

戰後臺灣的自動化經驗與自動化服務團的運作

洪紹洋

摘要

戰後臺灣的自動化是從1970年開始，由經濟部工業局主導的半自動化，委託中國生產力中心執行。1980年政府將自動化提升至全國性政策後，在1983年成立自動化技術服務團，該組織的主要任務為輔導廠商採用自動化設備生產。

1970年代外資與本地資本存在生產規模和技術的鴻溝時，服務於外資的本地工程師擁有接觸到新設備與系統的經驗與見識。1980年代政府計畫由上而下推動自動化時，這些曾服務於外商的工程師乃加入服務團，運用過去工作的經驗，輔導與說服中小企業進行設備更換。

在設備設計與購買的過程中，由合作金庫、經濟部中小企業聯合服務中心和財團法人中小企業信用保證基金貸款給廠商添購自動化設備所需經費；倘若自動化設備採用失敗，將由中小企業信用保證基金吸收而毋須還款，以提升廠商採用自動化的意願。而從產業面的案例來看，則以外銷出口為導向之企業，如生產吊扇和喇叭的廠商，在採用彈性裝配系統後得以提升產量與降低勞動單位，顯現出自動化帶來的效益。

關鍵字：低成本自動化、自動化、自動化服務團、彈性裝配系統、中小企業

Taiwan's Automation Experiences in the Postwar Era: Operations of the Automation Industrial Technology Service Team

Sao-yang Hong*

Abstract

The implementation of automation technology in Taiwan after World War II began with the introduction of semi-automation-oriented schemes in 1970, which was overseen by the Industrial Development Bureau (of the Ministry of Economic Affairs) and executed by the China Productivity Center. After the Taiwanese government established automation as a national policy goal in 1980, the Automation Industrial Technology Service Team was created in 1983. The team's primary mission was to guide businesses in using automated production equipment.

During the 1970s, considerable gaps in production scale and technology existed between foreign and local capital. Only local engineers who had worked in foreign companies possessed knowledge and experiences of operating new equipment and systems. In the 1980s, the Taiwanese government pushed for automation from the top down, prompting those engineers to join the service team and utilize their previous work experiences in persuading and guiding small and medium-sized enterprises (SMEs) for an upgrade of their equipment.

During the process of equipment design and purchase, the Taiwan Cooperative Bank, the Small and Medium Enterprise Joint Service Center (of the Ministry of Economic Affairs), and the Small and Medium Enterprise Credit Guarantee Fund of Taiwan offered loans to businesses for the purchase. In cases where the adoption of automation equipment failed, the Small and Medium Enterprise Credit Guarantee

* Professor, Institute of Science, Technology and Society, National Yang Ming Chiao Tung University

Fund of Taiwan would absorb the costs and eliminate the need for repayment, thereby enhancing the willingness of businesses to adopt the risky change. A close examination of the actual cases reveals that export-oriented businesses, such as those manufacturing ceiling fans and speakers, did increase their production volumes and reduce their labor costs by using flexible assembly systems, demonstrating the benefits of automation.

Keywords: low-cost automation, automation, Automation Service Team, flexible assembly systems, small and medium-sized enterprises

戰後臺灣的自動化經驗與自動化服務團的運作*

洪紹洋**

壹、前言

近年來透過官方檔案的公開與數位化，得以有大量的文獻為依據，重新對戰後臺灣經濟史進行考察與提出新觀點。站在現代史研究的立場來看，除了官方檔案的解密與公開之外，尚能透過歷史參與者的口述訪談瞭解政策斡旋、生產現場等層面的運作情形。以官方檔案與口述訪談的交互對照，將能對現代臺灣經濟史研究提供各個層面的瞭解。

回顧戰後臺灣的經濟發展，從1960年代政府鬆綁外資政策起，許多外資憑藉在臺灣生產家電、電子和輕工業等的廉價勞動力，將之出口國外。¹ 戰後臺灣的中小企業經營者經由獨自開發、從國外引進技術，或與國外企業合資的途徑，將所製造的各種產品銷售至海外。透過民間與外資的積累過程，促使臺灣獲得「世

* 本論文的完成，是由萬以寧先生積極協助相關訪談者，還有沈德盛、胡國益、胡海音和林蓋信等受訪者，以及資深記者王百祿提供歷史回憶與指點。此外，也感謝林凱衡和黃俊豪博士一同參與訪談工作及審查人，還有鄭志鵬教授、謝志剛會計師提供論文修正的意見。
收稿日期：2024年1月29日；通過刊登日期：2024年4月1日。

** 國立陽明交通大學科技與社會研究所教授

¹ 洪紹洋，〈外資、商業網絡與產業成長：論出口擴張期臺灣的日資動向〉，《臺灣史研究》，第26卷第4期（2019年12月），頁97-141。

界工廠」、「國際加工基地」²等稱號，1970年代後期臺灣與南韓、新加坡和香港共同躋身為「亞洲四小龍」。³

既往對於這段時期的研究，除了強調中小企業的貢獻以外，亦可透過訪談方式瞭解早期經營的模式和組織網絡。⁴此外，亦有論著以新古典經濟學的觀點論證臺灣因勞動薪資與勞動力品質等優勢存在競爭力，能吸引外資來臺，⁵抑或從發展型國家的觀點，強調政府與官僚等國家機器引領戰後臺灣經濟的成長。⁶近年來則有探討金屬中心等公共化研發組織如何帶動自行車產業升級，且強調機械與金屬等零件工廠的網絡關係，證明分散化系統在產業發展過程中的重要性。⁷

對於戰後早期技術能力形成的討論，有針對工業職業教育體制作考察，提出國家能力的既存限制。⁸此外，還有說明國家推動的《職業訓練金條例》未能有效協調大型國民營企業和中小企業的人力需求，故無法建立以企業為基礎的職業訓練制度，最終形成以學校為基礎的技職體制。⁹

目前自動化已被多數的工廠採用，成為製造業中的常態。迄今已有許多文獻針對美國自動化的歷史背景與經驗進行討論。David A. Hounshell曾對1800-1932

² 谷浦孝雄編，《台灣的工業化——國際加工基地の形成》（東京：アジア經濟研究所，1988年）。

³ 傅高義著，賈士薏譯，《躍升中的四小龍》（臺北：天下文化出版公司，1992年）。

⁴ 陳介玄，《協力網絡與生活結構：臺灣中小企業的社會經濟分析》（臺北：聯經出版事業公司，1994年）；張維安，《台灣的企業組織結構與競爭力》（臺北：聯經出版事業公司，2001年）。

⁵ 吳聰敏，《臺灣經濟四百年》（臺北：春山出版社，2023年）。

⁶ 瞿宛文，《台灣戰後經濟發展的源起：後進發展的為何與如何》（臺北：聯經出版事業公司，2017年）。

⁷ Michelle F. Hsieh, "Hollowing Out or Sustaining? Taiwan's SME Network-based Production System", 《台灣社會學》，第28期（2014年12月），頁149-191；Michelle F. Hsieh, "Learning by Manufacturing Parts: Explaining Technological Change in Taiwan's Decentralized Industrialization.", *East Asian Science, Technology and Society*, 9:4 (December 2015), pp. 331-358.

⁸ 鄭志鵬，〈依賴發展型技能形成體制：重訪台灣工業職業教育制度的歷史發展與轉變（1949-1986）〉，《台灣社會學》，第40期（2020年12月），頁1-46。

⁹ 林凱衡，〈把企業帶回來：台灣技能形成體制的訓練政治（1966-1983）〉，《台灣社會學》，第44期（2022年12月），頁61-108。

年美國早期大量生產的形成過程，具體地以產業為例，說明大量生產體制的形成，並初步描繪出自動化生產的歷史背景。¹⁰ 此外，有探討戰後美國汽車工業自動化的過程，¹¹ 提出大型科技系統著稱的Thomas P. Hughes，亦曾關注自動化生產技術的發展歷程和社會影響。¹² 但回顧戰後臺灣驅動工業部門的經濟成長是以中小企業作為主體，與美國的路徑有所不同。

臺灣在1970年代經濟走向高度成長的歷程中，本地的大型企業開始對部分生產製程採用自動化生產，而在臺灣規模較大的外資企業也採行自動化生產。在此過程中，亦透過生產現場培養出具有經驗的自動化工程師。就這些自動化生產設備等資本財運用的討論，有別於以往闡述後進國從先進國引進技術進行各項產品之生產，而是著重在提升生產效率與品質。但臺灣的中小企業採行的自動化生產模式，與美國大企業採用自動化大量生產所有不同。

戰後作為發展型國家的臺灣，中小企業是如何透過政府的策動採用自動化？以往對產業政策的討論，常強調政府由上而下的推動各種新興工業，較少關注到政府對中小政策的援助。石田浩的論點，提出1976年政府設立中小企業銀行，出現中小企業的專業融資機構；1981年經濟部成立中小企業處，堪稱將中小企業納入政府關注的政策。也就是說，作為戰後臺灣經濟出口主力的中小企業，政府的重視時間來得較遲。¹³

本文將以1983年設立的經濟部工業自動化技術服務團（以下簡稱自動化服務團），瞭解該組織如何在1980年代政府推展自動化政策的背景下成立。過去對於

¹⁰ David A. Hounshell, *From the American System to Mass Production, 1800-1932: The Development of Manufacturing Technology in the United States* (Baltimore : Johns Hopkins University Press, 1985).

¹¹ David A. Hounshell, "Automation, Transfer Machinery, and Mass Production in the U.S. Automobile Industry in the Post—World War II Era," *Enterprise & Society*, 1:1 (March 2000), pp. 100-138.

