

# 聯盟關係下國際性供應鏈之模擬分析

## SIMULATION ANALYSIS OF AN INTERNATIONAL SUPPLY CHAIN WITH ALLIANCE RELATIONSHIPS

呂博裕 何仁祥 李湘婷 蕭重立

明新科技大學工業工程與管理系/工程管理研究所

**Bor-Yuh Leu Jen-Shyang Ho Xiang-Ting Li Chung-Li Hsiao**

*Department of Industrial Engineering and Management / Graduate Institute of Engineering Management*

*Minghsin University of Science and Technology*

### 摘 要

由於國際性供應鏈存在較高之不確定性與複雜性，如能透過策略聯盟，使製造商同意事先生產並儲存一定數量的中間共同品，則必能降低生產最終產品所需之週期時間，因此採用模擬來評估策略聯盟對銅箔積層板供應鏈之影響，乃成為本研究之重心。本研究以包括個案公司在內之一個銅箔積層板 (copper clad laminate, CCL) 供應鏈為研究個案，在瞭解整個供應鏈的作業流程之後，我們針對該供應鏈作業流程建立其模擬模式，並進行模擬分析，且利用不同的績效衡量，來評估銅箔積層板供應鏈在聯盟關係及不確定性環境下的績效。

**關鍵詞：**國際性供應鏈、聯盟關係、不確定性、模擬分析

### ABSTRACT

A major complicating factor in the modeling of a global supply chain is uncertainty. Although this is present in any supply chain, it becomes more pronounced in international scenarios. Strategic alliances affect all areas of the supply chain and have a dramatic impact on performance. Through strategic alliances, a supply chain can reduce its uncertainties. This study empirically investigates the performance of a copper clad laminate (CCL) supply chain with strategic alliances by computer simulation. The performance measures used include the service level, tardiness, total inventory, and regional inventory. We will first draw the flow diagram of the CCL supply chain and identify various system variables that may impact its

performance. Then, computer simulation will be used to compare the system performance under various combinations of system variables with respect to various performance measures.

**Key words :** international supply chain, strategic alliances, uncertainty, simulation analysis

## 壹、前言

在眾多電子產品中，使用率最高且是生活必需品的，要算是行動電話、網路通訊產品及有線用戶端產品。這些產品中蘊藏著一塊承載眾多零組件的印刷電路板（printed circuit board, PCB），印刷電路板的存在讓原本無法運作的產品驅動，且印刷電路板的好壞左右產品的穩定性與可靠性。3C 電子產品的興起，讓印刷電路板嶄露頭角並佔舉足輕重的地位，而銅箔積層板（copper clad laminate, CCL）是印刷電路板最常使用的底板之一，因此積層板業者在臺灣也跟著蓬勃發展。

由於全球化的經濟，使得國內外世界級的企業逐漸增加。此時，若公司只著重於企業本身內部的活動，而未能通盤考慮整體產業、環境的各項因素，便會逐漸地失去其競爭優勢。因此，以整體思考為方向的供應鏈管理（supply chain management）來作為企業營運的基本架構，已經成為各產業提昇競爭力的主要策略之一（呂博裕，2001）。

由於供應鏈活動的觸角已延伸到全球各地，今日的供應鏈經理面對著全球流通網路的不確定性（uncertainties）與複雜性。全球流通網路代表距離的增加，此不僅意謂著較長的運輸前置時間，同時也會增加前置時間的變異，因

此公司必須以較多的在途存貨來作補償。此外，穿越國家界限的貨物運輸，也會受到非預期事件和官僚行政程序的影響，這些增加的不確定性可透過增加緩衝存貨的方式處理，結果將導致存貨成本的增加、無法順應顧客的需求、且須付出較高的行政成本。

策略聯盟是一流程，其參與者願意修改基本的企業實務，以降低重複與浪費，且便利績效改善（Schmitz, Frankel & Frayer, 1995）。由於國際性供應鏈存在較高之不確定性與複雜性，如能透過策略聯盟，使製造商同意事先生產並儲存一定數量的中間共同品，則必能降低生產最終產品所需之週期時間。當然，透過製造商與客戶的協商合作，以增加中間共同品的存量，這只是策略聯盟應用的一例。此外，由於“實際”供應鏈作業流程之複雜性與動態性，因此必須採用“供應鏈模擬”來創造一個測試環境，用以評估其在變遷環境下之績效（Closs, Roath, Goldsby, Eckert & Swartz, 1998）。

在學術研究方面，有關供應鏈管理的相關研究相當多（例如：呂博裕、何仁祥、范姜正，2001；林政榮，1999；陳中興、高崇恩、周雍強，1998；陳飛龍、蔡紹達、洪一仁，1999；湯玲郎、林燦偉，1997；Closs et al., 1998; Cvsa & Gilbert, 2002; Gjerdrum, Jalisi & Shah, 2000; Gupta & Maranas, 2003; Mason-Jones & Towill, 1998; Schwarz &

Weng, 1999; Towill, Naim & Wikner, 1992; Vidal & Goetschalckx, 2000), 至於採用模擬來評估供應鏈績效的研究也有一些(例如: 呂博裕等; 湯玲郎、林燦偉; Closs et al.; Gjerdrum et al.; Mason-Jones & Towill.; Towill et al.) 呂博裕等(2001)利用模擬以評估客戶訂單與各種前置時間之不確定性對 CRT 供應鏈之績效的影響。湯玲郎與林燦偉(1997)之研究係利用模擬來探討我國筆記型電腦之供給鏈體系。Closs et al. (1998) 在各種資訊交換與需求不確定的條件下, 利用模擬以探討與比較供應鏈之績效。Gjerdrum et al. (2000) 發展了一供應鏈模擬模式, 可用來評估各種供應鏈改善提案之可行性。Mason-Jones and Towill (1998) 提出了一有效的週期時間壓縮方法, 並利用模擬在一真實供應鏈上作驗證。Towill et al. (1992) 敘述導入一動態的工業供應鏈模擬模式, 他們強調交換真正市場需求資訊之重要性。

至於探討國際性或全球性供應鏈之聯盟關係與不確定性的模擬研究, 在文獻上則尚未見到。因此, 本研究以包括個案公司在內之一個銅箔積層板供應鏈為研究個案, 首先建立該供應鏈作業流程之模擬模式, 然後利用不同的績效衡量, 以評估銅箔積層板供應鏈在聯盟關係及不確定性環境下的績效。雖然我們知道聯盟關係及不確定性可能會影響供應鏈的績效, 但並不清楚所影響的幅度, 而這正是本研究的重點。

## 貳、一典型的國際性供應鏈

一典型的國際性供應鏈(從上游到

下游)包括: 國內外供應商、倉儲、製造商、倉儲、國內外配銷商、國內外零售商、顧客等(Stevenson, 1999)。本研究以一個銅箔積層板國際性供應鏈為研究個案, 其中個案公司(CCL 製造商)係於1987年成立於新竹工業區, 其主要產品為印刷電路板廠使用之銅箔積層板(CCL)、多層板壓合內層絕緣層材料、行動電話用基板、及其他印刷電路板用之相關材料。

個案公司生產 CCL 所需的主要零組件, 大都需要向國外供應商購買, 而這些供應商多為日本、美國、馬來西亞等地的公司, 因此取得物料的前置時間及運送成本都較高, 而下游的客戶主要是台灣、中國大陸、韓國、與菲律賓, 如圖 1 所示。整個供應鏈的運作大致上可分為下列三個部分:

1. 料供應作業: 個案公司是利用定期盤點來控制物料的存貨, 若現有存貨小於安全庫存量, 則向各家物料供應商下採購單, 而訂購量為物料最大庫存量減去現有之存量, 所訂購的物料則分批運送至公司, 其作業流程詳見圖 2a。
2. 銅箔積層板生產作業: 個案公司是採接單生產, 每當接到訂單時, 若有足夠的中間共同品(即樹脂生膠片), 則會依訂單大小從“選別工程”開始, 經組合工程、成型工程、分解工程、檢查工程、包裝工程, 而完成 CCL 之生產作業, 其作業流程詳見圖 2b。
3. 客戶訂單處理: 在訂單處理方面, 當客戶訂單抵達時, 個案公司需先確認交期與數量, 然後從“選別工程”開始進行 CCL 之生產, 最後再由貨運業

