

以下內容摘錄自《智造大未來：洞察未見的需求》一書

《內文精選》

甚麼是智慧製造？——智慧製造是跨領域的學問

根據《TIME》雜誌的定義，智慧製造(Smart Manufacturing) 意指結合資訊、技術與人工智慧等，並形成製造智慧(Manufacturing Intelligence)，對產業每一環節，如研發與應用，帶來革命性影響。智慧製造包含將根本地改變產品在研發、製造、物流、銷售等不同價值活動的流程；有效改善勞動者與作業環境間的安全考量，對環境達到零排放、零事故的目的；並且維持製造業者的競爭力，同時改善永續環境、降低產品成本，利用次世代的材料作為新產品的開發。

因此，智慧製造範圍涵蓋製造的各個方面，從原料、生產到市場層面，涉及工廠、配送中心、企業商務系統、顧客和整個供應鏈，並且須配合網宇實體系統(Cyber-Physical Systems, CPS) 的導入，即結合電腦運算以及感測器和制動器裝置的整合控制系統，通過感測網路緊密連接現實工廠，讓生產製造過程中與相關的資料加以整合，並同時通過感測器採集並進行資料分析，形成自主性之智慧生產系統。而人的角色不再是機器的操作者，而是整個流程中的管理者。更進一步，智慧製造從技術和管理面向來觀察，則分成智慧生產與智慧工廠 2 部份。智慧生產指的是整個製造運營與資訊無縫接軌串聯，形成流程自動化；而智慧工廠意指生產系統的管理、產品的研發與組裝、防呆及設備故障處理等，都能即時將資訊回饋至生產端，優化排程，讓生產更具彈性與效率，快速反應市場需求，以因應競爭高的商業環境、產品生命週期縮短、資源有限等產業現況。

總體而言，正因製造業對台灣產業發展具關鍵性指標，尤其處於工業 4.0 時代洪流下，徹底顛覆傳統製造生產過程，未來製造業將是由許多家智慧工廠結合而成的智慧生產體系，融入網宇實體系統科技運用，將相關領域產業串聯在一起，創造更高的附加價值鏈與新型商業模式。因此，舉凡生產、經營、管理的全面創新變革，提升企業價值，

將成為全球競爭產業下的致勝優勢。

打造智慧機械新生態系

因應大量客製化市場發展趨勢，對於機械製造之相關領域，相較過往傳統機械是單機作業，現今生產線與設備必須更具彈性、智慧化特點，並且在短時間內調整生產模式，以完成生產不同規格的产品。因此，智慧機械即利用感測器與各類控制模型，加以自動調整機械本身的反應，而其系統架構包含機台本體、感測器或感知模組、資料儲存、運算與控制模組以及通訊模組等應用技術。

透過智慧機械，除了有效降低產品製造成本、生產過程中的能源消耗，並且改善產品品質及維持其穩定性，更進一步，能即時追蹤產品相關資料，亦確保生產線與設備的安全性，大幅提高整體供應鏈之透明度與企業營運效能。

根據 IEK 產業經濟與趨勢研究中心，針對智慧機械所涉及之關鍵發展技術，包含：智慧感測器、雲端運算、擴增實境 (Augmented Reality, AR)、大數據 (巨量資料)、智慧機器人與積層製造等，進而達到智慧生產系統、智慧人機介面與協同合作等相關應用方案。

為協助企業轉型與產業永續發展，台灣推動智慧機械產業為政府 5 大創新產業政策之一，主要目的是將精密機械升級為智慧機械，藉此創造更多就業機會，並打造台中成為全球智慧機械之都。因此，以「智慧機械產業推動方案」整合國內豐沛的新創能量，建立符合市場需求的技術應用與服務能量，提升產業競爭力，為台灣機械產業挹注一股成長新動能。

因此，於 2016 年，透過精密機械以及資通訊科技能量為基礎，導入智慧化相關技術，藉此建構出智慧機械產業新生態體系，包括有：

1. 「智慧機械」產業化：簡稱智機產業化，即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，提供全方位解決方案

(Total Solution) 及建立差異化競爭優勢。深化智機自主技術與產品創新、發展解決方案為基礎的相關產品。其範疇涵蓋：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。

2. **產業「智慧機械」化：** 簡稱產業智機化，為減緩勞動人口結構變遷壓力，加速人力資本累積，創新產業生產流程與大幅提高生產力，及善用電資通訊產業優勢，協助產業導入智慧機械，建構智慧生產線，使之具有高效率、高品質與高彈性等特徵，透過雲端、網路與消費者快速連結，提供大量客製化產品，形成聯網製造服務體系，及提升產業供應鏈智慧化與合理化。產業範疇包含：航太、半導體、電子資訊、金屬運具、機械設備、食品、紡織、零售、物流、農業等。

