

逢甲大學

Feng Chia University

# 啟動智造 創新紀元

第一屆工業 4.0 典範企業專刊



# 典範經驗分享 智慧創新服務

逢甲大學副校長黃錦煌

為因應全球化、自由化的浪潮，及往後數十年所產生的劇烈變動，台灣在這狂濤巨浪中該如何升級、轉型，由服務顧客驅動研發、供應鏈與生產來重新面對，團結作戰，開創活路？資誠與本校有鑑於此，於是產生邀請典範企業經驗分享、智慧創新服務專刊的發行及工業 4.0 典型企業遴選辦法的構思和動機。

資誠聯合會計師事務所與逢甲大學合作進行《第一屆工業 4.0 典範企業》專刊，主要是透過典範企業的經驗分享，協助製造業的經驗交流，由產業的調研、輔導報告、產業發展等不同觀點，呈現台灣製造業在工業 4.0 的策略思維。

為企業樹立典範，以智慧創新服務，是追求卓越，永續經營的不二法門。分享成功經驗，激勵創新標竿，促進產、官、學的相互配合，數據分析的

共享平台。臺灣產業面對的未來，再也不是過去單打獨鬥可以存活的戰場，而是優者生存，劣者淘汰的現實。企業需要打開命運共同體的新視野，克服產業僵固的弊病、瓶頸，轉型不僅是迫切的需求，更是調適、突破的解方。

所以 SAP 物聯網副總裁湯瑪士凱瑟 (Thomas Kaiser) 說：「技術和製造不再是重點，產品只是載具，重點是隨產品而來的服務，這是商業思維和商業模式的深度改變。」

現值資誠聯合會計師事務所和本校進行合作交流，專刊付梓之際，未學承乏產學合作處，知其本業聲望及服務深受各界肯定，且熱心於整合社會各領域之菁英、深耕、培育等，尤其對國家、國際之前瞻，獨具隻眼，謹抒數語，藉表崇敬祝賀之意。

# 工業 4.0：打造數位化企業

為了協助企業了解這股趨勢所至而產生的影響，資誠 PwC 全球工業 4.0 調查針對來自 9 個主要產業類別與 26 個國家的 2,000 多位受訪者進行調查，剖析這個在全球製造業帶動巨大變革的趨勢，究竟如何改變了產業的生態以及企業的經營模式。以下我們將調查報告重點摘要與讀者分享。

工業 4.0 係指第四次工業革命。工業 3.0 的焦點乃在於單一機器與過程之自動化，而工業 4.0 的重點，則是將所有實體設備予以「端對端」的數位化，並且與數位生態系統中價值鏈夥伴進行相互整合。

在此整合下，數據的產生、分析與溝過程變得流暢無縫，與工業 4.0 相關的多種新科技，可協助企業於數位化的商業時代創造價值。

雖然工業 4.0 一詞日益為人所熟知，就資誠看法而言，工業 4.0 乃經由下列要素推動：

## 垂直價值鏈與水平價值鏈的數位化及整合

工業 4.0 將整個組織的垂直運作，從產品開發、採購、生產製造、物流與服務的過程，予以數位化及完整統合。所有關於營運流程、作業效率、品質管控與營運規劃的數據，皆能即時取得，加上擴增實境 (AR) 技術的支援，透過整合網路來達到全面優化。

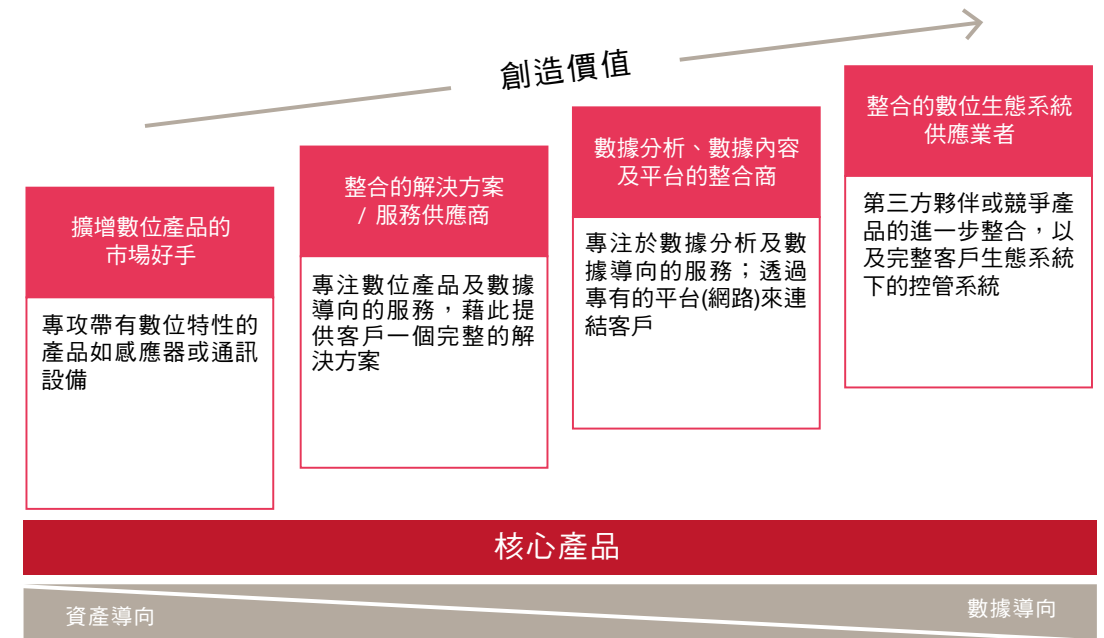
水平整合則跨越超出內部營運，延伸至供應商、顧客與所有主要的價值鏈夥伴。所涵蓋的技術從物流追蹤設備，到即時整合執行計劃等。

## 產品與服務供應之數位化

產品的數位化可以就現有產品予以擴充，例如增加可結合數據分析工具的智慧型感應器或通信設備，另外也可創造以全套整合解決方案為重心的新數位產品。將數據收集分析的新方法整合至生態系統中，公司得以計算產品使用的數據，且修訂產品來迎合終端客戶日益增加的需求。

## 數位商業模式與觸及客戶途徑

領先的製造業廠商尋求擴大其銷售服務，方法為提供具顛覆性的數位解決方案，例如完整的數據化服務，以及整合平台解決方案。顛覆性的數位商業模式通常重點在於創造數位營收，還有優化與客戶的互動及接觸。在此獨特的數位生態系統中，數位產品與服務可隨時掌握客戶動態，運用整套的解決方案服務客戶。



## 調查報告 八大重點解析趨勢

### 1. 工業 4.0：從論述到實際行動

工業 4.0 的概念已從原本於 2013 年被視為公關炒作，進展到今日已有實際投資與結果。受訪對象期盼能大幅增加其數位產品與服務的品項組合；超過兩成的受訪者則預期在 2020 年之前能提升至高階水準。同樣的，近 3/4 的公司預期在 5 年內將能擁有高度數位化的水平與垂直價值鏈流程。

這些企業的投資計畫極具企圖心，尤其是部分先驅公司已經投入大筆工業 4.0 的投資，且獲取高於平均的營收及運作成本上之節省。其未來 5 年內的計畫更具野心且目標更高，推出的數位化產品與服務將為顛覆商業模式做準備。

### 2. 數位化促進執行成效的大幅躍進

已經成功落實工業 4.0 的公司不再需要於總營收與帳面利潤間做選擇，這些公司可以同時改善兩者。在未來 5 年內，我們所調查的公司企業預期將增加其年營收平均達 2.9%，並降低年成本開支平均達 3.6%。已經大規模投資且結合高度數位化

的首批先驅公司，則即將達成更驚人的獲利。

總結而論，我們的受訪對象期盼在未來 5 年可每年節省 4,210 億美元的成本花費，年營收亦增加 4,930 億美元。假若屆時只有一半的期待得以實現，工業 4.0 依然將從根本上重新型塑競爭版圖，且將為原有的產業帶來本質上的改變。

### 3. 加深與權力更多之客戶的數位化關係

客戶已是此波價值鏈、產品與服務之變化中的核心。將有越來越多的產品、系統與服務依據客戶需求而客製化，許多調查對象反映，數據分析將被使用於解滿足上述需求。有能力打造成功的工業平台之首批先驅企業，將比競爭者取得更大的優勢。製造業廠商勢必將與促進需求的終端客戶建立關係，或至少需要整合以有效打入終端客戶的平台。

### 4. 聚焦人事及文化以推動轉型

調查受訪對象指出，在執行中所遭受到最大的挑戰並非是科技，而是「在其組織中缺乏數位文化及技能」。



此一結論亦符合資誠 PwC 所進行的《數位智商調查》。數位智商強調的是，儘管選擇正確的科技來投資實為重要，最終成敗與否並非取決於特定的感應器、運算法或是分析程式，而是較廣泛以人為主的因素。製造業需要開創一個活力充沛的數位文化，並確保改革乃是由執行高層下達清