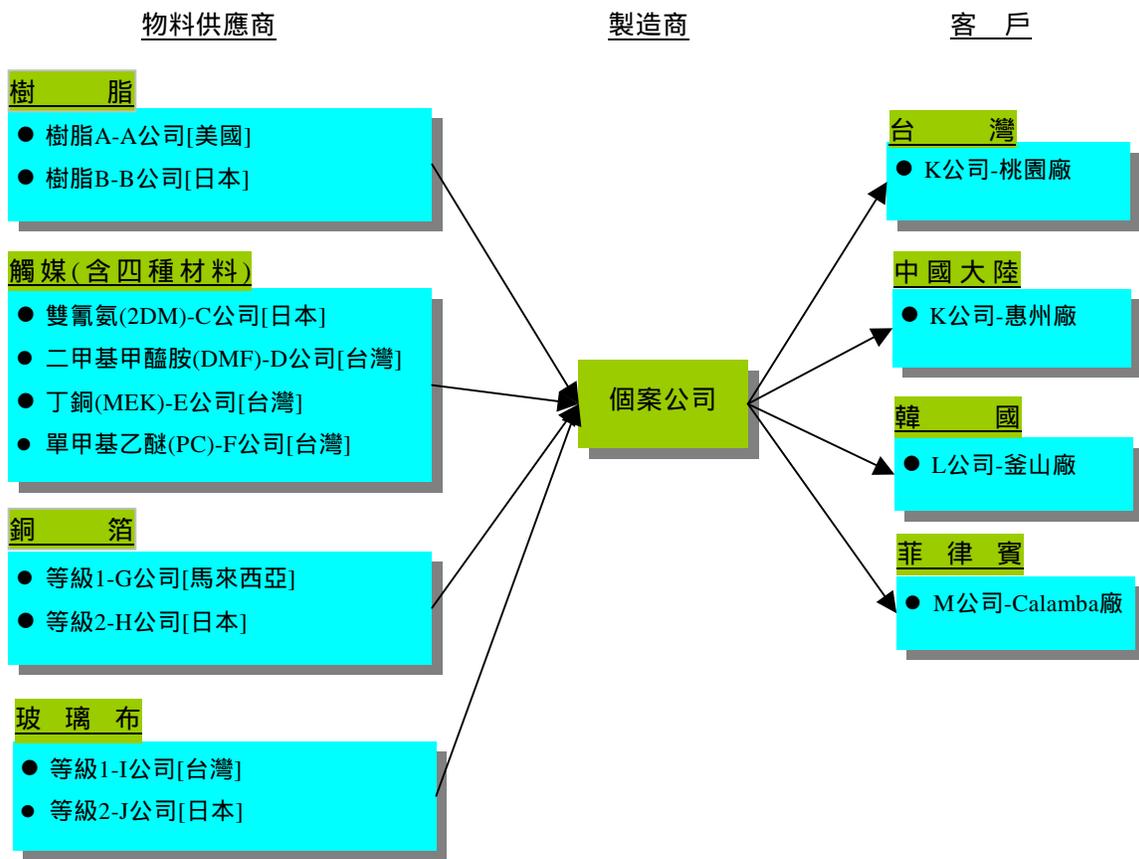


圖 1 銅箔積層板供應鏈架構圖

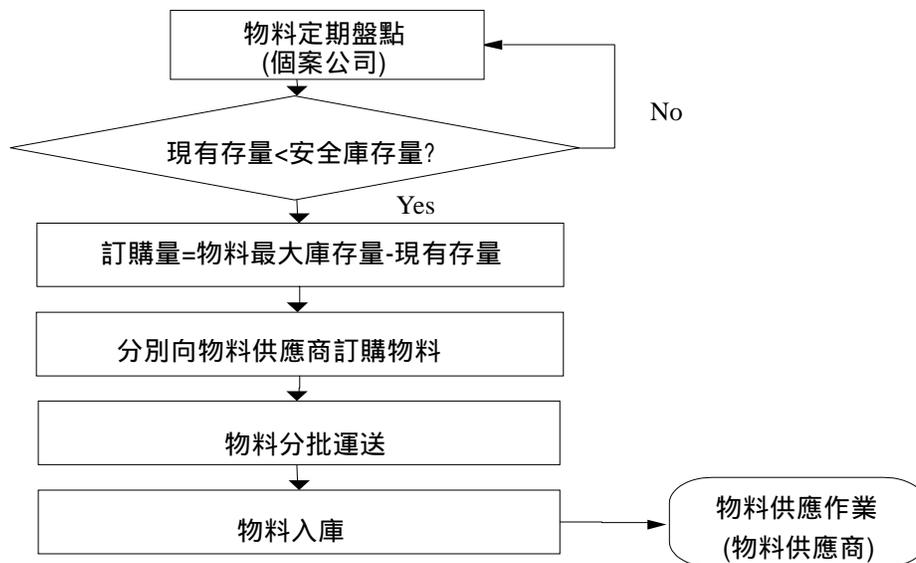


圖 2a 物料供應作業模組之作業流程圖

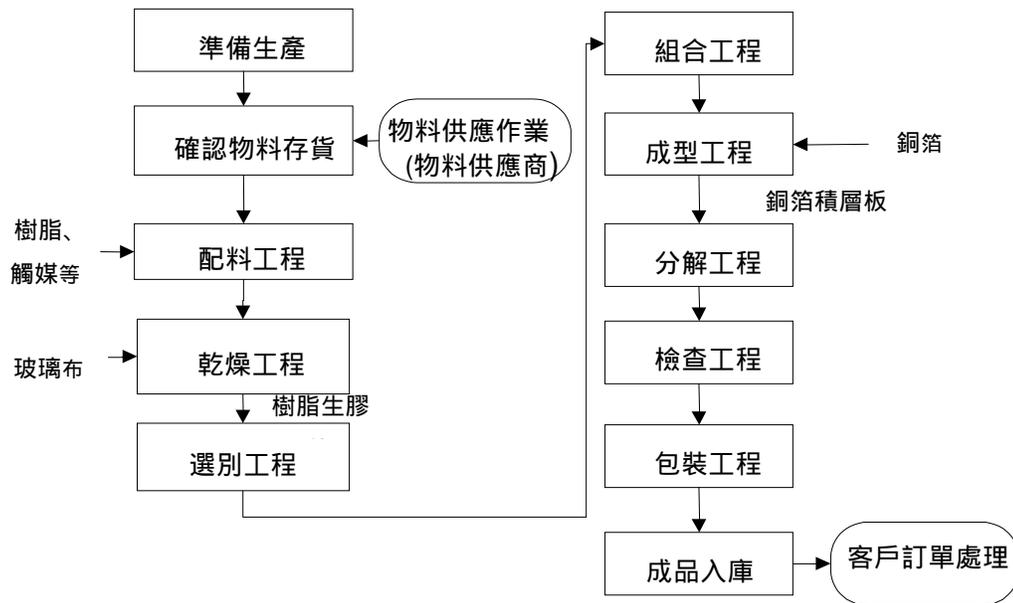


圖 2b 銅箔積層板生產作業模組之作業流程圖

者分批將產品送至客戶手上，其作業流程詳見圖 2c。

### 參、實驗變因

除了“中間共同品之儲存數量”之外，本研究亦根據個案公司（即個案公司）的實際狀況，以及銅箔積層板國際性供應鏈的特性，列舉出多個可能會影響 CCL 供應鏈績效之不確定性變因，然後再與該公司相關主管討論，並利用模擬做初步的測試（pilot runs），最後選擇了五個主要的實驗變因，以進行更深入的分析，這些實驗變因及其水準如表 1 所示，並說明如下：

1. 中間共同品之存量水準（quantity of common components, QCC）：中間共

同品指的是樹脂生膠片（prepreg），它是個案公司生產 CCL 之中間產品。由於與客戶之聯盟關係，個案公司承諾會根據客戶對市場需求之預測，而事先“設定”公司內部樹脂生膠片的存量水準。本研究設定了三個樹脂生膠片存量水準：0、0.1、與 0.2，其中 0 代表沒有樹脂生膠片庫存，0.1 與 0.2 分別代表樹脂生膠片庫存設定在“當月客戶對訂單總需求量之預測”的 10% 與 20%。其目的在探討樹脂生膠片存量水準，如何影響整個供應鏈的各項績效，而樹脂生膠片存量水準愈高表示聯盟關係愈緊密。

2. 客戶訂單大小之變異（order size variability, OSV）：客戶訂單大小指的是個案公司其客戶訂單的大小，本研究以變異係數（coefficient of variation, CV）來代表變異程度，例

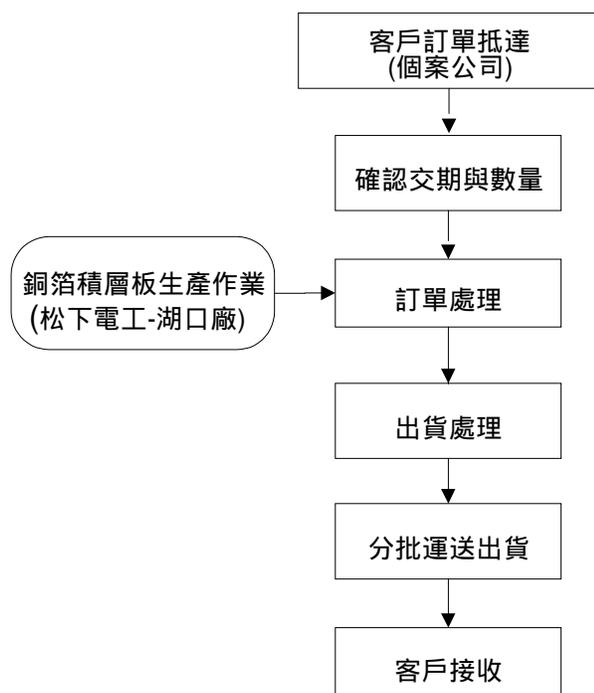


圖 2c 客戶訂單處理模組之作業流程圖

表 1 實驗變因及其水準

No.	實驗變因	水準
1	中間共同品之存量水準 (QCC)	(1) 0, (2) 0.1, (3) 0.2
2	客戶訂單大小之變異 (OSV)	(1) CV=0.3, (2) CV=1.5
3	物料前置時間之變異 (MLTV)	(1) CV=0.3, (2) CV=1.5
4	乾燥工程處理時間之變異 (PTVDE)	(1) CV=0.3, (2) CV=1.5
5	成型工程處理時間之變異 (PTVPE)	(1) CV=0.3, (2) CV=1.5

如：CV=0.3 代表每一客戶之訂單大小的 CV 均為 0.3。本研究設定了兩個變異水準：CV=0.3 與 CV=1.5，變異係數大表示每筆訂單的大小較不確定。

3. 物料前置時間之變異 (lead time variability of materials, MLTV): 物料

前置時間指的是物料下單後，物料從供應商物料倉庫出貨，經貨運業者運送到個案公司所花費的時間，物料前置時間會受到訂購批量、海關、政府政策、船期等因素的影響。每一物料之前置時間的變異均相同，例如：CV=0.3 代表每一物料之前置時間的

