

金屬製品產業導入智慧製造系統之探討

MIRDC-105-S302



作者：葉哲政

審稿：成功大學製造資訊與系統研究所 鄭芳田教授



中華民國 105 年 11 月

財團法人金屬工業研究發展中心

文 目 錄

第一章 緒論	1
第一節 研究動機與目的	1
第二節 研究範圍與架構	3
第三節 研究方法與流程	4
第四節 研究時程與限制	5
第二章 智慧製造概述	7
第一節 智慧製造相關名詞定義	7
第二節 主要國家智慧製造政策方向	15
第三節 重要技術介紹	30
第三章 智慧製造市場分析	41
第一節 全球市場分析	41
第二節 應用市場分析	44
第三節 重要成功應用案例分析	46
第四章 智慧製造在金屬製品業之應用	59
第一節 螺絲螺帽業應用市場	60
第二節 模具業應用市場	70
第三節 手工具業應用市場	77
第四節 其他產業應用市場	81
第五章 產業前景與發展策略	91
第一節 產業發展前景	91
第二節 我國金屬製品產業之智慧製造價值鏈缺口分析	94
第三節 台灣金屬製品產業智慧製造之 SWOT 分析	97
第四節 台灣金屬製品產業之智慧製造發展策略	99
第六章 結論與建議	107
第一節 結論	107
第二節 發展策略建議	111
參考資料	117
附錄	121

圖目錄

圖 1-1	本專題報告之研究範圍與架構	4
圖 1-2	本專題報告之研究方法及流程	5
圖 1-3	本專題報告之研究時程	6
圖 2-1	智慧製造的架構	9
圖 2-2	智慧製造標準化參考模型	10
圖 2-3	網宇實體系統(CPS)的運作	12
圖 2-4	網宇實體系統(CPS)的架構	13
圖 2-5	智慧工廠的生態系統(Eco System)	14
圖 2-6	智慧工廠的構成	14
圖 2-7	德國工業 4.0 的三大特徵	19
圖 2-8	日本「工業 4.1J」系統架構	23
圖 2-9	日本產業價值鏈主權聯盟在資訊合作水準之差異比較	24
圖 2-10	台灣智慧機械之推動策略及作法	30
圖 2-11	工業軟體分類	31
圖 2-12	產品生命週期管理(PLM)產品的構成	33
圖 2-13	網際網路與工業製造各自發展歷程	35
圖 2-14	工業機器人主要分類	36
圖 3-1	2012~2020 年全球智慧工廠市場規模變化	41
圖 3-2	2012~2020 年全球智慧工廠之應用市場規模變化	45
圖 3-3	至 2020 年各製造業實施工業 4.0 數位化後對成本節約程度	46
圖 3-4	Bosch Rexroth 的人員自動識別及工作指令智慧調整	49
圖 3-5	Bosch Rexroth 公司的生產訊息看板	49
圖 3-6	Bosch Rexroth 公司的智慧工作站	50
圖 3-7	虛擬量測流程	52
圖 3-8	全自動虛擬量測系統架構圖	53
圖 3-9	全自動虛擬量測架構	54
圖 3-10	遠東機械集團的全智慧自動化鋁輪圈生產線	55
圖 3-11	先進製造物聯雲(AMCoT)系統架構	57
圖 4-1	台灣金屬製品業市場概況	59
圖 4-2	捷普綠點之智慧製造系統架構	74
圖 4-3	Bosch Rexroth 公司的無線電動螺栓扳手 Nexo	81
圖 4-4	Hansgrohe 公司即時生產的可視性	82

圖 4-5	Hansgrohe 公司的智慧製造發展階段	83
圖 4-6	和成欣業國內第一條水龍頭研磨拋光產線	84
圖 5-1	IBM 工業 4.0 實踐藍圖	93
圖 5-2	智慧機械產業之生態體系	94
圖 5-3	金屬製品導入智慧製造系統產業 SWOT 分析	98
圖 5-4	智慧製造發展步驟與遠景	100
圖 5-5	智慧製造在金屬製品產業之應用	103
圖 6-1	金屬製品業智慧製造之產業環境、案例、導入步驟與發展遠景	110
圖 6-2	金屬製品產業之智慧製造短、中、長期發展建議	112
圖 6-3	金屬製品產業智慧製造技術研發 Roadmap	112
圖 6-4	扣件產業智慧製造之產業化推動策略建議	114
圖 6-5	工業製造與網際網路、新技術的整合歷程	115



