

# ICT 與工業 4.0

## 資訊管理系統期末報告

系級：資管三乙

組員：B0444207 周智莘、B0444222 許芷瑜、B0444246 林姿頻

# 目錄

一、	背景動機.....	2
二、	何謂工業 4.0.....	3
2.1	工業 4.0 目的與優點.....	6
2.2	工業 1.0 到工業 4.0 的演進.....	7
2.3	工業 4.0 的設計原則.....	9
三、	智慧工廠與虛實融合系統.....	11
3.1	智慧工廠.....	11
3.2	虛實融合系統.....	13
四、	各國的工業 4.0.....	18
4.1	德國的工業 4.0.....	18
4.2	台灣的工業 4.0.....	20
五、	個別案例.....	24
5.1	哈雷打造高度自我的機車.....	24
5.2	西門子 工業 4.0 的究極攻略：成為世界工廠的工廠.....	25
六、	結論.....	27
七、	資料來源.....	28

## 一、 背景動機

根據行政院國家發展委員會的經濟情勢分析，2016 年以來，先進經濟體表現未如預期、新興市場成長疲弱及地緣衝突未解，以及英國通過脫歐公投等負面因素衝擊下，全球經濟復甦乏力，世界貿易量成長疲軟，紛紛提出「再工業化」振興經濟。隨著人口結構的改變，勞動成本上升與勞動人力缺乏問題嚴重。現世代的消費者要求不再只是傳統的追求低廉的商品，在壓力迫使下必須進化到快速有彈性且多樣化的生產技術。台灣經濟景氣也都處於藍燈，隨著國內半導體業者傾力維持製程領先優勢，加上行動裝置推陳出新，物聯網、車用電子、智慧自動化、生物辨識等新興應用發展，可望引領我國朝正向發展。其中，物聯網、車用電子、智慧自動化都與工業 4.0 息息相關，未來的資訊科技與工業 4.0 創新結合，運用新興科技帶動經濟發展與就業，不再像傳統的模式造成汙染，維護地球的永續經營。

## 二、何謂工業 4.0

工業 4.0 簡單的說，就是大量運用自動化機器人、感測器物聯網、供應鏈互聯網、銷售及生產大數據分析，以人機協作方式提升全製造價值鏈之生產力及品質。

工業 4.0 的精神是連結與優化，連結製造相關元素，進行優化，以增進企業競爭力與獲利。日本廠商目標重點在追求「零停機、零待料」，德國工業 4.0 終極目標則設在相同成本下，達到經濟批量為 1 的「最大客製化」生產彈性。

以機械加工為例：如果在工具機上裝設多個感測器，擷取零件加工時的各種製程數據，監測切削刀具及機台狀況。在刀具過度磨損前即可得到預警，及時更換，以提高產品良率。就設備而言，則可以隨時掌握機台狀況，預先規劃保養時程，避免非預期當機而影響生產。在這個例子裡，連結了幾個製造相關的元素：感測器、工具機、資料分析軟體、以及生產執行系統。優化結果因良率提升而減少廢品損失、延長刀具壽命、降低的刀具成本、避免非預期當機所降低的生產效率。

再以球鞋客製化生產為例：如果製造業者在網站上提供球鞋的各種部件及顏色、材質選項，讓顧客可以選擇喜好的部件顏色、材質進行客製化組合，並且網路下單，則企業可依顧客喜好及尺寸製

造球鞋，提高顧客滿意度。為了保持客製化生產迅速交貨，企業必須將顧客網路下單資料、企業管理系統（原物料供應、生產排程），與工廠實體生產線連結起來。優化結果：在極短交貨時程下完成客製化產品製造，在不增加成本條件下，即便一件數量的訂單也能接。

可連結的製造相關元素：在電腦中或透過網路可取得的資料，以及工廠裡實體物件，都是可以連結元素。

1. 電腦或網路的資料，例如零件設計圖檔、感測器量到的監測數據、顧客網路下單資料、企業管理資訊、社群網站對於特定產品意見等。
2. 實體物件，例如工廠裡待組裝的零件、機器手臂、輸送帶、控制器、工具機、檢測機台等。
3. 人員也是連結的一環。企業之內的人員，如收到預警而更換切削刀具的現場人員、產品設計者、企業決策者；企業之外的人員，例如機台遠距維修工程師、物流提供者、零售商、顧客等，都是製造網絡中重要的參與者。

工業 4.0 的概念是連結與優化。機器人、數據分析都是達到優化可用的工具，是否使用，則視優化的目的而異。不同產業有不同優化目標：例如資源耗用大的產業，連結首要目的是節能，因此生

