

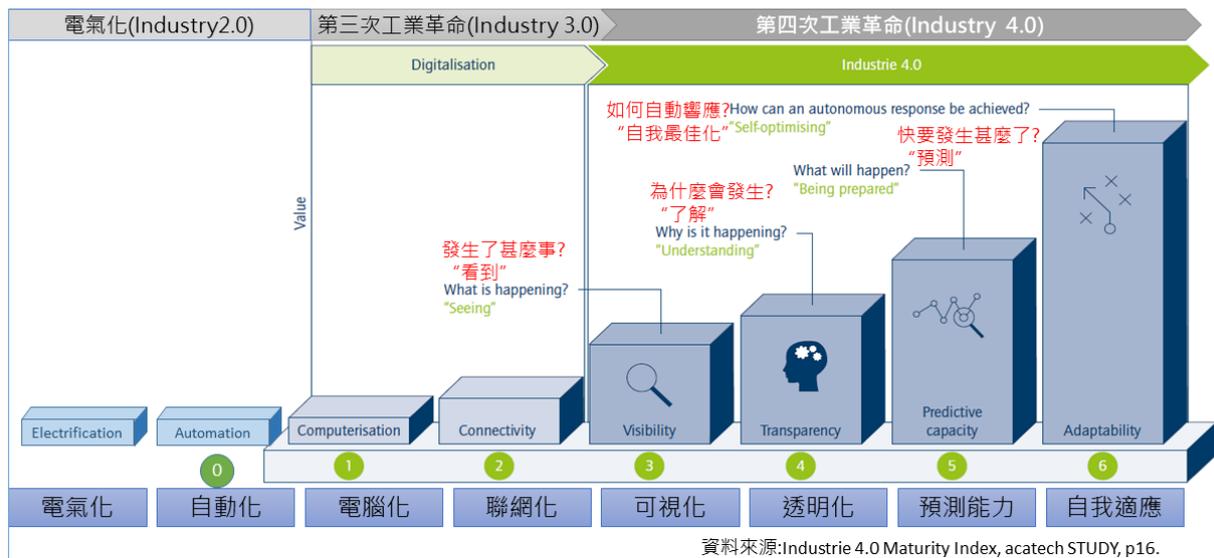
題目:中小企業數位化升級起步-導入智慧機上盒

作者:財團法人精密機械研究發展中心 張乃文

工業 4.0 是近年來全球工業發展的潮流，大家對於這個名詞或多或少都聽過一些概略性的說法，例如，工業 4.0 跟 IoT、機聯網、智慧機器人、精實生產、大數據或虛(模擬)實(現實)整合有關；因為工業 4.0 是德國的智能工廠(Smart Factory)發展計畫的後續計畫，所以它的確是工廠進行現代化生產變革後，再與物聯網概念結合而產生的一個新目標，而且是一個可被實現且逐漸實現中的目標。根據德國 VDMA 委託學研單位所編製的 2 份文件「工業 4.0 成熟度指標」^{註1}與「中小企業工業 4.0 實施指南」^{註2}中，提供了 2 種不同的評估模式來衡量一家企業在工業 4.0 方面的發展階段。前者除了針對技術能量的評估外，也涵蓋對企業管理文化的評估項目，但需要經過訓練的專家才能實施評估；後者則僅針對一家企業的生產線或產品進行等級的區分，實施起來較為簡單，即使一般的工程師也可以自己照表評估。本文主要用中小企業工業 4.0 實施指南中的評估圖表來陳述相關論點，恰好去(107)年精機中心接受政府委託實施智慧機上盒(SMB)輔導計畫，因此匯集輔導計畫中的結果撰寫成此文。

工業 4.0? 數位化?