¹² Thomas P. Hughes, *American Genesis: A Century of Invention and Technological Enthusiasm, 1870-1970* (Chicago: University of Chicago Press, 2004).

¹³ 石田浩著，石田浩教授文集編譯小組譯，《台灣經濟的結構與開展》（臺北：自由思想學術基金會，2007年），頁128。

該組織的認識，多停留在團長石滋宜所撰寫的文集與報導文學形態的論著，僅止於領導人物石滋宜所扮演的角色。¹⁴ 本文除了以官方檔案與報告書為基礎，介紹組織成立背景與運作之外，並透過對當時服務團中階工程師的口述訪談，瞭解與廠商之間的互動過程。此外，尚能進一步瞭解臺灣以中小企業為主的生產體系，推動自動化時所面臨的困難？政府又透過怎樣的政策給予支援？

但探討1980年代臺灣政府推動自動化政策的過程，必須留意到1970年代的延續性。也就是說，自動化是如何從工業局的推廣目標為起點，進一步提升至全國性政策。自動化服務團的技術與管理人員，在進入組織前所累積的經驗，如何在進入服務團後有所發揮？透過這樣的討論，將有別於以往多關注領導人和組織的角色，亦能瞭解任務編組所扮演的角色。

本文的章節安排，先就1970年代經濟部工業局推動的低成本自動化進行說明，接著介紹1980年政府推動自動化政策的起源和自動化服務團的運作，最後再討論產業的影響與工程師的參與情形。

貳、低成本自動化的推動

一、發展背景與法人組織

「自動化」一詞，由1946年美國福特公司製造部副總經理哈德（Del Harder）提出。自動化是運用自動系統、機械、工具來從事生產、量度、檢驗、管理、控制或計算等方法，增加生產階段彼此聯繫的關係。¹⁵

¹⁴ 王百祿，《學李國鼎做事：推動台灣工業發展的關鍵人與重要事》（臺北：時報文化出版公司，2022年），頁84-115；石滋宜，《石滋宜談教育革心：找回國家競爭力重心學習的變革法則》（臺北：時報文化出版公司，2022年），頁36-54。

¹⁵ 葛雷特（Rijn de Groot）著，經濟部工業發展局譯，《中小工業之低成本自動化設施》（臺北：經濟部工業發展局，1970年），頁1；彭興伯，〈中小型工業與低成本自動化——兼介第二屆低成本自動化之展出〉，《工業簡訊》，第5卷第5期（1975年5月），頁34。

但「低成本自動化」是運用有限的資金，購入若干自動化的零件如空氣壓、油壓、電子和機構等，安裝在原有的生產設備上，部分或全部不需要人工操作，而讓產品得到一致的標準，並增加生產力、降低成本以提高消費能力。基本上，戰後「低成本自動化」在先進和後進國家曾被普及運用與積極推廣。¹⁶

1970年12月，經濟部工業局翻譯出版《中小工業之低成本自動化設施》，為臺灣第一本介紹關於低成本自動化的書籍。基本上，小型的低成本自動化並非廢棄既有設備而購入高價自動機械，而是強調業主可運用現有的設備開始自動化。也就是說，如何就現有設備中較適合自動化者，將其放在同一個標準，運用簡單而低價的設備成為一組合。業主毋須寄望一次完全達到自動化，可以逐步進行的途徑讓廠內工作人員逐步學習新技術，而不致於在管理上發生困難。透過漸進的自動化，可分次籌措所需資金，已經自動化的部分獲利，可以作為下個階段自動化所需。就資金方面，在無其他考慮的條件時，應選回收率最快的階段優先予以自動化，減少財務上的困難。¹⁷

在1970年代，經濟部工業局小規模的推動廠商的低成本自動化。實施上或受限於政府單位內人手有限，故對企業的輔導工作主要委託給中國生產力中心（China Productivity Center）進行。該組織的成立與戰後為提升廠商的產品品質具有密切關係。

中國生產力中心的設立，可追溯自1955年，政府、美援公署、工商業領袖集會商討為提升臺灣工業部門的生產力，規劃籌設一生產力組織。同年11月11日，中國生產力中心在臺北成立。其後為協助國內工業品外銷，於1959年8月增設貿易推廣部，並更名為中國生產力及貿易中心（China Productivity and Trade Center）。¹⁸

¹⁶ 彭興伯，〈中小型工業與低成本自動化——兼介第二屆低成本自動化之展出〉，《工業簡訊》，第5卷第5期（1975年5月），頁34。

¹⁷ 葛雷特（Rijn de Groot）著，經濟部工業發展局譯，《中小工業之低成本自動化設施》，頁7。

¹⁸ 中國生產力及貿易中心編，《十年來之中國生產力及貿易中心》（臺北：中國生產力及貿易中心，1965年），頁1。

戰後臺灣以中小企業為主的發展型態，初期並無多餘的資金與資源針對生產管理進行投資。中國生產力中心的創設，正好為臺灣企業填補此項缺口，促使臺灣製造之產品能夠在品質獲得提升後，有機會參與國際市場之競爭。¹⁹

1950年代由政府策動且獲得國外資金支持的中國生產力中心，陸續對廠商所面對的問題進行各類輔導，且向廠商推廣生產實務上的新知。也就是說，早期政府除欲透過政策協助廠商發展外，經由法人單位的角色得以與廠商進行深入交流，解決各類實務問題。1970年工業局成立後，推動低成本自動化時，也是仰賴這兩個單位提供協助，可視為政府透過委外的方式，解決人手不足的問題。

二、低成本自動化的宣傳與推動

當時工業局為了宣傳低成本自動化概念，1974年6月10日，在臺北市南海路國立科學教育館舉行為期十天的第一屆低成本自動化展覽，由12家國內外廠商提供展出如零組件、模型和實體操作機械等相關低成本自動化設備。當時參觀者多為中小企業經營者，參觀人數超過18,000人。之後工業局分別與中國生產力中心和各縣市政府相關單位合辦三十餘場「低成本自動化實務講習會」，共三千餘人參加。²⁰

1975年5月3-12日在高雄市中正四路高雄學苑舉辦第二屆低成本自動化展覽，參加廠商共有三英企業、臺灣油壓、正陽企業、泛歐、佑發企業（工科自動機械）、東正鐵工廠、飛速企業、崗崗企業、福紀自動控制機器、陽光電機廠、攀龍企業和復盛工業等12家，展出種類包含氣壓控制比較裝置、電氣引動系統、金屬加工機械用油壓動力單元、油壓舉高組合、氣壓自動鑽孔和攻牙控制系統、鑽床自動加工組件、多用途自動加工系統、自動給油系統、旋轉引動器、自動給油系統、自動洗淨裝置、搬送及平衡釣具、氣壓液面感覺裝置、氣壓定位裝置、衣車需件自動加工系統、油壓操作動力單元、自動送料振動器、自動旋轉擋度

¹⁹ 中國生產力及貿易中心編，《十年來之中國生產力及貿易中心》，頁11。

²⁰ 彭興伯，〈中小型工業與低成本自動化——兼介第二屆低成本自動化之展出〉，《工業簡訊》，第5卷第5期（1975年5月），頁34。

機、邏輯控制系統和各類組件共七十餘件。當時參觀人數約八千多人，但99%為工廠從業人員。²¹

1977年6月，在臺中市舉辦7天的低成本自動化展覽會，此次展覽完全以動態機構展現在參觀者眼前，包含金屬加工業、木器業、塑膠鞋加工業、機器製造等，美國大使館商務組配合展覽會為業者提供自動化技術資料，還有臺灣省中小企業銀行在現場為業者提供諮詢和融資服務。²²

1978年6月，在臺南市舉辦10天的半自動化展覽會最為完整，展品包含金屬業、機器製造業、電子、傳輸機等完全自動化之整體，讓工業界了解如何由低成本自動化邁向完全自動化，以提升品質和生產效能。²³

大致上，1970年代臺灣的流體動力技術發展較慢，不僅訓練機構缺乏自動化人才，學術單位也不容易獲得師資，故主辦單位積極從國外聘請專家來臺進行專題介紹。此外，也提供專技資料、購買實驗器材、放映低成本自動化教學影片作為宣傳。再者，中國生產力中心亦參與培養工廠技術人員。²⁴

三、輔導廠商與大企業的自動化試行

從1974-1978年10月，中國生產力中心共提供68家廠商自動化建設與管理服務，集中在塑膠製品加工、金屬製品加工、木製品工業、紡織品和製衣工業、陶瓷工業和其他工業等。²⁵

除了中小企業以外，當時規模較大的企業也競相採行半自動化生產。舉例來說，以生產機車起家的三陽工業公司，1974年美國的本田汽車公司入股13%後，

²¹ 彭興伯，〈中小型工業與低成本自動化——兼介第二屆低成本自動化之展出〉，《工業簡訊》，第5卷第5期（1975年5月），頁34-35。

²² 彭興伯，〈低成本自動化運動之推進〉，《工業簡訊》，第8卷第11期（1978年11月），頁5。

²³ 彭興伯，〈低成本自動化運動之推進〉，《工業簡訊》，第8卷第11期（1978年11月），頁5。

²⁴ 彭興伯，〈低成本自動化運動之推進〉，《工業簡訊》，第8卷第11期（1978年11月），頁4。

²⁵ 彭興伯，〈低成本自動化運動之推進〉，《工業簡訊》，第8卷第11期（1978年11月），頁5。

籌劃在臺灣建立汽車廠，故公司開始將電鍍工場改為自動化。²⁶ 1975年三陽工業公司始推動低成本自動化計畫，目標為節省人時，該公司投資新臺幣30萬元，至1977年完成12項機種改良，將原本加工成本平均降低約50%，但因投資金額增加，投資回收期從5個月增加至25個月。另外，如聲寶和東元公司也積極推動低成本自動化，改善成果也相當顯著。²⁷

