



全方位供應鏈規劃模式

藍俊雄

南華大學管理科學研究所 教授

邱誌偉

南華大學管理科學研究所 研究生

胡鴻慶

南華大學管理科學研究所 研究生

摘要

在資訊發展快速變遷的社會中，傳統企業僅追求本身利潤極大化之靜態目標實嫌不足，需藉由動態構面進行供應鏈全面性的考量創造總體價值最大化為目標以取代傳統的靜態討論，此實為企業應深思的焦點議題。企業應就動態供應鏈中所有相關環節的獲利情形與資源、設備等限制一起加以探討。

本研究旨在建構一以追求最大利潤為目標之數學模型，並利用 Lingo 9.0 extended version 套裝軟體語法進行模式構建，並選擇內建之分支界限法 (Branch-and-Bound) 進行全域最佳解之搜尋運算，最後舉一數值範例進行求解說明。本研究全面性的探討整體供應鏈中有關採購、生產、存貨、配銷、以及缺貨等問題，並建構出一模式化的數量決策參考平台。本模式目的在供企業於多期整體供應鏈中各環節之規劃上做一全盤性的考量及即時性之分析，因此有關多期多樣式產品在有限產能與空間限制下之多工廠生產庫存規劃、多經銷商之轉運及庫存規劃、以及多零售商之需求配送規劃與缺貨懲罰等情況皆加以探討。此外，本模式因具有高度的重現性，因此可為供應鏈中各企業扮演一重要之參考依據。

關鍵詞: 全方位供應鏈、多規劃期、Lingo 9.0、懲罰成本

連絡作者:藍俊雄

E-mail: chlan@mail.nhu.edu.tw

聯絡電話: 05-2721001 ext 2070

傳真電話: 05-2427186 地址: 台北縣板橋市南雅西路二段 221 號三樓

壹、前言

在傳統管理理論中，每個企業與廠商均以追求生產成本最小或利潤最大化為其基本動機。然而在這競爭的社會中，企業與廠商不應該只是追求本身的最大利潤，有關整體供應鏈系統利潤最大化應也是一重要的考量因素。供應鏈是一個非常複雜的網路系統，Houlihan (1984) 最早提出此概念，說明供應鏈由供應商經製造程序與配銷流程，最後使商品流動至最終消費者之範疇。Tan *et al.* (1998) 提出供應鏈管理包含供應商對原物料之管理及工廠對最終產品之管理，其聚焦於廠商善用其供應商製程及產能以提升其競爭力，使傳統企業間為達共同目標而尋求夥伴互利之效率及最佳化。故供應商、工廠、經銷商與顧客間之供應鏈管理，為近年來一門重要的研究主題。

許多學者對這複雜的供應鏈問題還有其不同的看法，並利用各種方法來研究有關供應鏈中各式各樣不同的問題。Kasilingam & Lee (1996) 建構一混合型整數規劃，其以最小成本為目標，考量多供應商、多物料情況下，變動及固定之價格因素，並考量產品壞料產生之變動及固定成本，以品質、前置時間及常態需求為限制下，處理選擇供應商及訂單數量之問題，並利用Lindo語法搜尋最佳解。Markland *et al.* (1990) 提出一多目標生產規劃問題，考慮成品之持有成本及延遲交貨成本等目標，並以各顧客訂單為依據，目標在求最佳之生產規劃決策。Sambasivan & Schmidt (2002) 建構一有效率啟發式程序之數學模式，在各工廠生產技術與設備不同但能生產所有產品狀況下，解決多工廠生產多產品之互相支援問題，此研究由兩個模式分別解決產能及工作平準化問題，並將此啟發式方法與Lindo求出之最佳解相互比較，而啟發式方法可於短時間內得到近似最佳解。Petrovic *et al.* (1998) 建構一模糊供應鏈存貨的成本模式，透過對持有成本及短缺成本的考量，應用模糊理論，並以模糊集合說明顧客需求和外部供應商供給原物料可靠度的不確定因素，並利用啟發式演算法進行較佳解的搜尋。

再者，Buer *et al.* (1998) 以一具生產及分配功能之報紙工廠為例，建構一數學模式並發展啟發式搜尋法則，工廠不允許報紙存貨之條件下，其目標為找出最佳之報紙配送方式，最後再與其他學者以不同方法進行之研究比較其結果。Zhou *et al.* (2000) 藉由石化業原料可獲性、技術能力、產能及成本為其限制條件，以最大產能數量及最小作業成本為目標，利用層級分析法 (AHP) 與目標規劃 (GP) 解出在社會、經濟、資源和環境相互衝突目標下之最適決策。Vercellis (1999) 建