剖析 3 大推動策略

此外，針對智慧機械詳細之推動策略，包含「連結在地」、「連結未來」與「連結國際」3 大部分，其相關推動做法如下：

1. 連結在地

(1) 打造智慧機械之都

- 整合中央與地方資源，建構關鍵智慧機械產業平台。
- 結合台灣都市發展規劃，提供產業發展腹地與示範場域。
- 推動智慧機械國際展覽場域，拓銷全球市場布局。

(2) 整合產學研能量

- 法人創新商業模式- 服務客戶的客戶。
- 推動智慧車輛及無人載具應用。
- 加強產學研合作，培訓專業人才。

2. 連結未來

- (1) 技術深化，並以建立系統性解決方案為目標。

- 推動航太、先進半導體、智慧運輸、綠色車輛、能源等產業，廠與廠之間的整體解決方案。
- 推動智慧型人機協同與機器視覺之機器人以結合智慧機械產業應用。
- 發展高階控制器，以提高智慧機械利基型機種使用國產控制器比例。
- 打造工業物聯科技。
- 開發智慧機械自主關鍵技術、零組件及應用服務，透過應用端場域試煉驗證其可操作性，再系統整合輸出國際。

(2) 提供試煉場域

- 強化跨域合作開發航太用工具機，並整合產業分工體系建構聚落。
- 半導體利基型設備、智慧車輛及智慧機器人進口替代。

3. 連結國際

- (1) 國際合作：強化台歐、台美及台日智慧機械產業交流。
- (2) 拓展外銷：系統整合輸出、推動工具機於海外市場整體銷售方案，及強化航太產業之智慧機械行銷，拓展國際市場。

藉由智慧機械推動方案，能提升工業物聯科技，形塑上、中、下游緊密結合之產業生態鏈，加以整合跨領域資源，未來將台灣打造智慧機械之都，成為亞洲最重要的示範場域。

案例篇 宏遠興業——自動化精實生產機能衣全球風靡

宏遠興業創立於 1988 年，是一家創新研發導向的紡織製造商，垂直整合假撚、撚紗、織布、染整、印花、貼合塗佈等特殊後加工工程，以創新研發為導向，結合高科技與流行資訊，不斷開發高附加價值的創新產品，力求走在科技化最前端。宏遠興業的研發能量獲得全球國際高級服飾品牌青睞成為策略夥伴，包括：Nike、Columbia、The North Face、Decathlon、LuluLemon……等，並與國際品牌共同開發各種機能

布料，深諳全球市場脈動。

宏遠興業以台灣為全球運籌中心，擁有台灣台南、中國上海及泰國拉佳布里 (Ratchaburi) 等生產據點，員工人數 3,100 人，以紐約、巴黎、杜拜、上海、香港、曼谷、東京及大阪等全球主要城市為業務及行銷據點，透過綿密的銷售及服務網絡，並積極參與國內外各大商展，成功拓展全球事業版圖。

每 5 年就轉型甩開競爭者

宏遠興業總經理葉清來認為，再先進的技術都會被模仿，只是時間早晚而已，如果不持續研發創新，就等著被競爭者取代，唯有開發全新的技術，創造更具效能的製程，方能常保領先優勢。宏遠自創立以來，已累積 30 幾個平台技術，可進行組合性創新，在上中下游建立起高技術門檻，平均每 5 年就轉型一次，以破壞式創新脫胎換骨，每轉型一次競爭力就快速翻轉、向上躍升，產品及服務客群都有所調整。

成立最初 5 年(1988 ~ 1993 年)，將新合纖布種應用到女裝強撚薄織物，專攻時尚女裝；第 2 個 5 年(1994 ~ 1999 年)，轉變為成生產超細纖維麂皮布、刷毛布料為主，走向裙褲料高級品；第 3 個 5 年(2000 ~ 2006 年)，進入運動休閒衣著市場，與國際運動品牌合作，開發防水、排汗、透氣等機能性布料，創立物性實驗室，將時裝概念運用到運動衣著，使運動休閒服飾走向流行化。2003 年設立尖端技術研究所，研究新材料、新製程及特殊後加工，並研發智慧材料與智慧紡織品，將傳統紡織業轉為高科技產業，每年在研發上投資逾 2 億元以上，60 人的精銳研究團隊，構築起龐大的創新動能。

