

# 行政院國家科學委員會補助產學合作研究計畫成果完整報告

計畫名稱：記憶體模組產業供應鏈生產規劃模式之研究

計畫類別：個別型計畫      整合型計畫

計畫編號：NSC 98-2221-E-029-018-MY3

執行期間：98 年 08 月 01 日至 101 年 07 月 31 日

執行單位：東海大學工業工程與經營資訊學系

計畫主持人：王立志

計畫參與人員：李淑芬、蔡忠軒、王中俊

中 華 民 國      101   年      6   月      29   日

## 研究摘要

隨著全球化趨勢來臨，企業所面臨的生產活動，已從過去的單廠演變成跨國多廠的生產模式，記憶體模組產業位於產業鏈的中游，主要產品包含記憶體模組(DRAM module)及快閃記憶體(FLASH)模組等相關產品。在多廠區生產規劃環境下，企業以擴廠或合併的方式擴充產能，也使單廠區的生產管理問題，在全球以及多階多廠區的生產環境之下，生產規劃比單廠區更加複雜與困難，全球企業之供應鏈通常包含多個製造廠與多個配銷中心，為了滿足下游顧客的多種類需求訂單，規劃人員不只需要決定製造廠的訂單分配或決定由哪一個配銷中心出貨。生產規劃時，除了一般的生產成本、庫存成本、運輸成本以及缺貨成本等等之外，須同時將全球生產製造及運輸之稅務相關成本納入，以因應現今國際分工之環境。還需考量供應鏈網絡限制，例如：物料替代關係、原物料調撥、製造廠直接出貨給顧客、產能限制、運輸與生產前置時間。

因此本計畫使用線性規劃模式發展一個以成本極小化為目標的考量節稅之全球供應鏈網絡生產規劃模式，以期產生每週之生產計劃與運輸計畫，供規劃人員進行生產規劃時之參考依據。最後，經由實驗得知本模式之實用性，並進行敏感度分析，最後以企業實際資料作為案例驗證的實證。

**關鍵詞：**全球網絡生產規劃、訂單滿足、節稅模式、記憶體模組產業、線性規劃

## Abstract

Enterprises today are facing greater challenges due to globalization development and increasingly severe competition in the business environment. Aggressive enterprises construct their own multi-site supply chains to extend integration beyond a single production site by means of stronger distribution management capabilities, electronic data interchange, and coordinated multiple plants management.

The global supply network involves multiple manufacturing sites and multiple distribution centers of tax areas and international logistics zones. We present an linear programming model to produce a tax saving flexible supply net work planning (FSNP) model, determines the order allocation among multiple sites (includes manufacturing sites and distribution centers) and the procedure degree of each distribution center, for maximizing after-tax profit in the global supply network. In the numerical evaluation and results, we demonstrate the FSNP model is effective and analyze the impact of tax savings in order allocation model. A memory module industry case is selected to illustrate the effectiveness of the FSNP model.

**Key words** : tax savings, order allocation, supply chain planning, linear programming, memory module industry

## 目錄

1. 前言 .....	3
2. 研究目的.....	4
3. 文獻探討.....	5
4. 研究方法.....	7
4.1 問題描述.....	7
4.2 供應鏈網絡生產規劃模式.....	8
4.3 模式的情境驗證.....	14
5. 結論.....	錯誤! 尚未定義書籤。
參考文獻.....	19

# 報告內容

## 1 前言

隨著全球化市場的競爭壓力，以及客戶需求不斷增加的環境中，企業所面臨的生產活動，已從過去單廠演變成跨國的多廠生產模式。在多廠區生產規劃環境下，企業多以擴廠或合併的方式擴充產能，使得單廠區生產管理問題衍生為複雜多廠區規劃(multi-site planning; MSP)問題，如：產能平衡、資源共享及生產特性、產品組合及各廠區之製造成本等複雜性。記憶體模組產業位於產業鏈的中游，主要產品包含記憶體模組(DRAM module)及快閃記憶體(FLASH)模組等相關產品，記憶體模組廠商應用表面黏著生產技術(Surface-mount technology)將各元件鑲嵌於印刷電路板上，經由功能測試後，完成產品製造過程。

本三年研究之範圍與目的即為此產業之接單到出貨流程(OTD)。如圖 1.1 所示，本計畫第三年度為承接單廠區生產規劃模式以排定日生產排程計畫

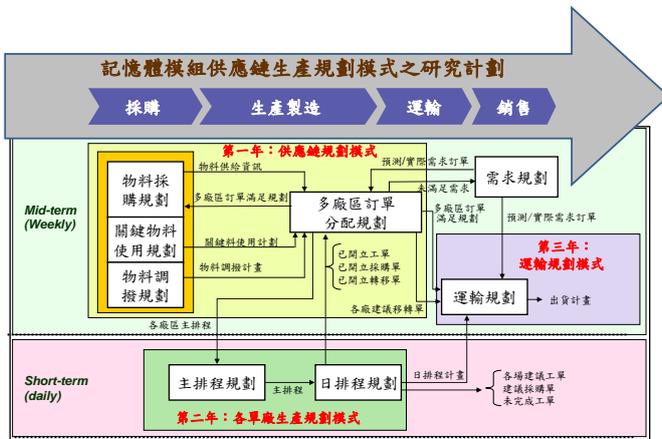


圖 1.1 記憶體模組供應鏈生產規劃模式

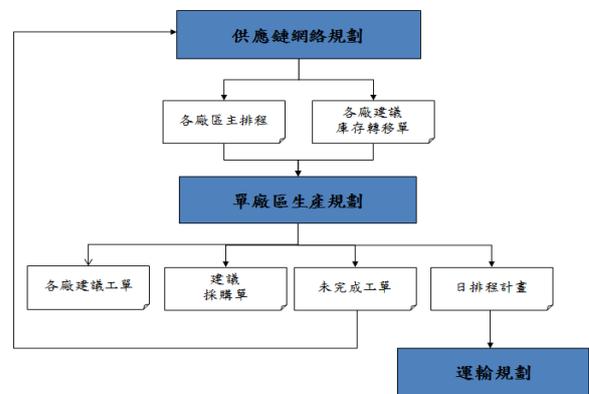


圖 1.2 單廠區生產規劃的輸入與輸出

隨著資訊、通訊科技與運輸工具等不斷的進步，全球企業在面對貿易市場環境迅速變化且競爭壓力不斷增加的挑戰下，企業必須調整其供應鏈運作模式以確立協調全球資源的能力，達成將全球貿易市場視為單一市場來滿足客戶需求。一個複雜的製造供應鏈環境中包含了多廠、多供應商、多產品及多訂單等等，這些元素之間形成多階層及多廠區的生產製造環境。在面對全球市場大量需求時，大部分的跨國企業會在全球各地皆設置製造廠及配銷中心，以求迅速滿足全球顧客需求，因此，企業內部之訂單分配規劃人員，必定面臨如何將多個不同地區的客户需求，分配至全球廠區生產及出貨(Lin, 2007)。

然而，一旦產品必須從一個國家運輸至另一個國家時，勢必產生複雜的跨國稅務，如：關稅、企業所得稅、增值稅及出口退稅等等相關稅務成本，一個完整的訂單分配模型不僅要考慮生產目標及有效的分配製造資源，還須在既定的生產成本之下，考慮如何節省全球稅務成本，以滿足市場及客戶需求。大多數的跨國企業已了解到複雜的全球稅務對其總利潤之影響，而各國政府也逐漸注意到企業會將稅務成本納入考量，因此發展出國際物流區(international logistics zones)，以透過免除部分稅務來吸引外資進入，使國家經濟成長。

