

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

TFT-LCD 廠之先進規劃及排程機制之構建(1/3)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2213-E-009-074-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：國立交通大學工業工程與管理學系

計畫主持人：鍾淑馨

計畫參與人員：戴于婷、郭清泓、陳亞妮、賴志偉

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 5 月 31 日

行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告

TFT-LCD 廠之先進規劃及排程機制之構建(1/3)

The Construction of Advanced Planning and Scheduling Mechanism for a TFT-LCD Factory

計畫編號：NSC 92-2213-E-009-074-

執行期限：92 年 08 月 01 日至 93 年 07 月 31 日

計畫主持人：鍾淑馨 交通大學工業工程與管理學系 教授

計畫參與人員：戴于婷、郭清泓、陳亞妮、賴志偉

一、中文摘要

TFT-LCD 之組立係由許多平行機台組合而成之流線型生產模式，其製程前段為多個高度自動化之機台組成，而後段製程則包含了一連串批量機台之作業。在組立廠中，前段製程之機器屬序列機台，部分機台之換線時間很長，必須進行週期性的固定整備作業。而後段製程作業需通過一連串之批量工作站，若不設定良好的集批策略，將使產出速率高的工作站製造過多在製品，而產出速率低的工作站卻來不及產出，容易造成瓶頸漂移之現象。

為達到組立廠達成最大化產出之規劃目標，本計劃構建一生產規劃控制架構，包括：產能分析模組、瓶頸資源分配模組及生產週期時間估算模組。在產能分析模組中，本計劃以「工作站具最小可換線次數者」作為定義系統瓶頸之指標，來定義為系統之瓶頸。並發展批量工作站載入批量之決策機制，以設定

其集批策略；在瓶頸資源分配模組中，發展一線性規劃模式來解決瓶頸工作站機台產能配置機制之問題，以滿足市場需求並達到產出最大化為目標；而在生產週期時間估算模組中，分析形成各產品生產週期時間之負荷因子等候時間與批量因子等候時間，據以估算各工件通過各工作站之總等候時間。

實例驗證結果顯示，本文所構建之生產規劃與控制模組，不僅可充分利用瓶頸資源，達到產出最大化之目標，並可兼顧產出之平穩性。

關鍵詞：薄膜電晶體液晶顯示器、生產週期時間、產能配置

Abstract

The cell assembly of TFT-LCD adapts a kind of flow-line production model in which many parallel machines are used in each process step. There are lots of highly automated machines in

front-end section of the process flow session and there is a serious of batch machines in back-end section. Machines in the front-end section of cell assembly belong to serial type and need to be set up periodically. Scheduling thus is important. To complete back-end section operations, jobs must pass through a serious of batch workstations. Good batching strategy is need, otherwise, high velocity workstations would produce too many WIP that makes low velocity downstream workstations could not complete the production in time. Obviously, the bottleneck shifting will happen with above reasons.

In order to achieve the maximization of throughput for the cell assembly process, a framework of production planning and control system is proposed, which includes capacity analysis module, workstation resource allocation module, and cycle time estimation module. Under capacity analysis model, we defined the workstation whose surplus capacity can only afford “the minimum number of set up” as the system bottleneck. Besides, we proposed a decision mechanism for batching size determination for batch workstations. Under bottleneck resource allocation model, we developed a linear programming model to solve the capacity allocation problem for the bottleneck so as to satisfy market demand and maximize production throughput. Then, under cycle time estimation model, the queue time occurred because of loading factor as well as batching factor are analyzed so as

estimate total amount of queue time for each job passing through all the workstations.

Results of our empirical study shows that through the proposed production planning and control system, not only bottleneck resources can be fully used to achieve the goal of throughput maximization, but also the production smoothing is maintained.

Keyword: TFT-LCD, Cycle Time, Capacity Allocation

二、緣由與目的

組立廠之製程係由許多平行機台組合而成之流線型生產模式，其製程前段為多個高度自動化之機台組成，而後段製程則包含了多個批量機台之作業。由於產品種類少，機器設備昂貴，組立廠強調機台利用率之提昇，以降低生產成本進而增加市場競爭力。本計畫第一年度之工作，主要依據組立廠之生產及製程特性，構建組立廠之整體生產規劃與控制系統架構，以達到產出最大化及平穩化之目的。針對組立廠的生產規劃系統架構，本年度預計達成下列目的：