另一方面，中小企業常受限於資產規模有限而不易向銀行取得借款，且在資本額較小下可能會卻步於設備投資。政府為提升廠商採用低成本自動化設備的意願，由臺灣省合作金庫、經濟部中小企業聯合服務中心和財團法人中小企業信用保證基金，配合提供新臺幣1,000萬元，供給符合中小企業輔導準則規定的製造業、加工業和手工業等經營者，辦理工廠登記。若經營者購買有關氣壓、液壓、電氣、電子、機械、熱能等零組件可用來改善原有的生產設備者，都能獲得此貸款，均由財團法人中小企業信用保證基金提供保證。²⁸

如上所述，由經濟部工業局策劃的低成本自動化，可視為1970年代政府中小企業政策的一環。而這樣的脈絡，是延續自1967年9月7日行政院在第1035次會議中通過的《中小企業輔導準則》，確認在經合會下設立中小企業輔導處。²⁹ 1969年8月初經合會的組織進行調整，中小企業輔導處業務改歸經濟部管理，繼而成立工業局。³⁰ 經濟部工業局成立初期，透過低成本自動化政策的提倡，作為1960年代末政府始嘗試由上而下推動中小企業政策的延續。³¹

²⁶ 張國安，《歷練——張國安自傳》（臺北：天下文化出版公司，1987年），頁142-143；〈三陽工業股份有限公司介紹〉（1982年公司介紹）。

²⁷ 彭興伯，〈低成本自動化運動之推進〉，《工業簡訊》，第8卷第11期（1978年11月），頁8。

²⁸ 彭興伯，〈中小型工業與低成本自動化——兼介第二屆低成本自動化之展出〉，《工業簡訊》，第5卷第5期（1975年5月），頁35。

²⁹ 「臺五十六經7208行政院令中小企業輔導準則」（1967年5月10日），〈中小企業輔導準則、中小企業輔導工作小組委員〉，《行政院國際經濟合作發展委員會檔案》，中央研究院近代史研究所藏，檔號：36-006-039-021。

³⁰ 經合會中小企業輔導工作小組，〈中小企業輔導工作之繼續推動問題〉，《中小企業輔導月刊》，第4卷第8期（1969年8月），頁1。

³¹ 「中小企業小組備忘錄」（1970年2月9日），〈中小企業輔導準則、中小企業輔導工作小組委員〉，《行政院國際經濟合作發展委員會檔案》，檔號：36-006-039-022。

叁、自動化政策的背景

一、第二次生產力運動

戰後臺灣經濟邁向高度成長的過程，伴隨勞動力成本的提高和先進國家自動化的普及，1970年代末期行政院政務委員李國鼎提出「第二次生產力運動」，即是以自動化作為訴求。

1978年李國鼎在接受亞洲生產力組織榮譽會士授獎茶會時的演說，提到臺灣雖已成立中國生產力中心，但「生產力」的概念尚未普及至工商企業的各階層人士。李國鼎認為，臺灣經濟已達工業結構的改變階段，若要擴大企業規模，應朝向技術、資本、知識密集發展。當時伴隨國外電子工業的進步，而將電腦廣泛運用在資料處理與自動化。在此前提下，他認為臺灣應提出「第二回合的生產力運動」。³²

李國鼎提出依據歐美和日本的經驗，有採用完全自動化、半自動化、機械化三條路徑。但就臺灣的實情來看，半自動化與機械化為可行之路。當時亞洲生產力組織曾先後舉辦多次的「低成本自動化講習會」，臺灣的中國生產力中心也曾選派人員前往研習。所謂的「低成本自動化」，即是在現有的生產機器上加裝一套特殊設計的電子、油壓或氣壓設備，所花成本不多，而生產操作可以更精確和迅速。³³

就品質改進方面，雖言中國生產力中心已推動品質管制二十餘年，但質量上還有許多進步空間。在「質」方面，從產品個體的品質、製造過程到最終的成品應有明確的規範，以達成最初預定之要求。在「量」方面，應要求每批群體的品質都能達到預定水準，且前後批量的品質也能保持一致。亦即當生產量很大時，要採用統計學的方法加以控制和研討。³⁴

³² 李國鼎，〈全面推動第二次生產力運動——亞洲生產力組織榮譽會士授獎茶會講稿〉，《工業簡訊》，第8卷第11期（1978年11月），頁1。

³³ 李國鼎，〈全面推動第二次生產力運動——亞洲生產力組織榮譽會士授獎茶會講稿〉，《工業簡訊》，第8卷第11期（1978年11月），頁2。

³⁴ 李國鼎，〈全面推動第二次生產力運動——亞洲生產力組織榮譽會士授獎茶會講稿〉，《工業簡訊》，第8卷第11期（1978年11月），頁2。

同時期創辦中國生產力中心的高禔瑾，在1978年8月26日的《中央日報》提出個人見解，說明當臺灣的工業帶動成長後，在人力有限和工資增高下，可能因其他人口眾多的國家以勞動力發展工業化而喪失優勢。因此，高氏建議運用工業工程的各種技巧與方法，改良生產方式以減少人力消耗；而透過增加技術訓練，將能提升人均生產力。³⁵

1980年12月4日，高齡76歲的高禔瑾，又在《中央日報》闡述政府應提出一套有系統計畫以提升生產力。在執行上，可透過中央政府設立一最高生產力指導委員會，邀集政府官員、工商企業主管、學者專家、勞工領袖等共同制訂和審議全國性生產力計畫，協調各機關的工作。同時，在地方則設立地方性委員會，協調各公司廠家實際工作。³⁶

回顧1950年代的進口替代階段，政府著重在各種新興工業製品的推展，且以滿足國內市場為起點，當時中國生產力中心亦以提升產品的品質為前提。但到了1970年代臺灣已經開始走向出口導向的經濟成長模式，要如何透過自動化技術的運用降低生產成本與達到生產品質穩定，是當時產業界所要面臨的課題。而從李國鼎建議以半自動化和機械化推動自動化的觀點，可說是符合臺灣中小企業資本薄弱的特性。而高禔瑾建議設立委員會，亦與戰後初期臺灣的經濟開發體制，常採用體制外的任務編組完成任務的慣習相一致。在上述的背景下，促成生產化指導小組和自動化服務團設立。

二、生產自動化指導小組（1981-1982）

1980年11月中國工程師年會中，行政院院長孫運璿指示未來科技研究發展的重點是「能源」、「材料」、「資訊」、「自動化」。1981年7月，孫運璿指示成立「生產自動化指導小組」，由政務委員兼科技小組召集人李國鼎負責。同年12月行政院第1761次會議時，孫運璿再次強調「發展生產自動化計畫」，確認由行政院生產自動化小組推動，促使臺灣工業走向自動化與建立生產自動化工業。³⁷

³⁵ 高禔瑾，〈掀起第二次生產力運動〉，《中央日報》，臺北，1978年8月26日，版2。

³⁶ 高禔瑾，〈提高我國工業生產力問題（下）〉，《中央日報》，臺北，1980年12月4日，版2。

³⁷ 「行政院第1761次會議」（1981年12月24日），〈行政院會議議事錄 臺第五二九冊 一七六一至一七六三〉，《行政院》，國史館藏，典藏號：014-000205-00556-001。

1981年7月4日，指導小組第一次會議中通過將擬定「中華民國生產自動化推行計畫」，除了以調查和考察的途徑蒐集、瞭解國內外生產自動化的現況與資料外，並宣導生產自動化觀念。³⁸

臺灣的生產自動化推行計畫，範圍主要可分為「工業自動化」（Industrial Automation）和「自動化工業」（Automation Industry）。所謂的工業自動化，是將現有的工業生產過程達到自動化；而自動化工業是指設計和自製自動化的機器設備，還有協助現有工業自動化的新興工業。在此定義下，工業自動化包含了機械、電機、製鞋等各種製造業，而自動化工業則包含自動化設備工業、自動化元組件工業、自動化服務業。³⁹

在人才培育方面，首先，國科會委託清華大學動力機械學系教授調查國內大專院校生產自動化人才和設備現況。其次，指導小組負責組團前往日本、美國、德國、法國等國考察，並邀請石滋宜博士等專家返國實地考察、演講和策劃工作。⁴⁰此外，「工業自動化」由國防部、工業局和中國生產力中心共同負責，「自動化工業」由工業研究院與相關公民營企業共同參與。如表1所示，政府提出自動化計畫的執行，可說涵蓋產官學等部門。

表1、自動化計畫的項目與分工

項目	分工
人才培育	教育部、國科會
工業自動化	國防部、工業局、中國生產力中心
自動化工業	工研院、相關公民營企業

資料來源：「行政院第1794次會議」（1982年8月19日），〈行政院會議議事錄 臺第五三八冊一七九三至一七九五〉，《行政院》，典藏號：014-000205-00565-002。

當時指導小組僅負責第一階段的策劃，再交給各單位執行。1981年8月，小組選擇以電子、塑膠加工、紡織、機械等四大出口工業進行實地問卷調查。1982

³⁸ 「行政院第1794次會議」（1982年8月19日），〈行政院會議議事錄 臺第五三八冊一七九三至一七九五〉，《行政院》，典藏號：014-000205-00565-002。

³⁹ 行政院科技顧問組，《生產自動化》（臺北：行政院科技顧問組，1986年），頁26。

⁴⁰ 「行政院第1794次會議」（1982年8月19日），〈行政院會議議事錄 臺第五三八冊一七九三至一七九五〉，《行政院》，典藏號：014-000205-00565-002。

