

中國生產力中心叢書

FA 戰略

工廠自動化實戰策略
工廠自動化實戰策略
工廠自動化實戰策略
工廠自動化實戰策略
工廠自動化實戰策略
工廠自動化實戰策略

栗原正巳 ● 小川正博 ● 森沢孝喜 / 著

中國生產力中心叢書組 / 編譯

F A 戰 略

栗原正巳 ● 小川正博 ● 森沢孝喜 / 著

中國生產力中心叢書組 / 編譯

生產力叢書

FA 戰略

發行人 萬以寧

作者 栗原正巳／小川正博／森沢孝喜合著

譯者 中國生產力中心編譯小組

主編 李振昌

出版者 中國生產力中心

地址 臺北市敦化北路三四〇號二樓

電話 七一二七三二轉二六五

郵政劃撥 00127341 號

總經銷 聯經出版事業公司

地址 臺北市忠孝東路四段五六一號

電話 七六三一〇〇〇

印刷 沈氏藝術印刷公司

電話 二二三六一六一

初版 中華民國七十六年七月初版

登記證 局版臺業字三六一五號

定價 二〇〇元

如有缺頁、破損、倒裝，請寄回調換

出版序

中國生產力中心成立的目的，是爲了配合政府經濟發展政策，協助國內工商企業提高生產力，增強產品在國際市場的競爭能力。三十年來，臺灣經濟由農業生產爲主，順利轉變爲出口導向的工商型態。而展望未來的情況，將是前有經濟強國打擊我們繼續前進，後有新興國家侵蝕我們固有市場。我國因應之道，就在於促使經濟轉型，提昇工業技術，改善產業結構。這些改變不是一蹴可成，必須假以時日。在未來長久蛻變的過程中，首先要培養的是創新與革心的心態。

民國七十三年經濟部成立「中華民國生產力運動推行委員會」，由中國生產力中心負責策劃整個運動的推行。我們認爲這個運動最主要的工作，就是全面倡導創新與革心——「好，還要更好」的心態。具備了這樣的心態，還需要有實踐的能力，也就是要在觀念知識和技術各層面上不斷的充實，而知道進步的趨勢，創新的方向？改進的重點。

爲了使推動的效果更加落實，我們除了從各方面著手努力進行之外，更鑒於書籍影響力的深遠長久，決定編輯出版「決策者」與「生產力」系列叢書。

「決策者」叢書的範疇，主要是從管理、心理、經濟、社會等不同角度，介紹環境的變遷和創新的觀念。其內容包括翻譯國外值得推薦的新書；並聘請國內專家學者，就我國目前的現況加以分析檢討，從而對未來發展應有的心態與方向予以確定。

「生產力」叢書編纂的內容，將以知識技術方面爲主。介紹國外生產管理、自動化方面的發展趨勢、以及提高生產力的實際作法。此外，生產力中心歷年來輔導廠商的實例報告，開設課程的教材精華，以及我們的心得發現，也將陸續整理編纂出版，以提供我國工商界參考。

我們希望透過系列的叢書，產生觀念、知識、技術傳播上的促媒作用，讓全面提高生產力運動的效果能普遍、踏實、深遠，而促進經濟的加速升級。我們盼望一個更美好的明天，而且「好，還要更好！」

序 文

今日我國各企業的經營特徵已朝向OA化（辦公室自動化）和FA化（工廠自動化）。任一項皆在電子技術的領導下，有著極快速的發展。特別是製造現場上，生產自動化已逐漸改變了工廠的面貌。以往是作業和判斷中心的人羣，已被機器設備所介入，逐漸取代了我們人類的勞動力和能力。雖然目前還只是實驗階段，但未來型電腦控制式的無人工廠已開始上市了。

這股使工廠改頭換面的生產革命浪潮，將不僅發生在大工廠，也會慢慢地朝中小型工廠進軍。不管中小型工廠是否真的有意FA化，但不想受FA化的影響和感染，似乎已是一件不可能的事情。不談論為何採用高度化FA系統，事實上在許多的情況下，中小型工廠積極嘗試FA化，謀求工作效率化已成為這些企業爭取生存的條件。