楚的領導指令而推行。他們也必須吸引、保留與訓練數位新世代跟其他員工，使其能自在地在一個互動良好的生態環境下工作。

### 5. 數據分析及數位化的信賴是工業 4.0 的基礎

成功的數據分析是推動數位化企業應用之必要條件。此時該是從發掘了解有何可用數據及其價值的階段，晉升至領悟與行動的步驟了。「首批先驅」企業已經開始提升並使用數據分析以協助其推動決策行為。

當數位生態系統擴張，建立強而有力的數位化信賴程度重要性也隨之提高，其支撐的做法乃是藉由數據的透明化與不可否認性，來證明個人與第三方之數據的完整性與出處。明確有效的風險管理與數據整合系統，有助企業公司避免資料外洩且更有效處理營運之干擾——此為我們受訪對象所舉出之首要數據安全考量。

## 6. 穩健的企業全範圍數據分析功能 需重大改變

製造業廠商需要發展穩健的組織架構，該架構必需能夠支撐數據分析達到企業等級的能力。半數之受訪公司現已建立專門的數據分析功能，有些是依公司層級而集中人才，另外也有依業務單位之層級以就近其營運作業。然而，仍有 38% 的受訪公司現仍僅依靠部分特定員工來做處理；另外有 9% 則毫無此一能力。

## 7. 工業 4.0 加速全球化 但仍保有地方特色差異

工業 4.0 將創造在許多層面都可縱貫全球的數位網絡與生態系統，但卻依然保有獨特的在地足跡。已開發與開發中市場都皆可從中大幅獲利。

位於日本及德國的公司，在數位化其內部營運與水平價值鏈之合作夥伴關係上，遠遠領先他人。藉由大筆投資在科技與員工訓練，上述德、日公司看待其數位化的改造，主要考量營運效率、降低成本及品質保證所帶來的提升。就我們與美國公司合作之經驗，顯示美方現正計畫出手更大的

投資來發展顛覆性的商業模式，他們也同時更快速地在數位化其產品與服務的品項組合。

中國的製造業者則在所有數位化層面中脫穎而出：他們期盼從現在到 2020 年之間，在降低成本及增加數位營收上皆能高於平均水準。中國自勞力密集製造過程邁向自動化及數位化之兩項變革中，是獲利最多的國家之一，它並藉此來解決員工薪酬日益高漲的問題。此外，中國企業對數位化變革保持高度彈性和開放的態度。

## 8. 具重大影響力的大型投資： 該是下定決心的時刻

本調查報告顯示，全球的產品製造廠商將每年持續投資 9,070 億美元直到 2020 年。此一投資聚焦於數位化的科技，例如感應器或連接器設備，另外還有軟體及應用程式，例如製造執行系統 (MES) 等。此外，廠商也投資在員工訓練及組織改造。超過一半的受訪對象，期盼他們在工業 4.0 上每年投資金額約占其年營收 5% 的前提下，能夠在兩年或更短時間內能有所回收。

## 六個明確步驟 掌握轉型關鍵

從全球性的調查報告視野收斂至臺灣產業的現況，台灣具有豐沛資源的大型企業正相繼進行投資，而廣大中小企業該如何著手？從報告中不難看出，投資硬體絕非數位化轉型的第一要務，從 PwC 過去協助企業進行數位化轉型或工業 4.0 導入的經驗，我們建議依以下步驟，按部就班進行：

### 1. 擬定您的工業 4.0 策略

評估自身目前在數位化的發展程度，且為未來 5 年設定明確的目標。優先目標是「可為公司營運帶來最大價值的措施」，並且確認這些措施與公司整體策略一致。確認公司領導階層已準備妥當且願意支持此一作法。

### 2. 設立初期前導計畫

將這些初期前導計畫作為實現概念的證明，並展現其商業價值。設立一個限定範圍的目標，但須強調工業 4.0 端對端的概念。並非每個計劃都能成功，不過它們可以幫助您運用靈活且跨領域的方法，以應對客戶及技術夥伴——此即未來之常態。根據早先成功的證據，即可獲得組織接受並

認同，且藉此籌得資金以推出更大的計畫。務實規畫以補充尚未設置的標準或硬體建設。與公司之外的數位領袖合作，例如與新創公司、大學或產業協會等，藉此提升數位創新能力。

### 3. 擬定您所需的功能

從您的前導計畫中獲取學習經驗，詳細確認可助您達成目標的功能，並將有助促成工業 4.0 的因素納入，例如敏捷資訊科技基礎建設，以利從基礎上改進您所有的業務流程。切記要制定策略來吸引人才，改善流程和落實新科技。您在工業 4.0 的成功與否，取決於技術與知識。您所遇到最大的瓶頸在於是否能招募到可落實數位化的人才。

### 4. 成為數據分析大師

思考為整理數據分析之最佳方法，並找來跨領域的專家團隊，乃是合理的第一步。日後這些人才和技能都可納入您運作的組織中。數位化的能力對推動工業 4.0 而言相當關鍵，這些都需投入時間及專注；採取按部就班的方法，往前推動的速度要審慎而行，以免失去搶占先機的競爭優勢。

藉由打造決策行為及智慧系統設計之連結，進而學習如何自數據中獲取價值。使用數據來改善產品在市場上之使用，以利提供並開發新的產品服務。「概念驗證」計畫要從大處著眼、小處著手。

## 5. 改造成為一個數位化企業

若要發揮工業 4.0 的全面性潛力，通常需要公司上下的改造。留意公司上層的定調，執行主管及財務受益相關人士須下達明確的領導指令，同時展現其決心與理念。



數位化的致勝藍圖

栽植數位文化，您所有的員工皆需要從數位原生日的角度來思考與行動，願意體驗新的科技並學習新的運作方式。謹記，改變並非止於您達成工業 4.0 之後，您的公司需要以更快的速度來重新開發能力，如此方能保持領先的競爭地位。

## 6. 積極規劃生態系統的途徑

發展整套的產品與服務解決方案以提供給客戶。若本身無法發展整套的服務，則可運用合夥關係或是與其它平台結盟。您會發現與其它公司分享資訊是件難事，您可能更傾向採取併購方式。但請尋找方法來填補此一缺口（或許可利用技術標準）如此尚可自您於平台中所佔的部分裡獲利，儘管您無法完全掌握該平台。當您積極地去了解客戶行為，並在未來涵蓋合作夥伴、供應商與消費者的生態系統中，能夠主導公司於該系統內的角色時，績效上突破將由此而生。

### 工業 4.0：打造數位化企業

調查報告可由此下載：

<https://www.pwc.tw/zh/publications/topic-report/industry40-2016.html>



政策觀點

# 打造智慧機械產業 助中小企業導入智慧製造

——專訪智慧機械推動辦公室主任 賴永祥

工業 4.0、智慧製造的趨勢對台灣製造業的體質與生態產生影響，政府為了協助台灣產業接軌智慧製造的趨勢，中央與地方政府紛紛投入資源，從政策端導引製造業逐步朝著工業 4.0 的方向推動管理與產線轉型。智慧製造的政策在中央由經濟部主導，自去年度起編列政策預算，並於今年在台灣精密機械密集的台中設置智慧機械推動辦公室，推動多項重要的產官學合作計畫。

## 產業生態丕變

### 經濟部主導智慧製造政策

智慧機械推動辦公室主任賴永祥指出，工業 4.0



與智慧製造已是全球製造業的重要議題，而且相對於過去產業趨勢的動態有相當大的不同，他特別引述一位工業電腦領域的資深企業家說法：「過去是我們開發產品，推銷給客戶，但是智慧製造的趨勢，頭一次是客戶主動來找我們，詢問我們是否能夠協助他們因應這個趨勢。」可見智慧製造的趨勢是一個自市場需求端發動的變革，往上甚至改變了整個製造業供應鏈的生態。

近十年，許多製造業的版圖正產生變化，許多產業從中國大陸移往東南亞或者印度，但在這個遷

徙的過程中，台灣許多產業也逐漸發現：除了找尋低廉的勞動成本，自身的製造能力也必須有所提升，因為智慧製造所帶動的趨勢，已經讓整個市場的競爭態勢從本質上產生變化；而有些過去外移設廠的製造業，甚至借智慧製造之力，將生產線移回台灣，找到更適合企業發展的沃土。

## 政策兼具高度與廣度 發展智慧機械生態圈

企業已經認知智慧製造這股趨勢的力道強勁，台灣的產業政策部門是如何著眼趨勢所帶來的機會與挑戰？

賴永祥表示，政府所擘畫的產業未來的願景包括「智機產業化」與「產業智機化」兩大主軸，也就是透過發揮台灣精密機械過去所累積的研發與製造能力，發展智慧機械製造解決方案、建立智慧機械生態體系；另針對廣大製造業篩選出重點產業，運用智慧機械解決方案，協助重點產業導入智慧生產。這兩大主軸的主要內容如下：