構一線性規劃模式，考慮設備設置時間及各廠區成本因素，解決具相同生產流程之多廠區生產規劃問題，以求得訂單需求分配量之最低成本。Guinet (2001) 考慮在最低成本下，以各廠區資源供給以滿足不確定需求，其考慮之成本包括處理成本、設置成本、持有成本、運輸成本、延遲成本及控制生產系統之管理成本。

學者 Joines & Gokce (2002) 研究指出，原物料數量的不確定性是造成供應鏈成效不好之主因之一，因此以多目標基因演算法(Multi-Objective Genetic Algorithm, MOGA)尋找最佳之物料數量。McMullen (2001) 利用螞蟻族群最佳化(Ant Colony Optimization, ACO) 處理生產順序(Production-Sequencing)之問題，其以兩兩不同產品間皆可使用之原物料數量最小，以及原物料使用率最佳化為目標，最後以模擬退火法、類神經網路、禁制搜尋法及基因演算法做效能比較。Jayaraman & Pirkul (2001) 以供應商、工廠、倉儲中心以及顧客為研究範圍，建立一生產與配送之混合整數線性規劃 (Mixed-Integer Linear Programming, MILP) 模式，在考量固定成本與變動成本的總成本最小情況之下，整合生產廠區產能及大型零售商的產能限制下，規劃多階段生產模式。

而上述研究文獻在進行研究與規劃決策時，往往只考慮到供應鏈中的部分階段，把供應鏈的部分系統最佳化，而非全面性的探索。本研究整合探討供應鏈中各階層之關係，針對供應、採購、生產、存貨、配銷以及缺貨等因素進行討論。本研究建構出一以整體供應鏈利潤最大化為目標的純整數線性規劃(Pure Integer Linear Programming, PILP)模型，考慮多規劃期、多產品、多物料、多供應商採購、多工廠生產、多經銷商存貨與配送，以求解出在各規劃期中，各工廠對各供應商中各原料之最佳採購數量、對各產品之生產數量、運送各產品至各經銷商之最佳數量、儲存各原料和各產品之最佳數量；並同時求出各經銷商對各產品之最佳存貨數量、運送至顧客各產品最佳數量以及對顧客之各產品之最佳缺貨數量策略等，本研究在供應商供給以及工廠採購方面，考慮供應商產能上限以及工廠庫存容量之條件；在生產階段，考慮到多樣產品所需多樣原料分別依不同之比率組合之情形，以及有關供應商原料供應量之上限問題；在經銷商的部份，除了考慮儲存容量外，及其對顧客之缺貨懲罰問題也是本研究所探討的一環。

最後，本研究利用 Lingo9.0 extended version 套裝軟體語法建構模式，並藉由其內建之分支界限法(Branch-and-Bound)搜尋全域最佳解，本研究的主要貢獻乃提供一實務模型，完整結合各企業之上、下游廠商之供應鏈系統，為決策者在供應鏈管理實務上建立一重要之決策平台。

貳、假設及符號說明

所有有關本研究的假設及符號說明如下所述。

一、研究假設

茲將本研究之假設羅列如下：

- 1.本研究以四階層供應鏈(供應商，工廠，經銷商，顧客)建構一以利潤極大化為目標之全方位供應鏈規劃(Omni-Direction Supply Chain Planning , OSCP)模型。
- 2.假設本研究之工廠與經銷商為同一企業集團，其顧客即為零售商。
- 3.假設供應商及時交貨(Just in time Delivery)。
- 4.假設生產計畫期中每週期之長度為已知。
- 5.假設產品的需求量是依照歷史銷售資料加以預測的已知數值。