年7月生產自動化指導小組任務完成，接著進入「中華民國生產自動化推行計畫」。⁴¹

另一方面，政府為瞭解當時臺灣產業界自動化的推動程度，從上述可知，1981年生產自動化指導小組曾對臺灣機械、電子電機、紡織、塑膠加工等占臺灣出口額半數以上的四大出口產業進行問卷調查，為臺灣第一次生產自動化調查。結果發現廠商的自動化意願很高，但因不熟悉推行方法和欠缺經驗，也缺乏自動化技術人力。⁴² 在調查的475家廠商中，有近半數對基本的自動化技術、油壓和氣壓都不清楚，更遑論機器人和電腦輔助設計等新式自動化設備。調查報告還記載，當時產業界有許多廠商將自動化與「投資大、費用高」聯想在一起，而不詳細瞭解自動化能夠有效降低成本與提升品質。在此之下，政府認為應大力推廣自動化方法，讓廠商增加觀念與吸收能力，作為推動自動化的基礎。⁴³

在此必須留意的是，當時除了政府想要由上而下的推廣自動化外，民間也嘗試研發各種自動化工具，是以政府和民間兩條路線同時進行。例如由蔡清一擔任董事長、蔡偉建擔任總經理的群錄自動化工業公司，除了開發出多種電動控制的CNC機具外，並由蔡偉建研發臺灣第一臺產業用L型態機器人——交大一號。⁴⁴ 再者，1960年代陸續來臺設廠的飛利浦與松下電氣等外資，還有前述三陽等本土大型企業，早在臺灣實施自動化生產。也就是說，在政府推動全國性的自動化政策以前，除了中國生產力中心的小規模推廣以外，也已經在民間累積了部分經驗。

三、政策構想

在1982年7月至1986年6月政府推動的生產自動化推行計畫的第一期目標，以機械、電子和電腦為基礎的整合技術，製造自動化元件和設備，且建立自動化生

⁴¹ 「行政院第1794次會議」（1982年8月19日），〈行政院會議議事錄 臺第五三八冊一七九三至一七九五〉，《行政院》，典藏號：014-000205-00565-002。

⁴² 「行政院第1794次會議」（1982年8月19日），〈行政院會議議事錄 臺第五三八冊一七九三至一七九五〉，《行政院》，典藏號：014-000205-00565-002。

⁴³ 行政院應技小組、生產自動化指導小組，《工業自動化調查報告》（臺北：行政院應技小組，1981年），頁2、5、118-119。

⁴⁴ 「前總統嚴家淦函復王德溥因有他約不克出席群錄自動化工業公司董事長蔡清一等邀參觀該公司所開發的多種控制機具及機器人成果展」（1982年12月23日），〈卸任總統後：函（七十一年）（二）〉，《嚴家淦總統文物》，國史館藏，典藏號：006-010906-00015-006。

產系統需要的各種基本技術能力。在人才的養成上，除了在大專院校開設自動化科系與課程外，還派遣人員赴海外學習。⁴⁵

在產業發展上，加強現有傳統機械改造為自動化機械，提高自動化技術及設計能力。此外，在臺灣建立自動化工業環境，能夠自產自動化元件，並使國產自動化元件和設備的銷售秩序化。同時，也鼓勵民間企業參與自動化技術發展，促成自動化技術順利移轉。並建立示範性彈性生產系統（FMS）與電腦輔助設計與製造（CAD/CAM）中心，發展生產自動化的系統技術，並將其技術移轉民間。最後，輔導國內自動化安裝、設計、維護服務公司，建立自動化服務業。⁴⁶

工業自動化層面由經濟部工業局統籌，由經濟部中小企業處、金屬工業發展中心、中國生產力中心、工業研究院化學研究所、中國紡織工業研究中心和食品工業研究所等單位共同推動。但推動半年後，發現負責推動的單位不僅難以配合工廠所需要的自動化技術，且推動自動化的經費不足。而廠商對投資購買或改裝自動化機器設備也多抱持懷疑態度。⁴⁷

在此背景下，時任經濟部長的趙耀東組成一個臨時性的專責單位，協助工業界實施自動化生產。為了支持這項計畫，經濟部請求運用行政院第二預備金作為經費。1982年11月底從海外邀請自動化專家石滋宜返臺，1983年1月「工業自動化技術服務團」（以下簡稱自動化服務團）正式成立。⁴⁸

肆、自動化服務團的成立

一、組織構想與實際情況

1983年1月成立的自動化服務團，其緣由即是前述的政府生產自動化計畫框架中研擬出「中小工廠先鋒隊計畫」，先將現有的工業設備予以自動化，按照金工機械、一般機械、物料搬運、焊接和加工等成立5個任務小組，分別由中鋼公

⁴⁵ 行政院科技顧問組，《生產自動化》（臺北：行政院科技顧問組，1986年），頁28。

⁴⁶ 行政院科技顧問組，《生產自動化》，頁29-30。

⁴⁷ 行政院科技顧問組，《生產自動化》，頁40。

⁴⁸ 行政院科技顧問組，《生產自動化》，頁40。

司、中科院、金工中心、工研院機械所和民間工廠、電子研究所派員參與，分別進行到廠輔導工作，工廠選擇由工業局提供。⁴⁹

最初計畫成立4-5個技術隊，人數與成員可靈活彈性運用，且必要時洽請外商工廠協助。選擇工廠時，要從具外銷潛力的工業中挑選具備示範和發展潛力的工廠。值得注意的是，當時也一併決定要強化中國生產力中心，使之在未來能承擔後繼輔導任務。後來也確認將先鋒隊名稱改為「經濟部工業自動化技術服務團」。但當時服務團並沒有正式和完整的體制，故借用工業研究院的組織，將經濟部擬定的「提高中小工廠生產力示範計畫」交由工業研究院辦理。在此脈絡下，自動化服務團成立初期的資金與員工薪資，是由工業研究院提供。⁵⁰

1983年1月12日，工業局曾就有關「傳統機械改造、生產合理化及輔導自動化服務業」等3項工作分組與服務團團長石滋宜會商，決議併入自動化服務團推行。也就是說，以石滋宜的自動化服務團為中心，訓練民間工廠或自動化服務業，提升以自動化服務公司的技術水準與能量。運用服務團的實際工作，配合執行工業自動化，分組執行前述3項工作。另一方面，也配合中心工廠輔導衛星工廠制度，以改善工廠的生產與管理技術。⁵¹

自動化服務團的成立型態，如同1950年代起政府官僚常採用的體制外編組，沿襲著生管會、經安會和美援會等體制，依附在經濟部組織中成立，可說是依循早期官僚推動政策的途徑。

二、經費支援

由於自動化服務團為任務編組，成立初始的民國72年度（1983年1-6月）所需人事和業務費請經濟部向有關機關商調人員外，還由經濟部向行政院申請動用

⁴⁹ 經濟部生產自動化執行小組，《經濟部科技研究發展專業全程計畫執行總報告 中華民國生產自動化推行計畫（全程計畫：自71年7月起至79年6月止）》（臺北：經濟部生產自動化執行小組，1990年），頁2-7。

⁵⁰ 經濟部生產自動化執行小組，《經濟部科技研究發展專業全程計畫執行總報告 中華民國生產自動化推行計畫（全程計畫：自71年7月起至79年6月止）》，頁2-8。

⁵¹ 經濟部生產自動化執行小組，《經濟部科技研究發展專業全程計畫執行總報告 中華民國生產自動化推行計畫（全程計畫：自71年7月起至79年6月止）》，頁2-6。

第二預備金。⁵²

自動化服務團在經費運用上，究竟占政府生產自動化政策的比例為何？如表2和表3可知悉，政府在推動兩期自動化政策的參與單位和所獲得經費。從民國72年度（1983年7月1日-1984年6月30日）⁵³的工業自動化分組來看，可以瞭解到當時工業局、工業經濟中心、食品工業研究所、中國紡織中心是配合執行單位，而自動化服務團分配到新臺幣3,000萬元、中國生產力中心6,620萬元、金屬發展中心3,300萬元，即自動化服務團在工業自動化分組的經費分配上約占23.22%。在民國73年度自動化服務團分配到新臺幣7,200萬元，占總經費53.76%之高，顯示出服務團的重要性。

而如表3所示，後來自動化服務團併入中國生產力中心，故第二期工業自動化分組僅有中國生產力中心和金屬發展中心獲得預算，而金屬發展中心的經費高於中國生產力中心的原因，可能在於該中心在1960年代成立時即是提供機械、金屬產業為主的各項技術服務，故在自動化政策推動時亦扮演重要的角色。

表2、生產自動化政策第一期（1982年7月-1986年6月）

（單位：新臺幣萬元）

分組執行單位		72年度	73年度	74年度	75年度
工業自動化分組	工業局	配合執行	配合執行	配合執行	配合執行
	自動化服務團	3,000	7,200	6,748	6,700
	中小企業處	配合執行	配合執行	配合執行	配合執行
	中國生產力中心	6,620	4,300	3,820	5,730
	金屬發展中心	3,300	2,146	4,480	13,514
	工業經濟中心	配合執行	配合執行	配合執行	配合執行
	食品工業研究所	配合執行	配合執行	配合執行	配合執行
	中國紡織中心	配合執行	配合執行	配合執行	配合執行
自動化工業分組	工業研究院	19,036	34,888	49,712	62,981
自動化人力訓練分組	職訓局	3,500	5,150	6,035	6,553
自動化人才培育分組	國科會	1,000	1,020	1,600	2,480
	教育部	3,000	3,400	4,000	3,400

