

MIRDC-101-S302

智慧自動化服務產業之 傳統製造應用商機探討

作者：陳仲宜、盧素涵

執行單位：金屬工業研究發展中心

中華民國一〇二年五月

摘要

企業的經營是要追求最大效益，業界的共同目標是全天候永不終止的有效產出，其製造體系是要追求最佳產能，並將製造系統的功能發揮得淋漓盡致。但現實環境中由於法規(如：勞基法)和勞動力的變因(如：情緒、疲勞)致使製造系統增加了不確定性，更遑論全天候永不終止的產出，因此製造體系思考，必須走向減少操作現場人為干擾因素，轉而建構可自動化運作的製造系統；換言之是減少現場的勞動人力，發展系統自動化運作的工程，同時，為使製造體系的現場能發揮最大產能，所建構的自動化運作系統也逐漸追求更類人化的模式。因此，結合人工智慧、知識擷取、網路體系，具備推理及解決問題的能力之智慧型自動化製造系統逐漸受到矚目。為積極有效的推動我國智慧型自動化產業，政府於 2011 年開始實施智慧自動化產業推動計畫，以實現「運用智慧型自動化增值，使製造業服務化，服務業科技化、國際化」為該計畫之施行遠景。

金屬產業是國內製造業龍頭產業之一，上游為基本金屬業(泛稱金屬材料產業)，藉一次加工可生產一般之金屬材料，中游為金屬製品業，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，可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，可帶動關聯產業持續精進發展與協助傳統產業轉型升級。金屬產業近來面臨環保意識高漲、生產成本(土地、人工)上漲以及勞動人力不足等生產條件改變。另一方面，同時面臨瞬息多變的市場需求，以及激烈的國際化競爭環境。為求於此市場環境中立於不敗之地，製造商必須朝向少量多樣、高附加價值生產與製造服務化等方面強化自身的競爭力，以快速回應市場頻繁的變化。

在金屬加工行業中主要採用的智慧自動化是一種由智慧機器與人類專家共同組成的人機一體化智慧系統，在加工過程中能夠解決難以用數學方法

精確描述的複雜的、隨機的、模糊的、彈性的各種問題，具有自我學習、自我適應、自我組織和自我決策等特點。智慧加工技術能夠透過人與機器的合作，極大地擴展及延伸人類在金屬加工過程中的腦力決策活動，從而優化加工過程、提高生產效率及減少消耗。

整體來說，我國金屬二次加工產業升級與附加價值的提升，主要面臨五大困境：基本工資上漲、技術人才短缺、惡劣作業環境，技術傳承斷層及生產設備之 Maker 與 User 端缺乏暢通的溝通管道。有鑑於此，智慧自動化欲切入金屬二次加工產業需產官學研通力合作，在政府方面，應持續奧援智慧自動化技術的研發補助經費；此外，亦應適時出面協助企業進入不易切入的高風險領域，藉此亦能提昇我國對新技術市場的掌握度；在業者方面，除尋求跨領域別合作結盟實現技術整合，並積極網羅擁有技術整合能力之人才；Maker 與 User 端更應充分配合以因應產業快速變化，以及充分瞭解並利用政府、研發法人及學界之各種資源，與學研發機構密切合作並扮演價值鏈整合者，達到利用技術整合創新來強化企業體質的目的；至於學研單位方面，應設置智慧自動化技術產業智識庫及資訊交流平台，以協助業者方便取得智慧自動化產業相關之技術與專利文獻、供應鏈、市場及應用現況等資料；建構驗證/示範智慧自動化產線，並複製成功典範，進一步擴散應用成效；此外，更應隨時掌握國際間最新智慧自動化技術脈動，期使我國能在該領域與國際接軌。另外持續深耕金屬二次加工領域智動化領域需求人力之養成，使專業技術人才取得方面能不虞匱乏，得以在我國不斷往下扎根。

