

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## TFT-LCD 廠之限制驅導式現廠排程與需求鏈整合系統之建構 (II) 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 95-2221-E-216-027-  
執行期間：95年08月01日至96年07月31日  
執行單位：中華大學工業管理學系

計畫主持人：吳鴻輝

計畫參與人員：碩士級-專任助理：吳滄浩、蔡黛萍

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 96 年 09 月 28 日

TFT-LCD 廠之限制驅導式現場排程與需求鏈

整合系統之建構(II)

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC 94-2213-E-216-011-

執行期間：95 年 08 月 01 日至 96 年 07 月 31 日

計畫主持人：吳鴻輝 教授

共同主持人：

計畫參與人員：

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：中華大學科技管理研究所

中華民國 96 年 8 月 13 日

## 摘要

薄膜液晶顯示器(TFT-LCD)的製造主要是由三大生產製程所組成，分別為前段列陣(Array)製程、中段液晶面板(Cell)製程和後段模組(Module)製程。各製程是以一座廠為單位在獨立運作，而各廠各有其內部獨特的管理特性。國內TFT-LCD的主要製造廠商，都具備了這三大製程，由於每一廠商的每段製程都有先後投資的不同世代的廠區，因此TFT-LCD廠商是屬於擁有多座多世代的多廠區工廠。在液晶顯示器景氣的大起大落及液晶循環加速的壓力下，TFT-LCD廠要提升其快速回應產業景氣的製造管理能力，將會面臨下列管理問題：(1)如何降低Array廠與Cell廠的製造時間與不穩定度；(2)如何提升Array廠與Cell廠的有效產出；(3)廠與廠間的物料或產能如何配合；及(4)因應快速起落景氣循環的存貨水準要如何掌握。

基於這些需求，本計畫嘗試提供一套**TFT-LCD之限制驅導式現場排程與需求鏈整合系統之構建**技術，以滿足國內TFT-LCD廠之管理需求，這套系統主要是架構在以限制理論(TOC)為基礎的生產管理與供應鏈的整合解決方案，即由限制驅導式現場排程系統(Drum-Buffer-Rope)與限制理論需求鏈管理系統(Demand Chain)兩部份整合而成。本研究結果將可供國內TFT-LCD廠商參考，以提升其快速回應產業景氣的製造管理能力。

關鍵字：薄膜液晶顯示器、限制理論、限制驅導式現場排程方法、需求鏈管理、瓶頸作業迴流、供應鏈

## Abstract

The main manufacturing processes of TFT-LCD are composed of Array process, Cell process and Module process. Each process is executed by a stand alone plant and has different management focus. The major TFT-LCD companies in Taiwan own several plants for each process. An internal supply chain is then composed of these multi-site plants for a TFT-LCD company. To improve the manufacturing management capability for quick response to market, the TFT-LCD company will face the following difficult problems: (1)how to decrease the cycle time of Array plant and Cell plant; (2)how to increase the throughput of Array plant and Cell plant; (3)how to cooperate the capacity of different plants; and (4)how to rationalize the inventory level.

An integration of DBR and demand chain for TFT-LCD plants is proposed in the project to overcome the above problems. This system is composed of the Drum-Buffer-Rope production solution and demand chain solution of TOC. The prototype developed by this research will be referenced by the TFT-LCD company.

Key Words: TFT-LCD, TOC, DBR, Demand Chain, Bottleneck Reentry, Supply Chain.

## 目 錄

摘 要 .....	I
Abstract.....	I
目 錄 .....	II
表目錄 .....	III
圖目錄 .....	IV
1. 前 言 .....	1
2. 文獻探討.....	1
3. 系統模組之架構.....	2
4. 模組驗證.....	6
5. 結論與討論.....	8
參考文獻 .....	9

## 表目錄

表 2. 1 Nelson 八項的異常管制圖判讀檢定規則.....	2
-----------------------------------	---

## 圖目錄

圖 4.1 模組原料庫存備料評估分析圖 .....	7
圖 4.2 模組原料庫存補貨評估分析圖 .....	7
圖 4.3 模組原料庫存水準評估分析圖.....	8
圖 4.4 原料庫存水準結合管制圖評估分析圖.....	8

## 1. 前言

在目前整個 TFT-LCD 供應鏈的生產規劃上，是以計畫型生產(Make to stock, MTS)為主，若以各製程為考量下，則上游的陣列製程及組立製程的規劃方式是經由預測得到的需求量，並將其以平準化的方式展開，而此規劃模式即為 MTS，也是所謂存貨式生產，至於下游的模組製程則是為了避免堆積過多的存貨所帶來的風險，所以採用接單後組裝(Make to Order, MTO)的生產策略。然而在不同的規劃上，各製程所追求的目標則會有很大差異，如在計畫型生產著重的是產出的量，也就是所謂的產能導向，而接單式生產所重視的是滿足客戶的需求，即客戶會有指定的零組件、供應商等需求，所以為了滿足客戶的要求，物料的供應以及訂單的達交則是其考量的重心。然而在整個 TFT-LCD 供應鏈在此規劃的模式下，則會產生以下的問題：

- (1) 庫存水準無法有效掌握：由於目前的 TFT-LCD 產業都是根據預測所得到的需求量進行生產，然而隨著產業的景氣循環變化下，則很難有精準的預測，因此造成庫存水準無法有效掌握。
- (2) 各廠之間無法配合：在 TFT-LCD 供應鏈上的各製程，由於其有不同的生產策略而導致有不一致的目標，因此很容易落入追求各單一廠的局部目標，而忽略整個供應鏈的需求。

所以必需有一套機制來協調供應鏈上下游的生產，並且可以依需求變化變化而調整。Goldratt 博士在其暢銷企管小說「絕不是靠運氣(It's Not Luck)」中【7】，提出了限制理論(Theory of Constraints, TOC)在供應鏈上應用之概念與方法，而目前最通用的補貨模式包含了定量補貨法，如(s,S)及定期補貨法，如(R,S)、(R,Q)。在這兩種補貨法裡，其補貨量(Q)或最大存貨量(S)是由 EOQ 決定，主要考量的方向著重在成本，如存貨持有成本、訂購成本等，而限制理論在供應鏈上應用的概念則是考量其所耗用的數量，即用多少補多少的觀念，依照補貨頻率以決定其補貨的數量。

## 2. 文獻探討

### 2.1 TFT-LCD 規劃方式

在目前現有 TFT-LCD 整體規劃上，可分成長、中、短三個時期。以長期規劃而言，主要是由業務部門預測終端各個客戶對於各產品之需求量，並經由彙總得到各產品之預測需求量後，將其轉換為各產品之月預測需求量。而到了中期產銷規劃(Sales and Operations Planning, S&OP)時，根據月預測需求量以及搭配關鍵性物料供應商的供料計畫，以滿足預測需求為目標，排定月生產計畫，並經由物管部門針對關鍵原物料進行採購，將未來的物料需求預測資訊傳遞給供應商作為備料的參考。最後的短期生產規劃時，主生產排程(Master Scheduling)則會承接由中期產銷規劃所得到的月生產計畫，將此計畫的投入量與產出量，利用平準化的方式展開【33】。

### 2.2 TOC 供應鏈管理

從 TOC 的角度觀看存貨，存貨並不是資產，只能當作是緩衝，滿足在供應鏈上潛在的工作站之間的協調，以及滿足產出。但在整個供應鏈上，由於製程時間很長，當需要滿足客戶的時間，遠超過顧客所能等待時間時，為了滿足客戶之需求，只能準備更多的存貨，而導致存貨水準居高不下【4】。為了因應市場改變，限制理論(TOC)所提出來的供應鏈補貨機制則是以客戶需求為考量，維持少量庫存的存貨水準，依照銷售多少量

就補多少量的觀念，來滿足顧客需求【7】。TOC 供應鏈補貨機制由 Dr. Goldratt(1994) 首先提出，他認為過去管理的方式都是由上游的工廠不斷生產，利用“推”式”(Push)的作法，將庫存往後送到下游的倉庫，而導致存貨越積越多的問題產生。為了解決此問題，他提出必須先改變過去對庫存管理的方式，以“拉”(Pull)的觀念取代原本“推”(Push)的做法，並將庫存從靠近客戶的地區轉移到靠近工廠，並與客戶建立互信之補貨系統。目前有關於 TOC 供應鏈解決方案是否能有效應用，目前也被很多學者討論【9、10、13】。

### 2.3 緩衝管理與統計製程管制

一般的緩衝管理，主要是以空洞的大小和分佈來當作判斷的依據，而緩衝劃分的區塊並無一定的標準，但主要將緩衝均分為三等分【1】。統計製程管制 SPC(Statistical Process Control ,SPC)主要分成上限管制線、中心線及下限管制線三等分，用以判斷是否有異常。吳【2】則將緩衝管理結合 Nelson 八項異常管制圖的監控法則，監控其變化情趨勢，並判讀是否出現異常，進而調整緩衝大小，如表 2.1。

表 2.1 Nelson 八項的異常管制圖判讀檢定規則

法則 1.	逸出管制界限
法則 2.	連續 3 點有 2 點在 A 區或其外
法則 3.	連續 5 點有 4 點在 B 區或其外
法則 4.	連續 8 點在中心線同一邊
法則 5.	連續 6 點朝同方向上升或下降
法則 6.	連續 14 點一上一下猶如盪鞦韆般
法則 7.	連續 8 點全落在中心線的兩外側，但沒有點在 C 區中
法則 8.	連續 15 點全落在 C 區內

## 3. 系統模組之架構

本計劃首先會介紹限制理論需求鏈管理系統的基本觀念，接著則是探討如何將此觀念應用在 TFT-LCD 廠。然而在整個 TFT-LCD 供應鏈上的各個庫存主要分成兩部分，一為原料庫存，主要是提供 TFT-LCD 上各製程的需求物料，如陣列原料庫存、組立原料庫存以及模組原料庫存；而另一庫存則為成品庫存，主要是存放 TFT-LCD 上各製程加工完後的存貨，如陣列成品庫存、組立成品庫存以及模組成品庫存。最後，本計劃則進一步應用緩衝管理以及結合統計製程管制(SPC)的觀念，監控各個庫存水準是否位於合理水位，以提供決策者判斷。

### 3.1 限制理論供應鏈補貨機制(TOC-SCRS)

限制理論需求鏈管理系統(Demand Chain, DC)是架構在供應鏈對外的介面或是廠與廠之間的存貨補貨機制，以提供供應鏈對外或是廠與廠之間物料與產能之協調，並依景氣或是市場狀況有彈性的調整供應鏈的存貨水準。需求鏈管理的觀念是供應鏈管理的新趨勢【5、14】，強調不要以預測的需求來推或拉生產，而要以實際需求來拉生產的管理技術【4、8】。由於要以供應鏈末端的實際需求來拉生產，因此需求鏈需要建立在兩種機制上，其一是及時且完整的供應鏈網路資訊的整合平台機制，其二是敏捷的補貨與存貨管理機制，目前有關需求鏈管理的文獻大都是前者的研究【6、8、11、12、15】，限制理論需求鏈管理技術則提出了一套新的存貨管理方法，包含了限制理論供應鏈補貨機制(TOC Supply Replenishment , TOC-SCRS)以及限制理論需求鏈的緩衝管理(TOC Demand Chain Buffer Management TOC-DCBM)。

限制理論需求鏈管理系統的基本觀念，則是在供應鏈上的每一個點(即工廠、倉庫



或零售點)都採行補貨機制，在每期銷售量(即過去每日或每週本據點之銷售量或本據點下游之總需求量或總購買量)已知下，該機制共有 3 種參數，分別為各產品之補貨時間、最大庫存量及補貨量等，詳細定義說明如下：

(1) 補貨時間：是補貨頻率與補貨前置時間兩者之總和。

- 補貨頻率是多久補貨一次之時間，即從上一次下補貨(採購)單到這一次下補貨單的間隔時間。
- 補貨前置時間：下補貨單後多久貨可以送達之等候時間，這個時間可能是因為上游需要生產之生產時間或從上游運送到本據點所需之裝載與運送時間等。

(2) 最大庫存量：在本據點過去一段時間銷售記錄中，依補貨時間之長短，評估在連續的補貨時間長度內的最大銷售量，例如補貨時間為 3 天，則根據過去銷售記錄中，累加連續 3 天的銷售量中之最大值，即為本據點之最大庫存量。換言之，最大庫存量是由補貨時間與過去一段時間之銷售量所決定，因此其關係可表示如下列式子 3.1。

$$\text{最大庫存量} = f(\text{補貨時間}, \text{每期銷售量}) \quad (3.1)$$

(3) 補貨量：每次補貨時之下單量，為上一次下補貨(採購)單到這一次下補貨單之間本據點之總銷售量，即用多少補多少之意，例如補貨頻率為兩天補貨一次，則每次的補貨量即為最近兩天之銷售量。換言之，補貨量是由補貨頻率與補貨期間之銷售量所決定，因此其關係可表示如下列式子 3.2：

$$\text{補貨量} = f(\text{補貨頻率}, \text{每期銷售量}) \quad (3.2)$$

### 3.2 TOC-SCRS 應用於 TFT-LCD 廠之架構

在 TFT-LCD 產業裡，主要分成三大製程，陣列製程、組立製程及模組製程。應用限制理論供應鏈補貨機制(TOC-SCRS)的觀念，在供應鏈上的每一個庫存都採行補貨機制。考量各製程有各自的原物料、半成品、零組件、成品庫存等等，本研究將 TFT-LCD 之庫存，區分為六大塊，分別為陣列原料、陣列成品、組立原料、組立成品、模組原料以及模組成品庫存。如圖 3.1 所示。