如圖一，在達成工業 4.0 之前，一家企業必須已經進行數位化(工業 3.0)，甚至應該具有良好的生產電氣化(工業 2.0)基礎。就作者的觀點來看，工業 2.0 指企業主要運用人力並使用了電力驅動的設備來生產產品(達到以上的程度約可歸屬於工業 2.0 前期)。若已經使用了自動化的生產裝置則屬於具有良好的生產電氣化基礎的企業(企業生產線若達到前述的程度約可歸屬於工業 2.0 後期);工業 3.0 則是企業開始使用電腦，並有合宜的軟體協助生產管理(例如，ERP)，產品設計管理(例如，PLM、CAD、CAE 等)，使用了機械手臂取代了部份的人力或自動化裝置進行更有彈性的生產(達到以上的程度約可歸屬於工業 3.0 前期)，生產管理已經進行精實生產的改善(製程合理化)，生產方法已經有制度面的規範(生產標準化)，甚至生產管理已導入軟體協助規劃與實施(例如，MES)(達到以上的程度約可歸屬於工業 3.0 後期)；工業 4.0 則是所有的設備或系統能連上網路並互相連結、持續數位化記錄生產數據、有合適的系統與軟體可以分析與預測生產結果、甚至有合適的系統與軟體可以藉由網



生產線評估項	LV1	LV2	LV3	LV4	LV5
在生產線中的數據處理	不進行數據的處理 0	用文件檔案進行數據儲存 1	為監控的程序進行數據分析 3	對程序規劃/控制進行評估 4	自動化程序規劃與控制 4
機器對機器的通訊(機聯網)	沒有機器對機器的通訊 0	使用工業匯流排 1	使用工業用乙太網路 2	機器可以接受網路的訪問 3	具備網路服務(機聯網軟體) 4
公司層級的生產線網路	對於不同的事業單位沒有生產線連線 0	透過信件或電話來進行資訊的交換 1	數據交換使用統一的數據格式與規範 2	各單位間相連的數據伺服器使用統一的數據格式 2	不同事業單位間完全使用網路通訊解決方案 4
生產線中的資通訊架構	透過信件或電話進行資訊交換 0	生產線中有中央數據伺服器 2	透過入口網站進行數據分享 3	自動資訊交換(或追蹤) 4	供應商與客戶完整整合到程序設計中 4
人機介面	在使用者與機器間沒有資訊交換 0	使用現場的介面 1	集中式或分散式的生產監控 2	使用行動裝置作為使用者介面 3	增強與輔助功能的實現 4
批量生產的效能	固定的生產系統與小部分的相同零件 設備/人工生產 0	使用彈性生產系統與相同的零件 部分自動化 1	彈性生產系統與產品的模組化設計 自動化+生產設計 2	公司內部達成來料驅動式，模組化產品的彈性生產 自動化+精實管理 4	在附加價值網路中，來料驅動，模組化生產 自動化+管理改善 4
產品評估項	LV1	LV2	LV3	LV4	LV5
感測器與設備的使用	無感測器/致動器的使用 0	已整合感測器/致動器 0	感測器讀值可由產品達成 1	產品本身可提供分析用的估算數據 2	基於所獲得的數據產品本身可以獨立回應 4
網路與通訊的能力	產品沒有通訊介面 0	產品透過I/O訊號傳輸與接受資訊 1	產品有工業匯流排介面 1	產品有工業用乙太網路介面 2	產品具有透過網路被訪問的能力 4
資料儲存與交換的能力	沒有資料儲存功能 0	可以被辨別是甚麼產品 1	產品有被動式的數據儲存能力 1	產品的數據儲存可以進行自主性的數據交換 2	數據與資訊交換為一內部組成元件 4
設備狀態監視能力	產品沒有監視功能 0	錯誤的可被偵測 1	以診斷目的進行操作條件的紀錄 4	預測自我的功能狀況 5	可以以獨立置換控制措施 5
設備的資訊服務能力	產品沒有IT服務 0	透過網路入口介面進行線上服務 2	產品可以直接告知服務需求 3	可以獨立施行服務 4	已完整的整合入資訊服務架構中 4
設備的商業模式改變	由產品銷售獲得利潤 典型銷售模式 0	有關產品的銷售與顧問 顧問服務獲利模式 1	產品銷售，顧問改善符合消費者需求 客戶導向模式 3	與產品相關的服務增加額外的銷售 周邊衍生獲利模式 4	銷售產品的功能 租賃長期獲利模式 4

