

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

先進分散式製造規劃與控制之研究(1/3)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2213-E-002-111-

執行期間：91 年 08 月 01 日至 92 年 07 月 31 日

執行單位：國立臺灣大學工業工程學研究所

計畫主持人：周雍強

報告類型：精簡報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文
國際合作計畫研究心得報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 5 月 30 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

先進分散式製造規劃與控制之研究 (1/3)

計畫編號：91-2213-E-002-111

執行期限：91 年 8 月 1 日至 92 年 7 月 31 日

主持人：周雍強 ychou@ntu.edu.tw

國立台灣大學工業工程所

一、中英文摘要

企業內的生產決策通常是集權的形式或有明顯主從關係，而供應鏈網路內廠商之間的關係通常錯綜複雜，決策有分散式的特色。企業內與企業間的決策整合有基本性質的差異，供應鏈世紀的對生產決策的方法與工具有新的研究需求，本計畫以半導體製造供應網路為對象，研究協同規劃與排程的整合方法與工具。本計畫有三個研究工作：(1) 運算平台環境、(2) 制約與推理模式、(3) 效益驗證。本計畫將為期三年，第一年建置運算平台，並且建構雛形規劃模組。本文件為第一年的進度報告。

關鍵詞：協同規劃、生產規劃整合、供應鏈規劃與控制

Abstract

The performance of supply chains depends very much on the integration of business processes, decision-making and information systems. Compared with centralized planning, collaborative planning and scheduling is more natural in the distributed environment of supply chains. This project proposes to develop enabling technologies for collaborative planning and scheduling in semiconductor manufacturing. This project contains three tasks: developing a computation platform of planning and scheduling, developing models of constraint reasoning, and feasibility study and validation of benefits. This document is the first year progress report of this project.

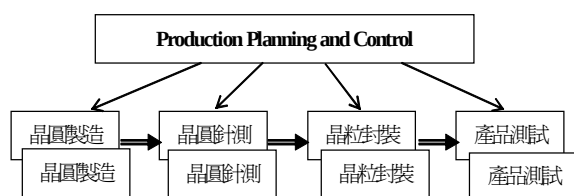
Keywords: Integrated Production Planning, Collaborative Planning and Scheduling

二、計畫緣由與目的

企業內的生產決策通常是集權的形式或有明顯主從關係，而供應鏈內廠商之間的關係通常錯綜複雜，形成動態的網路，每個廠商的行為是受自我利益與目標所驅動，因此網路內的生產決策方式將與企業內常見的統制式決策方式不同，而有分散的特色。本計畫是中加的合作研究計畫，目的是發展虛擬製造所必需的協同規劃的方法與環境平台。台灣團隊的研究重點是供應鏈排程與工廠

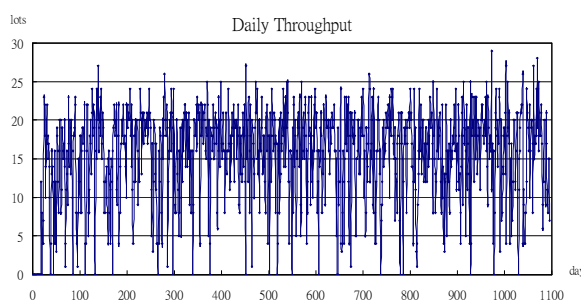
排程的整合，加拿大團隊的研究重點是製程規劃、作業排程、現場控制的整合。

半導體製造的供應鏈涵蓋晶圓製造、晶圓針測、晶粒封裝、以及 IC 產品測試等。如圖（一）所示，每個製造階段都有多個平行工廠，並形成一個網路，工廠各有生產規劃與排程(PP&C)功能，然而要提升整體供應鏈效率，各工廠 PP&C 的功能整合是重要途徑。



圖一： 半導體製造的生產規劃與控制環境

圖（二）是晶圓廠模擬的一個結果（月產 11K wafers），由於機台當機、派工決策、績效要求等原因，晶圓廠的產出非常不規律，在製品實際到達針測廠的時程往往與 PP&C 的預告時程有很大的差異，因此造成緊接在後的針測廠的生產困擾。如果在製批量或其到達的時程有很大的變異，勢必影響機台設定轉換的效率、機台使用率以及達交率，也會進一步影響到整體供應鏈的效率。