產線監測相形重要，機器人或自動化便不是重點。

對於人工成本占比高的工廠，有些工廠以機械手臂替換人工操作，並且把多個製程連結起來導入自動化，如果導入性價比高，就會走向全自動化，甚至是關燈生產。但是有些生產線的工作不適合以機械手臂替換人工操作，就可透過其他資通訊工具（如簡單的客製化工作指引，或複雜的擴增實境）協助員工作業，以減輕員工負擔，提高生產力。這兩種工廠都符合工業 4.0 精神，只是工具與手段不同。

工業 4.0 可連結的元素比以往更多，可回應的速度更快，可連結的範圍更廣，因此可優化的目標更多樣，效益更大。可連結的元素比以往更多，例如機台或生產線可連結眾多感測器，工業互聯網可以極快的速度實時（real time）回應。可連結的範圍更廣，例如可以連結與整個產品生命週期相關的人、事、物。可優化的目標更多樣，例如工廠內各種非預期狀況的自動因應、設備預知保養、產品的售後服務等。

某些產業適合大量客製化產品，未來商業模式將有很大改變。以球鞋大量客製化為例：既然客戶可以在網路上選配客製化產品並且直接下單，製造業將有更多機會由 B2B 延伸到 B2C。（1）產品走向回應式生產，也就是接到訂單才開始生產，降低庫存成本，減

少滯銷品的損失。(2) 發生長尾效應：採用回應式生產，產品生命週期得以延長。(3) 獲利公式重新計算：製造業可由 B2B 延伸到 B2C。(4) 具有少量也可接單的能力，將因此增加新的客戶與訂單。

## 2.1 工業 4.0 目的與優點

### 1. 能源使用的最佳化

強調對所有生產資源做最有效的運用並提升其生產力。

### 2. 提升員工的生產力與產值

利用人機協同系統或透過教育訓練使人力資源成為價值更高的智能機器管理者。

### 3. 彈性化的敏捷生產

生產線須具備智能化、模組化、協同化、效率化來達到下列 4 種特性。多：生產產品種類多；雜：生產線換線頻繁；快：產品交期短且達交率高；優：品質優良、精確

### 4. 提升協同作業的精神

所有相關組件都應該透過物聯網、網際網路、感測器網路、無線網路來作為連結與溝通，並達到協同合作的工作方式。

### 5. 以消費者為核心，提供物美價廉的客製化產品

透過工業 4.0 的技術快速提升物美價廉的客製化產品是其最主要的目的。

## 2.2 工業 1.0 到工業 4.0 的演進

### (1) 工業 1.0 (1760~1850)

特點：在工業 1.0 中，我們都知道，瓦特改良了蒸汽機，從而開創了以機器代替人工的工業浪潮。工業 1.0 使用的機器都是以蒸汽或者水力作為動力驅動，雖然效率並不高，但是因為首次用機器代替人工，因此具有非常重要的劃時代的意義。

意義：工業 1.0 時開始使用機器代替手工，標誌著人類不甘於將自身全部精力投入在手工上。這個階段的機器製作粗糙，只能用蒸汽或者水力驅動，來完成一些有限的工作，但是以機器代替人類工作的工業思想開始成為工業發展的主流。

### (2) 工業 2.0 (1870~1900)

特點：工業 1.0 中，使用蒸汽和水力的機器滿足不了人類社會告訴發展的需求，新的能源動力和機器引導了第二次工業革命的發生。在工業 2.0 中，得益於內燃機和發電機的發明，電器得到了廣泛的使用。此時的機器有著足夠的動力，不再是慢悠悠的大傢伙，汽車、輪船、飛機等交通工具得到了飛速發展，機器的功能也變得更加多樣化。



意義：工業 1.0 的機械功能單一，驅動效率低，顯然滿足不了剛剛嘗到工業革命甜頭的人類。工業 2.0 的機器和動力相較於工業 1.0，有著非常巨大的進步。並且，得益於電話機的發展，人類之間的通訊變得簡單快捷，訊息在人類之間的傳播為第三次工業革命奠定了基礎。

### (3)工業 3.0

時間：二十世紀五十年代至今（大約是 1950 年到今天）

特點：工業 3.0 相對於工業 2.0 發生了更加巨大的變化。第三次工業革命不再局限於簡單機械，原子能、航天技術、電子計算機、人工材料、遺傳工程等具有高度科技含量的產品和技術得到了日益精進的發展。