表目錄

表 2-1	2009-2014 年美國重振製造業的重要相關政策	21
表 2-2	韓國「製造業創新 3.0」的願景目標和重點里程碑	25
表 3-1	德國工業 4.0 相關應用案例介紹	47
表 4-1	2011~2014 年台灣螺絲螺帽產業產銷與附加價值概況	60
表 4-2	2011~2015 年台灣模具產業產銷與附加價值概況	71
表 4-3	2011~2015 年台灣手工具產業產銷與附加價值概況	78
表 5-1	台灣扣件設備分析	95
表 5-2	台灣模具製程分析	97



摘要

智慧製造(IM；Intelligent Manufacturing、Smart Manufacturing)是將製造技術與數位技術、自動化技術、人工智慧技術、網路技術(如物聯網)、雲端運算、感測技術..等整合應用於設計、生產、管理和服務的產品全生命週期，並在製造過程中進行感測、人機互動、決策、執行和回饋，實現產品設計、製造、管理及服務等製造活動的智慧化(如分析、推理、判斷、構思和決策等)，以及實現工廠和企業內部、企業之間和產品全生命週期的即時管理和優化的新型製造系統。智慧製造具有模組化、服務導向、集權分散化、互通性、即時能力、虛擬化等特徵，並能促進工廠運作最佳化、建構更敏捷化的供應鏈，協助達成永續生產的願景。

雖然金屬製品產業是國內製造業龍頭產業之一，2015年台灣金屬製品業產值達新台幣 6,932 億元(佔製造業產值的 6.1%)，廠商數為 17,844 間(佔製造業 22%，在製造業中排名居第 1 位)，就業人數高達 30.5 萬人(佔製造業 11.8%)於製造業中僅次於電子零組件業；尤其在貿易市場方面，2015年台灣金屬製品業出口值為新台幣 3,387 億元(出口比例達 48.9%)，顯示金屬製品業在國際市場具高度競爭力。但是，傳統金屬製品產業屬於 3K1Y 產業(危險、骯髒、辛苦及低廉的產業)，面對高級人才不願投入，有經驗勞工逐漸不足，故面臨技術斷層與勞動力不足的問題；再加上台灣金屬製品產業價值鏈(研發、製造、行銷)擅長之部份大都集中於「製造」，無論在產品設計或量產技術上，均面臨中國大陸廠商強大的挑戰，使得台灣金屬製品產業國際市佔率及競爭力均持續下滑，且廠商因持續外移也造成產業逐漸空洞化的危機；尤其是台灣金屬製品業者多屬中小企業，產品創新設計少，也無力投資昂貴之智慧化設備，使得國際競爭力嚴重不足。

早期單靠低價及追求規模經濟，大量生產之策略已逐漸失效，台灣已進入必須產業轉型升級的階段。在現階段的物聯網、大數據、雲運算、人工智慧等運用愈來愈頻繁的環境下，製造業也借助電腦和相關科學技術朝智慧化

發展，進而帶動傳統製造上的創新，再加上為提昇各國製造業之競爭優勢，美國、德國、日本、中國大陸均相繼推出與發展智慧製造技術及推動產業應用相關的政策。

雖然，目前全球金屬製品業在智慧製造部份的投入尚不如汽車業或電子業般積極，但隨著物聯網、大數據、雲運算、人工智慧等運用愈來愈頻繁的環境下，也有不少金屬製品業者積極導入智慧製造系統，藉由運用虛實整合或智慧聯網等技術，於產品設計、供應鏈管理、設備、製程、模擬或服務模式等導入整體智慧化解決方案，提供快速客製開發、產線即時因應與生產可預測之助力，建立產業快速回應多樣、多變量市場之效益，甚至作到製程中品質即時監測與回饋修正技術。