⁵² 經濟部生產自動化執行小組，《經濟部科技研究發展專業全程計畫執行總報告 中華民國生產自動化推行計畫（全程計畫：自71年7月起至79年6月止）》，頁2-7。

⁵³ 當時的政府年度是以每年的7月1日為起點，至隔年的6月30日為止。

財力支援分組	經建會財務處	配合執行	配合執行	配合執行	配合執行
秘書室	生產自動化執行小組	1,240	1,400	1,400	1,400
總計		40,696	59,504	77,795	102,758

資料來源：經濟部生產自動化執行小組，《經濟部科技研究發展專業全程計畫執行總報告 中華民國生產自動化推行計畫（全程計畫：自71年7月起至79年6月止）》（臺北：經濟部生產自動化執行小組，1990年），頁11。

表3、生產自動化政策第二期（1986年7月-1990年6月）

（單位：新臺幣萬元）

分組執行單位		76年度	77年度	78年度	79年度
工業自動化分組	工業局	配合執行	配合執行	配合執行	配合執行
	自動化服務團	併入中國生產力中心			
	中小企業處	配合執行	配合執行	配合執行	配合執行
	中國生產力中心	5,082	5,665	4,644	4,550
	金屬發展中心	12,500	19,800	21,550	21,834
	工業經濟中心	配合執行	配合執行	配合執行	配合執行
	食品工業研究所	配合執行	配合執行	配合執行	配合執行
	中國紡織中心	配合執行	配合執行	配合執行	配合執行
自動化工業分組	工業研究院	65,861	60,772	37,534	35,364
自動化人力訓練分組	職訓局	6,138	6,139	6,560	6,742
自動化人才培育分組	國科會	2,600	2,500	2,950	3,600
	教育部	3,300	3,494	3,400	3,065
財力支援分組	經建會財務處	配合執行	配合執行	配合執行	配合執行
秘書室	生產自動化執行小組	1,420	1,500	1,500	1,500
總計		96,901	100,050	78,138	76,645

資料來源：經濟部生產自動化執行小組，《經濟部科技研究發展專業全程計畫執行總報告 中華民國生產自動化推行計畫（全程計畫：自71年7月起至79年6月止）》，頁11。

三、服務團成員的組成：石滋宜

擔任自動化服務團團長的石滋宜（1937-2021），1937年出生於南投竹山，父親在戰前赴日本帝國從事商貿活動。⁵⁴ 1962年石滋宜從臺北工專畢業後，前往

⁵⁴ 石滋宜，《石滋宜談教育革新》，頁38。

東京大學留學，除了在專業上的精進外，尚與不少同樣出生於1930年代的留學生一樣關心臺灣的前途與發展。

當時與石滋宜參加臺灣問題研究會的留學生，有後來任教於東京經濟大學的劉進慶教授、明治大學的許極燉教授、旅居日本的作家黃文雄。這些留學生多是戰前的日本語世代，關切當時臺灣的問題。1972年8月4日，臺灣問題研究會與國民黨海工會在東京港區的迎賓酒家座談，石滋宜也有參加這場會談，會談話題環繞臺灣的政治改革、政治犯釋放、留學生出入境和回國服務，以及中日建交後留學生居留問題。⁵⁵

石滋宜進入荒木透的研究室後，開始進行金屬類的各種基礎與應用研究。1968年由荒木透、佐川竜平和石滋宜三名共同在《鉄と鋼》第54卷第3號發表〈Ca脫酸鋼の非金屬介在物の同定のについて〉一篇。⁵⁶ 這篇研究論文應該是石滋宜在日本留學第一次在學術刊物上發表研究成果。

1972年3月29日，石滋宜以博士論文“The influence of metallurgical factor on the fatigue fracture behavior of high strength steels”，取得東京大學甲第2852號工學博士。⁵⁷ 爾後在1973年轉往加拿大工作，至1978年擔任加拿大奇異公司高級製造工程部經理、工商部CAD/CAM技術開發委員會委員、標準局鋁合金焊接技術委員會主席、先進技術顧問公司總裁等職。⁵⁸

1980年原本在加拿大工作的石滋宜返臺，時任政務委員李國鼎邀請他參觀中國鋼鐵、中國造船、臺灣機械、臺灣鋁業、臺塑齒輪廠等公民營企業，並由一位劉博士陪同，記錄其提出企業的分析及經營建議。後來李國鼎提到過往邀請200

⁵⁵ 邱士杰，《劉進慶思想評傳——戰後台灣經濟的左翼分析》（臺北：臺大出版中心，2022年），頁73-74。

⁵⁶ 荒木透、佐川竜平、石滋宜，〈Ca脫酸鋼の非金屬介在物の同定のについて〉，《鉄と鋼》，第54卷第3號（1968年2月），頁68-73。

⁵⁷ 石滋宜，〈The influence of metallurgical factor on the fatigue fracture behavior of high strength steels〉，收錄於「CINII Research」：<https://cir.nii.ac.jp/crid/1110845735146440448>（2023/3/1點閱）。

⁵⁸ 石滋宜，《石滋宜談教育革新》，頁46-47。

多名返國訪問的學者專家參觀企業，他們多提出營運規模的建言，僅有石滋宜提出經營與技術的知識，故希望他返國服務。至此，石滋宜開始與政府當局有較為密切的聯繫。⁵⁹

後來石滋宜在李國鼎的引薦下向孫運璿簡報，分析美國和日本推動自動化的情形，提出在臺灣推動自動化的必要性。在這場簡報會議上，經濟部長趙耀東也在場，連續與石滋宜談了數天，並和他說：「我趙某人三十七歲才到臺灣，到現在還在為臺灣努力，而你是一個土生土長的臺灣人，難道不應該為你的出生地做一點事情嗎？」因為這席話，1982年石滋宜決定返回臺灣參與自動化計畫。⁶⁰

以往對於戰後初期參與臺灣經濟的官員，常強調1949年從中國撤退來臺，如尹仲容、李國鼎、孫運璿等，他們都是理工科系出身，來臺後陸續進入政府體系。而出生於臺灣的石滋宜畢業於臺北工專後赴日本留學，後來又前往加拿大服務。從石滋宜返國的經歷來看，堪稱在官僚的系統下回到臺灣，擔任自動化服務團團長。

除了團長石滋宜以外，其他成員的背景又是如何？在臺灣本地資本的產業自動化程度不高的背景下，部分員工過去服務於外商公司的經驗與學得的智識，也成為推動自動化的重要基礎。

在成立初期有來自中國生產力中心和金屬工業發展中心的數名員工，⁶¹ 之後則多招募具有本地和外商經驗的產業界從業人員。如前所述，1970年代臺灣較具規模的本地和外商工廠已開始採用低成本自動化或自動化方式生產，自動化服務團的任務，是要將自動化的觀念向中小企業傳播，並鼓勵其運用。

在自動化服務團擔任副團長的沈德盛，在大學畢業後，曾短暫於大同公司服務。後來進入中華航空公司位於屏東的總工程師室，從事飛機修護工作；之後又至華新麗華公司與飛利浦公司服務。在華新麗華公司服務時，學習機械仿製與改

⁵⁹ 石滋宜，《石滋宜談教育革新》，頁49-50。

⁶⁰ 石滋宜，《石滋宜談教育革新》，頁50-51。

⁶¹ 經濟部生產自動化執行小組，《經濟部科技研究發展專業全程計畫執行總報告 中華民國生產自動化推行計畫（全程計畫：自71年7月起至79年6月止）》，頁2-8。

造的技能，而當時在臺以生產映像管著稱的飛利浦公司即以自動化設備生產，他的任務是修改生產設備。這兩家公司的工作經驗，與他在自動化服務團時期從事的活動有著密切關係。⁶²

此外，胡國益大學畢業後進入臺灣松下公司服務，當時公司將從日本傳來臺灣的技術進行在地開發，讓臺灣的協力廠共同參與。但胡氏因不習慣日式式管理，工作兩年後，於1977年轉職到竹北的飛利浦公司。胡國益回憶當時飛利浦公司的設備與技術規範都來自荷蘭，使他必須接受標準化訓練，在荷蘭顧問的指導下跟著詳細的說明，完成廠房建置。後來胡國益又轉職到吉興工程顧問公司，從事電力設備的控制環節，瞭解到如何將火力發電的電機、控制、機械和管線等整合之標準規範。最後，他在沈德盛的介紹下進入自動化服務團，由於過去在松下公司與飛利浦公司都與自動化生產相關，故能快速勝任服務團推動自動化之工作。⁶³

大致上，當時臺灣本地的中小企業在產業自動化程度不高的背景下，部分服務團員工過去服務於外商公司的經驗與學得的智識，成為推動自動化的重要基礎。而自動化服務團究竟如何與產業連結，工程師參與的情形又為何？

伍、產業輔導與自動化的經驗

如何說服廠商採用新的技術，為當時自動化服務團所要面臨的困難。縱使企業經營主願意採用新的生產技術，又該如何說服員工放棄舊有的生產習慣，接納新的生產線模式。當時服務團先前往工廠實地訪問，調查後提出問題，繼而建立起輔導機制，協助建立自動化設備。本節將以彈性裝配系統（Flexible Assembly System）為例，說明廠商採用自動化的過程及所帶來的效益。