1. 產能配置(Capacity Allocation): 發展一個瓶頸資源規劃模組，依目前生產所需之產品組合配置各產品適當之機台數，在達成生產計畫及顧客訂單之條件下，期能降低設置時間，提升產能之利用率及系統之產出。
2. 發展批量機台之集批策略：期使組立廠製程後段之批量機台群在不影響產出之情況下，考量各機種之設

- 置時間、最大批量加工時間等因素，以縮短批量製程之生產週期時間為目標，發展批量機種之集批策略。
3. 投料順序之規劃：當完成瓶頸機台產能配置模式後，可將規劃時期瓶頸機台應生產之產品與數量，規劃為當期瓶頸工作站之投料順序。
 4. 生產週期時間之估算：在產能配置及投料順序表確定後，發展組立廠之生產週期時間估算模式。

三、文獻探討

3.1 TFT-LCD 製程與特性

薄膜型液晶顯示器(TFT-LCD)之製造程序，可分為三大製程，分別為前段陣列(Array)製程、中段面板組立(Cell Assembly)製程及後段模組組裝(Module)製程，其製造流程是將玻璃基板上製作之薄膜電晶體的 TFT Array 工程基板和彩色濾光片基板貼合起來，並進行液晶注入而組成液晶胞，再與驅動電路和背光板等組合成模組的整個工程[18]。

面板組立製程特性

面板組立製程係由許多平行工作站所組成的流線型生產系統，主要可分為前段序列工作站與後段批量工作站，其中後段批量工作站的加工時間約佔了組立廠製程的 70%。各工作站之機台特性整理如下：

1. 同一工作站內的各個機台均為等效(Identical)平行機台。
2. 批量工作站加工時間長，例如液晶灌入(LC injection)需要將近十小時的加工時間。

3. 工作站加工不同產品時須進行換線，且換線時間對於加工時間來說相對地長，其中以配向膜塗佈(PI Print)換線時間最長，為 2.5 小時。而 PI 機台除了加工不同產品需換線外，每兩天必須進行一次 3 小時的固定整備作業。
4. 某些批量工作站製程間有等候時間之限制，亦即加工完成後必須在限制時間內進行下一步製程的加工，否則將形成報廢。

3.2 生產週期時間

生產週期時間的估算方法已有相當多的學者考量不同的環境與因子，提出不同的估算模式，Chung and Huang[3]曾將學者們對生產週期時間的估算方式進行整理，將週期時間估算法區分為四種類型：模擬法與人工智慧法，統計分析法，數學分析法及混合法。此四類週期時間估算方法，各有不同的適用環境與優缺點，其中模擬法與人工智慧法可有效模擬動態環境，但模擬過程所須時間相對較長；統計分析法模型簡單，容易使用，但過去的趨勢並不一定適用於未來；若採數學分析法，則執行運算所需之時間短，但數學模式複雜度高，有時不易推導出可用模式；最後，混合法可整合各種方法之優點，但各種方法之假設前提可能相互存在矛盾點，不當的整合將增加分析的困難度[3][4][9][15]。

3.3 批量機台之集批策略

Atherton & Atherton[1]指出，當批量機台採用滿載(Full load)法則時，將造成工廠績效不穩定，且對訂購量小的產品

而言，其等候時間將特別的長。Van Der Zee *et al.*[11]根據未來到臨工件之資訊是否為已知，將批量機台的加工策略進行分類。若現場無法獲知未來工件及機台之製造資訊，此時集批控制完全根據批量加工機台目前之狀況判斷是否進行加工，其相關集批法則如：最小批量集批法則 *MBS(Minimum Batch Size)*[8]與多產品環境下的最小批量集批法則 *MBSX*[12]。若最近將到臨之工件資訊已知，則此種集批法則亦稱為「前瞻策略」(look-ahead strategy)，即僅利用最近幾個較能掌握之工件及機台資訊，進行批量加工控制決策，因此較能符合實際之現場環境。

在前瞻型批量機台派工法則中有 *DBH(Dynamic Batch Heuristic)* [6]、*NACH(Next Arrival Control Heuristic)* [5]、*MCR(Minimum Cost Rate heuristic)* [12]、*RHCH(Rolling Horizon Cost rate Heuristic)*[10]、*DJAH(Dynamic Job Assignment Heuristic)* [11]。當訂單到臨形態呈 Poisson 與 uniform 分配時，*DBH* 較 *MBS* 穩定；*MCR* 較 *MBS*、*DBH*、*NACH*，有較低之等候線長度標準差。在多產品單機的環境中，當預測有誤差時，*RHCH* 於延遲時間上略遜於 *NACH*；反之，當無預測誤差時，*RHCH* 則優於 *MBS*、*NACH*、*MCR* 法則；*DJAH* 之主要優點在於多機多產品環境之簡易延伸性，與績效的穩定性。