以記憶體模組產業現況為例，由於其產品將配銷至世界各地，生產規劃模式中包含了多廠區及多配銷中心的生產與配送問題，除了考量一般的生產、存貨及運輸等成本外，必須將各國的稅務成本也納入生產規劃模式中同時考量。

從過去研究中，已許多學者探討供應鏈管理相關議題，考量了許多不同的成本，例如製造成

本、存貨成本、缺貨成本及運輸成本等等，但多將稅務成本排除在外，鮮少有研究將稅務成本納入考量。直到近幾年，才逐漸有學者針對此部分開始進行研究，如 Feng 等人 (2009) 在考量稅務成本之主題下，從最大化公司利潤的角度在單一週期中探討每張訂單的最佳生產模式，其考慮單一產品在全球配銷中心之生產階段及運輸路線，但並未考量整體供應鏈架構。

因此，本計畫將提出一套全球供應網絡之節稅訂單分配模式，透過此模式提供企業進行生產規劃時，能夠同時考量稅務成本對其整體利潤之影響，而本計畫所考量之特性如下：

- a. 全球多階多廠供應鏈網絡之生產規劃環境
- b. 跨國生產及運輸之稅務成本
- c. 彈性製造網絡之生產與配銷選擇
- d. 各廠區之生產限制
- e. 運輸及生產前置時間
- f. 多對多產品替代之特性
- g. 製造廠之間原物料重新分配

## 2. 研究目的

本計畫將提出適用於記憶體模組產業多階多廠之供應鏈架構，探討供應鏈網絡訂單分配之節稅問題，提出一線性規劃 (Linear Programming; LP) 模式，進行供應鏈之節稅訂單分配。具體而言，本計畫主要目的歸納如下：

1. 歸納過去訂單分配相關文獻所考量之特性
2. 發展一套稅後利潤最大化之多階多廠供應鏈網絡訂單分配模式，考量因素及限制如下：
  - (1) 總體成本最小化為目標
  - (2) 跨國生產與運輸之稅務成本
  - (3) 各廠區生產限制
  - (4) 運輸及生產前置時間
  - (5) 多對多產品替代特性
  - (6) 原物料供給數量限制
  - (7) 製造廠之間原物料重新分配。

以此模式可決定其整體供應鏈之訂單分配結果，並包含了各廠之稅務成本、各廠之生產產品項與數量以及各訂單每階段生產程度，以作為生管人員在進行生產規劃時之參考依據。

3. 以某記憶體模組廠商為例，驗證本計畫提出之供應鏈節稅訂單分配模式與求解技術的實務可行性

### 3. 文獻探討

由於記憶體模組製程單純、流通性佳且不需投入龐大之資本支出，因而吸引許多相關業者紛紛設立，使台灣目前已成為全球記憶體模組重要生產製造中心。近年來，記憶體模組(memory module)產業在台灣扮演著重要的角色，由於記憶體模組之價格與原料 DRAM 之漲跌息息相關，整體產業受景氣波動影響甚深，因此模組廠商唯有保持最佳的營運效率、以最低的成本、最快的生產效率，生產規劃模式中包含了多廠區及多配銷中心的生產與配送問題，除了考量一般的生產、存貨及運輸等成本外，必須將各國的稅務成本也納入生產規劃模式中同時考量。

#### 3.1 供應鏈網絡節稅生產規劃

過去有些許多研究於供應網絡生產規劃之訂單分配問題時考量稅務成本，Arntzen 等人 (1995) 提出一全球供應鏈規劃模式，利用混合整數線性規劃(Mixed Integer Linear Programming, MILP)，考量進出口稅務，整合製造廠及配銷中心間之規劃決策；Vidal and Goetschalckx (2001) 發展考量轉讓價格及運輸成本之稅後利潤最大化模型；Feng and Wu (2009) 提出一線性規劃模式，考量於多階多廠生產環境之稅務成本，解決單一週期訂單分配問題。透過深入的訪談後，得知關稅與增值稅為全球製造企業所重視，此兩種稅務的說明如下：

##### 1. 進口關稅(Import duty)：

為當貨物進入稅區時各國政府所徵收的稅務。當貨品於同國家從國際物流區進入稅區時、當貨品於不同國家從國際物流區進入稅區時及當貨品於不同國家從稅區進入稅區時，皆必須徵收進口關稅，其示意如圖 3.1。

若企業預節省進口關稅，可考慮從進口關稅率較低的國家進口貨物，舉例來說，若國家一對國家二徵收 15% 的進口關稅，卻對國家三徵收 10% 的進口關稅，在其他成本皆一致的情況下，企業可從國家三進口貨物至國家一達到節省進口關稅的目的。進口關稅計算的公式為貨品完稅價格乘上進口關稅率，其中完稅價格中應包含貨品的貨價、貨品運抵前之運費及其他勞務費用等。

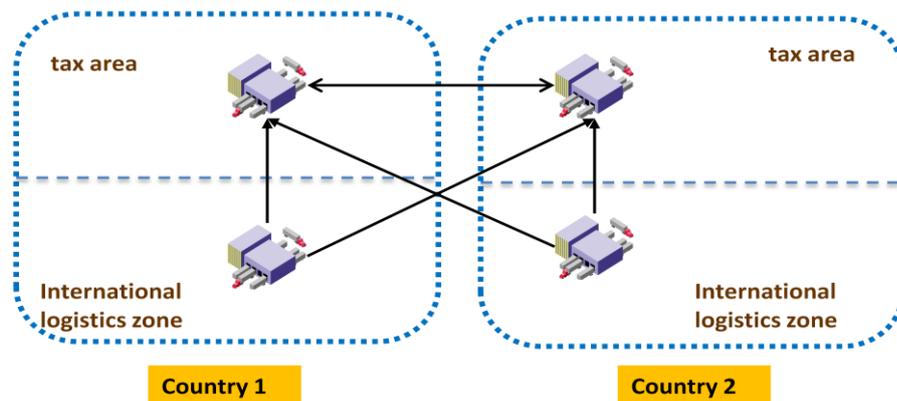


圖 3.1 進口稅徵收路徑

資料來源：Feng and Wu (2009)

##### 2. 增值稅(Value Added Tax, VAT)

以貨品之增值額為課稅對象，增值一般是指企業從事生產製造而創造的價值，如當貨品從原料加工半成品時，其價值增加的部分即為增值稅課稅之對象。

增值稅又可細劃分為內銷增值稅、進口增值稅及出口增值稅，其示意如圖 3.2。當配銷中心位於稅區時，貨物從本國國際物流區及其他國家之稅區及國際物流區輸入皆徵收進口增值稅，貨物從配銷中心流出時，若將貨物運送至本國製造廠則收取銷售增值稅，若運送至其他國家，則收

取出口增值稅；當配銷中心位於國際物流區時，若將貨物運至本國家稅區內之製造廠，則收取銷售增值稅，若將貨物運至其他國家，則收區出口增值稅。透過增值稅及增值退稅率，國家可操控貨品製造及進出口，如提升增值退稅率使企業將貨品輸出其國家等等。

增值稅計算公式為：

增值稅=內銷貨物的銷售價格\*數量\*增值稅率

-輸入貨物的輸入價格\*數量\*增值稅率進項稅額

+出口貨物離岸價\*數量\*(增值稅率-增值退稅率)

