

行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告

電子資訊產業供應鏈管理 總計畫

A Study of Supply Chain Management for Electronic and Information Industries

計劃編號：NSC 89-2213-E-009-033

執行期限：民國 88 年 8 月 1 日起至民國 89 年 7 月 31 日

主持人：李慶恩 國立交通大學工業工程所 教授

一、中文摘要(關鍵詞：電子資訊業、供應鏈管理、長鞭效應、訂單管理、前置時間。)

由於電子資訊產業是我國最具前景之明星工業，有多項產品產值與產量已躍居世界第一(如掃描器、筆記型電腦等)，其產業通路亦已國際化、全球化。但目前此產業之經營方式往往只考慮個別之最大利益，而忽略上、下游廠商間之互動，反而造成整個產業分工網路中的所有參與者都未能得到預期的最大利益。因此企業整合，異業合作之供應鏈管理(Supply Chain Management)概念便成為此產業躍上國際舞台，提高整體效益之必要管理工具。有鑑於此，本整合型計畫將以三年時間完成下列五個子計畫：1.長鞭效應(Bullwhip Effect)之模式構建與實證研究。2.晶圓製造設備備用零件及光罩需求管理之研究。3.IC 製造業前置時間管理之研究。4.產業全面訂單管理系統之建立。5.電腦與電腦周邊組裝業供應管理之研究。主要目標即在於針對我國電子資訊產業，按照產業組成分析其供應鏈管理體系之本質，並提出各項改善模式與策略，以有效降低在製品存貨、縮短前置時間變異、提高需求管理績效及顧客服務水準，並進而提昇其國際競爭優勢，實現最大利益。

英文摘要 (Keywords : Electronic and Information Industry, Supply Chain Management, Bullwhip Effect, Order Management, Lead Time Management)

The electronic and information industry is one of the most promising and booming industries in Taiwan. Many items(eg. Scanner, Notebook PCs, and so on)in this industry are number 1 in both volume and value in the world market. The distribution channel in this industry has also become globalized. This industry is characterized by high tech, high capitalized, high return, high risk, high competition, high market variation, short product life cycle, and fast price change. Because many distinct manufacturers as well as distributors(from IC equipment, IC manufacturing, electronic part manufacturing and assembly, computer and its peripheral manufacturing and assembly, to commodity distribution) are involved in this industry, the supply-manufacturing-distribution relationship among them forms a complicated supply chain network whose Bullwhip effect is obvious and deserves an extensive study. The implementation of supply chain management concept by

cooperating all upstream and downstream members in this network to gain the maximum profits for the whole chain is invaluable. Therefore, five three-year sub-projects are proposed in this integrated research. They are: (1) An Empirical Study and Modeling of Bullwhip Effect in Electronic and Information Industry, (2) A Study of Demand Management for Spare Parts and Masks in Wafer Manufacturing, (3) The Study of Lead Time Management for IC Industry, (4) The Development of A Total Order Management System for Semiconductor Industry, (5) Supply Chain Management for PC and PC Peripheral Assembly Industry. The objective of this research is to provide a practical supply-chain-management mechanism and the corresponding systems as well as strategies for Taiwan's electronic and information industry so that its overall competitive advantage can be obtained.

二、計劃緣由及目的

由於近年來國內電子資訊產業蓬勃發展，國際化、全球化的腳步不斷加快；加上產業分工的趨勢，規模經濟效益亦漸明顯。在這樣的競爭環境下，為提升電子資訊產業的優勢，異業合作等聯盟方式已成為必然之趨勢，而供應鏈管理即為其中最重要的方向之一。

電子資訊產業的範圍相當廣泛，包括：IC 製造及 IC 設備、主機板製造業、個人電腦及其週邊設備之系統組裝業、零組件業、通訊產業等。因為電子資訊產業具有產品生命週期短、新產

品推陳出新速度快、顧客要求之前置時間短等特性，因此縮短整個供應鏈之反應時間及變異，以最快最穩的速度反應市場的需求，是國內電子資訊產業供應鏈管理必須解決的首要問題。

有鑑於此，本整合型計畫針對電子資訊產業供應鏈之體系架構進行探討。將供應鏈中各階段之供需關係所造成之長鞭效應、電腦與電腦週邊組裝業之供應與配銷體系、供應鏈中耗時最長之 IC 製造業訂單需求管理、前置時間管理以及其上游設備、零件供應體系規劃等分成五個子計畫進行研究，期能對我國電子資訊產業之供應鏈管理，提出一套完整的規劃及做法，以確立我國電子資訊產業在全球之領導地位。研究目的可以下列兩點說明：