## 智機產業化 發展智慧機械產業

智慧機械為智慧製造的基礎，也就是整合各種智慧技術元素，使其具備故障預測、精度補償、自動參數設定與自動排程等智慧化功能，並具備提供 Total Solution 及建立差異化競爭優勢之功能。導入智慧製造產業相關領域包含建立設備整機、零組件、機器人、物聯網、大數據、CPS、感測器等產業。

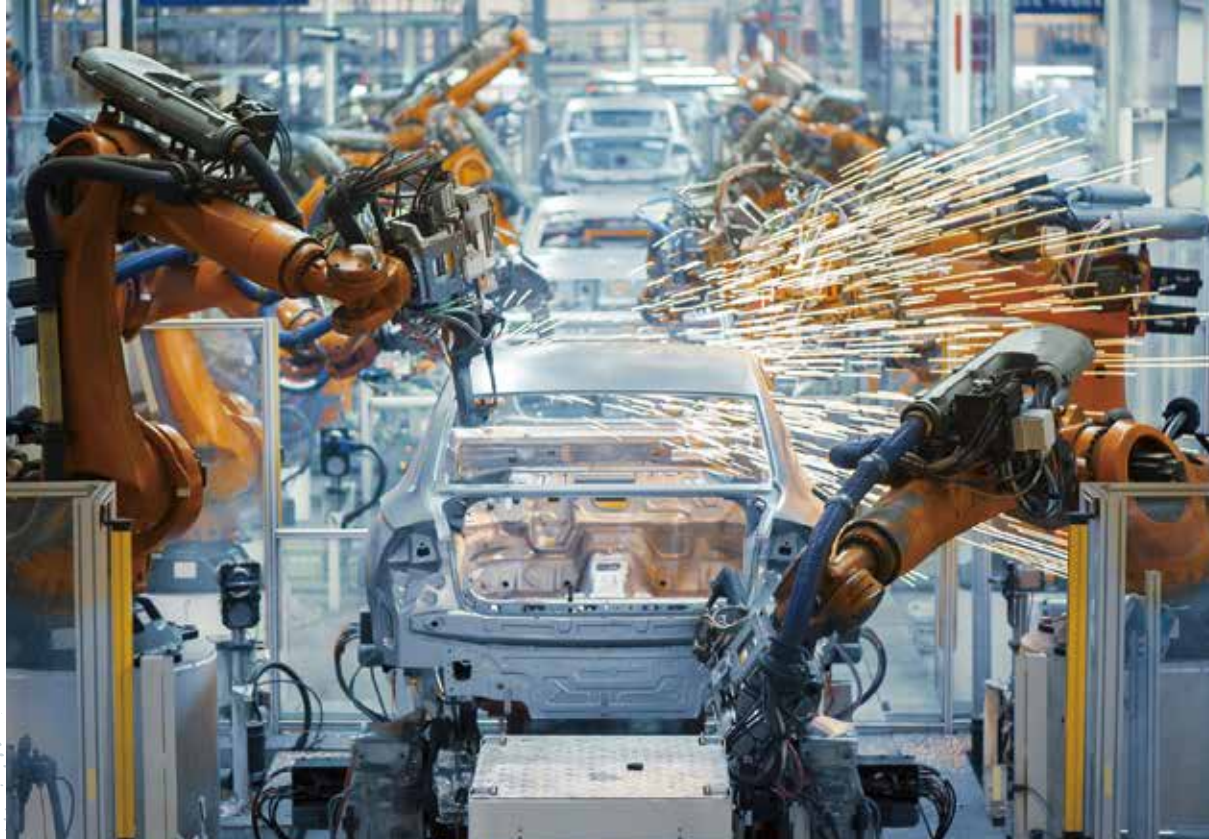
## 產業智機化

### 協助中小企業導入智慧化生產

所有產業引進智慧機械，建構智慧生產線（具高效率、高品質、高彈性特徵），透過雲端及網路與消費者快速連結，提供大量客製化之產品，形成聯網製造服務體系。主要相關的產業領域包含航太、半導體、電子資訊、金屬運具、機械設備、食品、紡織等產業。

## 篩選重點產業 推動擴散效應

賴永祥分析政策的推動方向時指出，智慧機械政策制定的思維除了善用過去台灣精密機械累積的研發與製造能力，亦兼具高度與廣度，從人才需



求、產業發展、產學研合作到國際交流皆有具體配套措施。

針對產業發展的部分，政府為協助企業跨入工業 4.0 智慧生產領域，經濟部特別選定航太、汽機車、橡塑膠、手工具跟水五金等四大產業、共 6

家旗艦企業，預計 3 年補助近 10 億元打造整廠智慧生產示範場域。

賴永祥指出，打造智慧產線的「領航計畫」，是由經濟部長沈榮津一手催生，示範廠商包括航太、汽機車各兩家業者，橡塑膠、手工具跟水五金各一家，都是該領域前兩大企業，透過計畫補助，加速業者建置智慧產線速度。賴永祥分析，透過計畫補助，協助廠內產線導入數位化生產管理，再到機台聯網，最後建立應用服務模組；完成之後，6 家廠商至少跨入工業 3.0，航太、汽機車接近工業 4.0 程度，未來業者可以向外輸出，提供國外整線、整廠解決方案。

在政策的「廣度」部分，賴永祥表示，計畫除了協助大廠建立示範產線外，也會要求大企業提出扶植小廠計畫，帶動旗下供應鏈體系技術升級。他指出目前產學研已共同開發出具有聯網基礎能力，並內建智慧模組的「智慧機上盒」，明年計畫透過公協會輔導 1,250 家中小企業安裝「智慧機上盒」，讓業者具備初步聯網能力，並可直接透過電腦掌握機台狀態。

## 把握產業聚落特性 打造下一波競爭優勢

賴永祥表示，過去台灣中小企業最大的優勢就是彈性，但隨著時代與產業趨勢的變遷，「彈性」的定義從過去的反應快速、靈活應變逐漸轉向截長補短、整合系統的能力。他指出，台灣製造業應好好利用群聚的概念，加上成熟的供應鏈，透過快速的整合能力，建立智慧機械的產業生態體系，加快中小企業導入智慧製造的速度。

對於未來政策的推動目標，他強調現階段透過輔導、補助等發展中小企業工廠內的聯網，下一個目標就是要打造供應鏈上下游的聯網系統平台，賴永祥指出，智慧機械的政策重點在於打造智慧機械產業與製造業升級，不可諱言要進行系統性的整合，軟硬體、企業管理文化都是重要的環節，不太可能由企業一己之力完成，引進產學合作、專業顧問都是企業可以思考採取的並進策略。

典範企業

# 測試系統智慧化 打造產線雲 威剛科技 拼速度更要拼效益

威剛是台灣記憶體模組第一大廠，由於記憶體模組廠介於記憶體製造廠與市場通路之間，從整體營運面而言，提升技術實力對優化財務運作、價格判斷決策與執行速度更加重要。因此要如何導入智慧製造，縮短從買料到出貨的週期，成為一大挑戰。

「記憶體模組是一個價格高波動性的產業。」威剛科技研發處資深副總江昌憲說。

這句話開宗明義點出記憶體模組的產業特性對營運與企業競爭力帶來的挑戰：模組廠銜接記憶體製造廠與市場客戶之間，原料一年價格振幅波動劇烈時可以高達 60%，甚至單日內價格變動的狀況也不算少見，因此面對成本波動的產業生態，如何縮短從「買料」到「出貨」的週期，一直是記憶體模組產業關鍵的管理議題，也成為威剛開始思考導入智慧製造的契機。

## 智慧化降低時間成本 解套與時間賽跑的難題

江昌憲指出，記憶體價格波動的幅度幾乎和高風險期貨買賣不相上下，以威剛主力的 DRAM、NAND Flash 而言，過去的作業週期從拿到樣品、進行測試、完成驗證到量產，大約需要半年，假設模組廠與上游原廠議價的時候談的是三個月前的價格，如果碰上記憶體跌價，模組廠獲利率將面臨下修壓力。

因此自 2010 年開始，威剛決定從關鍵技術著手，針對 IC 原料品質即時鑑定、IC 應用分類、庫存管理、快速生產與測試等制定對策，透過數據的整合管理還有資訊平台的連結，先統整產線從進料到出貨的訊息，提高效率並產生資訊流，進一步透過資訊去做決策。

這個過程，簡單來說就是從「自動化」到「數據化」，再進階到「智慧化」。

生產資訊統整進而協助經營決策是個比較容易理解的管理概念，不過，對威剛設定的階段性目標而言，「數據化」與「智慧化」的差異是甚麼？江昌憲認為，數據化是由人工從統計資料看趨勢，但是智慧化能夠透過數據分析對可能發生的問題進行「預測」，也就是過去顆粒的測試可能要少量、多次測試後累積資訊找出趨勢，但導入智慧化之後，一次測試就能得知產品的良率與 failure mode，進一步根據 IC 產品的特性，提升測試的效率。假設過去需要一小時的測試時間，現在可以縮短為二十分鐘，大幅節省時間成本。



