

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 國科會專題研究計畫成果報告撰寫格式說明

### Preparation of NSC Project Reports

計畫編號：NSC 89-2213 -E-009-149

執行期限：89年8月1日至90年7月31日

主持人：許錫美

執行機構及單位名稱：國立交通大學工業工程與管理學系

計畫參與人員：陳瑩芝

#### 一、中文摘要

格子布紡織業為純客製化的生產系統，其生產過程主要分為以下五個工段：染前整經，染色，染後整經，漿紗，織布為一多工段生產系統。因染色與織布工段是整個生產過程中的瓶頸，這兩個工段的派工方法對訂單是否能達交有極大的影響。

本研究以總訂單延遲天數最小為目標，以基因演算法為基礎，提出一套求解多工段的派工演算法。本文以一實際紡織廠為例說明多工段派工演算法，該演算法可快速的求出近似最佳解的可行解。

關鍵詞：格子布紡織，多工段，派工，基因演算法。

#### Abstract

Yarn-dyed textile is a special kind of textile and its production system in general is a make-to-order (MTO) system. Of the five manufacturing stages in the production of yarn-dyed textile, dyeing and weaving processes capture most parts of the total cycle time. Dispatching algorithms in these two processes, dyeing and weaving, are therefore very much important in the reduction of total cycle time.

This research proposes a series of dispatching algorithms for sloving dispatching problem of a multi-stage manufacturing system with the objective of minimizing total tardiness of orders.

The proposed approach has been compared with the scheduling method used in a real factory, and has shown better results.

**Keywords:** yarn-dyed textile industry, dispatching algorithms, multi-stage manufacturing system, group delivery, genetic algorithms

#### 二、緣由與目的

紡織業為因應流行時尚的快速轉變，業者必須縮短生產週期時間、降低在製品庫存水準與提高達交率做為爭取市場的競爭利器。

紡織業可分為先織後染與先染後織兩種製程。先織後染的製程，在接到訂單前，可先進行共同部分的生產；至於先染後織的製程，因受限於無標準產品的訂單式生產，即所有的訂單皆有不同的物料結構，無法事先生產。需接到訂單後，才能進行生產的規劃。因此，其生產管理較先織後染的製程更複雜。

台灣是格子布主要生產國，格子布的製程屬較複雜的先染後織的製程。在格子布紡織業的訂單一般稱為「案」。每個案中會包括許多種不同規格的布料，每種布料稱為一個花版。每個花版以長度做為計量單位。每個花版會有長度、寬窄幅（布料的寬度）、用紗的顏色及重量、紗支粗細等資料。行銷部門接了訂單後，會由設計部門訂定每一「案」的用紗顏色及重量、紗支粗細、各色染缸的缸型、缸次與切軸碼長等資料，作為各個工段生產過程中的依據。格子布紡織業主要的生產製程大致可分成五個工段，如圖 1 所示。

紡織業生產管理的相關文獻中，未見探討多工段生產管理的研究。大部分僅對單一工段進行探討。Serafin 與 Speranza [3] 在給定訂單交期，織布廠有有多部同一機型的織布機，訂單的需求布料可以切成不同軸長的織軸，同時在不同的織布機台上加工的生產環境下，利用線性規劃做為基礎，以遲交天數最小化為目標式，發展一

套通用的啟發法則，以解決織布廠內切軸的問題。Camm 等人 [2] 於織布廠中多種不同機台種類、不同產品加工時間、外包成本與訂單規格等生產限制下。以最小成本為目標式，構建線性規劃模式，決定外包策略與廠內排程的問題。

Akinc[1]探討織布廠中有多功能的機台，與不同的軸承配合可以做不同型態的加工。該文構建一混合整數規劃模式，以收益最大為目標，在產能限制下，以決定各種產品該在何種機台上加工，及其加工的總時間。