意義：在工業 3.0 中，以網際網路為訊息技術的發展和應用幾乎把地球上的每個人都聯繫了起來。工業中的生產出現了各種各樣的機器人，以往那些高危、複雜、枯燥的工序都可以使用機器人代替，並且得到更大的經濟效益。人類在這個時代的「野心」不再局限於放眼所及的地球，而是星辰大海，並且在航天技術的高速發展下得到了實現。

#### (4)工業 4.0

工業 4.0 的時間比較模糊，2010 年 7 月，德國政府通過了《高技術戰略 2020》，把工業確定為十大未來項目之一，到今日，工業 4.0 的成就並沒有覆蓋工業 3.0 的規模。小編認為，我們現如今應處於工業 3.0 到工業 4.0 的過渡期。

特點：在《高技術戰略 2020》中，德國政府希望在未來 10-15 年的時間裡，最大程度地實現生產的自動化。物聯網技術和大數據在工業 4.0 中承擔核心技術支持，越來越多的機器人會代替人工，甚至是完全替代，實現「無人工廠」。

意義：工業 4.0 旨在將一切的人、事、物都連接起來，形成「萬物互聯」。在這張「大網」里，人類不喜歡的工作可以由具有學習能力的機器人和人工智慧自動完成，不需要人類指導。

### 2.3 工業 4.0 的設計原則

#### 1. 協同操作化(Interoperability)

指的是智慧型工廠內所有設備與零組件彼此之間都會透過 IOT 的 RFID，Tag 或 Internet 來協同合作，包括機台對零組件等等。

## 2. 視覺化(Virtualization)

指的是人機協同，虛實融合系統(CPS)管理者都會利用視覺化的電腦軟體模擬系統來監測與控制實體的機械系統。

## 3. 分散式自主化(Decentralization)

智慧工廠內的智慧機台本身都具備自我偵測、自我評估、自我最佳化的自主能力，很多決策並不需要中央來管控，而且為了簡短溝通時間，機器與機器之間也能透過物聯網系統來自主性決定如何來相互協同，因此跟傳統的中央主控式系統比較而言，他是數逾一種分散型自主性的協同系統。

## 4. 即時化的能力(Real-Time)

CPS 系統透過物聯網能夠即時的蒐集、分析資料，並在第一時間付諸行動。

## 5. 模組化(Modularity)

智慧工廠內的機台設備大部分都是模組化的設計，可以機動的、彈性的調整生產線已快速反應市場需求的變化。

### 三、 智慧工廠與虛實融合系統

工業 4.0 核心兩大發展主軸，「智能工廠（Smart Factory）」和「虛實融合系統（Cyber-Physical System，CPS）」。「虛實融合系統」是整合網路、電腦運算、感測器及實體物件的整合控制系統，而「智能工廠」則是應用 CPS 系統及物聯網(Internet of Things，簡稱 IoT)於製造生產、智慧機械、物流供應鏈、人機互動及自動化控制的工廠，主要發展生產系統及流程的智慧化，其具有生產設備、物料、成品、人員和各個工廠間高度互聯、製造過程即時的數據化，以及可自我學習與改善的三個特徵。