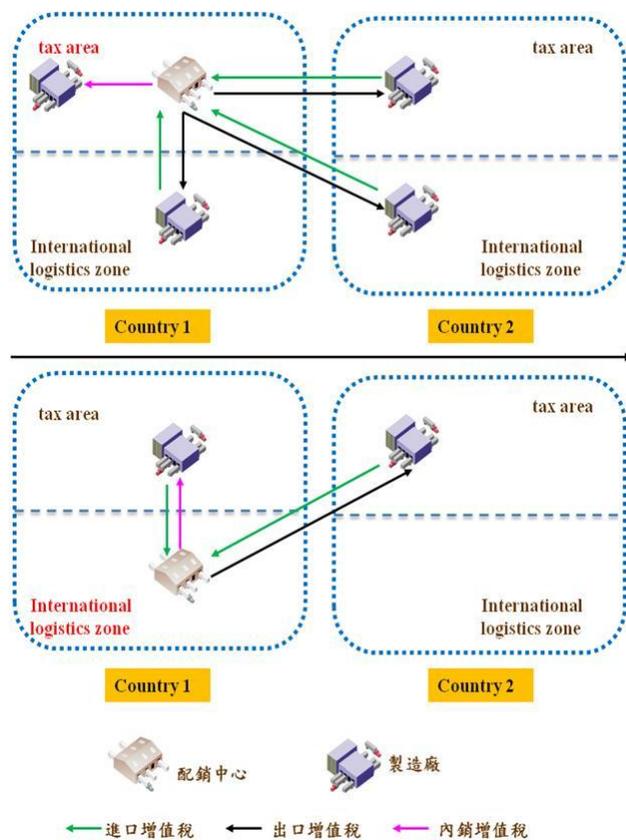


圖 3.2 增值稅徵收路徑

資料來源：Feng and Wu (2009)

## 4 研究方法

### 4.1 問題描述

本計畫在此供應鏈架構下建構一訂單分配節稅模式，以利將顧客需求進行最佳化之配置。此節稅模式以供應鏈最小成本為規劃之求解目標，在成本端將考量生產成本、稅務成本、庫存成本、運輸成本及短缺之處罰成本；；並將顧客需求在考量供需平衡、存貨平衡、運輸限制、生產能力限制、產能限制以及產品耗用數量限制下，配置到供應鏈上每一階層。

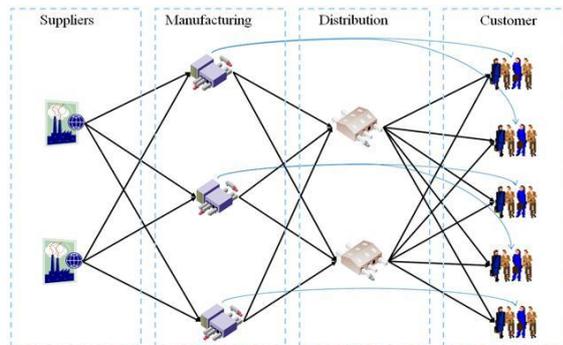


圖 4.11 節稅模型供應鏈架構

本節稅模型主要考量的稅務成本有二，一為進口關稅，二為產品增值稅及增值退稅。如圖 4.12 所示，主要是假設供應鏈成員所在地理位置為全球各個國家，考量不同國家稅收比率不相同的情況下，訂單分配應如何配置使供應鏈總體成本最小。

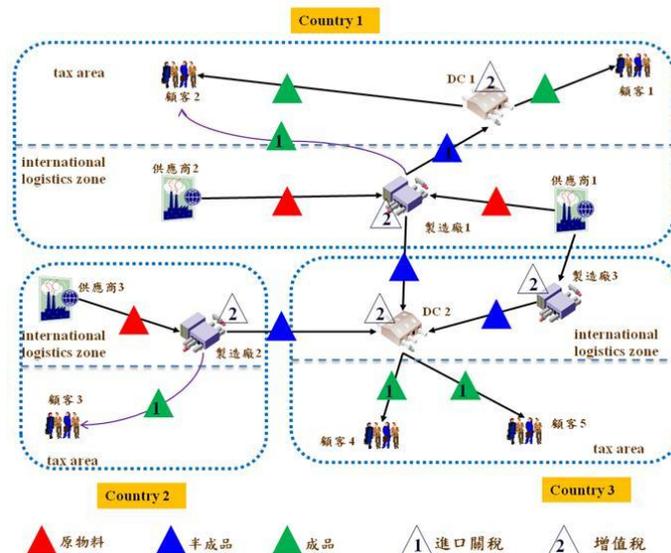


圖 4.12 節稅模型之供應鏈成員地理位置示意圖

本模式在製造廠生產半成品及成品時，將會有產品組成用量之特性，如圖 4.13 所示，生產成品品項一時，須使用兩個半成品品項一，而生產半成品品項一時，則需使用兩個原物料品項一，以此類推。

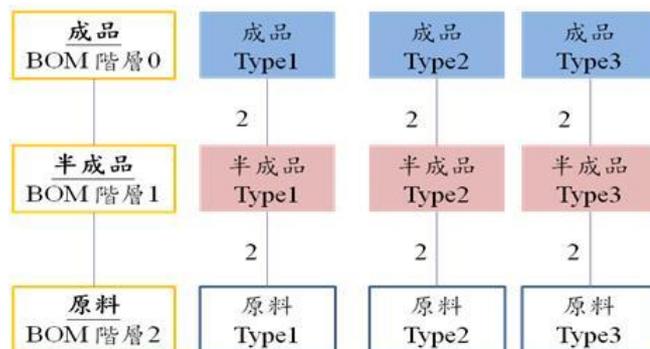


圖 4.13 產品組成用量示意圖

考量記憶體模組產業之特殊性，一為供應商原物料供給之不確定性，二為記憶體產品結構多對多之特性，因此本計畫提出針對記憶體模組產業供應鏈網絡之訂單分配模式。記憶體模組產業之節稅模型供應鏈如圖 4.14 所示，與模型一之不同處為製造廠可將原物料重新配置，以解決其原物料來源不穩定之議題。此記憶體模組產業之節稅模型是考量之成本與限制皆與模型一大致相同，不同處在於其製造廠原物料重新配置及多對多產品結構關係。

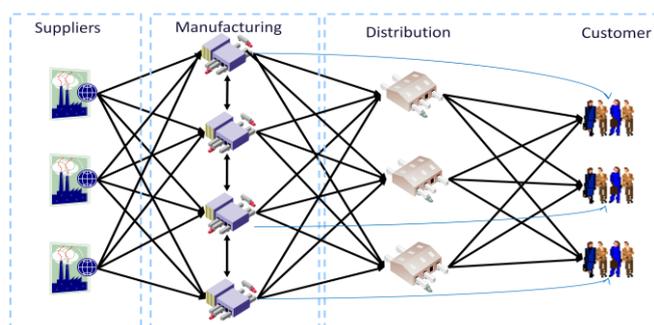


圖 4.14 記憶體模組產業之節稅模型供應鏈架構

記憶體模組產業之訂單分配模式考量之產品結構示意如圖 4.15 所示，因其產品之特性，如 1G 的產品可由一個 1G 或 2 個 512MB 之記憶體所組成，而一個 512MB 則可由 32 個 16 megabit 或 16 個 32 megabit 之晶片組成，以此類推。

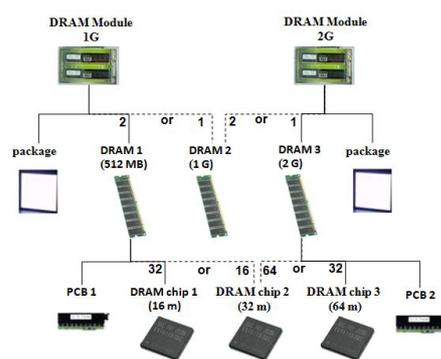


圖 4.15 產品結構示意圖

## 4.2 供應鏈網絡生產規劃模式

本計畫所提出之記憶體模組產業多階多廠彈性供應鏈網絡節稅模型。

下標

- |   |          |                      |
|---|----------|----------------------|
| i | 供應商節點編號  | $i = 1, 2, \dots, I$ |
| j | 製造廠節點編號  | $j = 1, 2, \dots, J$ |
| k | 配銷中心節點編號 | $k = 1, 2, \dots, K$ |
| l | 顧客訂單節點編號 | $l = 1, 2, \dots, L$ |

m	原物料種類	m=1, 2, ..., M
s	半成品種類	s=1, 2, ..., S
p	成品種類	p=1, 2, ..., P
t	求解週期	t =1, 2, ..., T

