

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 求解應用彈性速率法的有回流狀況之經濟批量排程問題(I) 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 99-2221-E-029-011-  
執行期間：99年08月01日至100年07月31日  
執行單位：東海大學資訊管理學系

計畫主持人：張育仁

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：蕭賀元  
碩士班研究生-兼任助理人員：詹智欽

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

公開資訊：本計畫可公開查詢

中華民國 100 年 10 月 31 日

中文摘要：有回流狀況的經濟批量排程問題(ELSPR)是一產品有一定的比例來自工廠內部自製，另外一部份來自工廠外部的回收，需要修復或重製；ELSPR 的平均總成本可以分成理想成本和額外成本。當產品參數是已知且固定，則在一特定的週期時間下，理想成本是一特定的固定數值，而額外成本則與該特定週期時間下可能的批量生產順序有密切關係。因此，在共同週期法下，ELSPR 之求解目標即是找出一最佳的週期時間下最佳的批量生產順序，以最小化理想成本和額外成本之總和。而在一週期時間內若有多餘閒置時間，則適度降低生產速率將可以減少存貨持有成本，進而降低平均總成本。因此，本研究提出一個應用彈性速率法的 ELSPR 數學模式，可以依據多餘的閒置時間，彈性地改變生產速率。本研究發展一個有效率的二分搜尋啟發式解法(Bisection Search-based Heuristic, BSH)來求解 ELSPR。BSH 能搜尋出最佳的週期時間和生產順序之組合，並利用彈性速率法來降低存貨持有成本，以得到最低的平均總成本。

英文摘要：This research studies the Economic Lot Scheduling Problem with Returns (ELSPR). Normal products and returned products must be scheduled on a facility currently during a cycle time. We use the flexible production rate approach to reduce the inventory holding cost by utilizing idle time under the common cycle approach. A bisection-search based simple scheduling heuristic is developed to solve ELSPR. An example is used to show the effectiveness of our approach.

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫  成果報告  
 期中進度報告

求解應用彈性速率法的有回流狀況之經濟批量排程問題

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC - 99 - 2221 - E - 029 - 011

執行期間：99 年 08 月 01 日至 100 年 07 月 31 日

執行機構及系所：東海大學資訊管理學系

計畫主持人：張育仁

共同主持人：

計畫參與人員：詹智欽、蕭賀元

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

本計畫除繳交成果報告外，另須繳交以下出國心得報告：

赴國外出差或研習心得報告

赴大陸地區出差或研習心得報告

出席國際學術會議心得報告

國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除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

中 華 民 國 100 年 10 月 28 日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 求解應用彈性速率法的有回流狀況之經濟批量排程問題 Solving the Economic Lot Scheduling Problem with Returns Applying the Flexible Production Rate Approach

### 中文摘要

有回流狀況的經濟批量排程問題(ELSPR)是一產品有一定的比例來自工廠內部自製，另外一部份來自工廠外部的回收，需要修復或重製；ELSPR 的平均總成本可以分成理想成本和額外成本。當產品參數是已知且固定，則在一特定的週期時間下，理想成本是一特定的固定數值，而額外成本則與該特定週期時間下可能的批量生產順序有密切關係。因此，在共同週期法下，ELSPR 之求解目標即是找出一最佳的週期時間下最佳的批量生產順序，以最小化理想成本和額外成本之總和。而在一週期時間內若有多餘閒置時間，則適度降低生產速率將可以減少存貨持有成本，進而降低平均總成本。因此，本研究提出一個應用彈性速率法的 ELSPR 數學模式，可以依據多餘的閒置時間，彈性地改變生產速率。本研究發展一個有效率的二分搜尋啟發式解法(Bisection Search-based Heuristic, BSH)來求解 ELSPR。BSH 能搜尋出最佳的週期時間和生產順序之組合，並利用彈性速率法來降低存貨持有成本，以得到最低的平均總成本。

**關鍵詞：**回流、經濟批量、存貨、二分搜尋

### Abstract

This research studies the Economic Lot Scheduling Problem with Returns (ELSPR). Normal products and returned products must be scheduled on a facility currently during a cycle time. We use the flexible production rate approach to reduce the inventory holding cost by utilizing idle time under the common cycle approach. A bisection-search based simple scheduling heuristic is developed to solve ELSPR. An example is used to show the effectiveness of our approach.

**Keywords:** returns, economic lot, inventory, bisection-search.

# 一、報告內容

## 1. 緒論

經濟批量排程問題(Economic Lot Scheduling Problems, ELSP)是一個具有價值，而且可以支援決策者做出適當決策依據的數學模式；此模式可以應用於金屬沖件、電子裝置、汽車、油漆、飲料、動物食品、紡織品及地毯等產業(Boctor, 1987)。ELSP 是針對單一( $m=1$ )生產設備要生產兩種以上( $n \geq 2$ )的產品時，探討產品的批量大小、生產次數及週期時間，並且調整產品週期性的生產排程，使其生產計劃為可行，又能滿足顧客長期的需求，並且使得平均總成本(包含整置成本及存貨持有成本)達到最小。也就是說要解決 ELSP 問題，除了要求平均總成本近似最佳解之外，還須確認其解的排程是否合理可行。ELSP 已確認是一個非多項式時間演算法可解(NP-hard)的存貨問題。

Elmaghraby (1978)將求解 ELSP 問題的方法大略分為分析式解法及啟發式解法。分析式解法通常可以得到最佳解或近似最佳解，而啟發式解法所得到的解，不能保證其解為最佳解。較常見的分析式解法有獨立解法(Independent Solution, IS)、共同週期(Common Cycle, CC)法、基本週期(Basic Period, BP)法、延伸基本週期(Extend Basic Period, EBP)法等數種。少數的研究(Moon *et al.*, 2002)討論時間變動批量大小(Time Varying Lot Sizes, TVLS)求解 ELSP 的優點。理論上，獨立解法的解答可以視為 ELSP 的成本下限，但不保證解答的可行性；CC 法的解答則可視為 ELSP 的成本上限。EBP 法通常可以取得 ELSP 最佳的解答，但計算繁複且需作排程可行性檢測。TVLS 法則保證其解的可行性，在特性條件下，可以取得比 CC 法更好的解答。

Schrady (1967)是最早探討有重製狀況問題的學者；他假設一個產品具有無限生產率且製造批量和重製批量的大小是固定的。在已知重製批量大小的情況下，Schrady (1967)推導一封閉式(closed-form)的經濟訂購批量，以求出最佳的批量大小。Teunter (2001)和 Richter (1996ab)探討過有重製狀況的類似模式。Teunter (2004)討論有重製狀況的存貨系統，並推導出特定條件下最佳的製造/採購批量以及相對的重修復(recovery)批量之大小。Mabini *et al.* (1992)討論多個產品的重製問題。

