

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

大量多樣生產型態的排程方法

Production Scheduling for Large Batch, Large Variety Production

計畫編號：NSC 87-2213-E-002-034

執行期限：86年8月1日至87年7月31日

主持人：周雍強 國立台灣大學工業工程所

一、中文摘要

我國的製造產業是以「大量、多樣」為生產常態。「大量多樣」的生產規劃問題並不單純是傳統排程研究一直探討的「工作次序與時程」的問題，而是牽涉到生產線相對效益、工作分派、機器設定、製程能力、產能、工作負荷等更廣泛層面的因素。本計畫的目標是要分析這些錯綜複雜的因素，確定生產規劃與排程問題的本質，並發展生產規劃與排程方法。本計畫的成果有：定義非等效並聯機台的生產規劃問題，發展工作分派方法。

關鍵詞：非等效並聯機台、工作分派

Abstract

Domestic manufacturing industries engage primarily on “high volume, large variety” production. Its production planning involves not just the sequencing and time-tabling problems as addressed in traditional production scheduling research, but also factors such as work assignment, machine systems selection, machine setup, process capabilities, production capacity, and work leveling. The goal of this research is to study the relations between those factors, and to develop a production planning methodology. This project has achieved the following results: (1) identification and definition of non-identical machine systems that are frequently used in high-volume, large variety production, (2) development of a production planning methodology.

Keywords: non-identical parallel machines, work assignment

二、緣由與目的

排程問題的研究絕大多數是著重在“m-machine, n-job”「小批量、多樣式」的生產形態。雖然「小量多樣」的概念引人深思，並且多樣生產確實能滿足多變的產品需求，但是一般而言，量產才能帶來豐厚的利潤，因此我國的製造產業其實是以「大量、多樣」為生產常態。批量的大小不僅對所採用機器系統的形式有決定性的影響，也對生產規劃問題之本質有轉化的作用。「大量多樣」的生產規劃問題並不單純是傳統排程研究一直探討的「工作次序與時程」的問題，而是牽涉到生產線相對效益、工作分派、機器設定、產能等更廣泛層面的因素。本計畫的目標是：(1)分析「多樣量產」生產規劃問題的特性、(2)發展生產規劃與設備調派的決策方法。

三、結果與討論

本計畫首先分析了產業間常見的「大量多樣生產」的系統型式，其次，本計畫挑選其中的一種形式，發展設備調派方法。這裡，先以三個例子來說明「大量多樣」生產的，以及其生產調配問題之本質：

(1) 塑膠模製件的射出成型機

某工廠使用 21 台射出成型機來生產 580 種塑膠製件。這 21 台機器並不屬於同一機型或同一世代的設計，因此有不同的製

程能力(包含衝程、工件尺寸、出力、自動化程度、設定所需時間、物料輸送等)。模具與機器之間存在著相容性與效率的問題。每一個模具只可以配置在某些相容的機器上,同時,不同的組合之間會有不同程度的成本效益。例如,同一工件(與模具)或許可以在一台 300-ton 或另一台 200-ton 的機器上生產,但是機器使用成本與製程的週期時間均會有差異。這個工廠的排程決策與模具的調配、機器製程能力、機器設定時間多寡、以及產品種類、需求量與交期都有密切關聯。

(2) 成品的組配線

一個製造廠有兩條裝配線,生產 7 種不同機座系列的冷氣機。產品需求的變動大並且季節性極高,生產計畫常須隨著銷售實績作更改。生產線使用輸送帶來搬運物料,因為機座尺寸不同,每條生產線同一時間內只能裝配一種產品。同一系列產品約有 75% 的共通零件;不同系列則只有約 10% 的共通零件。在變換生產的機型之前,生產線必須整線停工並重新設定。這個工廠的排程問題牽涉到生產線分派(包括產品機型與佔線時間),生產線設定變換的次序,人員的調派,工作負荷的均平(load leveling),以及成品存貨水準的維持等因素。

(3) 非等效並聯機台

由於製程及設備的進步快,半導體製造工廠經常添購新的機台或是採購不同廠牌的機台,以致於普遍有新舊世代機台在廠內並存的現象。新舊機台在製程能力、加工速度及設定的繁簡上會有顯著的差異,但是相互之間通常存在相當高程度的替換性。利用多種世代的機台來生產多種產品因此衍生出「非等效並聯機台」的生產型態。當一個生產工場由一台以上的機台並聯組成並且生產一種以上的產品時,工場的產能不是由各個機台的原始效率所單獨決定,往往還受到機台組成、工作分派、以及產品混合比率很大的影響。首先,工場產出率和機台種類及相對數量有直接的關係。其次,不同機台對同一加工步驟的工時差異通常可達倍數之譜,因此,產出率與工作分派有不可分的關係。另外,各種產品混合的比率不僅牽動

加工時間需求,也會影響到機台設定的轉換。因為這三個因素互相關聯,非等效並聯機台的設備調配是現代製造環境中極普遍又複雜的問題,因此本計畫將其作為研究載具。

本計畫的成果主要有兩項:第一,對「大量多樣」生產系統及其生產規劃問題有原創性的分析整理,第二,發展了設備調派的方法。分別敘述如下:

(1) 「大量多樣」生產系統

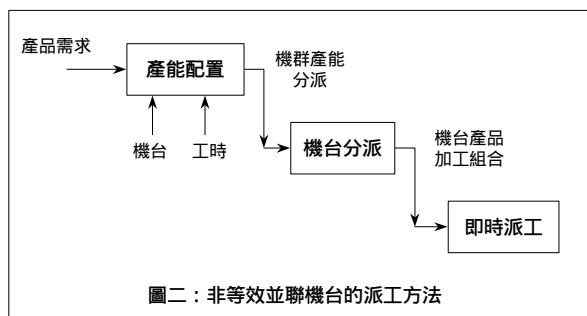
「大量多樣生產」有一個特徵:機器、設備、人員經常要編組成生產線。上述的射出成型機、裝配線、或非等效並聯機台等系統可泛稱為「生產線」,而「生產線」一詞也須作廣義的解釋,一條生產線可以由一台經過特別設定的機器所構成,也可以大到如生產工場一般,並且生產線不一定是「線形」結構。

由於科技進步快速,機器設備的更替頻繁,一個工廠常會有許多異質的生產線並存,所採用的設備科技與自動化程度既然不盡相同,其效益自然也有差異。因此,「利用那一個生產線來生產那一種產品」或是「調度組合生產線」之類的決策問題便是生產規劃的主要問題。這些問題的本質並不侷限於傳統排程研究一直探討的「工作次序與時程」的問題,而是牽涉到工作分派、生產線相對效益分析、機器設定、製程能力、產能分析、工作負荷等更廣泛層面的因素。

多種產品之大量生產的派工問題依照生產系統之形式而有不同(見表一)。針對規劃時間上的差別,本計畫發展出一個三階段的工作分派方法:產能配置、機台分派與即時派工(圖一)。首先依據機群的相對效率與產品的相對需求,將機群資源分配給各產品,其目的是求得產能的最佳利用。其次,機台分派係指將產品對機群中的機台作進一步的分派與微調,其目的是針對機台使用率、產品等候時間及設定轉換等績效因素作有利的產品、機台配對安排。最後的階段則是即時派工。由於每個機台應加工的產品種類在前一階段得到確定,即時派工因而簡化成為單機對多種產品的單機派工問題。

表一：多種產品之大量生產的派工問題

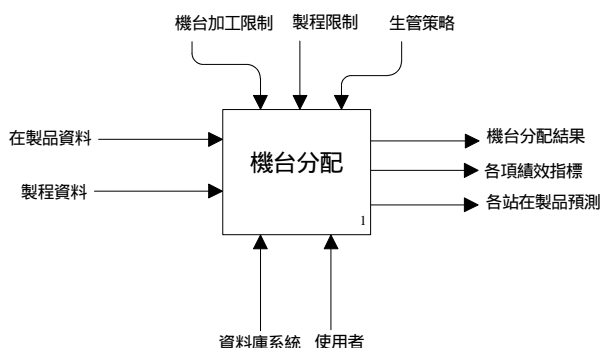
生產系統形態	派工問題的本質		
	產能配置	機台分派	即時派工
單一機台			√
等效並聯機台		√	√
非等效並聯機台	√	√	√



(2) 設備調派方法

半導體製造是一個大量多樣生產的實例。一個晶圓廠通常有數十台非等效步進機，而步進機台區是晶圓廠各區的生產樞紐，本計畫以步進機台作為發展設備調派方法的載具。

本研究針對晶圓廠的生產特性提出機台分配的解決方案，包括在製品預測模式及機台分配模式（圖二）。在製品預測模式用來推算出即將來到黃光區的在製品種類及數量，使得機台分配有較整體性的考量；機台分配模式則採用整數線性規劃的方式，發揮機台間非等效的特性[3]。



四、計畫成果自評

本計畫的成果與預期相符。本計畫已經產生一篇研討會論文[4]。本計畫導致一項

國科會研究計畫。

「大量多樣生產」是我國產業的常態，採用的生產系統形式大多為非等效並聯機台系統。對產品需求變動的有效回應則有賴生產系統的靈活調配，本計畫因此發展出調配決策的方法與軟體。「多樣」、「量產」、「靈活調度」一直是我國製造業舉世聞名的特性，本計畫之研究成果可以更增強這些方面的競爭力。

五、參考文獻

1. The Kool King Division Case, A Case Study for Production Scheduling and Control.
2. Maeda, T., A. Abe, et al, "An Expert System for Scheduling of Plastic Molding Process," Robotics, Mechatronics, and Manufacturing Systems, ed. by T. Takamori and K. Tsuchiya, Elsevier Science Publishers, 1993, pp. 575-586.
3. 湯政發，非等效並聯機台之生產規劃，國立台灣大學工業工程學碩士論文，民國 87 年六月。
4. 周雍強、陳春源，「非等效並聯機台的工作分派」，中國工業工程師年會，87 年 12 月，審查中。