圖一、工業 4.0 程度分級與工業 4.0 指南-生產線與產品等級簡易評估等級對照表^(註 3)。

路、雲端與大數據技術，將產品設計、產品生產、原物料供應鏈控管、生產設備維護、客戶

關係的相關資訊整合並自主判斷出更好的解決方案，並藉此持續精進產能或獲利。

前一陣子第 665 期天下雜誌中，有學者透過工業 4.0 成熟度指標進行相關研究，並提到就台灣而言，目前企業平均只處於工業 2.0 至工業 3.0 之間、即使具有朝向工業 4.0 的技術，每一家企業也不一定適合朝工業 4.0 的最終理想邁進，基本上我也支持這種論點。

因為，實施工業 4.0 確實需要一定程度的資本投資，而台灣的中小企業占了 97% 的業者數量，應該只有獲利高或資本雄厚的企業才有足夠的資源投入升級至工業 4.0，並能夠承受轉型期間的企業內部摩擦，再利用薪資差異的誘因留任優秀員工或誘導員工提升能力，進而逐漸改善整個企業生產體系達成圖一中 ④ 生產透明化或 ⑤ 具備預測能力的可能，時間、投資與管理變革都是其中重要的投入項目；更只有國際頂尖等級的企業才有足夠的人才與資金，使企業與生產線持續升級而達到具備 ⑥ 自我適應能力的可能性；若是僅有一般獲利程度的企業，應該只有能力改善其生產線到圖一中 ② 聯網化到 ③ 可視化的程度，藉此取得生產管理面的優化，有助於企業獲利提高一定程度的比例。

但是，要怎樣才能夠讓企業開始朝工業 4.0 轉型或先進行其中的數位化轉型呢？

註 1: 工業 4.0 成熟度指標英文版手冊可至下列網址下

載:https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/acatech_STUDIE_Maturity_Index_eng_WEB.pdf

註 2: 中小企業工業 4.0 實施指南英文版可至下列網址下載:

<https://industrie40.vdma.org/documents/4214230/0/Guideline%20Industrie%204.0.pdf/70abd403-cb04-418a-b20f-76d6d3490c05>

註 3: 圖一中，以工業 4.0 成熟度指標圖例中 6 個技術階段變化(綠底色的 ① 電腦化 ② 聯網化 ③ 可視化 ④ 透明化 ⑤ 預測能力 ⑥ 自我適應能力，另外所標記的 ⑦ 自動化除了純機械式的自動化外，更可以是與 ① ~ ⑥ 整合的高階自動化)，在工業 4.0 實施指南等級評分項中分別標計可歸類於哪個技術變化階段。故若以工業 4.0 實施指南的方法進行評估後，所取得的等級落點即可透過圖一最上方圖示對應出該等級落點分別位於工業 2.0、工業 3.0、工業 4.0 的哪個程度。