二、符號說明

(一)模式之註標

t :期數代碼， $t=1,2,\dots, T$

d :供應商代碼， $d=1,2,\dots, D$

f :工廠代碼， $f=1,2,\dots, F$

w :經銷商代碼， $w=1,2,\dots, W$

c :顧客代碼， $c=1,2,\dots, C$

g :產品代碼， $g=1,2,\dots, G$

r :原料代碼， $r=1,2,\dots, R$

(二)輸入參數

P_{cg} :顧客 c 購買產品 g 的價格

L_{tcg} :第 t 期時，顧客 c 對產品 g 的訂單需求數量

RC_{tdr} :第 t 期時，向供應商 d 採購原料 r 的成本

IC_{tfr} :第 t 期時，工廠 f 儲存原料 r 的單位存貨成本

TC_{tdfr} :第 t 期時，供應商 d 運送原料 r 至工廠 f 的單位運輸成本

PB_{tdr} :第 t 期時，供應商 d 對原料 r 的供應量上限

RA_{gr} :組成一單位產品 g 所需原料 r 的比率

MC_{tfg} :第 t 期時，工廠 f 生產產品 g 的單位成本

- MT_{fg} :第 t 期時，工廠 f 生產一單位產品 g 所需的時間
 IC_{fg} :第 t 期時，工廠 f 儲存一單位產品 g 所需的存貨成本
 S_r :一單位原料 r 所需的庫存空間
 S_g :一單位產品 g 所需的庫存空間
 TC_{fwg} :第 t 期時，一單位產品 g 由工廠 f 至經銷商 w 的運輸成本
 IC_{twg} :第 t 期時，經銷商 w 儲存一單位產品 g 所需的存貨成本
 TC_{twcg} :第 t 期時，經銷商 w 運送一單位產品 g 至顧客 c 的運輸成本
 UP_{tf} :第 t 期時，工廠 f 所能提供的工時上限
 US_{tf} :第 t 期時，工廠 f 所提供的庫存容量
 US_{tw} :第 t 期時，經銷商 w 所提供的庫存容量
 GC_{twcg} :第 t 期時，經銷商 w 對顧客 c 缺貨產品 g 的單位懲罰成本

(三)決策變數(Decision Variables)：

- RA_{idr} :第 t 期時，向供應商 d 採購原料 r 的數量
 TA_{idfr} :第 t 期時，供應商 d 運送給工廠 f 原料 r 的數量
 IA_{tfr} :第 t 期時，工廠 f 儲存原料 r 的數量
 MA_{tfg} :第 t 期時，工廠 f 生產產品 g 的數量
 IA_{tfg} :第 t 期時，工廠 f 儲存產品 g 的數量
 TA_{tfwg} :第 t 期時，工廠 f 運送產品 g 至經銷商 w 的數量
 IA_{twg} :第 t 期時，經銷商 w 儲存產品 g 的數量
 GA_{twcg} :第 t 期時，經銷商 w 對顧客 c 缺貨產品 g 的數量
 TA_{twcg} :第 t 期時，經銷商 w 運送產品 g 至顧客 c 所需的數量

參、模式構建

以下將建構一以利潤極大化為目標之全方位供應鏈規劃(Omni-Direction Supply Chain Planning, OSCP)模型。

$$\begin{aligned} \max \quad & \sum_g \sum_c \left[P_{cg} \times \left(\sum_t L_{tcg} - \sum_t \sum_w GA_{twcg} \right) \right] \\ & - \left\{ \sum_t \sum_d \sum_r [RC_{idr} \times RA_{idr}]^w \right. \\ & + \sum_t \sum_d \sum_f \sum_r (TC_{idfr} \times TA_{idfr}) \\ & + \sum_t \sum_d \sum_f (IC_{tfr} \times IA_{tfr}) \\ & + \sum_t \sum_f \sum_r \{ [MC_{tfg} \times MA_{tfg}] + (IC_{tfg} \times IA_{tfg}) \} \\ & \left. + \sum_t \sum_f \sum_w \sum_g (TC_{tfwg} \times TA_{tfwg}) \right\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + \sum_t \sum_w \sum_g (TC_{twcg} \times TA_{twcg}) \\
 & + \sum_t \sum_w \sum_g [(IC_{twg} \times IA_{twg}) + (GC_{twcg} \times GA_{twcg})] \} \quad (1)
 \end{aligned}$$

s.t.

$$\sum_f \sum_g (MA_{fgr} \times RA_{gr}) \leq \sum_d RA_{idr} \leq \sum_d PB_{idr} \quad \forall t, r \quad (2)$$

$$\sum_f \sum_g (MA_{fgr} \times MT_{fgr}) \leq UP_{fg} \quad \forall t, f \quad (3)$$

$$\sum_g IA_{fgr} \times S_g + \sum_r IA_{fgr} \times S_r \leq US_{fg} \quad \forall t, f \quad (4)$$

$$\sum_g IA_{twg} \times S_g \leq US_{tw} \quad \forall t, w \quad (5)$$

$$\sum_d TA_{idr} = RA_{idr} \quad \forall t, d, r \quad (6)$$

$$IA_{(t-1)fr} + \sum_d TA_{idr} - \sum_g (MA_{fgr} \times RA_{gr}) = IA_{fgr} \quad \forall t, f, r \quad (7)$$

$$IA_{(t-1)fg} + MA_{fgr} - \sum_d TA_{fwdg} = IA_{fgr} \quad \forall t, f, g \quad (8)$$

$$IA_{(t-1)wg} + \sum_d TA_{fwdg} - \sum_g TA_{twcg} = IA_{twg} \quad \forall t, w, g \quad (9)$$

$$\sum_c \left(L_{tcg} - \sum_w TA_{twcg} \right) = \sum_w \sum_c GA_{twcg} \quad \forall t, g \quad (10)$$

$$RA_{idr}, TA_{idr}, IA_{fgr}, MA_{fgr}, IA_{fgr}, TA_{fwdg}, GA_{twcg}, IA_{twg}, TA_{twcg} \geq 0 \text{ 且為整數} \quad (11)$$

