

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

電子商務時代智慧型供應鏈模式之研究(III)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2213-E-009-136-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：國立交通大學科技管理研究所

計畫主持人：曾國雄

計畫參與人員：謝嘉鴻、張閔嵐、簡秀娟

報告類型：精簡報告

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 92 年 10 月 31 日

電子商務時代智慧型供應鏈模式之研究(III)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 91-2213-E-009-136

執行期間： 2002 年 08 月 01 日至 2003 年 07 月 31 日

計畫主持人：曾國雄

共同主持人：

計畫參與人員： 謝嘉鴻（交通大學科技管理研究所博士班）

張閔嵐（交通大學交通運輸研究所碩士）

簡秀娟（交通大學科技管理研究所碩士班）

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：國立交通大學科技管理研究所

中 華 民 國 92 年 10 月 30 日

1.中英文摘要與關鍵字

摘要

石材加工產業本身具有石材種類繁多、供應商遍佈全球，以及運輸時間長等特性。對國內業者而言，其所需的原石石材大多仰賴進口；因此，如何在適當的時間向合適的國外供應商下單採購各種原石，並妥善規劃工廠的生產排程，以滿足顧客多樣化的訂單是目前台灣石材加工業者所需克服的難題。本研究從石材業供應鏈的觀點出發，利用多目標數學規劃之方法，構建出石材業供應鏈管理模式。此模式以追求供應鏈之利潤最大化，及滿足最多顧客訂單數為目標，而在工廠原石庫存容量、工廠生產產能限制，與發貨中心成品庫存容量之限制條件下，決定出採購的下單時機與數量、各類原石加工成品從工廠至發貨中心的數量，與發貨中心送至客戶的配送量。經由實證分析的結果可發現，本研究所提出之石材業多目標供應鏈管理規劃模式，確實可協助經營者有效地達成原料採購時程、生產排程，及產品配送的規劃，而避免造成時效及資源上的浪費。

關鍵字：電子商務、供應鏈管理、多目標規劃、模糊規劃、石材業。

Abstract

A great variety of marbles, worldwide suppliers of marble, and long transportation times characterize the marble industry. For the marble industry in Taiwan, almost the needed marbles depend on importing abroad. Therefore, how to procure marbles from worldwide suppliers in the right time, and plan the schedules of production and distribution, so as to satisfy a considerable variety of customers' requirements are the critical issues faced by companies in Taiwan. Based on the viewpoint of supply chain management, this study developed the Supply-Chain-Management model of marble industry to deal with the issues by employing the multiple objectives programming approach. With this model, the time and quantity of procurement, the quantity of finished goods distributed from factory to warehouses, and the quantity distributed from warehouses to customers can be determined by maximizing the total profits of the whole supply chain and customers' orders with respect to the constraints of storage and production capacity of factory, and storage capacity of warehouses. The empirical study shows that the multi-objectives supply-chain-management model can not only help decision makers to effectively achieve the planning of procurement, production, and distribution, but also decrease the waste of resources.

KEYWORDS: EC, supply chain management, multi-objective programming, fuzzy programming, marble industry.

2.前言

石材工業係指天然的岩石經由切割、雕刻或研磨等加工過程，使原石成為石材成品或半成品之工業。台灣石材工業由 1960 年代發展至今已有四十餘年，其發展沿革如表 1 所示。早期，國內石材業主要以經營大理石為主，而台灣本身亦有礦產開挖大理石，但台灣本身礦產資源有限，且基於環境保育的考量，於是政府取消石材原石進口關稅(1987 年)，並開

放大陸花崗岩進口(1990年)。因此，在1980年代後半期進口毛板數量暴增，而國內整個石材產業亦轉型成為進口原石加工，再行將成品內、外銷的經營形態。

若以石材工業的特性來區分，基本上台灣的石材產業所涵蓋的行業包括四大類：(1)原石荒料採礦業、(2)石材拉鋸大剖廠、(3)二次石材加工廠、(4)異形石材加工廠。若將石材工業分上、中、下游來看，則可將石材工業之範圍做如圖1之分類。