CV 均為 0.3。本研究設定兩個變異水準：CV=0.3 與 CV=1.5，變異係數大表示物料前置時間較不穩定。

4. 乾燥工程處理時間之變異 (process time variability of drying engineering, PTVDE)：乾燥工程是個案公司生產 CCL 的步驟之一 (參見圖 2b)，該工程係將含浸後的玻璃布送入烤箱中進行樹脂乾燥反應，乾燥後即成為樹脂生膠片，然後依需要的尺寸進行裁切。本研究設定兩個變異水準：CV=0.3 與 CV=1.5，變異係數大表示乾燥工程處理時間較不穩定。
5. 成型工程處理時間之變異 (process time variability of press engineering, PTVPE)：成型工程是個案公司生產 CCL 的步驟之一 (參見圖 2b)，該工程係依照需求所設定的溫度、壓力、真空條件，以批量的方式，利用自動壓板機將所組合的材料 (一定張數的樹脂生膠片和銅箔) 加壓成型。本研究設定兩個變異水準：CV=0.3 與 CV=1.5，變異係數大表示成型工程處理時間較不穩定。

2. 國外訂單達交率 (on time delivery of oversea orders, OTD-O)：代表個案公司“準時”將訂單送達國外客戶之訂單數佔國外總訂單數的比率。
3. 國內訂單週期時間 (cycle time of domestic orders, CT-D)：代表國內客戶從下訂單給個案公司至收到產品所花費的時間。本研究假設訂單的流動 (資訊流) 是透過 Internet 傳遞，因此本衡量不考慮訂單傳遞的時間。
4. 國外訂單週期時間 (cycle time of oversea orders, CT-O)：代表國外客戶 (包括：中國大陸、韓國、菲律賓) 從下訂單給個案公司至收到產品所花費的時間。本研究假設訂單的流動 (資訊流) 是透過 Internet 傳遞，因此本衡量不考慮訂單傳遞的時間。
5. 樹脂生膠片庫存 (pregreg WIP, PWIP)：代表個案公司內部所有樹脂生膠片 (即中間共同品) 的“實際”庫存數量。

## 伍、模擬模式

### 肆、績效衡量

本研究採用了供應鏈管理中，比較受重視的五項績效衡量，這些衡量的定義如下：

1. 國內訂單達交率 (on time delivery of domestic orders, OTD-D)：代表個案公司“準時”將訂單送達國內客戶之訂單數佔國內總訂單數的比率。

CCL 國際性供應鏈之模擬模式是利用 AweSim 模擬軟體 (Pritsker, and O'Reilly, 1999) 來建立，AweSim 模擬模式的主體是模擬網路圖，CCL 國際性供應鏈的模擬網路圖大致上可以分為三個模組 (如圖 2a、2b、2c)，分別是物料供應作業模組、銅箔積層板生產作業模組、與客戶訂單處理模組，茲說明如下：

#### 一、物料供應作業模組

表 2 物料供應之相關數據\*

原物料名稱	供應商	安全庫存量	最大庫存量	物料供應前置時間	
樹脂 A	A 公司 (美國)	20 萬公斤	20 萬公斤	30 天	
樹脂 B	B 公司 (日本)	4 萬公斤	4 萬公斤	30 天	
玻璃布	I 公司 (台灣)	200 萬公尺	250 萬公尺	30 天	
	J 公司 (日本)	150 萬公尺	200 萬公尺	7 天	
銅箔	G 公司 (馬來西亞)	10 萬公斤	15 萬公斤	30 天	
	H 公司 (日本)	10 萬公斤	15 萬公斤	30 天	
雙氰氨 (2DM)	C 公司 (日本)	5 萬公斤	5 萬公斤	30 天	
觸媒	二甲基甲醯胺(DMF)	D 公司 (台灣)	8 萬公斤	10 萬公斤	3 天
	丁銅(MEK)	E 公司 (台灣)	8 萬公斤	10 萬公斤	7 天
	單甲基乙醚(PC)	F 公司 (台灣)	8 萬公斤	10 萬公斤	3 天

\*本表之資料由個案公司提供

(一) 物料供應作業模組包括 10 種原物料，分別為樹脂 A、樹脂 B、玻璃布（台灣供應商）、玻璃布（日本供應商）、銅箔（馬來西亞供應商）、銅箔（日本供應商）、雙氰氨（2DM）、二甲基甲醯胺（DMF）、丁銅（MEK）、單甲基乙醚（PC），分別代表 10 個供應商。

(二) 個案公司是以每週定期盤點的方式來控制原物料存貨，經過盤點後，若發覺現有存貨加上已訂未到量小於安全庫存（因各原物料供應商而異，請參考表 2）之存量，則向供應商下採購單訂購該原物料。

(三) 對於原物料的採購，個案公司每筆

採購量為該原物料的最大庫存量減掉現有存貨和已訂未到量（因各原物料而異，請參考表 2）。

(四) 個案公司向原物料供應商下單之後，原物料供應商會將原物料分成四批運送，第一批原物料需經過物料前置時間（包括原物料生產和運送到個案公司、以及最後入原物料倉庫的時間）才會抵達，之後每批抵達的間隔時間為一週。物料端前置時間假設為常態分配，其平均值因各原物料供應商而異，請參考表 2。在模擬模式中，對於所有的常態分配，均只取正值，如遇負值則重抽。

表 3 配料工程原物料之使用量\*

原物料名稱	產品特性別		
	FR-4	TETRA	Hi-Tg
樹脂 A	2600 公斤	2235 公斤	455 公斤
樹脂 B	225 公斤	600 公斤	2345 公斤
雙氰氨(2DM)	50 公斤	50 公斤	50 公斤
二甲基甲醯胺(DMF)	374 公斤	368 公斤	514 公斤
丁酮(MEK)	100 公斤	100 公斤	100 公斤
單甲基乙醚(PC)	215 公斤	196 公斤	

\*本表之資料由個案公司提供

## 二、銅箔積層板生產作業模組

銅箔積層板生產作業模組主要分為三大部分。

- (一) 第一部分為配料工程，共有七條生產線，每條配料生產線上各有一個溶解槽、一個混合槽和三個儲存槽。配料時先將原物料放入溶解槽中攪拌6小時，然後在混合槽攪拌7小時，接著再放入儲存槽中靜置24小時才可使用。每條生產線生產不同產品特性的配料，配料後的樹脂必須在72小時之內使用完，不然則需丟棄。其他配料相關數據，請參考表3。
- (二) 第二部分包含乾燥和選別工程，共有七條生產線，每條生產線生產不同特性的樹脂生膠片，每種樹脂生膠片有四種不同的尺寸。乾燥工程的處理時間假設為常態分配，其平均值為8小時（以一萬枚計算）；選別工程的處理時間假設為常態分配，其平均值為6小時（以一萬枚計算）且CV=0.3。
- (三) 第三部分包含組合、成型、分解、

檢查、和包裝工程，共有五條生產線。每條生產線每次可壓合700枚銅箔積層板，除了樹脂生膠片外，還需要有一組壓合鋼板及足夠的銅箔，才可進行成型工程。成型工程的處理時間假設為常態分配，其平均值為3小時；組合和分解工程的處理時間均假設為常態分配，其平均值均為2小時且CV=0.3；檢查和包裝工程的處理均假設為常態分配，其平均值分別為5、2小時（以一萬枚計算）且CV=0.3。至於銅箔積層板生產的原物料使用量，請參考表4。

本研究包含三種主要的 CCL 產品特性：FR-4、TETRA、Hi-Tg，每一種產品特性又分成四種不同的尺寸：G (36"×48")、T (40"×48")、K (42"×48")、A (42"×40")，以及三種不同的厚度：內含一枚、二枚、或三枚樹脂生膠片。

## 三、客戶訂單處理模組

- (一) 客戶訂單處理模組主要分為客戶訂單預測、客戶訂單處理、以及中間品共同品（即樹脂生膠片）維持三大部分。

表 4 玻璃布(乾燥工程)與銅箔(成型工程)之使用量\*

產品尺寸別	玻璃布(公尺/枚)	銅箔(公斤/枚)
G 寸	0.96	0.358
T 寸	1.06	0.395
K 寸	1.10	0.410
A 寸	1.05	0.346

註：G (36"×48")、T (40"×48")、K (42"×48")、A (42"×40")

\*本表之資料由個案公司提供

表 5 客戶訂單資料\*

產品特性別	尺寸別	平均月訂購量與各產品所佔比例			
		L 公司(韓國) 22,592 枚	M 公司(菲律賓) 3,069 枚	K 公司(惠州) 51,434 枚	K 公司(桃園) 150,991 枚
FR-4	G		10%	47%	47%
	T		80%	26%	26%
	K	60%	10%	45%	43%
	A		0%	15%	15%
TETRA	G	10%	10%	47%	50%
	T	80%	70%	80%	26%
	K	40%	20%	10%	30%
	A		0%	15%	15%
Hi-Tg	G		10%	50%	50%
	T		70%	25%	25%
	K	20%	20%	25%	27%
	A		0%	15%	15%

註：1.每月平均總訂購量為 363,086 枚

2.G (36"×48")、T (40"×48")、K (42"×48")、A (42"×40")

\*本表之資料由個案公司提供

(二) 客戶訂單預測包括4個主要客戶，亦即韓國L公司、菲律賓M公司、台灣K公司大陸惠州廠、和台灣K公司桃園廠。個案公司於每月初會設定當月中間共同品的維持數量，其中每個客戶的平均月訂購量及各產品所