方程式(1)為本模型之目標式，為總收益減去所有成本(包含原料採購成本、供應商、工廠及經銷商運輸成本、工廠原料及產品存貨成本、經銷商存貨成本、工廠製造成本以及經銷商缺貨懲罰成本)之利潤極大化目標。

方程式(2)~(11)為本模型之限制式，方程式(2)為供應商最大供應量限制，表示所有工廠使用原料 r 的數量不得大於所有供應商供應原料 r 的總數量；且所有供應商供應原料 r 的數量不得大於所有供應商的最大供應量限制。方程式(3)為第 t 期時工廠最大產能限制，表示工廠 f 在第 t 期時生產所有產品所花費的時間不會大於工廠 f 的工時上限。方程式(4)為第 t 期時工廠最大庫存空間限制，第 t 期時工廠 f 儲存所有產品的存貨空間加上工廠 f 儲存所有原料 r 的存貨空間不得大於工廠 f 的庫存空間上限。方程式(5)為第 t 期時經銷商最大庫存空間限制，第 t 期時經銷商 w 對所有產品的存貨空間不得大於經銷商 w 的庫存空間上限。方程式(6)為第 t 期時供應商 d 運送給所有工廠原料 r 的數量，必須等於第 t 期時工廠向供應商 d 採購原料 r 的數量。

方程式(7)為第 t 期期初工廠 f 對原料 r 的存貨量，加上第 t 期時所有供應商運送給工廠 f 原料 r 數量，減去第 t 期工廠 f 製造所有產品使用原料 r 的數量，會等於第 t 期期末工廠 f 對原料 r 的存貨量。方程式(8)為第 t 期期初工廠 f 對產品 g 的存貨量，加上第 t 期時工廠 f 生產產品 g 的數量，減去第 t 期工廠 f 送往所有

經銷商產品 g 的數量，會等於第 t 期期末工廠 f 對產品 g 的存貨量。方程式(9)為第 t 期期初經銷商 w 對產品 g 的存貨量，加上第 t 期時所有工廠運送給經銷商 w 產品 g 的數量，減去第 t 期倉儲中心 w 送往所有顧客產品數量，會等於第 t 期期末經銷商 w 對產品 g 的存貨量。方程式(10)為第 t 期時，顧客 c 對產品 g 的需求量，減去所有經銷商運送給顧客 c 所需產品 g 的數量，會等於所有經銷商 w 對顧客 c 所缺貨產品 g 的數量。方程式(11)表示所有決策變數為非負且為整數的限制式。

綜言之，由式(1)~(11)可知，本模式為一純整數線性規劃(Pure Integer Linear Programming, PILP)問題。

肆、數值範例與分析探討

本研究在前節中已建構一以利潤極大化為目標之全方位供應鏈規劃(Omni-Direction Supply Chain Planning, OSCP)模型，並對此模型做完整的描述與介紹。對整體供應鏈而言，各項有關之成本，如採購、生產、存貨、配銷、以及缺貨等，皆為影響供應鏈整體規劃之重要因素，因此在施行整體供應鏈之相關規劃時，要將所有實際面臨的各種狀況加以考量，以做出最佳之規劃。

本節藉由一供應鏈之數值範例，探討在存貨空間限制與有限產能下之多期多工廠生產與庫存規劃、多供應商之物料採購規劃、多經銷商之運送及庫存規劃、以及多零售商之需求配送規劃與缺貨情況之策略性規劃。

本範例的總規劃期間為三期，每期為一個月，並以一擁有三間供應商、兩間製造工廠與兩家經銷商之企業以及三個零售商需求之供應鏈為例，各供應商皆供應三種原物料給工廠，使其依不同的比例組合製成兩種產品。範例中顧客購買產品 1 的價格為 600 元，購買產品 2 的價格為 800 元；附錄表 A.1 顯示在各期間，各顧客對各產品的訂單需求數量，數據上看出每個顧客的需求數量會隨著規劃期間的增加而相對增加；附錄表 A.2 顯示在各期間，各供應商供應各原料之單位成本；附錄表 A.3 顯示在各期間，各工廠儲存各原料之單位存貨成本；附錄表 A.4 顯示在各期間，各供應商運送各原料至各工廠的單位運輸成本，由於各供應商到各工廠間距離的不同，使其運輸成本隨著兩者間距離的遠近而有所不同；附錄表 A.5 顯示在各期間，各供應商對各原料的供應量上限。