表1 我國石材工業發展沿革

時期	家數	主要設備	主要產品	自產原石 年產量	年進口量		年出口量	
					毛板	石材 製品	毛板	石材 製品
萌芽期 (1960)	300	砂床拉鋸 車床	工藝品為主	平均低於 2萬公噸	低於 0.005萬 公噸	低於0.01 萬公噸	達0.1萬 公噸	達0.05 萬公噸
成長期 (1970)	500	砂床拉鋸 分片機 自動磨台	建材	平均約22 萬公噸	約1.5萬 公噸	約0.03 萬公噸	約0.2萬 公噸	約3萬 公噸
成長期 (1980)	400	鋼砂拉鋸 鑽石拉鋸 自動磨台	大理石地磚 及樓梯板	平均約30 萬公噸	約3萬公 噸	約0.07 萬公噸	約0.5萬 公噸	約7萬 公噸
進口擴張期 (1980)	600	鋼砂拉鋸 自動磨台 自動切割	花崗岩建材 地磚	平均約44 萬公噸	約34萬 公噸	約2.6萬 公噸	約0.1萬 公噸	約5萬 公噸
轉型期 (1990)	300	鋼砂拉鋸 鑽石拉鋸 自動磨台 自動切割	建材	平均約47 萬公噸	約119萬 公噸	約11萬 公噸	約1.5萬 公噸	約5萬 公噸

資料來源：海關進出口統計

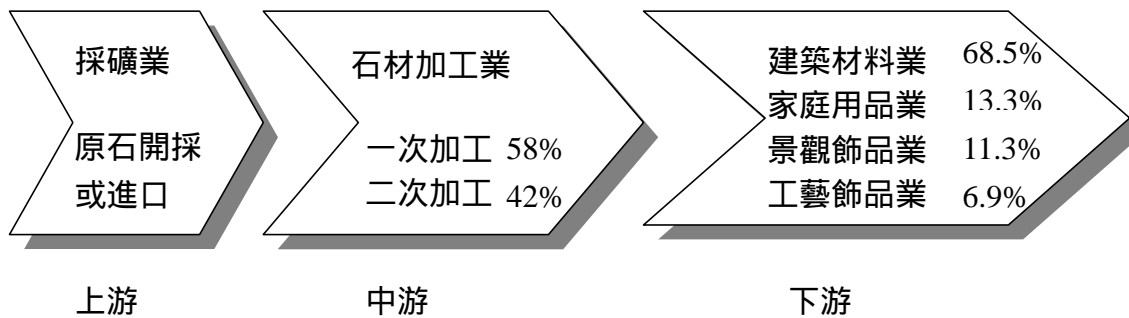


圖1 石材工業分類示意圖

一般而言，石材業者之經營行為可大致區分為三個部份：(1)採購運籌、(2)生產運籌與(3)配送運籌，如圖2所示。採購運籌乃指經營者向國外原石供應商訂購原石，並由該原石供應商結盟之船運公司負責載運至指定港口，該運輸費用則由原石採購者負擔。直至運抵港口報關進港，再由原石採購者自行將原石運回其工廠存放。

而生產運籌是指考慮生產效率、生產成本、生產耗損及生產排程等問題。因為石材產業之一次加工廠，僅單純將原石依顧客需求規格切割、研磨，並無涉及多樣物料組裝加工的生產規劃；且其各規格之成品在生產時程上並無太大差異。