佔比例，請參考表5。

(三) 對於客戶訂單處理部分，每個訂單的大小假設為常態分配，其平均值係根據當月的預測數量與客戶下單時間而定，且以均分為原則。至於

表 6 客戶下單時間和運送時間\*

客戶	下單時間	平均運送時間
L 公司 (韓國)	1 次 / 週	1 週
M 公司 (菲律賓)	1 次 / 週	1 週
K 公司 (大陸惠州)	1 次 / 週	1 週
K 公司 (台灣桃園)	1 次 / 日	3 小時

\*本表之資料由個案公司提供

客戶下單時間和運送時間，請參考表 6。以韓國 L 公司為例，下單時間為一週一次，因此“每個訂單大小的平均值”為當月的預測數量除以四。

(四) 對於中間品共同品維持部分，個案公司每日會進行中間共同品存貨的盤點，若現有中間共同品存貨小於應該維持的數量時，則必須下單生產。

本研究探討了五個實驗變因，即 QCC、OSV、MLTV、PTVDE、PTVPE，其中 QCC 有三個水準，其餘的實驗變因有兩個水準，因此共計 48 種組合 ( $3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 48$ )，亦即 48 種實驗情況，參閱表 1。另外，由於模擬每執行 (run) 一次只代表一個樣本，為了得到精確的結果，每一實驗情況均需執行 20 次 (replications)，每一次代表不同的亂數 (Law & Kelton, 2000)，每一次模擬時間為兩年 (即 17280 小時)，而前半年的統計資料不予紀錄。

## 陸、模擬結果分析

表 7 顯示在任一實驗情況與績效衡

量下銅箔積層板供應鏈的表現，表中的每一格數據均是執行 20 次所得結果的平均數與標準差。圖 3 到圖 7 分別顯示在各個績效衡量下銅箔積層板供應鏈之表現。此外，我們也透過表 7 的模擬結果，利用變異數分析 (0.05 的顯著水準) 作深入的分析，以瞭解影響供應鏈績效的變異因子 (如表 8~12 所示)。

茲以每一績效衡量為基礎，來探討各實驗變因對銅箔積層板供應鏈之影響：

### 一、國內訂單達交率 (OTD-D)

由國內訂單達交率之變異數分析結果 (如表 8 所示)，可得知五個變因對國內訂單達交率都有顯著的影響。

在「中間共同品之存貨水準」(QCC) 方面，由圖 3 可得知，QCC 的比率愈大會比較好 (高) 的國內訂單達交率。這是由於個案公司與客戶建立聯盟關係，會根據客戶對訂單之預測，而事先“設定”公司內部樹脂生膠片的存量水準。所以，當客戶訂單抵達的時候，個案公司只要進行成型工程即可，如此便能在客戶要求的交貨時間內準時交貨。而且，QCC 的比率愈大，即中間共同品

表 7 模擬結果

實驗情況	實驗變因					績效衡量 (平均數 / 標準差)				
	QCC	OSV	MLTV	PTVDE	PTVPE	OTD-D (%)	OTD-O (%)	CT-D (小時)	CT-O (小時)	PWIP (枚)
1	0	0.3	0.3	0.3	0.3	71.60/5.20	54.10/4.10	26.82/173.80	162.43/164.83	0
2	0	0.3	0.3	0.3	1.5	44.60/2.70	19.20/2.90	42.15/1.34	220.63/2.12	0
3	0	0.3	0.3	1.5	0.3	70.80/2.20	45.90/3.40	34.62/1.31	214.92/3.04	0
4	0	0.3	0.3	1.5	1.5	38.60/2.40	14.40/2.00	44.34/1.59	225.20/2.34	0
5	0	0.3	1.5	0.3	0.3	42.90/17.80	31.80/13.90	202.51/579.03	337.38/572.56	0
6	0	0.3	1.5	0.3	1.5	26.80/10.10	11.50/6.60	208.31/397.47	378.27/400.73	0
7	0	0.3	1.5	1.5	0.3	38.70/13.20	21.90/12.30	325.20/966.88	471.93/910.03	0
8	0	0.3	1.5	1.5	1.5	19.20/10.30	7.00/5.00	685.19/1339.94	861.76/1307.31	0
9	0	1.5	0.3	0.3	0.3	44.60/16.60	29.00/13.50	33.00/1265.83	212.96/1322.50	0
10	0	1.5	0.3	0.3	1.5	23.50/11.30	9.80/9.10	330.46/852.09	494.27/845.71	0
11	0	1.5	0.3	1.5	0.3	38.10/15.20	21.30/11.80	330.46/272.46	519.29/297.74	0
12	0	1.5	0.3	1.5	1.5	20.60/11.00	7.70/9.50	866.82/2549.16	991.81/2482.01	0
13	0	1.5	1.5	0.3	0.3	24.40/13.50	14.20/9.20	523.85/1298.40	615.91/1345.72	0
14	0	1.5	1.5	0.3	1.5	12.60/10.250	6.90/7.30	946.29/2160.40	1006.96/2145.32	0
15	0	1.5	1.5	1.5	0.3	19.30/12.70	11.10/7.80	870.50/1607.09	940.07/1570.95	0
16	0	1.5	1.5	1.5	1.5	10.90/8.90	4.90/5.50	1006.11/2043.52	1128.69/1951.76	0
17	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	89.60/1.30	70.50/2.70	18.82/4.41	136.25/1.18	43422/1693
18	0.1	0.3	0.3	0.3	1.5	58.60/13.90	26.20/6.70	35.59/0.66	212.57/1.80	43339/1518
19	0.1	0.3	0.3	1.5	0.3	89.30/1.30	62.40/2.60	26.68/0.52	208.27/1.50	42013/1483
20	0.1	0.3	0.3	1.5	1.5	55.80/1.80	23.50/2.20	35.65/0.67	216.66/1.68	41926/1299
21	0.1	0.3	1.5	0.3	0.3	60.20/21.20	41.10/15.70	96.77/104.60	267.78/120.32	34677/2155
22	0.1	0.3	1.5	0.3	1.5	39.70/14.10	17.50/6.10	166.04/832.03	307.49/809.62	35325/2097
23	0.1	0.3	1.5	1.5	0.3	53.40/21.40	31.00/13.70	153.50/235.01	276.51/259.32	33264/2001
24	0.1	0.3	1.5	1.5	1.5	36.60/13.70	13.00/7.00	335.85/94.97	503.14/122.29	33643/2884
25	0.1	1.5	0.3	0.3	0.3	69.10/19.10	50.60/16.40	26.59/28.94	205.08/146.54	34565/2177
26	0.1	1.5	0.3	0.3	1.5	40.30/17.40	19.80/11.20	286.67/1483.06	427.49/1476.85	34913/1791
27	0.1	1.5	0.3	1.5	0.3	51.30/23.90	33.00/17.90	228.22/1743.62	454.82/1722.36	33182/2006
28	0.1	1.5	0.3	1.5	1.5	39.60/16.80	18.90/12.90	637.39/1886.78	574.80/1879.79	32983/2381
29	0.1	1.5	1.5	0.3	0.3	42.70/19.90	30.40/16.00	436.76/1296.62	533.64/1306.62	12680/5163
30	0.1	1.5	1.5	0.3	1.5	23.90/12.10	13.60/9.30	512.46/897.00	588.21/905.41	13217/5343
31	0.1	1.5	1.5	1.5	0.3	39.00/18.10	25.90/16.70	548.41/277.57	696.99/329.69	12158/4056
32	0.1	1.5	1.5	1.5	1.5	21.90/15.50	11.70/11.10	891.62/1605.29	980.62/1634.74	12933/3654
33	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	91.30/20.40	72.10/17.20	17.91/0.40	121.72/1.39	89525/3371
34	0.2	0.3	0.3	0.3	1.5	69.50/14.20	41.90/7.60	34.96/0.43	209.88/1.56	89493/3409
35	0.2	0.3	0.3	1.5	0.3	91.10/20.30	67.60/16.20	26.32/0.44	204.96/1.39	87404/3533
36	0.2	0.3	0.3	1.5	1.5	60.20/1.30	31.10/2.10	34.97/48.70	211.56/1.19	87486/3539
37	0.2	0.3	1.5	0.3	0.3	69.50/22.60	48.80/18.50	62.83/90.50	229.71/137.48	71604/5446
38	0.2	0.3	1.5	0.3	1.5	53.90/16.00	22.20/10.40	100.21/335.75	271.60/330.62	73286/5431
39	0.2	0.3	1.5	1.5	0.3	66.80/23.10	43.60/16.70	114.06/228.26	261.18/246.31	70313/4991
40	0.2	0.3	1.5	1.5	1.5	41.10/15.70	20.00/9.20	197.43/557.23	365.43/553.22	71804/4790
41	0.2	1.5	0.3	0.3	0.3	77.90/20.60	55.70/22.10	26.15/17.82	203.27/113.69	72792/3762
42	0.2	1.5	0.3	0.3	1.5	63.40/25.80	31.40/18.70	249.99/1335.19	417.18/1330.57	72139/4299
43	0.2	1.5	0.3	1.5	0.3	69.50/25.80	41.90/18.70	130.99/1335.19	417.18/1330.57	66870/3876
44	0.2	1.5	0.3	1.5	1.5	47.10/17.60	23.10/9.50	474.98/1412.13	519.10/1400.93	68017/5813
45	0.2	1.5	1.5	0.3	0.3	55.20/22.20	37.60/17.60	420.86/271.34	497.72/322.85	24972/9226
46	0.2	1.5	1.5	0.3	1.5	26.10/13.80	15.40/10.10	451.05/1259.07	522.01/1262.23	25713/8570
47	0.2	1.5	1.5	1.5	0.3	41.80/24.70	29.20/18.70	458.04/1857.67	545.84/1774.19	23278/5585
48	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	28.40/14.40	15.00/12.10	787.31/1194.31	941.03/1208.58	24742/9358

