

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

子計劃二：晶圓製造廠設備備用零件供應與需求管理之研究

A Study of Supply and Demand Management for Spare Parts in Wafer
Manufacturing

計劃編號：NSC 89-2213-E-009-030-

執行期限：88/08/01-89/07/31

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：半導體，設備供應商，存貨週轉，客戶服務水準，第二競爭者。）

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。以半導體產業設備供應商為例，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。為滿足客戶隨時可能發生的緊急訂單，設備供應商必須維持相當高的存貨水準；為供應高品質的零件備料，昂貴的取得成本造成高額的存貨管理及資金積壓成本。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。

基於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。

英文摘要 (Keywords: Semiconductor, Equipment supplier, Service level, Inventory turns, Second source, Simulation.)

The provisioning of expensive equipment and corresponding spares is the fundamental activity of suppliers in high-tech industry such as semiconductor manufacturing. The equipment is often critical to the manufacturing processes in wafer fabrication, and their unavailability may lead to excessive downtime cost. As a result, the procurement of reliable equipment and the provisioning quality of repairing service are important to semiconductor industry. Therefore, the service level of spares may affect the sales of equipment and it is one of the most important performance indices for equipment supplier in this environment. Due to the high procurement cost, the inventory cost constitutes a large part of investment for equipment supplier.

The increase of inventory turn will be an important mission as well. Therefore, how to increase inventory turn under a satisfied service level is a critical issue in this industry.

This research proposes a decision support procedure to solve the above mentioned problem. Tasks include the collection of required data, the construction of a simulation model using SLAM System, the formulation of an analytical procedure, the execution and adjustment of the simulation model to increase the inventory turn while maintaining a predefined and satisfactory service level. A real world case example is experimented. Suggestions in inventory management operations including rules for decision variables adjustment, safety stock determination for each parts, and reasonable lead time for each part to beat second-source competitors and to attract more demand are also discussed.

二、計劃緣由與目的

供應昂貴設備及所需零配件是半導體設備供應商主要的營收，假如機器設備的品質不良，顧客滿意度降低，勢必會造成一大損失。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：存貨週轉率

和顧客滿意度。

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。

本研究所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，備用件會送達。

數學模式和模擬被廣泛應用在庫存問題，因為本研究的複雜度高且需較高的計算效率，所以採用模擬的方法 - SLAM 系統。

三、研究方法與成果

本研究主要的兩個衡量指標：供應商的存貨週轉率、顧客服務水準。期望在一定的顧客服務水準下，提升供應商的存貨週轉率，兩個衡量指標的定義如下：

備用件 j 的各別服務水準

$$= 1 - \frac{\text{備用件 } j \text{ 的總延遲數}}{\text{備用件 } j \text{ 的總訂單數}}$$

$$\text{總服務水準} = 1 - \frac{\text{總延遲數}}{\text{總訂單數}}$$

$$\text{備用件 } j \text{ 的各別存貨週轉率} = \frac{\text{備用件 } j \text{ 的總訂單數}}{\text{備用件 } j \text{ 的平均存貨水準}}$$

$$\text{總存貨週轉率} = \frac{\sum_j \text{備用件 } j \text{ 的成本} \times \text{備用件 } j \text{ 的訂單數}}{\sum_j \text{備用件 } j \text{ 的成本} \times \text{備用件 } j \text{ 的平均存貨水準}}$$

本研究所探討的庫存品，是具有需求不確定性的高成本備用件，如前面所述，本研究是利 SLAM 的模擬系統進行研究，庫存控管政策 (t,s,S) ，預防缺貨時間 t ，屬於顧客端的參數；在供應商的參數：再訂購庫存水準 s 及最大庫存水準 S 。在 (t,s,S) 的政策下，假如供應商的庫存水準低於再訂購量 s ，會發出一張採購單，將庫存補充至 S ，或是 $s + L$ ， L 可能是根據歷史資料或其他限制條件，如最小採購批量所訂定出來的預設值。

庫存決策之研究步驟如圖 1。

(1) 為了簡化問題卻不失整體性的條件下，本研究選擇了兩種備用件：(i) 具有高價值及高利用率的備用件。(ii) 曾經被第二競爭者佔走市場的備用件。

(2) 將各備件之顧客需求資料轉為適當的分配，本研究採用套裝模擬軟體 ARENA 的統計模式，此統計模式亦被使用於模擬模式中。每一位顧客的需求模式端賴於備用件的使用率，設備數及顧客的訂購限制等因素，模