因為石材工業之二次加工廠及下游工業分布極廣。因此，在配送運籌的部份，傾向於由發貨中心統籌作發貨配送工作，石材製品由工廠生產後直接送抵發貨中心作配送分配。

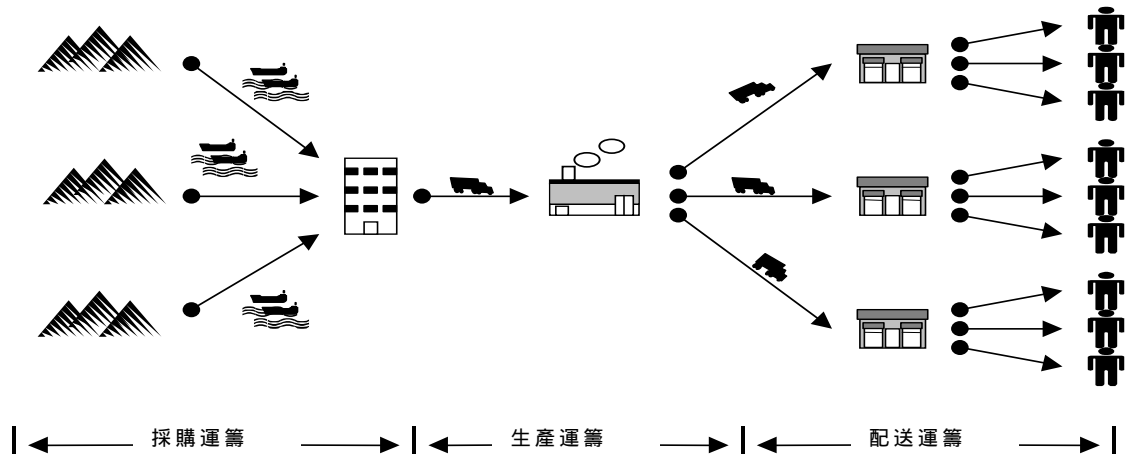


圖 2

石材業供應鏈管理系統示意圖

綜觀國內石材業的經營，一般均需仰賴經驗豐富的管理者，來規劃石材採購的時程及數量、生產排程及行銷配送。但由於無法有效掌握市場需求的不確定性，藉助此種經驗法則通常必須儲存大量石材原石以因應生產的需求；同時也因為未能精確地針對顧客的需求，來規劃生產排程及銷售行為，因此導致成品的囤積，並且無法提升顧客的滿意度。因此，如何透過有系統地規劃，發展出一套石材業供應鏈管理系統，以有效掌握採購的時程及數量，減少石材庫存並因應生產需求。同時藉由此供應鏈管理系統，以規劃生產排程及銷售行為，減少成品的囤積並提高顧客滿意度，對於國內石材業而言，是一項刻不容緩的工作。

3.研究目的

本研究之研究對象為位於花蓮石材工業區內，專營花崗石進口加工之石材業之一次加工廠，即向國外原石供應商採購原石，並將石材製成品運銷於國內加工廠之石材業者。對於石材業之一次加工廠，從供應鏈管理的角度來看，其經營決策重點主要還是在整個採購、生產及配送過程。因此，如何幫助決策者同時創造最大利潤，以及充分滿足顧客之滿意度將是本研究構建石材業智慧型供應鏈管理模式的主要考量。有鑑於此，本研究藉由柔性演算規劃方法，建立石材業之智慧型供應鏈管理系統模式，並驗證所構建模式的可行性。

4.文獻探討

過去關於供應鏈方面的研究主要集中在製造供應鏈方面的各個程序 (Beamon, 1998)。而近年來，對於供應鏈之相關研究則已經開始注意供應鏈整體的績效、設計、分析等方面的研究，主要的原因在於廠商成本增加、產品生命週期的縮短、全球市場經濟等方面的因素。

Thomas & Griffin (1996) 指出過去關於供應鏈系統中基本的工作，如採購、生產與分配之研究均是分別獨立的，因此造成需要大量的庫存。近年來由於競爭與市場全球化的壓力，各相關公司均致力於研究供應鏈管理系統，以快速反應顧客之需求，但在提高顧客服務的同時，相關公司也必須降低其營運之成本，因此也應用了通訊技術與目前快速發展之物流相關理念。另一方面，Thomas & Griffin 也提出了整合的觀念，將供應鏈中兩個或更多

的工作加以整合，構建出整合式的供應鏈模型，使相關廠商之營運成本得以降低，同時並提高其對顧客之服務水準。

Tahmassebi (1998) 提出供應鏈中相當多的工作，包括物料之採購、產品生產及產品運送之工作，其中不同的工作中均有相當多的不確定因素可能使此供應鏈之運作產生問題。因此，庫存主要就是希望避免整個系統因不確定之因素而產生停頓，Tahmassebi 提出了一個機率模型來控制並管理在供應鏈中之相關工作，此模型主要的功能在於分析因競爭行為造成之市場需求改變、供應鏈結構改變、運輸方式改變、供應鏈中產品生產力改變之相關因素所可能造成之影響。

Bhatnagar et al. (1993) 則對多工廠整合模式的文獻做回顧，並定義出兩種整合的層次。一為一般性的整合，意指整合不同活動中的決策，像工廠選址問題、生產問題及配銷問題的整合。而一般性的整合問題又分為三種：整合採購與生產，整合生產與配銷，整合存貨與配銷。其二指的是整合公司在不同階層中的同一種活動。

Cohen & Lee (1985) 則提出兩個供應鏈模式，其中一個是由原料採購的供應商開始，經過工廠、倉儲中心，最終到達顧客。這個模式類似由 Geoffrion & Graves (1974) 所提出利用整數規劃法構建一多產品的配銷模式，其間之差異在於整個供應鏈的模式架構多了原料採購一層。此供應鏈模式則採用啟發式的演算法求解。另一供應鏈模式則專注在非線性的生產規模經濟上。