### 參數

產品結構與組成用量：

$ps_{sp}^{SP}$  生產一單位成品 p 所需之半成品 s 之需求量

$ps_{ms}^{MS}$  生產一單位半成品 s 所需之原物料 m 之需求量

產能上限：

$u_{jt}^{FP}$  製造廠 j 生產半成品 s 之產能上限

$u_{kt}^{DP}$  製造廠 j 生產成品 p 之產能上限

$u_{jt}^{FS}$  DC 廠 k 生產成品 p 之產能上限

生產成本：

$cm_{js}^{FMS}$  製造廠 j 生產半成品 s 之單位成本

$cm_{jp}^{FSP}$  製造廠 j 生產成品 p 之單位成本

$cm_{kp}^{DSP}$  DC 廠 k 生產成品 p 之單位成本

庫存成本：

$ci_{jm}^{FMH}$  製造廠 j 的原物料 m 之單位持有成本

$ci_{js}^{FSH}$  製造廠 j 的半成品 s 之單位持有成本

$ci_{jp}^{FPH}$  製造廠 j 的成品 p 之單位持有成本

$ci_{ks}^{DSH}$  DC 廠 k 的半成品 s 的單位持有成本

$ci_{kp}^{DPH}$  DC 廠 k 的成品 p 之單位持有成本

運輸成本：

$ct_{jk}^{MD}$  製造廠 j 與 DC 廠 k 之單位運輸成本

$ct_{kl}^{DO}$  DC 廠 k 與顧客訂單 l 之單位運輸成本

$ct_{jl}^{MO}$  製造廠與顧客訂單 l 之單位運輸成本

運輸前置時間：

$lt_{jk}^{MD}$  製造廠 j 運輸至 DC 廠 k 之前置時間

$lt_{jl}^{MO}$  製造廠 j 運輸至顧客訂單 l 之前置時間

$lt_{kl}^{DO}$  DC 廠 k 運輸至顧客訂單 l 之前置時間

生產前置時間：

$lt_{js}^{FS}$  製造廠 j 生產半成品 s 之生產時間

$lt_{jp}^{FP}$  製造廠 j 生產成品 p 之生產時間

$lt_{kp}^{DP}$  DC 廠 k 生產成品 p 之生產時間

貨品銷售價格：

$pr_{jks}^{MD}$  製造廠 j 輸出半成品 s 至 DC 廠 k 之銷售價格

- $pr_{jkp}^{MP}$  製造廠 j 輸出成品 p 至 DC 廠 k 之銷售價格
- $pr_{klp}^{DO}$  DC 廠 k 輸出成品 p 至顧客訂單 l 之銷售價格
- $pr_{jlp}^{MO}$  製造廠 j 輸出成品 p 至顧客訂單 l 之銷售價格
- $pr_{ijm}^{SM}$  供應商 i 輸出原物料 m 至製造廠 j 銷售價格

稅務比率：

- $dt_{jk}^{MD}$  製造廠 j 銷售至 DC 廠 k 之進口稅率
- $dt_{kl}^{DO}$  DC 廠 k 銷售至顧客訂單 l 之進口稅率
- $dt_{jl}^{MO}$  製造廠 j 銷售至顧客訂單 l 之進口稅率
- $vat_{jk}^{MD}$  製造廠 j 銷售至 DC 廠 k 之增值稅率
- $vat_{kl}^{DO}$  DC 廠 k 銷售至顧客訂單 l 之增值稅率
- $vat_{jl}^{MO}$  製造廠 j 銷售至顧客訂單 l 之增值稅率
- $drt_{jk}^{MD}$  製造廠 j 銷售至 DC 廠 k 之退稅率
- $drt_{kl}^{DO}$  DC 廠 k 銷售至顧客訂單 l 之退稅率
- $drt_{jl}^{MO}$  製造廠 j 銷售至顧客訂單 l 之退稅率

其他參數：

- $d_{lpt}$  在週期 t 時，顧客訂單 l 成品 p 之需求數量
- $q_{ijm}^{SM}$  在週期 t 時，製造廠 j 預計可收到供應商 i 供給原物料 m 之數量
- $cs_l^S$  顧客訂單 l 之單位處罰成本

決策變數

生產數量：

- $QM_{jst}^{FS}$  在週期 t 時，製造廠 j 製造半成品 s 之數量
- $QM_{jpt}^{FP}$  在週期 t 時，製造廠 j 製造成品 p 之數量
- $QM_{kpt}^{DP}$  在週期 t 時，DC 廠 k 製造成品 p 之數量

耗用數量：

- $QC_{jmst}^{FMS}$  在週期 t 時，製造廠 j 生產半成品 s 耗用原物料 m 的數量
- $QC_{jspt}^{FSP}$  在週期 t 時，製造廠 j 生產成品 p 耗用半成品 s 的數量
- $QC_{kspt}^{DSP}$  在週期 t 時，DC 廠 k 生產成品 p 耗用半成品 s 的數量

運輸數量：

- $QT_{jkst}^{MD}$  在週期 t 時，製造廠 j 運輸至 DC 廠 k 之半成品 s 數量
- $QT_{jkpt}^{MP}$  在週期 t 時，製造廠 j 運輸至 DC 廠 k 之成品 p 數量
- $QT_{klpt}^{DO}$  在週期 t 時，DC 廠 k 運輸至顧客訂單 l 之成品 p 數量
- $QT_{jlp}^{MO}$  在週期 t 時，製造廠 j 運輸至顧客訂單 l 之成品 p 數量

庫存數量：

- $QI_{jmt}^{FMH}$  在週期 t 時，製造廠 j 持有原物料種類 m 之庫存數量
- $QI_{jst}^{FSH}$  在週期 t 時，製造廠 j 持有半成品種類 s 之庫存數量

$QI_{jpt}^{FPH}$  在週期 t 時，製造廠 j 持有成品種類 p 之庫存數量

$QI_{kst}^{DSH}$  在週期 t 時，DC 廠 k 持有半成品種類 s 之庫存數量

$QI_{kpt}^{DPH}$  在週期 t 時，DC 廠 k 持有成品種類 p 之庫存數量

短缺數量：

$QS_{lpt}^{SH}$  在週期 t 時，訂單 l 的成品 p 之短缺數量

### 目標函數

本研究所提出之線性規劃模式目標函數為最小化總成本。

$$\text{Minimize } C = MC + IC + TC + SC + IDC + VDC \quad (1.1)$$

目標為最小化總成本，其包含之成本如式子(1.1)所示，式子(1.1)中 MC 為生產成本、IC 為庫存成本、TC 為運輸成本、SC 為短缺之處罰成本、IDC 為關稅成本以及 VDC 為增值稅成本。

#### 生產成本(MC)

生產成本為供應鏈中各廠生產數量乘上其生產之單位成本，如下式所示：

$$MC = \sum_j \sum_s \sum_t QM_{jst}^{FS} \times cm_{js}^{FMS} + \sum_j \sum_p \sum_t QM_{jpt}^{FP} \times cm_{jp}^{FSP} + \sum_k \sum_p \sum_t QM_{kpt}^{DP} \times cm_{kp}^{DSP} \quad (1.2)$$