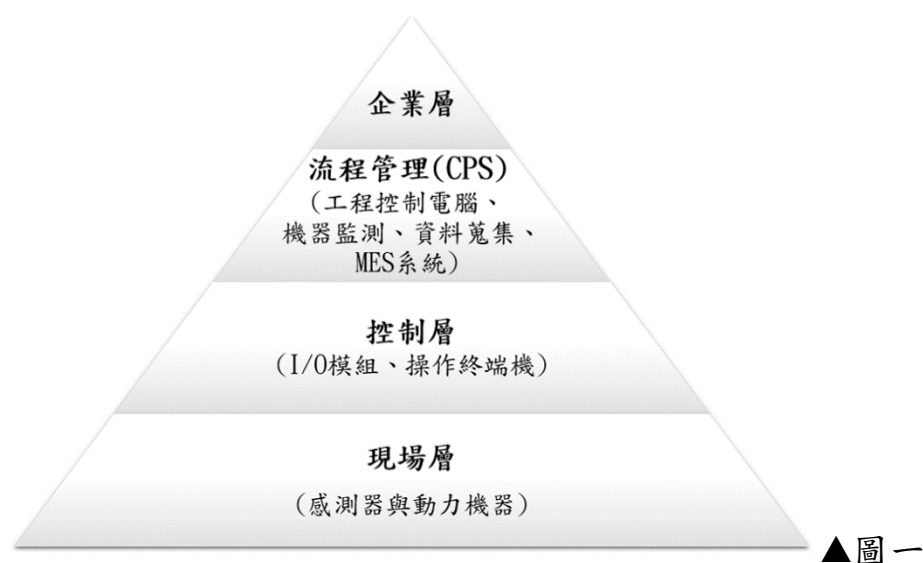
#### 3.1 智慧工廠

智慧製造（Smart manufacturing）是指結合資訊、技術與人工智慧等，並可對製造或商業流程中的每一環節，如研發與應用，帶來革命性影響，進而形成製造智能。智慧製造將完整改變產品在研發、製造、物流、銷售等不同價值活動的流程智慧製造將有效改善勞動者與作業環境的安全考量，達到零排放、零事故的目標智慧製造可增加工廠的彈性、減少能源的使用、改善永續環境、降低產品成本，並可利用次世代的材料作為新產品的開發。

當製造業佔 GDP 比重低、附加價值持續滑落、失業率居高不下，表示各國對智慧工廠的需求也越來越高。運用 ICT 硬體、軟體

與系統整合技術，使工廠生產行為具有感測連網(IoT)、資料蒐集分析(Big Data)、人工智慧(Artificial Intelligence, AI)、虛實系統整合且具人機協同作業等特色，稱之為「智慧工廠」。

所謂「智慧化」，是指該工廠具有「可自主調整廠區與產線之產能配置、可自主調整上下游供應配送、可自主優化生產環境之資源與能源配置、可輔助人員正確完成各種操作與組裝、可即時逆向追蹤生產進度與履歷等特色智慧工廠分成四個層次(圖一)，由上至下分別為：企業層、流程管理層、控制層與現場層。由企業層指派生產計劃給現場層，現場層執行生產計劃、日程管理，執行產品相關控管與數據分析，再指派作業指令給控制層，控制層將指令套用於設備上，控制層再將生產設備的回饋回傳給現場層與企業層，而流程管理則進行整個流程控管、設備監視與數據蒐集。由上而下相互倚賴，使流程能夠更安全的維護。



### 3.2 虛實融合系統

工業 4.0 的核心課題之一虛實融合系統 (Cyber Physical System, CPS)。所謂的虛實融合系統就是網際網路世界 (虛擬世界) 與實體世界 (實際工廠世界) 完美融合後的系統與世界。在充份運用資訊及通訊技術，將虛擬世界和實體環境兩者之間的距離縮短，然後可利用資訊系統來快速反應及設定實體環境所需；而虛擬世界可以忠實表達現實環境發生的各種資訊。簡單來說，小至用 APP 查詢公車何時到站，大至捷運的中控中心，都是 CPS 的表現。虛實融合系統就是製造業的互聯網化或製造系統的互聯網化或產業供應鏈的互聯網化。

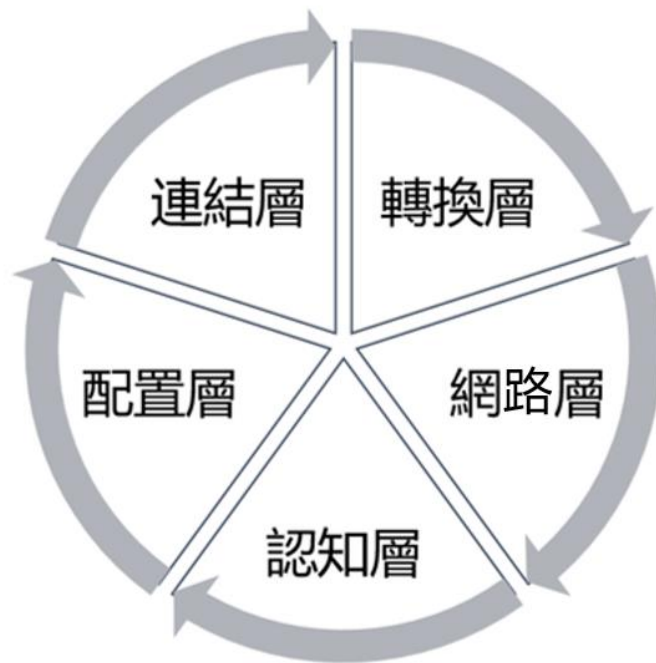
在環境相對封閉的工廠，導入 CPS 在工廠各項設備及流程，也可視為一種類似 ERP 的複合性整體解決方案。過去，企業藉由 ERP 系統從財會、銷售等角度進行公司整體流程再造；如今，工廠也面臨改革上的需求，期許 CPS 利用不同軟硬體、感測器、工業網路等設備，進行虛實資訊的整合，使工廠具有智慧化的管理能力，改善工廠在製程、設計、以及現場環境等製造時所會遇到的各種問題。導入 CPS 時，為了對工廠內各項資訊進行管理及反應，目前仍有不同需注意的地方。