附錄表 A.6 表示組成每單位產品所需每種原料的比率，意即 BOM(Bill of Materials)表；附錄表 A.7 顯示在各期間，各工廠生產每單位產品所需之單位製造

成本；附錄表 A.8 顯示在各期間，各工廠生產每單位產品所需之時間，其單位為小時；附錄表 A.9 顯示在各期間，各工廠儲存每單位產品所需之存貨成本；而在本範例中各原料所需的庫存空間皆假設為 1 立方單位；因此產品 1 所需之庫存空間為 9 立方單位，而產品 2 所需之庫存空間為 6 立方單位。

附錄表 A.10 顯示在各期間，每單位產品由各工廠至各經銷商之運輸成本；附錄表 A.11 顯示在各期間，各經銷商儲存每單位產品所需之存貨成本；附錄表 A.12 顯示在各期間，各經銷商運送每單位產品至各顧客之運輸成本；在本範例中，各期各製造工廠所能提供的工時上限皆為 7,000 小時，且提供的庫存容量皆為 7,000 立方單位，而各經銷商均提供 4,500 立方單位之庫存容量；而經銷商之缺貨懲罰之情況，本研究亦加以考量，附錄表 A.13 即顯示在各期間，各經銷商缺貨每單位產品給各顧客之缺貨懲罰成本。

本範例模型中共有 231 個變數，其皆為整數變數，限制式共有 136 條，此模式歸類為一純整數線性規劃(Pure Integer Linear Programming, PILP)模式；本範例以 Lingo9.0 內建之分支界限法(Branch-and-Bound)求取全域最佳解之最佳利潤為 6,445,170 元。茲將本範例之最佳規劃結果列於表 4.1 至表 4.8。

表 4.1 顯示在各期間，向供應商採購原料的數量，表 4.2 顯示在各期間，各供應商運送給各工廠各原料的數量；表 4.3 顯示在各期間，各工廠儲存各原料及各產品的數量。

表 4.1 向供應商採購原料的數量(RA_{tdr})

t	dr								
	11	12	13	21	22	23	31	32	33
1	5,450	7,000	10,000	2,850	6,000	6,600	0	8,000	0
2	5,552	7,000	10,000	2,816	6,000	6,736	0	8,000	0
3	5,747	7,000	10,000	2,751	6,000	6,996	0	8,000	0

表 4.2 供應商運送給工廠原料的數量(TA_{tdfr})

td	fr					
	11	12	13	21	22	23
11	5,450	7,000	10,000	0	0	0
12	0	0	900	2,850	6,000	5,700
13	0	5,450	0	0	2,550	0
21	5,552	7,000	10,000	0	0	0
22	0	0	1,104	2,816	6,000	5,632
23	0	5,552	0	0	2,448	0
31	5,747	7,000	10,000	0	0	0
32	0	0	1,494	2,751	6,000	5,502
33	0	5,747	0	0	2,253	0

表 4.3 工廠儲存原料及產品的數量(IA_{fr} 及 IA_{fg})

t	fr/fg					
	11	12	13	21	22	23
1	0/0	0/700	0/NA	0/0	0/0	0/NA
2	0/4	0/464	0/NA	0/0	0/0	0/NA
3	0/0	0/0	0/NA	0/0	0/0	0/NA

表 4.4 顯示在各期間，各工廠生產各產品的數量；表 4.5 顯示在各期間，各工廠運送各產品至各經銷商的數量；表 4.6 顯示在各期間，各經銷商儲存各產品的數量；表 4.7 顯示在各期間，各經銷商運送各產品至各顧客的數量；表 4.8 顯示在各期間，各經銷商對各顧客缺貨各產品的數量。

表 4.4 工廠生產產品的數量(MA_{fg})

t	fg			
	11	12	21	22
1	3,900	1,550	0	2,850
2	4,104	1,448	0	2,816
3	4,494	1,253	0	2,751

表 4.5 工廠運送產品至經銷商的數量(TA_{fwg})

t	fwg							
	111	112	121	122	211	212	221	222
1	2,500	850	1,400	0	0	750	0	2,100
2	2,800	1,684	1,300	0	0	116	0	2,700
3	3,200	1,717	1,298	0	0	583	0	2,168