Tang and Teunter (2006)是首先探討 ELSP with Returns (ELSPR)的學者；他們提出一個在 CC 法下的 ELSP with returns(ELSPR)數學模式，假設在一週期時間(cycle time) $T$ 內只有一個製造批量(manufacturing lot)和一個重製批量(remanufacturing lot)； $T$ 是所有產品的共同生產週期，亦即每隔時間長度  $T$  進行週期性生產。此 ELSPR 模式假設一產品的需求率是  $d_i$  時，工廠將製造  $d_i(1 - \beta_i)$  的比率(視為製造批量)，而有  $d_i\beta_i$  的比率(視為重製批量)是來自工廠外部瑕疵品的回流和再製。 $\beta_i$  是一產品的回流比率。回流產品經工廠進行重製(remanufacturing)後，可以再次銷售。Tang and Teunter (2006)使用 CPLEX 來求解 ELSP 模式的最佳解。Teunter *et al.* (2009)發展啟發式解法，可以由四個主要的計算步驟組成不同的啟發式解法，以求解 ELSPR；Teunter *et al.* (2009)以 120 個的案例來測試不同啟發式解法的求解效率。

ELSPR 的平均總成本有兩個：一個是理想成本(ideal cost)，包括製造批量和重製批量的整置單位成本和存貨持有單位成本等以及重製批量從回流到重製的存貨持有單位成本，一是額外成本(additional cost)，包括因修復或重製而導致製造批量和重製批量之開工時間差的額外存貨持有單位成本。在整個週期時間內，回流產品會以  $\beta_i$  速率逐漸累積，直到重製為止。要強調的是，即使重製批量已在加工中，工廠外部瑕疵產品仍以  $\beta_i$  速率進行回流。有關這兩部分的成本之詳細描述，請參閱第 2 節的說明。因此，求解 ELSPR 的目標是最小化理想成本和額外成本的總和。在共同週期法下，當產品的相關參數不變時，且在一特定的週期時間  $T$  下，任何生產順序會產生相同的理想成本，亦即理想成本是一個特定的固定值。但是當週期時間  $T$  改變時，理想成本也會隨之而變動，亦即理想成本是週期時間  $T$  的一個函數。而理所當然地，在一特定的週期時間下，額外成本會隨著批量生產順序(和開工時間)的不同而有所變動。同樣地，額外成本也是週期時間  $T$  的一個函數。

Tang and Teunter (2006)證明在他們的 ELSPR 模式中，理想成本和週期時間是一個 convex 函數；這意味著最低理想成本會落在一定的週期時間長度(the length of a cycle time)，稱為  $T_{IC}$ 。故在週期時間  $T_{IC}$  上所有產品的理想成本(稱為  $TC_{IC}(T_{IC})$ )可以視為 Tang and Teunter (2006)的 ELSPR 之成本下限。但是考量到額外成本的大小是由批量生產順序來決定；因此，平均總成本(理想成本和額外成本之和)不一定是一個 convex 函數，這表示平均總成本不一定會落在週期時間  $T_{IC}$  上。考量到理想成本和額外成本都是週期時間  $T$  的函數，這意味著須有一個有效率的搜尋方法，以搜尋出最佳的週期時間  $T_{opt}$ ，以求得全域的最低平均總成本。Tang and Teunter (2006)和 Teunter *et al.* (2009)均沒有討論週期時間和平均總成本之間的函數關係，以及如何有效率地搜尋最佳的週期時間  $T_{opt}$  和相對的最低平均總成本。

求解 ELSPR 時，若一產品  $i$  的回流率是  $\beta_i$ ，當製造批量的開工時間  $x_i^m$  是已知時，可以得到重製批

量的理想加工開始時間(Ideal Setup Start Time, ISST)應是  $x_i^m + T(1 - \beta_i)$ ; 反之, 當重製批量的開工時間  $x_i^r$  是已知時, 當製造批量的理想加工開始時間應是  $x_i^r + T\beta_i$ 。當產品  $i$  的製造批量(重製批量)之開工時間是已知時, 則相對的重製批量(製造批量)便存在一最佳的開工時間; 當重製批量(製造批量)的實際開工時間偏離理想開工時間越遠時, 則會有越大的額外成本。但是, 不同的批量生產順序會使得批量的理想和實際之加工開始時間出現不同的差距, 而導致不同的額外成本。因此, 求解 ELSPR 之目標是找出在特定週期時間下, 最佳的生產順序, 以最小化平均總成本(理想成本和額外成本之總和)。Chang and Yao (2011) 指出, 不同的週期時間長度  $T$ , 會間接地決定各產品的批量大小, 進而影響批量的生產順序、理想成本和額外成本等; 換言之, 平均總成本取決於兩個變數: 生產順序和週期時間長度  $T$ 。而生產順序深切地影響批量的理想和實際之開工時間的差。

因此, 求解 ELSPR 之關鍵在於找到一最佳  $T$  值下的最好生產順序, 而此生產順序能最小化每個批量的理想和實際之開工時間的差。因此, 若要最小化 ELSPR 之額外成本, 必須解決幾個問題: (1)如何決定最佳的循環時間長度  $T$ , (2)如何決定產品之批量的生產順序, (3)如何使製造批量/重製批量的理想和實際之加工開始時間的時間差趨近於 0。

以往, ELSP 的研究通常假設機台使用最大的生產速率來產出產品, 但是 Buzacott & Ozkarahan (1983) 指出若一機台有多餘的閒置時間, 則產品可降低生產速率以減少存貨持有成本, 進而降低平均總成本; 亦即在一生產週期時間  $T$  內, 一產品能變更一次生產速率, 接下來便以新的生產速率進行循環生產, 此方法稱為固定速率法。Silver (1990)指出在 CC 法下, 只需降低一個產品的生產速率, 其他產品仍用最大生產速率進行生產。Moon and Christy (1998) 指出在固定速率法下, 一產品的生產速率有其下限(亦即  $d_i$ ), 原有生產速率為其上限; 此外, 生產速率增加, 平均總成本也會隨之增加。Khouja (1999)探討具有不完品質特性的固定速率法, 其結果顯示品質水準的惡化將導致批量大小和生產速率的提高。

Sheldon (1986)提出彈性速率法, 亦是利用閒置時間來變更生產速率以降低存貨持有成本, 其特色是允許產品在一週期中可以改變生產速率兩次。彈性速率法先令一產品的生產率等於需求率方式進行生產, 以降低存貨持有成本, 在適當的時機, 再以最大的速率進行生產(如圖 1 所示)。Moon et al. (1991)在 CC 法下使用彈性速率法求解 ELSP, 發現彈性速率法可以比傳統 ELSP 解法和固定速率法得到更低的平均總成本。Moon et al. (1991)亦證明在 CC 法下不存在機台的閒置時間, 且使用彈性速率法求解 ELSP 時, 存在唯一全域最佳解。Gallego (1993)和 Eynan (2003)在 CC 法下, 比較傳統方法(以最大生產率生產)、固定速率法和彈性速率法求解 ELSP 的解答品質。毫無意外地, 彈性速率法的解答品質優於固定速率法, 傳統方法是最差的。