⁶² 沈德盛口述，洪紹洋訪談，黃俊豪校對，洪紹洋整理，〈沈德盛先生訪問記錄〉（2022年11月1日訪談稿）。

⁶³ 胡國益口述，洪紹洋訪談，〈胡國益先生訪問記錄〉（2022年8月9日訪談稿）。

一、現場調查、提出問題與專案貸款

自動化服務團於成立初期，即在經濟部工業局的安排下訪問工廠。⁶⁴ 值得注意的是，1970年代臺灣較具規模的本地和外商工廠，已經開始進行自動化生產，自動化服務團的任務，是要將自動化的觀念向中小企業傳播，鼓勵其運用。由於服務團團員的專長背景與經歷不盡相同，故常共同討論，檢討參訪工廠現場所面臨的問題。⁶⁵

如表4所示，從1983年3月起，迄至1985年3月，自動化服務團在1,002家工廠所提出的建議進行分類，可知悉共提出了2,992項建議。其中有1,115件為合理化問題為最多，610件為製程自動化問題次之，兩者共計提出件數的57.3%。而兩項問題，即是當時中小製造業所面臨的困境。

表4、自動化服務團訪問工廠時提出建議分類表（1983年3月-1985年3月）

問 題	件 數	比 例 (%)
合理化問題	1,115	37.3
省力化問題	243	8.1
製程自動化	610	20.4
組立自動化	129	4.3
包裝自動化	144	4.8
噴漆、焊接自動化	88	3.0
電鍍前處理自動化	31	1.0
CAD/CAM/CAT/FMS	66	2.2
倉儲運搬自動化	165	5.5
管理自動化	60	2.0
其他	341	11.4
總計	2,992	100.0

資料來源：經濟部生產自動化執行小組，《經濟部科技研究發展專業全程計畫執行總報告 中華民國生產自動化推行計畫（全程計畫：自71年7月起至79年6月止）》，頁2-19。

⁶⁴ 經濟部生產自動化執行小組，《經濟部科技研究發展專業全程計畫執行總報告 中華民國生產自動化推行計畫（全程計畫：自71年7月起至79年6月止）》，頁2-8。

⁶⁵ 經濟部生產自動化執行小組，《經濟部科技研究發展專業全程計畫執行總報告 中華民國生產自動化推行計畫（全程計畫：自71年7月起至79年6月止）》，頁2-7。

從戰後臺灣企業發展的歷程來看，資本額較為豐厚的大企業要進行設備投資相較於中小企業來得容易，自動化服務團透過現場調查的方式，體認到中小企業所面臨的難題。有的中小企業因資本、資金和人才有限，透過自動化服務團的諮詢，才瞭解生產現場上的問題。詳言之，工廠內部對於生產管理制度、品質管理、原物料存貨的控制和生產線的安排等，有許多地方尚待改善。

除了自動化服務團以參訪工廠的途徑發現中小企業所存在的問題外，要如何說服廠商願意採用新機器，以提高生產單位的效能？當時政府透過資金融通的方式，提供中小企業設備貸款。但能夠接受貸款的廠商，要先經由服務團審核。

1982年政府研擬〈推動生產自動化計畫貸款融資要點〉和〈自動化設備租賃執行要點〉，由行政院開發基金提供款項，無息撥付給交通銀行、臺灣區中小企業銀行辦理，以當時中長期低利貸款利率為基準，再降兩個百分點，提供5-10年的貸款期限；而這些款項能夠直接運用購買的設備抵押貸款，可說簡化貸款手續。⁶⁶

當時行政院核定由開發基金提供服務團「提高中小工廠生產力示範計畫專款」，第一期為新臺幣7,500萬元，第二期為新臺幣8,000萬元。⁶⁷ 在經費運用上可分為兩大類。

表5、提高中小工廠生產力示範計畫專款借款途徑

第一類：設計訂製
<ol style="list-style-type: none"> 1. 受輔導廠商申請→工業局→服務團到廠診斷建議→受輔導廠商接受→銀行徵信良好→受輔導廠商接受→銀行徵信良好→受輔導廠商委託服務團辦理自動化工程並訂定工程委辦契約書。 2. 服務團規劃→服務團與承製工廠訂定工程承製契約書，並由服務團監督製造，按工程進度撥付價款→服務團與受輔導廠商會同驗收試車。 3. 驗收試車： <ul style="list-style-type: none"> 失敗→服務團以壞帳處理。 成功→受輔導廠商申貸策略性融資→銀行核貸後撥還入專戶。

⁶⁶ 胡錦標主持，《我國自動化科技未來發展趨向與整合策略》（臺北：行政院科技顧問組，1988年），頁76。

⁶⁷ 經濟部生產自動化執行小組，《經濟部科技研究發展專業全程計畫執行總報告 中華民國生產自動化推行計畫（全程計畫：自71年7月起至79年6月止）》，頁2-12。

第二類：局部改裝或改造
1. 受輔導廠商申請→工業局→服務團到廠診斷建議→承製工廠會同服務團設計估價改裝→服務團與受輔導廠商訂定工程委辦契約書。
2. 服務團與承製工廠訂定工程承製契約書，按工程進度撥付價款，同時監督改造工程→受輔導廠商會同服務團驗收試車。
3. 試車： 失敗→服務團以壞帳處理。 成功→受輔導廠商清償服務團墊付價款→歸墊專戶。

資料來源：經濟部生產自動化執行小組，《經濟部科技研究發展專業全程計畫執行總報告 中華民國生產自動化推行計畫（全程計畫：自71年7月起至79年6月止）》，頁2-12、2-13。

經表5的解讀，可以瞭解經濟部工業局、自動化服務團、受輔導廠商、承製機械廠商和銀行的分工情形。當時自動化服務團提供廠商包含設計訂製、局部改裝或改造兩種。第一種是依據廠商的需求提供新機器的設計，並委託企業生產所需設備。第二種則是運用企業既有的設備進行局部改裝或改造，是由服務團與使用廠商共同討論與設計，接著同樣由製造設備的工廠生產所需設備。自動化服務團赴工廠診斷前，皆由經濟部工業局接受廠商的申請才開始執行；也就是說，廠商的申請還是要回到政府的正式體系運作，而與企業面的診斷、機械設計與修改，則交由任務編組的自動化服務團負責。

值得注意的是，廠商購買新設備的費用由開發資金提供借款，倘廠商購買的設備失敗，則可視為呆帳處理，並由經濟部編列預算歸還。⁶⁸ 也就是說，廠商因設備投資可能遭遇的風險皆由政府來承擔。但政府願意支持墊款和失敗成為呆帳的事業，需先由服務團評估為具有市場潛力，並列為專案優先開發的機器項目。⁶⁹ 透過這樣的放款機制，顯見出服務團透過挑選廠商的機制提供放款，力求這些廠商歷經設備投資後得以增加出口競爭力。

⁶⁸ 經濟部生產自動化執行小組，《經濟部科技研究發展專業全程計畫執行總報告 中華民國生產自動化推行計畫（全程計畫：自71年7月起至79年6月止）》，頁2-7。

⁶⁹ 經濟部生產自動化執行小組，《經濟部科技研究發展專業全程計畫執行總報告 中華民國生產自動化推行計畫（全程計畫：自71年7月起至79年6月止）》，頁2-13。

二、產業輔導的經驗：彈性裝配系統

（一）從輔導到機械設計

1984年1月進入自動化服務團，後來升任至副團長的沈德盛，專長為量產設備，其回憶當時白天先去工廠參訪，晚上回辦公室或旅館後作簡報，然後對廠商提出建議。最初團長石滋宜強調快速反應，希望當天能向工廠提出一至兩頁的提案與建議。但後來歷經參訪與進入輔導階段後，發現沒有原先想像的容易，每家工廠都有許多待解決的問題。⁷⁰

熟悉機械設計的沈德盛體認到廠商雖存在許多問題，而服務團對自動化的執行仍欠缺具體的方針，故向團長石滋宜提出可將策略調整為開發標準產品銷售給廠商。在石滋宜的同意下，服務團便招募3-4名製圖工程師，平日在辦公室繪圖。另外，沈德盛回憶當時一行6人曾前往日本參觀自動化展覽，看到一套不錯的輸送機器，但廠商不願意銷售；沈氏認為這套機器的原理並不困難，回國後決定開發一個類似輸送帶的自由流通量（free float），可應用在許多行業的自動化裝配。後來沈德盛團隊設計的輸送帶能精密定位，其精密程度可依據操作者需求，在任一位置停止。輸送帶上有兩個相當準確的棧板，這樣的設計，可以讓工件抵達工作場所後定位，完成後工件即可前往下一站。⁷¹

在此契機下服務團開始推動彈性裝配系統，這樣的設計在設備組成和使用功能上都具有一定程度的彈性，適合生產不同產品。再者，設備的組合也具有不同程度的自動化，容易更換或擴充，以符合合理化的裝配系統需求。⁷²

⁷⁰ 沈德盛口述，洪紹洋訪談，黃俊豪校對，洪紹洋整理，〈沈德盛先生訪問記錄〉（2022年11月1日訪談稿）。

⁷¹ 沈德盛口述，洪紹洋訪談，黃俊豪校對，洪紹洋整理，〈沈德盛先生訪問記錄〉（2022年11月1日訪談稿）。

⁷² 胡國益，〈彈性裝配系統（Flexible Assembly System）〉，收入經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心，《工廠自動化案例專輯——工業自動化輔導的回顧》（臺北：經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心，1985年），頁5。

沈德盛團隊在完成繪製組立圖的彈性裝配系統，尚未進入到細部圖階段即前往工廠推銷，向業主說明原本生產過程和採用新設備所需的人力差別、投資成本可透過政府機制降低風險、可提升的單位產量等，讓廠商瞭解採用新設備得以降低成本與提升效率。後來生產吊扇的海森公司率先購買，爾後又銷售給生產電鑽的力山公司、生產喇叭的正業公司。⁷³