四、研究方法

4.1 問題定義與分析

在面板組立廠中，部分機台的產品換線時間極長，加上常常變更機台的設

置狀況容易導致產品品質的不穩定性。如果機台配置不佳，不僅大幅提高工廠物流系統的複雜性，且易造成頻繁的換線，造成產能浪費，無法達到既定的產出水準。另外，面板組裝廠之後段製程係由數個批量工作站所組成。多數的學者皆僅考量如何提昇單一批量工作站之績效，忽略整體生產線的平穩化。且組立製程之批量機台又有許多製程特性上的限制，例如各批量作業間有等候時間限制、批量機台特殊開工條件之限制等，更加深了其排程的複雜度。因此，本計劃在第一年度中發展了具有上述組立製程特性之生產規劃控制架構，並估算組立之生產週期時間，以利第二年度之整體 TFT-LCD 先進規劃與排程系統之構建，以提昇其競爭力。

4.2 整體邏輯與架構

在第一年度計劃中，將整廠整體生產規劃控制分為產能規劃分析、工作站資源規劃與生產週期時間估算三個模組。其整體規劃架構關係如圖 1 所示。

4.3 產能分析模組

限制理論 (Theory of Constraints, TOC)[7]提出系統的最大產出受限於瓶頸資源的利用情形的觀點。由於資源有限，必須先確認系統中瓶頸資源之所在。因此，本計劃首先透過「產能推估機制」之估算，根據系統各工作站之生產及製程資訊，推估各工作站未來一個月之產能負荷水準，並依此負荷水準、及可提供整備換線次數的上限，作為定義系統瓶頸資源之依據。而為使批量機台產出速率能與瓶頸資源產出速率同步化，藉由「批量工作站載入批量決策機