## 投資智慧製造 先從核心需求來思考

威剛開始導入智慧製造，完全是著眼於市場競爭的需求，記憶體模組製造要追求的就是提升驗證與出貨的速度，所以我認為對任何產業而言，應該第一步要思考是自己的核心需求是甚麼；其次是人機整合的管理，管理面的 SOP 一定是依據客戶別、客戶的需求再去定義整個作業面的流程，像是威剛有不同的客戶，每個產品工單需求都不同，管理的介面就必須考量如何去因應不同需求的彈性。



### 自動化縮短測試時間 降低生產異常

對記憶體模組廠而言，採購的IC原料簡單說來就像是從果園摘下來的橘子，可能來自不同的果園（上游供應商），也會有不同的等級或者適合的用途，有些可以榨汁，有些適合賣給餐廳，有些可以分裝成高價的禮盒。但是記憶體IC一定

要先進行測試鑑定，才能知道如何分類或用於不同的記憶體產品，一般說來，容量越大的記憶體，需要的測試時間越長，因此，要如何縮短測試時間，加快供貨給市場通路的速度，是首要必須解決的需求。

江昌憲指出，威剛導入智慧製造初期，檢視製造流程時發現兩個主要的問題。其一在於過去受限於測試程式與機台都不是自行開發，除了整合上的困難，更無法有效掌握上述測試所需要的時間，也很難控制生產成本，間接影響交貨的時程，且當測試結果有異常的狀況，無法釐清問題是來自原料本身、測試方法或者機台硬體，直接當成廢品有可能造成不必要的浪費。

為此威剛決定自行開發自動化測試程式並與上游的機台供應商共同開發測試機台，軟硬體完成開發整合之後，原本只能使用「人海戰術」的人工測試，轉為全面自動化。所有生產資訊連線進入數據資料庫，與MES、ERP系統連結，可以透過進一步分析，精準掌握所有的產線問題與測試結果，生產異常的比例下降25%。

其次，另一個問題在於「資訊同步」。由於考量

**數據化是由人工從統計資料看趨勢，但是智慧化能夠透過數據分析對可能發生的問題進行「預測」，也就是過去顆粒的測試可能要少量、多次測試後累積資訊找出趨勢，但導入智慧化之後，一次測試就能得知產品的良率與 failure mode，進一步根據IC產品的特性，提升測試的效率。**

人工成本，威剛生產基地設在蘇州，如果在台灣作完前段的測試與封裝，再派人去蘇州進行後段的量產，不論是成本效益或者時間的耗費上，都不是最好的選擇。因此威剛台北總部的自動

化測試產線完成後，採取直接從台北連線蘇州廠協同作業進行產品測試，不僅解決了溝通訊息的問題，同時由於兩地的作業標準、數據一致，更大幅提升產線作業效率，而測試所需的參數資料留在台北總部的系統內，亦可防止機密外洩的可能性。這個經驗模式也平行轉移到威剛集團內的其他海外廠區，甚至吸引許多大廠如英特爾等前來參觀。

### 產線雲連結 ERP、MES 與測試資料庫

回顧威剛開始接觸工業4.0與智慧製造的概念，江昌憲認為產線數據的整合是第一步，因此威剛將ERP、MES與產線測試資料庫連結，布建「產線雲」，並透過「產線雲」建立智慧化「產線追

蹤系統」。

如果從產品的生產流程而言，智慧化產線確實在每個環節都展現出效益。像是對於 IC 原料品質的即時鑑定，

從顆粒的數量、良率到特性分析、驗證與導入，只要測試中發生失敗模式，所有的訊息就會直接進入資料庫，不斷進行測試策略調整及優化測試項目，以循環式的數據分析及資料反饋達成最佳測試效果。

物料管控智能化將物料資訊從收貨入庫就透過 MES 資訊轉拋 ERP 系統，不論是倉儲或後續的發料生產與成品出貨，透過資訊蒐集與管理，有效防錯並減少待／呆料。

由於產線雲結合了工廠生產執行系統 (MES)，將訂單、原料良率、IC 測試良率以及成品良率等相關資訊回報給 MES，訊息整合後的生產報告，有助於即時反應客戶訂單進度。

**威剛決定自行開發自動化測試程式並與上游的機台供應商共同開發測試機台，軟硬體完成開發整合之後，原本只能使用「人海戰術」的人工測試，轉為全面自動化。**

「產線雲」於生產線上蒐集各種資訊後，進行大數據資料整理及分析，可有效追蹤、管理製造活動中的原物料、在製品、機台狀況、製程預定生產狀況與實際生產結

果，即時滿足客戶與製造現場的需求，並有效管理產量、產能、生產力及效率。

### 效益看得見：人員減半 效能提升兩倍

從威剛當初設定的策略目標來檢視導入智慧製造的效益，首先就反映在人力成本上。威剛蘇州廠從原本 1200 多人，到現在只有 600 人左右，其中三分之一為行政後勤，其他多為生產線的作業員，可想見智慧化帶來效益。然而人數減半但是產能提升兩倍，生產週期降低 45%，交貨時間縮短 35%，生產異常狀況降低 25%，更重要的是產品良率從 98.5% 精進至 99.8%。整體而言，威剛導入智慧製造不僅提升產線質量，並升級為積極式從原料到出貨的全線智能化管理產業，而顆粒測試得到的良率數據，也連帶一併提升上下游供應鏈品質。

## 資誠觀察

面對工業 4.0，您的企業是否已經面對或者思考該如何因應以下挑戰？

- 從過去的原料、加工、費用之外，「時間」已經成為另一個關鍵成本，您的企業準備好因應客戶對縮短交期的要求了嗎？
- 在推動智慧化還是數據化之前，您的企業需要具備哪些基本能力或者基礎設施？
- 您的工廠或產線，對於「增加效率」或「減少異常」可能貢獻出最大效益的環節是在哪裡？
- 製造業跨國、跨廠區的移轉常造成時間或其他資源的浪費，您思考過如何透過智慧製造來改善這個問題了嗎？
- 如果您的企業內有「產線雲」，您期待這個系統可以帶來哪些效益？

典範企業

# 智動化工具機 凱柏傾力研發主動式售後服務

台中地區是工具機與精密機械密集的產業聚落，在全球工具機的製造研發已占有一席之地，面對工業 4.0 的趨勢，製造工具機的凱柏精密機械董事長蔡清哲開始思考：要怎樣讓生產線上的工具機發展智慧化功能，並帶入主動式的售後服務。

約在 2011 年，凱柏董事長蔡清哲接觸了工業 4.0 的訊息，隨即發現這個趨勢對工具機產業帶來的影響：「工具機不是終端賣給一般消費者的產品，但它是工業 4.0 的要件。工具機本身是一個生產設備，但如果製造業要走向智慧化，那麼工具機應該就要先具備智慧化的能力，能夠和其他軟硬體搭配、連結，最終達成智慧製造的目標。」

## 發展主動式售後服務自行研發系統

隨後凱柏就開始自行研發一系列機械聯網的軟體專案，由於過去凱柏導入 ERP 時曾經因系統運作

效能欠佳，因而由內部的 IT 部門獨立開發了自有的 ERP 系統，累積了系統開發的經驗，甚至還輸出給客戶使用，獲得好評，因此在著手進行工具機的智慧化系統時，也是由自有的軟體人員進行開發，部分研發則是與大學進行專案合作。

要如何使工具機能夠符合公業 4.0 時代的要求？蔡清哲指出，工具機是生產工具，設備賣出去給工廠至少要使用 10-20 年不等，從零件到維修，售後服務的人力與成本相當高。因此蔡清哲的目標就是要發展工具機產品的「主動式服務」。

蔡清哲說：「我的理想是能夠達到主動式的售後服務，像是工具機內部幾個主要的零件，該如何做到預測管理。透過蒐集、判讀機台運作時的各種資訊有如機台的健康檢查，如果演算出某個零件的使用壽命是 3000 個小時，那是否在運轉 2500 小時之後，就可以提前建議客戶準備替換的備品。」

## 研發預測式管理

### 取得服務與成本的平衡

他進一步解釋這種預測管理對工具機產業的效益：「如果是工具機主要的心臟零件，一但壞了才換，凱柏這端的生產可能需要三個月，但是客戶難道要停工三個月？但這也不能用猜的，不然我們這麼多客戶，可能要準備一個超大的倉庫去放這些售後服務的零件，從效益來說並不實際。」