Cohen & Lee (1988)，更使用隨機過程的方法，提出另一個供應鏈整合模式。此模型主要目的在於替相關之廠商分析其原料與服務之策略，此模式分為：原料控制、生產、存貨、配銷等四個子模式。在給定的需求條件下，每個子模式可以對成本求得佳化的解答，並會對其下游的子模式造成影響。因此，對整個模式而言，是一個非線性的問題。所以，此供應鏈整合模式主要是想得到一個長期的運作策略，而非短期的策略。

Cohen & Moon (1990) 延續 Cohen & Lee (1989) 提出的 PILOT 模式，發展另一供應鏈整合模式。此模式包含供應商、工廠、倉儲中心及顧客。此模式之目標式為求解一最小成本，其限制式則包含了原料的需求與供給及產能等。透過此模式並且可以決定 (1) 哪些工廠與倉儲中心的設立或取消與否；(2) 原物料採購的數量；(3) 各工廠需生產多少產品；(4) 產品由工廠經過倉儲中心，最後運到顧客的數量。作者亦指出在不同的情況下，有許多因素都會影響到供應鏈的成本，其中運輸成本在整個供應鏈的成本中尤其扮演重要的角色。

Arntzen et al. (1995) 提出利用混合整數規劃法建構的全球供應鏈模式。在此模式中，目標式為求解生產成本、運輸成本、存貨成本等總和之最小值加上活動時間的加權值。只要輸入物料需求單、產品需求量、各項成本及稅制，最後就可以得到解答。此模式相當強調稅制在全球環境下的影響，重新出口的沖退稅，及不同國家地區的稅制都列入考量。另外，此模式為多產品、多階層與多個時期。

Williams (1981) 則提出了七種啟發式的演算法用來解決供應鏈中生產排程與配銷過程的問題。目標式為在滿足產品需求的條件下，求解平均存貨成本與固定成本（包含訂購、運輸及設定成本）總和的最小。

5. 研究方法

本研究針對石材產業供應鏈的特性，構建一多目標供應鏈管理模式，希望在達到整體供應鏈利潤最大化，及滿足最多顧客訂單的目標下，決定出上游廠商之各種原石採購量、中游生產工廠之各種成品配送至發貨中心的數量，及下游各發貨中心配送各種成品至顧客

的數量。本研究假設各時期顧客之成品需求量為已知，也就是說各時期各區顧客對於用某種類石材所製成某一類規格成品的需求量為已知。另外，在實務上石材採購之計量單位（ m^3 ）、運輸配送之計量單位（公噸）及最終銷售之計量單位（才）均有所不同；為方便起見，本研究在進行模式構建時，以（才）為計量單位。

在進一步說明此多目標模式之構建前，先將此模式所使用的參數及變數說明如下：

一、上下標之定義

- i ：表示第 i 個原石供應商；
- k ：表示第 k 種原石石材；
- r ：表示第 r 種成品規格；
- l ：表示第 l 區位之發貨中心；
- j ：表示第 j 個顧客；
- t ：表示第 t 個時期。

二、參數說明

1.採購部分參數

- P_i^k ：原石供應商 i 供應第 k 種石材的價格；
- $S_i^k(t)$ ：第 t 時期原石供應商 i 供應第 k 種石材的供應量；
- $SC_i(t)$ ：第 t 時期原石供應商 i 從國外運送石材到台灣的單位運輸成本；
- $SL_i(t)$ ：第 t 時期原石供應商 i 的船運容量限制；
- A_i ：供應商 i 進口石材所需的運送時間；
- I ：單位石材之港口報關費用。

2.生產加工部分參數說明

- FL ：工廠原石庫存容量；
- FC^k ：工廠庫存第 k 種石材原石的單位庫存成本；
- MC^k ：工廠針對第 k 種石材原石加工的單位成本；
- DR^k ：工廠加工第 k 種石材原石的加工取材率；
- DC^k ：工廠加工第 k 種石材原石所造成耗損的單位成本；
- TC_l ：工廠運送成品至發貨中心 l 的單位運輸成本；
- ML ：工廠生產產能。

3.配送部分參數說明

- $WC_l^{kr}(t)$ ：第 t 時期第 l 個發貨中心對於用第 k 種石材所製成第 r 類規格成品的單位庫存成本；
- WL_l ：第 l 個發貨中心的容量；
- $LC_l^{kr}(t)$ ：第 t 時期第 l 個發貨中心用第 k 種石材所製成第 r 類規格成品缺貨的單位成本；
- $SP^{kr}(t)$ ：第 k 種石材所製成第 r 類規格成品的單位售價；
- $d_{lj}^{kr}(t)$ ：第 t 時期 l 區顧客 j 對於用第 k 種石材所製成第 r 類規格成品的需求量。

