務培訓班	18	台中
07/22-07/23	機械設計與公差設計應用實務	12	高雄
07/29-07/30	機器伺服控制設計實務	12	台中
08/05-08/06	工具機機台校正與最佳化	12	台中
08/26-08/27	工具機機電整合系統開發設計培訓班	12	台中
08/26-09/03	自動化光學檢測 (AOI) 與 AI 視覺感測技術應用培訓班	24	台北

開課時間	課程名稱	課程時數	開課地點
09/02-09/03	工具機機電整合模擬技術與應用培訓班	12	台北
09/09-09/10	工具機設備動態模擬分析實務	12	台中
09/09-09/10	晶圓機器人與奈米定位平台用於晶圓檢測	12	台中
09/09-09/17	(AI) 深度學習 -Python 與 TensorFlow 開發實作	24	台北
09/16-09/17	半導體製程設備通訊標準	12	台中
09/23-09/24	工具機設備數據分析與實務應用培訓班	12	台中
09/30-10/01	自動檢驗測試線上量測檢驗應用	12	台中
10/07-10/08	第三代半導體製程介紹	12	台北
10/14-10/15	智慧生產數據分析	12	台中
10/21-10/22	三次元量測應用與分析實務	12	台北
10/28-10/29	工具機虛擬切削技術實務培訓班	12	台北
11/04-11/05	智慧製造 - 半導體製程量測技術	12	台中
11/06-11/07	自動化工程師 level 1 證照考試題庫班	16	台中
11/06-11/13	機器人工程師 (初階) 證照考試題庫班	24	台中
11/11-11/12	機器伺服控制應用實務	12	台中
11/18-11/19	精密量測與工業 4.0	12	台中
11/20-11/21	自動化工程師證照術科實作培訓班	16	北中南
11/25-11/26	工具機自動化設計與系統整合實務	12	台中
12/02-12/03	工具機控制器應用實務	12	台中
12/09-12/10	運用 QFD(品質機能展開) 技巧以掌握關鍵品質實務運用訓練	12	高雄
12/16-12/17	產品可靠性保證技術與實務	12	台中
12/23-12/24	熱處理與材料分析實務	12	台中

◎ 更多課程請上網查詢： <http://www.tairoa.org.tw/> 洽詢專線：04-23581866*51 Eunice 鄭

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



小型企業人力提升計畫

110年度

100%全額補助教育訓練

企業留才，先育才，訓練多元，培訓好商單

(小人提計畫)

提供專人服務文書作業！省時省事真簡單！

- ✓ 免提計畫書
- ✓ 專人協助服務(從申請到結案)
- ✓ 可選擇訓練機構所辦理之公開課程或廠內訓練



計畫受理申請期間

109年12月29日 至
110年10月31日 止



申請單位資格

國內依法辦理設立登記或營業(稅籍)登記，
且受僱勞工參加就業保險之人數未滿51人
之民間投保單位。



計畫受訓期間

自訓練計畫審查通過次日起，
至民國110年11月12日止。



申請電話

04-23505038 分機87975、87490 廣告

小人提計畫




企業人力資源提升計畫

(大人提計畫)

深化人才培育 厚植企業能量

充電起飛計畫

協助事業單位辦理在職訓練

鼓勵並補助事業單位
辦理在職員工教育訓練

- ◆ 充電起飛計畫最高補助 **350萬**
- ◆ 企業人力資源提升計畫最高補助 **200萬**
- ◆ 外訓費用最高補助 **70%**
- ◆ 內訓之內外聘講師鐘點費 **全額補助**
外聘講師交通費
- ◆ 場地費最高補助每小時**750元**

訓練 在職 充電

大人提計畫

LINE官方帳號



職訓 就業 檢定 創業
TCNR
wda.gov.tw
勞動力發展署中彰投分署

0800-777888

http://tcnr.wda.gov.tw
04-2359-2181
臺中市西屯區工業區一路100號



地址：40763臺中市西屯區科園路21號(116室)

04-24650300

廣告



智慧自動化產業期刊
廣告訂購服務

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

廣告專輯價目表

項目	一期 (指定 8 月)		一期 (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						
	* 加贈當期一篇主題稿件 (須配合當季主題)		80,000	105,000	150,000	175,000	280,000	305,000
	* 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. 期刊封面廣告 20cmx21cm (出血 20.6cmx21.6cm) 內頁廣告 21cmx28cm (出血 21.6cmx28.6cm) 期刊內跨頁廣告 42cmx28cm (出血 42.6cmx28.6cm)
2. 訂金為廣告價格的一折計，繳費後如欲取消，退訂恕不退還，尾款需於出刊前完成繳費
3. 廣告刊登連續超過 2 期 (含)，即享有原訂價 9 折
4. 價格優惠至 2021 年 12 月 31 日止

付款資訊

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

付款方式

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

廣告稿提交日期

備註：廣告供稿日期或因為搭配公開發送之活動會有所調整，將另行事先通知。

廣告諮詢聯繫

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

廣告預定基本資料表 (支票、電匯訂購填寫)