在 TFT-LCD 的六大庫存，會以  $p$  來代表各庫存，而其所容納的存貨單位則以  $i$  來表示。如  $p=1$  則代表模組成品庫存，其存貨單位則是已經過模組廠組裝後的面板，如 17 吋 WA1 型號的面板監視器、15 吋 XA1 型號的筆記型電腦等產品。 $p=2$  則是模組原料庫存，其存貨單位是尚未經過模組廠組裝的面板，如 15 吋面板、17 吋面板等面板半成品。 $p=3$  則是組立成品庫存，其存貨單位是已經過組立廠切割作業後的面板，其庫存單位和模組廠之半成品庫存一樣，唯一不同的地方則是一個是存放在組立廠，而另一個則是存放在模組廠。 $p=4$  則是組立原料庫存，其存貨單位是尚未經過組立廠加工和切割的玻璃基板，如 15 吋玻璃基板、17 吋玻璃基板等半成品。 $p=5$  則是陣列成品庫存，其存貨單位和組立廠原料庫存是同樣尚未經過組立廠切割的玻璃基板，一般來說，陣列製程和組立製程的位置接近，因此在陣列製程加工完後的玻璃基板會存放在玻璃基板庫存裡，以提供組立製程使用，但考量到兩製程間還有些許的搬運前置時間，以及目前 TFT-LCD 供應鏈已經發展為多廠區的環境，也就是陣列製程或是組立製程都有不只一個廠區，造成庫存的管理不易，因此本研究則將陣列製程與組立製程之間的庫存區分為二，一個為陣列成品庫存，而另一個為組立原料庫存。至於  $p=6$  則是陣列原料庫存，其存貨單位則是尚未經過陣列廠加工的玻璃基板，而此玻璃基板是來自於各個供應商所供應的原物料。

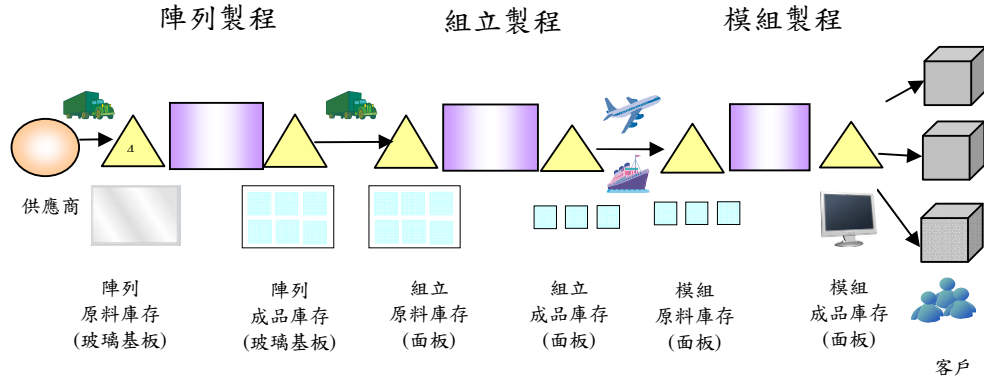


圖 3. 1TFT-LCD 之庫存

所需已知參數符號說明如下：

$J$ : 評估總週期數，本文以日為期間單位。

$j$ : 評估週期期間， $j=1, 2, \dots, J$ 。

$i$ : 產品種類， $i=1, 2, \dots, I$

$P$ : 庫存別，1 為模組成品庫存，2 為模組原料庫存，3 為組立成品庫存，4 為組立原料庫存，5 為陣列成品庫存，6 為陣列原料庫存。

$D_{i,p,j}$ : 產品  $i$  庫存  $p$  在第  $j$  期產品  $i$  之需求量。

$FR_{i,p}$ : 產品  $i$  庫存  $p$  之補貨頻率；每次下單的間隔時間，即多久訂購一次。

$RRT_{i,p}$ : 產品  $i$  庫存  $p$  之採購前置時間；為下訂單到收到產品的間隔時間，即多久送到。

$TRR_{i,p}$ : 產品  $i$  庫存  $p$  之補貨時間；為補貨頻率加上採購前置時間，即

$$TRR_{i,p} = FR_{i,p} + RRT_{i,p}。$$

所需未知參數符號說明如下：

$S_{i,p,j}$ : 產品  $i$  庫存  $p$  在第  $j$  期之存貨量。

$Q_{i,p,j}$ : 產品  $i$  庫存  $p$  在第  $j$  期之訂購量。

$R_{i,p,j}$ : 產品  $i$  庫存  $p$  在第  $j$  期之進貨量。

在各庫存裡的每個產品，都有其最大存貨緩衝( $Buffer_{i,p}$ )，其評估方法為收集過去一段時間之各個產品需求/銷售資料，而  $j$  表示過去之時間點，如  $j=1$  代表目前時間點的前 1 天， $j=2$  為目前時間點的前 2 天，並依補貨時間之長度計算連續補貨時間長度內之累計需求/銷售量，並找出其中最大者，如式 3.3 所示。

$$Buffer_{i,p} = Max \left( \sum_{x=j}^{j+TRR_{i,p}-1} D_{i,p,x} \quad , \quad j = 1, \dots, (J - TRR_{i,p} + 1) \right) \quad (3.3)$$

經由式 3.3 求得最大緩衝後，在每次補貨頻率( $FR_{i,p}$ )時間長度內產生一訂購量( $Q_{i,p,j}$ )，而訂購量的大小則是各庫存裡之各產品在補貨頻率期間內之連續需求量。如式 3.4 所示

$$Q_{i,p,j} = \begin{cases} \sum_{w=j-FR_{i,p}+1}^j D_{i,p,w}, & \text{if } (j/FR_{i,p}) \text{ 餘數} = 0 \\ 0, & \text{else} \end{cases}, \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (3.4)$$

評估進貨量的時間點則是發生在各製程之製造廠接到需要生產的數量時，再加上補貨的製造前置時間。而由式 3.5 則可求得進貨量為補貨頻率期間內之連續需求量。

$$R_{i,p,j} = Q_{i,p,j-RRT_{i,p}}, \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (3.5)$$

根據每期需求量、補貨量與前一期期末存貨，可求得當期期末存貨為前一期期末存貨水準減去當期需求量再加上當期進貨量，如式 3.6 所示：

$$S_{i,p,j} = S_{i,p,j-1} - D_{i,p,j} + R_{i,p,j}, \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (3.6)$$

### 3.3 緩衝管理結合統計製程管制

#### (1) 成品管理系統

TFT-LCD 產業中各製程廠區的成品存貨是用來滿足下游廠，在 TOC 提出的需求鏈管理(DCM)技術下，主要分成接單出貨模組、成品補貨(生產)評估模組以及成品庫存水準評估模組，並且透過存貨管理系統(IMS)與成品倉庫進行聯繫，而成品倉庫也透過 IMS 來進行回饋，使系統可以更有效的控制。

##### i. 接單出貨模組

依據下游訂單的需求，評估出貨的可行性，若可行則告知現有存貨管理系統(IMS)，準備訂單的出貨；若不足，則評估下急單的可行性，並告知成品補貨(生產)評估模組評估下單生產。

##### ii. 成品補貨(生產)評估模組

此模組包含了限制理論供應鏈補貨機制(TOC-SCRS)以及限制理論需求鏈的緩衝管理(TOC-DCBM)。前者主要是依照補貨時間、最大庫存量以及補貨量等三種參數，向 DBR 管理子系統提出補貨需求；而後者則是用來監控 IMS 各產品的存貨量是否安全，如果已出現在危險區則要向 DBR 管理子系統發出該產品的趕工訊號，兩者的差異在於發出訂單的緊急性，如 TOC-SCRS 只依照參數以提出補貨需求，卻無法監控其存貨是否過高或過低，而 TOC-DCBM 正可彌補此劣勢，搭配一起使用則可向 DBR 管理子系統發出補貨需求，以及包含訂單的緊急程度。

##### iii. 成品庫存水準評估模組

此模組參考吳【2】所提出將結合管制圖(SPC)以及使用 Nelson 八項的異常管制圖當作判讀與檢定，如圖 3.2 所示，評估各產品在最大庫存量水準的合理性，是否太高或太低，並予以調整。根據緩衝管理的原理，如果常常發出產品存貨量過低的危險訊號，並且判斷出為異常，則表示該產品的存貨水準太低，應該予以提高；反之，如果很少出現產品存貨量過低的危險訊號，而判斷出為異常，則表示該產品的存貨水準過高，應該予以降低各產品的存貨水準。

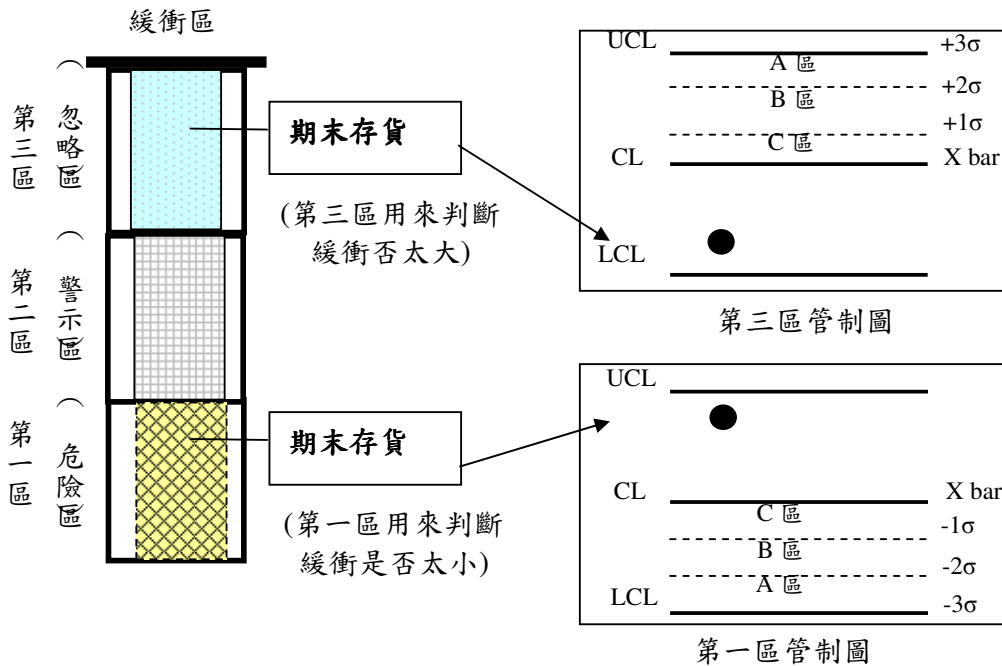


圖 3.2 緩衝管理與管制圖整合模型

(2) 原料管理系統

TFT-LCD 產業中各製程廠區的原料存貨是用來備足 DBR 管理子系統的投料排程，在 TOC 提出的 DCM 技術下，主要分成備料評估模組、原料補貨評估模組以及原料庫存水準評估模組，並且透過存貨管理系統(IMS)與原料倉庫進行聯繫，而原料倉庫也透過 IMS 來進行回饋，使系統可以更有效的控制。

i. 備料評估模組

依據 DBR 管理系統的投料需求，評估備料時間及可行性，若可行則告知現有存貨管理系統(IMS)，準備訂單的備料；若不足，則評估下急單的可行性，並告知原料補貨評估模組評估向上游廠下單。

ii. 原料補貨評估模組

此模組包含了限制理論供應鏈補貨機制(TOC-SCRS)以及限制理論需求鏈的緩衝管理(TOC-DCBM)。前者主要是依照補貨時間、最大庫存量以及補貨量等三種參數，向上游廠提出原料補貨需求；而後者則是用來監控 IMS 各原料的存貨量是否安全，如果已出現在危險區則要向上游廠發出該原料的趕工訊號，兩者的差異在於發出訂單的緊急性，如 TOC-SCRS 只依照參數以提出補貨需求，卻無法監控其存貨是否過高或過低，而 TOC-DCBM 正可彌補此劣勢，搭配一起使用則可向上游廠發出補貨需求，以及包含訂單的緊急程度。

iii. 原料庫存水準評估模組

此模組的功能和成品庫存水準評估模組相同，都是參考吳【2】所提出將結管管制圖(SPC)以及使用 Nelson 八項的異常管制圖當作判讀與檢定，評估各原料在最大庫存量水準的合理性，是否太高或太低，並予以調整。