三、變數說明

1. 決策變數

$Q_i^k(t)$: 第 t 時期需向原石供應商 i 採購第 k 種石材的數量 ;

$TQ_l^{kr}(t)$: 第 t 時期工廠配送用第 k 種石材所製成第 r 類規格成品至發貨中心 l 的數量。

$q_{lj}^{kr}(t)$: 第 t 時期發貨中心 l 配送用第 k 種石材所製成第 r 類規格成品至該區顧客 j 的數量。

2. 中間變數

$E_i^k(t)$: 第 t 時期工廠向原石供應商 i 採購的第 k 種石材之進港數量 ;

$FS^k(t)$: 第 t 時期工廠第 k 種石材原石的庫存量 ;

$MQ^k(t)$: 第 t 時期工廠加工第 k 種石材原石的數量 ;

$WS_l^{kr}(t)$: 第 t 時期第 l 個發貨中心用第 k 種石材所製成第 r 類規格成品的庫存量 ;

$LQ_l^{kr}(t)$: 第 t 時期第 l 個發貨中心用第 k 種石材所製成第 r 類規格成品的缺貨量 ;

$O_l^{kr}(t)$: 第 t 時期第 l 個發貨中心用第 k 種石材所製成第 r 類規格成品的實際銷售量 ;

$D_l^{kr}(t)$: 第 t 時期第 l 個發貨中心用第 k 種石材所製成第 r 類規格成品的需求量。

四、目標函數

對於業者而言，經營企業的首要目標當然是追求利潤最大化。因此，對於整個石材供應鏈中的生產者而言，其利潤可以表示如下：

利潤 = { 收益 - (原石採購成本 + 原石運輸成本 + 進港報關費用 + 原石庫存成本 + 成品加工成本 + 加工耗損成本 + 成品配送運輸成本 + 成品庫存成本 + 成品缺貨成本) }

以下就上述各項分別說明之。

1. 收益

收益的部份等於每一時期由發貨中心實際配送出去給顧客的成品數量乘上該類成品的單價的總和。即

$$\text{收益} = \sum_t \sum_k \sum_r \left(SP^{kr}(t) \times \sum_l O_l^{kr}(t) \right) \quad (1)$$

由於本研究假設在各時期、各區顧客對於由各類石材所製成各規格石材成品的需求量為已知，因此，發貨中心成品實際銷售量等於由該區發貨中心配送至該區顧客的成品配送量總和。

$$O_l^{kr}(t) = \sum_j q_{lj}^{kr}(t) \quad \forall t, k, r, l \quad (2)$$

2. 原石採購成本

原石採購成本則為原石供應商的原石單位售價乘上向該原石供應商採購原石之數量。

$$\text{原石採購成本} = \sum_t \sum_i \sum_k (P_i^k \times Q_i^k(t)) \quad (3)$$

3. 原石運輸成本

一般而言，原石供應商均會有其結盟之船運公司，配合運送原石至訂戶所在國家，而原石供應商僅提報該船運公司之單位運輸成本給原石訂戶。因此，原石運輸成本可表示為：

$$\text{原石運輸成本} = \sum_t \sum_i \sum_k (Q_i^k(t) \times SC_i(t)) \quad (4)$$

4. 進港報關費用

進港報關為國際貿易必要的手續，其程序與費用亦因各類商品不同而有所差異。就原石運送船而言，乃以整艘船次為進港報關之單位，但又因，每次原石之運送量僅佔整艘船貨的部份。所以船運公司通常將報關費用折算成平均每單位多少費用予以計價收費，因此進港報關費用可表示為：

$$\text{進港報關費用} = \sum_t \sum_i \sum_k Q_i^k(t) \times I \quad (5)$$

5. 原石庫存成本

原石庫存成本則可表示為各時期各類原石庫存量乘上各類原石單位庫存成本之總和。

$$\text{原石庫存成本} = \sum_t \sum_k (FS^k(t) \times FC^k) \quad (6)$$

因為原石進港裝卸時，港埠並未提供空間供其存放堆置。因此工廠須於原石進港裝卸的同時，將原石載運至工廠存放。所以，其中關於工廠原石庫存量的部份，則可用上一期之原石庫存量加上這一期採購進港之原石數量，並扣除這一期進廠加工之原石數量來表示。即

$$FS^k(t) = FS^k(t-1) + \sum_i E_i^k(t) - MQ^k(t) \quad \forall t, k \quad (7)$$

另外，原石採購量應等於原石進港量，也就是說，於任一時期 t 向任一原石供應商 i 購買第 k 種之原石之數量，均需等於 A_i 時期後由該原石供應商將該種類之原石運抵進港的數量。即