表 4.6 經銷商儲存產品的數量(IA_{wfg})

t	wg			
	11	12	21	22
1	500	0	500	0
2	500	0	500	0
3	0	0	0	0

表 4.7 經銷商運送產品至零售商的數量(TA_{twcg})

tw	cg					
	11	12	21	22	31	32
11	800	0	1,200	1,600	0	0
21	1,200	0	1,600	1,800	0	0
31	1,600	0	2,100	2,300	0	0
12	0	1,000	0	0	900	1,100
22	0	1,400	0	0	1,300	1,300
32	0	368	0	0	1,798	1,800

表 4.8 經銷商對零售商缺貨產品的數量(GA_{twcg})

tw	cg					
	11	12	21	22	31	32
11	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0
32	0	1,432	0	0	2	0

由表 4.1 中可知，各製造工廠向各供應商採購原料 2 之總量均已達所有供應商的供應量上限；從 BOM 表(附錄表 A.6)可知，因各產品皆需較多之原料 2 才能將產品組成，因此在原料 2 已達供應量上限之情況下，製造工廠即使購買較多的原料 1 及原料 3 亦無法組成產品交給經銷商販售，且供應商 1 及 2 供應原料 1 及 3 的運輸成本均比供應商 3 低，故供應商 3 在各期供應原料 1 及原料 3 之數量皆為 0。由表 4.4 可知，工廠 1 在各期使用之工時皆已達上限，而工廠 2 則有未使用完之工時，究其原因乃是因工廠 1 之製造一單位產品成本(包含運輸、製造、存貨等成本)比工廠 2 來的低，而在原料供應不足的情況下，工廠 2 亦只能在有限原料下進行生產，故在最後會造成缺貨之情況。

再者，由此範例中，管理者不僅可以依最佳解之數據作為決策之參考，同時管理者也可由最佳解中獲得到些許之省思。例如，上述提到工廠 1 製造一單位產品的成本較低，故管理者應優先安排工廠 1 來進行生產，若工廠 1 達到其工作時間上限時，再安排工作給工廠 2；此外，本範例中看出，因供應商對原料 2 的供應量限制造成了產品 1 及 2 無法如顧客需求如期如量地完成生產，不僅造成產品缺貨情況的發生，同時使工廠產生剩餘工時而未能加以利用。這也是管理者應該要關注的地方。就管理者的角度來看，當上述情況發生時，管理者應再積極地尋找其他可供應原料 2 之合適的供應商，以彌補原料不足之缺憾。

伍、結論

將整個供應鏈體系內所有企業均視為一體，以資訊共享及利潤共享為原則，追求全面性之成本最佳化，進而達成利潤最大化之目標，即所謂之供應鏈管理，乃是現今管理科學的重要議題。本研究除了就供應鏈中採購、生產、運輸及配送等成本做一全方位之探討外，更進一步將時間的因素導入供應鏈模型中加以討論，配合供應鏈整體結構進行時間與各項成本之統合性討論。

本研究之主要貢獻列述如下：首先，本研究針對上述供應鏈系統中各種成本以及時間因素之情境加以探討，建構一以利潤極大化為目標之全方位供應鏈規劃(Omni-Direction Supply Chain Planning, OSCP)模型；本模式乃屬一純整數線性規劃(Pure Integer Linear Programming, PILP)模式，並運用 Lingo9.0 extended version 語法進行模式建構以落實此數學模式，並選用軟體內建之分支界限法(Branch-and-Bound)成功地求出其全域最佳解(Global Optimum Solution)。在數值範例中，若外在條件不變的情況下，本研究可使管理者依規劃所得之數據執行一有效之管理規劃並進行策略規劃，例如在本例中，管理者便要積極尋求可供原料 2 之供應商，以彌補缺貨情況發生之遺憾，倘若在無法取得原料 2 的狀況下，管理者也可以彈性地降低工廠產能，以避免造成生產資源不必要之浪費。有鑑於此，一個全方位的規劃，才能使供應鏈系統達成利潤最大化之目標。再者，本研究提供一電腦化決策平台，使企業在考慮有限產能與空間限制下，針對有關多期多樣式產品進行多工廠生產、庫存與配送、物料採購規劃、多經銷商之轉運及庫存規劃、以及多零售商之需求配送規劃與缺貨懲罰情況考量下之問題，進行實務上之規劃及決策，而所得之資訊可作為企業在進行整體供應鏈規劃策略時之參考依據。此外，本研究乃運用套裝軟體加以求解，因此本研究具有高度的重現特性(repeated characteristic)，亦即當擁有供應鏈體系中產品價格、訂單需求數量、存貨成本、運輸成本、缺貨懲罰成本及生產與儲存空間限制……等參數後，將其輸入本研究語法中，即可進行規劃求解，因此本研究在實務上實具有其應用之價值。