詳言之，過去工廠自動化多採用專門設備生產專門產品，寄望依循大量生產的模式降低成本，以提升生產力。大致上，多數產品在生產過程，裝配作業的費用約占總成本的20-50%。由於裝配作業的變化很大，較難使用專門的自動化設備，故需視工廠的生產型態與需求變化，發展出自動化裝配系統。因為初期投資金額不高，且投入成本回收快，相當適合中小企業。⁷⁴

當時一同在服務團推動彈性裝配系統的胡國益，即是借重過去在飛利浦公司工作時的類似經驗。飛利浦公司強調設備要採用一定的架構與結構，早期的機臺都用焊接的方式，後來改以鎖螺絲的方法彈性組裝。胡國益受到日本家電業生產運用彈性裝配系統的啟發，且服務團接觸多為從事外銷的製造業，故認為可推動彈性裝配系統的模組化工作。但當時工廠的規模太小，且多未使用標準化零件，故需要透過生產現場的零件排序（*sorting*）的改善，才能提升工廠效益。⁷⁵

推廣彈性裝配系統的案例多屬中小企業，並不容易從外部查詢到具體的輔導資料。在此之下，僅能退而求其次的從經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心共同出版《工廠自動化案例專輯——工業自動化輔導的回顧》一書，得以從服務團工程師的角度記載當時願意接受輔導的廠商採用自動化之情形。而作為案例討論生產吊扇的海森實業公司，還有生產喇叭的正業電機股份有限公司，皆為當時以出口為主的生產事業。

⁷³ 沈德盛口述，洪紹洋訪談，黃俊豪校對，洪紹洋整理，〈沈德盛先生訪問記錄〉（2022年11月1日訪談稿）。

⁷⁴ 胡國益，〈彈性裝配系統（Flexible Assembly System）〉，收入經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心，《工廠自動化案例專輯——工業自動化輔導的回顧》，頁4。

⁷⁵ 胡國益口述，洪紹洋訪談，〈胡國益先生訪問記錄〉（2022年8月9日訪談稿）。

（二）海森實業公司

1984年臺灣外銷美國的吊扇共約1,300萬臺，總出口價值約2億美元。當時香港是臺灣最大的競爭對手，且開始在中國生產零件等中間財，倘若考慮到匯率貶值因素，香港製品的生產成本低於臺灣。⁷⁶

由於臺灣的吊扇工廠競爭激烈，有的電扇生產工廠甚至沒有設備，僅向衛星工廠購買零件後，僱用工人於廠房組裝，以低成本價格銷售至市場。自動化服務團輔導各吊扇工廠發現吊扇裝配線上需要大量人力，卻未以適合的自動化機器提升效率。廠商在作業過程出現頻繁的工件搬運，還有半成品過多的情形，這些都能透過自動化改善。⁷⁷

當時自動化服務團專長以工業工程、機械、電機見長的工程師多次討論，認為改善吊扇馬達的組立作業為提升吊扇裝配效率的第一步。劉金龍工程師以電視機統一基座的方式，認為可由吊扇廠商共同出資成立「吊扇專用馬達製造廠」，經由統一生產吊扇馬達，達成降低成本與自動化。業者對馬達標準化雖無反對意見，但認為集資設立工廠的可行性不高，故服務團轉而輔導個別廠商。⁷⁸

1981年在臺中縣豐原市成立，資本額新臺幣500萬元，以生產吊扇的海森實業股份有限公司，共僱用75名員工。⁷⁹

1983年9月海森公司新廠房落成後，計劃透過改善設備的途徑提升產量。該公司委託自動化服務團規劃，決定將用輸送帶連結所有生產程序，並以部分自動化的型態組裝最為關鍵與費時的馬達部分。⁸⁰

⁷⁶ 劉金龍，〈海森啟用國內第一個吊扇馬達彈性組立線〉，收入經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心，《工廠自動化案例專輯——工業自動化輔導的回顧》，頁11。

⁷⁷ 劉金龍，〈海森啟用國內第一個吊扇馬達彈性組立線〉，收入經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心，《工廠自動化案例專輯——工業自動化輔導的回顧》，頁11。

⁷⁸ 劉金龍，〈海森啟用國內第一個吊扇馬達彈性組立線〉，收入經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心，《工廠自動化案例專輯——工業自動化輔導的回顧》，頁12。

⁷⁹ 劉金龍，〈海森啟用國內第一個吊扇馬達彈性組立線〉，收入經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心，《工廠自動化案例專輯——工業自動化輔導的回顧》，頁14。

⁸⁰ 劉金龍，〈海森啟用國內第一個吊扇馬達彈性組立線〉，收入經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心，《工廠自動化案例專輯——工業自動化輔導的回顧》，頁12。

以往馬達裝配部分大多採用傳統的輸送帶，將材料送往各工作站，再由旁邊的作業員從輸送帶上搬下材料後進行裝配，裝配完再放回輸送帶並送往下一站。當時估算出作業員花在搬運的工時，幾乎等同於真正裝配的時間。⁸¹

自動化服務團工程師帶領工業工程系的學生，共同分析工時與動作以及吊扇的生產程序，擬定出一套包含工廠布置、標準作業製程安排的合理化生產系統。另一方面，還和生產設備的工廠協城機械公司討論兩個月，決定使用已運用在家電和電子業的Free-Flow的概念，設計出吊扇馬達之彈性組立線。⁸²

這套新設計的彈性組立線的特點，在於輸送帶的工作物品到達工作站時能自動停止與定位，直接在輸送帶上加工，完成後再繼續前進。這樣的動線安排，取代過去的人工搬運。而各工作站視需求逐步、彈性使用自動化設備，以配合生產量之變化。再者，將各工作站的生產材料放置於標準拖板上，所有的定位設計都依據標準拖板製作，若要配合多種少量的生產型態，只要更換拖板上的治具即可。⁸³

1983年自動化服務團將技術資料交給製造廠協城機械公司，進行實體設計，於1984年2月加入豐原新廠的生產線。當時新廠的設備投資為新臺幣1,000萬元，除了自動熱線機和檢驗設備外，約有700萬元是購買自動化設備。而700萬元中，馬達彈性組立線占了400萬元。但從馬達組立線的效益來看，可節省5名員工，以每個員工月薪1.2萬元計算，一年可省下新臺幣72萬元。就產量而言，未自動化前每名員工每個月可生產200臺，自動化後提升到461臺；而整個工廠過去每個月只能生產2萬臺，之後提升至6萬臺。從生產速度來看，每12秒可以裝配一臺吊扇馬達。也就是說，透過彈性裝配系統的設置，讓海森公司得以降低成本與提高產量。⁸⁴

⁸¹ 劉金龍，〈海森啟用國內第一個吊扇馬達彈性組立線〉，收入經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心，《工廠自動化案例專輯——工業自動化輔導的回顧》，頁12。

⁸² 劉金龍，〈海森啟用國內第一個吊扇馬達彈性組立線〉，收入經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心，《工廠自動化案例專輯——工業自動化輔導的回顧》，頁12。

⁸³ 劉金龍，〈海森啟用國內第一個吊扇馬達彈性組立線〉，收入經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心，《工廠自動化案例專輯——工業自動化輔導的回顧》，頁12。

⁸⁴ 劉金龍，〈海森啟用國內第一個吊扇馬達彈性組立線〉，收入經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心，《工廠自動化案例專輯——工業自動化輔導的回顧》，頁12-13；〈十二秒裝配一個吊扇馬達〉，《經濟日報》，臺北，1985年3月19日，版12。

（三）正業電機股份有限公司

1977年創設的正業電機是以生產喇叭外銷的中小企業，在接受輔導前的資本額為新臺幣1,000萬元，共僱用285名員工。⁸⁵

喇叭的製程需要大量的人工，但未必要高技術性和極大的設備投資。自動化服務團前往該公司瞭解後，認為存在很大的改善效益。服務團胡國益與正業公司副廠長韓益伯多次討論，最終提出以輕型機架，規劃上下兩層式彈性組立線為主，並結合自動化作業及手工作業形成半自動化的生產線，讓設備成本不用太高，也符合經濟效益。在此共識下，正業公司投資新臺幣150餘萬元，以彈性組立線取代原本的喇叭裝配線。⁸⁶

當時胡國益指出，過去國內廠商的自動化生產，只著重於大量生產，生產機器和設備僅固定製造一些簡單的產品。許多中小企業因生產規模不大，且市場變化快，無力投資高價格的全自動化設備。因此開發半自動化、價格低、可逐漸擴充、提供自動化程度的彈性組立線，適合國內企業型態。當時自動化服務團先瞭解西德與日本的經驗，進而構想設計出這一套組立線。⁸⁷

服務團曾與設備製造能力頗佳的合宏展公司合作，但該公司欠缺設計人力和技術，當服務團要求公司提出的圖面設計中的組件要求模組化與標準化，就圖面設計和檢討改進達五、六次之多。雙方的溝通討論，也大大提升製造工廠的能力。⁸⁸

⁸⁵ 胡國益，〈一個喇叭彈性組立線開發〉，收入經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心，《工廠自動化案例專輯——工業自動化輔導的回顧》（臺北：經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心，1985年），頁10。

⁸⁶ 胡國益，〈一個喇叭彈性組立線開發〉，收入經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心，《工廠自動化案例專輯——工業自動化輔導的回顧》，頁7。

⁸⁷ 胡國益，〈一個喇叭彈性組立線開發〉，收入經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心，《工廠自動化案例專輯——工業自動化輔導的回顧》，頁9。