擬是依據需求模式來決定下一次訂單的到達時點。

(3) 從供應商物料控管的歷史資料及分析顧客端的成本函數，探討前置時間之縮短對顧客需求量的影響。備用件從製造到配送的前置時間，將會影響到供應商配銷中心的安全庫存量；相同的，顧客備用件的取得前置時間，也會影響到顧客的安全庫存量。

(4) 為了發展適用的庫存政策及決定決策變數，必須建構數學模式以解最佳化問題。在本研究中，目標式為整體顧客服務水準和存貨週轉最佳化，限制式包含維持最小存貨週轉率及滿足最小顧客服務水準、總庫存成本的限制、備用件補充前置期的限制等。由於利用數學模式架構 (t,s,S) ，其問題可能會過度複雜化，因此本研究利用 SLAM 系統作為構建的工具。

為了利用 SLAM 進行模擬，有三個過程必須被建構：(i) 備用件之供需過程。(ii) 庫存檢閱過程。(iii) 企業轉移過程。

第一個過程是當備用件缺件或到達預防缺貨時點時，供應商的供應狀況。需求參數包括訂單到達時點、訂購量等；供給參數包括出單時點、因缺貨引發的等待時間。

第二個過程為庫存檢閱，當庫存下降到再訂購點 s 時，必須發單補貨。

第三個過程是考慮到顧客訂單的

平均等待時間，如果存在有第二競爭者，出單的前置時間會影響到訂單數量。

此外，因為本研究的衡量指標有兩個，而且細分為各別和全面的指標，所以改善的工作可分為兩個階段。第一個階段專注於各別備用件，並決定最終(s,S)的價值。第二階段針對第一階段的(s, S)進行調整，以改善全面績效。

為了對研究方法有更深入瞭解，本研究利用真實工廠所提供的資料進行分析。經由兩階段的調整後，發現可以在維持特定的各別和全面顧客服務水準之情況下，提升全面的存貨週轉率。在調整過程中，同時發現顧客服務水準對參數 s 相當敏感，s 輕微的調整，可能對整個顧客服務水準造成大影響，當然顧客服務水準也受顧客需求模式和供應商供料前置時間的影響，而參數 S 對其之影響較不顯著。

此外，在研究過程中，發現同時對參數 s 和 S 做調整，會對存貨週轉率造成影響。兩個參數和存貨週轉率成負相關，且參數 s 對存貨週轉率的影響力甚於參數 S。

在第二競爭者方面，若參數 S 增加，理論上，存貨週轉率應會降低，然而在第二競爭者存在的情況下，參數 S 的提升，會提高顧客服務水準，造成第二競爭者之顧客群回流，而提升了存貨週轉率。

四、結論與討論

本研究主要是在探討半導體設備供應商的存貨系統，半導體產業時間成本之降低為其一大競爭力，因此備用件取得的服務水準需相當高，在實際情況下，其要求常高達 95%，除此之外，因其備用件成本高，常造成高的存貨成本及低的存貨週轉率。

故存貨週轉率及顧客服務水準常為該產業之兩大主要衡量指標。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 and 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。

五、參考文獻

- Andel, T., "Forge a new role in the supply chain", *Transportation and Distribution* 37(1996), pp107-112.
- Copacino, W. C., "Logistics strategy : How to get with the program", *Traffic Management* 32(1993), pp23-24
- Charnes, J.M., H. Marmorstein and W.Zinn, "Safety stock determination with serially correlated demand in a periodic-

- review inventory system”, J. Operational Research Society 46(1995), pp1006-1013.
- Dhakar, T. S., C. P. Schmidt, and David M. Miller, “Base stock level determination for high cost low demand critical repairable spares”, Computers Operations Research, Vol.21, No 4, pp441-420, 1994.
- Erkip, N., W. H. Hausman and S. Nahmias, “Optimal centralized ordering policies in multi-echelon inventory systems with correlated demands” Management Science 36(1990), pp381-392.
- Ernst, R. and S. G. Powell, “Optimal inventory policies under service-sensitive demand”, European Journal of Operational Research 87(1995), pp316-327.
- Inderfurth, K., “Safety stocks in multistage divergent inventory systems : A survey”, Int.J. Production Economics 35(1994), pp321-329.
- Kabir, A. B. M. Z. and S. H. A. Farrash, “Simulation of an integrated age replacement and spare provisioning policy using SLAM”, Reliability Engineering and System Safety 52(1996), pp129-138.
- Moore, R., “Establishing an inventory management program”, Plant Engineering 50(1996), pp113-116.
- Pritsker, A. A. B. Introduction to Simulation and SLAM II, Third edition, John Wiley and Sons, New York, 1986.
- Schneider, H., D. B. Rinks, and P. Kelle, “Power approximations for a two-echelon inventory system using service level”, Production and Operations Management 4(1995), pp381-400.
- Shtub, A. and M. Simon, “Determination of reorder points for spare parts in a two-echelon inventory system : The case of non identical maintenance facilities”, European Journal of Operational Research 73(1994), pp458-464.
- Song, J. S. and P. H. Zipkin, “Evaluation of base-stock policies in mutiechelon inventory systems with state-dependent demands. Part II : State-dependent depot policies”, Namal Research Logistics 43(1996), pp381-396.