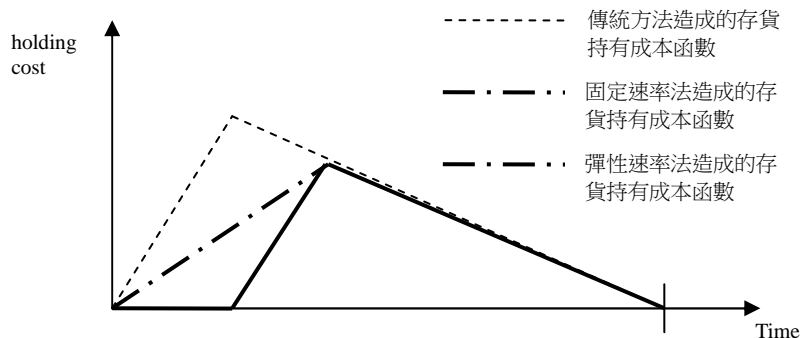


圖 1 傳統方法、固定速率法和彈性速率法之比較

在 CC 法下, 傳統的 ELSP 對產品的生產順序和開工時點沒有特殊的限制, 一產品可以充分地利用所有的閒置時間來降低生產速率; 但是, 在 ELSPR 中, 產品之批量的生產順序以及批量的理想和實際之開工時間的差, 會導致不同大小的額外成本。由於受限於前述兩個因素, 這表示一批量僅能利用自己和下一個批量之間的多餘閒置時間來降低生產速率, 以達到減少平均總成本之目的。此外, Chang and Yao (2011) 指出生產順序的決定和週期時間長度有著密切的關係。這些彼此緊密相關的特性將大幅提高問題的複雜度。

因此, 本研究提出一個應用彈性速率法的 ELSPR 數學模式, 並發展一個有效率的二分搜尋啟發式解法(Bisection Search-based Heuristic, BSH), 能藉由決定週期時間長度、批量的生產順序以及批量的開工時間, 再配合彈性速率法來降低存貨持有成本, 以達到最小化平均總成本的目的。本研究的 BSH 主要分為兩個部分。BSH 的第一部份是一個簡單排程方法, 可找出一特定的週期時間下的較佳平均總成本; 亦即

在一特定的週期時間下，依據產品的回流率決定製造批量的生產順序，當製造批量之順序是已知時，便可利用重製批量的理想整置開始時間之計算，來求得重製批量的生產順序。而重製批量的實際整置開始時間偏離理想整置開始時間，使得額外的存貨持有成本不為零時，本研究便使用 2-opt 搜尋法來調整重製批量的實際整置開始時間，以降低額外成本。而當批量間有多餘的閒置產能時，便可以用彈性速率法來降低批量的生產速率，使得存貨持有成本得以下降，達到減少平均總成本的目的。BSH 的第二部分是搭配簡單排程方法的一搜尋方法，應用二分搜尋的概念來對週期時間進行搜尋，以找出全域的最佳平均總成本；亦即從可能的  $T$  值範圍的兩端，以二分搜尋的概念，逐步地應用第一部份的簡單排程方法找出特定的  $T$  值對應的生產順序和平均總成本，直到被搜尋的兩  $T$  值之間隔小於一特定值，便可結束第二部份的搜尋程序。經由上述的程序，BSH 便可以得到在共同週期法下，某特定的循環時間下最佳的生產順序和平均總成本。

## 2. 基本假設和數學模式

本研究的基本假設可以描述如下：

1. 在任何一個時間點上，一台機器只能生產一個產品。
2. 該台機器的產能可以滿足所有產品的需求量以及修復或重製之數量。
3. 整置成本與整置時間只與被生產出來的產品有關，與生產的順序及批量大小無關。
4. 在週期生產排程中，每種生產出來的產品批量與循環時間(cycle time)的長度都是相同的。
5. 產品需求是持續不斷的。
6. 在任何時間點內，產品  $i$  的需求率  $d_i$  和回流率  $\beta_i$  以及產品  $i$  的製造批量  $i_m$  和重製批量  $i_r$  之生產率 ( $p_i^m$ ,  $p_i^r$ )、整置時間 ( $s_i^m$ ,  $s_i^r$ )、整置成本 ( $a_i^m$ ,  $a_i^r$ )、存貨持有成本 ( $h_i^m$ ,  $h_i^r$ ) 都是已知而且不隨時間改變。
7. 在一共同週期  $T$  內，產品  $i$  僅會有一個製造批量(以  $i_m$  表示)和一個重製批量(以  $i_r$  表示)。
8. 若有多餘閒置時間時，基於彈性速率法的應用，一個製造批量先在時間長度  $t_i^m$  內以  $d_i$  生產速率進行生產，而在  $t_i^m$  時間後改用  $p_i^m$  來生產；同樣地，一個重製批量先在時間長度  $t_i^r$  內以  $d_i$  生產速率來生產，而在  $t_i^r$  時間後改用  $p_i^r$  來生產。

**數學符號：**

$a_i^m$ ,  $a_i^r$ ：分別是產品  $i$  的製造批量和重製批量的整置成本。

$h_i^m$ ,  $h_i^r$ ：分別是產品  $i$  的製造批量和重製批量的存貨持有成本。

$p_i^m$ ,  $p_i^r$ ：分別是產品  $i$  的製造批量和重製批量的生產率。

$p_i^{(m)}$ ,  $p_i^{(r)}$ ：分別是產品  $i$  的製造批量和重製批量的新生產率。

$x_i^m$ ,  $x_i^r$ ：分別是產品  $i$  的製造批量和重製批量在一共同週期  $T$  內的開工時間；製造批量的整置開始時間是  $x_i^m - s_i^m$ ，重製批量的整置開始時間是  $x_i^r - s_i^r$ 。

$s_i^m$ ,  $s_i^r$ ：分別是產品  $i$  的製造批量和重製批量的整置時間。

$d_i$ ：是產品  $i$  的需求率。

$DH_k$ ：是批量的需求率和持有成本之乘積；若  $1 \leq k (= i) \leq n$ ， $DH_k$  是產品  $i$  的製造批量之需求率 ( $d_i(1 - \beta_i)$ ) 和持有成本  $h_i^m$  的乘積，故  $DH_k = d_k(1 - \beta_k)h_k^m$ ；若  $n - 1 \leq k (= 2i) \leq 2n$ ， $DH_k$  是產品  $i$  的重製批量之需求率 ( $d_i\beta_i$ ) 和持有成本  $h_i^r$  的乘積，故  $DH_k = d_i\beta_i h_i^r$ 。