經訪談台灣格子布紡織業得知，因無標準產品純客製化的生產方式，無法應用市售軟體解決排程與派工的問題。此外，各工段間欠缺一套系統化的分析方法，對多個生產特性迥異的工段進行分析，規劃較佳的排程與派工方法，以提升其生產績效。如何針對各工段的需求與生產特性，發展一套多工段派工演算法以縮短其生產週期時間、減低在製品存貨、提昇訂單達交率，加強廠商在國際間的競爭力，是一值得研究的課題。

因此，本研究的目的是(1)系統化分析解構格字布供應鏈各階層的生產特性；(2)依各階層的生產特性，以整體觀構建各個階層的派工模式。以期達成縮短格字布訂單產品的生產週期時間、降低在製品庫存水準與提高訂單達交率之目的。

### 三、格子布的生產系統特性

格子布生產系統特性摘要如下：

#### 1. 無標準產品純客製化的生產方式

格子布紡織品為客製化的生產方式，每張訂單包含多種樣式的布料且數量不同。訂單的內容如布料的顏色、樣式和織法等皆為顧客的特殊需求，在接單之後才可得知得知的訂單內容。由於每批布料皆依顧客要求而製作，因此沒有共用的標準布料，無法事先預備。

#### 2. 成組交貨

成衣業於加工時，每一種布料花版不論量的多少都是同等的重要，缺一不可。因此紡織業在交貨時必須整張訂單的每一個花版都須完成才能出貨。缺乏任何花版的交貨對成衣業而言仍無法

做出設計的成衣。因此在格子布紡織業的生產管理上就必須考量「產出齊」的因素。這個需求特性，我們稱為「成組交貨」，成組交貨的特性造成生產管理的複雜度。

#### 3. 延遲交貨處罰成本高

服飾業因季節性的變動或是流行的潮流，而有一定的銷售期，若趕不上上市的時機，會喪失商機，造成大量的庫存。因此對上游的格子布紡織業的延遲交貨。會給予較高的處罰成本。

#### 4. 各工段的生產特性差異大

各個工段的生產作業特性摘要如表 1 所示。

由表 1 的資料可知，格子布紡織業中的各個工段作業特性與生產限制差異都相當大，因此如何針對各個特性不同的工段給予各工段適合的投料派工法則是一重要的課題。其中，染前整經、染後整經與漿紗工段因為作業簡單、生產限制少且生產時間短，一般皆有足夠的產能，可將產品經過這些工段的時間視為常數以簡化問題。因此本研究僅對染色、織布兩個工段的派工法則做探討。

格子布各工段的投料與派工問題，可整理成一般化的多工段的投料與派工問題。所謂多工段生產系統是由多個生產條件與限制不同的工段所構成的生產系統。

本研究在給定訂單交期與已知訂單內容規格後，以總訂單延遲天數最小化為目標，發展多工段生產系統的派工法則。因此多工段的投料與派工問題定義如圖 2 所示。

本研究提出一套求解多工段的派工演算法，以總訂單延遲天數最小為目標，在給定交期與訂單內容的多工段生產系統之下，發展合適其生產情境的派工法則。上述的派工法則是指各工單於各個工段的投料時點及其使用的機台。

### 四、研究方法

- (1) 實地參觀楊梅某一格字布製造廠：瞭解格子布製造流程。
- (2) 訪談工作人員
- (3) 將訂單解構：以整體觀構建各工段工單特性。

- (4)以整體觀發展各工段的派工法則：為提高訂單達交率，以下游的需求拉動上游的生產的觀點來發展適合多工段的派工法則。本研究提出後推模組、前推模組與調整模組三個模組來解構多工段生產系統投料派工時點的問題。
- (5)求解方法：構建線性規劃模式，利用基因演算法設計啟發式求解方法。