本研究未來研究方向如下：當企業的資料量較為龐大時(期數、供應商個數、工廠個數、經銷商個數、零售商個數、物料種類及產品種類等)，將會導致本研究所建立之數學模式運算時間快速增加，以進而影響企業之決策與規劃效率，因此，未來研究方向可嘗試將計算智慧 CI(Computational Intelligence)導入或發展啟發式解法(Heuristic Method)以縮短求解所需之時間與減少搜尋全域最佳解的複雜度。另外，未來亦可針對更多供應鏈實務上會發生之情況加以探討，在工廠內部

可針對多機器多生產線之製造流程進行規劃設計；在生產之單位成本方面，可考慮因規模經濟產生之數量折扣問題；在工廠採購物料方面，也可針對採購數量之多寡進行單位成本變動之考量；而在缺貨懲罰成本方面，可考慮因缺貨數量多寡不同下，其單位懲罰成本也會隨之變化，探討廠商是否會因懲罰成本的不同，而產生策略性缺貨之改變。

附錄:

表 A.1 顧客對產品之訂單需求數量(L_{icg})

t	cg					
	11	12	21	22	31	32
1	800	1,000	1,200	1,600	900	1,100
2	1,200	1,400	1,600	1,800	1,300	1,300
3	1,600	1,800	2,100	2,300	1,800	1,800

表 A.2 供應商供應原料的單位成本(RC_{idr} , 單位:元)

t	dr								
	11	12	13	21	22	23	31	32	33
1	11	14	17	11	14	17	11	14	17
2	11	14	17	11	14	17	11	14	17
3	11	14	17	11	14	17	11	14	17

表 A.3 工廠儲存原料的單位存貨成本(IC_{ifr} , 單位:元)

t	fr						
	11	12	13	21	22	23	
1	2	3	4	1	2	3	
2	2	3	4	1	2	3	
3	2	3	4	1	2	3	

表 A.4 供應商運送原料至工廠的單位運輸成本(TC_{tdfr} , 單位:元)

td	fr					
	11	12	13	21	22	23
11	30	60	20	40	70	60
12	40	70	30	30	60	50

13	45	65	35	35	65	55
21	30	60	20	40	70	60
22	40	70	30	30	60	50
23	45	65	35	35	65	55
31	30	60	20	40	70	60
32	40	70	30	30	60	50
33	45	65	35	35	65	55

表 A.5 供應商對原料的供應量上限(PB_{tdr})

t	dr								
	11	12	13	21	22	23	31	32	33
1	8,000	7,000	10,000	7,000	6,000	9,000	6,000	8,000	9,000
2	8,000	7,000	10,000	7,000	6,000	9,000	6,000	8,000	9,000
3	8,000	7,000	10,000	7,000	6,000	9,000	6,000	8,000	9,000

表 A.6 一單位產品所需要原料的數量比率(RA_{gr})

r	g	
	1	2
1	1	1
2	2	3
3	2	2

表 A.7 工廠生產一單位產品所需的單位製造成本(MC_{tfg} ,單位:元)

t	fg			
	11	12	21	22
1	30	50	30	50
2	30	50	30	50
3	30	50	30	50

表 A.8 工廠生產一單位產品所需的時間(MT_{tfg} ,單位:小時)

t	fg			
	11	12	21	22
1	1	2	1	2
2	1	2	1	2
3	1	2	1	2

表 A.9 工廠儲存一單位產品所需的存貨成本(IC_{tfg} , 單位:元)

t	fg			
	11	12	21	22
1	30	40	30	40
2	30	40	30	40
3	30	40	30	40

表 A.10 一單位產品由工廠至經銷商的運輸成本(TC_{tfg} , 單位:元)

tf	wg			
	11	12	21	22
11	20	30	25	40
21	20	30	25	40
31	20	30	25	40
12	25	30	20	25
22	25	30	20	25
32	25	30	20	25

表 A.11 經銷商儲存一單位產品所需的存貨成本(IC_{twg} , 單位:元)

t	wg			
	11	12	21	22
1	20	50	20	50
2	20	50	20	50
3	20	50	20	50

表 A.12 經銷商運送一單位產品至顧客的運輸成本(TC_{twcg} , 單位:元)

tw	cg					
	11	12	21	22	31	32
11	15	20	10	15	30	35
21	15	20	10	15	30	35
31	15	20	10	15	30	35
12	20	25	25	30	15	20
22	20	25	25	30	15	20
32	20	25	25	30	15	20

表 A.13 經銷商缺貨一單位產品之缺貨懲罰成本(GC_{fvcg} ,單位:元)

<i>fw</i>	<i>cg</i>					
	11	12	21	22	31	32
11	450	600	450	600	450	600
21	450	600	450	600	450	600
31	450	600	450	600	450	600
12	450	600	450	600	450	600
22	450	600	450	600	450	600
32	450	600	450	600	450	600