蔡清哲認為，預測管理的效益就是展現在降低維修倉庫的庫存、縮短故障排除的時間，並讓客戶的停機損失降到最低，進而提升客戶的滿意度。



## 善用外部研發資源 促成工業 4.0 轉型

從感知工業 4.0 的趨勢到自行研發系統，蔡清哲對於中小企業面對智慧製造的趨勢提出建議：「中小企業對於這個趨勢的心態應該要更積極，不用過度恐懼，善用外部的研發資源，逐步發展，太過排斥恐怕永遠進不了這個門。如果連最基本的 ERP 系統都不願意投資，那麼恐怕很難跟上這個趨勢。」

除了工具機本身的預測管理，凱柏也開發了可進行遠端控制管理的 App，透過手機就可以控制機台的開機、暖機，或者查看機器的即時生產狀況與運作是否正常等。

**預測管理的效益就是展現在降低維修倉庫的庫存、縮短客戶故障排除的時間並讓客戶的停機損失降到最低，進而提升客戶的滿意度。**

還有很長的一段路要走，投注研發的資源用「燒錢」二字形容並不為過。研發路漫漫，但他認為工業 4.0 的趨勢要把眼光放在未來的市場。他指出，客製化、個性化的市場需求越來

越大，消費性商品不論是美妝或者鞋業，少量多樣的製造模式已頗有逼近主流的態勢：「工業

蔡清哲不諱言要達成「預測性管理」這個目標，



4.0 的觀念提出來之後整個產業的變化越來越快，當然我們也想過會不會議題熱度過了就煙消雲散，但現在很明顯全世界都往這個趨勢走，我們沒有理由不做，投資報酬率要往長遠看。」蔡清哲一語道出許多中小企業經營者面對趨勢的複雜心情。

### 累積知識與蒐集數據資料是發展數位化轉型的基礎

發展工具機的主動式服務，在實務層面是一個很大的工程。凱柏從基礎的軟體系統開始慢慢落實這個理念。蔡清哲指出，凱柏研發過程中，最主要面臨兩個問題，首先是知識的累積，其次是數據資料的蒐集。凱柏資訊部副理羅臣峯表示，凱柏 2003 年創立，就已有自己的資訊系統，2004 年內部開發的 ERP 系統上線，因此從那時候開始，售後服務的資料已有數位化的基礎，不論維修記錄、客戶更換的零件、故障處理的解決方案等資訊全部都是數位化，除了積極發展主動式售

**凱柏蔡清哲：「工業 4.0 的觀念提出來之後整個產業的變化越來越快，當然我們也想過會不會議題熱度過了就煙消雲散，但現在很明顯全世界都往這個趨勢走，我們沒有理由不做，投資報酬率要往長遠看。」**

後服務，凱柏傾力研發的成果也在生產管理、刀具管理上開發出更多應用。

持續累積了十幾年這些資料，在工業 4.0 趨勢的前端，凱柏相較於同業已經具備領先的優

勢，有利於開發主動式售後服務時進行歸納、統計與整理。

不過具備累積的資料，對研發而言只是第一步，要發展主動式售後服務，關鍵在於產品使用的相關資料蒐集，羅臣峯指出：「目前廠內做好的機



台在出貨前是完美的狀態，此時我們會在機台上裝上感測器，取得各種運轉數據，並規劃在將來的每次售後服務，將感測器裝上機台，收集機台異常時的運轉數據，以利日後的大數據分析。」

凱柏為了要累積足夠進行分析的資料，開始會希望客戶端提供，但得到的成效並不好，後來採用機台的健康報表與客戶交換故障資訊，才逐漸開始累積出需要的資料。

### 借助多元外部資源 進行研發

蔡清哲指出，研發要面對的挑戰，除了企業本身的技術能量之外，投入龐大的資源就是許多中小企業對工業 4.0 或者智慧製造卻步的原因——研發資源對中小企業在經營成本上可說是不可承受之重。

以凱柏的工具機系統為例，要發展主動式售後服務，需要非常多的項目來支持這個系統，加上智

**凱柏發展主動式售後服務，需要非常多的項目來支持這個系統，加上智慧製造所需要的大數據、AI、IoT 等相關技術，很少企業在人力上可以涵蓋這些層面，勢必要與研發單位進行專案合作，整合產學研的能量和資源，比企業自己單打獨鬥，效益不可同日而語。**

慧製造所需要的大數據、AI、IoT 等相關技術，很少企業在人力上可以涵蓋這些層面，勢必要與研發單位進行專案合作，因此，凱柏選擇借力使力提升研發水平，找尋外部合作夥伴，包括逢甲大學、PMC 精密機械研究發展中心、北科大、工研院等單位，透過不同領域的資源交流分享，企業、研究單位、學校各有不同的觀點或者研發的需求，整合產學研的能量和資源，比企業自己單打獨鬥，效益不可同日而語。

慧製造所需要的大數據、AI、IoT 等相關技術，很少企業在人力上可以涵蓋這些層面，勢必要與研發單位進行專案合作，因此，凱柏選擇借力使力提升研發水平，找尋外部合作夥伴，包括逢甲大學、

## 資誠觀察

面對工業 4.0，  
您的企業是否已經面對或者思考該如何因應以下挑戰？

- 工業 4.0 帶動製造業全面升級，除了現有的產品之外，您的企業是否還能對透過服務增值，創造不同的客戶體驗？
- 目前客戶對產品的需求，產生了哪些明顯的變化？您的客戶所面對的市場，又產生了哪些新的需求？
- 新科技的導入需要相應的人才，您的企業是否已經準備好與外部研發單位（例如大學、新創企業、研發單位）進行策略合作，以提升創新能量？
- 您如何透過售後服務的管理，創造更高的客戶滿意度？
- 在工業 4.0 或數位化轉型的投資上，您如何看待投資報酬率？

典範企業

# 均豪精密 整合服務經驗 助中小企業打造智慧工廠

均豪精密是提供半導體與顯示器高端技術的設備供應商，近年均豪精密一方面看到台灣高科技大廠本身已有世界級的自動化水準，但是廣大的中小企業卻不知從何著手，兩極化的落差相當驚人；另一方面，少子化與高齡化社會，正讓許多傳統產業面臨缺工、知識經驗無法傳承的斷層危機。從見證高科技產業自動化的基礎上，均豪精密整合相關技術，開發出協助中小企業進行數位化轉型的服務。

均豪精密過去服務的客戶多為高科技製造業，面對工業 4.0 的趨勢來勢洶洶，智慧製造、人工智慧已成全球產業的重要發展方向，德國等先進的工業化國家不斷在客製化市場上搶得先機，均豪精密卻發現，台灣在這波趨勢中，先進的高科技大廠雖本身已有多年的自動化經驗，但中小企業、傳統產業卻還在觀望或者未能跟上市場競爭的走向。

## 產業困境：招工不易 老手經驗斷層

均豪精密總經理陳政興分析台灣傳統產業的困境：「台灣傳統產業面對的挑戰很多元，少子化、高齡化社會造成缺工問題，境外設廠與當地文化、法規的磨合不斷提高生產成本，更重要的是，傳統產業過去累積的製造業經驗與知識，在老師傅凋零、年輕人不願意進工廠的情形下，產業的優勢正不斷流失。」

他指出，像是製鞋業由於製程複雜且勞力密集，許多生產經驗都存在老師傅身上，無法系統化地予以保存、傳承，這些如能導入智慧化的設備或系統，有助於減輕上述問題帶來的衝擊，並進一步提高競爭力。

## 導入智慧化 解決製造業痛點

「傳統產業的痛點，就是我們發掘服務的機會」，陳政興指出，從市場的觀點而言，目前半導體、面板產業在全球還是處於大量投資與高速成長的狀態，但均豪精密五年前就逐漸開始思考「如何讓這些高科技產業自動化的經驗，應用於傳統產業升級的需求？」

他指出，製造業的競爭力，關鍵在於成本、速度與良率的提升，但不同產業的客戶有不同的痛點，像是高科技產業可能需求來自於產線上的物流搬運，需要開發智慧化的無人搬運車，讓生產的材料或零件能夠準確地移動到預定的位置。同樣的，傳統產業可能需要的是從初期的數據蒐集、機台聯網設備等等，逐步擴張數位化轉型的各個階段。



## 人才是轉型關鍵

「人才培育是成敗關鍵。」陳政興指出，除了 CEO 本身對趨勢與未來的宏觀思考，導入工業 4.0 或智慧製造，50% 仰賴有經驗供應商，50% 需仰賴自身的能量，企業需由上而下全員動員，導入前內部人員是否到位，關係導入的成敗。他也提醒準備導入工業 4.0 的企業：「要如何讓資深的員工能夠放下或排除不安全感之類的負面因素，進而讓他們的經驗能在轉型過程中產生價值，先期內部的溝通與共識很重要。」