目前國內外金屬製品業者廠商導入智慧製造之相關案例包括 Bosch Rexroth 公司採用用戶識別及自動調整、生產訊息看板、智慧工作站、RFID 生產管理等工業 4.0 相關技術建置液壓閥智慧生產線；德國生產廚房衛浴產品的 Hansgrohe SE 公司也導入智慧製造的「BDE online」專案，使得員工均能以簡明易懂的方式瞭解生產資訊；遠東機械將全自動虛擬量測系統(AVM)技術引進各型輪圈生產線，使所有成品都能達到生產線上的自動全檢境界；生產工具機專用精密螺帽的盈錫精密，將所有加工設備導入連線管理功能，透過生產輔助系統 PAS(Production assistance System)，即時掌握工廠內機台的加工狀況，並透過「設備生產即時狀態看板管理」呈現即時機台生產狀態，建立產品的生產履歷，以提供客戶訂單快速追蹤查詢的服務；模具設計暨製造公司--捷普綠點則透過自行開發的系統串聯上下製程，形成軟硬體相互融合的生產製造物聯網，作到系統間都能相互溝通、即時監控，隨時都能找到問題主動通知或加以排除，使得生產流程更靈活、更彈性。

從金屬製品業中近期發展的不同案例可以發現，智慧製造並不是一個標準化技術，它可以從虛實整合著手，也可以從生產全檢著手，甚至是生產即時狀態看板管理，隨著產業需求的不同，也會有不同的應用方式：如鉛輪圈業及扣件業是從設備端出發，作到智慧聯網系統；模具業則可從產品設計端

出發，串聯上下製程形成軟硬體相互融合的生產製造物聯網；閥製品則從產品 RFID 與員工 ID 連結出發，從智慧感知、資訊挖掘、網路化內容管理、資訊識別到系統彈性配置，形成智慧系統架構。因此，智慧製造應是利用數位化/智慧化技術，結合原材料供應商、零組件/模組供應商、設備供應商、物流和客戶等形成橫向整合，並結合產品設計與研發、生產計畫、生產工程、服務的全價值鏈的數位化，形成靈活和可重構製造系統的垂直化縱向整合或端對端的價值鏈整合，透過有效運用資訊化的方式、自動化的設備、智慧化聯網服務系統的智慧製造生產體系來自我改造，從而實現貼近客戶需求、智慧化生產的目標，觸動企業經營在產品創新、製造過程創新與商業模式創新等三個面向的創新。最後，引導台灣金屬製品產業朝「軟硬整合服務平台」的服務型產業轉型升級，透過產業體質的不同，往「服務系統整合者」、「服務型品牌者」、「服務型解決方案者」與「系統代工者」等 4 種高附加價值且不可取代性之不同軟硬整合轉型升級的模式發展。

Abstract

Intelligent Manufacturing (IM), or Smart Manufacturing, is the synthesis of manufacturing technology with intelligent technologies including digitization, automatic processes, artificial intelligence, Internet (e.g. IoT), cloud computing, sensors, etc. IM can be applied during the overall product lifetime, whether it is design, production, management, or service, for assisting in the detection, human-machine interaction, decision-making, execution and feedback during the manufacturing process. IM increases the intelligence of the manufacturing activities, such as product design, manufacturing, management, and service, becoming in terms of the analysis, deduction, judgment, idea-construction, decision-making, etc. IM makes possible the instant management of a factory, enterprise internal affairs, inter-company exchanges and overall product lifetime, as well as the optimization of a novel production system. Being characteristic of modularization, service-orientation, power-decentralization, interoperability, instantaneity and virtualization, IM can optimize factory operation, streamline supply chains and support the goal of sustainable production.