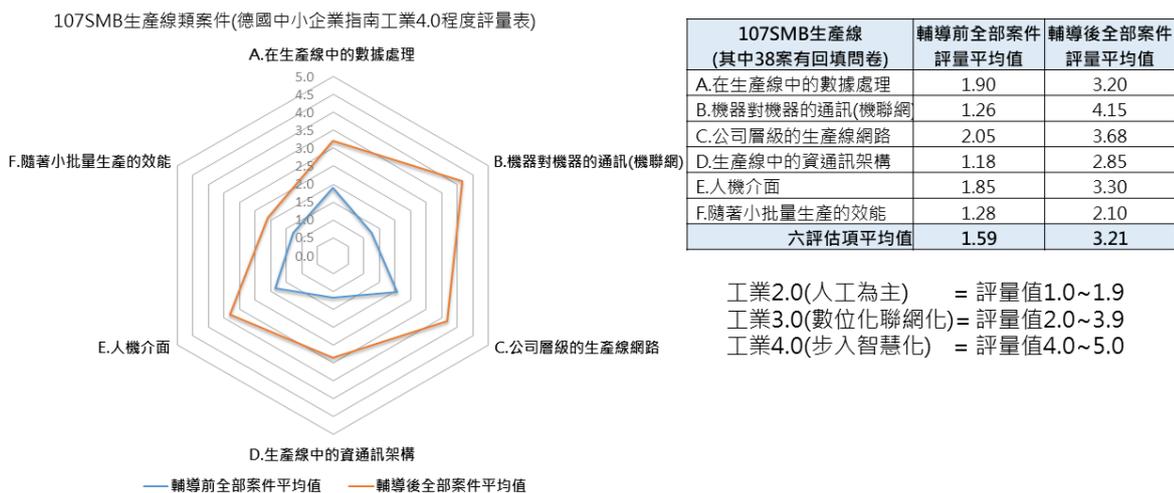
智慧機上盒可以協助企業由工業 2.0 升級到工業 3.0

去(107)年政府開始推動智慧機上盒(SMB)輔導計畫，其主要目的在透過導入 SMB 使中小企業生產線上的現有設備(包含新、舊設備)，都可以透過加裝 SMB 使生產線現有設備具備設備聯網、生產管理可視化的基本功能，讓企業主或管理者得以更快速度獲得生產線現況資訊，加快反應時間，藉此減少設備故障過久或生產線停機過久所形成的損失，間接提高生產線之生產效率來增加獲利的可能。

SMB 只是工業 4.0 升級工具的一種過渡裝置(就如同電視機上盒也是一種過渡裝置，不過，因為老電視還是被持續使用，即使過了 20 年，迄今電視機上盒仍在市場上被持續使用中)，但為了佐證 SMB 與德國工業 4.0 產生具有相關性，因此 SMB 輔導計畫委請各輔導單位依據中小企業工業 4.0 實施指南的評估方式回填問卷。

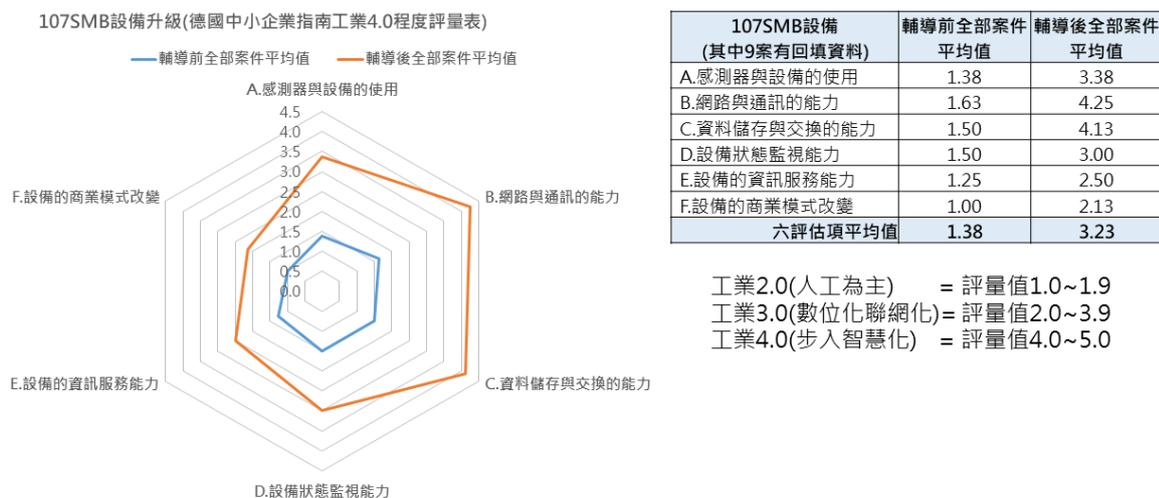
就去(107)年度 61 案輔導計畫中，有 47 家輔導單位協助回填問卷(其中 38 案為輔導生產線升級的案例，故請其依照圖一之生產線評估項回填生產線改善前後的評估問卷，綜整後繪製雷達圖如圖二；另有 9 案為輔導機械設備升級的案例，因此依圖一之產品評估項回填機械設備升級前後的評估問卷，綜整後繪製雷達圖如圖三)。