表8 國內訂單達交率(OTD-D)之變異數分析結果

SV	SS	DF	MS	F value	p-value
QCC	5317.022	2	2658.511	95.074	0.000*
OSV	3895.203	1	3895.203	139.301	0.000*
MLTV	5742.188	1	5742.188	205.353	0.000*
PTVDE	389.880	1	289.880	13.943	0.001*
PTVPE	5233.363	1	5233.363	187.156	0.000*
ERROR	1146.463	41	27.963		
TOTAL	21724.119	47			

\*代表在0.05的顯著水準下，其影響在統計上為顯著。

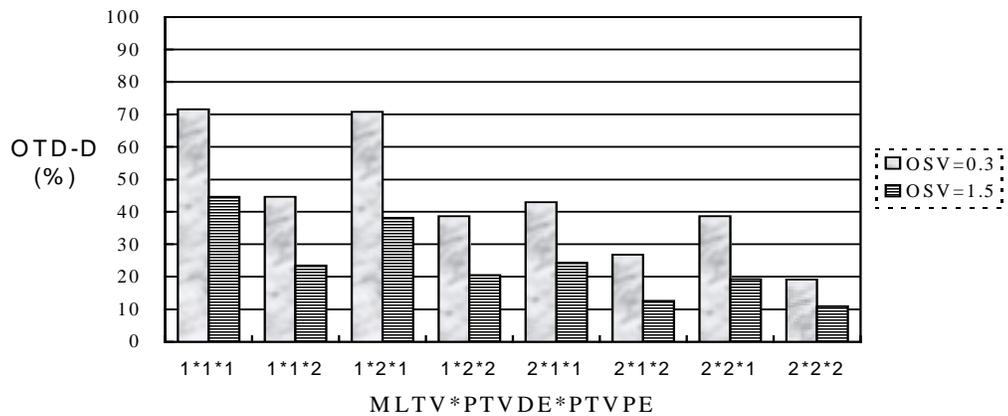


圖 3a 國內訂單達交率 (QCC=0 時)

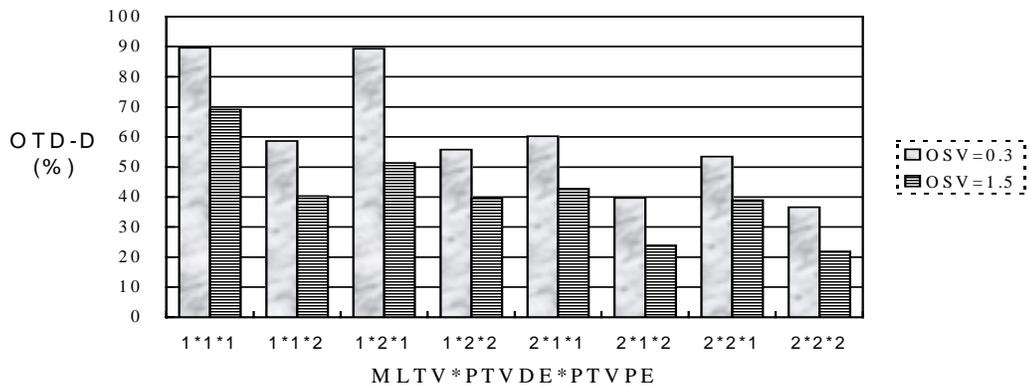


圖 3b 國內訂單達交率 (QCC=0.1 時)

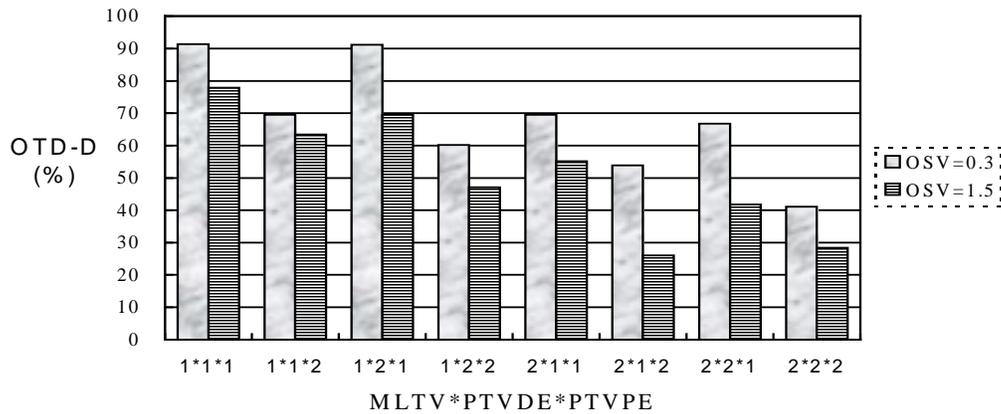


圖 3c 國內訂單達交率 (QCC=0.2 時)

存貨愈高的時候，更能應付客戶不同的需求水準，所以，QCC 的比率大會比 QCC 的比率小時，有較好的國內訂單達交率。

在「客戶訂單大小之變異」(OSV)方面，由圖 3 得知，OSV 在低變異比高變異有較好(高)的國內訂單達交率。這是因為 OSV 在高變異時，客戶每次的訂單量會時大時小，而在訂單突然變大的情況下，可能會發生生產不及或缺料，而導致延遲交貨的狀況，所以 OSV 在低變異時會有較好的國內訂單達交率。

在「物料前置時間之變異」(MLTV)方面，由圖 3 得知，MLTV 在低變異比高變異有較好(高)的國內訂單達交率。這是由於 MLTV 在高變異時，採購前置時間會忽長忽短，在突然增加原物料採購的前置時間之情況下，會造成生產缺料的問題，而導致延遲交貨的狀況，所以 MLTV 在低變異時會有較好的國內訂單達交率。

在「乾燥工程處理時間之變異」

(PTVDE)方面，由圖 3 得知，PTVDE 低變異比高變異有較好(高)的國內訂單達交率。這是由於 PTVDE 在高變異時，會使得樹脂生膠片的生產或存量變的不穩定，而造成延遲交貨的情況，所以 PTVDE 在低變異時會有較好的國內訂單達交率。

在「成型工程處理時間之變異」(PTVPE)方面，由圖 3 得知，PTVPE 在低變異比高變異有較好(高)的國內訂單達交率。這是由於 PTVPE 在高變異時，會使得成型工程處理時間變的不穩定，而當成型工程處理時間增長的時候，便會造成訂單的延遲交貨，所以 PTVPE 在低變異時會有較好的訂單達交率。

## 二、國外訂單達交率 (OTD-O)

由國外訂單達交率之變異數分析結果(如表 9 所示)，可得知五個變因對國外訂單達交率都有顯著的影響。

在「中間共同品之存貨水準」(QCC)

表9 國外訂單達交率(OTD-O)之變異數分析結果

SV	SS	DF	MS	F value	p-value
QCC	2606.700	2	1303.350	31.624	0.000*
OSV	1399.680	1	1399.680	33.962	0.000*
MLTV	2491.201	1	2491.201	60.443	0.000*
PTVDE	445.301	1	445.301	10.805	0.002*
PTVPE	6188.021	1	6188.021	150.145	0.000*
ERROR	1689.754	41	41.214		
TOTAL	55444.260	47			

\*代表在0.05的顯著水準下，其影響在統計上為顯著。

方面，由圖 4 得知，QCC 的比率愈大會比較好（高）的國外訂單達交率。這是由於個案公司會根據客戶對訂單之預測，而事先“設定”公司內部樹脂生膠片的存量水準。所以，當客戶訂單抵達的時候，個案公司只要進行成型工程即可，如此便能在客戶要求的交貨時間內準時交貨。而且，QCC 的比率愈大，即中間共同品存貨愈高的時候，更能應付客戶不同的需求水準，所以，QCC 的比率大會比 QCC 的比率小時，有較好的國外訂單達交率。

在「客戶訂單大小之變異」(OSV)方面，由圖 4 得知，OSV 在低變異比高變異有較好（高）的國外訂單達交率。這是因為 OSV 在高變異時，客戶每次的訂單量會時大時小，而在訂單突然變大的情況下，可能會發生生產不及或缺料，而導致延遲交貨的狀況，所以 OSV 在低變異時會有較好的國外訂單達交率。

在「物料前置時間之變異」(MLTV)

方面，由圖 4 得知，MLTV 在低變異比高變異有較好（高）的國外訂單達交率。這是由於 MLTV 在高變異時，採購前置時間會忽長忽短，在突然增加原物料採購的前置時間之情況下，會造成生產缺料的問題，而導致延遲交貨的狀況，所以 MLTV 在低變異時會有較好的國外訂單達交率。

在「乾燥工程處理時間之變異」(PTVDE)方面，由圖 4 得知，PTVDE 在低變異比高變異有較好（高）的國外訂單達交率。這是由於 PTVDE 在高變異時，會使得生膠片的生產或存量變的不穩定，而造成延遲交貨的情況，所以 PTVDE 在低變異時會有較好的國外訂單達交率。

在「成型工程處理時間之變異」(PTVPE)方面，由圖 4 可得知，PTVPE 在低變異比高變異有較好（高）的國外訂單達交率。這是由於 PTVPE 在高變異時，會使得成型工程處理時間變的不穩定，而當成型工程處理時間增長的時候