但有為數不少的中小型工廠，根本不知道，該用什麼方法去實施FA化才算理想。而市面上的FA書籍很多，但都只介紹了高度化的FA而已。而本書則以中小型工廠FA實施方式，及實際例子為重點加以檢討，專門針對不同於大工廠的中小型工廠該如何實際展開FA化為考慮中心。不空談未來型工廠的FA情況，完全就中小型工廠的現狀，來加以探索FA的實施方針。

本書不單單收納了FA化的技巧，更常就經營觀點去檢討FA化的做法。中小型工廠如果不提高技術水準和經營管理水準間的協調，將成為企業成長的癥結。中小型工廠在改善經營體質上如何推行FA化，也是本書的課題之一。在範例上我們將重點放在FA化方法和執行過程上，以作為讀者面臨同一課題時的參考。

所以，本書的內容不單只適合技術、生產部門的人員，也絕對適合經營者、管理者及事務人員所閱讀。非技術、生產部門的人員，更曾研究過本書在經營上的FA化推行法則。如書上理論和範例能對讀者在經營拓展上有所幫助的話，那才是作者最喜出望外的事了。

F A 戰略

目 錄

序 文

一

第一章 F A 與中小工廠

一

第二章 如何推展F A 化

三三

第三章 F A 化使用的機器

九三

第四章 各部門的F A 推展法

一三九

第五章 投資F A 與其效果

二〇五

第六章 經營戰略與F A

二二一

第一章 FA與中小工廠

一、何謂FA

當我們提到今日日本製造業之現況時，FA、FMS、Robot、Mechanronics、CAD/CAM、OA等這些新字都無法表現其狀況。這些用語表示了現代日本製造業，尤其是生產技術方面的特徵。每一用語都是微電子學（Microelectronics）的進步而產生的，代表生產及加工業，在資訊處理上劃時代技術的進步。今天日本的製造業，各方面都在一種活用微電子學技術的趨勢中。其急速、廣泛、劃時代生產技術的進步情形，也可稱作「生產革命」。因此，不僅是大工廠，就連中小工廠，也受「生產革命」的影響，運用各種方法，朝省力、自動化邁進。

本書不僅包括了 FMS、Robot，也有中小工廠可以量力而為的省力・自動化方法，也就是所謂的 FA (Factory Automation) 工廠自動化。廣義的 FA 有下列幾個觀念。第一、一般人都以為 FA 是機械工廠，其實除了機械工廠以外，FA 也是生產技術的改善。以後本文將一一討論數值控制 (Numerical Control) NC 機械、電腦輔助設計／電腦輔助製造 CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing)、Robot、自動輸送機所構成的 FMS (Flexible Manufacturing System) 彈性製造系統的發展形態。不過，無人化及電腦化的一貫作業控制系統的觀念，也可以運用於印刷業、縫製加工業等等非機械加工的產業。因此，FA 化的方向並不侷限於機械加工產業而已。

第二個觀念是，FA 不像傳言中那麼厲害，其實離理想的水準尚遠。大部分是將 NC 工作機械和 (Robot) 合併而成的彈性製造個體—FMC (Flexible Manufacturing Cell)。這大多屬於 OA：辦公室自動化 (Office Automation) 革命，與電腦、傳真機、複印機等機器的導入是相同意義的。第三個理由是省力・自動化的努力過程是朝 FA 化的方向。尤其在中小工廠各自參考本身能力，達成省力・自動化的目標，就已然不錯了。即使不用機器人，FMS 也可以達到 FA 的生產效率。

「生產革命」不僅影響先進的大企業，也漸漸波及中小工廠。目前日本所生產的工作機械中六四％左右轉變成NC工作機械，而主要的使用者是中小工廠。正在開發省力・自動化設備，企圖提高生產效率的小公司，為數也不少。

總之，在FA的趨勢中，不僅「生產革命」在進行、生產效率化亦同時廣泛地進行著。這是FA的影響，也可以說是朝向省力・自動化的努力，正引導FA的發展。重要的不是FA是不是「未來工廠」的目標，而是中小工廠受潮流影響所展開的提高生產效率的設備裝配。日常被研究引進的新生產設備，以及其產生的效率，正是FA這句話最象徵性的表現。