#### 庫存成本(IC)

庫存成本為供應鏈中各廠之庫存數量乘上其單位庫存成本，如下式所示：

$$IC = \sum_j \sum_m \sum_t QI_{jmt}^{FMH} \times ci_{jm}^{FMH} + \sum_j \sum_s \sum_t QI_{jst}^{FSH} \times ci_{sm}^{FSH} + \sum_j \sum_p \sum_t QI_{jpt}^{FPH} \times ci_{jp}^{FPH} \\ + \sum_k \sum_s \sum_t QI_{kst}^{DSH} \times ci_{ks}^{DSH} + \sum_k \sum_p \sum_t QI_{kpt}^{DPH} \times ci_{kp}^{DPH} \quad (1.3)$$

#### 運輸成本(TC)

運輸成本為供應鏈中各廠間之運輸數量乘上其單位運輸成本，如下式所示：

$$TC = \sum_j \sum_k \sum_s \sum_t QT_{jkst}^{MD} \times ct_{jk}^{MD} + \sum_j \sum_k \sum_p \sum_t QT_{jkpt}^{MP} \times ct_{jk}^{MP} + \sum_k \sum_l \sum_p \sum_t QT_{klpt}^{DO} \\ + \sum_j \sum_l \sum_p \sum_t QT_{jlpt}^{MO} \times ct_{jl}^{MO} \quad (1.4)$$

#### 處罰成本(SC)

處罰成本為該週期無法滿足顧客訂單需求數量乘上單位處罰成本，如下式所示：

$$SC = \sum_l \sum_p \sum_t QS_{lpt}^{SH} \times cs_l^S \quad (1.5)$$

#### 關稅成本(IDC)

關稅成本為該週期供應鏈中各廠間之貨品單位銷售價格加上其單位運輸成本之後，其總和乘上各廠間之運輸數量及其各廠間之關稅率，如下式所示：

$$\begin{aligned}
IDC = & \sum_j \sum_k \sum_s \sum_t QT_{jkst}^{MD} \times dt_{jk}^{MD} \times (pr_{jks}^{MD} + ct_{jk}^{MD}) \\
& + \sum_j \sum_k \sum_p \sum_t QT_{jkpt}^{MP} \times dt_{jk}^{MD} \times (pr_{jkp}^{MP} + ct_{jk}^{MD}) \\
& + \sum_k \sum_l \sum_p \sum_t QT_{klpt}^{DO} \times dt_{kl}^{DO} \times (pr_{klp}^{DO} + ct_{kl}^{DO}) \\
& + \sum_j \sum_l \sum_p \sum_t QT_{jlpt}^{MO} \times dt_{jl}^{MO} \times (pr_{jlp}^{MO} + ct_{jl}^{MO})
\end{aligned} \tag{1.6}$$

增值稅成本(VDC)

增值稅成本為該週期供應鏈中各廠間輸出貨品單位銷售價乘上各廠間之運輸數量減去各廠間輸入貨品單位銷售價乘上各廠間之運輸數量後，其差乘上各廠其所在地之增值稅率後，再加上該週期供應鏈中各廠間輸出貨品單位銷售價乘上各廠間之運輸數量，乘上各廠其所在地之增值稅率減去各廠其所在地之退稅率之差。

$$\begin{aligned}
VDC = & \sum_i \sum_j \sum_k \sum_m \sum_s \sum_t vat_{jk}^{MD} \times (QT_{jkst}^{MD} \times pr_{jks}^{MD} - q_{ijmt}^{SM} \times pr_{ijm}^{SM}) \\
& + \sum_j \sum_k \sum_s \sum_t QT_{jkst}^{MD} \times pr_{jks}^{MD} \times (vat_{jk}^{MD} - drt_{jk}^{MD}) \\
& + \sum_j \sum_k \sum_l \sum_s \sum_p \sum_t vat_{kl}^{DO} \times (QT_{klpt}^{DO} \times pr_{klp}^{DO} - QT_{jkst}^{MD} \times pr_{jk}^{MD}) \\
& + \sum_k \sum_l \sum_p \sum_t QT_{klpt}^{DO} \times pr_{klp}^{DO} \times (vat_{kl}^{DO} - drt_{kl}^{DO}) \\
& + \sum_i \sum_j \sum_l \sum_m \sum_p \sum_t vat_{jl}^{MO} \times (QT_{jlpt}^{MO} \times pr_{jlp}^{MO} - q_{ijmt}^{SM} \times pr_{ijm}^{SM}) \\
& + \sum_k \sum_l \sum_p \sum_t QT_{jlpt}^{MO} \times pr_{jlp}^{MO} \times (vat_{jl}^{MO} - drt_{jl}^{MO})
\end{aligned} \tag{1.7}$$

## 限制式

本研究所考量之限制式，則包含有供需平衡限制式、存貨平衡限制式、產品結構與耗用數量限制式以及產能上限，其各限制式如以下說明。

供需平衡限制式

$$d_{lpt} = QS_{lpt}^{SH} + \sum_j QT_{jlpt}^{MO} + \sum_k QT_{klpt}^{DO} \quad \forall l, p, t \tag{2.1}$$

此條限制式主要考量顧客需求是否被滿足，因此，顧客訂單本期之需求量( $d_{lpt}$ )等於本期短缺數量( $QS_{lpt}^{SH}$ )加上各製造廠供給數量之總和( $QT_{jlpt}^{MO}$ )與各配銷中心供給數量之總和( $QT_{klpt}^{DO}$ )。

存貨平衡限制式

此限制式主要有製造廠之原物料、半成品及成品存貨平衡限制以及銷售中心之半

成品及成品存貨平衡限制，其主要邏輯概念為本期庫存數量必須等於前期庫存數量加上本期從上游收到數量或是生產的數量之總和，再減掉本期耗用的數量或是運送至供應鏈下游的數量。

$$QI_{jmt}^{FMH} = QI_{j,m,t-1}^{FMH} + \sum_i^I q_{ijmt}^{SM} - \sum_s^S QC_{jmst}^{FMS} \quad \forall j, m, t \quad (3.1)$$

製造廠之半成品存貨平衡限制式

$$QI_{jst}^{FSH} = QI_{j,s,t-1}^{FSH} + QM_{jst}^{FS} - \sum_p^P QC_{jspt}^{FSP} - \sum_k^K QT_{j,k,s,t+lt_{jk}^{MD}}^{MD} \quad \forall j, s, t \quad (3.2)$$

製造廠之成品存貨平衡限制式

$$QI_{jpt}^{FPH} = QI_{j,p,t-1}^{FPH} + QM_{jpt}^{FP} - \sum_k^K QT_{j,k,p,t+lt_{jk}^{MD}}^{MP} - \sum_l^L QT_{j,l,p,t+lt_{jl}^{MO}}^{MO} \quad \forall j, p, t \quad (3.3)$$

配銷中心之半成品存貨平衡限制式

$$QI_{kst}^{DSH} = QI_{k,s,t-1}^{DSH} + \sum_j^J QT_{jkst}^{MD} - \sum_p^P QC_{kspt}^{DSP} \quad \forall k, s, t \quad (3.4)$$

配銷中心之成品存貨平衡限制式

$$QI_{kpt}^{DPH} = QI_{k,p,t-1}^{DPH} + QM_{kpt}^{DP} + \sum_j^J QT_{jkpt}^{MP} - \sum_l^L QT_{k,l,p,t+lt_{kl}^{DO}}^{DO} \quad \forall k, p, t \quad (3.5)$$