#### 4. 模組驗證

由於管理成品存貨的三種模組，以及管理原料的三種模組，彼此的功能是相同的，只是監控的對象一個為成品而另一個為原料，因此在模組驗證的部份，在本研究只針對

管理原料的三種模組做說明。

#### 4.1 備料評估模組

在此介面中，首先需選擇要監控的庫存，其次選擇評估的模組，則可得知在此模組分析下得到的結果，如圖 4.1 所示，若以模組原料庫存為例，在備料評估模組裡選擇 17 吋面板半成品庫存做說明，則可判斷出是否可以滿足模組廠的需求，若是無法滿足，則可計算出缺貨量的多寡，並向上游的組立成品庫存提出緊急需求。

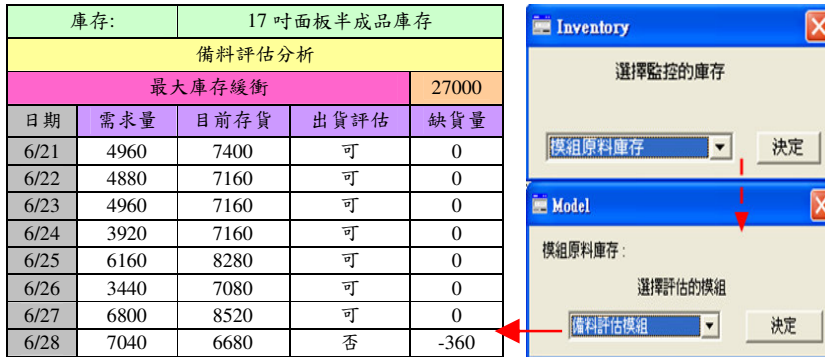


圖 4.1 模組原料庫存備料評估分析圖

#### 4.2 原料補貨評估模組

原料補貨評估模組主要是監控原料的存貨量是否安全，若是在危險區則向上游廠發出該原料的緊急補貨需求，如圖 4.2 所示，在模組原料庫存區裡，則可由原料補貨評估模組依據補貨頻率、補貨時間及最大存貨緩衝等三種參數，求得出該原料的補貨時間點、補貨數量以及緊急程度，若以 17 吋面板半成品庫存為例，則可發現在 4/6~4/8 已經位於危險區，即可將此緊急需求資訊發給上游組立廠。

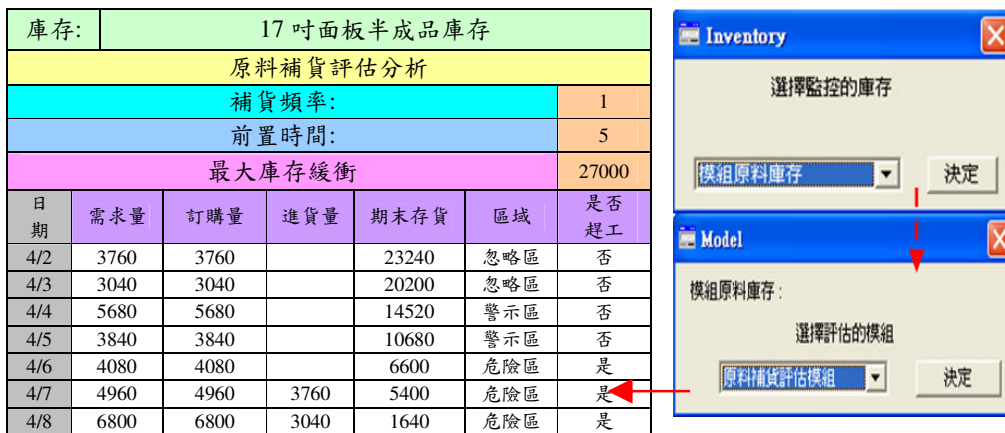


圖 4.2 模組原料庫存補貨評估分析圖

#### 4.3 原料庫存水準評估模組

原料庫存水準評估模組主要是結合管制圖(SPC)評估原料的最大存貨緩衝水準是否合理，如太高或太低則可予以調整。如圖 4.3 所示，則可分析原料庫存水準中 17 吋面板半成品庫存是否為異常，如果發生異常，則可進一步找尋是違反哪一條法則，以供決策者判斷是否將此原料的存貨水準提高或是降低。

庫存:	17 吋面板半成品庫存		
原料庫存水準評估分析			
	最大庫存:	2700	
日期	存貨	是否異常	違反法則
5/31	5480	否	無
6/1	3560	否	無
6/2	4040	否	無
6/3	5800	否	無
6/4	6040	否	無
6/5	6280	否	無
6/6	7080	否	無
6/7	5560	否	無
6/8	2920	否	無
6/9	200	否	無
6/10	1240	是	2



圖 4.3 模組原料庫存水準評估分析圖

如圖 4.4 所示，在 Nelson 八項的異常管制圖檢定規則下，則可判斷出違反了 Nelson 八項異常管制圖的第 2 項法則，連續 3 點有 2 點在 A 區，由於是發生在危險區，因此代表存貨水準過低而發生異常，因此可供決策者參考是否增加存貨水準。

庫存:	17 吋面板半成品庫存				
原料庫存水準評估分析					
	最大庫存:	27000			
日期	存貨	是否異常	違反法則	緩衝區	區域
5/24	5720	否	無	危險區	無
5/25	5880	否	無	危險區	無
5/26	7800	否	無	危險區	無
5/27	6760	否	無	危險區	無
5/28	5960	否	無	危險區	無
5/29	4840	否	無	危險區	無
5/30	6840	否	無	危險區	無
5/31	5480	否	無	危險區	無
6/1	3560	否	無	危險區	C 區
6/2	4040	否	無	危險區	C 區
6/3	5800	否	無	危險區	無
6/4	6040	否	無	危險區	無
6/5	6280	否	無	危險區	無
6/6	7080	否	無	危險區	無
6/7	5560	否	無	危險區	無
6/8	2920	否	無	危險區	B 區
6/9	200	否	無	危險區	A 區
6/10	1240	是	2	危險區	A 區

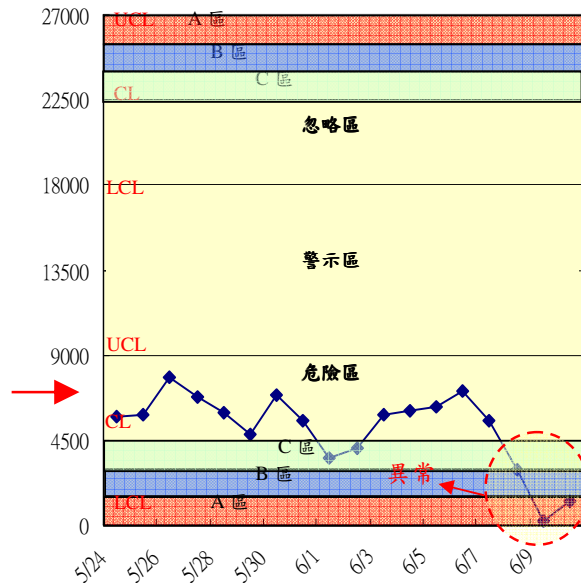


圖 4.4 原料庫存水準結合管制圖評估分析圖

## 5. 結論與討論

現今 TFT-LCD 供應鏈上，其需求資訊是來自於末端製程預測各產品的需求，經由彙整計算後再傳達給上游製程生產，然而預測與實際的需求之間差異變化很大，再加上

TFT-LCD 供應鏈上的各製程彼此追求的目標不一致，容易造成供需之間不穩定的現象，往往鏈上的存貨累積很多，卻無法實際滿足客戶所要的產品。因此本研究提出一套 TFT-LCD 限制理論供應鏈需求整合系統的技術，強調在不以預測生產而是以鏈上實際的需求生產，在鏈上的各庫存依照管理成品存貨的接單出貨模組、成品補貨評估模組、成品庫存水準評估模組等三種模組，或是管理原料存貨的備料評估模組、原料補貨評估模組、原料庫存水準評估模組等三種模組，評估出各產品或是原料如何進行補貨，以及監控其存貨量是否安全，並且結合管制圖(SPC)分析其存貨水準是否過高或過低而須予以調整。

### 參考文獻

1. 吳鴻輝與李榮貴，「限制驅導式現場排程與管理技術」，修訂版，全華科技圖書股份有限公司(2001)。
2. 吳鴻輝與吳滄浩,2003,「限制驅導式現場排程之緩衝時間控制模式研究」,中國工業工程學會九十二年度年會論文集(光碟片),建國技術學院.
3. 林則孟、黃建中、陳子立與陳盈彥，「TFTLCD 多廠區生產鏈之生產規劃架構」，2003 產業電子化運籌管理學術暨實務研討會，逢甲大學(2003)。
4. Cole, H. and Jacob, D., *Introduction to TOC Supply Chain*, AGI institute, 2002.
5. Fisher, M.L., Hammond, J.H., Obermeyer, W.R. and Raman, A., “Making supply meet demand in an uncertain world,” *Harvard Business Review*, May-June, 83-94(1994).
6. Frohlich, M.T. and Westbrook, R., “Demand chain management in manufacturing and services: web-based integration, drivers and performance,” *Journal of Operations Management*, 20, 729-745(2002).
7. Goldratt, E.M. “It’s Not Luck”, Gower, England, 1994.
8. Heikkila, J., “From supply to demand chain management: efficiency and customer satisfaction,” *Journal of Operations Management*, 20,747-767(2002).
9. Holt, J. R., “TOC in Supply Chain management,” 1999 Constraints Management Symposium Proceedings, 85-87, March 22-23, Phoenix, AZ, U.S.A.1999..
10. Perez, J.L., “TOC for world class global supply chain management,” *Computers Industrial Engineering*, 33, 289-293, 1997.
11. Kaihara, T., “Supply chain management with market economics,” *International Journal of Production Economics*, 73, 5-14 (2001).
12. Lummus, R.R. and Vokurka, R.J., “Managing the demand chain through managing the information flow: Capturing ‘Moment of information’,” *Production and Inventory Management Journal*, First Quarter,16-20(1999).
13. Smith, D. A., “Linking the Supply Chain Using the Theory of Constraints Logistical Applications and a New Understanding of the Role of Inventory/Buffer Management,” “ 2001 Constraints Management Technical Conference Proceedings, 64-67, March 19-20, San Antonio, Texas, U.S.A. 2001.
14. Vollmann, T.E., Cordon, C. and Heikkila, J., “Teaching supply chain management to business executives,” *Production and Operations Management*,9,1,81-90(2000).
15. Williams, T., Maull, R. and Ellis, B., “Demand chain management theory: constraints and development from global aerospace supply webs,” *Journal of Operations Management*, 20, 691-706(2002).

附錄為已發表的三篇相關研討會論文：

1. 吳鴻輝、蔡黛萍，「限制理論供應鏈補貨機制之研究」，中華大學(2006)。
2. 吳鴻輝、蔡昇宏，「限制理論供應鏈補貨機制與製造業應用之研究-以面板模組廠為例」，中華大學(2006)。
3. Wu, H. H., Tsai, S. H., and Tsai, T.P., “The Application of the TOC Replenishment System in TFT-LCD Module Plant,” submitted to the 22<sup>nd</sup> European Conference on Operation Research, July 8-11, 2007, Prague, Czech Republic (2006).