圖二： 晶圓廠產出的不確定性

整合生產規劃功能一般有三種的方式：

- (1) 統制式(directive-based)
- (2) 資訊透明化或分享
- (3) 協同規劃與排程(collaborative planning and scheduling)

統制式整合係由強勢節點主導，弱勢節點配合。資訊透明化或分享是一般供應鏈常見的整合方式[4]。協同規劃則屬於規劃程序的整合。本計畫的研究主題為協同規劃與排程，目的是整合供應鏈節點間的生產決策。由於供應鏈的組織架構大致是分散式，協同合作是比較自然、符合市場經濟精神的整合方式，不僅成功的可能性較高，效益也較顯著。本計畫將以三年時間，以半導體製造為對象，研究分散式規劃的整合方法與工具。

三、研究方法

本計畫的研究方法是建構規劃與排程的運算平台環境、配以產業的製造數據、發展協同規劃方法並驗證效益。供應鏈係由許多工場節點構成，本計畫著重研究兩個節點之間生產決策的整合。這兩個節點可視為製造過程中的兩個階段，因此以下稱之為前階與後階工場。

本計畫的核心研究係以制約與推理模式做為協同規劃整合的中介。制約模式主要由三個部分組成：變數、值域和變數之間的制約關係[3]：

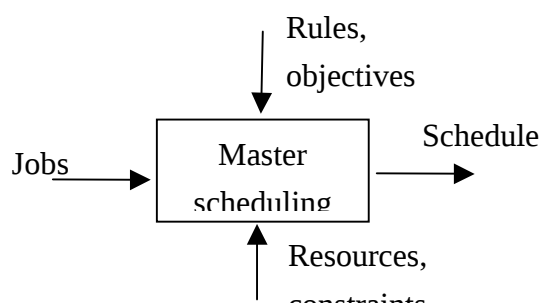
- 變數 (variables)： $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$
- 值域 (domains)：變數值的集合 D_i
- 制約條件 (constraints)：變數值必須滿足的條件。

本計畫將以制約條件為表達法，發展各節點生產決策間互動機制。本計畫的三個工作項目為：

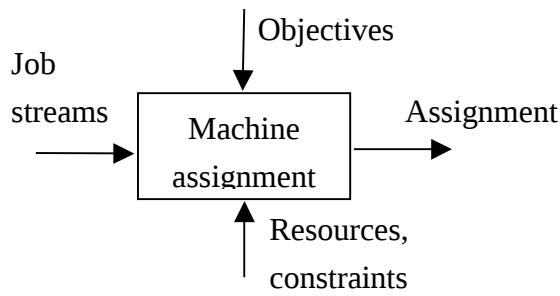
- 建構運算環境平台
- 發展協同規劃與排程的方法
- 驗證效益

四、結論與成果

本計畫第一年進行建構運算平台以及雛形規劃模組。運算平台系統由三個部份構成：前階工場的生產規劃、後階工場的生產規劃、以及協同規劃模組。由於各節點工場都有許多生產決策，在供應鏈的層次主要會牽涉到總排程(master scheduling)與機台指派的問題。因此，本計畫研究載具的前階工場是一個 job shop，其生產決策是總排程（圖三）；而後階工場是非等效平行機群。一個機群內每個機台有其產能與機能(capability)的限制。機台分派是一個常見的問題，而分派的決策通常是依據機器的產能與機能、訂單交期與優先順序、設定轉換所需時間、製程要求、排程與管理效率的考量（如 machine pooling）、以及由經驗積蓄所產生的主觀偏好等等因素。本計畫以各工單的機台指派作為後階工場的主要生產決策（圖四）。