$n$ ：產品的總數。

$\beta_i$ ：是產品  $i$  的回流率(returned rate)。

$T$ ：共同週期法的週期時間。

本研究使用 CC 法來求解 ELSPR。在前述的假設下，應用彈性速率法的 ELSPR 在 CC 法下的數學模式可以描述如下：

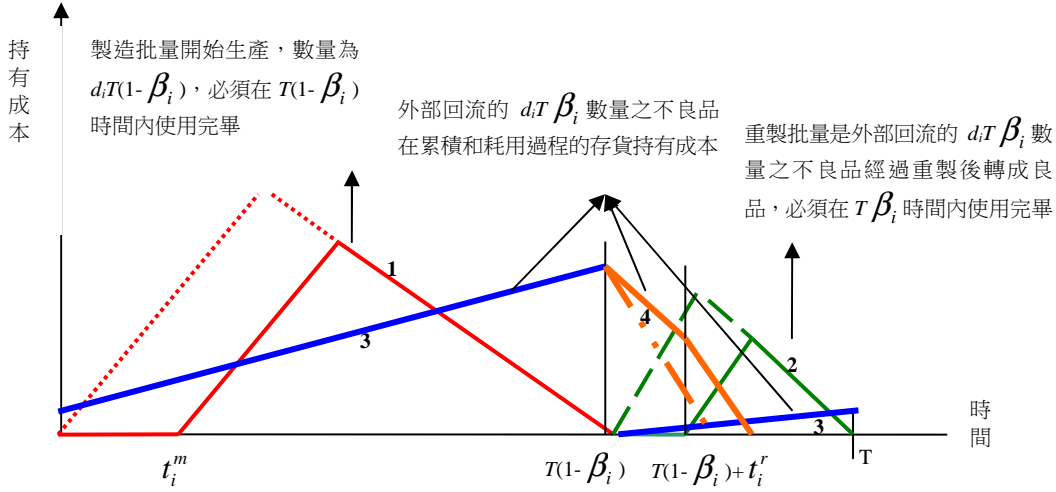


圖 2 在彈性速率法下產品  $i$  在有回流狀況下的理想成本函數

$$\min TC = \sum_i (IC_i + AC_i) \quad (1)$$

$$IC_i = \frac{a_i^r + a_i^m}{T} + \frac{h_i^m d_i}{2T} \left[ (T(1-\beta_i) - t_i^m)^2 \left(1 - \frac{d_i}{p_i^m}\right) + (T\beta_i - t_i^r)^2 \left(1 - \frac{d_i}{p_i^r}\right) \right] + \frac{h_i^r T d_i \beta_i}{2} + \frac{t_i^r (T d_i \beta_i h_i^r + h_i^r (T d_i \beta_i - t_i^r d_i))}{2T} + \frac{h_i^r (T d_i \beta_i - t_i^r d_i)^2}{2T p_i^r} \quad (2)$$

$$AC_i = h_i^m d_i \left\{ (1-\beta_i) \left[ f(x_i^r - x_i^m) - T(1-\beta_i) \right]^+ + \beta_i \left[ f(x_i^r - x_i^m) - T(1-\beta_i) \right]^- \right\} \quad (3)$$

$$\sum_i (s_i^m + s_i^r + d_i(1+\beta_i)t_i^m + \frac{d_i T - (d_i(1+\beta_i)t_i^m)}{p_i^{(m)}} + d_i t_i^r + \frac{d_i \beta_i T - d_i t_i^r}{p_i^{(r)}}) \leq T \quad (4)$$

$$[z]^+ = \max(z, 0) \text{ and } [z]^- = \max(-z, 0) \quad (5)$$

$$f(x_i^r - x_i^m) \begin{cases} (x_i^r - x_i^m) & \text{if } x_i^r - x_i^m \geq 0 \\ T + (x_i^r - x_i^m) & \text{if } x_i^r - x_i^m < 0 \end{cases} \quad (6)$$

$$TC_{LB} = \sum_i \frac{a_i^r + a_i^m}{T_{IC}} + \frac{h_i^r T_{IC} d_i \beta_i}{2} \left[ 1 + \frac{d_i \beta_i}{p_i^r} \right] + \frac{h_i^m T_{IC} d_i}{2} \left[ G_i^r \beta_i^2 \left(1 - \frac{d_i}{p_i^r}\right) + G_i^m (1-\beta_i)^2 \left(1 - \frac{d_i}{p_i^m}\right) \right] \quad (7)$$

$$T_{min} = \sum_{i=1}^n (s_i^m + s_i^r) / \left( 1 - \sum_{i=1}^n \left[ d_i \left( \frac{1}{p_i^m} + \frac{\beta_i}{p_i^r} \right) \right] \right) \quad (8)$$

$$T_{IC} = \sqrt{\frac{2 \sum_{i=1}^n (a_i^m + a_i^r)}{\sum_{i=1}^n d_i \left\{ \left[ \beta_i h_i^r \left( 1 + \frac{d_i \beta_i}{p_i^r} \right) \right] + h_i^m \left[ \beta_i^2 \left( 1 - \frac{d_i}{p_i^r} \right) + (1-\beta_i)^2 \left( 1 - \frac{d_i}{p_i^m} \right) \right] \right\}} \quad (9)$$



ELSPR 之理想成本是所有產品之理想成本的總和，額外成本是所有產品之額外成本的總和(參考圖 2)。公式(1)是理想成本和額外成本的總和，亦即 ELSPR 的平均總成本；公式(2)和公式(3)是產品  $i$  的理想成本  $IC_i$  和額外成本  $AC_i$  之計算方式。公式(4)是用來判斷週期長度  $T$  是否能生產所有產品之批量。公式(5)和(6)是用來說明公式(3)的計算方式。

基於本研究的數學模式之推導過程，可以進一步地推演出以下幾個推論。

**推論 1：**當所有批量的生產時間和整置時間等於週期時間  $T$  時，亦即每個批量和下一個批量之間都沒有多餘閒置時間以無法降低生產速率時，可節省的平均總成本即為 0。

**推論 2：**在傳統的 ELSP 中，任一產品若以  $d_i$  速率進行生產，需佔用時間長度  $T$ 。因此，若有多餘閒置時間，僅夠給予存貨持有單位成本最高的一個產品來降低生產速率。因此，Silver (1990)指出在 CC 法下，只需降低一個產品的生產速率即可。但在 ELSPR 模式中，製造批量僅需  $T(1 - \beta_i)$  時間長度，重製批量僅需  $T\beta_i$  時間長度，便可以  $d_i$  速率進行生產。這意味著在 ELSPR 模式中，若有多餘閒置時間時，可能能讓多於一個以上的批量降低生產速率。