# 限制理論(TOC)供應鏈補貨機制之研究

吳鴻輝

蔡黛萍

hhwu@chu.edu.tw

m09403030@chu.edu.tw

中華大學科技管理研究所

## 摘要

供應鏈由下游零售商或顧客、配銷商一直到上游工廠所組合而成，其在各點彼此之資源整合以因應市場需求是企業及學術界共同關注的議題；而為了減少供應鏈上長鞭效應的影響，各點存貨的控管亦是重要的關鍵。本研究針對限制理論供應鏈補貨機制(TOC Supply Chain Replenishment System, TOC-SCRS)建立其模式架構及探討，並以EXCEL軟體進行不同因子及參數大小對TOC 供應鏈補貨機制之影響，最後再以平均存貨及標準差等績效指標來分析補貨時間及補貨頻率在 TOC 供應鏈補貨機制中之影響性。

**關鍵字：**供應鏈、Theory of Constraints(TOC)、限制理論供應鏈補貨機制(TOC-SCRS)。

## 壹、序論

供應鏈(Supply Chain)為從最終消費者需求開始，貫穿從產品設計、到最初原材料供應、生產、批發、零售等過程，中間經過運輸和倉儲，把產品送到最終用戶的各項業務活動(林則孟，2006)。一配銷系統由工廠、區域倉庫及零售商或消費者所構成，其產品流從工廠完成後送至區域倉庫，再從區域倉庫送至零售商或消費者；而資訊流則從零售商或消費者往上傳遞至工廠，如圖 1(Yuan, et al., 2003)。理想的狀態為零售商或顧客能夠快速地從區域倉庫拿到貨品，但由於再穩定的市場都會受到需求的波動而被影響，因此，區域倉庫就必須保有一定的庫存量提供下游所需。

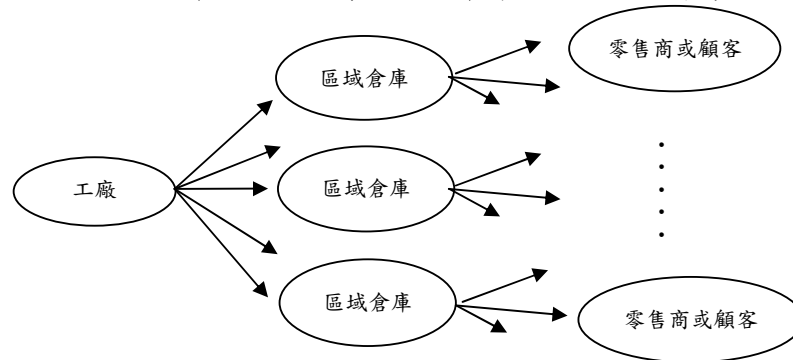


圖 1：傳統配銷系統

自 1915 年 EOQ 模式問世後，許多學者便針對存貨提出許多有效的存貨管理系統，亦提供許多公司解決存貨管理上許多幫助(Harris, 1913)，後來又有定期補貨(ex: (R,S)、(R,s,S)等)、持續補貨 ex: (s,S)、(s,Q)等)、MRP(Material Requirements Planning)、存貨 ABC 分類法、JIT(just in time)、快速回應(Quick Responses)、限制理論供應鏈補貨機制(TOC-SCRS)等存貨管理方法，以供在各種環境下存貨管理方法之參考。

由於存貨短缺所造成的損害要比存貨過剩來得大，因此，就整個供應鏈的最大獲利而言，必須確保任何最終消費者都能買到所要的商品，儘可能地將商品存貨靠近顧

客的地方，以便滿足最終消費者之需求，此時容易造成銷售點或上游倉庫存貨過高的情形發生；而另一種存貨管理方法則為了避免過多的存貨所造成的損失，必須將庫存儘可能放於最源頭的地方(即工廠)，以避免市場變化可能造成的損失，此時，便造成了存貨管理兩難與衝突，如圖 2(Yuan, et al., 2003)。

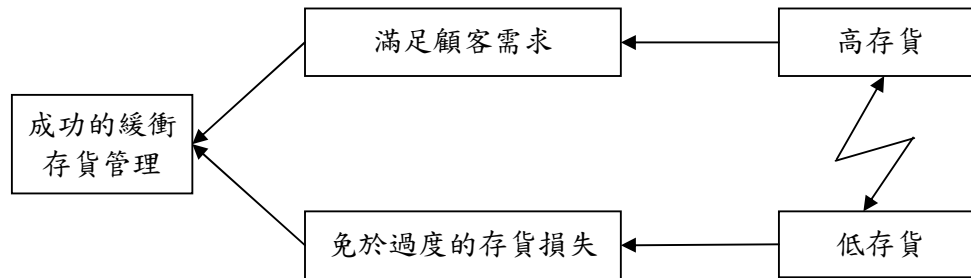


圖 2：存貨管理之衝突圖

然而由於市場環境中日漸強調產品生命週期短、需求變動大，且商業型態日漸強調個人化需求，快速回應顧客需求成為目前企業需要著重的目標。為了避免因需求不穩定或需求預測變異而產生的長鞭效應[Lee, et al., 1997]，並維持低存貨水準、滿足客戶之服務水準，Goldratt(1994)提出了一套以 TOC 為基礎的供應鏈補貨機制，即限制理論補貨機制(Theory of Constraints replenishment method)，強調以市場需求為導向，在區域倉庫前建立一中央倉庫，並將庫存集中於此，以用多少補多少的觀念運用於此，以便控制存貨。有關 TOC 供應鏈補貨解決方案之有效及成效，近年來亦被多位學者討論(Holt, et al., 1999；Perez, 1997；Simatupang, et al., 2004；Smith, 2001；Yuan, et al., 2003)，但鮮少有學者對此機制有更深入之研究，因此本研究主要針對 TOC 供應鏈補貨機制提出其模式，並在各種因子下探討其行為。

## 貳、文獻探討

### 一、供應鏈與存貨管理

根據林則孟(2006)對供應鏈的定義為從產品設計到最初原材料供應、生產、批發、零售等過程，中間經過運輸和倉儲，把產品送到最終用戶的各項業務活動。部分學者也將供應鏈分為「推式」(Push)與「拉式」(Pull)兩種。在傳統的生產環境中屬於推式型態，其中生產預測以長期的預測為基礎，通常製造商根據從零售商那裡收到的訂單來預測顧客需求，如物料需求計畫(Manufacturing Requirement Planning, MRP)。運用於存貨控制上其方法例如有：連續盤點(Continuous Review)及定期盤點制(Periodic Review)等傳統存貨控制系統。其中連續盤點制包含： $(s, Q)$ 存貨政策及 $(s, S)$ 存貨政策；定期盤點制包含： $(R, S)$ 存貨政策、 $(R, s, S)$ 存貨政策(Silver, et al., 1998)。拉式為基礎的供應鏈中，生產和配銷是以需求為導向，因此生產是以實際顧客需求，而非以預測資料為依據，因此，供應鏈採用快速資訊流動機制來傳輸顧客需求給生產設施，以求能在最短時間內將顧客需求傳達給供應鏈後端。其較典型的方法為 JIT(Just in Time) 即時化系統(Simchi-Levi, et al., 2000；葉清江、賴明政, 2005)，若用在存貨控制上即為在產品的需求時點以 L4L(Lot-for-Lot)之訂購方式做補貨的動作(Harris, 1913)。

### 二、TOC 供應鏈管理

由於傳統的補貨方法皆從降低成本為出發點，為求得單位成本最小，便採取以大批量方式補貨，卻也使得存貨水準居高不下。為因應市場改變，限制理論(TOC)所提出來的供應鏈補貨機制亦為拉式(Pull)系統，以「產出觀」觀念來建立，維持庫存少量

的存貨水準以及出貨或銷售多少就補多少貨，來滿足顧客需求(Goldratt，1994)。

TOC 供應鏈補貨機制由 Dr. Goldratt(1994)首先提出，他認為要解決上述的問題必須先改變過去對庫存管理的方式，將原本“推”(Push)的做法改成以客戶需求為主“拉”(Pull)的觀念，以及將庫存從靠近客戶的地方回流到源頭，即中央倉庫，並與客戶建立互信之補貨系統，如圖 3。

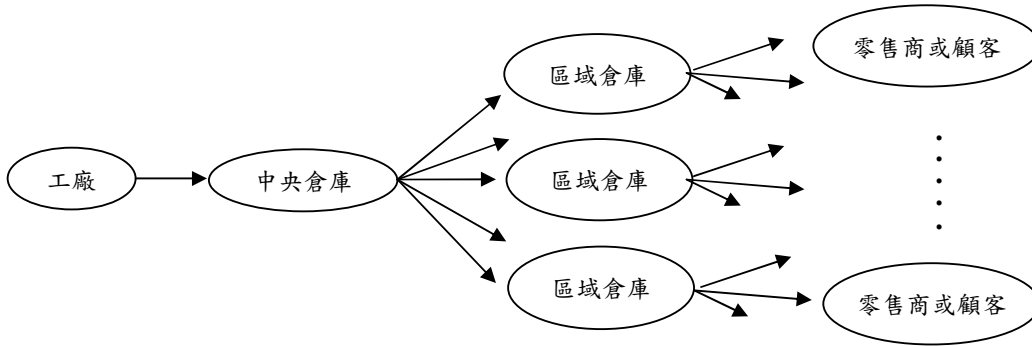


圖 3：TOC 配銷系統

### 參、TOC 供應鏈補貨機制

#### 一、基本觀念與符號說明

TOC 供應鏈補貨機制建立在用多少即補多少的觀念，為了使倉庫不發生缺貨及滿足下游需求的情況發生，庫存水準的建立及控制就顯得格外重要。TOC 供應鏈補貨機制中區域倉庫之最大存貨緩衝(Buffer Level)為補貨時間(TRR)內之最大需求，其中補貨時間為補貨頻率(Frequency of Replenishment, FR)與採購前置時間(Reliable Replenishment Time, RRT)之和，如圖 4。

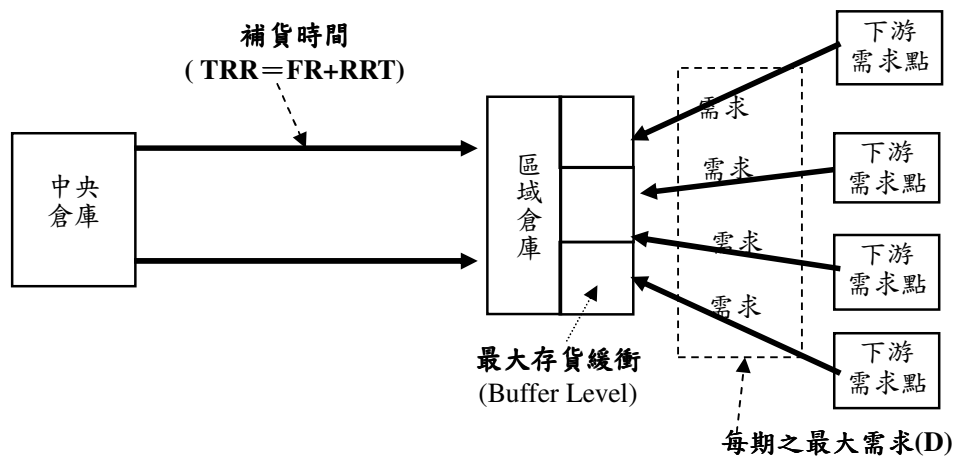


圖 4：TOC 供應鏈補貨機制之模式

所需已知參數符號說明如下：

$J$ : 評估總週期數，本文以日為期間單位。

$j$ : 評估週期期間， $j=1,2,\dots,J$ 。

$i$ : 產品種類， $i=1,2,\dots,I$ 。

$D_{i,j}$ : 產品  $i$  在第  $j$  期產品  $i$  之需求量。

$FR_i$ : 產品  $i$  之補貨頻率；每次下單的間隔時間，即多久訂購一次，例如 2 天訂購一次。

$RRT_i$ : 產品  $i$  之採購前置時間；為下訂單到收到產品的間隔時間，即多久送到，例如運送時間為 3 天。

所需未知參數符號說明如下：

$S_{i,j}$ : 產品  $i$  在第  $j$  期之存貨量。

$Q_{i,j}$ : 產品  $i$  在第  $j$  期之訂購量。

$R_{i,j}$ : 產品  $i$  在第  $j$  期之進貨量。

$Buffer_i$ : 產品  $i$  之最大存貨緩衝，區域倉庫供未來補貨時間內需求量之最大庫存緩衝。

## 二、最大存貨緩衝(Buffer Level)評估方法

各產品有其最大存貨緩衝( $Buffer_i$ )，其評估方法為收集過去一段時間之需求/銷售資料，依補貨時間之長度計算連續補貨時間長度內之累計需求/銷售量，並找出其中最大者，如(式 1)所示。

$$Buffer_i = \text{Max} \left( \sum_{x=j}^{j+(TRR_i-1)} D_{i,x} , j=1,2,\dots,(J-TRR_i+1) \right) \quad (\text{式 1})$$

若已知產品 a 過去二十天之銷售量分佈，補貨時間為三天，可經由(式 1)計算出各連續補貨時間長度內之連續銷售量，並找出最大者為從第十四天至第十六天之連續銷售量  $Buffer_a = \text{Max} \{ (4+7+3), (7+3+2)\dots, (11+7+5) \} = 28$ ，如表 1 所示。

表 1：某產品過去連續二十天之銷售量及累計銷售量

期間(天)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
需求/銷售量	4	7	3	2	8	5	12	7	4	9	1	4	7	11	8	9	1	11	7	5
連續三天銷售量			14	12	13	15	25	24	23	20	14	14	12	22	26	<b>28</b>	18	21	19	23

## 三、訂購量模式

在求出最大庫存緩衝(Buffer Level)後，根據每期需求量以 TOC 供應鏈補貨機制，在每次補貨頻率時間長度內產生一訂購量( $Q_{i,j}$ )，且訂購量大小為補貨頻率期間內之連續需求量，如(式 2)所示：

$$Q_{i,j} = \begin{cases} \sum_{w=j-FR_i+1}^j D_{i,w} , & \text{if } (j/FR_i) \text{ 餘數} = 0 \\ 0 , & \text{else} \end{cases} , j=1,2,\dots,J \quad (\text{式 2})$$

若產品 a 未來二十天內之每日需求量分別如下，補貨頻率為 2 天，採購前置時間為 1 天。由於  $FR_a$  為兩天，因此每隔兩天會產生一訂購量，如：當第二天( $j=2$ )時，由於  $(j/FR_a)=(2/2)=0$ ，餘數為零，因此有訂購量  $Q_{a,2}=D_{a,1}+D_{a,2}=11$  件；第四天( $j=4$ )時， $(j/FR_a)=(4/2)=2$ ，餘數為零，產生訂購量  $Q_{a,4}=D_{a,3}+D_{a,4}=18$ ，以此類推，其二