制」決定一理想的載入批量，使系統能
同步且穩定的產出。

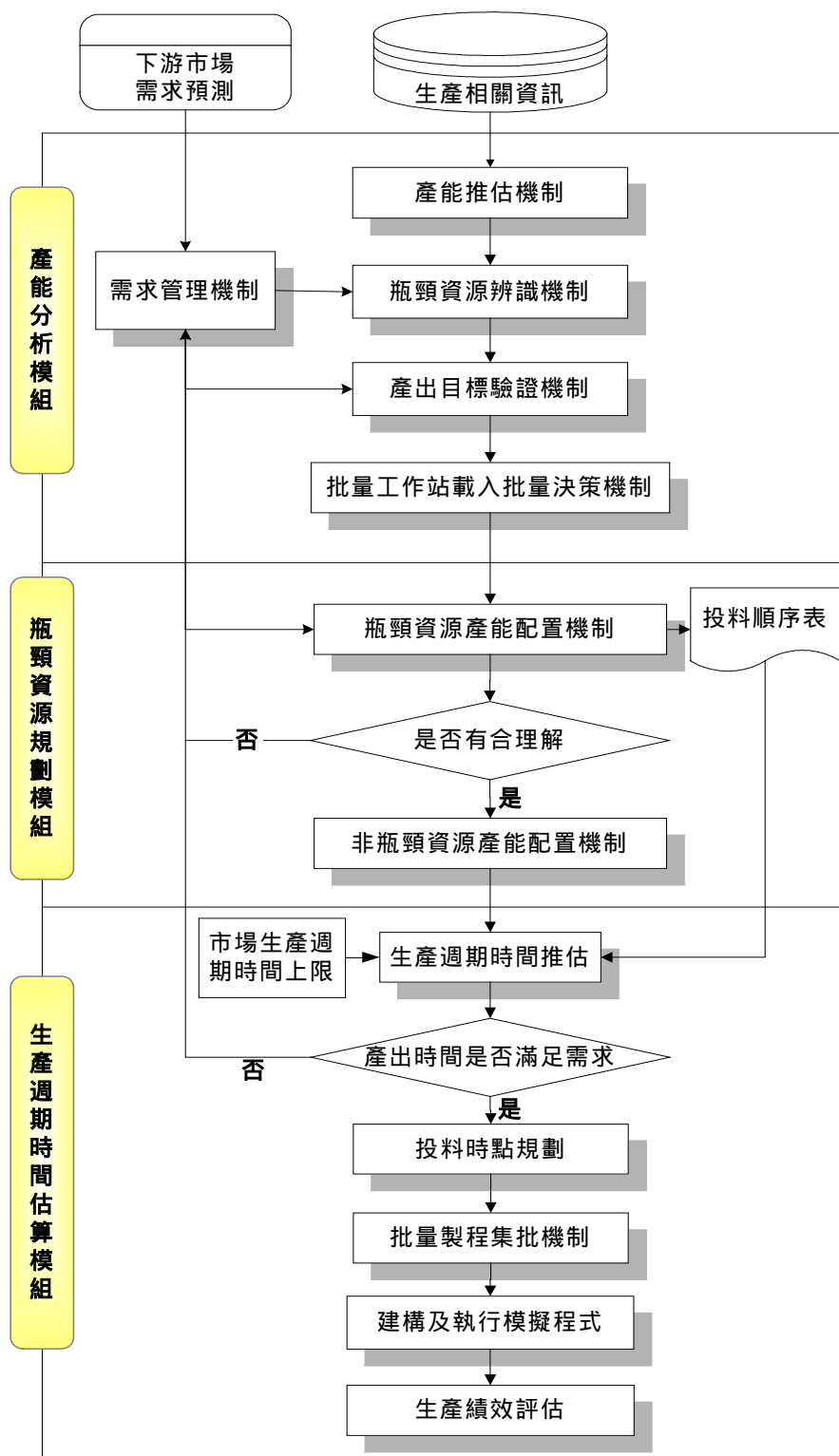


圖 1 液晶面板組立廠生產規劃控制架構

4.3.1 產能推估機制

工作站之平均產能負荷，可由該工

作站 k 之實際可用機台數 (N_k) 與載入批量來決定，為求算工作站之最大可用產能，批量工作站之載入批量必須以最大可載入批量 B_k^{Max} (Max Batch Size) 來進行估算，因此規劃幅度 H 內各工作站 k 可用產能 $Cap_k = H \times 24 \times 60 \times N_k \times B_k^{Max}$ (分鐘/28 天)。若工作站 k 為序列工作站，則 $B_k^{Max} = 1$ 。

4.3.2 瓶頸資源辨識機制

系統瓶頸與資源之利用率有密切的關係。由於面板組立廠中，許多機台換線時間相對於生產週期時間而言相當長，若不妥善規劃容易因換線次數過多而導致產能不足，故本計劃在「瓶頸資源辨識機制」中，以「工作站具最小可換線次數」作為定義系統瓶頸之指標。若一工作站扣除產出目標所需的產能後，剩餘產能具最少之可換線次數，則意味著該站極易因換線次數過多而浪費過多產能，故將之定義為系統之瓶頸。

4.3.3 產出目標驗證機制

在進行工作站資源規劃之前，首先必須分析組立廠之瓶頸機台產能是否能在瓶頸資源換線次數的限制下，達成各產品之產出目標。產出目標分析步驟如下：

步驟一：計算為滿足目標產出量，應指派給各產品別 i 之機台數 $AN_{i,BN}$ 。

$$AN_{i,BN} = \left\lceil \frac{D_i \times PT_{i,BN}}{Cap_{BN} \times U_{BN} / M_{BN}} \right\rceil$$

, for each i .

步驟二：若步驟一所求算組立廠被指派給各產品 i 之約當機台總數小於瓶頸工作站之約當機台數，則表示瓶頸工作站之機台產能足以負荷目標產出所需要之產能。否則，應回饋上層再作調整。

4.3.4 批量工作站載入批量決策機制

組立廠後段製程為一連串批量工作站所組成，因其最大可載入批量的差異，若不控制其集批策略，將使產出速率高的工作站產出製造過多 WIP，而產出速率低的工作站卻來不及產出。因此，依據瓶頸工作站產出各產品 i 的速率，設計各批量工作站之理想載入批量 (Ideal Batch Size)，使產品 i 在批量工作站的產出速率能與產品 i 在瓶頸工作站的產出速率同步化[16]。