首先，為了收集工廠資訊，必須安裝不同的感測器，但因不同

新舊設備的限制，需注意感測器是否要額外加裝及選購的問題；再者，工廠現有網路協定經常不一致，對於如何將這些不同的協定進行異質網路和設備進行聯結，也是需解決的部分。

當要將所收集的資訊進行系統化的管理時，會因工廠皆以封閉性系統環境為主，有各式的製程，因此客製化需求程度往往較高，故在人力和預算下就先提前設想。鑑於 CPS 仍為一種複合性的整體解決方案，要在工廠把 CPS 做的完善，對於過去資訊化程度不高的工廠，所影響的層面及牽涉的角色，相對更為複雜。因此對於導入 CPS 的業者，需要用一種長時間投入的心情做足準備，並在人事教育訓練、高層主管支持等各種影響因素上，清楚做出整體思維的規劃，以整體配套的方式進行 CPS 的導入；然後逐步將工廠虛擬和實際之間的距離縮短，讓工廠具有各種自主化能力，方能因應將來市場變量變樣的需求，比競爭對手更能具備經營彈性、搶得市場先機。

根據 CPS 為達成智能化所應該具有的特徵，在工業 4.0 環境下的 CPS 技術體系架構，包括了 5 個層次的構建模式(圖二)：



▲圖二

#### (1)連結層 (Connection Level)

CPS 內部各個設備嵌有不同的感測器，用來發送來自本地系統數據到遠程中央伺服器的通信協議。基於眾所周知的束縛、自由通訊方式，包括藍牙、WiFi、UWB 等，以高效和可靠的方式採集數據。

#### (2)轉換層 (Conversion Level)

在工業環境中，數據可能來自不同的資源，包括控制器、傳感器、製造系統（ERP，MES，SCM 和 CRM 系統），維修記錄，等等。這些數據或信號代表所監視機器的系統的狀況，但是，該數據必須被轉換成用於一個實際的應用程式的有意義的訊息，包括健康評估和故障診斷。



### (3)網路層 (Cyber Level)

一旦我們能夠從機械系統收穫訊息，如何利用它是下一個挑戰。從被監控的系統中提取的訊息可表示在該時間點的系統條件。如果它能夠與其他類似的機器或在不同的時間歷程的機器進行比較，用戶能夠更深入了解系統的變化和預測任務狀態。

### (4)認知層 (Cognition Level)

通過實施 CPS 的網路層，它可以提供解決方案，以機器信號轉換為健康訊息，並且還與其他實例進行比較。在認知層面上，機器本身應該採取這種在線監測系統的優勢，以提前確診潛在的故障，並意識到其潛在的降解。根據歷史健康評估的適應性學習，系統可以利用一些特定的預測算法來預測潛在的故障，並估計到達故障的一定程度的時間。

### (5)配置層 (Configuration Level)

由於本機可以在網上追蹤其健康狀況，CPS 可以提供早期故障檢測和發送健康監測訊息。此保養訊息可以反饋給業務管理系統，使操作員和工廠管理人員可以基於維護訊息做出正確的決定。同時，機器本身可以減少機器故障的損失，並最終實現以彈性系統調整其工作負荷或製造時間表。

在這個架構中，CPS 從最底層的物理連接到數據至訊息的轉化

層，並通過增加先進的分析和彈性功能，最終實現所管理的系統自身的自我配置、自我調整、自我優化的能力。從 CPS 技術體系來看，核心在於以數據分析的能力創造新的價值，因此，這也決定了 CPS 技術的高可移植性、高通用性，應用範圍可以涉及工廠車間、運輸系統、能源等各個行業。

## 四、各國的工業 4.0

工業 4.0 最早由德國提出，德國以「虛實合一系統」(Cyber-Physical System, CPS)為核心，以「智慧工廠」為精神，機器人為焦點，但更強調創造人機協同作業之環境。各國也有類似的政策，包括 2011 年美國的「先進製造夥伴計畫(Advanced Manufacturing Partnership, 簡稱 AMP)」，以促進製造業回流，找回美國製造業的領導地位為目標；2015 年日本的「工業 4.1J」，用以發展人機和諧共存的未來工廠；2012 年中國的「中國製造 2025」，則以發展智能製造所需的設備、技術、軟體及通信網路等基礎設施為重點；2014 年韓國的「製造業創新 3.0(Industry Innovation 3.0)」，整合了資訊技術、軟體、物聯網等技術，發展下世代智慧型工廠；以及 2015 年台灣的「生產力 4.0」，以開發智慧機械、物聯網、巨量資料、雲端運算等技術來引領製造業、商業服務業、農業產品與服務附加價值的提升，同時發展人機協同工作的智慧工作環境等等，顯見各國積極發展網實智能化製造的趨勢。