Abstract

The goal of business operation is to pursue maximum benefits, and the common goal of the industry is non-stop and never-ending effective output, with its manufacturing system aiming for optimum production capacity, utilizing the functions of the manufacturing system to its maximum potential. In practice, however, if changes in legislation (e.g. Labor Standards Act) and in the labor force (e.g. emotions, fatigue) add uncertainty to the manufacturing system, then how can non-stop and never-ending output be achieved? Therefore, reflections on manufacturing systems must move towards reducing on-site human disturbance factors to establish manufacturing systems that can be automated; In other words, reducing the on-site labor force and developing projects involving automated system operations. At the same time, in order for the sites within manufacturing systems to achieve their maximum production capacity, the automated operation systems established are gradually becoming more humanized. Hence, attention is gradually being focused on intelligent automated manufacturing systems that combine artificial intelligence, knowledge acquisition and network system, as well as possess reasoning and problem-solving abilities. In order to actively and effectively promote intelligent industry automation in Taiwan, the government has been implementing the intelligent industry automation promotion program since 2011, with the long term goals and visions of “allowing the manufacturing industry to become more service-orientated, and the service industry to be more technicalized and internationalized, through the application of value-added intelligent automation”.

The metal industry is one of the leading industries within Taiwan’s domestic manufacturing industry. Its upstream is the basic metals industry (generally known as the metal materials industry), with the products being common metal materials that can be produced through primary processing. The mid-stream is the fabricated metal products industry, which uses secondary processing (casting, forging, stamping, bonding, heat treatment/surface treatment, powder metallurgy, etc.) to manufacture and supply components

used for assembly by downstream application industries such as the transportation equipment manufacturing, machinery and equipment manufacturing, electronic components, computer optical products, petrochemical, shipbuilding and construction industries. Its industrial correlation is high and can drive related industries to continually progress in development, as well as assist in the transformation and upgrading of traditional industries. In recent times, the metal industry has been facing changes in production conditions such as heightened environmental awareness, increasing manufacturing costs (land and labor) and insufficient manpower. It is also confronted with rapidly changing market demands and a fiercely competitive international environment. In order to remain undefeated under this market environment, manufacturers must strengthen their own competitiveness by keeping up with trends such as less quantity/more diversity, high value-added manufacturing and service-orientation of the manufacturing industry, so that they are better able to rapidly respond to frequent market changes.

The intelligent automation mainly employed by the metal processing industry are human-machine integrated intelligent systems jointly formed by intelligent machines and human experts that can solve various complex, random, ambiguous and flexible issues during processing that are difficult to describe mathematically, and with features such as self-learning, self-adapting, self-organizing and self-decision making. Through the cooperation of human and machine, intelligent processing technology can dramatically expand and extend the mental decision-making activities of humans during metal processing, thereby optimizing processing, improving production efficiency and reducing consumption.

In overall terms, advancements in the upgrading and value-adding of Taiwan's secondary metal processing industry comes with five major difficulties: minimum wage increases, technical personnel shortage, harsh operating environment, gaps in technical transfer and lack of smooth communication channels between makers and users of production equipment. In light of these complications, if intelligent automation is to be added into the metal secondary processing industry, it will require full cooperation between

industry, government and academia. The government shall continue to provide subsidies for the research and development of intelligent automation technology; in addition, the government should come forward in a timely manner, to assist enterprises to expand into high-risk fields that are difficult to enter, which would also enhance Taiwan's mastery of the new technology market. In terms of industry participants, besides seeking cross field partnerships to achieve technology integration, the active recruitment of personnel with technical integration ability is also paramount. With regard to Makers and Users, both ends should fully cooperate to respond to rapid industry changes and fully understand and take advantage of the various resources available from the government, research institutions and academia; close cooperation should be maintained with educational and R&D institutions in playing the role of the value chain integrator, in order to achieve the purpose of using technology integration and innovation to strengthen the overall corporate quality. As for academic and research units, an intelligent industry technology automation knowledge database should be established as well as an information exchange platform, to assist industry participants by allowing convenient access to intelligent industry automation-related technical and patent literature as well as information on supply chain, market and application status; establishing a validation/demonstration intelligent automated production line and replicating the successful model to further expand the application effect. Furthermore, keeping up with the latest trends in international intelligent automation technology would also allow Taiwan to keep abreast with international standards in the field. Finally, the constant cultivation and nurturing of human resources required by the intelligent automation of the secondary processing metal industry would create an ample supply of professional and technical personnel with the continuous establishment of deep-rooted foundations in Taiwan.