4.4 瓶頸資源規劃模組

4.4.1 瓶頸工作站機台產能配置機制

由業界訪談結果或者是經瓶頸資源辨識機制之計算結果，均可得知 PI (polyimide printed) 工作站為整個系統之瓶頸工作站。由於 PI 機台之換線時間長達 150 分鐘，且每兩天須固定整備一次，每次耗時 3 小時，因此在構建「瓶頸工作站機台產能配置機制」時，扣除每兩天期初用於固定整備所需的產能，將規劃幅度分割為以兩天為一規劃時期進行規劃。依據上層所給定各期各產品之最小產出需求與規劃幅度之產出目標，考量各規劃時期 t 內瓶頸資源之產能限制、工作站之機台整備時間、批量限制與各時期庫存對於產出需求的影響，構建一線性規劃模式，期能在滿足產品需求目標下，限制機台因不必要之換線所

造成之產能損失，滿足市場需求並達到產出最大化的目標。

◆ 問題模式

(1) 目標函數：

$$\text{Max} \sum_i \sum_m \sum_t x_{i,m,t}$$

限制式：

$$\sum_i (x_{i,m,t} \times PT_{i,m} / B_{\text{Max}} + ST_{i,m} \times \psi_{i,m,t}) \leq \text{Cap}_{m,t} \times U_{BN} , \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (1)$$

$$x_{i,m,t} \leq V \times \delta_{i,m,t} , \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (2)$$

$$\sum_i \gamma_{i,m,t} = 1 , \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (3)$$

$$\gamma_{i,m,t} \leq \delta_{i,m,t} , \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (4)$$

$$\delta_{i,m,t} \leq \psi_{i,m,t} + \gamma_{i,m,t} , \quad \forall i \in I \quad \forall m \in M \quad \forall t \in T \quad (5)$$

$$\sum_m x_{i,m,t} \geq D_{i,t}^{\text{Min}} , \quad \forall i \in I \quad \forall t \in T \quad (6)$$

$$\sum_t \sum_m x_{i,m,t} + S_{i,0} \geq D_i , \quad \forall i \in I \quad \forall t \in T \quad (7)$$

$$S_{i,t} = \sum_m x_{i,m,t-1} - D_{i,t-1}^{\text{Min}} + S_{i,t-1} , \quad \forall i \in I \quad \forall t \in T \quad (8)$$

$$x_{i,m,t} \geq 0 , \quad S_{i,t} \geq 0 , \quad \forall i \in I \quad \forall t \in T \quad \forall m \in M \quad (9)$$

$$\delta_{i,m,t} , \psi_{i,m,t} , \gamma_{i,m,t} \in (0,1) , \quad \forall i \in I \quad \forall t \in T \quad \forall m \in M \quad (10)$$

(2) 模式說明

在目標函數的設計上，令其在規劃幅度內產品的產出為最大。在限制式的考量上，式(1)表各機台每期之產能限制。式(2)表設定加工數量 $x_{i,m,t}$ 與 $\delta_{i,m,t}$ 的關係性， V 為一個相對其它數極大的值。式(3)與式(4)決定各機台在每一規劃時期期初所加工的產品別。式(5)考慮機台整備轉換的限制，因為瓶頸機台每兩天必須設置一次之時間內可同時進行整備換線的工作，若此產品 i 將於時期 t 加工 ($\delta_{i,m,t}=1$)，而此機台期初亦加工此種產品 ($\gamma_{i,m,t}=1$)，則此機台這期實際上不需要重新設置，所以 $\psi_{i,m,t}$ 應為 0。式(5)亦同時限制各產品 i 在瓶頸機台每期最多僅能允許換線一次。式(6)設定每期產品之最低目標產出量 $D_{i,t}^{\text{Min}}$ 。式(7)與式(8)考量組立廠各期產品之需求變動與前期所剩下的庫存狀況，來決定各產品各期的產出。式(9)及式(10)皆為控制變數的值域而做的限制。

在求解出瓶頸工作站機台產能配置模式後，若模式未能求出合理解，即表示無法達到目標產出量的要求，應回饋上層需求管理人員調降產出目標，或採

取其他生產策略。若求解結果皆能滿足各期產出目標，則可將所得之每一規劃時期瓶頸機台應生產之產品與數量¹作為當期瓶頸工作站之投料順序表，生管人員以此順序表進行投料將可達到滿足需求與產出最大化之目標。

4.4.2 非瓶頸資源產能配置機制

考量組立廠部分非瓶頸工作站換線整備時間相當長的特性，為避免因換線頻繁而浪費過多產能，導致瓶頸漂移，甚至是產能不足的情況發生，必須在控制換線次數的前提下，進行非瓶頸工作站機台產能之配置。因此，本計劃依據各產品別所需之產能需求比例，分配所需機台數予各產品別，並計算滿足產出目標的前提下，非瓶頸工作站剩餘可換線次數，再配合瓶頸工作站的投料順序表，依此決定必須連續生產同一產品別的最小數量，用以完成各產品別指派於各機台之生產數量。