### 4.1 德國的工業 4.0

近年德國面臨產品與系統的複雜性持續增加，以及美國網路巨頭不斷收購製造企業而跨入實體經濟的威脅，遂首先推出將虛擬網路及軟體與智慧生產設備融合成虛實融合系統的工業 4.0，並強調

人在此系統的角色。

工業 4.0 將造成勞動力向高附加價值服務端的移轉。標準化低技術的活動會減少，高技術的活動會增加，包括計畫、控制和 IT 相關的工作；持續的學習、訓練和教育成為常態；研究方面則變得更為複雜，跨功能機構及跨公司夥伴網路的需要會不斷增加。至於勞動力人數的改變，經由調查 518 家工業公司，認為德國整體勞動力會縮減；波士頓諮詢集團推測，迄 2025 年，61 萬個生產線普通勞工將被機器人取代，而新創出 96 萬個人機協作職位；研究指出，迄 2025 年，49 萬個工作將消失，43 萬個新創工作將產生。

工業 4.0 的策略及在民間的發展德國製造業憑藉工業領域的技術優勢，將網路技術與崛起中的智慧製造技術相結合，建構與智慧工廠接軌的彈性物流，發展讓使用者可全程參與生產的模式。產業策略主軸為網路化生產與數位化製造（智慧工廠），使產品與服務借助互聯網、軟體、電子及智慧機械的結合，產生全新樣貌，並據此創造新生產組織與商業型態

工業 4.0 策略在德國已經取得學研單位及產業界的普遍認同。例如，西門子企業在生產控制器的過程中貫徹這個策略，也提供許多工業 4.0 軟體；博世汽車零件與巴斯夫化工產品的射頻識別碼也都能體現工業 4.0 而增加生產效率與充分客製化。

德國政府把工業 4.0 列入《高科技策略 2020》大綱的十大發展專案之一，並投入 2 億歐元的經費。在民間企業高度配合下，預期官方未來投入資源會持續增加。聯邦經濟能源部 2015 年的報告指出，在 2025 年時，物聯網、數位智慧、機器人及雲端智慧等產業將成為支撐德國的重點產業；重點技術為感測系統及資通訊技術等。且預估 2020 年時，即可透過工業 4.0 明顯提升經濟效益，整體製造業成長約 8.1%，其中汽車、機械、電子及資通訊等產業皆高於 13%之成長幅度。

#### 4.2 台灣的工業 4.0

各界對於台灣發展工業 4.0 有異聲紛起，以下分別述說各種立場：

##### (1) 前富士康副總裁程天縱表示台灣不適合工業 4.0

工業 4.0 是德國首先提出來的一個製造業策略，當一個組織在某個產業處於領先地位的時候，最好的策略就是讓所有競爭對手都抄襲自己的策略、跟隨自己的腳步；那麼只要一切條件相同，領先者永遠領先。美國、歐洲、中國大陸也都算是工業大國，紛紛中了德國的招；也跟著後面談「第四次工業革命」、「製造 2025」，來呼應德國的工業 4.0。

高科技潮流已經走向移動互聯網和物聯網，而還在談工業豈不是距離越來越遠？他強調，「產品」比「製造」或「工業」更重要；如果

沒有產品，哪來的製造和工業？

工業 4.0 的概念其實很簡單，就是把原來的 CIM（電腦整合製造）和 FMS（彈性製造系統）的先進製造環境，透過互聯網延伸到前端的銷售環節；期望能夠從銷售環節的大數據分析，得到市場和消費者對個性化和客製化的需求，再透過互聯網連結到工廠的彈性製造系統，達到少量多樣的生產模式。

因此，工業 4.0 的前提，是生產工廠必須能夠做到 CIM 和 FMS；否則即使有來自銷售環節的需求，工廠也可能沒辦法生產出來。而台灣目前的生產製造工廠，包含傳統產業、IT 產業、電子產業，都沒有辦法做到 CIM 和 FMS。若工廠已經做到 CIM 和 FMS，那麼接下來的挑戰，就是如何在互聯網時代與社群化時代之中，創造新的前端銷售模式，以滿足消費者對個性化和潮流時尚的需求。