第 4 個 5 年(2007 ~ 2013 年)，開發節能、環保織物，致力成為永續發展模式生態型企業。2007 年，宏遠興業參與發起南台灣紡織研發聯盟，透過異業結盟與產官學研的資源，觸發更多創新研發能量，協助上中下游產業鏈共同行銷以提升產業競爭力。2009 年 5 月，宏遠通過全球最嚴格瑞士 bluesign® 環保紡織品認證，成為亞洲

第一家獲得貼合塗佈認證的公司；第 5 個 5 年（2014 ~ 2019 年）致力打造創新永續的智慧宏遠，推動智慧工廠，開發智慧化研發製造服務獲利模式，以蛻變為智慧企業。

展現「四」力拚永續經營

愛讀書的葉清來，每週至少閱讀一本書，還親自寫手稿分享廠內同仁，讓員工學習。2014 年葉清來在雜誌上讀到有關德國工業 4.0 的報導，十分認同，於是不斷找相關的書籍來研究，並要求台灣、上海與泰國 3 個工廠的主管研讀相關研究及書籍。

2014 年底葉清來決定推動宏遠智慧工廠改造計畫，大量學習國內外有關智慧製造的知識，並成立智慧宏遠全球推動組織，親自擔任推行總主席，在原有的「創新力」、「永續力」外，再加上「智慧力」與「精實力」，成為宏遠的四大核心能力，以成就永續經營的智慧宏遠。

智慧宏遠規劃分三階段，預計投入新台幣 15 億元打造智慧工廠，第一階段致力於企業內部的水平與垂直整合，透過彈性佈建、資料庫介接、通訊標準化等方式，打造出虛實整合的智慧連網，以自動製造監控、數據分析達成精實生產；第二階段經由上下游 SCM 與 CRM 串接，提供顧客滿意少量多樣即時快速服務，也讓供應鏈訊息通透，達到全球運籌智慧預測；第三階段則由資料驅動自主決策，收集機台的生產數據，彙整到雲端平台上，藉由大數據運算與反饋，達到自動調整及智能決策。

建置智慧生產 傳統廠房變聰明

在宏遠積極推動智慧製造的同時，經濟部工業局也正在推動 2016 年製造業智慧機械示範案例計畫，宏遠便以「高效率精實生產自動化管理系統」申請輔導，由工研院資通所提供技術支援，負責計畫整合與時程掌控，協同遠傳、旭源……等資通訊廠商共同執行，成為打造智慧宏遠大計畫的一部分。

「短交期、大量客製化、少量多樣是未來趨勢，唯有智慧彈性才能製造因應未來趨勢。」宏遠興業副總經理高錦雀說道。「如果過去是 10 萬碼染 1 種顏色，現在可能是 1 萬碼染 10 種顏色。對染整廠來說，過去受限生產技術，不同長度布料，消耗的染料和用水用幾乎一樣，如果一個樣式產量越少，成本就愈高，很難做到少量多樣，再加上工序繁複、製程因子繁多，必須提升一次對色率以及精實管理廠內上萬物件的製造程序，因此我們率先針對染整廠進行智動化。」

她接著說明，「整染廠主要有 5 大流程，分別是退漿、解撚、預定型、染色、後整理，其中單是染色，就需要在染整機上，先調好顧客訂單的顏色，依序秤量特定比例的染料、溶解染料、人工配送上染色機、人工設定染程，在染整過程中，染不對色是常見問題，如果是特殊布種，人工操作更難以掌握。一旦發現染完後顏色不符顧客需求，不但布料報銷，造成資源浪費，還衍生出廢棄物處理及環保問題，對成本與交期影響極大。」

透過染整廠設備系統智動化，關鍵生產設備自動化與回饋監控。目前染整廠內工單上線時，條碼一刷，電腦就會自動通知各機台準備上線，依據不同布種特性，從自動秤量染料、配色到染程設定，布料多長、染什麼顏色，多少染料和水，二樓自動上料機就將染料輸送到一樓染色機中。在染整過程中，感測器會不斷收集生產數據，顯示在廠房內的觸控大螢幕上，讓現場工作人員即時掌握生產狀況。「機器的運作狀況，只要一台平板即可了解，不必到現場就可以遙控。」高錦雀笑著說。

監控布車動態節能省成本

在染整布車與物料管理系統建置上，「染整廠內依據製令工單及排程將布料放在布車上，在廠區各機台之間移動、進出機台，因此監控一台布車的停放位置、移動路徑、進出機台，即代表監控一張製令工單的製程進度，掌握所有布車即時動態，即可掌握整個廠的製造狀態、生產進度及物料流程。」智慧宏遠推動辦公室副