**推論 3：**在 ELSPR 中，若有多餘閒置時間，應優先讓  $DH_k$  最高的批量  $k$  應用彈性速率法(Eynan, 2003)。故可以使用公式(7)，可視為應用彈性速率法的 ELSPR 之成本下限。

本研究令  $F$  是可以應用彈性速率的批量之集合， $G$  是應用最大生產速率的批量之集合；在 ELSPR 模式中，製造批量僅需  $T(1 - \beta_i)$  時間長度，重製批量僅需  $T\beta_i$  時間長度，便可以  $d_i$  速率進行生產該批量的所有數量。若放入集合  $F$  的批量，其以  $d_i$  速率生產所有數量的時間長度不小於  $T$ ，即可視為集合  $F$  之批量已佔用所有多餘閒置時間。將可以彈性生產的批量從集合  $G$  移到集合  $F$  後，集合  $G$  內是使用最大生產速率的批量之集合。本研究假設集合  $F$  內的批量因變更改生產速率，故其存貨持有成本可以降到 0。因此，使用公式(7)以計算成本下限。

### 3. 求解 ELSPR 的二分搜尋啟發式方法

ELSPR 的平均總成本是由理想成本和額外成本所組成。在一特定的循環時間下，不論製造批量和重製批量的生產順序如何排列，理想成本均是一固定數值；而批量的生產順序(和開工時間)會影響到額外成本的大小。當製造批量比重製批量早開工時，則產品的重製批量之實際製程開始時間和理想製程開始時間越接近，則  $AC_i$  越小；這表示當產品的製造批量之生產順序是已知時，則基於重製批量的理想製程開始時間之限制，可以產生一初始的重製批量之生產順序。

在一個固定週期時間  $T$  內，本研究假設在產生一初始的生產順序  $f$ (包括所有製造批量和生產批量)時，應先將所有產品之製造批量生產完畢，再開始生產所有重製批量。但是，使用以順序為基礎的搜尋方法來調整生產順序後，有可能重製批量會比製造批量還要早生產。而公式(10)的  $Z_i$  可用來評估一產品  $i$  是否有額外成本的產生。當製造批量比重製批量早開工時，兩者間必須保持  $T(1 - \beta_i)$  的間距；反之，若重製批量比製造批量早開工，兩者間必須保持  $T\beta_i$  的間距；如此，產品  $i$  才不會有額外成本的產生。若產品  $i$  的  $Z_i \neq 0$ ，則可以調整此產品的批量之生產位置來降低額外成本。因此，可以用以順序為基礎的搜尋方法來調整批量的生產位置和開工時間；亦即將  $Z_i \neq 0$  的產品之批量與某個或左右位置的批量來作對調，以檢查是否能進一步地降低額外成本。求解順序性問題時，鄰域搜尋(neighbor search)法是一個交換相鄰兩個批量位置以改善解答的一個有效率解法。但是相較於鄰域搜尋，2-opt 搜尋法能藉由逐步更換任兩個批量的位置，以提供更大範圍的解答空間之搜尋且不會多耗用太多時間，有更高的機會可以找到比初始解更好的解答。因此，本研究使用 2-opt 搜尋法來改善所有批量的生產順序和開工時間，以找到更低的平均總成本。

$$Z_i = f(x_i^r - x_i^m) - T(1 - \beta_i) \quad (10)$$

前述的解法是假設週期時間為一固定的  $T$  值。但是不同的  $T$  值改變時，會影響到批量的大小，進而改變理想成本和額外成本的計算，可以導出不同的最低平均總成本；亦即要找到全域最低的平均總成本，就必須搜尋不同  $T$  值的最低平均總成本，並加以比較。本研究提出一個 BSH 以求解 ELSPR。BSH 分為兩部分，第一部份是搭配第二部份的排程方法，以二分搜尋概念為基礎以找出最佳週期時間之長度以及全域最佳平均總成本，第二部分是一簡單排程方法，能在一特定循環時間長度(或說是一固定的  $T$  值)下，找出該  $T$  值的最佳平均總成本。BSH 藉由有效率地找出不同週期時間的最低平均總成本，以二分搜尋的概念將最佳的  $T$  值值域收斂到一定區間，以得到最佳週期時間長度和最佳平均總成本。

### 3.1 找出最佳週期時間 $T_{opt}$

當所有產品的參數是已知時，在 CC 法下的週期時間  $T = \max\{T_{IC}, T_{min}\}$ 。 $T_{min}$  是  $T$  的下限，計算方式如公式(9)所示；當  $T \geq T_{min}$  時，便存在一個 CC 法的可行解。 $T_{IC}$  的計算方式如公式(10)所示。理想成本 ( $\sum_{i=1}^n IC_{i,T\&T}$ ) 在週期時間  $T = \max\{T_{IC}, T_{min}\}$  時存在一個成本下限(Tang and Teunter, 2006)。由於本研究是延伸 Tang and Teunter (2006)的 ELSPR 模式，應用彈性速率法來降低存貨持有成本；因此，可以應用相同的方式來找出 CC 法的週期時間。

本研究設定  $T = \max\{T_{IC}, T_{min}\}$ ；但事實上，能得到最低平均總成本  $TC_{opt}$  的最佳  $T$  值(以  $T_{opt}$  表示)不一定是介於( $T_{min}, T_{IC}$ )之間的一個數值。理論上，Tang and Teunter (2006)指出週期時間  $T$  和平均總理想成本  $TC_{IC}(T)$  是一個 convex 的函數關係，理想的  $T$  值應是等於  $T_{IC}$ 。但是額外成本和批量生產順序有密切的關係，卻又沒有明確的函數關係。額外成本呈現不規則的變化，所以週期時間  $T$  和平均總成本  $TC$  不是一個完美的 convex 函數關係。再加上生產速率改變之因素，這意味著最佳週期時間  $T_{opt}$  不一定等於  $T_{IC}$ 。無法明確知道  $TC(T)$  的函數曲線，增加了搜尋  $T_{opt}$  的困難度。為了確保能找到  $T_{opt}$ ，本研究將搜尋的值域範圍設定為( $T_{min}, T_{IC} + (T_{IC} - T_{min})/2$ )，以 BSH 用二分搜尋的方式找出  $T_{opt}$ 。BSH 是將已找到的( $T, TC(T)$ )依  $T$  值從小到大存入集合  $W$  中，令  $t_w$  為集合  $W$  的第  $w$  個  $T$  值；接著找到目前最佳的  $T$  值(假設為  $t_w$ )，接著以二分法概念搜尋時點  $T = (t_{w-1} + t_w)/2$  和  $T = (t_w + t_{w+1})/2$  的相對平均總成本，並將這兩個  $T$  值端點加入集合  $W$  中。BSH 是藉由找到到目前為止的最佳  $T$  值後，逐步同步減少相鄰左右兩端點的二分之一的搜尋空間，直到( $t_{w+1} - t_{w-1}$ )或是  $|TC(t_{w+1}) - TC(t_{w-1})|$  小於一特定值時，便可結束 BSH 的程序。