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 產業發展概況	7
第一節 我國工業自動化發展歷程	7
第二節 工業自動化技術的智慧化需求	12
第三節 產業定義與範疇	13
第三章 全球自動化市場分析	17
第一節 整體市場	17
第二節 次系統別	19
第三節 終端需求別	23
第四節 區域別	25
第五節 服務別	31
第六節 全球自動化服務業標竿廠商分析	33
第七節 全球金屬產業自動化服務市場分析	37
第四章 國內市場分析	41
第一節 智慧自動化市場規模	41
第二節 金屬二次加工產業發展概況	42
第三節 迫切需導入智慧自動化之製程應用	53
第四節 發展自動化所面臨問題	55
第五章 智慧自動化技術分析	57
第一節 智慧自動化之技術內涵	57
第二節 技術發展現況	58
第三節 未來展望	73
第六章 應用分析	75
第一節 鑄造	76
第二節 鍛造及沖壓	81
第三節 銲接	88

第四節 表面處理	90
第五節 國內產業之智慧自動化需求	94
第七章 產業競爭與發展前景	101
第一節 全球自動化產業面臨之挑戰課題	101
第二節 我國產業價值鏈缺口分析	104
第三節 SWOT 分析	106
第四節 產業發展前景分析	108
第五節 關鍵成功因素	110
第八章 結論與建議	113
第一節 結論	113
第二節 建議	117
參考資料	121
附錄	123

圖目錄

圖 1-1	智慧型自動化關聯議題	2
圖 1-2	本專題報告之研究範圍與架構	4
圖 1-3	本專題報告之研究方法及流程	5
圖 1-4	本專題報告之研究時程	6
圖 2-1	智慧自動化製造系統	13
圖 2-2	第一次自動化與第二次自動化(智慧型自動化)之比較	14
圖 2-3	智慧型自動化產業之範疇	14
圖 3-1	2008~2017 年全球自動化服務整體市場規模變化	17
圖 3-2	2010 年全球自動化服務市場次系統市場結構	19
圖 3-3	2008~2017 年全球金屬產業之自動化服務市場	37
圖 3-4	2011 及 2017 年全球金屬產業之自動化服務區域市場比較	38
圖 4-1	我國歷年智慧型自動化市場現況與產值變化趨勢	41
圖 4-2	我國鑄造產業結構分析	47
圖 4-3	造船產製過程	53
圖 4-4	精密鑄造製程之智動化需求	54
圖 4-5	鍛造製程之智動化需求	54
圖 4-6	組立製程之智動化需求	54
圖 5-1	智慧自動化技術循環流程	58
圖 5-2	系統的硬體結構	65
圖 5-3	軟體系統邏輯結構	66
圖 5-4	傳統診斷維修及智慧診斷維修系統之比較	70
圖 5-5	裝備智慧診斷與維修系統之基本功能	71
圖 5-6	維修保養系統之基本功能	72
圖 6-1	先進壓鑄設備功能結構	76
圖 6-2	壓鑄設備自適應性關係	77
圖 6-3	壓鑄設備控制系統	78
圖 6-4	壓鑄設備自適應系統及其展現的製造模式	78
圖 6-5	模組化冷鍛工法設計系統示意圖	82
圖 6-6	冷鍛工法設計系統框架結構	84
圖 6-7	板材成形智慧化控制系統示意圖	87

圖 6-8	智慧化銲接製造工程之理論與技術架構	90
圖 6-9	DÜRR 公司的 ECORP 塗裝機器人	93
圖 6-10	自動化技術服務類型分析	95
圖 6-11	製造業之自動化技術服務需求分析	96
圖 6-12	製造業之自動化技術服務供給分析	98
圖 7-1	價值鏈之自動化程度	104
圖 7-2	金屬元件價值鏈建構重點	105
圖 7-3	價值鏈缺口分析	106
圖 7-4	智慧自動化切入我國 3K 產業之 SWOT 分析	108
圖 7-5	我國智慧自動化產業國家競爭力分析	109
圖 8-1	我國 3K 智動化產業發展推動策略	117



表目錄

表 2-1	我國工業自動化產業發展歷程	8
表 3-1	2009～2011 年全球自動化技術服務產業終端需求別市場變化	25
表 3-2	2009～2011 年全球自動化技術服務產業區域別市場變化	26
表 3-3	全球自動化技術服務產業服務別市場變化	32
表 4-1	金屬二次加工之產業定義與範疇	42
表 4-2	2011 年我國金屬直接關聯產業結構分析	45
表 4-3	近 10 年我國金屬製品產業結構變化	46
表 4-4	我國鋼鐵鑄件主要廠商	48
表 7-1	2011～2017 年全球自動化服務產業前五大挑戰	101