推動自動化系統與智慧製造的經驗，運用大數據、人工智慧及資訊技術，創新整合智慧服務功能，打造出「均豪智慧機械平台」，透過三大系統協助傳統產業導入工業 4.0：

**1. 線上 3D 彈性加工系統：**針對外觀易有變異的產品、少量多樣的生產模式，均豪運用線上 3D 掃描即時產生 3D 圖資，自動計算最佳的加工路徑，提供即時彈性的機器人加工，並因應客戶的需求，可對應十多種機器人廠牌，協

助工廠解決需高技術人力加工的經驗傳承及技術人員招募不易的問題。

**2. 智慧感測預防維護診斷系統平台：**透過外掛式智慧感測模組收集大數據並運用機器學習演算法，充分掌握生產設備與製程關鍵參數的變化趨勢，解決製造業最擔心的突發性停機問題及不良率問題，為具效益的預防維護機制，是兼具感知與分析診斷的智慧化生產模式。

**3. 智慧物流系統：**均豪以在半導體及顯示器 in line 產線系統整合的經驗優勢，開發自有品牌無軌導引 AGV 車及派車系統，整合客戶端資訊系統、現場設備狀態、製程需求，進行最佳化之物料派送，提供客戶更便利之智慧化物流系統，協助企業有效提升效率和競爭力。

### 導入智慧製造 循序漸進是上策

均豪精密從服務高科技產業到協助傳統製造業導入工業 4.0，目前已經接觸過鞋業、成衣、運動器材、輪胎等產業。陳政興不諱言傳統產業的老闆多半「需要感受得到效益才願意投資」，但是導

入工業 4.0 很重要的一點在於，導入過程需要是設備／服務供應商與企業互動、交換資訊與數據後，慢慢產出效益。

陳政興說：「如同我們的感測系統，我們或許可以蒐集到設備變化的數據，但是如果沒有企業提供產業知識 (domain knowledge)，讓我們了解設備是在何種狀況下出現異常或者變化，我們也無法進一步透過數據的分析去協助改善。」

對於製造業導入工業 4.0，陳政興認為，首先，導入工業 4.0 需先從工廠資訊化及數位化做起，才能利於大數據的收集；其次，要先了解工廠現況及「痛點」，以痛點出發提出解決方案，由大數據分析結合 domain knowledge 找出適合的關鍵指標，再運用自動化及智慧化的工具解決問題。

他指出：「不是每個企業都需工業 4.0，依各產業不同，有的產業工業 3.3 效益最大，有的產業



工業 3.6 效益最大，依不同產業不同產品而定，應從瓶頸區域及產線的痛點開始導入，循序漸進，先完成局部自動化 / 智慧化，再進行全面整合。新建工廠的導入需考量產線硬體及系統整體性的規劃，才能發揮智慧製造的效益。」



## 資誠觀察

面對工業 4.0，  
您的企業是否已經面對或者思考該如何因應以下挑戰？

- 招工越來越困難，資深員工或老師傅的經驗可能出現斷層，您的企業要如何因應？
- 大數據分析與您的產業 know-how，可以創造怎樣的價值或者綜效？
- 媒體報導越來越多的自動化工具，要如何評估哪些是您的企業真正需要的？
- 要推動數位化轉型，在您的企業中最大的阻力會來自何處？您準備好因應方案了嗎？

典範企業

# 智慧製造傳產升級 東元帶動產業鏈智動化變革

東元電機為台灣馬達製造第一大廠，也位居全球工業馬達前三大，由於產業競爭激烈，東元很早就感受到來自於市場對產品「少量多樣」與「高客製化」的需求，認定如要保持國際競爭優勢，建置智慧自動化的彈性產線勢在必行。

早在 2012 年，時任東元電機無錫廠廠長的高飛鳶注意到市場的變化，其一是大型企業客戶對於交期的要求不斷提高，中大型馬達交期從 90 天縮短到 60 天；其二就是訂單從過去大量製造走向少量多樣的趨勢，這些變化，對企業的競爭力帶來很大的挑戰。

為了提高生產效能，現任東元綠能電機產研事業部協理的高飛鳶參觀了幾個重要客戶的生產線，回來就開始思考該如何改進，高飛鳶用了一個很傳神的比喻：「生管是頭腦，連結所有神經，

應該知道哪條神經最痛，最痛的就是出問題的地方。」

## 資訊匯流至生管系統 是智慧化轉型的第一步

他發現，東元無錫廠的生產資訊還停留在沒有系統串接的狀態，出現問題時要靠生管人員親自跑去一站一站詢問的狀態，這和他觀察到客戶的廠區資訊、報告都是直接系統回傳的狀態，落差相當明顯。於是他開始推動導入 MES 製造執行系統，透過軟體系統彙整生產管理資訊，高飛鳶指

出：「智慧製造的前提是資訊的串接，先有 MES 系統，後面的自動化、智能化才有辦法繼續延伸。」

為了提升效能，他讓生產線上的員工每個作業站資訊回傳都以掃描條碼 (Bar Code) 進行，當生產線出現問題時，由作業者反饋狀況給系統後，系統自動以簡訊發布警報給相關的維修 / 品管 / 生管人員，如此一來從訊息傳遞到問題解決的效能都大幅提升，加上管理資訊透明，任何欠料、品質故障或者品質變異皆能馬上通報，問題解決的時間也由系統記錄，這個系統觸動各單位神經，縮短反應時間，消除不必要的等待，讓原本 60 天的製程縮短到 30 天。

## 流程改善 讓系統發揮效能

高飛鳶指出，在導入 MES 系統以前，他就針對生產流程進行改善，了解產線上每一站實際需要的作業時間，以及可能發生的問題和傳統的解決方法：「很多人認為工業 4.0 買自動化設備就好，事實上不可能，流程的改善是很重要的基礎，像是我就發現生產線上很多時間是花在等待這件事



### 硬體投資絕不是第一優先

對於尚在考慮如何導入智慧製造的台灣中小企業，高飛鳶提出非常務實的建議：「企業不用急於規劃硬體的投資，應該先檢視自己的流程，流程改善後首先一定是線上作業的人會『有感』，再去思考須要怎樣的系統架構，哪些可以用自動化取代，但是現階段人機協同作業應該是個最好的狀況，以台灣大部份的中小企業來說，應該都可以做得到。」

上，流程經過改善、簡化之後，MES 的系統才能真正發揮效能。」

有了東元無錫廠的成功經驗，高飛鳶調回台灣之後，也把

MES 的應用在中壢廠的製程管理上，由於中壢廠是 1979 年成立的老工廠，要全面升級的難度太高，因此他挑了製程中最核心的電工作業先進行升級。

### 引進外部合作單位 打造智能產線升級

這個決策有其產業的背景因素：目前全球的馬達製造產業為了達成許多先進國家政府（例如：美國）所要求的節能效率，紛紛投入 IE3、IE4 馬達的製造。而高效率馬達內部銅線的佔積率必須達到 85% 以上，過去人工入線要能夠達到 75% 以上且兼顧可靠的品質就已經相當困難，為此東元引進德國製的入線主機，解決了人工無法達成的問題，但隨即就碰到周邊作業也需要升級自動化以串接主機的狀況。

**很多人認為工業 4.0 只要買自動化設備就好，事實上不可能，流程的改善是很重要的基礎，流程經過改善、簡化之後，MES 的系統才能真正發揮效能。**

台 (MHm)、生產執行系統 (MES) 及能源管理系統 (EMS)，讓這條智慧產線除了提升生產效能，在節能與減排的效益也有相當突出的表現。

### 多元效益 提升企業競爭力

2016 年 11 月，東元以相同的智慧生產系統於無錫建立定轉子沖壓中心，該廠房取得了 LEED 綠建築金獎的認證，這對於馬達製造業的工廠而言，相當不容易。高飛鳶指出：「智能化工廠如果只有自動化卻依舊高耗能，那是沒有甚麼意義的。」特別是目前中國大陸的環境與產業政策開始對製造業工廠進行管制，甚至祭出堪稱相當嚴厲的罰則，因此工廠要如何透過智慧化、自動化生產兼顧產能與節能效率的提升，打造符合法規要求的綠色工廠，已是許多布局中國的企業共同要面對的課題。

在企業資源有限的狀況下，東元選擇與工研院等外部單位合作，透過 RFID 識別連結自動搬運車等週邊，同時導入東元集團自行研發之智慧馬達、機電設備健康管理平台



從東元無錫廠到中壢廠，高飛鳶謙稱這一連串的變化是被時代的潮流推著走，然而這些改變對東元所帶來的效益相當驚人，中壢廠的「馬達彈性生產自動化產線」，使機台數量減少 30%，成本降 10%，人均產值提升 3 倍以上。IE3 產能預計由目前的年產 10 萬台提高到年產 22 萬台，營收比例也將提高，預估