從以上FA的進展及中小工廠FA化的意義而言，我們已了解FA。FA就是省力・自動化努力的最後結果，也是生產設備效率化最高的理想工廠形態。所以現在正在進行的正是FA化的過程，由廣義來看，特別是指中小工廠FA化的起跑而言。

二、FA的背景與形態

(1) FA趨勢的背景

為什麼FA在日本會引起震撼，並波及中小工廠？理由有三：第一，微電子學技術的進步及價格大眾化。由於積體電路（IC）的價格年年下降，以及高精密的高積體IC出現，所以使用IC的控制系統，價格急遽下降，大家都能購用。現在是任何人都可以使用微電腦電鍋、高控制機能電腦的時代了。

另外，隨自動控制技術的進步，許多周邊機器被開發出來。例如微動開關（Micro Switch）、限制開關（Limit Switch）、光感器、壓力感應器，更有螺形線圈（Solenoid）等機器的普及，只要數百元就可以購得，更可以稍微修改一下，用自己公司的技術改成自動化系統。FA趨勢就是由於這些微電子學技術之發達，設備機器的價廉物美所引起的。

第二，需要多樣化與製品低價化促進FA發展。一九七五年以後經濟環境的轉變，需要無法增加，各公司爲了刺激社會需要，必須設法奪取別人公司的市場。因此製品多樣化，因應需要者個性就成爲當務之急。另外高級品和手製品也受注目，高品質而且價錢低廉更受大眾歡迎。

這種需要狀況，如何對付？只有實施FA。因爲省力・自動化不但可以削減在成本上佔很大比率的人事費用，而且技術發達又可以保持優良品質、促進多樣少量的生產。

以前要變更生產種類，往往需耗費一天、半天的時間。但是，由於只要改一改程式的FA系統出現，時間減少了十分之一。而且同樣的自動化設備，從固定死板的控制系統到運用電腦程式的控制系統，更增加系統的柔軟性及可塑性。同時，作業由機械代替人力，所以品質更穩定，人工的缺點愈來愈少。

第三，熟手不足，人事費用上漲。在日本中小工廠往往熟練的工人不夠。因為中小工廠以往都是量少類多的生產方式，實施機械化困難，所以需要熟練工人來應付。可是人會老，新進人員又來不及教育，而且年輕人不見得願意學。所以中小工廠必須引進省力・自動化的機器人與NC工作機械。

(2) 由機械加工看FA的形態

自一九八一年起，FA這句話開始在日本流行。這是因為工作機械的製造商，一個接一個著手設立用機械人來加工的自動化工廠，以及NC工作機械的零件加工FMS工廠。以後，除OA旋風外，在日本又吹起一陣FA旋風。

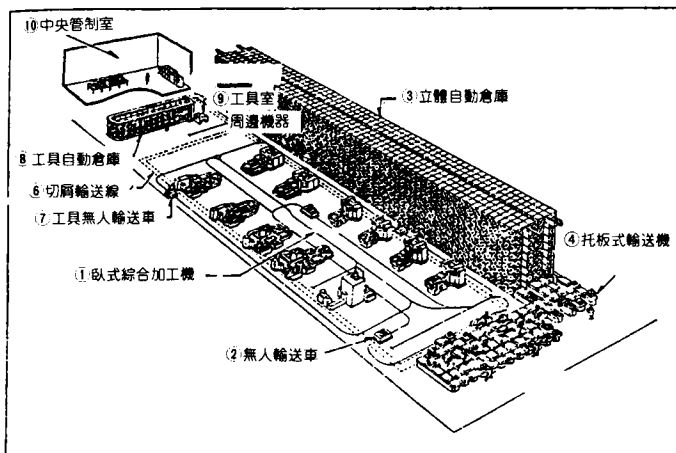
以比較具體的形態來討論FA的話，在機械加工業中，FMS的概念是FA的主流。雖然FMS有不同的內容，但是一種系統可行多品種加工的柔軟性，卻是共通的特