產能上限

$$\sum_s^S QM_{jst}^{FS} \leq u_{jt}^{FS} \quad \forall j, t \quad (4.1)$$

$$\sum_p^P QM_{jpt}^{FP} \leq u_{jt}^{FP} \quad \forall j, t \quad (4.2)$$

$$\sum_p^P QM_{kpt}^{DP} \leq u_{kt}^{DP} \quad \forall k, t \quad (4.3)$$

### 4.3 模式的情境驗證

本節將提出一模式範例，以驗證本計畫所提出之數學模式。本節將敘述三大部分，分別為模式範例之相關數據、實驗環境與範例結果。在此範例中，則以週為規劃週期，一次進行 8 個週期的規劃；實驗相關數據則為本研究自行假設。

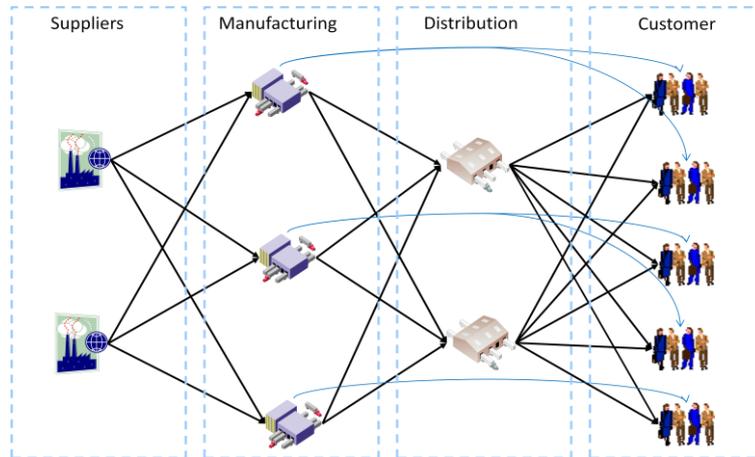


圖 4.1 模式案例供應鏈架構

考量之供應鏈架構如圖 4.1，其中則包含了兩個原物料供應商、三座製造廠、兩個配銷中心以及五個顧客端；各廠、各配銷中心及各顧客之地理位置關係如圖 4.2，共有四個不同的國家，三座製造廠分別位於三個不同國家之國際物流區內，兩個配銷中心位於兩個不同國家，其一位於國際物流區，另一個位於稅區，五個顧客則分散於四個國家的稅區中。

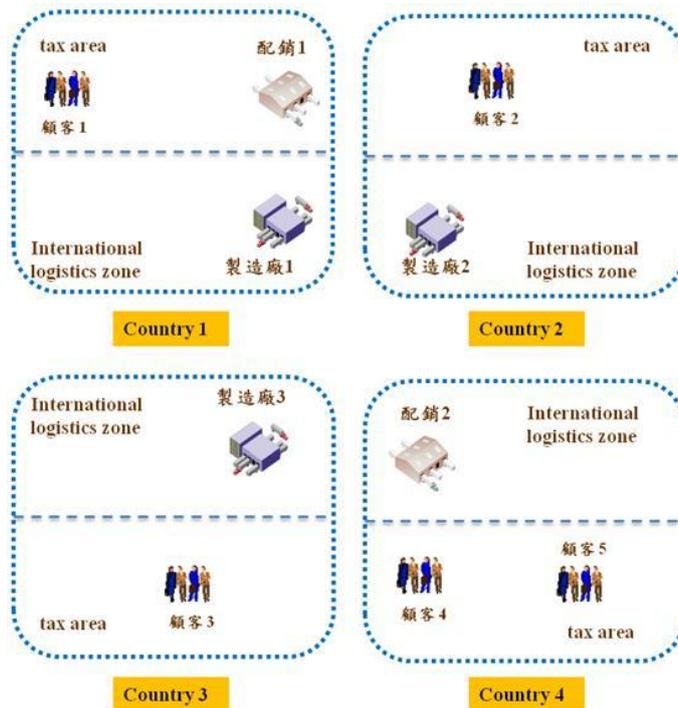


圖 4.2 模式案例之地理位置示意圖

模式案例考量之產品組成用量如圖 4.3 所示，則主要有三種成品、三種半成品和三種原料，成品 Type1 可以由兩個單位之半成品 Type1 組成，半成品 Type1 可由兩個單位之原料 Type1 組成，每周期供應每座製造廠原料 Type1 數量 650、Type2 數量 500 及 Type3 數量 700。

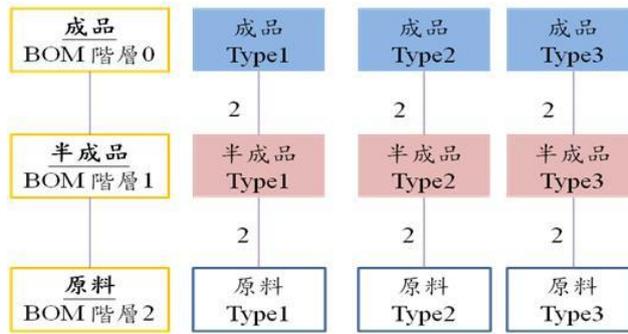


圖 4.3 模式案例之產品 BOM 架構圖

其他以之資訊則包含有顧客訂單需求量、各國之稅務比率、各相關成本、產品之生產相關資訊(生產成本、生產前置時間與生產能力)和運輸相關資訊(運輸成本、運輸前置時間與)…等，如表 4.1 到表 4.3 所示：

表 4.3 模式案例之已知資訊：需求資訊

訂單( $l$ )	產品類型( $p$ )	需求數量( $d_{lp}$ )	需求日期( $t$ )	處罰成本( $cs_l^S$ )
1	$p1$	1100	6	\$130
2	$p1$	2500	8	\$140
3	$p2$	1700	8	\$170
4	$p3$	2300	6	\$190
5	$p3$	1800	7	\$150

表 4.4 模式案例之已知資訊：進口稅比率(%)

	製造廠			顧客					
	1	2	3	1	2	3	4	5	
DC	1	$dt_{11}^{MD} : 5.0$	$dt_{21}^{MD} : 5.0$	$dt_{31}^{MD} : 5.0$	$dt_{11}^{DO} : 0$	$dt_{12}^{DO} : 3.9$	$dt_{13}^{DO} : 4.7$	$dt_{14}^{DO} : 4.7$	$dt_{15}^{DO} : 4.5$
	2	$dt_{12}^{MD} : 0$	$dt_{22}^{MD} : 0$	$dt_{32}^{MD} : 0$	$dt_{21}^{DO} : 5.0$	$dt_{22}^{DO} : 3.9$	$dt_{23}^{DO} : 4.5$	$dt_{24}^{DO} : 4.7$	$dt_{25}^{DO} : 4.5$
製 造 廠	顧客								
		1	2	3	4	5			
	1	$dt_{11}^{MO} : 5.0$	$dt_{12}^{MO} : 3.9$	$dt_{13}^{MO} : 4.7$	$dt_{14}^{MO} : 4.7$	$dt_{15}^{MO} : 4.5$			
2	$dt_{21}^{MO} : 5.0$	$dt_{22}^{MO} : 3.9$	$dt_{23}^{MO} : 4.7$	$dt_{24}^{MO} : 4.7$	$dt_{25}^{MO} : 4.5$				
3	$dt_{31}^{MO} : 5.0$	$dt_{32}^{MO} : 3.9$	$dt_{33}^{MO} : 4.7$	$dt_{34}^{MO} : 4.7$	$dt_{35}^{MO} : 4.5$				

表 4.5 模式案例之已知資訊：增值稅及增值退稅比率(%)