第一章 緒論

第一節 研究動機與目的

英國「經濟學人」雜誌指出，人類現在已經進入第三次工業革命時代，十八世紀末的第一次工業革命以機器取代手工，廿世紀初的第二次工業革命強調大量生產，而近年來興起的第三波工業革命則是「智慧製造」，將為傳統製造業的面貌及生產方式帶來巨大改變。

所有革命都要付出代價，第三波工業革命也不例外，就像之前兩波工業革命都曾淘汰若干行業且轉變勞工工作內涵，未來製造業勢必再出現一場優勝劣敗的大洗牌，工廠需要的一般性勞工將越來越少，但需要更高技能的勞工。先進國家可因高技能勞工的充分供應，而能維持在國內生產製造的優勢。

易言之，新一輪工業革命將是綠色科技與智慧產業領航的重大經濟轉型期，智慧化、自動化的革命將成為大勢所趨。雖然目前對這場革命最先在哪個領域取得突破還沒有定論，但是可以肯定的是，客製化、個性化將在這場革命中扮演重要角色。

在傳統大批量生產時代，企業間大多進行同質化競爭，低廉的生產成本往往是企業克敵制勝的法寶。而在即將到來的第三波工業革命中，為客戶提供有針對性、個性化產品將變得尤為重要，技術創新與產品設計研發的重要...

第二章 產業發展概況

第一節 我國工業自動化發展歷程

自動化係指結合各型電腦、應用軟體、感測器、控制及通訊等技術，以取代或節省人工、增加生產力、提高品質與效益為目的。根據經濟部的定義，所謂自動化的涵意有兩個：一個是「自動化生產設備」，另一個是「自動化生產技術」。前者是指廠商在生產產品或提供勞務過程中所需之生產設備，具下列功能之一者：(1)自動進料、卸料功能；(2)自動監測、檢校功能；(3)自動處理資料及運算功能；(4)自動裝配、加工或控制生產條件功能。後者是指(1)配合自動化生產設備所需之專利權或專用技術；(2)電腦輔助製造、設計或管理所需之專用技術或套裝軟體。

自動化產業是其他各產業的自動化技術支援產業，屬於技術密集、服務密集、非大量生產、種類項目多的上游產業，這種產業特性國內外皆然，只是國外先進國家起步較早，產業已發展成形，世界市場亦大多為其所佔據，而國內自動化產業則由於起步較晚，現有產業規模仍小，因自動化產品種類繁多，範圍廣大，技術服務的特質高，故而國內自動化產業未來仍存在很大的發展空間。

歐美先進國家工業自動化技術的發展與使用由來已久。民國 80 年代以前臺灣地區因為勞動力豐富，工資相對低廉，且產業大都屬勞動力密集產業，因而，廠商對生產自動化技術的輸入與採用並不普遍。但是自民國 80 年...

第三章 全球自動化市場現況

第一節 整體市場

2010 年全球自動化服務市場總收入為 122.7 億美元，2011 年成長 11%，達到 136.3 億美元。預計 2010 到 2017 年間之年複合成長率達 12.9%，如【圖 3-1】所示。



圖 3-1 2008~2017 年全球自動化服務整體市場規模變化

資料來源：Frost & Sullivan(2011)/金屬中心 MII-ITIS 整理

2009 年的經濟衰退期間，全球自動化服務市場並未受到嚴重影響，因為終端消費者當時更多花費在營業性改進、改造及維護服務。但是，隨著大部分新建專案的取消與延期，專案工程與安裝服務因而受到嚴重影響。愈來愈多的預算限制及工作人力裁員，使得終端消費者選擇先進製程控制解決方案及維護與支援服務來進行製程最佳化，以避免非預期的停工，並改善整體效率。更進一步來說，製造商選擇安全諮詢及風險諮詢服務，藉以在不干擾

第四章 國內市場分析

第一節 智慧自動化市場規模

根據工研院、精機中心及金屬中心等單位聯合調查的結果顯示，2011 年我國智慧自動化總產值為新台幣 9,500 億元，出口值為新台幣 4,130 億元。其中以自動化產品與設備最高，自動化工程服務業次之，較低者為智慧型機器人，【如圖 4-1】所示。