4.5 生產週期時間估算模組

面板組立廠後段製造作業是由一連串可載入批量不等之批量工作站所組成。本計劃採用黃氏[13]區段基礎式生產週期時間估算法(BBCT)的理念，觀察組立廠各產品在生產線上之物流特徵，分析形成各產品別生產週期時間之負荷因子等候時間與批量因子等候時間，據以估算各工件在各工作站之總等候時間²。在估算出各產品工件在各工作站之生產週期時間後，即可據此推得液晶灌入與

真空回火工作站前之工件等候時間是否超過等候時間限制，若無法及時產出或是等候時間超過等候時間限制，則應當回饋上層調降產出目標並重新規劃。

4.5.1 生產週期時間推估

4.5.1.1 負荷因子等候時間估算

蘇氏[17]考量批量機台之批量特性，據以修正 Conway 估算式，將批量機台之加工批量納入估算式之中。本模式承襲蘇氏[17]之估算模式，考慮連續專線所形成之物流特徵，將整備時間平均分攤給當期同產品連續加工之工件數。

4.5.1.2 批量工作站等候時間估算

批量工作站為避免產能浪費，必須受批量策略之限制，亦即工件在批量機台前若未達可載入批量，則必須等待其它工件到臨，不得直接載入加工。因此批量工作站之工件除了因工作站負荷所形成之負荷等候時間外，有因集批而造成之集批等候時間。由於集批等候時間的形成來自於工件批未達批量機台之可載入批量，因此平均而言，工件累積達到批量機台理想載入批量所需時間將以可載入批量除以該工件至本批量工作站之來到率，來進行估算。批量工作站平均集批等候時間為式(11)。

$$BWT_{i,k,t} = \frac{B_{i,k}^{Ideal}}{\lambda_{i,k,t}} \quad \forall k \in BK \quad (11)$$

因此各產品 i 工件在各工作站 k 機台之生產週期時間 $CT_{i,k,t}$ 即為工件流經工作站 k 機台之期望流動時間 $EFT_{i,k,t}$ ，若工作站 k 為批量工作站則需再加上平均集

¹ $x_{i,m,t}$ 之求解結果，本計劃將以無條件進位法，取整數值以滿足需求。

² 總體等候時間係由負荷因子等候時間與批量因子等候時間組合而成。

批等候時間 $BWT_{i,k,t}$ ，若工作站 k 為序列工作站則 $BWT_{i,k,t} = 0$ 。

4.5.2 投料時點規劃

投料時點的掌握與控制，對維持系統穩定與產品生產週期時間的掌控有著顯著的影響。為使產品生產週期時間能控制在合理範圍內，並避免系統產出與在製品量不穩定的現象，本計劃擬以「固定在製品量法 (CONWIP)」，做為投料時點控制的依據。本計劃依照上節所估算出之生產週期時間，配合 *Little's Law*： $L = \lambda \times W$ ，以及各產品工件之到達率，可推得系統所需之 WIP 數量。依照每期各產線所被指派生產之產品別，配合「固定在製品量法」控制其投料時點。

4.5.3 批量製程集批機制

由於業界訪談結果或者是經瓶頸資源辨識機制之計算結果，均可得知 PI (polyimide printed) 工作站為整個系統之瓶頸工作站。當批量製程非系統之瓶頸時，各非瓶頸批量工作站係以「生產週期時間最小化」為規劃目標，讓物流平順地通過數個批量工作站。本計劃對批量機台之批量政策採用最小載入批量法，且最小載入批量等於理想載入批量 B_k^{Ideal} 。詳細執行步驟可參考鍾與李氏 [16]。

五、第一年研究成果及結論

茲將本計劃第一年之研究成果說明如下：

在第一年之計劃中，本研究提出 TFT-LCD 廠中液晶面板組立廠之生產規劃控制架構，此架構包含產能分析、瓶

頸資源規劃與生產週期時間估算三個模組，在產能分析模組中，本計劃以「工作站具最小可換線次數」作為定義系統瓶頸之指標，以避免換線次數過多而造成產能浪費，因而減少系統的產出，另外並發展批量工作站載入批量決策機制，以防止瓶頸漂移的現象。