**中國大陸的環境與產業政策開始對製造業工廠進行管制，甚至祭出堪稱相當嚴厲的罰則，因此工廠要如何透過智慧化、自動化生產兼顧產能與節能效率的提升，打造符合法規要求的綠色工廠，已是許多布局中國的企業共同要面對的課題。**

2017 提高到 55%，2018 提高至 70%，除了效率提高之外，可靠度與製程穩定度也提升，品質控管更大幅升級。

高飛鳶也指出，這個產線智慧化的升級經驗，也讓東元集團累積了相當可貴的經驗值，除了內部的垂直整合，東元也將智慧化的概念延伸至供應鏈的管理，所有的資訊

進入系統之後，產生可視化的報表管理，所有需要改善的問題都有數據資訊作為依據，帶動的不只是一個廠的效能，而是整個供應鏈的效能提升。

### 人機共融 是最大的挑戰

不過，回顧這個過程，高飛鳶說：「我發現很多人對工業 4.0，都只關注機械手臂、自動化，但從東元的經驗，其實企業的管理文化與員工要如何與系統整合，才是真正的關鍵。」

他認為不論是智慧製造或者工業 4.0 的其他面向，企業高層的絕對支持與意志力非常重要，管理者

要如何以身作則、與員工溝通，到形成企業文化，這是無形卻絕對必要的投資。

他認為智慧化帶來管理數據資訊透明，能有效提升產線人員的效率，這個效益展現在高飛鳶在無錫從每天要開三、四個小時的會，到調回台灣時整年沒有開過一次生產會議，就是來自於人機共融的機制已經可以帶動管理的良性循環，而自動化的產線乾淨、高效能的生產環境，有別於過去高噪音、髒污的刻板印象，讓年輕人更願意進入廠區工作，員工自身的榮譽感、對企業的認同度也明顯提升。



## 資誠觀察

面對工業 4.0，  
您的企業是否已經面對或者思考該如何因應以下挑戰？

- 請想像以下情境：如果往後看 10 年，您的企業或所在產業，最大的挑戰會是什麼？這個挑戰將由何處開始發生？您的企業在人才、軟硬體整合、法規遵循、財稅管理、智財保護等層面，要如何預先規劃布局？
- 若您的工廠設備已經老舊或者正準備升級，您是否已經知道該優先著手的產線「痛點」，並清楚要如何設定再升級的標的？
- 2017 年昆山、珠海陸續制定法規限產限排，除了環境議題之外，中國製造業的產能過剩也是其中重要的推手，您的企業準備如何因應？
- 綠色工廠是讓能源更有效率，而智慧工廠則讓生產更有效率，該如何透過智慧製造達成這兩項目標，提高企業的管理效益？
- 面對全球對環境議題的重視以及利害關係人對企業誠正經營越來越高的期待標準，您的企業社會責任報告書，是否已經準備好應有的揭露資訊？

專家觀點

# 臺灣產業轉型的關鍵在於價值創造與速度

逢甲大學跨領域設計學院 / 美國辛辛那提大學特聘講座教授 李傑

過去這五年，不管在德國、日本在美國各地都在尋找轉型的契機，台灣也不例外。然而台灣討論產業轉型這個議題已不只五年了，而是二十年。

在過去二十年，台灣一直在找尋下一個經濟與產業的動能，這個議題在媒體與產業被廣泛地討論，但重點應該要放在如何讓台灣做得好的企業該變成更有價值，而不是一味的創造一些新的產業。這是一個根本的問題。所以如果要討論大數據、智慧製造或者人工智慧，應該從新的價值創造的觀點來看。



## 臺灣應該追求從創新到價值創造

許多人在討論：如何從智慧製造看到臺灣產業轉型的角色跟機會？製造的基礎有三個要素：製造的文化、製造的創新與製造轉型；文化，決定了一個國家的思維方式；創新決定了技術的需要的開發來源，而轉型，是把握機會能夠改變未來競爭態勢的平台。

放眼全球不論是德國、日本或者美國，首先，產業的數位化轉型的重點就是數據 (data)，探討的是數據、機器、人工智能、人員與價值創造這五者之間的關係。其次就是怎樣把工業數據變為人

工智能，如何透過創新來結合，而不是為了智慧製造而智慧製造，或者為了大數據而去找數據——事實上，很多小數據有可能產生大的價值，因為所謂的「大」數據，追求的絕對不是「量大」，而是要「價值」的最大化。

因此，未來台灣不論是產業創新或者創業，都應該要走向「高價值」的方向，而不是追求「高檔」。低檔或高檔是可以衡量的，高價值是不能衡量的。過去台灣長期代工，是一個 me too 的思維，如果先創造一個顧客端的價值，讓別人來 copy 你，領導產業的趨勢，才能避免繼續只能不斷 me too 的命運。所以今天我們要討論的是如何從數據去看問題之後，重新訂出一個價值的主張，不是從低檔到高檔，而是從客戶端去創造一個「如何避免問題」的市場價值。

## 以無形的價值創造引導有形的產業創新

談價值創造前，我們要先來談「煎蛋理論」，產品好比蛋黃，蛋白就是為顧客所創造的價值或者以產品為載體的服務，前者可見，後者不可見。

傳統的製造就是一直在解決「可見」的問題，工廠內也最怕出現無法預期的突發問題 (surprise)，傳統的製造不論是自動化或者標準化，都在追求不斷將可見的產品或功能開發到極致，但是卻講不出一個不可見的「價值」。

而智慧製造的核心價值就在於透過大數據，預測生產問題，進而創造價值。因此，可以說工業 4.0 驅動的變革是從 make "quality" as standard 到 make "wow" as standard，從 innovation 到 valuation，讓你的顧客使用之後就愛上你的產品，這樣市場的藍海就是你的了，蘋果的 iPod 到 iPhone 就是一個很好的例子。

同樣的應用在汽車工業也是如此，汽車產業一路從車款的開發、安全性、功能性……一路到 Tesla，但是 Tesla 要換電池仍是一個問題，所以最終要追求或創造的客戶價值應該是無憂 (worry free)。

從這些案例，企業在思考專利布局的戰略時，應該要先創造一個新的顧客價值的鴻溝 (gap)，也就

是顧客還沒想到他需要的東西，企業先看到了，創造一個不可見的價值，進一步去想該如何把「可見的產品」與「不可見的價值」結合起來，從這個角度進行專利布局。

### 產學合作需要注入新思維 重視速度與價值

事實上，除了台灣的產業需要創造新價值，產業與學界的合作也需要注入新的思維，取代傳統的作法。

過去大學體系在產學合作的關係中代表了大腦 (mind)，也就是想法 (idea) 的產出來源，但是這些 idea 必然還不夠成熟，或者說不夠實際，所以風險很高。要把這種風險降低需要時間，然而企業這端面對的競爭是非常快速的，學校研究的成果要讓企業界技術移轉銜接過來，再花兩三年進行市場化，這樣的速度太慢了，因為市場不會等你，競爭者更不會。現在的世界，速度已經是競爭的要件。

因此我們與逢甲大學推動 TIMS (Center for Taiwan

Intelligent Maintenance System)，就是透過過去我在 NSF(National Science Foundation，美國國家科學基金會) 的經驗，結合企業、製造、工程中心與產學中心的力量，希望讓好的 idea 能夠快速地進入市場，其中要的就是速度與價值。這是美國發展產學合作的模式，重點在於如何創造經濟價值。

過去在大學體系內，教授就像是一個農夫，要種最好的橘子，就是要把技術開發出來，但重點是，市場要的是橘子汁而不是橘子，如果你把做橘子汁的技術開發出來之後，橘子可以從任何地方來都無所謂，所以如果說市場要的東西你先做了，那你的思維方式就不會停留在種橘子，這種價值我稱之為缺口 (gap)，而不是需求 (needs)。

要發展 IMS (Intelligence Maintenance System) 一開始風險一定很高，但價值一定很低，所以因此我們需要一個清楚的願景，讓企業也認同這樣的理念，一開始就把工具跟技術跟平台搭好，一年兩次評鑑和會議讓企業界來看，當稍微覺得有機會的時候呢，企業直接進來做測試，測試的結果不錯直接就切換到企業端繼續開發。

換句話說我們會以犯錯的速度為目的，而不是說把結果做出來的好壞當目的。因為企業界有足夠的資源，把可以做好的事情做好，但最怕的就是不知道該做什麼事情，所以如何把犯錯的 option 減少，如何把可行性的價值增快，也就是要把這種速度與價值納入產學合作的思維內，才能真正發揮產學合作應有的效益。

Will Rogers 曾說過：「即使你在正確的道路上，你也會被別人輾過。」因為時代變了，因為問題會跟著時代而變，以前的問題是現在的機會，現在的機會是以後的問題。但如論如何，未來產業需要的創新，是來自於可見與不可見之間的關係，企業應該放下傳統的硬體與功能端思維，逆向思考，從顧客價值端來思考，進而找到競爭力的成長與機會。



專家觀點

# 工業 4.0 時代 高等教育應成為 人才培育與產業轉型的平台

逢甲大學跨領域設計學院 余日新院長

工業 4.0 與智慧製造等議題在產業持續發燒，然而台灣產官學各界該如何理解這個趨勢，做出正確的回應與決策，是一個需要深入思考的問題。



未來是各種產業與人才快速整合的時代，逢甲大學已經意識到這個趨勢，我們認為，當代高等教育應該在產業與人才之間扮演平台的角色，從教育這端開始進行專業知識與人才的融合，因此我們透過開設跨領域設計學院，進一步落實這個構想。