以下步驟說明多工段派工法則演算法如何應用於格子布紡織業，決定各工單於各工段的投料時點與使用機台，其求解架構如圖 3

- (1)將格子布紡織業多個工段的問題分解為只有染色與織布工段的小問題，由織布工段開始往前推，依(2)至(7)步驟求出所有工段中各工單的最佳投料點。
- (2)織布工段後推模組：假設織布工段的上游工段產能無限，求解各工單在織布工段的最佳投料點。
- (3)以(2)求出的投料點為染色工段各工單的目標產出時點，求得染色工段實際可行的投料時點與實際完工時點。再由染色工段開始往前推，重複步驟(4)
- (4)織布前推模組：由染色工段的實際完工時點為織布工段最早可以投料的時點，計算出該工段的投料點與實際產出時點。
- (5)以織布工段的各工單的實際產出時點來評估此組投料點的績效，若優於終止條件則停止。完成步驟(2)至(5)的工作稱為一個求解循環。
- (6)若投料點的績效劣於終止條件時，則以調整模組出一組新的預估投點做為下一個循環求解的起點。
- (7)重複(2)的步驟。

## 五、實例驗證

本研究使用由某特定紡織廠商提供的實際生產資料 16 張訂單、154 個織軸、133 個色號為研究的對象，因受限於實際設計資料不易取得，為模擬實際紡織廠，因

此，本研究依訂單量將工廠設備做等比例的縮小，使案例驗證具實際效果。工廠規模為四種缸型不同的染缸，共 7 缸、同機型織布機 60 台。以多工段派工演算法的架構，構建一整數線性規劃模式求解格子布紡織廠的派工次序與加工機台。

該整數線性規劃模式用 Cplex6.0 求解。費時 19 個小時得到可行解，其目標值為 17。但無法確定此可行解為最佳解。經與 Cplex 公司聯絡後，該公司確定此整數規劃模式求解的困難度相當高。

因此本研究改用基因演算法考量各工段的產能與生產條件之限制，在織布後推、染色後推、織布前推、調整模組各模組中求解各工段各工單的派工次序與加工機台。本研究所提的派工法則比其他派工法則如 EDD(Earliest Due Day)好。

表多工段派工法則與其他派工法則之比較

	總訂單延遲天數
多工段派工演算法	17
EDD	26

## 六、結論

- (1) 本研究將無標準產品的格子布生產過程，提出系統化的分析方法。將訂單依其在各工段的生產方式解構，定義訂單在各工段的表達方式。
- (2) 本研究對多工段生產系統提出以基因為底的投料派工演算法，該演算法以整體觀考量各個工段中的生產特性及限制，求解各個生產工段最適的投料派工。本研究以格子布的生產系統實例，說明該演算法的適用性。經實例驗證該演算法有良好的績效。
- (3) 本研究提出的多工段派工法則具有相當的彈性，以架構的平面來說不受階層數及產業特性的影響。此求解架構可廣泛應用於各種產業中。除廠內的應用外，該演算法亦可應用到整個產業的供應鏈上。

(4) 本論文的研究成果，若能進一步與業界合作，構建使用者輸出入介面，此演算法即可成為一實用的商業軟體

### 七、參考文獻

[1] U. Akinc, " A practical approach to lot and setup scheduling at a textile firm, " IIE Transactions Norcross March V.25 (2),pp.54-64, 1993

[2] J. D. Camm, P. M. Dearing and S. K. Tadisina, " The Calhoun textile mill case: an exercise on the significance of linear programming model formulation " IIE Transactions, Norcross; Mar 1987; Vol. 19, Iss. 1, pp 23-29.

[3] Paolo Serafini and M. Grazia Speranza ,

" Production scheduling problems in a textile industry, " European Journal of Operational Research V.50, pp.173-190, 1992

### 八、計畫成果自評

- (1) 研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標。
- (2) 該研究將格字布製造過程及各工段工單的特性，做有系統的整理，可做為學界做紡織業相關研究之參考。
- (3) 研究成果已在 ICPR 國際會議上發表
- (4) 部分研究成果已應用在國內一家格字布製造廠，對生產週期時間及達交率上，皆有十分好的改善成果。