因此，已知公式(1)的條件下，搜尋最佳  $T$  值以找到最低平均總成本的過程可以描述如下：

1. 令  $T_{LF} = T_{min}$ ,  $T_{RG} = T_{IC} + (T_{IC} - T_{min})/2$ ，分別求出在  $T$  等於  $T_{LF}$  和  $T_{RG}$  時的平均總成本，將( $T_{LF}, TC(T_{LF})$ )和( $T_{RG}, TC(T_{RG})$ )加入集合  $W$  中，並依  $T$  值從小到大排列。
2. 令  $T_{MID} = (T_{LF} + T_{RG})/2$ ，求出  $T$  等於  $T_{MID}$  時的平均總成本，將( $T_{MID}, TC(T_{MID})$ )加入集合  $W$  中，並依  $T$  值從小到大排列。
3. 令  $t_w$  是集合  $W$  內第  $w$  個  $T$  值，擁有最低的平均總成本，進行下列的計算：
  - A. 若相鄰的左端點  $t_{w-1}$  存在，則計算  $T$  值為  $(t_{w-1} + t_w)/2$  以及相對的平均總成本，將( $(t_{w-1} + t_w)/2, TC((t_{w-1} + t_w)/2)$ )加入集合  $W$ 。
  - B. 若相鄰的右端點  $t_{w+1}$  存在，則計算  $T$  值為  $(t_w + t_{w+1})/2$  以及相對的平均總成本，將( $(t_w + t_{w+1})/2, TC((t_w + t_{w+1})/2)$ )加入集合  $W$ 。
  - C. 令  $dist = |TC(t_{w+1}) - TC(t_{w-1})|$ 。
4. 若  $dist$  小於一特定值，則找出最低的平均總成本  $TC_{opt} = TC(t_w)$  以及最佳  $T$  值  $T_{opt} = t_w$ 。若  $dist$  不小於一特定值，則回到步驟 3。

### 3.2 找出最佳平均總成本 $TC_{opt}$

當  $T$  是已知時，則求解 ELSPR 的平均總成本和可行性排程之步驟可以描述如下：

1. 依據產品的回流率  $\beta_i$  從小到大之順序，逐一地排定各產品的製造批量之開工時間，建立製造批量的生產順序  $f^m$ 。第一個製造批量的整置開始時間是在時點 0，任兩個製造批量間沒有 slack time。
2. 基於製造批量的生產順序，計算重製批量的理想整置開始時間  $ISST_i^r$ ，來求解重製批量的生產順序  $f^r$ 。而重製批量的

實際整置開始時間可以用下列方式來決定：

- A. 第一個重製批量的實際整置開始時間是從該批量的理想整置開始時間和在最後一個製造批量的實際完工時間兩者中取大值。
  - B. 若前一個批量的完工時間晚於下一個批量的理想整置開始時間，則前一個批量完成後，下一個批量立即開始整置作業。
  - C. 若前一個批量的完工時間早於下一個批量的理想整置開始時間，則等到理想整置開始時間或是已無多餘 slack time 才進行整置作業。
3. 合併  $f^m$  和  $f^r$ ，形成一完整的生產順序  $f$ 。檢查最後一個批量的完工時間是否超過共同週期  $T$  的結束時點。若有此現象，須要做排程的反向修正。依據下列方式來修正批量之實際整置開始時間：
- A. 若最後一個批量的完工時間晚於時點  $T$ ，則最後批量的完工時間應修正為  $T$ ，且須要重新計算此批量的實際整置開始時間。
  - B. 若後一個批量的實際整置開始時間早於前一個批量的完工時間，則前一個的完工時間等於後一個批量的實際整置開始時間，並重新修改前一個批量的實際整置開始時間。
  - C. 若後一個批量的實際整置開始時間晚於前一個批量的完工，則停止排程的反向修正。
4. 反向修正後的批量生產順序  $f$  之解答以  $S$  表示，其相對的平均總成本以  $TC_S$  表示。若所有產品的  $Z_i$  均等於 0，表示沒有額外持有成本，此時批量的生產順序和開工時間即為最佳解；若某些產品的  $Z_i \neq 0$ ，表示會有額外持有成本，此時可以使用 2-opt 搜尋法，藉由交換某兩個批量的生產位置，以找出是否有機會可以求得更低的平均總成本。當任兩個批量的生產位置交換，必須依據特定步驟重新排定新生產順序中各個批量的開工時間：

#### 4. 範例和實驗

本研究以表 1 的 3 個範例來驗證在 CC 法下簡單排程法和 BSH(結合二分搜尋法和簡單排程法)求解應用彈性速率法的 ELSPR 之表現。本研究使用 AMD 3.0G Celeron CPU 和 512MB 記憶體配備的桌上型電腦來執行本節的範例。表 1 是三個範例的產品之參數。不考量整置時間的要求，範例 1 的產能使用率( $= \sum_i ((d_i(1 - \beta_i) / p_i^m) + (d_i\beta_i / p_i^r))$ )是 0.38，範例 2 和 3 的產能使用率則是 0.636。

表 2 列出求解的結果。從表 2 之數據，有一些事項需要說明，。本研究依序說明如下：

1. 在 Tang and Teunter (2006)的 ELSPR 模式時，週期時間和理想成本是一個 convex 曲線，故在時點  $T_{IC}$  的理想成本可以視為全域的成本下限，應用公式(2)即可求得所有產品的理想成本。而本研究的 ELSPR 模式之成本下限是在週期時間  $T_{IC}$  下，依據公式(7)計算得到的。
2. 以 BSH 求解 Tang and Teunter (2006)或本研究的 ELSPR 模式，會分別得到最佳的週期時間  $T_{opt}$ 。 $T_{opt}$  不等於  $T_{IC}$  的原因是因為這兩個時點之額外成本的差異，導致  $TC(T_{opt})$  比  $TC(T_{IC})$  要來的低。但是，以成本下限而言， $TC_{IC}(T_{IC})$  要比  $TC_{IC}(T_{opt})$  來的低。

依據表 3 的數據可以得到一些有趣的結果，本研究分別說明如下：

1. 在相同的求解方法下，應用彈性速率法的 ELSPR 確實可以比傳統的 ELSPR 有更低的平均總成本。這具體說明了彈性速率法降低存貨持有成本的效果。
2. 整體來說，ELSPR 模式若能應用彈性速率法降低存貨持有成本，加上 BSH 搜尋最佳週期時間的效益，將可以得到最佳的平均總成本。