The metal product industry is one of the leading domestic manufacturing industries. In 2015, the production value of Taiwan's metal product industry reached NTD 693.2 billion (accounting for 6.1% of the total production value of the manufacturing industry), while 17,844 companies (accounting for 22% and ranking first in the manufacturing industry) employed 305 thousand people (accounting for 11.8% of the manufacturing industry, second only to the electronics component industry). The same year, in terms of trading market, the export value of Taiwan's metal product industry was NTD 338.7 billion (accounting for 48.9% of exports), showing its great international competitiveness. However, the traditional metal product industry is an industry with high danger, filth, labor intensity and low profit, conditions which tend to drive away new talents and experienced workers, leading to problems such as a technology gap and labor deficiency. In addition, the strength of Taiwan's metal product industry value chain (R&D, manufacturing and marketing) is mainly related to "manufacturing", which is facing enormous challenges from China in both product design and mass production technology. The result is a continuous decline in global market share and competitiveness, as well as a hollow industry due to industrial migration. In particular, Taiwan's metal product industry is mainly comprised of small- and mid-size businesses, which

lack innovative product designs and large capital to invest in IM equipment, further leading to a serious decline in global competitiveness.

Relying on traditional strategies, such as low price competition, economies of scale and mass production has been losing its effectiveness. Taiwan has to undergo an industry transitional upgrade. The current environment makes frequent use of technologies such as IoT, big data, cloud computing, and artificial intelligence. Manufacturers are also shifting toward IM operations by means of computer and relevant scientific technologies, which in turn boosts innovation in traditional manufacturing industry. Moreover, the USA, Germany, Japan and China have been promoting policies related to the development of IM technologies and industrial applications, in order to enhance the competitiveness of the manufacturing industry in these countries.

For the time being, IM is not as prevalent in the global metal product industry as in the automobile or electronics industries. However, with the rising popularity of IoT, big data, cloud computing and artificial intelligence, many metal product businesses have begun to use IM systems. The intelligent solutions such as the clicks and mortar model or IoT are applied to product design, supply chain management, equipment, production process, simulation, or service models, which will result in benefits, including speedy customization development, instant response to production line needs, production forecast, prompt and diverse industrial and variable markets, as well as the capability of instant quality monitoring and feedback for technical adjustment.

There are many examples of IM being adopted by metal product companies in Taiwan and other countries. Bosch Rexroth introduced user identification and automatic adjustments, production information bulletins, smart workstations, RFID production management and other industry 4.0 technologies to install a hydraulic valve intelligent production line. German kitchen and bathroom appliance company Hansgrohe SE began the "BDE Online" project, which allows employees easy access to production information. FEMCO introduced the Automatic Virtual Metrology (AVM) system into the production line of all rim models, making possible automatic inspections for all products on the production lines. The precision locknut manufacturer Yinsh Precision introduced online management for all machining equipment, which allows the monitoring of instant machining status through the Production Assistance System (PAS), and instant access to machine production status through the display

of the “Instant Equipment Production Status Bulletin Management”, and establishes the product’s traceability to provide customers with prompt tracing and enquiry of their orders. Jabil Green Point, a mold design and production company, has adopted a self-developed system to connect the top and bottom production processes, and created a software/hardware integrated production IoT which allows cross-system communication, instant monitoring, automatic notification and troubleshooting of issues any time of the day, as well as a more dynamic and flexible production process.

The recent examples listed above show that IM is not a standardized technology; it can be applied to a click and mortar model, full production inspection, or even instant production status bulletin management. The industries with different needs will introduce different applications. Aluminum rim and fastener businesses are equipment-based and work toward an intelligent IoT system. Mold and die companies are product design-based, creating the manufacturing IoT that links and integrates the top and bottom process forming software and hardware. Valve companies start from product RFID and employee IDs, which extend to an intelligent system framework with intelligent sensing, data mining, networked content management, information identification and flexible system distribution. Therefore, IM signifies the application of digital/intelligent technologies to horizontally integrate raw material suppliers, component/module suppliers, equipment suppliers, logistics, customers, etc., as well as the digitization of the overall value chain, including product design, R&D, production plans, production engineering and services, which creates the vertical integration and end-to-end value chain integration of a dynamic and re-constructible manufacturing system. Through the effective application of informatization, automatic equipment and self-improvement from IM production using an IoT service system, the customer's needs and the IM goals are achieved while the three major aspects of innovation (product, process and business model) are stimulated in corporate operations. Finally, IM will drive the transitional upgrading of Taiwan's metal product industry towards the “software/hardware integration service platform” service industry. Based on different industrial characteristics, there are four high value-added and indispensable software/hardware integration transitional upgrade models: "service system integrator", "service brand", "service solution provider" and "system OEM".