表 1 格子布紡織業各工段之作業特性

工段	染前整經	染色	染後整經	漿紗	織布
作業特性					
機器限制		可染量			織法
機台共用	所有機台都相同		所有機台都相同	所有機台都相同	不同機型間可替代
組合紗線	全部軸染經紗		全部筒染經紗	所有經紗	經紗與緯紗的組合
作業時間	2hr/軸	8hr/缸	2hr/軸	3.5hr/軸	10天/軸
整備時間	0	Sequence-Dependent 整備時間	0	0	2hr/軸

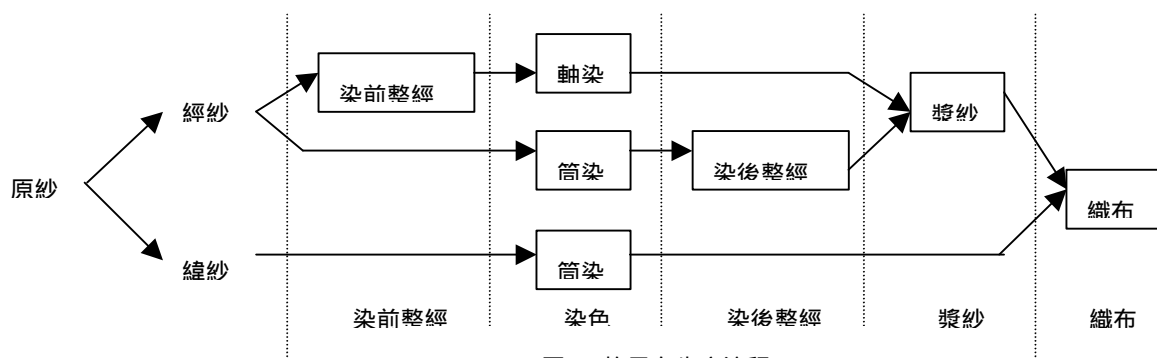


圖 1 格子布生產流程

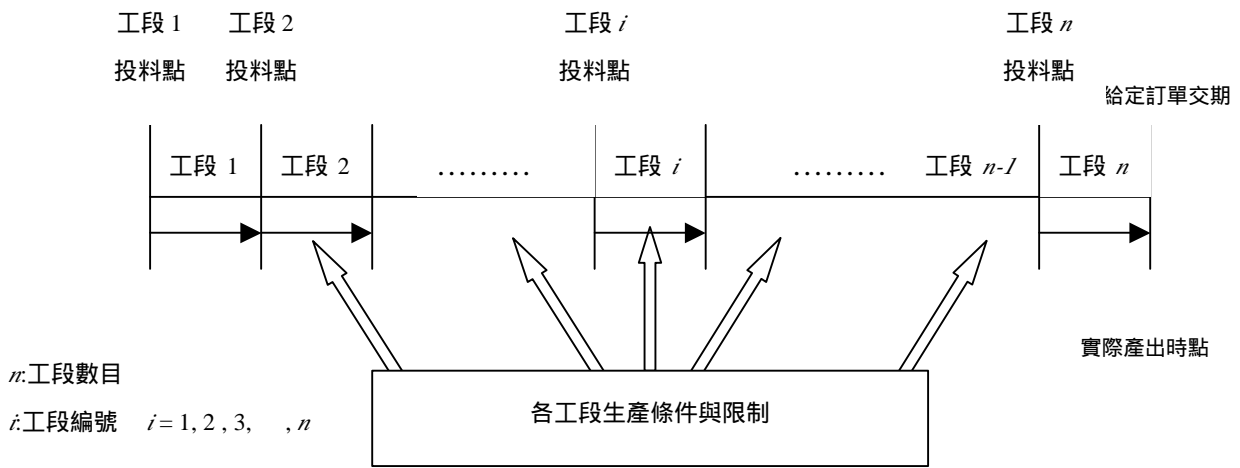


圖 2 多工段的投料與派工問題

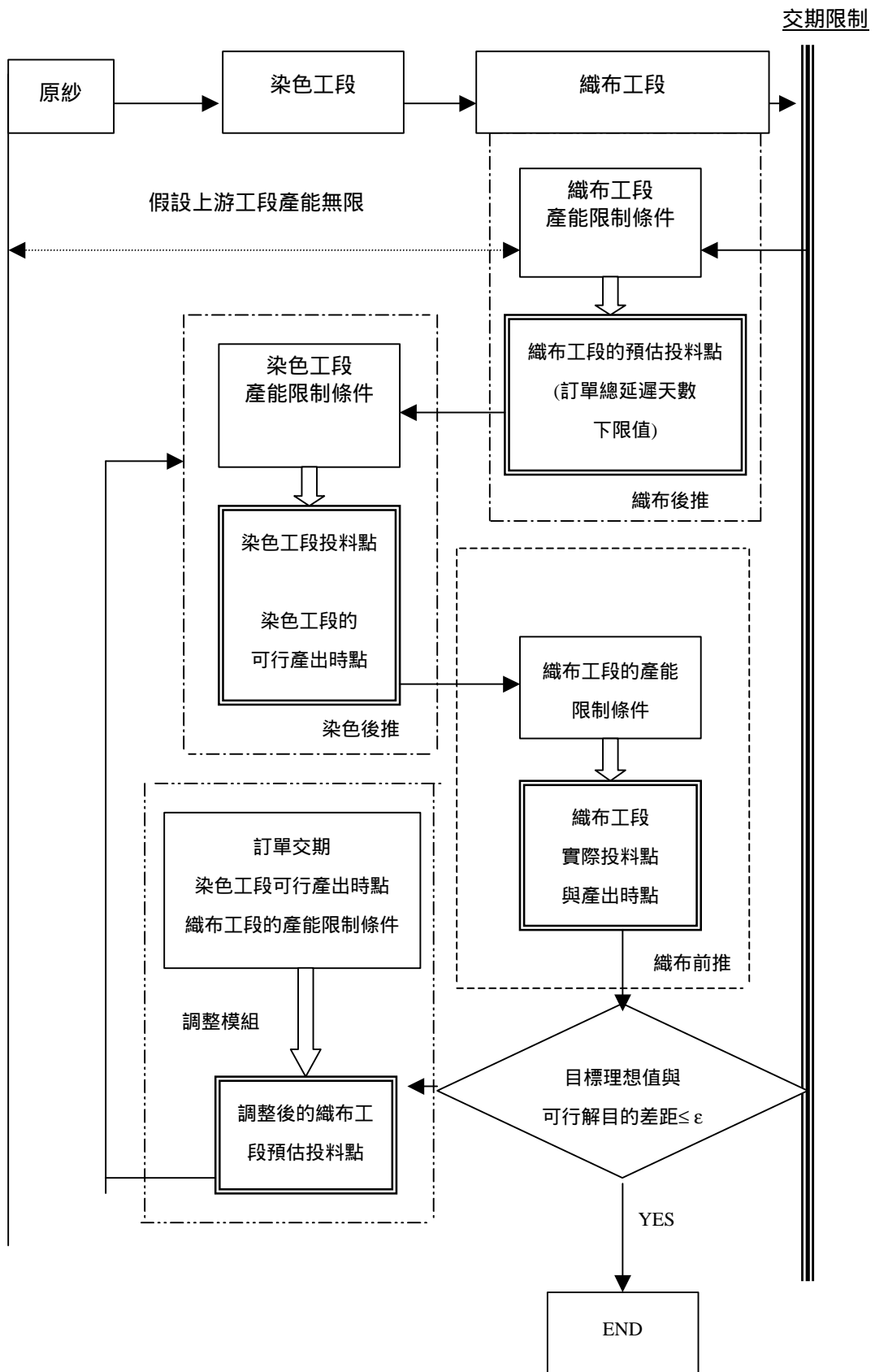


圖 3 求解格子布紡織廠派工法則之架構