#### 5. 結論

最近幾年，ELSPR 日漸受到重視。本研究探討在 CC 法下如何使用彈性變動生產速率的方式來降低產品的存貨持有成本，並發展一個以二分搜尋法為基礎的簡單的啟發式解法來求解 ELSPR。本研究的範例顯示，以二分搜尋法為基礎的簡單啟發式解法的求解表現非常良好，普遍比傳統方法為佳，但高於成本下限幅度甚大，這表現成本下限設定過低或解答方法仍有改善的空間。一個大規模的隨機數值實驗將被用來進一步地驗證本研究的二分搜尋法為基礎的簡單啟發式方法之求解效率。

表 1 Case 1 到 Case 3 的產品參數

	需求率		製造批量			重製批量			製造批量		重製批量		回流率
	$d_i$	$a_i^m$	$s_i^m$	$p_i^m$	$a_i^r$	$s_i^r$	$p_i^r$	$h_i^m (*10^7)$	$h_i^r (*10^7)$	$\beta_i$			
	Case 1	Case 2, 3						Case 1, 2	Case 3	Case 1, 2	Case 3		
1	100	284	14	0.125	17400	27	0.125	29500	27	323	11	53	0.13
2	100	15	6	0.125	11600	19	0.125	4200	490	9445	88	3357	0.03
3	200	372	3	0.25	12500	13	0.25	7300	531	9417	111	5049	0.05
4	400	620	6	0.125	14400	5	0.125	14000	417	3074	192	1418	0.32
5	20	59	111	0.5	1300	138	0.5	1100	11604	3438	655	716	0.29
6	20	65	22	0.25	11400	93	0.25	2400	1115	1170	394	2174	0.45
7	6	67	369	1	2100	316	1	900	6250	8892	1233	1755	0.18
8	85	109	189	0.5	900	144	0.5	400	24583	259	4566	104	0.37
9	85	150	345	0.75	1000	240	0.75	600	3750	2480	653	445	0.91
10	100	116	9	0.125	5300	6	0.125	4100	167	2085	27	363	0.38

表 2 不同解法求解 ELSPR 模式的表現

	Tang and Teunter's (2006)方法				BSH (應用彈性速率法)				improv. <sup>1</sup> (%)
	Lower Bound <sup>1</sup>	Cycle Time	Total Cost (A)	above the LB (%)	Lower Bound	Cycle Time	Total Cost (B)	above the LB (%)	
Case 1	22.58	149.06	27.84	23.29	21.322	190.967	21.91	2.758	21.30
Case 2	35.22	117.84	35.23	0.03	30.424	123.355	33.74	10.899	4.23
Case 3	49.12	84.489	49.16	0.08	41.772	114.738	42.73	2.293	13.08

<sup>1</sup>: improvement (100%) = (B - A) \* 100 / A。

## 二、參考文獻

- [1] Boctor, F. F. (1987) "The G-group Heuristic for Single Machine Lot Scheduling," *International Journal of Production Research*, Vol. 25, 363-379.
- [2] Buzacott, J.A. and I.A. Ozkarahan (1983) "One and Two-Stage Scheduling of Two Products with Distributed Inserted Idle Time: The Benefits of a Controllable Productions Rate," *Naval Research Logistics Quarterly*, Vol. 30, 675-696.

- [3] Chang, Y.-J. and M.-J. Yao (2011) "New Heuristics for Solving the Economic Lot Scheduling Problem with Reworks", *Journal of Industrial Management and Optimization*, Vol. 7, 229-551.
- [4] Elmaghraby, S.E. (1978) "The Economic Lot Scheduling Problem (ELSP): Review and Extension," *Management Science*, Vol. 24, No. 6, 587-598.
- [5] Eynan, A. (2003) "The Benefit of Flexible Production Rate in the Economic Lot Scheduling Problem," *IIE Transactions*, Vol. 35, 1057-1064.
- [6] Gallego G. (1993) "Reduced Production Rates in the Economic Lot Scheduling Problem," *International Journal Production Research*, Vol. 31, No. 5, 1035-1046.
- [7] Khouja, M. (1999) "A Note on 'Deliberately Slowing Down Output in a Family Production Context.'," *International Journal of Production Research*, Vol. 37, No. 17, 4067-4077.
- [8] Moon, D. H. and D. P. Christy (1998) "Determination of Optimal Production Rates on a Single Facility with Dependent Mold Lifespan," *International Journal of Production Economics*, Vol. 54, 29-40.
- [9] Moon, I., G. Gallego and D. Simchi-Levi (1991) "Controllable Production Rates in a Family Production Context," *International Journal of Production Research*, Vol. 29, No. 12, 2459-2470.
- [10] Moon, I., E. A. Silver and S. Choi (2002) "Hybrid Genetic Algorithm for the Economic Lot-Scheduling Problem," *International Journal of Production Research*, Vol. 40, No. 4, 809-824.
- [11] Mabini, M. C., L. M. Pintelon and L. F. Gelders (1992) "EOQ Type Formulations for Controlling Repairable Inventories," *International Journal of Production Economics*, Vol. 28, 21-33.
- [12] Richter, K. (1996a) "The EOQ and Waste Disposal Model with Variable Setup Numbers," *European Journal of Operational Research*, Vol. 95, 313-324.
- [13] Richter, K. (1996b) "The Extended EOQ Repair and Waste Disposal Model," *International Journal of Production Economics*, Vol. 45, 443-448.
- [14] Schrady, D.A. (1967) "A Deterministic Inventory Model for Repairable Items," *Naval Research Logistics Quarterly*, Vol. 14, 391-398.
- [15] Sheldon, R. (1986) *The Lot Scheduling Problem in the Hierarchy of Decision Models*, Ph.D. dissertation, School of OR & IE, Cornell University, Ithaca, NY, 14850, USA.
- [16] Silver, E.A. (1990) "Deliberately Slowing Down Output in a Family Production Context," *International Journal of Production Research*, Vol. 28, 17-27.
- [17] Tang, Ou and Ruud Teunter (2006) "Economic Lot Scheduling Problems with Returns," *Production and Operations Management*, Vol. 15, 488-497.
- [18] Teunter, R. H. (2001) "Economic Ordering Quantities for Recoverable Item Inventory Systems," *Naval Research Logistics*, Vol. 48, 484-495.
- [19] Teunter, R. H. (2004) "Lot-sizing for Inventory Systems with Product Recovery," *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 46, 431-441.
- [20] Teunter, Ruud, Ou Tang and K. Kaparis (2009) "Heuristics for the Economic Lot Scheduling Problem with Returns," *International Journal of Production Economics*, Vol. 118, No. 1, 323-330.