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

廣告訂購方案			
項目	廣告期限	會員價	非會員價
封面廣告	☐ 單期 (指定 8 月)	NT\$ 100,000	NT\$ 125,000
	☐ 單期 (☐ 3 月 ☐ 6 月 ☐ 12 月)	NT\$ 80,000	NT\$ 105,000
	☐ 半年 2 期 (☐ 3 月 ☐ 6 月 ☐ 12 月)	NT\$ 150,000	NT\$ 175,000
	☐ 全年度 4 期	NT\$ 280,000	NT\$ 305,000
封底廣告	☐ 單期 (☐ 3 月 ☐ 6 月 ☐ 12 月)	NT\$ 70,000	NT\$ 95,000
	☐ 半年 2 期 (☐ 3 月 ☐ 6 月 ☐ 8 月 ☐ 12 月)	NT\$ 130,000	NT\$ 155,000
	☐ 全年度 4 期	NT\$ 240,000	NT\$ 265,000
封面裡廣告／封底裡廣告 (一則)	☐ 單期 (☐ 3 月 ☐ 6 月 ☐ 8 月 ☐ 12 月)	NT\$ 50,000	NT\$ 75,000
	☐ 半年 2 期 (☐ 3 月 ☐ 6 月 ☐ 8 月 ☐ 12 月)	NT\$ 90,000	NT\$ 115,000
	☐ 全年度 4 期	NT\$ 160,000	NT\$ 185,000
內頁廣告	☐ 單期 (☐ 3 月 ☐ 6 月 ☐ 8 月 ☐ 12 月)	NT\$ 30,000	NT\$ 55,000
	☐ 半年 2 期 (☐ 3 月 ☐ 6 月 ☐ 8 月 ☐ 12 月)	NT\$ 50,000	NT\$ 75,000
	☐ 全年度 4 期	NT\$ 92,000	NT\$ 117,000
跨頁廣告	☐ 單期 (☐ 3 月 ☐ 6 月 ☐ 8 月 ☐ 12 月)	NT\$ 45,000	NT\$ 65,000
	☐ 半年 2 期 (☐ 3 月 ☐ 6 月 ☐ 8 月 ☐ 12 月)	NT\$ 80,000	NT\$ 105,000
	☐ 全年度 4 期	NT\$ 140,000	NT\$ 160,000

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

您希望廣告傳遞的服務產業別是：

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

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

為使產業交流更多元與不設限，
智慧自動化產業期刊自 105 年 3 月改由台灣智慧自動化與機器人協會發行，
這是一本專屬服務智慧自動化及機舉人領域的出版品，

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

刊 期 全年 4 期
發行時段 3、6、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、電閱訂閱填寫)

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

2021 國貿局海外參展補助計畫

補助席位有限！會員從優補助

RoboDEX Nagoya

名古屋國際機器人研發暨技術大展
日本中西部最大機器人展

2021/10/27-10/29
@PORTMESSE NAGOYA JAPAN

展出項目

- 工業製造
- 工業機器人
- 服務機器人
- 工業自動化解決方案
- 驅動技術
- 傳感技術

同期展覽

- NEPCON JAPAN
- 汽車工業展
- 智慧工廠展

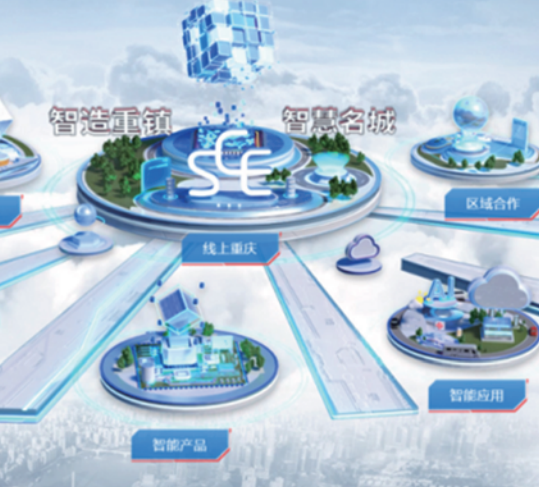
參展辦法



參展聯繫

陳小姐 Eva Chen
04-2358 1866 #26
eva@tairoa.org.tw





數位貿易/線上媒合

TAIROA B2B產業地圖提供「智慧製造」及「智慧服務」完整的產品影音、3D虛擬展示空間及即時媒合預約、顧客管理追蹤系統，搭配不定期線上媒合及研討活動，密集進行海內外產品拓銷，是您最佳的商貿媒合平台

YOUR BEST PARTNER FOR BUSINESS MATCHING

線上直播/專業研討

不定期舉辦線上專業研討/論壇及主題產業線上媒合會，網站具備潛在買主名單管理、講者預約會談功能、意見回饋表單等功能，擺脫傳統銷售模式，掌握潛在買主喜好，多元管道精準行銷。



產經趨勢/輿情蒐集

機器人、智慧數位、智慧工業等領域之國內外專業研究機構學術研究報告、翻譯文章、國際經貿情勢、應用案例分享等豐富輿情，讓您掌握全球產業、洞察趨勢。

TAIROA B2B

智慧應用數位商務平台

即日起至**2021/12/31**

會員免費產品上架

平台聯繫 04-2358 1866 分機26 | EVA@TAIROA.ORG.TW



掃描成為平台參展商



掃描成為平台會員



量身打造培訓計畫 客製化企業包班

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

計畫目的

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

執行方案

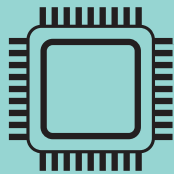
包班運作模式：針對單一企業、關係企業、上下游整合性廠商或有興趣廠商，依據所需設計課程辦理員工培訓，協會提供講師、場地安排、行政事務等一切庶務，節省企業執行成本。

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

課程特色

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

歡迎各家企業詢問，共同打造高品質人力資源！



半導體產業智造應用解決方案

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 : 886-4-2393-1413 FAX : 04-2393-1405
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