⁸⁸ 胡國益，〈一個喇叭彈性組立線開發〉，收入經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心，《工廠自動化案例專輯——工業自動化輔導的回顧》，頁9。

但在新設備啟用後，最初作業員並不習慣，導致生產速度無法發揮。此時仰賴現場幹部的教導與管理，才逐漸發揮原本設備的功效，之後作業員也逐漸習慣這種作業模式。就公司的效益而言，喇叭裝配線所需的作業員從9人減少為4人，作業速度提升10%，且作業員工在適應後也較為輕鬆，作業管理也相對容易。⁸⁹

當1970年代外資與本地資本存在生產規模和技術的鴻溝時，服務於外資的本地工程師擁有見識與接觸到新設備與系統的經驗。1980年代政府計劃由上而下的推動自動化時，這些曾服務於外商的工程師加入自動化服務團，開始運用過去的工作經驗輔導中小企業，以一定成本的投資協助設計出機器，有助於提升生產力與降低勞動成本。

陸、結論

從戰後臺灣推行自動化的脈絡來看，1970年由中國生產力中心推動低成本自動化工業的生產模式，顯現法人組織在工業發展中所扮演的角色。這樣的論點，有別於以往對後進國家發展常強調政府所扮演的角色。這些法人組織得以代行政府推動各種方針的原因，在於這些工作需要與廠商頻繁接觸，所需的技術與人力也非政府體制內部門所能承受。

1980年代後自動化才經由政府宣示成為全國性運動，但執行上則由任務編組的自動化服務團負責。這樣的推動構想仍顯現戰後第一代官僚對特定任務編組的執行方式，但正是體制外編組的靈活性，服務團才能於短期間內聘任大量人員前往生產現場進行輔導與設計機械。1987年1月，自動化服務團併入中國生產力中心，可說將政府體制外編組回歸到由法人組織與企業間進行輔導的機制。

既往的研究論著，多強調政府推動經濟時的官僚角色，實際上在政府組織、法人團體、工廠運作的過程，有許多未能被研究關注和檔案記載的中階工程師與

⁸⁹ 胡國益，〈一個喇叭彈性組立線開發〉，收入經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心，《工廠自動化案例專輯——工業自動化輔導的回顧》，頁9。

技術人員。本文透過服務團成員的訪談與資料的參照，得以跨越以往強調石滋宜博士的經歷與領導能力，進一步瞭解這些人員與企業、工廠間的聯繫過程。也就是說，當時石滋宜在第一代經濟官僚趙耀東的慫恿下回臺，雖具有領導統馭的能力，但實際與廠商的接觸、輔導，仍須仰賴這些工程師。這樣的討論，能超越對自動化成果僅以統計數字的實績認識，更深入的瞭解生產現場的情形，也對臺灣中小企業史有更深一層的認識。

從現代史的意義來看，早期的經濟史研究能夠透過政府檔案、統計數字和回憶錄等作為研究素材，但要研究生產現場的問題與設備投資的運作情形，則要視是否有足夠的資料可供參照。戰後史研究的利基，即在於有同時期研究的參與者能夠訪談，更有機會瞭解設備操作與生產現場的情形。但本文係以服務團為中心的考察，尚未從廠商的觀點考量推動自動化的利弊。廠商是否能相應市場，吸納因推動自動化所提升的產能，也是採行自動化與否的判斷之一。關於這部分的論點，有待未來進一步的討論。

徵引書目

一、檔案

《行政院國際經濟合作發展委員會檔案》（臺北，中央研究院近代史研究所藏）

〈中小企業輔導準則、中小企業輔導工作小組委員〉。

《行政院》（臺北，國史館藏）

〈行政院會議議事錄 臺第五二九冊一七六一至一七六三〉。

〈行政院會議議事錄 臺第五三八冊一七九三至一七九五〉。

《嚴家淦總統文物》（臺北，國史館藏）

〈卸任總統後：函（七十一年）（二）〉。

二、史料

〈三陽工業股份有限公司介紹〉（1982年公司簡介）。

三、訪問記錄

沈德盛口述，洪紹洋訪談，黃俊豪校對，洪紹洋整理，〈沈德盛先生訪問記錄〉。2022年11月1日訪談稿（未出版）。

胡國益口述，洪紹洋訪談，〈胡國益先生訪問記錄〉。2022年8月9日訪談稿（未出版）。

四、報紙

《中央日報》，臺北，1978、1980年。

五、專書

中國生產力及貿易中心編，《十年來之中國生產力及貿易中心》。臺北：中國生產力及貿易中心，1965年。

王百祿，《學李國鼎做事：推動台灣工業發展的關鍵人與重要事》。臺北：時報文化出版公司，2022年。

石田浩著，石田浩教授文集編譯小組譯，《台灣經濟的結構與開展》。臺北：自由思想學術基金會，2007年。

- 石滋宜，《石滋宜談教育革心：找回國家競爭力重心學習的變革法則》。臺北：時報出版，2022年。
- 行政院科技顧問組，《生產自動化》。臺北：行政院科技顧問組，1986年。
- 行政院應技小組、生產自動化指導小組，《工業自動化調查報告》。臺北：行政院應技小組，1981年。
- 吳聰敏，《臺灣經濟四百年》。臺北：春山出版社，2023年。
- 谷浦孝雄編，《台湾の工業化——国際加工基地の形成》。東京：アジア經濟研究所，1988年。
- 邱士杰，《劉進慶思想評傳——戰後台灣經濟的左翼分析》。臺北：臺大出版中心，2022年。
- 胡錦標，《我國自動化科技未來發展趨向與整合策略》。臺北：行政院科技顧問組，1988年。
- 張國安，《歷練——張國安自傳》。臺北：天下文化出版公司，1987年。
- 張維安，《台灣的企業組織結構與競爭力》。臺北：聯經出版事業公司，2001年。
- 陳介玄，《協力網絡與生活結構：臺灣中小企業的社會經濟分析》。臺北：聯經出版事業公司，1994年。
- 傅高義著，賈士薈譯，《躍升中的四小龍》。臺北：天下文化出版公司，1992年。
- 經濟部生產自動化執行小組，《經濟部科技研究發展專業全程計畫執行總報告 中華民國生產自動化推行計畫（全程計畫：自71年7月起至79年6月止）》。臺北：經濟部生產自動化執行小組，1990年。
- 葛雷特（Rijn de Groot）著，經濟部工業發展局譯，《中小工業之低成本自動化設施》。臺北：經濟部工業發展局，1970年。
- 瞿宛文，《台灣戰後經濟發展的源起：後進發展的為何與如何》。臺北：聯經出版事業公司，2017年。
- Hounshell, David A., *From the American System to Mass Production, 1800-1932: The Development of Manufacturing Technology in the United States*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1985.
- Hughes, Thomas P., *American Genesis: A Century of Invention and Technological Enthusiasm, 1870-1970*. Chicago: University of Chicago Press, 2004.

六、期刊論文、專書論文

- 李國鼎，〈全面推動第二次生產力運動——亞洲生產力組織榮譽會士授獎茶會講稿〉，《工業簡訊》，第8卷第11期（1978年11月）。
- 林凱衡，〈把企業帶回來：台灣技能形成體制的訓練政治（1966-1983）〉，《台灣社會學》，第44期（2022年12月）。

- 洪紹洋，〈外資、商業網絡與產業成長：論出口擴張期臺灣的日資動向〉，《臺灣史研究》，第26卷第4期（2019年12月）。
- 胡國益，〈一個喇叭彈性組立線開發〉，收入經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心編，《工廠自動化案例專輯——工業自動化輔導的回顧》。臺北：經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心，1985年。
- 胡國益，〈彈性裝配系統（Flexible Assembly System）〉，收入經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心編，《工廠自動化案例專輯——工業自動化輔導的回顧》。臺北：經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心，1985年。
- 荒木透、佐川竜平、石滋宜，〈Ca脫酸鋼の非金屬介在物の同定のについて〉，《鉄と鋼》，第54卷第3號（1968年2月）。
- 彭興伯，〈中小型工業與低成本自動化——兼介第二屆低成本自動化之展出〉，《工業簡訊》，第5卷第5期（1975年5月）。
- 彭興伯，〈低成本自動化運動之推進〉，《工業簡訊》，第8卷第11期（1978年11月）。
- 經合會中小企業輔導工作小組，〈中小企業輔導工作之繼續推動問題〉，《中小企業輔導月刊》，第4卷第8期（1969年8月）。
- 劉金龍，〈海森啟用國內第一個吊扇馬達彈性組立線〉，收入經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心編，《工廠自動化案例專輯——工業自動化輔導的回顧》。臺北：經濟部工業自動化技術服務團、財團法人中國生產力中心，1985年。
- 鄭志鵬，〈依賴發展型技能形成體制：重訪台灣工業職業教育制度的歷史發展與轉變（1949-1986）〉，《台灣社會學》，第40期（2020年12月）。
- Hounshell, David A., "Automation, Transfer Machinery, and Mass Production in the U.S. Automobile Industry in the Post—World War II Era," *Enterprise & Society*, 1:1 (March 2000).
- Hsieh, Michelle F., "Hollowing Out or Sustaining? Taiwan's SME Network-based Production System", *台灣社會學*，第28期（2014年12月）。
- Hsieh, Michelle F., "Learning by Manufacturing Parts: Explaining Technological Change in Taiwan's Decentralized Industrialization." *East Asian Science, Technology and Society*, 9:4 (2015).

七、網路資料

- 石滋宜，〈The influence of metallurgical factor on the fatigue fracture behavior of high strength steels〉，收錄於「CINII Research」：<https://cir.nii.ac.jp/crid/1110845735146440448>（2023/3/1點閱）。