第一章 緒論

第一節 研究動機與目的

根據行政院主計處的中華民國行業標準分類，金屬製品製造業指的是舉凡從事金屬鍛造、粉末冶金、手工具、結構及建築組件、容器、表面處理、熱處理及其他金屬製品製造之行業均屬之。因此，金屬製品產業主要是指利用二次加工製程(鑄造、鍛造、沖壓、接合、熱處理/表面處理、粉末冶金等)生產零組件，以提供運輸工具製造業、機械設備製造業、電子零組件業、電腦光學製品業、石化業、造船業、建築業等下游應用產業組裝使用，其產業關聯性大，甚至可進而帶動關聯產業精進發展。

金屬製品產業是國內製造業龍頭產業之一，2015年台灣金屬製品業產值達新台幣 6,932 億元，佔製造業產值的 6.1%；廠商數為 17,844 間，佔製造業 22%，在製造業中排名居第 1 位；就業人數為 30.5 萬人，佔製造業 11.8%，於製造業中僅次於電子零組件業。在貿易市場方面，2015年台灣金屬製品業出口值為新台幣 3,387 億元，出口比例達 48.9%，顯示金屬製品業在國際市場具高度競爭力；但其進口值為新台幣 546 億元，進口依存度為 13.3%，顯示仍需仰賴高品級產品進口……

第二章 智慧製造概述

第一節 智慧製造相關名詞定義

一、智慧製造定義

智慧製造(IM ; Intelligent Manufacturing、Smart Manufacturing)是將製造技術與數位技術、自動化技術、人工智慧技術、網路技術(如物聯網)、雲端運算、感測技術..等整合應用於設計、生產、管理和服務的產品全生命週期，並在製造過程中進行感測、人機互動、決策、執行和回饋，實現產品設計、製造、管理及服務等製造活動的智慧化(如分析、推理、判斷、構思和決策等)，以及實現工廠和企業內部、企業之間和產品全生命週期的即時管理和優化的新型製造系統，如【圖 2-1】所示。智慧製造具有模組化、服務導向、集權分散化、互通性、即時能力、虛擬化等特徵，並能促進工廠運作最佳化、建構更敏捷化的供應鏈，協助達成永續生產的願景。有關智慧製造特徵詳細介紹如下：

1. 模組化(Modularity)

建立能支援產品大量客製化的生產環境，讓作業流程、自動化設備能因應產品模組化的需求.....

第三章 智慧製造市場分析

第一節 全球市場分析

智慧製造是以新一代資訊技術為基礎，配合新能源、新材料、新工藝，貫穿設計、生產、管理、服務等製造活動各個環節，具有資訊深度自感知、智慧優化自決策、精準控制自執行等功能的先進製造過程、系統與模式的總稱。目前並無智慧製造全球市場規模實際的統計數據，但根據 Market & Market (2015 年)的智慧工廠相關統計來看，2012 年全球智慧工廠市場規模約 412.2 億美元，2015 年達到 505.5 億美元，預計至 2020 年達到.....