關於智慧製造，如果從整個趨勢對經濟或產業的衝擊而言，影響範圍

從工廠、產線、供應鏈、物流與後端的消費型態、服務模式等都連帶產生變化，從這個出發點，位居產業上游的高等教育對培育人才的思維，也必須快速因應。

## 推動人才跨領域發展— 跨領域設計學院 d. School

「跨領域人才」的相關議題在台灣已經被媒體討論很久，面對未來，許多低階而單一的工作極可能會被自動化或 AI 取代，企業真正需要的將是

具備即戰力、可以解決複雜問題的人才。我們對跨領域的人才賦予以下定義：除了至少具備一項可以做到頂尖的專業，還需要能夠對其他專業能夠學習、溝通甚至進行整合的能力—這是我們培育人才的願景與目標。

逢甲跨領域設計學院是為了培育未來人才而設立。不可諱言，未來是個數位化的世界，科技進展對許多產業帶來強大的衝擊，也形成對人才能

力的挑戰。以會計專業而言，如果企業積極發展數位化，那麼學校的會計科系就應該提前培養學生電腦審計的能力。

以跨領域設計學院開設的與金融相關的課程為例，我們提供跨領域的師資，讓所有商管、金融和資訊相關科系的學生來修課，課堂上就可以交流不同專業的思維和觀點，我們也邀請產業參與課程的設計與討論，共同發想各種可能的應用與



情境，讓以學生學習該如何讓核心的專業知識與實務接軌。

我們相信，當教育的思維改變，培育出來的人才也會更能適應未來產業環境中的各種挑戰。

### 推動產業跨界整合— 台灣智慧製造創新營運中心

同樣的，從我們對產業的觀察，目前台灣許多中小企業面對工業 4.0 和智慧製造的趨勢，主要聚焦在生產系統的數位化轉型上，政策部門也投注龐大資源發展智慧機械。然而如果從價值創造的觀點來看，智慧製造對產業而言，首要釐清的應該是「未來市場的輪廓如何勾勒？」

智慧製造是一個從市場需求的改變，進而回溯影響整個供應鏈體系的變因。企業應該先想到市場，再回頭推導該如何調整製造生產的形態，也就是必須將服務化的概念融入製造。應該先釐清的是，企業要如何從市場考量實現智慧製造所需之軟硬體整合要如何規劃？要朝著哪個方向去蒐集數據？需要使用哪些蒐集數據的軟硬體工具，

才能幫助企業創造市場價值？這些是多數台灣廠商陌生的商模區塊。

從這個出發點，大數據、機聯網或者 AI 這些技術都是協助企業創造價值的工具、途徑，而非投資的目的，企業思考的格局也應該突破「工廠」或者「生產線」的範疇，進一步去理解未來商業競爭的整體樣貌，才能為有意投資的廠商創造價值與競爭力。

台灣產業要因應智慧製造的趨勢，重點仍然是產業整合的能力，這絕非單一企業或者產業可以獨力完成。有鑑於此，逢甲大學與東海大學成立「台灣智慧製造創新聯盟」(Taiwan Intelligent Manufacturing Innovation Consortium, 簡稱 TIMIC) 透過平台的運作機制，協助智慧技術需求者與導入者的合作，提升台灣中小企業導入智慧製造之競爭力，目前已經有數十間企業與研究單位加入，希望透過產官學的力量，針對未來推動智慧製造所需要的技術開發與導入，逐漸凝聚出台灣在工業 4.0 時代的製造業能量。

台灣製造業有世界級的優勢，也有過去累積出許

多重要的產業知識與 know-how，中部地區許多隱型冠軍的企業已經樹立良好的典範，但是廣大中小企業回應趨勢的速度與策略，仍是轉型的關鍵。期望透過產官學多方的努力，讓台灣製造業

能在這個趨勢中破浪而出，真正創造下一波的國家競爭力。



專家觀點

整合・突破・再躍進

## 工業 4.0 時代

## 台灣產業需要新的策略思維

資誠聯合會計師事務所 智慧製造服務團隊 楊明經會計師

回顧台灣的製造業發展史，自二戰後逐漸站穩腳跟，許多企業抓住了 70、80 年代全球經濟快速發展的機會崛起，憑藉靈活、快速的應變力持續成長，透過優化生產技術與管理，積累出豐富的生產知識，成為許多國際品牌供應鏈上重要的夥伴。



勢，已經無法應付未來甚至當前的戰場。原因很簡單：因為這個趨勢是以業務為核心，而非以製造技術為核心的革命，誠如李傑教授所言，台灣產業的轉型應該要從追求創新走向價值創造。

### 產業觀察 1： 需求與供給未能有效對接

資誠近半世紀來與台灣企業一同面對各種產業趨勢與全球化所帶來的變革，在工業 4.0 的趨勢中，我們觀察到一些現象，其中最明顯的就是：許多

細數這幾十年中全球產業趨勢的變化，工業 4.0 和智慧製造對傳統製造業的優勢起了全面性的挑戰，甚至顛覆。換言之，台灣製造業過去的優

中小企業在這波浪潮下積極尋求轉型的解決方案，市場上也不乏應運而生的智慧製造新興服務產業，但是所謂智慧製造的供給與需求，卻經常無法正確或有效對接，這個鴻溝的落差到底是怎麼發生的？

### 產業觀察 2：企業應重新審視戰略

其次，在我們與客戶的互動中，也發現許多企業

以為大數據、機聯網就是智慧製造，但是投資設備之後，卻無法從競爭力或者營收的提升上看到效益，因為很多企業誤把工具當成了目的，忽略了數位化轉型需要有明確的策略目標，企業進行智慧製造投資以前，應該進行一個格局更大的戰略性思考，需要考量的面向也不僅僅是工廠或產線，而是未來整個產業生態圈在這個趨勢下延伸至市場、服務、法規等等可能產生的變化，並從



核心競爭策略做出調整。而在這個變革的進程中，企業的人員訓練、軟硬體整合是最需要打通的關竅，因此企業決策階層貫徹轉型的決心，絕對是關鍵性的角色。

根據 PwC 於 2016 年發布的《工業 4.0：打造數位化企業》報告，工業 4.0 是將企業整個組織的垂直運作，從產品開發到採購，經由生產製造、物流與服務的過程，予以數位化以及完整統合。除了企業的內部營運，還延伸到供應商、顧客與所有主要的價值鏈夥伴，涵蓋的技術從物流追蹤設備到即時整合執行計畫等等。

所以，這個趨勢真正帶動的是垂直價值鏈與水平價值鏈的數位化以及整合。工業 4.0 不是只有智慧製造，這個變革將製造業蛻變為真正的數位化企業，這些企業也將與客戶、供應商在數位化的產業生態系統中打開新的商業戰場。

## 解決方案與企業需要磨合 跨領域合作是關鍵

從趨勢的源頭到台灣產業界的現況，不同的產業要導入智慧製造，需要不同的解決方案與軟硬體配套，但是解決方案與企業之間需要磨合，台灣的產官學界必須透過整合不同專業領域的力量，透過不同領域的專業知識（domain knowledge）、經驗分享與腦力激盪，找出企業轉型的「關鍵性問題」——這正是資誠選擇與逢甲大學所發起的「台灣智慧製造創新聯盟」即將於今年推動「工業 4.0 工作坊」的目標，我們希望透過整合跨領域資源，累積出屬於台灣的智慧製造個案資料庫，產出不同產業領域的數位化轉型解決方案，進一步協助台灣產業升級。

面對工業 4.0 在全球所帶動的變局，許多企業目前仍在「要不要痛下決心推動數位化轉型」的抉擇之前猶豫，投資必然有風險，但是再不推動轉型迎向變革，等於被未來市場淘汰。台灣製造業應該體認未來的變動將更為頻繁快速，企業推動變革，建立未來市場所需要的新價值，已是當代企業經營無法迴避的挑戰。

**逢甲大學**  
Feng Chia University

### 發行人

逢甲大學  
李秉乾 校長  
黃錦煌 副校長

### 第一屆工業 4.0 典範獎專案執行

逢甲大學產學合作處  
李德明主任  
陳詩惠 林煜宜  
甘文婕 陳婉菁  
劉子瑩

**pwc** 資誠

### 智識夥伴

資誠聯合會計師事務所 智慧製造專業服務團隊  
楊明經 會計師  
陳美玲 協理  
洪家頌 協理  
林杰綸 協理

### 專刊統籌執行

資誠聯合會計師事務所 市場暨業務發展部  
羅沁雯副總  
鄭昌慧協理  
羅婉鈴經理

逢甲大學  
Feng Chia University

 pwc 資誠