在瓶頸資源規劃模組中，本研究發展一線性規劃模式來解決瓶頸工作站機台產能配置之問題，以滿足市場需求並達到產出最大化的目標。並依據規劃時期瓶頸機台應生產之產品與數量，設定當期瓶頸工作站之投料順序。而在生產週期時間估算模組中，本計劃觀察組立廠各產品在生產線上之物流特徵，分析形成各產品生產週期時間之負荷因子等候時間與批量因子等候時間，求算出各工件在各工作站之總等候時間，據以作為訂定交期之依據，以確保規劃之可行性。

由此三個模組之運作環環相扣，除能達成生產原訂之計畫、滿足顧客訂單，及降低產線之設置時間外，亦能確保產能之利用率及系統產出。總言之，本計劃在第一年度之研究成果中，可有效分配組立廠瓶頸之產能，並降低瓶頸機台的設置時間，使產出極大化，在此同時也能將批量機台有效控制使系統不至於產生瓶頸漂移之現象，並依生產週期時間估算模式確保規劃之可行性，這些成果將為第二年度之計劃奠定良好之基礎。

六、參考文獻

[1] Atherton, L. F., and Atherton R. W., "Wafer Fabrication: Factory Performance

- and Analysis,” *Kluwer Academic Publishers*, 1995.
- [2] Chen, H., Harrison J. M., Mandelbaum A., Ackere A. V., and Wein L. M., “Empirical evaluation of a queuing network model for semiconductor wafer fabrication,” *Operations Research*, vol. 36, no. 2, pp. 202-215, 1988.
- [3] Chung, S. H. and Huang H. W., “The Block-Based Cycle Time Estimation Algorithm for Wafer Fabrication Factories,” *International Journal of Industrial Engineering: Theory Applications and Practice*, pp. 307-316, 1999.
- [4] Enns, S. T., “A dynamic forecasting model for job shop flowing prediction and tardiness control,” *International Journal of Production Research*, vol. 33, no. 5, pp. 1295-1312, 1995.
- [5] Fowler, J. W., Hogg, G. L., and Philips, D.T., “Control of Multi-product Bulk Service Diffusion / Oxidation Process,” *IIE Transaction*, vol. 24, no. 4, pp.84-96, 1992.
- [6] Glassey, C. R. and Weng, W. W., “Dynamic Batching Heuristic for Simultaneous Process,” *IEEE Transaction on Semiconductor Manufacturing*, vol. 4, no. 2, pp.77-82, 1991.
- [7] Goldratt, E. M., Cox, J., “The Goal-A Process of ongoing Improvement,” *North River Press*, 1992.
- [8] Neuts, M. E., “A General Class of Bulk Queues with Poisson Input,” *Annals of Mathematical Statistic*, vol.38, pp. 759-770, 1967.
- [9] Raddon, A. and Grigsby B., “Throughput Time Forecasting Model,” 1997 *IEEE/SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference*, pp. 430-433, 1997.
- [10] Robinson, J. K., Fowler, J. W., Bard, J. F., “The Use of Upstream and Downstream Information in Scheduling Semiconductor Batch Operation”, *International Journal of Production Research*, Vol.33, No.8, pp.1849-1859, 1995.
- [11] Van Der Zee, D. J., Van Harten, A., and Schur P. C., “Dynamic Job Assignment Heuristic For Multi-Server Batch Operations A Cost Based Approach,” *International Journal of Production Research*, vol. 35, no.11, pp. 3063-3093, 1997.
- [12] Weng, W. W., and Leachman, R. C., “An Improved Methodology for Real-Time Production Decisions at Batch-Process Workstation,” *IEEE Transaction on Semiconductor Manufacturing*, vol. 6, no. 3, pp. 219-225, 1993.
- [13] 黃宏文, 「晶圓製造廠區段基礎式週期時間估算法」, 國立交通大學工業工程與管理學系博士班, 博士論文, 民國 90 年。
- [14] 蔡秉宏, 「液晶面板組裝廠產能配置模組之構建」, 國立交通大學工業工程研究所, 碩士論文, 民國 91 年。
- [15] 鄭照明, 「晶圓製造廠交期指定模式之構建」, 國立交通大學工業工程與管理學系, 碩士論文, 民國 85 年。
- [16] 鍾淑馨, 李俊昇, 「液晶面板組裝廠批量製程派工法則之設計」, 中國工業工程學會九十二年度論文集, 第 56 頁, 民國 92 年。
- [17] 蘇昱彰, 「新興晶圓代工廠生產規劃與排程系統之構建」, 國立交通大學工業