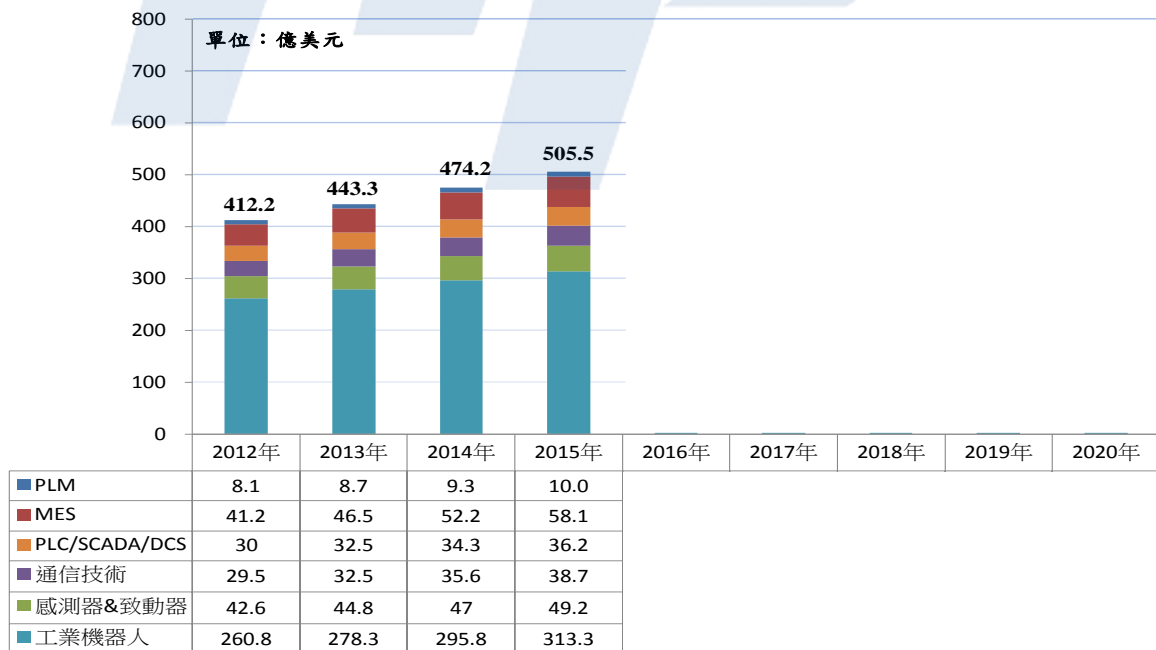


圖 3-1 2012~2020 年全球智慧工廠市場規模變化

資料來源：Market & Market(2015 年)/金屬中心 MII-ITIS 整理

第四章 智慧製造在金屬製品業之應用

金屬製品產業是國內製造業龍頭產業之一，2015 年台灣金屬製品業產值達新台幣 6,932 億元，佔製造業產值的 6.1%，如【圖 4-1】所示；廠商數為 17,844 間，佔製造業 22%，在製造業中排名居第 1 位；就業人數為 30.5 萬人，佔製造業 11.8%，於製造業中僅次於電子零組件業。在貿易市場方面，2015 年台灣金屬製品業出口值為新台幣 3,387 億元，出口比例達 48.9%，顯示金屬製品業在國際市場具高度競爭力；但其進口值為新台幣 546 億元，進口依存度為 13.3%，顯示仍需仰賴高品級產品進口。若以次產業之產值觀察，以螺絲螺帽業產業居冠，2015 年產值為新台幣 1,393 億元(佔 20%)；其次為表面處理業(17.4%)、手工具業(9.4%)及模具業(8.3%)。金屬製品業是我國發展相當早的中堅產業，產業鏈分工完善、群聚性強，在國際上具有相當的產業競爭力，多年來一直為世界主要螺絲螺帽、手工具、水五金、高爾夫球頭之出口大國.....