$$Q_i^k(t) = E_i^k(t + A_i) \quad \forall t, i, k \quad (8)$$

6. 成品加工成本

原石在進廠後，經過切割、修補、打磨、檢視等加工程序，方能製成顧客所需之成品。因此，在考量成品加工成本時，則須將各程序之加工成本及人力管理資源合併計算，得到依各石材種類不同的單位加工成本。成品加工成本等於成品出廠量乘上加工單位成本，即：

$$\text{成品加工成本} = \sum_t \sum_k \left(\left(\sum_r \sum_l TQ_l^{kr}(t) \right) \times MC^k \right) \quad (9)$$

其中，考慮原石在工廠加工製成成品後，直接將成品配送至發貨中心庫存，由發貨中心統籌作發貨配送工作，而不再將成品庫存於工廠。因此，成品出廠量即為前一時期原石進廠加工量乘上原石取材率，亦等於該時期成品運送至發貨中心之數量。

$$MQ^k(t-1) \times DR^k = \sum_r \sum_l TQ_l^{kr}(t) \quad \forall t, k \quad (10)$$

7. 加工耗損成本

因為石材為一天然礦物，所以依石材種類不同，而其結晶成形的過程亦有所不同。因此，各類石材之物理特性也會因產地之不同而有所差異。所以，加工耗損成本所考量的即是因各地石材種類的不同，使得原石在加工過程中會產生一定比例耗損的成本。其表示方式為：

$$\text{加工耗損成本} = \sum_t \sum_k (MQ^k(t) \times (1 - DR^k) \times DC^k) \quad (11)$$

8. 成品配送運輸成本

因為 66 % 以上石材加工業均集中於台灣東部，因此在周邊資源上的整合亦趨完善，貨運業亦是其中之一。工廠欲將加工後之成品配送至各發貨中心時，僅需交由貨運公司托運，由貨運公司自行作車輛調派及整車運送之調度。在於運費上，亦已由運輸業者經營運作產生北、中、南三區之公定單位運價。因此，工廠業者在考慮成品配送運輸成本時，可僅就成品配送量乘上各區公定之單位運費即可。

$$\text{成品配送運輸成本} = \sum_t \sum_k \sum_r \sum_l TQ_l^{kr}(t) \times TC_l \quad (12)$$

9. 成品庫存成本

在石材工廠生產成品後，直接將成品配送至發貨中心儲存，則會產生一成品庫存成本，其表示方式如下：

$$\text{成品庫存成本} = \sum_t \sum_k \sum_r \sum_l WS_l^{kr}(t) \times WC_l^{kr}(t) \quad (13)$$

在成品庫存量的部份，則須考量上一期所剩餘之成品庫存量，加上這一期成品的進貨量，並扣除這一期成品的實際銷售量，即：

$$WS_l^{kr}(t) = WS_l^{kr}(t-1) + TQ_l^{kr}(t) - O_l^{kr}(t) \quad \forall t, k, r, l \quad (14)$$

其中關於成品實際銷售量的部份，須視發貨中心上一期成品庫存量加上這一期成品進貨量或視當期該發貨中心成品需求量而定。倘若發貨中心上一期成品庫存量加上這一期的成品進貨量大於或等於當期該發貨中心成品需求量，則成品實際銷售量為當期該發貨中心成品需求量，並不允許超額配送至顧客；反之，發貨中心上一期成品庫存量加上這一期的成品進貨量小於當期該發貨中心成品需求量時，則成品實際銷售量僅為當期該發貨中心現有成品數量，且無須再補貨。因此，成品實際銷售量可以數學式表示如下：

$$O_l^{kr}(t) = \min \{ WS_l^{kr}(t-1) + TQ_l^{kr}(t), D_l^{kr}(t) \} \quad \forall t, k, r, l \quad (15)$$

另外，發貨中心成品需求量則由該發貨中心所負責配送該區顧客的成品需求量加總而得。

$$D_l^{kr}(t) = \sum_j d_{lj}^{kr}(t) \quad \forall t, k, r, l \quad (16)$$

10. 成品缺貨成本

當發貨中心上一期成品庫存量加上該期成品進貨量小於該期發貨中心成品需求量時， $(WS_i^{kr}(t-1) + TQ_i^{kr}(t)) < D_i^{kr}(t)$ ，則造成成品缺貨。而其成品缺貨成本表示如下：

$$\text{成品缺貨成本} = \sum_t \sum_k \sum_r \sum_l LQ_i^{kr}(t) \times LC_i^{kr}(t) \quad (17)$$