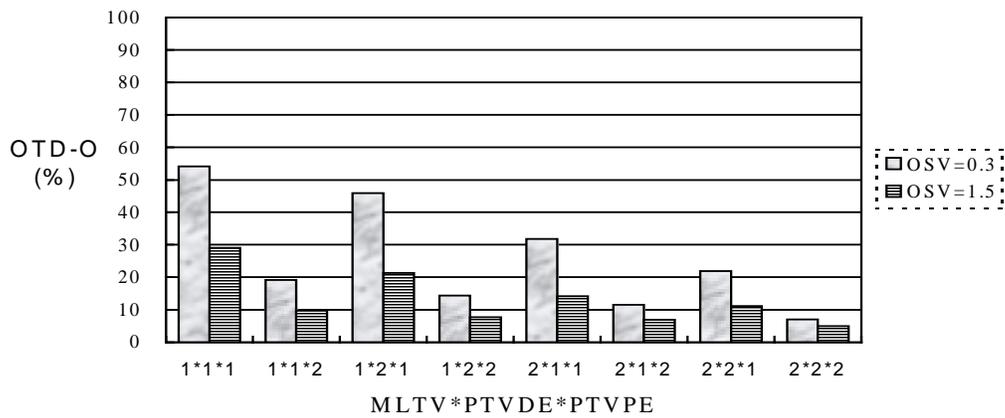


圖 4a 國外訂單達交率 (QCC=0 時)

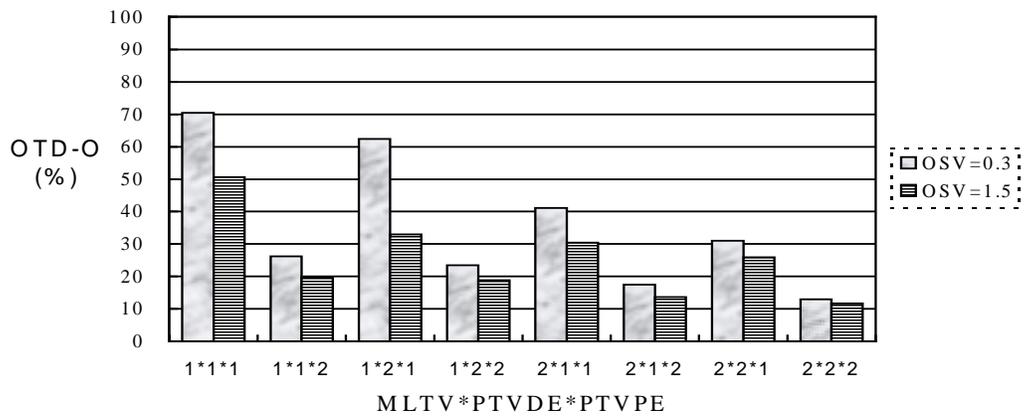


圖 4b 國外訂單達交率 (QCC=0.1 時)

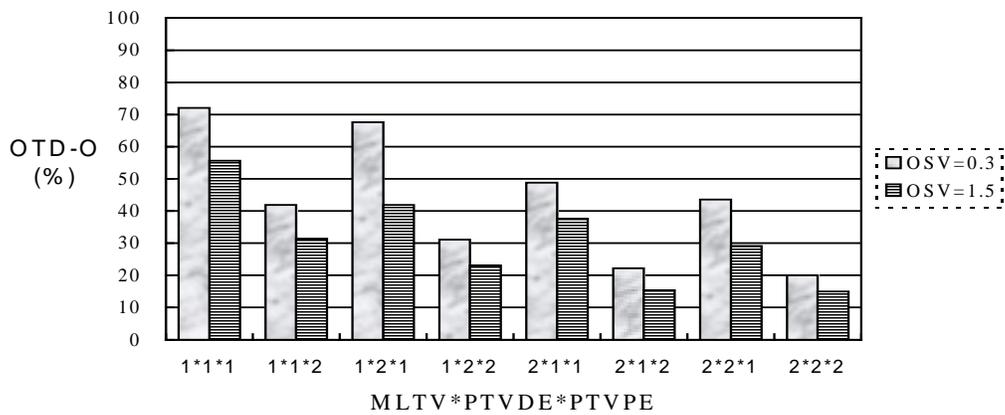


圖 4c 國外訂單達交率 (QCC=0.2 時)

表10 國內訂單週期時間(CT-D)之變異數分析結果

SV	SS	DF	MS	F value	p-value
QCC	275479.331	2	137739.666	8.043	0.001*
OSV	1487168.337	1	1487168.337	96.840	0.000*
MLTV	880194.792	1	880194.792	51.397	0.000*
PTVDE	331381.200	1	331381.200	19.350	0.000*
PTVPE	371238.711	1	371238.711	21.678	0.000*
ERROR	702140.790	41	17125.385		
TOTAL	4047603.161	47			

\*代表在0.05的顯著水準下，其影響在統計上為顯著。

，便會造成訂單的延遲交貨，所以 PTVPE 在低變異時會有較好的訂單達交率。

### 三、國內訂單週期時間 (CT-D)

由國內訂單週期時間之變異數分析結果（如表 10 所示），可得知五個變因對國內訂單週期時間都有顯著的影響。

在「中間共同品之存貨水準」(QCC) 方面，由圖 5 可得知，QCC 的比率愈大會有比較好（短）的國內訂單週期時間。這是由於個案公司根據客戶對訂單之預測，事先“設定”公司內部樹脂生膠片的存量。所以，當客戶訂單抵達的時候，個案公司只要進行成型工程即可，如此便可以省略配料工程與乾燥工程的處理時間，因而縮短了產品生產的前置時間。而且，QCC 的比率愈大，即中間共同品存貨愈高的時候，較能應付客戶不同的需求水準，所以，QCC 的比率大會比 QCC 的比率小時，有較好的國內訂單週期時間。

在「客戶訂單大小之變異」(OSV) 方面，由圖 5 得知，OSV 在低變異比高變異有較好（短）的國內訂單週期時間。這是因為 OSV 在高變異時，訂單會時大時小，而在訂單突然變大的情況下，可能會發生生產不及或缺料的狀況，造成延遲交貨，所以 OSV 在低變異時會有較好的國內訂單週期時間。

在「物料前置時間之變異」(MLTV) 方面，由圖 5 得知，MLTV 在低變異比高變異有較好（短）的國內訂單週期時間。這是由於 MLTV 在高變異時，採購前置時間會忽長忽短，在突然增加原物料採購的前置時間之情況下，會導致國內訂單週期時間的增加。另外，採購前置時間變異大，也會造成生產缺料的問題，使得無法符合訂單的需求量，如此也會增加國內訂單週期時間，所以 MLTV 在低變異時會有較好的國內訂單週期時間。

在「乾燥工程處理時間之變異」

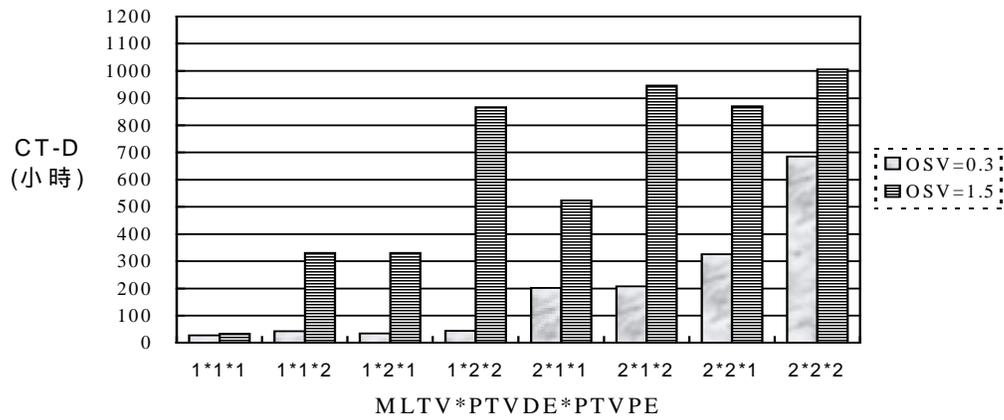


圖 5a 國內訂單週期時間 (QCC=0 時)

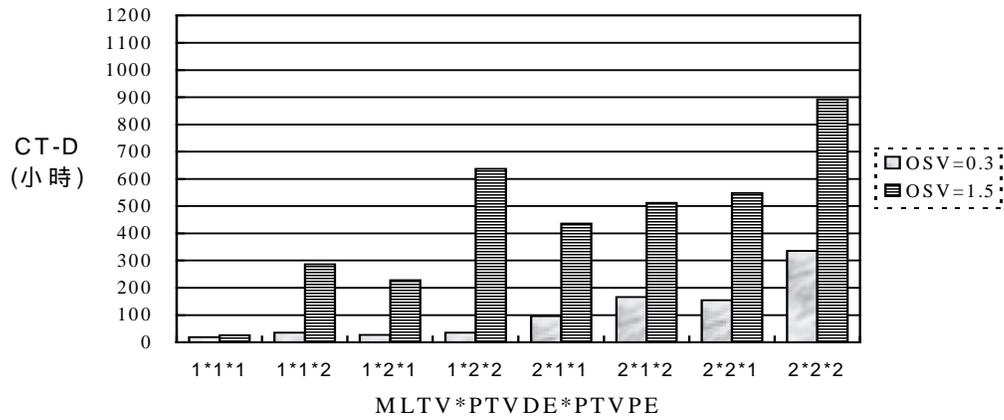


圖 5b 國內訂單週期時間 (QCC=0.1 時)