(1) 建立電子資訊產業供應鏈管理系統必須完成下列六項工作：

- } 實作整合子計畫二、三、四之供應鏈管理系統。
- } 長鞭效應之原因探討與分析，建立長鞭效應關係模式與因應策略。
- } 建立晶圓設備備用零件存貨及配置策略基礎網路架構(共同配送中心可行性分析)。
- } 構建 IC 製造業前置時間管理模式，以有效縮短前置時間變異，掌握交期。
- } 建立顧客與 IC 製造廠內部製造規劃的訂單管理決策模式，以協調分配相關資源；以 WWW 提供及時資訊，滿足客戶需求，並提昇供應鏈管理績效，完成晶圓製造全面訂單管理系統之實作。
- } 建立自零件業、電腦與電腦周

邊組裝業到配銷間之供應管理策略,以有效提昇供應鏈管理績效,並降低長鞭效應。

(2) 落實研究成果

本整合計畫除透過各個子計畫之串連作緊密的整合外,並積極尋求合作廠商。期望透過與業界的合作,落實研究成果。

三、研究方法與成果

本整合型計畫為三年之研究計畫,第三年的研究結果彙整如下:

(1) 子計畫一:

DRAM (Dynamic Random Access Memory) 是半導體產業中產值最大的單一產品別,由於 DRAM 價格的變動經常大幅震盪,全球 DRAM 相關產業投資者的損益也因此暴漲暴跌。由於供需之間的變化對 DRAM 價格的影響極大,而供給與需求行為是一個供應鏈結構互動的主體,因此本研究從供應鏈角度由 DRAM 產業上游至下游訪談其決策模式,並且依據此等訪談資料,構建一供需互動模式,期以解釋 DRAM 價格劇烈變動的機制。依據本研究發展的模式,短期的需求變動會造成未來數期價格的持續上升與下跌,此種現象與長鞭效應頗為類似。

本研究的方法包括以下幾點:

1. 建構 DRAM 應用在 PC 產品的供應鏈結構。
2. 分析各個構成單元 (DRAM 廠、模組商、通路商、PC 廠) 的各種決策模式。希望透過實際訪查的方式,配合專刊或報導性資料能夠瞭解各階層下列的行為。
 - (a) 需求預測模式
 - (b) 生產決策
 - (c) 出貨決策
 - (d) 存貨決策
3. 依據上述的決策模式,建構一個

模式,期能用來解釋造成 DRAM 價格變動的機制。

此模式是經由訪談相關廠商的決策行為,據以假設其行為模式。基本上 DRAM 的採購是「追漲避跌」行為模式,因此短期的需求變動,由於「追漲避跌」的效應,會造成價格持續的攀升或下跌。

當價格持續攀升時,DRAM 製造商的庫存會持續減少,DRAM 需求者的庫存會持續增加。反之,當價格持續下跌時,DRAM 製造商的庫存會持續增加,DRAM 需求者的庫存則會持續減少。

(2) 子計畫二:

此計畫為針對半導體產業設備供應商,供應昂貴設備及其所需零配件為高科技產業設備供應商的主要工作。由於機台設備的故障停機將導致嚴重的當機成本,因此機台設備的品質要求和零件備的順暢供應是設備供應之客戶的主要需求。因此兼顧客戶服務水準和總存貨週轉率是設備供應商當前面臨的重要課題。目前設備供應商並無一套有系統的方法來時兼顧客戶服務水準及總存貨週轉率,本研究提出一套決策程序。設備供應可經由此程序的逐步調整,使得存貨週轉率在滿足客戶服務水準的要求下有相當程度的提升,研究中亦包含對第二競爭者競爭模式的討論,實例的探討證明了本方法的可行性。

本計劃主要就是在探討半導體設備供應商的庫存系統,物管部門的功能,主要是在提供顧客半導體機器設備的零件,本研究兩個績效衡量指標:1. 存貨週轉率和 2. 顧客滿意度。

存貨週轉率表示在特定期間內,花在庫存上的資產週轉時間。增加存貨週轉率可以降低庫存的存置成本,搬運成本等。而顧客服務水準是指設備供應商的配銷中心能如期達交訂單

的比例。本研究的主要目的是期望在特定的顧客滿意度下，提升存貨週轉率。簡單而言，本研究的庫存系統，是屬於備用件庫存品的層級 A(ABC 分析)，高成本，高利用率，而且是設備供應商的主要提供項目。若這些備用件短缺時，將會嚴重損失顧客滿意度，引發供應商的處罰成本。若有另一個備用件的供應商存在，則可能造成顧客的流失。