智慧機上盒(SMB)輔導計畫-生產線類輔導前後差異



圖二、各案生產線經導入智慧機上盒(SMB)前後，生產線升級前後之工業 4.0 程度評量

智慧機上盒(SMB)輔導計畫-設備產品類輔導前後差異



圖三、各案設備經導入智慧機上盒(SMB)前後，設備升級前後之工業 4.0 程度評量

依圖二與圖三所顯示的輔導前後全部案件的評量平均值的相關資訊來看，已進行問卷評估的 47 家受輔導業者中，在輔導前的評分程度多落在在 LV1~LV2 之間(其平均值分別為生產線類 1.59 與設備類 1.38，約可歸納於成熟度指標中 0 自動化到 1 電腦化的過渡階段，或可被認定為剛由工業 2.0 準備步入工業 3.0)；接受輔導後評分程度多落在 LV2~LV5 之間(平均值分別為生產線類 3.21 與設備類 3.23，代表 SMB 輔導後具備 2 聯網化到 4 透明化的過渡階段，或可被認定為步入工業 3.0 至工業 4.0 的初步階段)，恰可佐證智慧機上盒可以協助企業由工業 2.0 升級至工業 3.0 程度，部分甚至可以協助企業達到工業 4.0 前期的程度。

若細部解析圖二與圖三所呈現的雷達圖，透過智慧機上盒(SMB)輔導計畫，可以協助企業的生產線在 B.機器對機器的通訊(機聯網)、C.公司層級的生產線網路與 E.人機介面三方面上有較大幅度的提升；在機械設備升級部分則是針對 A.感測器的使用、B.網路與通訊能力、C.資料儲存與交換的能力與 D.設備狀態的監視能力有較大幅度的提升，恰好與智慧機上盒輔導計畫的主要功能訴求(設備聯網、資料儲存與管理、產量、稼動率等)互相呼應(有關輔導計畫內容與辦法可至智慧機上盒輔導計畫公布網站參閱^{註4})。

由於圖一下半部分所列舉的工業 4.0 導引指南所呈現的評估方式較為簡單，企業可以由了解公司生產線或了解公司產品的管理人員，依照其認知加以評分，再繪製出雷達圖即可(若

需要較詳細的文字說明，請至智慧機上盒輔導計畫公布網站下載專案計畫書，其後所附問卷二等同於圖一下半部分的評估方式，有需要的人可以自行嘗試繪製)，就可立即了解公司目前大概落在工業 2.0、工業 3.0 或工業 4.0 哪個區間。

當然，如果有興趣進行企業的數位化升級，歡迎接受 SMB 輔導計畫的輔導，輔導單位也會用第三方的立場幫你填寫這份問卷。

註 4:智慧機上盒輔導計畫公布網站: http://www.pmc.org.tw/news_view.aspx?HNS_NO=4433

不做 SMB(數位化)會怎樣?

台灣的中小企業目前已經面臨到很嚴峻的勞動力不足的問題，就出生率的降低一事，現在就已經導致台灣教育體系(國小到大學研究所)的併班、減班、裁系、撤所與關校新聞層出不窮，接下來就輪到就業問題。如果中小企業出不起好的薪資、不具備好的工作環境、又位於鄉間。由於大型公司與城市對勞動力人口的磁吸效應，位於非主要城市的企業很可能找不到新的員工，那又有誰來生產以維持公司營運呢?再過 5 年，因為員工不足，企業收起來不做的可能性就更高了。

導入 SMB(數位化)的好處?