## 國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：本研究已完成相關的研究並於 2010 年工工學會年會發表研討會論文，至於期刊論文正在撰寫中。

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文：已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利：已獲得 申請中 無

技轉：已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本研究的經濟批量排程問題可適用於石化業、製藥業、皮革業和電子業等。而有回流狀況的經濟批量排程問題符合目前綠色供應鏈的要求，針對瑕疵品能回收處理後再銷售。而彈性速率法能有效率的降低成本，是一個不錯的排程技巧，能有效地降低業者的總成本。

本研究探討的主題能進一步地加入檢驗或是使用期限的限制，讓本研究的議題更加貼近業者關注的焦點，也可以提高本研究議題的實用性。

## 國科會補助專題研究計畫項下出席國際學術會議心得報告

日期：\_\_年\_\_月\_\_日

計畫編號	NSC — 99 — 2221 — E — 029 — 011		
計畫名稱	求解應用彈性速率法的有回流狀況之經濟批量排程問題		
出國人員姓名	張育仁	服務機構及職稱	東海大學資訊管理系
會議時間	99年12月10日 至 99年12月13日	會議地點	上海復旦大學
會議名稱	(中文)第八屆最佳化技術和應用國際研討會  (英文) the 8 <sup>th</sup> International Conference on Optimization: Techniques and Applications		
發表論文題目	(中文)使用固定速率法求解有重製狀況的經濟批量排程問題  (英文) Using the Fixed Production Rate Setting to Solve the Economic Lot Scheduling Problem with Reworks		

### 一、參加會議經過

2010年第八屆最佳化技術與應用國際研討會(the 8<sup>th</sup> International Conference on Optimization: Techniques and Applications)於2010年12/10-12/13在中國大陸上海復旦大學舉行，此國際會議是每隔三年舉辦一次，主題是討論各種最佳化技術(如作業研究和人工智慧等方法)在不同領域的研究和應用，有些論文則是純數學方法的推導。此次研討會共有數百篇論文發表。研討會的議程共有四天，除了安排與會學者做論文報告外，更邀請多位知名學者做專題演講。

### 二、與會心得

從本次研討會安排多場的專題演講，可以看出有以下兩個重要的趨勢：

1. 綠色供應鏈的發展：有鑑於環境保護和資源耗用日漸受到重視，如何在整個供應鏈的運作上，包括產品的設計、製造、運送以及回收等問題上考量上述兩個議題便成為企業關注的焦點。目前歐盟已逐步要求在歐洲販賣電子產品的企業必須逐步減少有害環境之原物料的使用，並負擔日後產品報廢的回收工作。這

將引發供應鏈運作的重大變革，相對地也提供了一個重要的研究趨勢。

2. 最佳化技術的擴展：傳統以來最佳化技術以作業研究為主，但涵蓋各種人工智慧技術和演算法。由於此研討會是以最佳化為重點，因此可以看到各種不常見的最佳化技術的應用和研究，大大擴展了對最佳化這個領域的了解。

### 三、考察參觀活動(無是項活動者略)

(無)

### 四、建議

近幾年大陸舉辦國際研討會的次數越來越頻繁，但是品質參差不齊。但大陸大學生參加踴躍，甚至可以上台用英文報告。相對來說，台灣學生在這方面是要多加學習。

### 五、攜回資料名稱及內容

the 8<sup>th</sup> International Conference on Optimization: Techniques and Applications 論文集

### 六、其他

(無)



## 國科會補助專題研究計畫項下出席國際學術會議心得報告

日期：\_\_年\_\_月\_\_日

計畫編號	NSC — 99 — 2221 — E — 029 — 011		
計畫名稱	求解應用彈性速率法的有回流狀況之經濟批量排程問題		
出國人員姓名	張育仁	服務機構及職稱	東海大學資訊管理系
會議時間	99年12月10日 至 99年12月13日	會議地點	上海復旦大學
會議名稱	(中文)第八屆最佳化技術和應用國際研討會  (英文) the 8 <sup>th</sup> International Conference on Optimization: Techniques and Applications		
發表論文題目	(中文)使用固定速率法求解有重製狀況的經濟批量排程問題  (英文) Using the Fixed Production Rate Setting to Solve the Economic Lot Scheduling Problem with Reworks		

### 一、參加會議經過

2010年第八屆最佳化技術與應用國際研討會(the 8<sup>th</sup> International Conference on Optimization: Techniques and Applications)於2010年12/10-12/13在中國大陸上海復旦大學舉行，此國際會議是每隔三年舉辦一次，主題是討論各種最佳化技術(如作業研究和人工智慧等方法)在不同領域的研究和應用，有些論文則是純數學方法的推導。此次研討會共有數百篇論文發表。研討會的議程共有四天，除了安排與會學者做論文報告外，更邀請多位知名學者做專題演講。

### 二、與會心得

從本次研討會安排多場的專題演講，可以看出有以下兩個重要的趨勢：

1. 綠色供應鏈的發展：有鑑於環境保護和資源耗用日漸受到重視，如何在整個供應鏈的運作上，包括產品的設計、製造、運送以及回收等問題上考量上述兩個議題便成為企業關注的焦點。目前歐盟已逐步要求在歐洲販賣電子產品的企業必須逐步減少有害環境之原物料的使用，並負擔日後產品報廢的回收工作。這

將引發供應鏈運作的重大變革，相對地也提供了一個重要的研究趨勢。

2. 最佳化技術的擴展：傳統以來最佳化技術以作業研究為主，但涵蓋各種人工智慧技術和演算法。由於此研討會是以最佳化為重點，因此可以看到各種不常見的最佳化技術的應用和研究，大大擴展了對最佳化這個領域的了解。

### 三、考察參觀活動(無是項活動者略)

(無)

### 四、建議

近幾年大陸舉辦國際研討會的次數越來越頻繁，但是品質參差不齊。但大陸大學生參加踴躍，甚至可以上台用英文報告。相對來說，台灣學生在這方面是要多加學習。

### 五、攜回資料名稱及內容

the 8<sup>th</sup> International Conference on Optimization: Techniques and Applications 論文集

### 六、其他

(無)

無研發成果推廣資料

99 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：張育仁		計畫編號：99-2221-E-029-011-					
計畫名稱：求解應用彈性速率法的有回流狀況之經濟批量排程問題(I)							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數(含實際已達成數)	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	1	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 (本國籍)	碩士生	2	2	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	1	100%		
		專書	0	0	100%		章/本
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 (外國籍)	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>無</p>
--	----------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

# 國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表  未發表之文稿  撰寫中  無

專利： 已獲得  申請中  無

技轉： 已技轉  洽談中  無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本研究的經濟批量排程問題可適用於石化業、製藥業、皮革業和電子業等。而有回流狀況的經濟批量排程問題符合目前綠色供應鏈的要求，針對瑕疵品能回收處理後再銷售。而彈性速率法能有效率的降低成本，是一個不錯的排程技巧，能有效地降低業者的總成本。

本研究探討的主題能進一步地加入檢驗或是使用期限的限制，讓本研究的議題更加貼近業者關注的焦點，也可以提高本研究議題的實用性。