十天之訂購量計算結果如表 2 所示：

表 2：訂購量計算結果

期間(天)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
需求量(件)	8	3	11	7	5	9	4	8	6	10	4	9	5	3	8	7	11	6	6	8
訂購量		11		18		14		12		16		13		8		15		17		14

計算出訂購量後，即可評估進貨量( $R_{i,j}$ )的時間點在產生訂購量後經採購前置時間長度後發生，且進貨量同為採購前置時間前的訂購量，如(式 3)所示：

$$R_{i,j} = Q_{i,j-RRT_i}, j=1,2,\dots,J \quad (式 3)$$

承表 2，若產品 a 未來二十天之每日需求量分別如下，補貨頻率為 2 天，採購前置時間為 1 天。由於第二天有一訂購量( $Q_{a,2}=11$ )，因此在經過  $RRT_a$  後，即第三天會有一進貨量，且數量同為訂購量  $R_{a,3}=Q_{a,3-RRT_a}=Q_{a,3-1}=Q_{a,2}=11$ ；第五天之訂購量為  $R_{a,5}=Q_{a,5-RRT_a}=Q_{a,5-1}=Q_{a,4}=18$ ，以此類推，其二十天進貨量結果如表 3 所示。

表 3：進貨量計算結果

期間(天)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
訂購量		11		18		14		12		16		13		8		15		17		14	
進貨量			11		18		14		12		16		13		8		15		17		14

#### 四、各期存貨水準模式

根據每期需求量、補貨量與前一期期末存貨，可求得當期期末存貨為前一期期末存貨水準減去當期需求量再加上當期進貨量，如(式 4)所示：

$$S_{i,j} = S_{i,j-1} - D_{i,j} + R_{i,j}, j=1,2,\dots,J \quad (式 4)$$

承表 1 結果，若產品 a 未來二十天之每日需求量分別如下，補貨頻率為 2 天，採購前置時間為 1 天。第三天期末存貨  $S_{a,3} = S_{a,3-1} - D_{a,3} + R_{a,3} = S_{a,2} - D_{a,3} + R_{a,3} = 37 - 11 + 11 = 37$ ；第四天期末存貨  $S_{a,4} = S_{a,4-1} - D_{a,4} + R_{a,4} = 37 - 7 + 0 = 30$ ，以此類推，完成未來二十天每日存貨變化如表 4。

表 4：TOC 供應鏈補貨機制之存貨變化

期間(天)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
需求量(件)	8	3	11	7	5	9	4	8	6	10	4	9	5	3	8	7	11	6	6	8	
訂購量		11		18		14		12		16		13		8		15		17		14	
進貨量			11		18		14		12		16		13		8		15		17		14
期末存貨(48)	40	37	37	30	43	34	44	36	42	32	44	35	43	40	40	33	37	31	42	34	

#### 五、不同補貨時間對存貨之影響

根據 TOC 供應鏈補貨機制，庫存水準(Buffer Level)為補貨時間(TRR)內之最大需求。以表 5 產品 a 過去二十四天銷售量為例，當  $TRR=4$  時，從第四天開始可求得前

四天(含第四天)之連續銷售量，以此類推，共二十一個值；並從中取其最大值為  $Buffer_a = \text{Max} \{ (32+36+35+22), (36+\dots+26)\dots, (32+\dots+31) \} = 127$ 。當 TRR 為八天時，庫存水準為從第八天開始計算並取最大連續八天之銷售量  $Buffer_a = \text{Max} \{ (32+36+\dots+27), \dots, (36+\dots+35) \} = 242$ ，每天計算連續庫存緩衝如表 5 所示，由此可知，每期需求量與 TRR 的時間長度決定了 Buffer Level 之大小。

表 5：TRR<sub>a</sub> 不同下之最大庫存緩衝

期間(天)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
銷售量	32	36	35	22	26	24	21	27	35	24	30	34
連續四天銷售量				125	119	107	93	98	107	107	116	123
連續八天銷售量								223	226	214	209	221
期間(天)	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
銷售量	26	35	25	33	30	24	30	29	32	29	35	31
連續四天銷售量	114	125	120	119	123	112	117	113	115	120	125	<b>127</b>
連續八天銷售量	221	232	236	242	237	237	237	232	238	232	<b>242</b>	240

## 六、不同補貨頻率及採購前置時間對存貨之影響

由於訂購量在每次補貨頻率時間長度內產生，且  $Q_{ij}$  為每次訂貨週期時間內的需  
求量，因此  $FR_i$  為決定訂購量的因子；而進貨量為每隔採購前置時間長度後產生，且  
 $R_{ij}$  同為訂購量，因此  $RRT_i$  為決定進貨時間點的因子。而補貨時間(TRR)由補貨頻率(FR)  
及採購前置時間(RRT)所組成，故以 TRR=8 為例，補貨頻率(FR)為大值(FR=TRR-1)  
及小值(FR=1)對存貨有何影響。以表 6、7 連續二十天需求量為例，當 FR=1, RRT=7，  
及 FR=7, RRT=1 時，表 6 及表 7 之期末存貨大不相同，本研究將對此在第肆章做進  
一步探討。

表 6：FR=1, RRT=7 時之存貨變化

期間(天)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
需求量	23	33	29	35	38	28	38	37	28	31	31	27	38	27	27	26	36	33	27	26
訂購量	23	33	29	35	38	28	38	37	28	31	31	27	38	27	27	26	36	33	27	26
進貨量								23	33	29	35	38	28	38	37	28	31	31	27	38
期末存貨(378)	355	322	293	258	220	192	154	140	145	143	147	158	148	159	169	171	166	164	164	176

表 7：FR=7, RRT=1 時之存貨變化

期間(天)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
需求量	23	33	29	35	38	28	38	37	28	31	31	27	38	27	27	26	36	33	27	26
訂購量							224							219						
進貨量								224							219					
期末存貨(378)	355	322	293	258	220	192	154	341	313	282	251	224	186	159	351	325	289	256	229	203

## 肆、實驗設計與分析結果

### 一、環境及參數設定

由於影響存貨水準的主要因子有每日平均需求量、需求標準差與補貨時間  
(TRR)，因此本研究以高、中、低每日平均需求量；高、中、低需求標準差，長、短  
TRR 值及長、短 FR 值等因子，建立起三十六種組合。

依據不同水準之因子組合，以某產品為例，其每日平均需求為 100、300 及 500 件，需求標準差為需求之 5%、10%、20%，TRR 值為 5 與 10 時 FR 及 RRT 分別為 1、4 與 1、9 天，如表 9 所示。本實驗以 EXCEL 軟體進行模擬，每日需求量呈常態分配，且期初 Buffer 值為已知；依照不同因子參數進行  $3 \times 3 \times 2 = 36$  次實驗，且同一組參數進行 200 天實驗以求得具代表性之數據。而系統期初狀態時，即有根據來自前幾期的需求量而產生的進貨量，因此可將此 200 天皆視為穩態的情況。最後，模擬三十六組之實驗結果再分別以期末平均存貨、存貨標準差、存貨最大值等三種績效指標，來探討 TRR、RRT 與 FR 對存貨之影響。

表 9：參數資料設定

變數名稱	參數值	
每日平均需求量(件)	每日平均需求：100, 300, 500	
需求標準差	每日平均需求之百分比：5%, 10%, 20% 即需求標準差為：100×0.05, 100×0.1, 100×0.2; 300×0.05, 300×0.1, 300×0.2; 500×0.05, 500×0.1, 500×0.2	
TRR(天)	TRR=5	FR=1, RRT=4 (TRR=FR+RRT)
		FR=3, RRT=1
	TRR=10	FR=1, RRT=9
		FR=9, RRT=1

## 二、實驗結果

根據表 9 之參數進行實驗，當每日平均需求相同、標準差越大時，系統之最大存貨水準會略增，且當 TRR 越大，其最大存貨緩衝(Buffer Level)值與系統之最大存貨值越高；當每日平均需求與標準差越大，則系統之最大存貨水準亦會隨之增高，且 TRR 值越大，最大存貨值亦越高。可知補貨時間(TRR)之長度決定了最大存貨緩衝(Buffer Level)值與系統之最大存貨值，如圖 5。

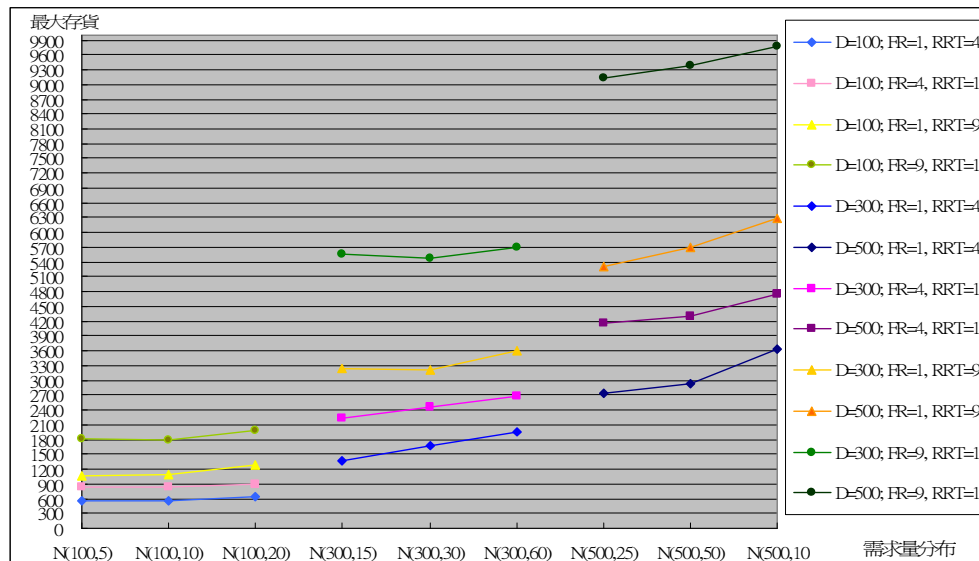


圖 5：最大期末存貨之分布

根據表 9 之參數進行實驗，當每日平均需求與標準差為相同分布，補貨時間(TRR)為短、長值(本文分別以 5、10 天為例)時，後者之最大存貨緩衝較大，系統期初存貨水準亦較高，因此期末平均存貨水準相對偏高；反之則平均存貨水準偏低，如圖 6 所

示。

探討 TRR 為固定值，FR 及 RRT 為不同分布時，分別與平均存貨水準之關係。當 TRR 較短，FR 為大、小值(TRR=5, FR=1, RRT=4，與 TRR=5, FR=4, RRT=1)時，其平均存貨量後者較前者稍高；當 TRR 較長，FR 為大、小值(TRR=10, FR=1, RRT=9，與 TRR=10, FR=9, RRT=1)時，後者平均存貨量有較明顯差距；且隨著每日需求及標準差增加，平均存貨量亦逐漸增高。因此，當 TRR 固定下，FR 為大值時，其平均存貨水準較 FR 為小值時高，且 FR 越高則對存貨水準有越大程度之影響，即 FR 值決定了期末平均存貨水準的高低，如圖 6 所示。

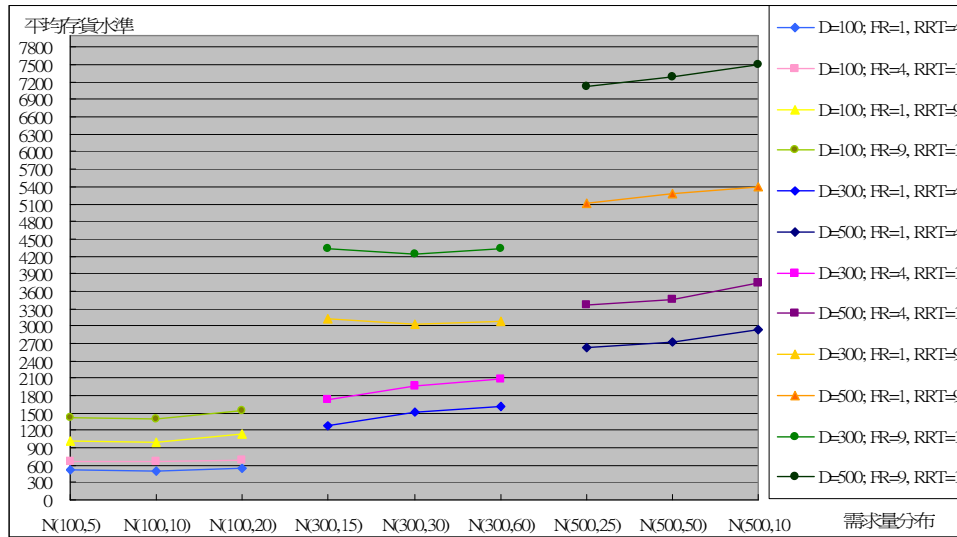


圖 6：平均存貨水準之分布

存貨標準差方面，當每日平均需求與標準差為相同分布、TRR 為大、小值，且 FR 皆為小值(FR=1, RRT=4 與 FR=1, RRT=9)時，其期末之存貨標準差並無明顯影響；當 FR 皆為大值(FR=4, RRT=1 與 FR=9, RRT=1)時，其期末之存貨標準差會隨著 FR 值越大而相異變大。因此可知在每日平均需求固定下，當 TRR 值越高，對存貨標準差並無直接影響；但當 TRR 越高且 FR 為大值時，其存貨標準差越高；反之則較無明顯差異。當每日平均需求與標準差變動越大或在每日平均需求與標準差為相同分布，且 TRR 越高且 FR 值為大值時，期末存貨標準差之差異又更顯著，如圖 7 所示。