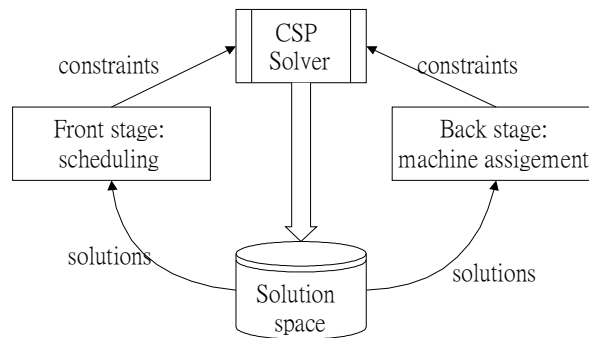


圖三： 前階工場總排程決策



圖四： 後階工場機台指派決策

圖五為以制約模式為基礎的協同規劃架構。各節點提出各自的限制條件，再透過 CSP Solver 整合節點間的資訊，產生縮減的解答空間(reduced solution space)，各節點才再進行更進一步的生產決策。



圖五： 協同規劃架構

在發展 CSP solver 的設計方面，

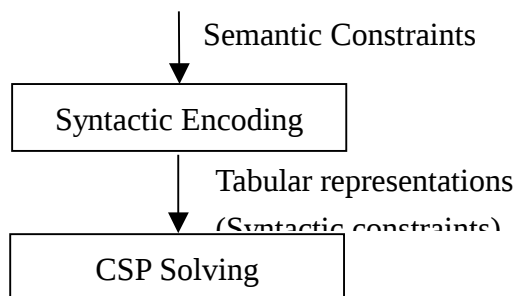
本計畫的運算環境平台稱為 CSP solver，而核心的運算求解部份稱為 CSP engine。平台是使用 Java 執行環境配以 MS Access 資料庫軟體開發。在設計上，資料處理、轉換與儲存是 CSP solver 的功能，而 engine 力求精實。第一年首先分析機台分派與排程常見的限制條件的特性。這些條件包括：job preference, machine capability, machine capacity, multiple resources, alternative resources 以及 machine preference。對求解所構成的限制又可分為 ordering, domain, physical, conjunctive, 以及 disjunctive 等類別（表一）。

表一： 語意的限制條件與語法的類別

Attribute Type	Job	Job- Machine	Machine	Mach-Res
Job preference	Ordering			
Machine		Physical		

Attribute Type	Job	Job- Machine	Machine	Mach-Res
Capability				
Machine Capacity			Physical	
Multiple resource		Domain		Conjunctive
Machine preference		Ordering		Disjunctive
Alternative machine				Disjunctive, Ordering

CSP solver 必須具備各種限制條件的資料處理能力才能作為整合決策的中介工具。各種決策大多有其特殊的限制條件，這是屬於語意的層次，但是以 CSP engine 直接處理語意資料並不適宜，因此本計畫將語意與語法的資料處理分為兩個層次（圖六），語意編碼由 CSP solver 處理。不同決策的限制資料依據其語意需先編碼為表格形式的資料，這些表格所表達的語法就作為界定 CSP engine 機能範疇(capability)的依據。



圖六： CSP solver 之語意與語法層次

在整合規劃與排程方面，本計畫第一年發展一種基於優先等級配額的派工方法，做為調節多個製造階段間資源競爭的仲裁機制[5]。

本計畫第二年將繼續完成 CSP solver，CSP engine 以及決策模組整合設計，並進行效益驗證的實驗設計。

五、參考文獻

- [1] L. J. LeBlanc, A. Shtub, and G. Anandalingam, “Formulating and solving production planning problems,” *European Journal of Operations Research*, Vol. 112, pp. 54-80, 1999.

- [2] M-D Chen, "Constraint Modeling for the Assignment Problems of Parallel Machines Systems," Unpublished thesis, Institute of Industrial Engineering, 2002, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
- [3] S. C. Brailsford, C. N. Potts, and B. M. Smith, "Constraint satisfaction problems: Algorithms and applications," *European Journal of Operation Research*, 119, pp. 557-581, 1999.
- [4] Gerard P. Cachon, Marshall Fisher, "Supply Chain Inventory Management and the Value of Shared Information," *Management Science*, Vol. 46, No. 8 (2000), pp. 1032-1048.
- [5] Da-Yin Liao, Min-Yi Tsai, "A Speed Control Model for Collaborative Scheduling of IC Manufacturing Chains," working paper, 2003, Department of Information Management, National Chi-Nan University.