工程與管理學系，碩士論文，民國 87 年。

[18] 顧鴻壽，「光電液晶平面顯示器技術基礎及應用」，新文京開發出版有限公司，民國 90 年 9 月。

行政院國家科學委員會專題研究計劃 期中進度報告

TFT-LCD 廠之先進規劃及排程機制之構建(1/3)

The Construction of Advanced Planning and Scheduling

Mechanism for a TFT-LCD Factory

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 92 - 2213 - E - 009 - 074 -

執行期間： 92 年 8 月 1 日至 93 年 7 月 31 日

計畫主持人：鍾淑馨 交通大學工業工程與管理學系 教授

計畫參與人員：戴于婷、郭清泓、陳亞妮、賴志偉

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：交通大學工業工程與管理學系

中 華 民 國 九 十 三 年 五 月 三 十 一 日

可供推廣之研發成果資料表

可申請專利

 可技術移轉

日期：__年__月__日

國科會補助計畫	計畫名稱：TFT-LCD 廠之先進規劃及排程機制之構建 計畫主持人：鍾淑馨 交通大學工業工程與管理學系教授 計畫編號：NSC 92 - 2213 - E - 009 - 074 - 學門領域：作業研究
技術/創作名稱	TFT-LCD 廠之先進規劃及排程機制之構建
發明人/創作人	鍾淑馨
技術說明	<p>中文：</p> <p>為達到組立廠達成最大化產出之規劃目標，本計劃構建一生產規劃控制架構，包括：產能分析模組、瓶頸資源分配模組及生產週期時間估算模組。在產能分析模組中，本計劃以「工作站具最小可換線次數者」作為定義系統瓶頸之指標，來定義為系統之瓶頸。並發展批量工作站載入批量之決策機制，以設定其集批策略；在瓶頸資源分配模組中，發展一線性規劃模式來解決瓶頸工作站機台產能配置機制之問題，以滿足市場需求並達到產出最大化為目標；而在生產週期時間估算模組中，分析形成各產品生產週期時間之負荷因子等候時間與批量因子等候時間，據以估算各工件通過各工作站之總等候時間。</p> <p>實例驗證結果顯示，本文所構建之生產規劃與控制模組，不僅可充分利用瓶頸資源，達到產出最大化之目標，並可兼顧產出之平穩性。</p>

	<p>英文：</p> <p>In order to achieve the maximization of throughput for the cell assembly process, a framework of production planning and control system is proposed, which includes capacity analysis module, workstation resource allocation module, and cycle time estimation module. Under capacity analysis model, we defined the workstation whose surplus capacity can only afford “the minimum number of set up” as the system bottleneck. Besides, we proposed a decision mechanism for batching size determination for batch workstations. Under bottleneck resource allocation model, we developed a linear programming model to solve the capacity allocation problem for the bottleneck so as to satisfy market demand and maximize production throughput. Then, under cycle time estimation model, the queue time occurred because of loading factor as well as batching factor are analyzed so as estimate total amount of queue time for each job passing through all the workstations.</p> <p>Results of our empirical study shows that through the proposed production planning and control system, not only bottleneck resources can be fully used to achieve the goal of throughput maximization, but also the production smoothing is maintained.</p>
<p>可利用之產業 及 可開發之產品</p>	<p>TFT-LCD 產業</p>
<p>技術特點</p>	<p>可有效分配組立廠瓶頸之產能，降低瓶頸機台的設置時間，使產出極大化，在此同時也規劃有效之批量機台之集批策略使系統不至於產生瓶頸漂移之現象，並設計生產週期時間估算模式確保規劃之可行性，</p>
<p>推廣及運用的價值</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 產能分析模組：以「工作站具最小可換線次數」作為定義系統瓶頸之指標，以避免換線次數過多而造成產能浪費，因而減少系統的產出，另外並發展批量工作站載入批量決策機制，以防止瓶頸漂移的現象。 2. 瓶頸資源分配模組：發展一線性規劃模式來解決瓶頸工作站機台產能配置之問題，以滿足市場需求並達到產出最大化的目標。 3. 生產週期時間估算模組：觀察組立廠各產品在生產線上之物流特徵，分析形成各產品生產週期時間之負荷因子等候時間與批量因子等候時間，據以估算各工件在各工作站之總等候時間，據以作為訂定交期之依據，以確保規劃之可行性。

1. 每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。
2. 本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。