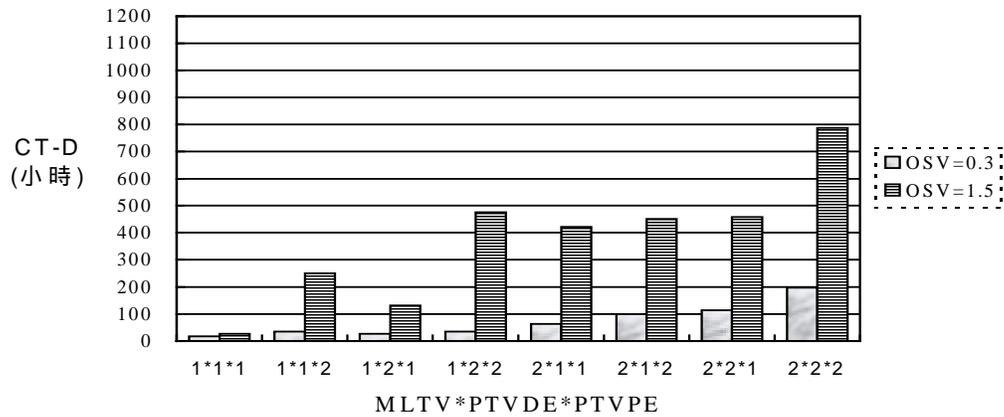


圖 5c 國內訂單週期時間 (QCC=0.2 時)

表11 國外訂單週期時間(CT-O)之變異數分析結果

SV	SS	DF	MS	F value	p-value
QCC	277345.330	2	138672.665	10.721	0.000*
OSV	1189978.759	1	1189978.759	92.000	0.000*
MLTV	688220.019	1	688220.019	53.208	0.000*
PTVDE	359035.559	1	359035.559	27.758	0.000*
PTVPE	307288.006	1	307288.006	23.757	0.000*
ERROR	530318.163	41	12934.589		
TOTAL	3352185.836	47			

\*代表在0.05的顯著水準下，其影響在統計上為顯著。

(PTVDE)方面，由圖5得知，PTVDE在低變異比高變異有較好(短)的國內訂單週期時間。這是由於PTVDE在高變異時，生膠片的生產或存量變的不穩定，在乾燥工程處理時間變長時，生產前置時間相對的也會增長，導致訂單週期時間的增長，所以PTVDE在低變異時會有較好的國內訂單週期時間。

在「成型工程處理時間之變異」(PTVPE)方面，由圖5得知，PTVPE在低變異比高變異有較好(短)的國內訂單週期時間。這是由於PTVPE在高變異時，會使得成型工程處理時間變的不穩定，而當成型工程處理時間增長的時候，便會造成生產前置時間的增長，導致訂單週期時間的增長，所以PTVPE在低變異時會有較好的國內訂單週期時間。

#### 四、國外訂單週期時間(CT-O)

由國外訂單週期時間之變異數分析結果(如表11所示)，可得知五個變因對國外訂單週期時間都有顯著的影響。

在「中間共同品之存貨水準」(QCC)方面，由圖6得知，QCC的比率愈大會有比較好(短)的國外訂單週期時間。這是由於個案公司根據客戶對訂單之預測，事先“設定”公司內部樹脂生膠片的存量。所以，當客戶訂單抵達的時候，個案公司只要進行成型工程即可，如此便可以省略配料工程與乾燥工程的處理時間，因而縮短了產品生產的前置時間。而且，QCC的比率愈大，即中間共同品存貨愈高的時候，較能應付客戶不同的需求水準，所以，QCC的比率大會比QCC的比率小時，有較好的國外訂單週期時間。

在「客戶訂單大小之變異」(OSV)方面，由圖6得知，OSV在低變異比高變異有較好(短)的國外訂單週期時間。這是因為OSV在高變異時，訂單會時大時小，而在訂單突然變大的情況下，可能會發生生產不及或缺料的狀況，造成延遲交貨，所以OSV在低變異時會有較好的國外訂單週期時間。

在「物料前置時間之變異」(MLTV)

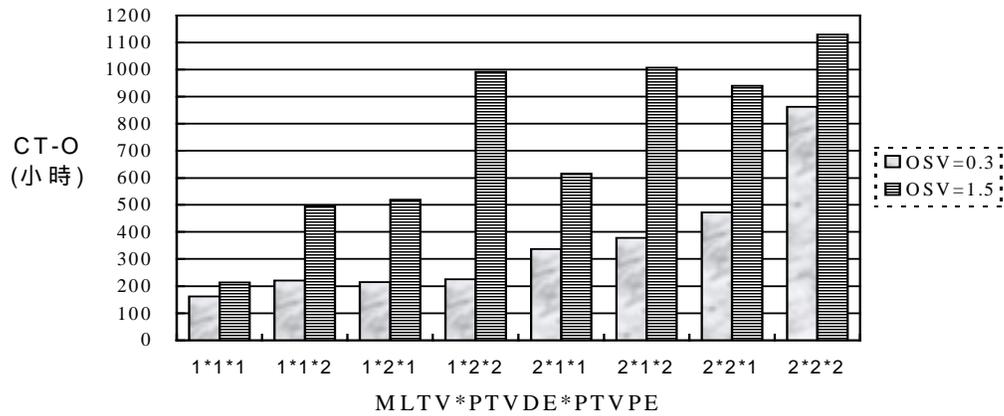


圖 6a 國外訂單週期時間 (QCC=0 時)

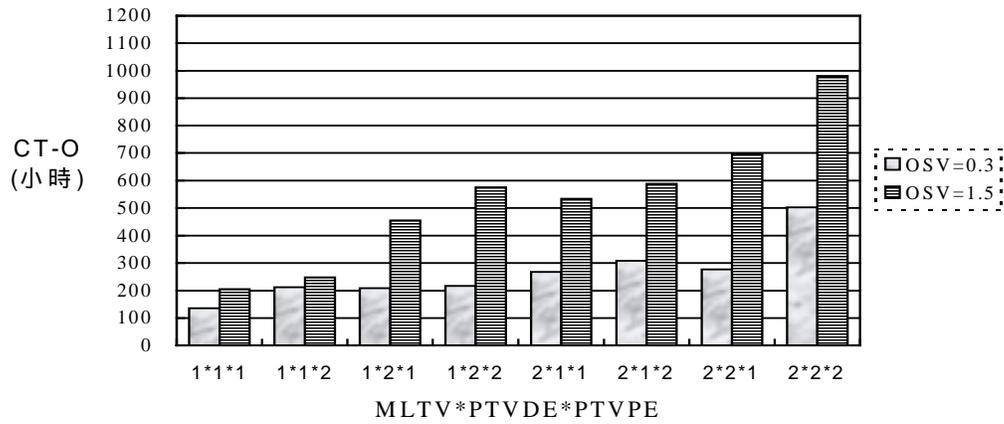


圖 6b 國外訂單週期時間 (QCC=0.1 時)

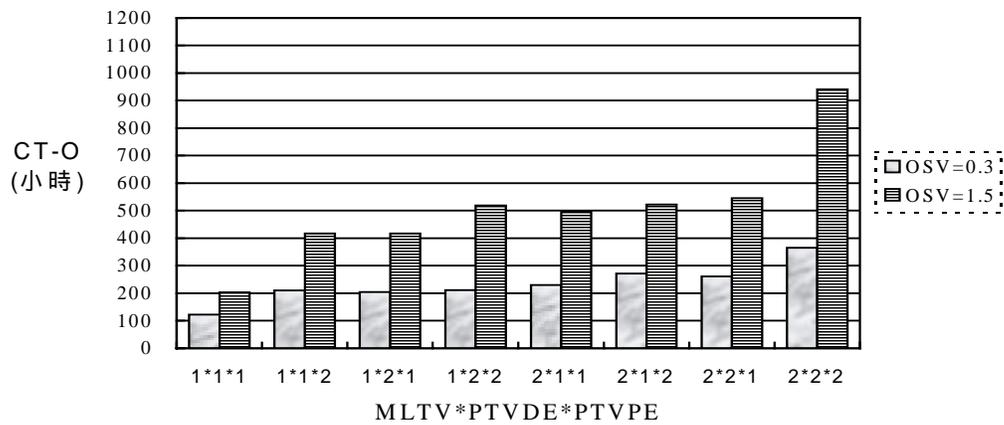


圖 6c 國外訂單週期時間 (QCC=0.2 時)

表12 樹脂生膠片庫存(PWIP)之變異數分析結果

SV	SS	DF	MS	F value	p-value
QCC	3.249E+10	2	1.624E+10	131.029	0.000*
OSV	3061928269	1	3061928269	24.699	0.000*
MLTV	2797769408	1	2797769408	22.569	0.000*
PTVDE	18310110.8	1	18310110.8	0.148	0.703
PTVPE	1415333.333	1	1415333.333	0.011	0.915
ERROR	5082682095	41	123967856		
TOTAL	4.345E+10	47			

\*代表在0.05的顯著水準下，其影響在統計上為顯著。

方面，由圖 6 得知，MLTV 在低變異比高變異有較好（短）的國外訂單週期時間。這是由於 MLTV 在高變異時，採購前置時間會忽長忽短，在突然增加原物料採購的前置時間之情況，會導致國外訂單週期時間的增加。另外，採購前置時間變異大，也會造成生產缺料的問題，使得無法符合訂單的需求量，如此也會增加國外訂單週期時間，所以 MLTV 在低變異時會有較好的國外訂單週期時間。

在「乾燥工程處理時間之變異」（PTVDE）方面，由圖 6 得知，PTVDE 在低變異比高變異有較好（短）的國外訂單週期時間。這是由於 PTVDE 在高變異時，生膠片的生產或存量變的不穩定，在乾燥工程處理時間變長時，生產前置時間相對的也會增長，導致訂單週期時間的增長，所以 PTVDE 在低變異時會有較好的國外訂單週期時間。

在「成型工程處理時間之變異」（PTVPE）方面，由圖 6 得知，PTVPE

在低變異比高變異有較好（短）的國外訂單週期時間。這是由於 PTVPE 在高變異時，會使得成型工程處理時間變的不穩定，而當成型工程處理時間增長的時候，便會造成生產前置時間的增長，導致訂單週期時間的增長，所以 PTVPE 在低變異時會有較好的國外訂單週期時間。