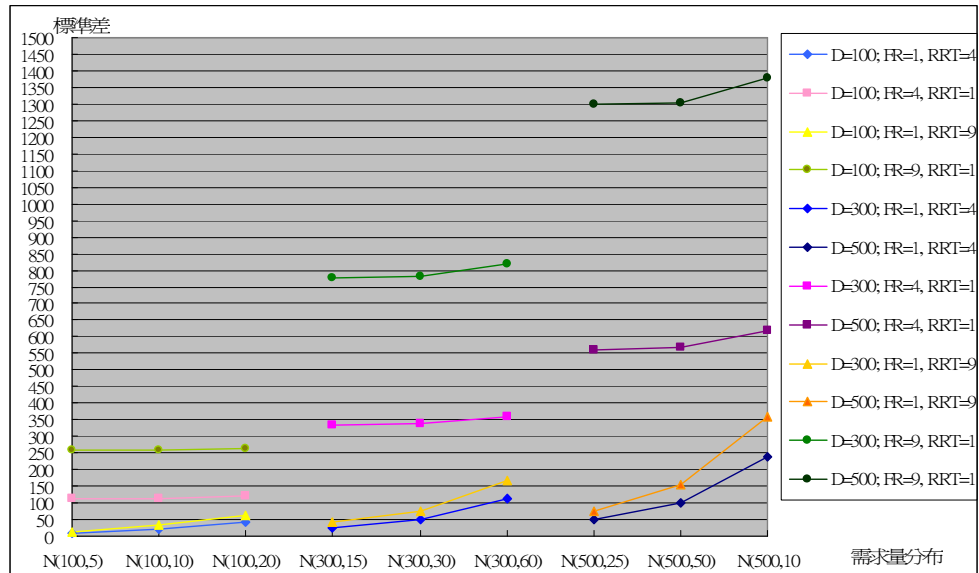


圖 7：期末存貨標準差之分布

### 伍、結論

限制理論供應鏈解決方案(TOC Supply Chain Solution)由 Goldratt 在「It's not luck」書中所提出，爾後亦有許多學者針對此觀念進行許多研究。本研究則針對限制理論供應鏈補貨機制建立其模式，在每日平均需求、需求標準差、補貨時間(TRR)之三種因子下利用 Excel 進行模擬並分析其模式。研究結果顯示，當每日平均需求與標準差在相同分佈、TRR 在不同值的情況下，當 TRR 值越大，其系統之存貨水準相對較高，標準差較無明顯差異；又當 TRR 為固定，FR 值越大，則期末平均存貨水準及存貨標準差越大，且隨著每日平均需求與需求標準差的變化愈大，該系統之期末平均存貨與標準差亦越大。因此可知補貨時間(TRR)與補貨頻率(FR)決定了系統中存貨水準的高低。

### 參考文獻

1. 林則孟，「生產計劃與管理」，台北：華泰文化，2006。
2. 葉清江、賴明政，「物流與供應鏈管理」，台北：全華出版公司，2005。
3. Goldratt, E.M. "It's Not Luck", Gower, England, 1994.
4. Harris F.W., "How Many Parts To Make at Once", Factory, The Magazine of Management 10, 135-136, 1913.Reprinted in: Operations Research 38(6), 947-950, 1990.
5. Holt, J. R., "TOC in Supply Chain management," 1999 Constraints Management Symposium Proceedings, pp.85-87, March 22-23, Phoenix, AZ, U.S.A., 1999.
6. John M. Betts, and Robert B. Johnston, "Just-in-time component replenishment decisions for assemble-to-order manufacturing under capital constraint and stochastic demand," International Journal of Production Economics, 95(1), 51-70, 2005.
7. Lee, H. L., Padmanbhan, V., & Whang, S., "The bullwhip effect in supply chains," Sloan Management Review, 38(3), 93-102, 1997.
8. Perez, J.L., "TOC for world class global supply chain management," Computers

Industrial Engineering, 33(1), 289-293, 1997.

9. Silver, E. A. and D. F. Pyke, and Peterson, R., Inventory Management and Production Planning and Scheduling, 3<sup>rd</sup> Edition, John Wiley & Sons Inc., 1998.
10. Simatupang, T.M., Wright, A.C. and Sridharan, N., “Applying the theory of constraints to supply chain collaboration,” Supply Chain Management: An International Journal, 9(1), 57–70, 2004.
11. Simchi-Levi, D., Kamindky, P. and Simchi-Levi, E., Designing and Managing the Supply Chain-Concepts, Strategies, and Case Studies, 2<sup>nd</sup> Edition, New York: The McGraw-Hill Inc, 2000.
12. Smith, D. A., “Linking the Supply Chain Using the Theory of Constraints Logistical Applications and a New Understanding of the Role of Inventory/Buffer Management,” 2001 Constraints Management Technical Conference Proceedings, 64-67, March 19-20, San Antonio, Texas, U.S.A., 2001.
13. Yuan, K.J., Chang, S.H. and Li, R.K., “Enhancement of theory of constraints replenishment using a novel generic buffer management procedure,” International Journal of Production Research, 41(4), 725-740, 2003.

# 限制理論供應鏈補貨機制與製造業應用之研究-

## 以面板模組廠為例

吳鴻輝

hhwu@chu.edu.tw

蔡昇宏

m09403037@chu.edu.tw

中華大學科技管理研究所

### 摘要

薄膜液晶顯示器(TFT-LCD)是目前高科技中熱門的產業之一，其主要製造是由三大製程所組成：前段陣列廠(Array)、中段面板組立(Cell)以及後段的模組(Module)製程。其中 Array、Cell 屬於產能導向的生產環境，由於機台的昂貴，所重視的是機台的使用率以及減少產能損失。而 Module 製程屬於物料導向的生產環境，所著重的是滿足顧客需求。隨著市場對於 TFT-LCD 的需求日益遽增，以及需求變動太急促，迫使面板廠不斷拼命生產、堆積庫存，以求滿足顧客要求，也因此導致過高的庫存量。本研究針對限制理論供應鏈補貨機制(TOC Supply Chain Replenishment System, TOC-SCRS)的模式架構為基礎，探討 TFT-LCD 後段的模組廠如何應用其機制進行補貨，並以 eM-Plant 開發一套離型系統與模擬環境，驗證與說明這機制應用在模組廠之可行性。

**關鍵字：**薄膜液晶顯示器、Theory of Constraints(TOC)、限制理論供應鏈補貨機制(TOC-SCRS)。

### 壹、序論

目前 TFT-LCD 的生產模式是屬於存貨式生產(Make To Stock, MTS)，由於前段的陣列製程以及中段的組立製程都是根據預測得到的需求量進行生產，考量到機台設備昂貴、製造時間長等因素，所以此兩大製程皆以產能極大化為優先考量。而後段的模組製程則是依照客戶需求進行組裝生產，雖然此製程時間很短，大約只需要不到 1 天的時間，不過之間卻存在著特定的供應商與特定的原物料，以及關鍵零組件的問題，為了能夠滿足顧客，通常會備較高的存貨。然而 TFT-LCD 的產品生命週期很短，假如存貨水準過高，且遇到需求改變時，多餘的產品會變成浪費(Lin, 2004)。

由於目前面板產業長期的發展都是產能過剩，面板缺貨的狀況也較少見，而且也很短暫，因此堆積庫存的風險遠大於不堆庫存。但是目前面板廠為了折舊攤提固定成本以及預期面板景氣復甦，所以不斷累積庫存，避免可能無法滿足客戶需求所帶來的存貨短缺的傷害，也因此造成了存貨管理兩難與衝突，如圖 1(Yuan, et al., 2003)。

Goldratt(1994)提出了一套以 TOC 為基礎的供應鏈補貨機制，即限制理論補貨機制(Theory of Constraints replenishment method)，強調以市場需求為導向，即用多少補多少的觀念，以控制存貨水準。但此機制大多應用在買賣業中的配銷倉庫，卻鮮少有應用此機制於製造業上，所以本研究主要將 TOC 供應鏈補貨機制的觀念應用在 TFT-LCD 的模組廠，並以 eM-Plant 開發一套離型系統與模擬環境，驗證與說明這機制應用在模組廠之可行性。

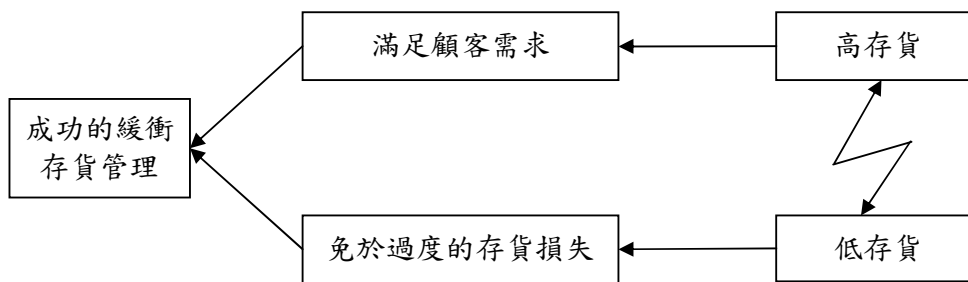


圖 1：存貨管理之衝突圖

## 貳、文獻探討

### 一、模組製程簡介

模組製程是將經由在 TFT-LCD 的上游的兩大製程(Array 與 Cell)加工完的液晶面板先經過洗淨後，再進行偏光板貼附，與驅動 IC 壓合、與印刷電路板組合，此三大階段都必須經由機器將此三種零件加工組合，由於此階段都必須仰賴機器才能組裝完成，除非增加機器，否則產能很難提升。然而在此階段中，又以偏光板貼的負荷最重，為主要的瓶頸站。經過完工後的半成品，會放在暫存區上，經過作業員檢查後，將液晶面板與背光源及鐵框做組裝，組裝完後會經過高溫狀態下的老化機台測試，最後會再經由人員檢驗包裝出貨，如圖 2(陳子立，2003)。

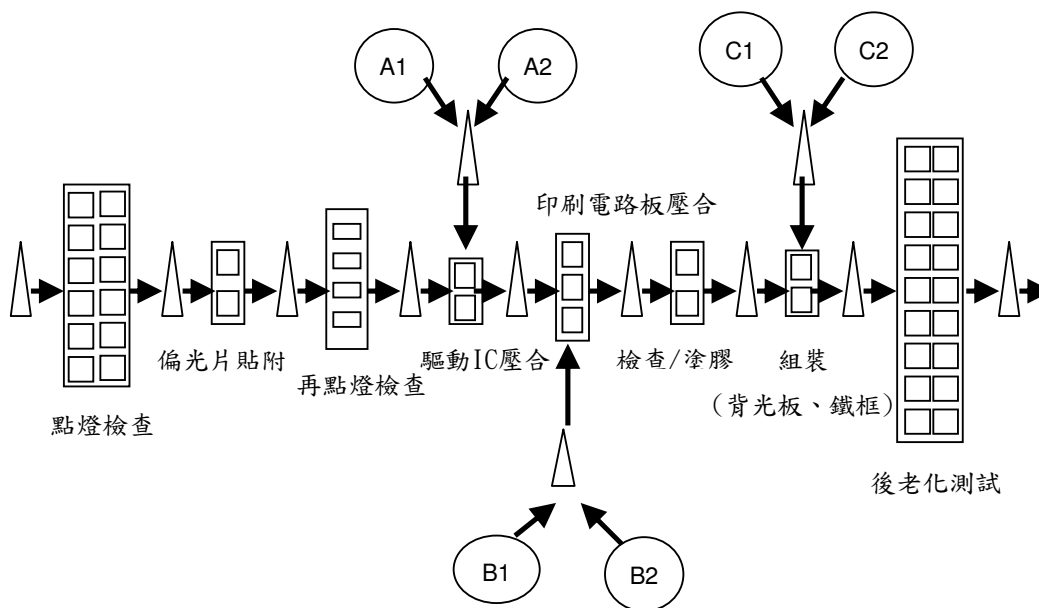


圖 2：模組製程圖

在整個面板廠之最終產品，由於在各產品所需要的零組件不同以及尺寸大小不一致等等，所以生產出來的產品會細分到各種產品種類裡各尺寸下的各個型號。例如桌上型電腦的 LCD 顯示器則可分成 15 吋、17 吋的大小，而相同產品種類以及相同尺寸的產品，會因為零組件的組裝不同，而又分成不同型號的產品，例如 15 吋的桌上型電腦 LCD 顯示器產品裡，又區分了 015XA01 以及 015XA02 兩種型號。(如圖 3)