雖然台灣的電子製造業實力強大、許多傳產品牌和銷售通路也有些知名度，但很不幸的，台灣在生產製造端和品牌銷售端，和先進國家都有相當大的差距。

（2）想跟進工業 4.0，台灣該怎麼做？

Intel 總監李立仁表示，根據目前觀察發現，台灣業者要能做到工業 4.0 有幾個挑戰必須克服：

- 如何達到資料擷取的基本門檻

在廠齡 5 到 10 年的工廠裡，只有老舊設備的環境下，為了想要得到大數據並進行分析，選擇汰換現有設備的成本投入反而不實際，必須要想如何運用物聯網、透過什麼樣的 sensor 來收集數據。

- 怎麼建立完整的垂直系統

如何建立出設備跟設備間，設備對生產排程系統，排程系統對商業系統、ERP 及物料管理系統的垂直整合，在沒有做到完整的垂直系統前，單一設備的損壞，無法自動修改生產排程，物流系統也無法更新，會局限了商業運用場景。

- 尋找人才的困難

找到願意投入工業 4.0 的技術人才相對較困難。

在工業 4.0 洪流中，台灣產業又該如何突破？

李立仁以 Intel 與產業間合作的經驗，對台灣製造業者提出建議：

- 客觀評估自身所處的階段，按部就班的導入階段技術。
- 訂立規劃目標及期限，有鑑於工業 4.0 涵蓋範圍廣，先盤點資源才能有合理的執行計畫。
- 回歸到做任何技術導入都要考慮到需要工廠買單，關鍵在於能否提供工廠商業價值。
- 透過開設 AI 相關技術的在職課程及訓練或早期建教合作的方式來培養 AI 人才，來解決找不到願意到工廠工作或工廠無法

負擔高薪的人才。

### (3) 台灣工業 4.0 怎麼拚？先做工業 3.5

上銀集團創辦人暨董事長卓永財，以及清華大學教授簡禎富不約而同提醒，大部份的台灣企業，不該在現階段追求工業 4.0。卓永財說，台灣現在的問題不是沒有發展工業 4.0，問題在於，很多他接觸到的客戶，程度都只達到工業 2.0 的階段。台灣應該要做的是，善用現在擁有的企業彈性，再融入新科技與新技術，走向工業 3.5 的路。

什麼是工業 3.5？簡禎富說，「工業 4.0 是以機器人取代人力，但工業 3.5 是穿上鋼鐵人的外衣，靠自動化、智慧機器或背後的大數據和人工智慧，提升決策品質與工作效率。」台灣現在要做的是，幫工業 2.0 的強力升級到工業 2.5，工業 3.0 的升級到工業 3.5，「要先撐過今天，才會有明天。如果沒有明天，就不用談 10 年後的目標。」技術變，組織也要跟著變，簡禎富說，工業 4.0 因為技術革新，隨之而來是量產、管理和組織的變革，因此不只有靠新技術就可達到工業 4.0，而是要透過組織改造，結合人、設備、大數據和人工智慧，促成改變。他認為，台灣如果抓準機會，以現在具備的製造優勢，發展出獨特的工業 3.5 模式，有機會「外線超車」，挑戰歐美主導的工業 4.0 模式，成為新典範。



## 五、 個別案例

### 5.1 哈雷打造高度自我的機車

哈雷從七年前開始，改造在美國威斯康辛州密爾瓦基的工廠設計，翻轉商業模式。一直到「工業 4.0」一詞爆紅，哈雷才恍然大悟——原來自己是工業 4.0 的先行者。2011 年開始，哈雷改變口號：「早上來設計您的機車，下午就騎車回家」。

哈雷年產二十五萬台機車，從訂製到交貨，整條價值鏈花最多時間的，是準車主來溝通自己夢想中那台哈雷的細節。但敲定細節之後，真正下訂到交貨，只要六小時。以前這個過程，要二十一天。

在 SAP 設計的 ERP（企業資源規劃）系統上，哈雷讓車主在一千三百多種選項裡，選擇他想要哪種車、車型、顏色和其他細節，打造一台完全獨一無二、極具個人色彩的哈雷機車。車主每一次變更設計，哈雷都會對應改變 3D 模型，好讓客戶過目。

一旦敲定所有細節，哈雷便根據訂單，在利用資訊科技，整合了研發部門與現場生產、經銷與客戶服務的產銷系統裡，迅速一個步驟接一個步驟地進行設計、製造和客戶服務。過程中，車主隨時都可以知道，自己的愛車處在哪一個階段。