## 五、樹脂生膠片庫存（PWIP）

由樹脂生膠片庫存之變異數分析結果（如表 12 所示），可得知 QCC、OSV、MLTV 三個變因對樹脂生膠片庫存績效都有顯著的影響。至於 PTVDE 與 PTVPE 對樹脂生膠片庫存並沒有顯著的影響。

在「中間共同品之存貨水準」（QCC）方面，由圖 7 得知，QCC 的比率愈小會有比較低的樹脂生膠片庫存。這是由於個案公司根據客戶對訂單之預測，事先“設定”公司內部樹脂生膠片的存量。所以，當 QCC 的比率愈大時，樹脂生膠片庫存量自然會愈高；反之，當 QCC 的

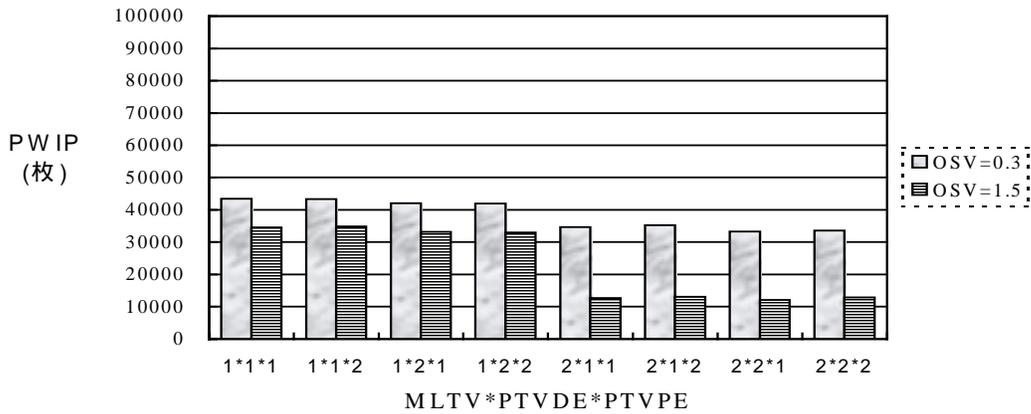


圖 7a 樹脂生膠片庫存 (QCC=0.1 時)

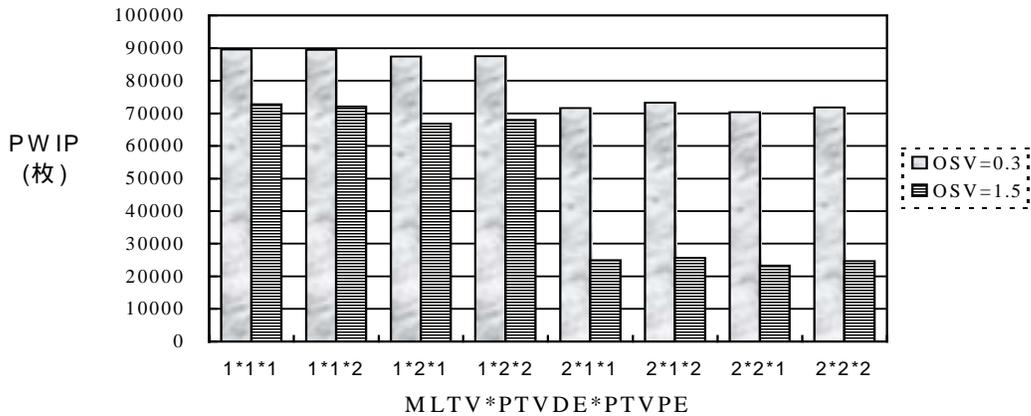


圖 7b 樹脂生膠片庫存 (QCC=0.2 時)

比率愈小時，樹脂生膠片庫存則會愈低。所以，QCC 的比率小會比 QCC 的比率大時，有較低的樹脂生膠片庫存。

在「客戶訂單大小之變異」(OSV)方面，由圖 7 得知，OSV 在高變異比低變異有較低的樹脂生膠片庫存。這是因為 OSV 在高變異時，訂單會時大時小，在訂單突然變大的情況下，可能會發生生產不及或缺料的狀況，反而降低樹脂生膠片庫存水準；反之，OSV 在低變異

時，公司會維持固定的樹脂生膠片庫存水準，所以 OSV 在高變異時會有較低的樹脂生膠片庫存。

在「物料前置時間之變異」(MLTV)方面，由圖 7 得知，MLTV 在高變異比低變異有較低的樹脂生膠片庫存。這是由於 MLTV 高時，採購前置時間會忽長忽短，在突然增加原物料採購的前置時間之情況下，會造成生產缺料的問題，使得樹脂生膠片庫存無法維持既定的

量；反之，當 MLTV 低時較不會產生原物料缺料的情況，如此樹脂生膠片庫存便會維持正常的水準，所以 MLTV 在高變異時會有較低的樹脂生膠片庫存。

戶訂單需求等，因此本研究之結果亦可作為其他國際性供應鏈之參考，以瞭解在聯盟關係下不確定性對國際性供應鏈的影響。

## 柒、結論

總結來說，本研究所探討的五個變因（即中間共同品之存量水準、客戶訂單大小之變異、物料前置時間之變異、乾燥工程處理時間之變異、成型工程處理時間之變異）對國內訂單達交率、國外訂單達交率、國內訂單週期時間、國外訂單週期時間等四個績效都有顯著的影響。至於樹脂生膠片庫存績效方面，只有中間共同品之存量水準、客戶訂單大小之變異、物料前置時間之變異等三個變因對其績效有顯著的影響。

本研究的主要貢獻是同時探討“聯盟關係”與“不確定性”對國際性供應鏈績效的影響，這樣的研究在文獻上尚未見到。研究結果發現：在高的“中間共同品之存量水準”（QCC）低的變異（OSV、MLTV、PTVDE、PTVPE）的情況下，可提高國內外訂單之達交率，且降低國內外訂單之週期時間。因此，從訂單達交率與訂單週期時間的角度來看，透過聯盟關係的努力，並降低本研究所探討的各項變異，的確可以大幅提升 CCL 國際性供應鏈的績效。

雖然本研究是以包括台灣個案公司在內之 CCL 供應鏈為研究個案，但要建構任何一個國際性供應鏈，其最大的困難之一是需要考慮各種不確定性的因素，例如：前置時間（生產及運輸）、客

## 誌謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會經費補助（計畫編號：NSC 91-2213-E-159-017），特此誌謝；此外，對於呂學周先生、林雅梅小姐對本研究所作的付出，在此一併誌謝。

## 參考文獻

### 一、中文部份

1. 呂博裕譯(2001)，供應鏈管理概論，台北：高立圖書公司。
2. 呂博裕、何仁祥與范姜正(2001)，CRT 國際性供應鏈之模擬分析，中國工業工程學會 90 年年會論文集，CIE2001-0007。
3. 林政榮(1999)，供應鏈顧客價值與顧客服務模式架構的探討，中國工業工程學會 88 年年會論文集，A9-6。
4. 陳中興、高崇恩與周雍強(1998)，供應鏈彈性供需合約之生產規劃，中國工業工程學會 87 年年會論文集，153-158。
5. 陳飛龍、蔡紹達與洪一仁(1999)，整合供給與需求的供應鏈配銷系統，中國工業工程學會 88 年年會論文集，A7-6。

6. 湯玲郎、林燦偉(1997), 我國筆記型電腦之供給鏈體系模擬研究, 中國工業工程學會 86 年年會論文集, 273-278。

## 二、英文部份

1. Closs, D. J., Roath, A. S., Goldsby, T. J., Eckert, J. A. & Swartz, S. M. (1998). An empirical comparison of anticipatory and response-based supply chain strategies. International Journal of Logistics Management, 9(2), 21-33.

2. Cvsa, V. & Gilbert, S. M. (2002). Strategic commitment versus postponement in a two-tier supply chain. European Journal of Operational Research, 141, 526-543.

3. Gjerdrum, J., Jalisi, Q. W. Z. & Shah, N. (2000). Dynamic simulation of physical and business processes for supply chain improvement. Proceedings of the 5<sup>th</sup> Annual International Conference on Industrial Engineering, Taiwan, ID375.

4. Gupta, A. & Maranas, C. D. (2003). Managing demand uncertainty in supply chain planning. Computers and Chemical Engineering, 27, 1219-1227.

5. Law, A. M. & Kelton, W. D. (2000). Simulation modeling and analysis. New York: McGraw-Hill.

6. Mason-Jones, R. & Towill, D. R. (1998). Time compression in the supply chain: information management is the vital ingredient. Logistics Information Management, 11(2), 93-104.

7. Pritsker, A. A. B. & O'Reilly, J. J.

(1999). Simulation with Visual SLAM and AweSim (2<sup>nd</sup> edition). New York: John Wiley and Sons.

8. Schmitz, J. M., Frankel, R. & Frayer, J. (1995). ECR alliances: a best practice model. Joint Industry Project on Efficient Consumer Response.

9. Schwarz, L. B. & Weng, Z. K. (1999). The design of a JIT supply chain: the effect of leadtime uncertainty on safety stock. Journal of Business Logistics, 20(1), 141-163.

10. Stevenson, W. J. (1999). Production/operations management. New York: McGraw-Hill.

11. Towill, D. R., Naim, M. M. & Wikner, J. (1992). Industrial dynamics simulation models in the design of supply chains. International Journal of Physical Distribution & Materials Management, 22(5), 3-13.

12. Vidal, C. J. & Goetschalckx, M. (2000). Modeling the effect of uncertainties on global logistics systems. Journal of Business Logistics, 21(1), 95-120.

2003 年 04 月 28 日收稿

2003 年 05 月 13 日初審

2003 年 08 月 28 日複審

2003 年 10 月 08 日接受