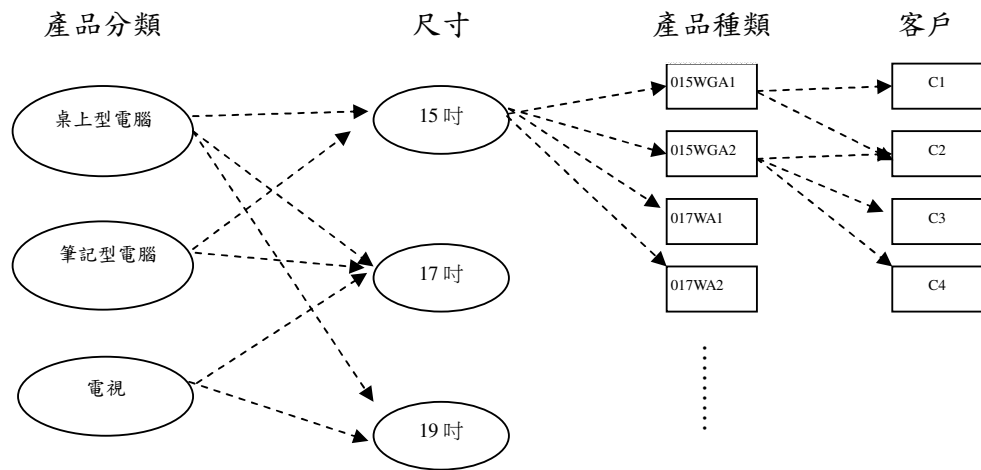


圖 3：產品分類圖

## 二、TOC 供應鏈管理

從 TOC 的角度去觀看存貨，存貨並不是資產，只能當作是緩衝，滿足在供應鏈上潛在的工作站之間的協調，以及滿足產出。但在整個供應鏈上，由於製程時間很長，當需要滿足客戶的時間，遠超過顧客所能等待時間時，為了滿足客戶之需求，只能準備更多的存貨，而導致存貨水準居高不下(Cole, H. and Jacob, D, 2002)。為了因應市場改變，限制理論(TOC)所提出來的供應鏈補貨機制則是以客戶需求為考量，維持少量庫存的存貨水準，依照銷售多少量就補多少量的觀念，來滿足顧客需求(Goldratt, 1994)。

TOC 供應鏈補貨機制由 Dr. Goldratt(1994)首先提出，他認為過去管理的方式都是由上游的工廠不斷生產，利用“推”式”(Push)的作法，將庫存往後送到下游的倉庫，而導致存貨越積越多的問題產生。為了解決此問題，他提出必須先改變過去對庫存管理的方式，以“拉”(Pull)的觀念取代原本“推”(Push)的做法，並將庫存從靠近客戶的地區轉移到靠近工廠，並與客戶建立互信之補貨系統，如圖 4。目前有關於 TOC 供應鏈解決方案是否能有效應用，目前也被很多學者討論(Holt, 1999; Perez, 1997; Smith, 2001)。

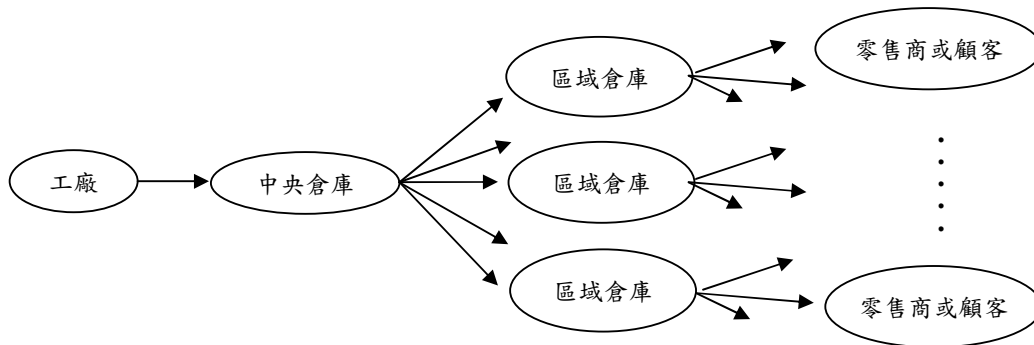


圖 4：TOC 配銷系統

### 叁、TOC 供應鏈補貨機制

#### 一、基本觀念與符號說明

TOC 供應鏈補貨機制建立在用多少即補多少的觀念。此機制共有三種參數，分別為各產品之補貨時間、最大庫存量及補貨量等，詳細定義說明如下(如圖 5)：

- (1) 補貨時間(TRR)：是補貨頻率(Frequency of Replenishment, FR)以及補貨前置時間(Reliable Replenishment Time, RRT)兩者之和。

補貨頻率是指多久時間補貨一次，而補貨前置時間則是下了補貨單之後，多久會送達目的地之等候時間。

- (2) 最大庫存量(Buffer Level)：依據過去一段時間銷售紀錄中，評估在連續的補貨時間長度內的最大銷售量。

- (3) 補貨量：每次補貨所下單的量。此下單的量為上一次補貨到這一次補貨之間的總銷售量。

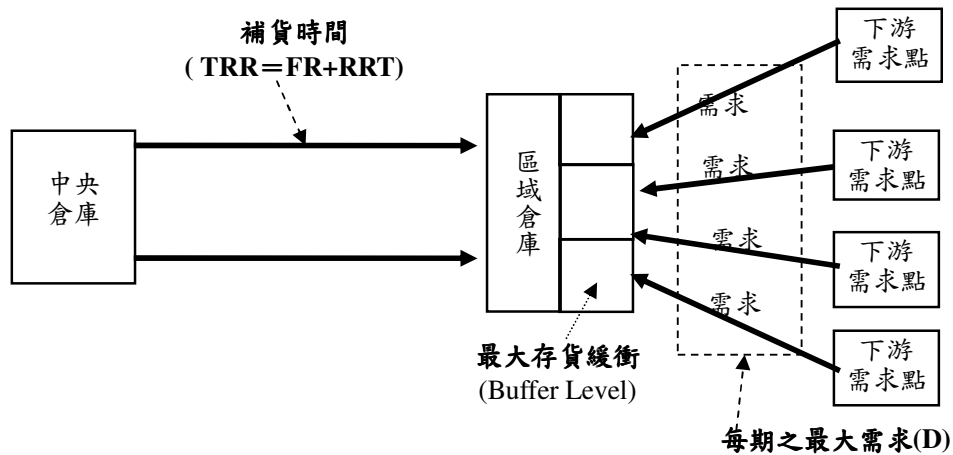


圖 5：TOC 供應鏈補貨機制之模式

所需已知參數符號說明如下：

$J$ ：評估總週期數，本文以日為期間單位。

$j$ ：評估週期期間， $j=1,2,\dots,J$ 。

$i$ ：產品種類， $i=1,2,\dots,I$ 。

$D_{i,j}$ ：產品  $i$  在第  $j$  期產品  $i$  之需求量。

$FR_i$ ：產品  $i$  之補貨頻率；每次下單的間隔時間，即多久訂購一次。

$RRT_i$ ：產品  $i$  之製造前置時間；在模組廠的製造前置時間為 1 天。

所需未知參數符號說明如下：

$S_{i,j}$ ：產品  $i$  在第  $j$  期之存貨量。

$Q_{i,j}$ ：產品  $i$  在第  $j$  期之訂購量。

$R_{i,j}$ ：產品  $i$  在第  $j$  期之進貨量。

$Buffer_i$ ：產品  $i$  之最大存貨緩衝，區域倉庫供未來補貨時間內需求量之最大庫存緩衝。

## 二、補貨頻率與符號說明

應用 TOC 補貨機制在模組廠裡，其補貨前置時間為製造之前置時間，所需時間為 1 天。但補貨頻率的制定，則必須要考量到模組廠產能。

所需已知參數符號說明如下：

$J$ : 產品種類總數。

$j$ : 一期中的評估天數，單位:天。

$H$ : 每日工作時間。

$D_i$ : 產品  $i$  之平均每日需求量。

$P_i$ : 瓶頸機台加工產品  $i$  一小時的產出，單位: Lot/時。

$L_i$ : 產品  $i$  每期需求產能， $L_i = D_i / P_i$ ，單位:小時。

$TL$ : 各產品訂單需求之總生產時間， $TL = \sum L_i = \sum (D_i \times (\frac{1}{P_i}))$ 。

$S_i$ : 產品  $i$  之瓶頸站換線時間。

$q$ : 瓶頸機台產能。

$RL$ : 當期剩餘產能(單位:時間); 即  $RL = H - \sum L_i - \sum S_i$ 。

$m$ : 瓶頸機台數。

所需未知參數符號說明如下：

$n_i$ : 商品  $i$  補貨頻率相同時之補貨頻率，即各商品每  $n$  期進行補貨一次。

以工廠為例，工廠上班時間應大於各產品加工、換線一次之製造前置時間總和，其機台換線頻率基本模式為：

$$n(H - TL) = n(H - \sum L_i) = n(H - \sum [D_i \times (\frac{1}{P_i})]) \geq \sum S_i \quad (式 1)$$

$$n \geq \frac{\sum S_i}{(H - \sum L_i)} \quad (式 2)$$

$$RL = H - \sum L_i - \sum S_i \quad (式 3)$$

但由於工廠中瓶頸機台可能為多機台，因此針對式 1 修改機台換線時間之計算方式，得知新的機台換線頻率基本模式為：

$$n \geq \frac{\sum (S_i \times \left[ \frac{D_i \times (\frac{1}{P_i})}{q} \right])}{(m \times H - \sum L_i)} \quad (式 4)$$

在本研究則探討模組廠在多種產品下，工廠產能大於需求但不足以供各產品換線一次，且各產品換線頻率、換線時間相同時該如何進行換線。

若某日模組廠上班時間小於各產品需進行加工與換線一次之製造前置時間，則表示模組廠不足以各產品每天換線生產。在各產品換線頻率相同的情況下，評估各產品多久換線一次，如式 5、6：

$$if (m \text{ 斐} H - j) < (\text{樽} L_i + (S_i \frac{\text{漳} L_i}{\text{董} H})) \text{ then}$$

$$n \text{ 斐} (m \text{ 斐} H - j - \text{樽} L_i) \text{ 陷} (S_i \frac{\text{漳} L_i}{\text{董} H}) \quad (式 5)$$

$$n \geq \frac{\text{漳} (S_i \frac{\text{漳} L_i}{\text{董} H})}{\{(n \text{ 斐} H - j) - \text{漳} L_i\}} \quad (式 6)$$

若模組廠每天工作 24 小時，評估週期為一天，生產六種產品，瓶頸機台產能為 2 台，產品資訊如表 1，假設每種產品換線頻率相同，其各產品換線頻率如下所示：

表 1：產品資訊表

產品尺寸	15 吋		17 吋		19 吋	
產品種類	015XA1	015XA2	017WA1	017WA2	019VA1	019VA2
每期平均需求(LOT)	40	30	60	50	30	10
瓶頸站換線時間	1 hr	1 hr	1 hr	1 hr	1 hr	1 hr
每 LOT 加工時間	0.2 hr	0.2 hr	0.2 hr	0.2 hr	0.2 hr	0.2 hr

由於一天工廠的產能為  $(m \text{ 斐} H - j)$  為  $(2 \times 24 \times 1 = 48)$  小時，小於每天平均需求產能  $(\sum L_i + \sum (S_i \times \frac{L_i}{j \times H}))$  為  $(40+30+60+50+30+10) \times 0.2 + 1 \times (\frac{8}{24} + \frac{6}{24} + \frac{12}{24} + \frac{10}{24} + \frac{6}{24} + \frac{8}{24}) = 50$ 。

因此根據(式 6)可求得補貨頻率為  $n \geq (1 \times (\frac{8}{24} + \frac{6}{24} + \frac{12}{24} + \frac{10}{24} + \frac{6}{24} + \frac{8}{24})) / (2 \times 24 - 44) = 2$ 。即這六種產品每 2 天生產一次 2 天的平均需求量。

### 三、最大存貨緩衝(Buffer Level)評估方法

各產品有其最大存貨緩衝(Buffer)，其評估方法為收集過去一段時間之需求/銷售資料，依補貨時間之長度計算連續補貨時間長度內之累計需求/銷售量，並找出其中最大者。由於在模組製程裡，補貨前置時間等同於補貨製造前置時間，此時間為 1 天。而補貨頻率則是依照上述換線頻率的公式求得其時間為 2 天，所以補貨時間  $TRR_i = 3$ 。如(式 7)所示。

$$Buffer_i = \text{Max} \left( \sum_{x=j}^{j+\{(TRR_i=3)-1\}} D_{i,x} , j=1,2,\dots,(J-(TRR_i=3)+1) \right) \quad (式 7)$$