		製造廠			顧客				
		1	2	3	1	2	3	4	5
配銷中心	1	$vat_{11}^{MD} : 17$	$vat_{21}^{MD} : 10$	$vat_{31}^{MD} : 11$	$vat_{11}^{DO} : 17$	$vat_{12}^{DO} : 17$	$vat_{13}^{DO} : 17$	$vat_{14}^{DO} : 17$	$vat_{15}^{DO} : 17$
		$drt_{11}^{MD} : 0$	$drt_{21}^{MD} : 5$	$drt_{31}^{MD} : 4$	$drt_{11}^{DO} : 0$	$drt_{12}^{DO} : 14$	$drt_{13}^{DO} : 14$	$drt_{14}^{DO} : 14$	$drt_{15}^{DO} : 14$
2		$vat_{12}^{MD} : 17$	$vat_{22}^{MD} : 10$	$vat_{32}^{MD} : 11$	$vat_{21}^{DO} : 20$	$vat_{22}^{DO} : 20$	$vat_{23}^{DO} : 20$	$vat_{24}^{DO} : 20$	$vat_{25}^{DO} : 20$
		$drt_{12}^{MD} : 14$	$drt_{22}^{MD} : 5$	$drt_{32}^{MD} : 4$	$drt_{21}^{DO} : 5$	$drt_{22}^{DO} : 5$	$drt_{23}^{DO} : 0$	$drt_{24}^{DO} : 0$	$drt_{25}^{DO} : 5$
		顧客							
		1	2	3	4	5			
製造廠	1	$vat_{11}^{MO} : 17$	$vat_{12}^{MO} : 17$	$vat_{13}^{MO} : 17$	$vat_{14}^{MO} : 17$	$vat_{15}^{MO} : 17$			
		$drt_{11}^{MO} : 0$	$drt_{12}^{MO} : 14$	$drt_{13}^{MO} : 14$	$drt_{14}^{MO} : 14$	$drt_{15}^{MO} : 14$			
	2	$vat_{21}^{MO} : 10$	$vat_{22}^{MO} : 10$	$vat_{23}^{MO} : 10$	$vat_{24}^{MO} : 10$	$vat_{25}^{MO} : 10$			
	$drt_{21}^{MO} : 5$	$drt_{22}^{MO} : 0$	$drt_{23}^{MO} : 5$	$drt_{24}^{MO} : 5$	$drt_{25}^{MO} : 5$				
3	$vat_{31}^{MO} : 11$	$vat_{32}^{MO} : 11$	$vat_{33}^{MO} : 11$	$vat_{34}^{MO} : 11$	$vat_{35}^{MO} : 11$				
	$drt_{31}^{MO} : 4$	$drt_{32}^{MO} : 4$	$drt_{33}^{MO} : 4$	$drt_{34}^{MO} : 4$	$drt_{35}^{MO} : 0$				

表 4.6 模式案例之已知資訊：生產成本與前置時間

製造廠生產半成品之前置時間( $lt_{js}^{FS}$ ) : 1 週

製造廠生產半成品之單位成本( $cm_{js}^{FMS}$ ) : \$5

製造廠生產成品之前置時間( $lt_{jp}^{FP}$ ): 1 週

製造廠生產成品之單位成本( $cm_{jp}^{FSP}$ ): \$5

配銷中心生產半成品之前置時間( $lt_{kp}^{DP}$ ): 1 週

配銷中心生產半成品之單位成本( $cm_{kp}^{DSP}$ ): \$5

表 4.7 模式案例之已知資訊：產能上限(週期)

製造廠	1	2	3
-----	---	---	---

生產半成品產能上限( $u_{jt}^{FS}$ )	3000	900	100
生產成品產能上限( $u_{jt}^{FP}$ )	1500	1500	1000
配銷中心	1	2	
生產成品產能上限( $u_{jt}^{DP}$ )	2000	2000	

表 4.8 模式案例之已知資訊：庫存成本

	原物料	半成品	成品
製造廠	$ci_{jm}^{FMH} : \$2$	$ci_{js}^{FSH} : \$5$	$ci_{jp}^{FPH} : \$8$
配銷中心	-	$ci_{ks}^{DSH} : \$5$	$ci_{kp}^{DPH} : \$8$

表 4.9 模式案例之已知資訊：運輸成本與前置時間

	製造廠			顧客					
	1	2	3	1	2	3	4	5	
配銷中心 1	$ct_{11}^{MD} : \$2$	$ct_{21}^{MD} : \$3$	$ct_{31}^{MD} : \$5$	$ct_{11}^{DO} : \$2$	$ct_{12}^{DO} : \$3$	$ct_{13}^{DO} : \$6$	$ct_{14}^{DO} : \$6$	$ct_{15}^{DO} : \$5$	
	$lt_{11}^{MD} : 1$	$lt_{21}^{MD} : 1$	$lt_{31}^{MD} : 1$	$lt_{11}^{DO} : 1$	$lt_{12}^{DO} : 1$	$lt_{13}^{DO} : 1$	$lt_{14}^{DO} : 1$	$lt_{15}^{DO} : 1$	
配銷中心 2	$ct_{12}^{MD} : \$5$	$ct_{22}^{MD} : \$5$	$ct_{32}^{MD} : \$2$	$ct_{21}^{DO} : \$6$	$ct_{22}^{DO} : \$6$	$ct_{23}^{DO} : \$2$	$ct_{24}^{DO} : \$2$	$ct_{25}^{DO} : \$2$	
	$lt_{12}^{MD} : 1$	$lt_{22}^{MD} : 1$	$lt_{32}^{MD} : 1$	$lt_{21}^{DO} : 1$	$lt_{22}^{DO} : 1$	$lt_{23}^{DO} : 1$	$lt_{24}^{DO} : 1$	$lt_{25}^{DO} : 1$	
製造廠 1	顧客								
	1	2	3	4	5				
製造廠 2	$ct_{11}^{MO} : \$2$	$ct_{12}^{MO} : \$3$	$ct_{13}^{MO} : \$6$	$ct_{14}^{MO} : \$6$	$ct_{15}^{MO} : \$5$				
	$lt_{11}^{MO} : 1$	$lt_{12}^{MO} : 1$	$lt_{13}^{MO} : 1$	$lt_{14}^{MO} : 1$	$lt_{15}^{MO} : 1$				
製造廠 2	$ct_{21}^{MO} : \$2$	$ct_{22}^{MO} : \$3$	$ct_{23}^{MO} : \$6$	$ct_{24}^{MO} : \$6$	$ct_{25}^{MO} : \$5$				
	$lt_{21}^{MO} : 1$	$lt_{22}^{MO} : 1$	$lt_{23}^{MO} : 1$	$lt_{24}^{MO} : 1$	$lt_{25}^{MO} : 1$				

3	$ct_{31}^{MO} : \$5$	$ct_{32}^{MO} : \$5$	$ct_{33}^{MO} : \$6$	$ct_{34}^{MO} : \$6$	$ct_{35}^{MO} : \$2$
	$lt_{31}^{MO} : 1$	$lt_{32}^{MO} : 1$	$lt_{33}^{MO} : 1$	$lt_{34}^{MO} : 1$	$lt_{35}^{MO} : 1$

本範例在作業系統為 Windows XP Professional SP3，CPU 為 Intel® Core(TM) i7-2600K 3.40GHz 3.39GHz 與記憶體為 3.42GB RAM 之環境下，進行實驗，並以 ILOG CPLEX 11.0 軟體進行求解運算，其程式語言為 JAVA。本範例之求解結果如表 3.38 所示，五張訂單皆被滿足無缺貨，總體成本為 \$975,071，其中，關稅成本 \$26,120，增值稅成本為 \$86,639，其他成本為 \$862,313，稅務成本占總體成本之 11.6%。