不久的未來，哈雷還將透過虛擬實境，讓車主可以直接穿越時

空，置身生產線，目睹自己的愛車被打造的每一個過程。

哈雷能夠六小時出貨的關鍵之一，還有台灣工業電腦龍頭研華的貢獻。哈雷靠光線折射發光的輪圈發光的散熱片，機床必須產生很大的共振才能生產，機床容易折損故障，導致製程中斷，產品報銷。一直到哈雷用了研華的控制器，監控德國機床，做到預防性監控維護，問題才得以解決，六小時交貨的境界才真正實現。

## 5.2 西門子 工業 4.0 的究極攻略：成為世界工廠的工廠

繼德國安貝格廠後，他的「分身」西門子中國成都廠，首個海外的工業 4.0 廠，就在成都。西門子的野心，是要佔據轉型潮流的轉彎處，當「世界工廠的工廠」。這座在中國成都高新區的廠，三年前投產，像德國安貝格廠一樣，從研發、生產、訂單管理、供應商管理到物流，整條價值鏈都虛實整合、連成一氣，是西門子在海外，唯一的工業 4.0 示範廠。兩座廠一樣沒有恢弘氣勢，一貫的德式低調。安貝格廠有一千人，成都廠只有三百多人。兩座廠房一樣悄然無聲，只見看似流水線、其實同一段工作檯，這一秒跟下一秒工序完全不一樣、完全客製化的產線，安靜地運作著。安貝格廠和成都廠，是西門子向「工業 4.0 工廠的工廠」轉型的兩座示範廠，也都是由安貝格廠電子製造總經理布可汗的作品。

兩座廠都在接單二十四小時之後，就能交貨。平均每五十八秒，就能生產出一件工業 4.0 的關鍵套件。每年總計三億個元件，都有自己的身分證，讓能夠思考、溝通的送料、加工的設備去辨識：是什麼物件？屬於哪件產品的部件？該被送到哪條生產線？進行什麼工序？兩座廠每天產生並儲存這類資訊，逾五千萬條。

出廠交到客戶端後，這些產品又扮演西門子為客戶整合軟硬體、打造一體化工程到營運解決方案的其中一個環節，西門子靠這些 MES（生產執行系統）、PLM（產品生命週期管理）和 TIA（完全集成自動化）套裝產品，扮演「工業 4.0 工廠的工廠」，將客戶從工程、營運到服務，集成串聯起來。

西門子在中國通過「中國製造二〇二五」國家大戰略後，短短一年，便拿下包括專為製藥業建廠的中國醫藥集團聯合工程、化工業工程設計，以及承攬業者賽鼎工程在內，多個產業指標廠商的工業 4.0 工程。

中國製造業要由大變強的滔滔轉型大河，西門子顯然佔據了河道轉彎的關鍵位置。能掬而飲之的，豈只一瓢。

## 六、 結論

在一個各國經濟紛起、競爭力壓迫的環境下，台灣所需的或許不再只是一面倒向要做什麼，不做什麼兩個選項而已。工業 4.0 有其優缺點，或許會造成大量失業，但如果企業能夠彈性的結合現有的資源，加入創新的科技，不要排斥學習新事物，必定不只是造成失業率上升，它絕對也能夠創造新的工作機會，失敗和創新是不可分割的。亞馬遜執行長貝佐斯：「為了創新，你要先實驗，如果你知道這會不會成功，這不叫實驗。」

## 七、 資料來源

- <http://topic.cw.com.tw/2016industry4.0/article.html>
- <https://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5077242>
- <https://www.cbc.gov.tw/public/Attachment/7271117671.pdf>
- <http://iknow.stpi.narl.org.tw/post/Read.aspx?PostID=10691>
- <http://mag.digiwin.com/%E4%BB%80%E9%BA%BC%E6%98%AFcps%E7%BC%9F%E4%BF%A1%E6%81%AF%E7%89%A9%E7%90%86%E7%B3%BB%E7%B5%B1%E2%94%80%E5%B7%A5%E6%A5%AD4-0%E6%99%82%E4%BB%A3%E7%9A%84%E6%87%89%E7%94%A8%E6%A0%B8%E5%BF%83/>
- <https://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5077246>
- <https://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5077242>
- <https://www.bnext.com.tw/article/47069/2017-meet-taipei-intel-industry-4.0--challenge--suggest>
- <https://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5084214>
- <https://read01.com/Ny28K.html>