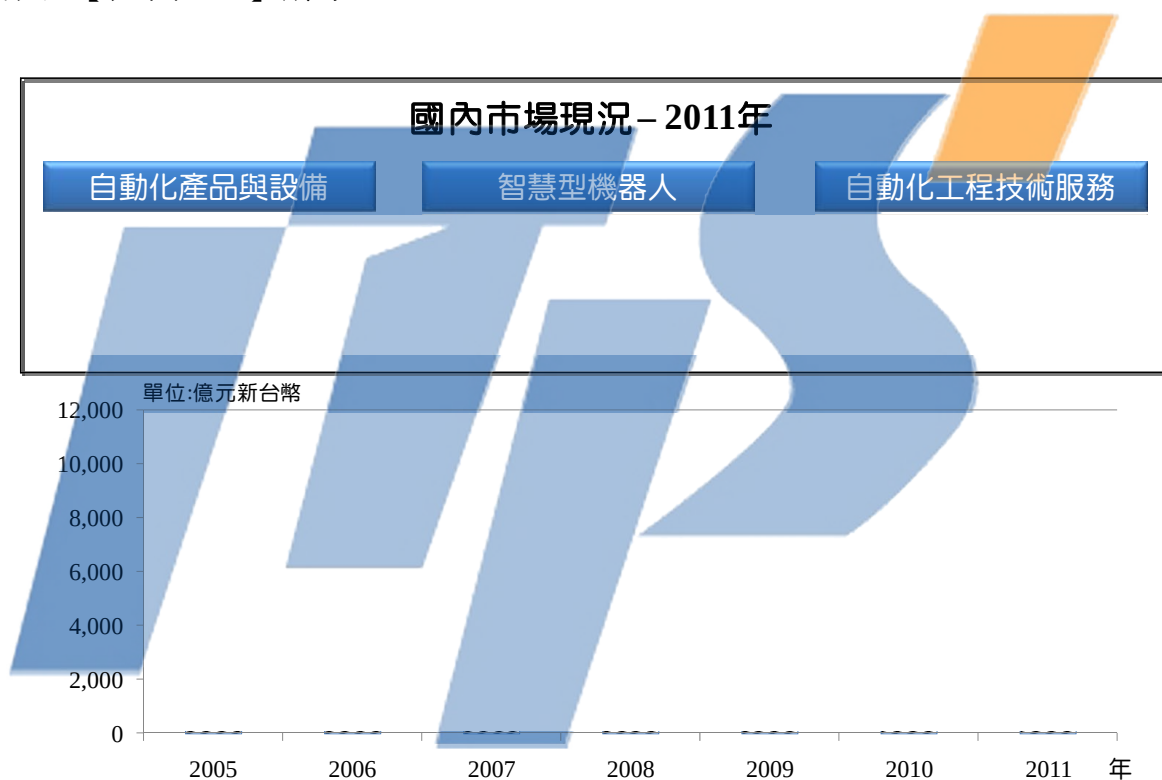


圖 4-1 我國歷年智慧型自動化市場現況與產值變化趨勢

資料來源：ITRI、MIRDC、PMC/金屬中心 MII-ITIS 整理

為發展台灣成為亞太優質平價智慧型自動化產業應用典範與服務重鎮，政府在「智慧型自動化產業發展策略會議」中，計畫在 5 年內，投入新台幣 83 億元預算，推動台灣智慧型自動化產業的發展。估計 2015 年我國自動化產業產值將從 2010 年的新台幣 8,700 億元倍增至新台幣 1.7 兆元，就業人口由 18.9 萬人增為 28.4 萬人，以創造台灣未來產業黃金 10 年榮景。

第五章 智慧自動化技術分析

第一節 智慧自動化之技術內涵

自動化是指由一個或多個自動控制系統或裝置所構成的、沒有人直接參與的生產過程。自動化涉及的範圍極其廣闊，從深度來看，以工業生產為例，小到一個普通設備，如加熱器、電機等設備的自動化，大到企業生產過程的綜合自動化；從廣度來看，則涵蓋有工業自動化、農業自動化、商業自動化及軍事自動化。自動化涉及的系統有人造系統(如機械加工系統、電力系統、軍事系統等)和自然系統(如生命系統和生態系統)。自動化涉及的过程有生產過程、管理過程和決策過程等。