## 5 結論

本計畫提出一考量結稅之全球供應鏈網絡生產規畫模式，考量多階多廠生產環境，除了一般生產規劃的製造成本、存貨成本、運輸成本及缺貨缺貨成本外，還考量的稅務成本，其中包括了關稅及增值稅，其目的為協助跨國企業之生產規劃人員於全球供應鏈網絡下，以最小成本為目標，選取最佳訂單分配路徑及各廠區應供給數量，決定何時由哪些國家製造廠將原物料生產為半成品或成品，最後運送哪些國家至配銷中心組裝成成品或直接配銷之顧客端，以滿足規劃週期內之顧客訂單需求數量；並以記憶體模組產業為例，考量其產業特性之供應鏈複雜度、製造廠之間原物料重新配置及多對多產品結構替代關係之特性，並以產業案例分析此模型之可行性，目的使本模式能夠適用於真實世界。

此外，根據實驗結果可得知，於供應鏈網絡生產規劃時考量稅務相關成本，確實能夠將低跨國進出口之關稅成本及生產製造之增值稅成本，進而使企業淨利增加；以關稅、增值稅及增值退稅來看，若增值稅比率增高或降低，對企業總成本影響最大，又以進口關稅影響最小。以記憶體模組產業來看，若全球不再對記憶體相關產品徵收進口關稅，除了讓記憶體模組企業稅務成本降低外，同時也使得其生產製造成本降低，因訂單滿足時，無須再考量到若製程成品進口必須支付較高之進口關稅，而能夠在生產成本較低廉之國家將原物料製成成品，再運往各國配銷中心銷售，因此其總體成本可降低。

## 參考文獻

- Altiparmak, F., Gen, M., Lin, L., & Paksoy, T. (2006). A genetic algorithm approach for multi-objective optimization of supply chain networks. *Computers Industrial Engineering*, 51(1), 196-215.
- Arntzen, B. C., Brown, G. G., Harrison, T. P., & Trafton, L. L. (1995). Global Supply Chain Management at Digital Equipment Corporation. *Interfaces*, 25(1), 63-93.
- Bhatnagar, R., Chandra, P., & Goyal, S. K. (1993). Models for multi-plant coordination. *European Journal of Operational Research*, 67(2), 141-160.
- Chen, S. Y., & Chen, C. C. (1999). *Shortest Path for A Supply Chain Network*. Paper presented at the The 4th Internataional Conference, Asia-Pacific Region of Decision Sciences Institute.
- Chern, C. C., & Hsieh, J. S. (2007). A heuristic algorithm for master planning that satisfies multiple objectives. *Computers Operations Research*, 34(11), 3491-3513.
- Chopra, S. (2003). Designing the distribution network in a supply chain. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 39(2), 123-140.
- Feng, C.-M., & Wu, P.-J. (2009). A tax savings model for the emerging global manufacturing network. *International Journal of Production Economics*, 122(2), 534-546.
- Giglio, D., & Minciardi, R. (2003). *Modelling and optimization of multi-site production systems in supply chain networks*. Paper presented at the Systems, Man and Cybernetics, 2003. IEEE International Conference .
- Guinet, A. (2001). Multi-site planning: A transshipment problem. *International Journal of Production Economics*, 74(1-3), 21-32.
- Harland, C. (1997). Supply chain operational performance roles. *Integrated Manufacturing Systems*, 8(2), 70 - 78.
- Ishibuchi, H., Yamamoto, N., Murata, T., & Tanaka, H. (1994). Genetic algorithms and neighborhood search algorithms for fuzzy flowshop scheduling problems. *Fuzzy Sets and Systems*, 67(1), 81-100.
- Kanyalkar, A. P., & Adil, G. K. (2008). A robust optimisation model for aggregate and detailed planning of a multi-site procurement-production-distribution system. *International Journal of Production Research*, 48(3), 635-656.
- Kawtummachai, R., & Van Hop, N. (2005). Order allocation in a multiple-supplier environment. *International Journal of Production Economics*, 93-94(0), 231-238.
- Khouja, M. (2001). The evaluation of drop shipping option for e-commerce retailers. *Computers & Industrial Engineering*, 41(2), 109-126.
- Lanshun, N., Xiaofei, X., & Dechen, Z. (2006). *Collaborative Planning in Supply Chains by Lagrangian Relaxation and Genetic Algorithms*. Paper presented at the Intelligent Control and Automation, 2006. WCICA 2006. The Sixth World Congress.
- Lendermann, P., Boon Ping, G., & McGinnis, L. F. (2001). *Distributed simulation with incorporated APS procedures for high-fidelity supply chain optimization*. Paper presented at the Simulation Conference, 2001.
- Lin, J., & Chen, Y.-Y. (2007). A multi-site supply network planning problem considering variable time buckets—A TFT-LCD industry case. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 33(9), 1031-1044.
- Moon, C., Kim, J., & Hur, S. (2002). Integrated process planning and scheduling with minimizing total

- tardiness in multi-plants supply chain. *Computers & Industrial Engineering*, 43(1–2), 331-349.
- Shen, W., Kremer, R., Ulieru, M., & Norrie, D. (2003). A collaborative agent-based infrastructure for Internet-enabled collaborative enterprises. *International Journal of Production Research*, 41(8), 1621-1638.
- Timpe, C. H., & Kallrath, J. (2000). Optimal planning in large multi-site production networks. *European Journal of Operational Research*, 126(2), 422-435.
- Vidal, C. J., & Goetschalckx, M. (2001). A global supply chain model with transfer pricing and transportation cost allocation. *European Journal of Operational Research*, 129(1), 134-158.
- Vignaux, G. A., & Michalewicz, Z. (1991). A genetic algorithm for the linear transportation problem. *Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on*, 21(2), 445-452.
- Watson, K., & Polito, T. (2003). Comparison of DRP and TOC financial performance within a multi-product, multi-echelon physical distribution environment. *International Journal of Production Research*, 41(4), 741-765.
- Wu, S. D., & Golbasi, H. (2004). Multi-Item, Multi-Facility Supply Chain Planning: Models, Complexities, and Algorithms. *Computational Optimization and Applications*, 28(3), 325-356.
- Zhuan, W., Qinghua, Z., bo, Y., & Wenwen, H. (2008). 4/R/I/T distribution logistics network 0-1 programming model and application. *Comput. Ind. Eng.*, 55(2), 365-378.

計劃成果自評

重要工作項目	查核內容概述 (力求量化表示)					
	第二月	第四月	第六月	第八月	第十月	第十二月
A 記憶體產業生產規劃 (第一年)						
A1 了解產業現況	A1-1 蒐集現況資料	A1-2 整理產業現況資料				
A2 數學模型建立			A2-1 問題分析	A2-2 建構數學模型		
A3 求解驗證				A3-1 尋求工具求解	A3-2 驗證數學模型	A3-3 結案報告
B 單廠區生產規劃模式 (第二年)						
B1 了解產業現況	B1-1 蒐集現況資料	B1-2 整理產業現況資料				
B2 數學模型建立			B2-1 問題分析	B2-2 建構數學模型		
B3 求解驗證				B3-1 尋求工具求解	B3-2 驗證數學模型	B3-3 結案報告
C 運輸規劃模式 (第三年)						
C1 了解產業現況	C1-1 蒐集現況資料	C1-2 整理產業現況資料				
C2 數學模型建立			C2-1 問題分析	C2-2 建構數學模型		
C3 求解驗證				C3-1 尋求工具求解	C3-2 驗證數學模型	C3-3 結案報告