半導體供應商常需面對第二競爭者瓜分市場利潤，在市場競爭的情形下，供應商可能因為銷售價格或前置時間而損失市場佔有率。本研究亦針對前置時間的降低對顧客需求滿意度的影響作出探討，若供應商能承諾較短的前置時間，則可節省庫存成本，並使第二競爭者的顧客群回流。本研究亦探討的庫存政策相似於 (t,s,S) ，預防缺貨時間 t ，備用件消耗率 f ，而顧客會在兩種狀況下下單：(1)達到預防缺貨時間 t ，若供應商尚有庫存，備用件則會送達至顧客；(2)若備用件時間 t 前即短缺，在供應商狀況允許下送達。

本研究即利用模擬手法，在特定之顧客服務水準下，提升存貨週轉率，並利用兩階段調整，尋找最終參數 s 和 S ，並將第二競爭者模式加入考慮，進行分析。

在調整過程中，發現顧客服務水準對參數 s 敏感，且參數 s 對存貨週轉率的影響也較參數 S 來得大，兩者和存貨週轉率都呈現負相關。這些特性，都適用於物管部門進行每日控管的決策。

物料規劃人員可採取本研究之決策模式，進行有效之物料控管，提高市場競爭力。

雖然本研究所提議之決策模式適用於實際產業，然而若要規劃一個全面性的模擬，及考慮到動態及多方面的特性時，可能需進一步研究

(3) 子計畫三：

IC 最終測試廠以滿足交期為主要的排程目標。排程的特性有：測試批量動態到達、產品再回流、燒機批次處理、允許緊急批插單、順序相依的設置時間、機台產能限制等。本研究的目的是在發展最終測試廠的生產規劃與排程系統（共有粗略產能需求規劃、排程規劃、現場派工等三個模組），使其適用於具再回流與批次處理特性之製程。其中排程規劃模組涵蓋測試與燒機處理兩個次模組。本研究所以以粗略產能需求規劃模組預估未來產能的需求，並判斷產能限制資源之所在，以決定如何協調燒機處理與測試排程模組。

經驗證，三個模組有優異的整合效果，可因應最終測試廠的環境特性並提昇產能利用率與交期績效。排程系統首先以粗略產能需求規劃模組預估未來產能的需求，並判斷產能限制資源之所在，以決定燒機處理與測試排程模組的主從關係。而燒機機台排程規劃模組運用吾人所發展之排程演算法，以縮短測試批的燒機等待時間。至於測試機台排程規劃模組則係以所發展的演算法，處理測試批再回流之測試機台排程問題。而運用緊急訂單插單方法所得到的插單位置會產生較低的插入成本並減少對既有排程的交期延誤。

本研究的研究成果與結論分述於下：

- (1) 粗略產能需求規劃模組根據每張訂單的緊急程度，訂定各訂單在不同製程階段（最終測試或燒機）所需的前置時間，繼而評估這些訂單是否會造成最終測試或燒機製程的產能負荷過高，再決定是否調整訂單的前置時間，最後判定產能限制資源所在。
- (2) 在最終測試機台排程演算法的設計方面，本研究根據文獻中有關具時窗限制之車輛路線規劃問題的兩類近似解演算法：節約(savings)演算法與插入

(insertion)演算法，分別設計九種演算法並作績效比較。經過績效的分析發現：問題組的交期鬆緊度、工作的群聚性（產品群組）、產生初始排程的方法等，會影響排程演算法求解的績效。

(3) 定義最終測試廠燒機製程排程問題為具順序相關設置時間特性之平行機台排程問題，並構建此問題的整數規劃模式，以求燒機機台工作負荷的最小化。在模式驗證部分，本研究考慮一個擁有兩部燒機機台燒機排程範例，以最大併批原則將所有的測試批量分成 7 個工作。以 C++ 程式產生該範例的目標式與所有限制式，並且以求解整數規劃問題的軟體 Cplex 進行求解，結果顯示：在將近 5 分鐘的 CPU 時間內，求得該問題的最佳解。

(4) 為求燒機機台產能利用率的提高，並且使各個訂單的前置時間縮短，在燒機製程前要以各燒機機台的最大容納量來分割測試訂單。在燒機機台排程演算法的設計方面，我們運用 savings list 的數值，決定該將那個批量優先插入到燒機排程中，如此的設計可使機台的設置次數與設置時間縮短。

(5) 在緊急訂單插單模組的績效方面，經實例驗證，緊急批量的比例必須事先規劃，以使排程上各個工作的預計完工時間與交期之間有某種程度的寬裕度，如此可降低緊急訂單插入後對其他訂單的交期延誤。部分訂單有較大的交期延誤是因緊急批量的到達具隨機性且不同的排程方法會產生不同的排程彈性。

(4) 子計畫四：(本子計畫僅執一年，本年度並無此子計畫，在此將該子計畫第一年研究成果摘要列於后)