陸、參考文獻

1. Buer, M. G. V., Woodruff, D. L. and Olson, R. T. (1999) ,“Solving The Medium Newspaper Production/Distribution Problem,” European Journal of Operational Research, Vol.115, pp.237-253.
2. Guinet, A. (2001) ,“Multi-site planning : a transshipment problem,” International Journal of Production Economics, Vol.74, pp.21-32.
3. Houlihan (1984), “Supply Chain Management”, Proceedings of 19th International Technical Conference of the British Production and Inventory Control Society, pp.101-110.
4. Jayaraman V. & Pirkul H. (2001), “Planning and coordination of production and distribution facilities for multiple commodities,” European Journal of Operational Research, Vol.133, pp.394-408.
5. Joines, J. A. and Gokce, M. A., (2002) ,“Supply Chain Multi-objective Simulation Optimization,”Proceedings of the 34th Conference on Winter Simulation : Exploring New Frontiers, pp.1306-1314
6. Kasilingam, R.G. and Lee, C.P.(1996) ,“Selection of Vendors : A Mixed-Integer Programming Approach,”Computers & Industrial Engineering, Vol.31, No.1-2, pp.347-350.
7. Markland, R. E., Darby-Dowman, K. H. and Minor, E. D. (1990) ,“Coordinated Production Scheduling for Make-to-Order Manufacturing,” European Journal of Operational Research, Vol.45, pp.155-176.
8. McMullen, P. R. (2001) ,“An Ant Colony Optimization Approach to Addressing a JIT Sequencing Problem with Multiple Objectives,” Artificial Intelligence in Engineering, Vol.15, Iss.3, pp.309-317.
9. Petrovic D., Roy R. & Petrovic R. (1998), “Modelling and simulation of a supply chain in an uncertain environment,” European Journal of Operational Research,

Vol.109, pp.299-309.

10. Sambasivan, M. and Schmidt, C. P. (2002) ,“A Heuristic Procedure for Solving Multi-plant, Multi-item, Multi-period Capacitated Lot-sizing Problems,”Asia-Pacific Journal of Operational Research, Vol.19, pp.87-105.
11. Tan, K.C., Kannan, V.J., Handfield, R.B.(1998) ,“Supply chain management : supplier performance and firm performance ,”International Journal of Purchasing and Materials Management,Vol.34, No.3, pp.2-9.
12. Vercellis, C. (1999) ,“Multi-plant production planning in capacitated self-configuring two-stage serial systems,” European Journal of Operational Research, Vol.119, pp.451-460.
13. Zhou, Z., Cheng, S., & Hua, B. (2000), “Supply chain optimization of continuous process industries with sustainability considerations,”Computers and Chemical Engineering, Vol.24, pp.1151-1158.

Omni-Direction Supply Chain Planning Model

Chun-Hsiung Lan, Professor

Graduate Institute of Management Sciences, Nanhua University, Taiwan, R.O.C.

Chih-Wei Chiu, Graduate Student

Graduate Institute of Management Sciences, Nanhua University, Taiwan, R.O.C.

Hung-Ching Hu, Graduate Student

Graduate Institute of Management Sciences, Nanhua University, Taiwan, R.O.C.

Abstract

In the fast change of information society, if a business only aims to pursue its maximal benefit, it is still not enough. Based on the overall considerations, achieving the maximal creation of the entire value is instead of traditionally pursuing maximum benefit goals, and it should be the focal considered issue of a business. A business should overall discuss the benefits, the resources and the facilities of every linking stage for the entire supply chain system simultaneously.

This study is aimed to establish a mathematical model to pursue the maximal benefit. The proposed mathematical model is constructed by the syntax of Lingo 9.0 extended version, and then the built-in Branch-and-Bound algorithm is selected as its solving method. A numerical example is then followed. This study is aimed to establish a system in order to provide a referenced decision-making platform under the current complicate environment. This system is willing to investigate the planning of purchase, production, inventory, distribution, as well as the consideration of shortage to deal with the customers' demand with pursuing maximum-profit under the constrained production/inventory and finite distribution capacity. This model can function as a decision-making tool for focusing on the overall and real-time analyses of multi-interval planning for a supply chain system, and then this study considers the multi-product order, multi-factory production, multi-material purchase, multi-distribution transportation, diverse-customer demand, product inventory cost and limited space, punishment cost. In addition, this study creates a highly repeated characteristic because of the application of the package software (Lingo 9.0), and therefore it can treat as a valuable decision tool.

Keywords: Omni-Direction supply chain, multi-interval planning, Lingo 9.0, punishment cost.