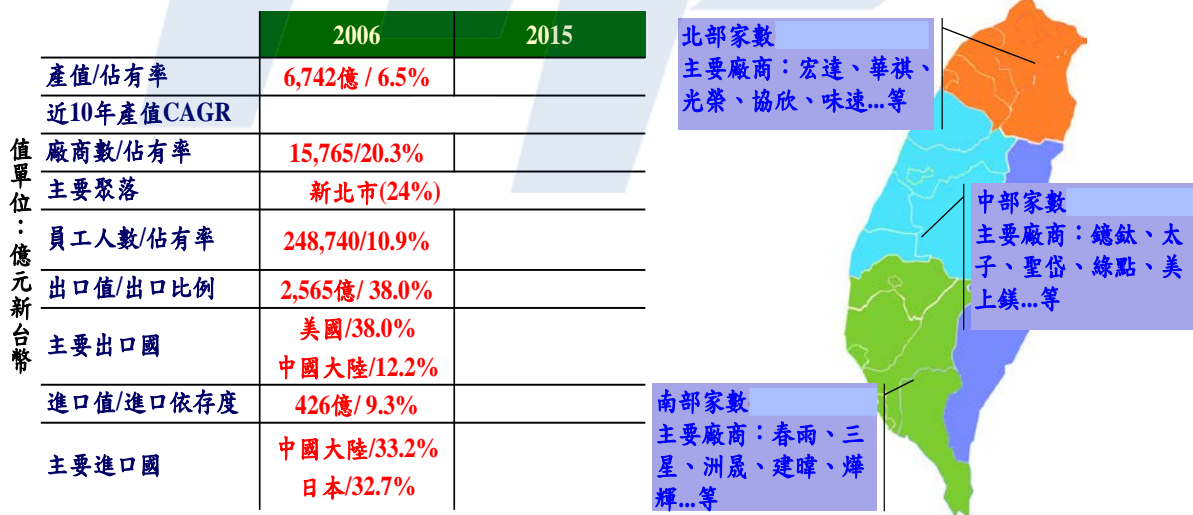


圖 4-1 台灣金屬製品業市場概況

資料來源：金屬中心 MII-ITIS 整理

第五章 產業前景與發展策略

第一節 產業發展前景

一、智慧製造帶動三大產業創新方向

智慧製造的概念如同工業 4.0 一樣，主要建構在網宇實體系統(CPS)的基礎上，讓生產設備作到生產智慧化、自主化，進而縮短產品上市時間，提高生產的靈活性及效能。但要作到智慧化生產並非一蹴可幾，從近年來國內外案例可以發現，大部份廠商在導入智慧製造時，大都經過標準化(如傳統工業透過大量標準化生產來降低產品成本)、模組化/系統化、自動化、數位化等階段，最後才能達到智慧製造境界。

另外，若由智慧製造的發展方向來看，透過智慧製造與物聯網將可打破傳統產業製造設備彼此孤立的困境，進而藉由流程和資料深度整合來創造價值。因此，導入智慧製造後，不僅只是生產設備的自動化或數位化，實是造成企業經營理念的轉型，將過去以生產/市場為中心轉變成為以客戶需求為中心，並以“創新”作為企業核心競爭力，企業間的合作方式也由不斷地增資壯大轉變為企業間的分散式協作。另一方面，智慧製造的導入也會觸動企業經營在三個面向的創新，一是物聯網帶來的產品創新，除可提高產品的智慧化，亦可增強使用者體驗；二是製造過程創新，主要是智慧製造可協助廠商作到更精準的彈性生產、能源管理、適應性物流以及可預測維護與服務；三則是商業模式創新，主要是智慧製造可協助廠商作到定制化生產、生產服務型製造、按使用和績效付費、眾包設計與協同製造等新營運模式……

第六章 結論與建議



《金屬製品產業導入智慧製造系統之探討》

全本電子檔及各章節下載點數，請參考智網公告

電話 | 02-27326517

傳真 | 02-27329133

客服信箱 | itismembers@micmail.iii.org.tw

地址 | 10669 台北市敦化南路二段 216 號 19 樓

匯款資訊 | 收款銀行：兆豐銀行南台北分行 (銀行代碼：017)

戶名：財團法人資訊工業策進會

收款帳號：39205104110018 (共 14 碼)

服務時間 | 星期一~星期五

am 09:00-12:30 pm 13:30-18:00



如欲下載此本產業報告電子檔，

請至智網網站搜尋，即可扣點下載享有電子檔。

ITIS 智網：<http://www.itis.org.tw/>