其中，成品缺貨數量為：

$$LQ_i^{kr}(t) = D_i^{kr}(t) - O_i^{kr}(t) \quad (18)$$

因為石材為一天然礦物，所以依石材種類不同，而其結晶成形的過程亦有所不同，及其所形成之花色、紋路亦會有所差異。因此，顧客在訂購石材製品時，通常以一次滿足其需求為考量，予以給定訂購之數量。在無法滿足顧客需求量時，即無法以完整之石材供給顧客，對於顧客而言，即會產生不滿意的情形，對於石材製品工廠所提供之服務有所負面評價，進而影響下次購買之意願。

因此，除滿足利潤最大的目標外，石材業經營者仍須考慮顧客滿意度的情形。經與實際業者訪談後發現，石材業經營者主要是以滿足最多訂單數作為顧客滿意度的衡量。因此，本研究定義下式作為顧客滿意度的衡量指標：

$$\sum_t \sum_k \sum_r \sum_l \sum_j \left\lfloor \frac{q_{ij}^{kr}(t)}{d_{ij}^{kr}(t) - \beta} \right\rfloor \quad (19)$$

其中， $\lfloor \cdot \rfloor$ 表地板函數(floor function)，而 β 為一常數值，其值介於 0 與 1 之間，其主要目的是保證分母不為零。

五、限制條件

1. 原石採購量與原石供應量的關係

於任一時期 t 向原石供應商 i 的原石採購量，均須小於或等於該原石供應商於該時期所能提供之原石供應量。

$$Q_i^k(t) \leq S_i^k(t) \quad \forall t, i, k \quad (20)$$

2. 工廠原石庫存容量限制

對每一個時期 t 而言，工廠內各種類之原石庫存量總和須小於或等於工廠原石庫存之最大容量限制。

$$\sum_k FS^k(t) \leq FL \quad \forall t \quad (21)$$

3. 工廠生產產能限制

工廠因廠房、機具、設備等因素，故工廠有其最大生產產能限制。即工廠每一時期 t 成品出廠量須小於或等於工廠最大產能。

$$\sum_k \sum_r \sum_l TQ_i^{kr}(t) \leq ML \quad \forall t \quad (22)$$

4. 發貨中心成品庫存容量限制

對每一個發貨中心 l 於任何一時期 t 而言，發貨中心內各種類之成品庫存量總

和均須小於或等於發貨中心成品庫存之最大容量限制。

$$\sum_k \sum_r WS_i^{kr}(t) \leq WL_l \quad \forall t, l \quad (23)$$

5. 顧客成品實際配送量與顧客成品需求量的關係

於第 t 時期由發貨中心 l 所配送至該區顧客 j 的第 k 種原石石材所做成之第 r 種成品之配送量，均須小於或等於該顧客於該時期對該種類成品的需求量。

$$q_{lj}^{kr}(t) \leq d_{lj}^{kr}(t) \quad \forall t, k, r, l, j \quad (24)$$

整理上述的討論，可以得到下列之石材業多目標供應鏈規劃模式：

$$\text{Max } f_1 =$$

$$\begin{aligned} & \sum_t \sum_k \sum_r \left(SP^{kr}(t) \times \sum_l O_l^{kr}(t) \right) - \left\{ \sum_t \sum_i \sum_k (P_i^k * Q_i^k(t)) + \sum_t \sum_i \sum_k (Q_i^k(t) \times SC_i(t)) \right. \\ & + \sum_t \sum_i \sum_k Q_i^k(t) \times I + \sum_t \sum_k (FS^k(t) \times FC^k) + \sum_t \sum_k \left(\left(\sum_r \sum_l TQ_l^{kr}(t) \right) \times MC^k \right) \\ & + \sum_t \sum_k (MQ^k(t) \times (1 - DR^k) \times DC^k) + \sum_t \sum_k \sum_r \sum_l TQ_l^{kr}(t) \times TC_l \\ & \left. + \sum_t \sum_k \sum_r \sum_l WS_l^{kr}(t) \times WC_l^{kr}(t) + \sum_t \sum_k \sum_r \sum_l LQ_l^{kr}(t) \times LC_l^{kr}(t) \right\} \end{aligned}$$

$$\text{Max } f_2 = \sum_t \sum_k \sum_r \sum_l \sum_j \left[\frac{q_{lj}^{kr}(t)}{d_{lj}^{kr}(t) - \beta} \right]$$

s.t.