點。FMS已經成為廣泛的機能運用上重要而不可或缺的搶手貨。FMS不只是NC工作機械與機器人，而是在自動加工機能中加上自動輸送裝置、(Material handling) 物料搬運裝置等等機能，以及貨物集中堆放、自動倉庫等自動保管機能所構成的。然後以電腦做中央控制，就是FMS的概念。圖一——是系統構成的範例。

FMS除了是多品種少量生產系統外，往後還可以加上無人操作。因此除了各機器的使用技術外，以下的技術亦須確立：

- ① 自動計測技術
- ② 自動輸送技術
- ③ 異狀處理技術
- ④ 切割處理技術

圖1-1 牧野銑刀製作所FMS工場



出所：日経産業新聞，昭和59年7月16日

⑤電腦利用技術

⑥工具磨損檢查技術

⑦加工精度之補正技術

⑧磨損工具之自動交換技術。

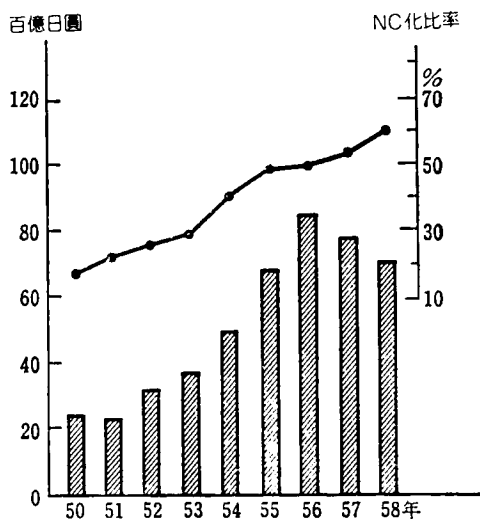
集這些技術的大成，就可以實現FMS。雖說FMS是軟性的系統，但是其程度在目前仍很低。所以，一定要在質與量上，確保合乎系統的產品需求。因此即使大工廠採用FMS，也只不過正在起步而已。

中小工廠和下游工廠的訂單不足，母公司對小零件的加工不易，或是加工過多，都難以採用FMS。因此比FMS更富有彈性的FMC就出現了。

對中小工廠而言，想要由NC工作機械及機械人等單獨設備發展FA化，FMC最合適不過。案例十四中有FMC的範例。一般而言，FMC就是以一、三台NC工作機械為中心，再加上自動輸送機能、堆放機能構成的系統。如果將幾個FMC組合，再加上電腦主機(Host computer)的出現，就可以發展成為FMS的形態。

在FA和FMS相當流行的機械加工業中，實際FA化的程度以FMC比較多。許多機械工廠，只以近乎單體的MC、NC工作機械、機器人來生產。可是NC工作機

圖1-2 工作機械生產額與NC化比率



資料：日本工作機械工業會

械及機器人逐漸普及於中小工廠，也是事實。圖二中工作機械的NC比率已超過六〇%。今後，隨微電子技術的進步，多樣的FA機器將不斷出現。所以FA無人工廠的理想，在中小工廠絕對可以實現，最重要的是，要在自己的工廠內，積極活用FA技術。

表一——機械加工有關的FA專用術語

用 語	內 容 概 念
FMS 彈性製造系統 (Flexible Manufacturing System)	以中央電腦控制NC工作母機及產業用機器人、自動輸送系統、自動倉庫，一方面又執行材料投入、加工、裝配、出廠的生產方式。能應付多種少量的生產，以無人化工廠為目標。
FMC 彈性製造單元 Flexible Manufacturing Cell	在生產加工系統中，達成省力、自動化最小的系統。一般是NC工作母機、MC、輸送機、機器人組合而成的。FMC都加起來，以電腦控制就發展成FMS。
電腦輔助設計／電腦輔助製造 CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing)	CAD是用電腦輔助製圖、設計。CAM是利用電腦輔助生產。將CAD作成的設計改成機械用的工作軟體，直接控制工作機械從事生產、加工。