IC 製造業在電子資訊產業供應鏈中，佔有相當重要的地

位，構建虛擬晶圓廠以提供即時生產資訊給相關上、下游廠商是各家努力提升服務的目標。

虛擬晶圓廠之理念能否獲致成功，運用新的資訊技術並落實新的製造服務機制是其中兩個重要關鍵。本子計畫嘗試運用資料倉儲化的資訊技術，以達到虛擬晶圓廠之訂單的可見性、快速回應使用者查詢以及提供生產狀況之預警的三大功能，並提出一個適合虛擬晶圓廠的生產資料倉儲之結構與發展生產資料倉儲的各個元件、功能和資訊技術需求。

本子計畫針對虛擬晶圓廠生產資料倉儲中最基礎的下層資料存取部分，以 Fortran 和 Pro*Fortran 程式做一模擬實作，以適時提供現場的和歷史性的生產資料。

在本子計畫提出的生產資料倉儲結構下，此模擬實作具有五項優點：使用資料之便利性、快速回應使用者查詢的能力、製造執行系統和資料庫間的資料一致性、資料庫和生產資料倉儲結合、資料庫與模擬規劃軟體連結。

(5) 子計畫五：

此計畫在探討延遲策略中零件共通性、製程延遲、及製程標準化對存貨成本的影響，以提供決策者在評估延遲策略可行性時的參考。在零件共通性方面，分析零件共用程度對存貨成本的影響；在製程延遲手法方面，由運送成本、物料取得成本、存貨成本、顧客回應時間及轉運成本，來討論延遲策略的效益；在製程標準化部分，整個製程分成標準化製程與個別化製程，探討製程標準化後之兩階段生產模式對存貨成本的影響。

而延遲策略 (Postponement) 是將

多種產品在產品結構、製程及配送網路中的差異點往後延遲。在此計劃的模式建構上分成三部分：零件共通性、製程延遲、製程標準化，來討論延遲策略對存貨成本的影響。

1. 零件共通性 (Commonality)：

應用於 ATO (訂單式組裝) 的製造環境，增加零件共通性可減少需求不確定性對安全存貨的不良影響。其中零件共通性程度對存貨成本之影響，可以量化分析得出以下兩個數學關係式：

$$TC_2 = \frac{1}{\sqrt{N}} TC_1 \text{ 及 } TC_3 = \frac{1}{\sqrt{d}} TC_1 ; TC_1,$$

TC_2, TC_3 分別代表完全不共通、完全共通與部分共通環境下之存貨總成本。N 表示原本有 N 種不同之備料。從式子中可看出零件共通性對存貨成本的影響：在期望的存貨成本方面完全共通性模式為原始模式的 $\frac{1}{\sqrt{N}}$ 倍；也就是

說只要將產品整合，零件共通性在存貨成本方面，期望總存貨成本減少的程度隨 \sqrt{N} 及 \sqrt{d} 的增加而增大。

2. 製程延遲：

所謂的製程延遲就是將差異化的製程延後來做，本研究建構一套量化的成本模式，討論最後組裝是否要由原先的母工廠延遲到區域的配送中心來做。若以母工廠做最後組裝的環境為原始模式，最後組裝在配送中心進行為延遲模式，延遲後母工廠仍備共通料的情形為延遲模式一，母工廠不備料為延遲模式二。

3. 製程標準化：

將製程標準化之後的生產環境分成兩階段來討論，分別是第一階段的標準化製程與第二階段的個別化製程。再就各階段的存貨成本與缺貨成本進行分析，比較製程標準化與原始環境的優劣。經過分析，影響成本的因素如下：第二階段的製程起始點與需求點的距離、標準化產品的數目、標準化程度 (非標準化的第二階段個

別製程所佔總製程比例越小)。

四、參考文獻

- [1] 巫木誠，“電子資訊產業供給鏈管理子計畫一：電子資訊產業長鞭效應之模式構建與實證研究，第三年成果報告，”中華民國八十九年，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
- [2] 李慶恩，“電子資訊產業供給鏈管理子計畫二：自動化晶圓製造廠產出平準化派工程序之研究，第三年成果報告，”中華民國八十九年，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
- [3] 鍾淑馨，“電子資訊產業供給鏈管理子計畫三：IC 製造業前置時間管理之研究，第三年成果報告，”中華民國八十九年，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
- [4] 彭德保，“IC 製造業 MES 系統與供應管理系統之研究與介面實作，第一年成果報告”，中華民國八十七年，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
- [5] 許錫美，“電子資訊產業供給鏈管理子計畫六：電腦與電腦週邊組裝業供應鏈管理之研究，第三年成果報告，”中華民國八十九年，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。