若已知模組製程 15 吋成品 015XA1 在過去的十六天銷售量分佈，經由(式 7)計算出在補貨時間內最大的需求量。 $Buffer_{015XA1} = \text{Max} \{ (20+22+15), (22+15+18)\dots, (15+22+20) \} = 64$ ，如表 2 所示。

表 2：某產品過去連續十五天之銷售量及累計銷售量

期間(天)	4/1	4/2	4/3	4/4	4/5	4/6	4/7	4/8	4/9	4/10	4/11	4/12	4/13	4/14	4/15	4/16
需求/銷售量	20	22	15	18	19	25	17	22	18	14	20	25	14	15	22	20
連續三天銷售量			57	55	52	62	61	64	57	54	52	59	59	54	51	57

#### 四、訂購量模式

在求出最大庫存緩衝(Buffer Level)後，根據每期需求量以 TOC 供應鏈補貨機制，在每次補貨頻率時間長度內產生一訂購量( $Q_{i,j}$ )，且訂購量大小為補貨頻率期間內之連續需求量，如(式 8)所示：

$$Q_{i,j} = \begin{cases} \sum_{w=j-(FR_i=2)+1}^j D_{i,w} & , \text{if } (j / (FR_i=2)) \text{ 餘數} = 0 \\ 0 & , \text{else} \end{cases} \quad , j = 1, 2, \dots, J \quad (\text{式 } 8)$$

若 15 吋成品 015XA1 在未來的十六天需求如下，依據換線頻率之計算求得補貨頻率為 2 天，因此每隔兩天會產生一訂購量。例如：在第二天( $j=4/2$ )時，則有訂購量  $Q_{015XA1,2} = D_{015XA1,1} + D_{015XA1,2} = 35$  件，如表 3 所示。

表 3：訂購量計算結果

期間(天)	4/1	4/2	4/3	4/4	4/5	4/6	4/7	4/8	4/9	4/10	4/11	4/12	4/13	4/14	4/15	4/16
需求(Lot)	15	20	18	22	26	18	13	24	16	25	20	22	18	24	20	22
訂購量(Lot)		35		40		44		37		41		42		42		42

計算出訂購量後，接著評估進貨量( $R_{i,j}$ )的時間點。其時間點事發生在訂購後，加上補貨前置時間，如(式 9)所示：

$$R_{i,j} = Q_{i,j-(RRT_i=1)} \quad , j = 1, 2, \dots, J \quad (\text{式 } 9)$$

例如 4/2 收到訂購量 35，則進貨的時間會發生在 4/2 訂貨的時間點再加上 1 天的補貨前置時間，即為 4/3 會進貨。如表 4 所示。

表 4：進貨量計算結果

期間(天)	4/1	4/2	4/3	4/4	4/5	4/6	4/7	4/8	4/9	4/10	4/11	4/12	4/13	4/14	4/15	4/16
需求量	15	20	18	22	26	18	13	24	16	25	20	22	18	24	20	22
訂購量		35		40		44		37		41		42		42		42
進貨量			35		40		44		37		41		42		42	

#### 五、各期存貨水準模式

根據每期需求量、補貨量與前期末存貨，可求得當期期末存貨為前一期期末存貨水準減去當期需求量再加上當期進貨量，如(式 10)所示：

$$S_{i,j} = S_{i,j-1} - D_{i,j} + R_{i,j} \quad , j = 1, 2, \dots, J \quad (\text{式 } 10)$$

若 15 吋成品 015XA1 在未來十六天內之每日需求量分別如下，補貨頻率為 2 天，製造前置時間為 1 天。則在 4/3 之期末存貨為 4/2 的期末存貨減去 4/3 的需求量再加上 4/3 的進貨量=29-18+35=46；以此類推，其每日存貨變化如表 5。

表 5：補貨機制之存貨變化

期間(天)	4/1	4/2	4/3	4/4	4/5	4/6	4/7	4/8	4/9	4/10	4/11	4/12	4/13	4/14	4/15	4/16
需求量	15	20	18	22	26	18	13	24	16	25	20	22	18	24	20	22
訂購量		35		40		44		37		41		42		42		42
進貨量			35		40		44		37		41		42		42	
期末存貨(64)	49	29	46	24	38	20	51	27	48	23	44	22	46	22	44	22

## 肆、系統測試

本文的生產環境是建構在面板的模組廠，依據 TOC-SCRS 求得訂單的數量，以及交期時間進行生產，而所使用的軟體為 eM-Plant 7.0。產品種類主要分成三種尺寸下的 6 種產品。而系統中最小加工單位是片(piece)，但考量運輸時是以 20 片為一個 LOT 單位，所以加工時會以一個 LOT 時間作計算。此實驗環境不考慮產品品質及報廢問題，也忽略機台當機時間、及工件的運輸時間。

### 一、環境及參數設定

在實驗系統中，各工作站名稱、機台數、加工時間、換線時間如下表 6 所示。

表 6：各工作站資料表

模組廠工作站	機台數	加工特性	加工時間(秒)	換線時間(分鐘)
點燈檢查	12 台	1 片/次	150 秒	30
偏光片貼附 (瓶頸機台)	2 台	1 片/次	40 秒	60
再點燈檢查	4 台	1 片/次	150 秒	30
驅動 IC 壓合	2 台	1 片/次	30 秒	60
印刷電路板壓合	3 台	1 片/次	30 秒	30
檢查/塗膠	2 台	1 片/次	30 秒	10

### 二、系統驗證

本文是以暫態為一個月，驗證 TOC-SCRS 運用於模組廠的環境裡是否具有可行性。

#### (一) 訂單之最大存貨緩衝

在過去十六天中，已知補貨時間為 3 天，經由系統進行計算在連續週期內之最大庫存量。如圖 6 所示。

	date	integer	integer	integer	integer
string	週期	需求量	最大庫存量		
1	2007/03/16	40			
2	2007/03/17	30			
3	2007/03/18	25	95		
4	2007/03/19	20	75		
5	2007/03/20	15	60		
6	2007/03/21	30	65		
7	2007/03/22	25	70		
8	2007/03/23	22	77		
9	2007/03/24	40	87		
10	2007/03/25	35	97		
11	2007/03/26	30	105		
12	2007/03/27	25	90		
13	2007/03/28	40	95		
14	2007/03/29	35	100		
15	2007/03/30	32	107		
16	2007/03/31	28	95		

圖 6：過去 16 天之最大庫存

## (二) 訂購及進貨模式

經由換線頻率得知補貨頻率為 2 天，以及在模組廠平均製造前置時間約為 1 天，可得知訂單每兩天會訂購一次，以及訂購的隔一天訂單就會進貨。如圖 7 在 4/2 訂購 65 單位，在 4/3 就會進貨 65 單位。

	string	integer	integer	integer	integer
string	週期	需求量	訂購量	進貨量	
1	2007/04/01	30			
2	2007/04/02	35	65		
3	2007/04/03	25		65	
4	2007/04/04	36	61		
5	2007/04/05	25		61	
6	2007/04/06	42	67		
7	2007/04/07	34		67	
8	2007/04/08	32	66		
9	2007/04/09	20		66	
10	2007/04/10	24	44		
11	2007/04/11	22		44	
12	2007/04/12	32	54		
13	2007/04/13	42		54	
14	2007/04/14	24	66		
15	2007/04/15	28		66	
16	2007/04/16	32	60		

圖 7：過去 16 天之最大庫存

## (三) 期末存貨模式

在每一天的 23:59 分會計算期末存貨，如圖 8 從 4/1 到 4/30 的每一天都會考量前一天的期末存貨、當天的需求量及進貨量作計算，並求得每一天的期末存貨量。

	string	integer	integer	integer	integer	integer	integer
string	週期	需求量	訂購量	進貨量	期末存貨	最大庫存量	107
1	2007/04/01	30			77		
2	2007/04/02	35	65		42		
3	2007/04/03	25		65	82		
4	2007/04/04	36	61		46		
5	2007/04/05	25		61	82		
6	2007/04/06	42	67		40		
7	2007/04/07	34		67	73		
8	2007/04/08	32	66		41		
9	2007/04/09	20		66	87		
10	2007/04/10	24	44		63		
11	2007/04/11	22		44	85		
12	2007/04/12	32	54		53		
13	2007/04/13	42		54	65		
14	2007/04/14	24	66		41		
15	2007/04/15	28		66	79		
16	2007/04/16	32	60		47		

圖 8：期末庫存

## 伍、結論

在本研究中，利用 TOC-SCRS 機制應用在面板模組廠，提供一個依照產品銷售後再生產的模式，並根據 TOC-SCRS 機制計算求得 FR 以及 RRT。並驗證此機制在模組廠應用之可行性。

## 參考文獻

1. 林則孟，「生產計劃與管理」，台北：華泰文化，2006。
2. 陳子立，以模擬為基礎之先進規劃排程法-以 TFT-LCD 模組廠為例，清華大學工業工程研究所碩士論文，2003。
3. Cole, H. and Jacob, D., *Introduction to TOC Supply Chain*, AGI institute, 2002.
4. Goldratt, E.M. "It's Not Luck", Gower, England, 1994.
5. Holt, J. R., "TOC in Supply Chain management," 1999 Constraints Management Symposium Proceedings, 85-87, March 22-23, Phoenix, AZ, U.S.A.1999.
6. Lin, J.T., Chen, T.L. and Huang, C.C., "A Hierarchy Planning Model for TFT-LCD Production Chain", *International Journal of Electronic Business Management*, 2(1), 59-68, 2004.
7. Perez, J.L., "TOC for world class global supply chain management," *Computers Industrial Engineering*, 33, 289-293, 1997.
8. Smith, D. A., "Linking the Supply Chain Using the Theory of Constraints Logistical Applications and a New Understanding of the Role of Inventory/Buffer Management," "2001 Constraints Management Technical Conference Proceedings, 64-67, March 19-20, San Antonio, Texas, U.S.A. 2001.
9. Yuan, K.J., Chang, S.H. and Li, R.K., "Enhancement of theory of constraints replenishment using a novel generic buffer management procedure," *International Journal of Production Research*, 41(4), 725-740, 2003.

# **The Application of the TOC Supply Chain Replenishment System in TFT-LCD Module Plant**

Horng-Huei Wu, Institute of Management of Technology, Chung Hua University, No.707,  
Sec.2, WuFu Rd., 300,Hsinchu, Taiwan, hhwu@chu.edu.tw, Sheng-Hung Tsai, Dai-Ping Tsai

## **Abstract**

Thin \_lm transistor liquid crystal display (TFT-LCD) manufacturing process consists of three basic stages: Array process, Cell process and Module process. The Module plant (process) which is challenged by many specific characteristics is the focus of this paper. The Theory of Constraints Supply Chain Replenishment System (TOC-SCRS) is proposed to improve its competitiveness. The concept and method of TOC-SCRS is first reviewed and a customized TOC-SCRS is then designed to meet its requirements. A Module plant case is finally provided to show the application and effectiveness of the TOC-SCRS.

# 行政院國家科學委員會補助國內專家學者出席國際學術會議報告

96 年 7 月 20 日

報告人姓名	蔡黛萍	服務機構 及職稱	中華大學科技管理研究所
時間	96.7.8 - 7.11	本會核定 補助文號	95-2221-E-216-027
會議 地點	布拉格經濟大學		
會議 名稱	(中文)第二十二屆歐洲作業研究研討會 (英文) 22 <sup>nd</sup> European Conference on Operational research		
發表 論文 題目	(中文)限制理論供應鏈補貨系統於液晶面板模組廠應用之探討 (英文)The Application of the TOC Supply Chain Replenishment System in TFT-LCD Module Plant		

報告內容應包括下列各項：

一、參加會議經過

22<sup>nd</sup> European Conference on Operational research was held in Prague, Czech Republic. The conference served as an important forum for the exchange of ideas and information to promote understanding and cooperation among the various businesses. In the conference, I presented a paper entitled “The Application of the TOC Supply Chain Replenishment System in TFT-LCD Module Plant” and the topic attracted the attention of attendants because the issue has not been researched a lot in the past. In addition, some other topics about management have been presented and they were all impressed me very much.

二、與會心得

The conference will serve as an important forum for the exchange of ideas and information to promote understanding and cooperation among the various businesses.

A total of 2022 papers from different countries around the world were presented in the conference. The conference covered twenty-one contributions in the areas like Continuous Optimisation & Control, Data Mining and Knowledge Engineering, Dynamic Systems, OR in Industries, Production Management & Supply Chain Management, Project Management & Scheduling..., etc.

From this conference, I can get some information about the same research and discuss with scholars. This is a rich and colorful trip not only in the research field but also in the holding process of an international conference. Finally, I would like to thank the fund support from National Science Council.

三、考察參觀活動(無是項活動者省略)

None.

四、建議

From this conference, I found the international conference is a good activity for scholars. It can gather most scholars with same research field to share their ideas and experiences. Furthermore, it can promote the research mood. In addition, the business of tourism can also be flourishing. Therefore, I suggest to encourage the university to hold the international conference.

五、攜回資料名稱及內容

1. Book of Abstracts: 22<sup>nd</sup> European Conference on Operational research.

六、其他