$$Q_i^k(t) \leq S_i^k(t) \quad \forall t, i, k$$

$$\sum_k FS^k(t) \leq FL \quad \forall t$$

$$\sum_k \sum_r \sum_l TQ_l^{kr}(t) \leq ML \quad \forall t$$

$$\sum_k \sum_r WS_l^{kr}(t) \leq WL_l \quad \forall t, l$$

$$q_{lj}^{kr}(t) \leq d_{lj}^{kr}(t) \quad \forall t, k, r, l, j$$

利用模糊規劃法(Fuzzy Programming Approach)求解上述的多目標規劃問題，可將原問題轉換成以下之單目標規劃問題，詳細過程可參考 Zimmermann (1978)及 Martinson (1993)。

$$\text{Max } \lambda$$

s.t.

$$f_1 - \lambda \cdot (f_1^* - f_1^-) \geq f_1^-$$

$$f_2 - \lambda \cdot (f_2^* - f_2^-) \geq f_2^-$$

$$Q_i^k(t) \leq S_i^k(t) \quad \forall t, i, k$$

$$\sum_k FS^k(t) \leq FL \quad \forall t$$

$$\sum_k \sum_r \sum_l TQ_i^{kr}(t) \leq ML \quad \forall t$$

$$\sum_k \sum_r WS_l^{kr}(t) \leq WL_l \quad \forall t, l$$

$$q_{ij}^{kr}(t) \leq d_{ij}^{kr}(t) \quad \forall t, k, r, l, j$$

其中， f_1^* 和 f_1^- 分別表示目標式 f_1 的正、負理想解，而 f_2^* 和 f_2^- 則分別表示目標式 f_2 的正、負理想解。完成本規劃方式及模式構建後本研究將其利用套裝軟體 LINGO 編輯並求解。

6. 結論與建議

根據以上實例驗證結果分析，本研究所構建之石材業供應鏈管理模式，確實能在需求已知的情況下，並追求整體供應鏈之利潤最大，以及滿足訂單數最多的目標下，作採購、生產、配送之整體規劃。從公司經營的角度來看，此模式最大的貢獻在於提供管理者在採購、生產及配銷運籌決策上的參考，以避免不必要的損失。

對於未來之後續研究，本研究有以下之建議：

(1) 不確定需求的考量

本研究所構建之模式僅考量在需求已知的情形下，但在實際經營上，仍須兼顧不確定需求的考量。因此，考慮不確定需求下之物料及成品安全庫存的規劃，將是未來重要的研究課題。

(2) 經營策略的考量

在實際經營上，允許有差別定價或優惠折扣等的不同策略的運用。因此，若能將這些不同策略手法構建於模式中，將更可使模式更趨近於實際狀況。

(3) 供應鏈管理決策支援系統之設計

在實務操作上，人性化的界面及簡單的操作，會讓使用者更容易操作使用。因此，如何將此一複雜的模式轉換成一套決策支援系統，讓決策者能輕易操作使用，將更能發揮此模式的功能。

(4) 上、下游供應鏈系統的整合

在整個供應鏈系統中，上、下游及周邊廠商供應鏈系統的整合將可使整個物料供給、產品生產及產品配送流程更為順暢。因此，若能再將該公司上游供應商、下游廠商及周邊協力廠商的供應鏈系統加以整合，將使整個供應鏈系統更趨完備。

7. 計畫自評

(1) 研究內容與原計畫相符程度

本研究計畫案為一小型之產學研究案，除將前兩年所發展之智慧型供應鏈模式更廣泛的應用之外，更進一步的修正其缺點使其更為適合國內不論高科技產業或傳統產業皆

十分適用之模式此外本研究於今年更考慮企業在全球化的環境變遷與佈局中所會面對的競爭態勢，更是本研究的一大特色，此以超出原計畫所規劃之內容。

(2)達成預期目標情況

順利取得產業分析資料並充分達成原先之目標。

(3)研究成果之學術或應用價值

本研究成果不僅突破一般供應鏈所設計之限制更獲得研究廠商之肯定，並充分提供實務研究上所需之現況資料。

(4)是否適合在學術期刊發表

本研究已整理完畢投稿於相關之管理學門期刊。

(5)主要發現或其他有關價值

實務上之研究發現，既有的供應鏈模式無法滿足廠商在全球環境中的需求，不同產業之間的差異相當的多，適時修正該模式理論才能使供應鏈的發展更能契合於時代與需求，也較能將理論具體的落實。