理謝銘鴻說道。他進一步解釋，「布車管理系統是工廠生產物流最基本與終端單元，藉由在每一台布車使用物聯網技術，串接工廠網路，整合布車進出站監控、管理功能，每一台布車可提供即時位置、自動進出站登錄、自動更新顯示製程內容，達到監控每台布車是否依照排程順序、時間、到達正確位置、進出正確機台、執行正確製程與達到要求的品質。」

透過整合資料處理與前端監控系統，掌控生產現場布車所在位置，監控布車在製程中的移動與異常停留，同時透過每分鐘檢查，將偵測資料傳送到後端資料庫，目前染整廠已經達到降低重修、減少錯誤的成效。

在能資源管理系統整合上，藉由廠區內能資源管理系統的整合，可有效達成在能資源管理上重要資料的監測，透過即時蒐集與判讀各項系統的能源效率，精準掌握生產製造所需的能源資訊，避免非必要的能源損失，節省製造成本，達成節能減碳的目標。

在製程整合與異常因子分析上，針對染整廠內智慧化機台與物料管理所蒐集的龐大數據，需要一個綜合分析系統，提供不同工作人員，包括現場操作人員、管理人員與分析人員可依各自工作所需，得知所需的人、機、料、法、環等所收集的相關數據，以順利進行全廠管理與緊急警戒，隨時掌控生產的最新狀況。

宏遠導入智動化進行染整優化，效益已現，以染整一廠為例，包括節省人力、節省染劑、對色率提升、重修率下降等、每月可節省新台幣 255 萬元，整廠的設備投資在 22 個月內就能回收。在能源的節省方面，因重工減少，光是電費一年就可省下新台幣 2,000 萬元。

串聯全球廠房大數據添動能

宏遠 2015 年 4 月導入 SAP 新 ERP 建置 HANA，透過台灣母廠 ERP 系統集中管理，整合業務接單與各廠房的客戶訂單處理，達成全球 3 個廠區運籌統一調度，

有效控管各廠房產能、原料供應及採購流程，彈性靈活生產流程符合客製化需求，實現客戶產品訂單全程監控，為客戶提供透明即時的訂單生產狀況回報。對外提供客戶更準確的交期；對內降低生產庫存成本。

目前宏遠先從示範廠的機台即時監控、網路化與虛實整合著手，待未來各廠房完成智動化，將不同廠房串聯起來，收集各機台的生產數據，傳送到各廠的 ERP 系統中，再彙整到雲端平台上，進行大數據分析。雲端平台可將生產系統和上游的業務、採購系統和下游的客戶系統整合在一起，可以根據原物料供應和客戶需求變化，快速反應。

依宏遠的規劃，智慧生產模式，將由台灣廠先行，再複製到中國、泰國等海外廠，智慧宏遠的藍圖一旦完成，未來的競爭力，將如虎添翼。

建議篇

任何企業經營的目的是要從社會上取得資源（如：人力、原料、機械設備、資金……等），經由企業資源的整合製造產品或服務，再銷售給其客戶或終端消費者，最終獲得利潤並將利潤分配給利益相關者（如：股東、員工、顧客、供應商、繳稅給政府、回饋社會……等）。投入資源與產出的關係可用一簡單的公式予以表達： $(\text{生產力} - \text{產出}) / \text{投入資源}$ 。提高生產力有下列方式：1. 產出不變，減少投入資源；2. 產出增加，投入資源不變；3. 產出增加，投入資源減少；4. 產出增加比率大於資源投入比率。企業要持續運用上述方式提高其生產力，在面臨全球競爭的時代才能永續經營與生存。

由於台灣大多數為中小型製造業，資源不足無法一蹴可幾，必須從初步具有 IT 及自動化基礎的中堅企業，建構中堅企業及其供應鏈的創新營運模式，再逐步擴及中小企業的升級，以達成滿足客戶需求、創造消費需求為客戶創造價值的目標。

精實生產步驟邁向價值創造

台灣中小型製造業面臨成熟的智慧科技發展的拉力，還有未來逐步進入超高齡

人口老化而造成勞動人口遞減的推力，運用製造業生產力再造的架構，逐步提高企業的生產力，是未來不得不走的路。然而若貿然投資智慧機器或機器人、物聯網、巨量資料、網宇實體等各項軟硬體，所費不貲也非中小企業所能負擔得起，在這時勢所趨又要提高生產力的情況下，中小企業製造業可依循「精實生產步驟」，從基礎建構篇的穩定與暢流的面向著手，再進入能力熟化之同步化、拉式生產的階段邁進，逐步進入智慧自動化，讓製造業中小企業升級轉型，具有高度的競爭力而永續發展。.....

(本文摘錄自《智造大未來：洞察未見的需求》一書部分精彩內容)