現階段，企業仍可以透過自動化來替代人力缺口，但是其投入的初期成本不比數位化低；如果透過 SMB(數位化)輔導，其基本效益有:

1. **填補人力缺口:**透過減少不必要的人工紙本抄寫作業時間，讓人員做更有價值的事；例如，文書人員可透過數位化技術的輔助轉型為生產管理人員，工作輕鬆了，薪資也可能提高，留任意願更高而生產力仍維持一定的程度；原本生產人員透過數位化技術的輔助，轉型為技術工程師，產能與產值更高，老闆的獲利更高。
2. **快速獲知生產現況:**透過即時的產量可視化畫面，讓管理者可以快速閱讀或查詢生產現況；例如，老闆與產線主管可以透過可視化軟體，立刻知道哪一台或哪一個群組的設備(如相同訂單)目前的生產狀況，馬上就可以知道可不可以接單。
3. **增加設備運轉時間:**透過長期呈現設備的稼動率，讓管理者可以早一點了解不合理設備運

作情形；例如，老闆與產線主管可以透過設備稼動率的變化，知道哪一台設備或哪一段期間運作不順暢，看到稼動率變化後多半會主動介入加以改善。

4. **顯示真實的生產情形**：透過軟體主動擷取設備的生產資訊與生產時間，呈現的內容都是沒有經過人員美化的圖形，眼見為真、眼見為憑，誰是公司業績的功臣可以一目了然。

上述的效益，第 1 點可以緩解人力不足的問題；第 4 點可以用來合理的給付獎金，讓能者多勞、多勞多得。第 2 點與第 3 點可以間接提高生產線的生產力，幫老闆賺錢。不過，要進行數位化，老闆的意願最為重要，畢竟出錢的是老闆，主要的獲利者也是老闆，因此以老闆的立場編制的一份 SMB 懶人包(如圖四)。

如同前面的分析資料所提到的，SMB 確實可以協助企業進行數位化提升，而且經過 107 年一整年的輔導經驗，已經有 21 家輔導單位在 8 類製造業中針對不同類型的生產設備累積導入 SMB 的輔導經驗，只要不是太特殊的製造業，目前應該都找的到輔導單位幫你進行數位化升級。業者只要願意提出半數的自籌款，政府經計畫審查核定後也可以幫你出最高 40 萬元的政府輔導經費，馬上可以節省將近一半的數位化投資；加上輔導案執行時間 4 個月後，馬上就有生產管理數位化與可視化的功能的軟體系統幫你管理生產線。又有去年的案件證明其中 39% 案子，在導入 SMB 後都有 5%~10% 的生產效率提升，換句話說，業者可以用相同的員工取得更高的營收，相信應該一兩年內可以回收投入成本。

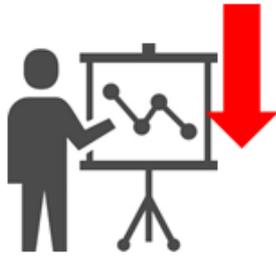
如何進行中小企業數位化升級？

現在，進行中小企業數位化升級最簡單的方法，就是接受 SMB 輔導了。就 SMB 輔導計畫來看，不但有人幫你做，政府有錢幫你出，輔導後老闆更賺錢，這麼好的機會只剩下四年(預計推行到 111 年，每年每家企業可以接受一次輔導)，所以鼓勵企業快點進行 SMB(數位化)升級。如果想要了解 SMB 的相關內容，就趕快拿起手機掃一下圖四的 QR code，相關資訊都在裡面了。

SMB(智慧機上盒)懶人包



沒做會怎樣？



數據難掌握
無法即時反應



人工紙本抄寫
企業形象低落



生產成本比人高
網路時代跟不上

怎麼做?-SMB來幫忙！



輔導團

強體質



最高40萬元

省錢錢



輔導單位

給解方

有多好？



打破時空
即時數據顯示



一目瞭然
生產動態隨時看



世界潮流
強化國際競爭力

機器巧巧做。頭家穩穩賺