自動化的技術內涵，包括有自動控制理論、自動控制方法與工程實現技術、控制軟體、控制裝置、信號處理、現場匯流排與乙太網等。其中自動控制理論與方法是實現自動化的理論支柱，電腦技術、馬達、PLC、電力電子、微電子技術及自動化儀錶技術等是實現自動化的硬體基礎。從應用觀點來看，則遍及生產過程自動化、機械製造自動化、武器及軍事自動化、辦公室自動化和家庭自動化等。

智慧自動化的功能性定義為整合軟硬體與技術服務，透過智慧化循環流程：感測(Sensing)、處理(Processing)、判斷(Reasoning)、回應(Reacting)，如【圖 5-1】所示，開發出具環境感知，安全人機互動與自主決策能力的設備與系統，以因應多元、多樣的製造與服務需求。為滿足前述需求，與智慧自動化相關聯的核心技術涵蓋智慧控制技術、智慧感測技術、虛擬製造技術、及智慧機械技術等。另一方面，隨著製造設備的日趨大型化、複雜化...

第六章 應用分析

智慧自動化技術在金屬加工領域中的應用，為自動化的內涵增添新的風貌，主要是展現在以下幾個方面：

從形式面來講，金屬加工自動化主要表現在替代人員的身體勞動，繁重的身體勞務不再由人去付出，而是透過自動化的機械去完成。採用智慧技術實行自動化處理，可以根據指令或者類比人工智慧等來完成簡單的自行操作及處理。工作人員、機械以及自動化設備之間成為一個系統，這個系統能夠實現協調的運作與控制，並不斷地加以優化。

從涵蓋面來講，自動化技術不但參與了具體加工製造過程，還關聯到產品的整個生命週期。機械製造自動化技術貫穿整個金屬加工過程的始末，能夠極大化地降低人力、物力及財力的消耗，並能極大化地提高生產效率，能夠為企業創造更高的經濟效益。

從功能面講，金屬加工自動化不僅僅表現在替代人的身體勞務與腦力決策活動，其還表現出諸多的優點：(1)金屬加工自動化技術能夠大幅地提高生產效率，縮短產品生產週期，為產品搶佔市場提供交期保證；(2)加工自動化技術能夠確保產品品質達到標準值且規格統一，符合現代社會標準化生產模式，具有良好的發展前景；(3)金屬加工自動化技術能夠提高生產效率，減少勞動力的消耗及使用，從而幫助企業降低生產成本，提高企業的經濟效益

第七章 產業競爭與發展前景

目前國內智慧自動化技術廠商所處的技術能力是被定位於歐美日等先進國家、以及中國大陸與東南亞國家之間。廠商所擁有的技術能量通常決定了最終所贏得市場的層級、類別與規模。然而，單方面的提昇技術能力，並非是一項絕對的致勝關鍵，廠商所必須考量的是藉由整體性地分析，以了解其現有的競爭態勢，進而尋求創造競爭優勢的來源。

第一節 全球自動化產業面臨之挑戰課題

根據 Frost & Sullivan 的研究指出，2011～2017 年全球自動化服務市場主要的五大挑戰如【表 7-1】所示。

表 7-1 2011～2017 年全球自動化服務產業前五大挑戰

挑 戰	1～2 年	3～4 年	5～7 年
完整解決方案需求增加威脅利基服務供應商			
技術性人力不易獲得			
網路攻擊事件干擾工廠生產力			
依賴第三者供應商影響完整解決方案 供應商服務品質			
無法保持技術領先與競爭優勢導致同 儕競爭者獲得優勢			

資料來源：Frost & Sullivan(2011)/金屬中心 MII-ITIS 整理

第八章 結論與建議

- 一、結論
- 二、建議



智慧自動化服務產業之傳統 製造應用商機探討

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

劃撥資訊 | 帳號：01677112

戶名：財團法人資訊工業策進會

匯款資訊 | 收款銀行：華南銀行—和平分行

(銀行代碼：008)

戶名：財團法人資訊工業策進會

收款帳號：98365050990013 (共 14 碼)

服務時間 | 星期一~星期五

am 09:00-12:30 pm13:30-18:00



經濟部技術處產業技術知識服務計畫

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/>