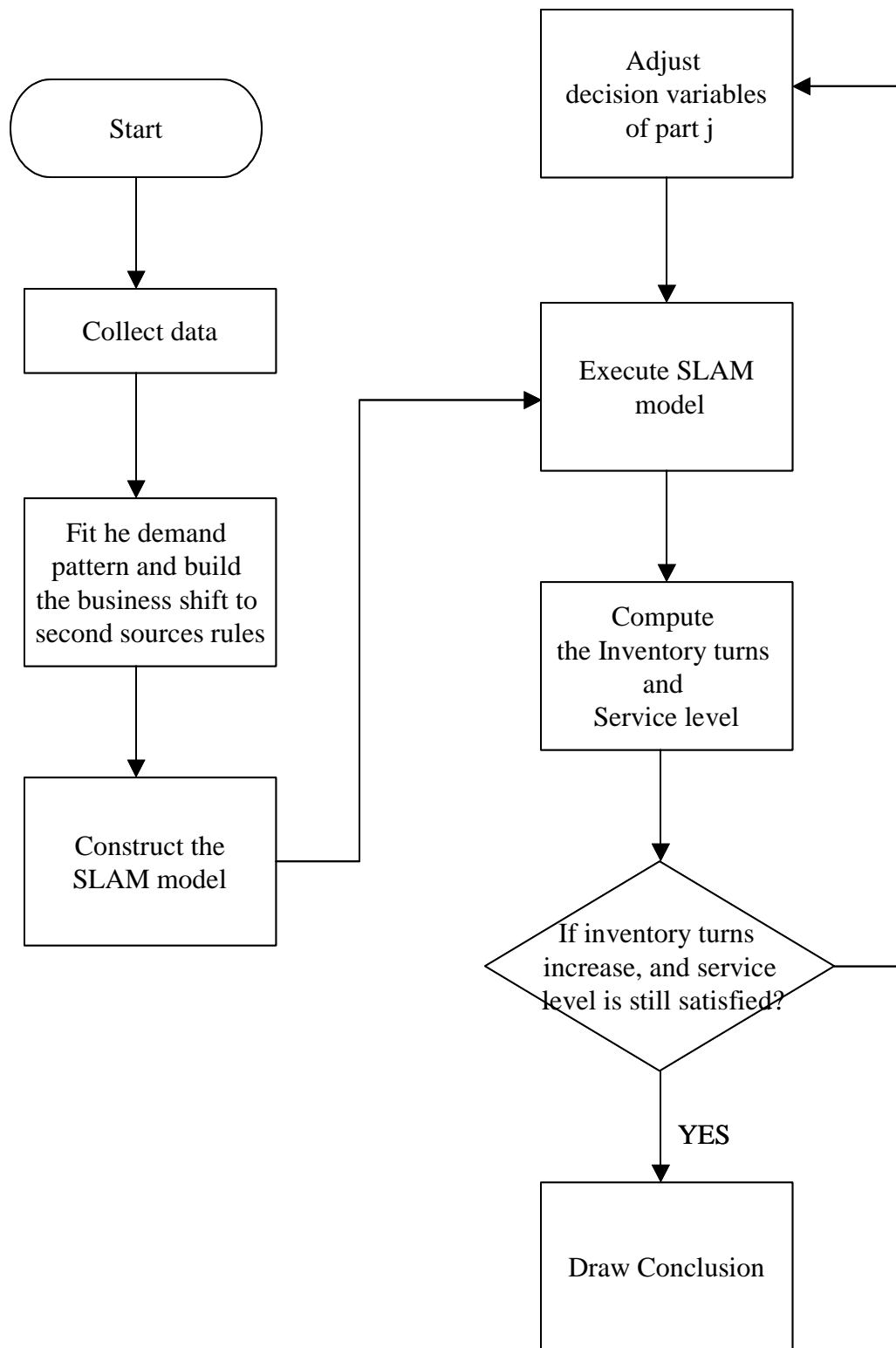


圖 1. 研究步驟

