

# 建立委外代工廠商之評選模式

## The Development of a Decision Model for Outsourcing Supplier Selection

余銘忠 1

國立高雄應用科技大學 企業管理系 副教授

yminchun@cc.kuas.edu.tw

何柳宜 2

國立高雄應用科技大學 企業管理系碩士在職專班 研究生

helen.liuyi@msa.hinet.net

### 摘要

現今瞬息萬變的競爭市場中，企業直接減少資本支出與委外代工廠商合作已成為企業生存的趨勢。由於企業大多以『經驗法則』來實施採購訂單分配決策，並沒有建立一套有效的採購決策模式，所以選擇良好的委外代工廠商合作是相當重要決策問題，除了能為企業帶來高品質的產品，也能透過有效的管理來取得更低的總成本。

本研究以公共廣播及會議系統為例，利用混合整數線性規劃及委外代工廠商評選準則，並考慮搭配性產品組合建立生產配額之採購決策模型。企業根據委外代工廠商可提供製程的能力，並兼顧採購成本及品質良好的委外代工廠商合作，並求得最佳的訂單數量分配。本模型可快速分析即可決定委外代工廠商選定及配額，期使企業能利用此模型，作為企業創造獲利優勢的採購配額之決策。

關鍵字：委外代工廠商評選、混合整數線性規劃、採購配額、公共廣播及會議系統

Keywords: Supplier Selection, Mixed-integer Programming, Order Allocation, PA system & Conference system

## 1. 緒論

### 1.1 研究背景

面對激烈競爭的微利時代，許多企業皆把可以委外的業務全部委外，只留下核心業務，代工生產已經是一種日益普遍的生產方式，如此企業不僅可以降低生產成本、縮短製造流程、提升技術價值，更可以增加市場的競爭力；也因為如此，在任何一個領域，企業經營者只要獨具慧眼，都應有委外服務的空間與商機。為此，企業經營者不僅先找出自己企業的核心能力，並抓住委外服務趨勢，便可在自己的領域裡找到無限商機。

因此，必須依靠優良的委外代工廠商給予良好的交貨品質及準時交貨的保證，使產品快速並領先同業進入市場，以優先佔市場一席之地。為了要能夠有良好的品質及準時交貨委外代工廠商則扮演了一個重要的角色。未來發展提出多元化經營、垂直整合、加強生產製程能力，可成為企業的經營策略之參考等建議，故企業對於建立評選後良好的合作夥伴供應商為企業之首當其重要。

然而企業為了提高營業額獲取更多訂單與人力成本壓力之下，推行委外策略，提升企業整體的競爭力，將會增加影響每個產業供應鏈之間互信合作共存緊密關係。因此，代工產業之關鍵成功因素為人才、上游材料及生產設備之整合度之重要性。企業為了競爭而合作，合作的必要條件是選擇具有競爭力的夥伴。故探討如何選擇委外代工廠商合作為重要策略目標，也是企業合作之目的在於互補互惠以追求經濟上的獲利，更重要的合作關係的建立與永續發展。

### 1.2 研究動機

隨著全球市場的競爭日趨激烈，客戶要求訂單快速回應下，企業藉由整合供應商與終端客戶的原物料、資訊與資金的流動等活動來獲得優勢。企業可以建立一組有效供應商評選方式來降低購買成本，不只可以顯著有效降低供

應鏈風險與採購成本，也可以改善企業的競爭力。因此，企業在經營管理中，採購是其中重要的部門，隨著採購功能顯著地增加，其決策變的越來越重要，故委外代工廠商的評選是採購功能中相當重要的工作。一個良好的採購部門可以持續協助企業降低成本並且增加利潤，所以選擇好的委外代工廠商合作除了能為企業帶來高品質的產品之外，也能透過有效的管理來取得更低的總成本。

由於企業大多採用單一或多家供應商及『經驗法則』實施『採購訂單分配』給委外代工廠商生產，故此規劃方式無法有效降低總成本及提升服務品質。因此為了強化企業與委外代工廠商合作彼此間的互動越緊密與順暢，而且為了增進上、下游廠商的作業彈性，期望能建立一套企業對於如何評選委外代工廠商及採用適合之採購決策模式，是其重要的經營策略。故選擇良好委外代工廠商評選準則更慎重重要，逐漸地增強彼此的默契關係，進而發展出策略結盟或合資，以求得採購總成本最小化之模式，甚至可獲得市場佔有率。啟發本研究如何利用數學科學方法來解決委外代工廠商評選與生產配額決策之探討動機。

### 1.3 研究目的

本研究主要目的在發展一種適合企業整合委外代工廠商之評選方法，讓企業在設計和組織委外代工廠商時，能快速、精確尋找到最合適的合作夥伴。且生產配額時，而非純粹以價格及經驗法則來做考量。藉由研究背景、研究動機以提供企業對於生產採購決策作業之參考。並利用數學線性規劃方法來建立最佳採購模式，則可降低企業的採購成本，藉以企業與委外代工廠商合作中獲得利益，可促使永續發展共創雙贏並強化企業本身核心競爭優勢。本研究目的如下：

- 一、 探討適合企業委外代工廠商評選準則。
- 二、 運用數學線性規劃的技術，建立適合企業委外代工廠商評選之模式。
- 三、 期望在多供應商、多個搭配性產品組合下進行生產配額決定，透過分配決定及委外代工廠商評選來進行採購總成本最小化。

## 2. 文獻探討

供應鏈管理的演變，是企業組織中從策略面、戰術面、作業面等管理層次之策略運作，本章的文獻探討首先介紹供應商管理之策略，由供應商的定義、供應商管理的歷史演化、委外代工及供應商來源數量之相關研究理論與觀念。再探討供應評選，對於供應商評選的方法與評選的關鍵因素，同時探討運用在不同產業所用的之相關研究探討。

### 2.1 供應商的定義

供應商係指供給生產者及其對立競爭者所需資源，以生產特定產品或服務的公司或個人。供應商又可稱協力廠商，是指工廠對於其具有長期，或經常性買賣關係或從事提供某種特殊零件，及從事簡易代工的供應廠商而言。Leavy (1994) 認為供應商與買方的合作關係可分為兩個層面來討論，一種是在傳統觀念下，買方與供應商之間的關係是互相競爭的對手；另一種是 Just in Time (JIT) 觀點下，雙方是合作夥伴的關係，主要重點是相互合作，共同創造雙贏。Dobler (1996) 將企業的供應商分為內部和外部的供應商兩類；如果一項商品或服務是展現企業文化是核心能力及價值、技術開發能力，而其所提供的資源是企業本身則稱為內部的供應商；如果必須藉由外部資源來完成任務，並與適當的供應商建立策略夥伴聯盟則稱外部的供應商。因此採購部門在如何選擇供應商是一門很重要因素。

### 2.2 供應商管理的歷史演化

隨著企業分工，供應商力量逐漸增加，客戶意識逐漸抬頭，才開始了解供應商管理之重要性。在企業活動過程，為了滿足客戶需求，必須持續改善供應商關係，提升快速的溝通及訊息即時性，加速問題的解決能力與整體效能的提升與下游客戶端取得訊息正確即時性，進而掌握所需的資源並轉化與供給其目標客戶，是當務之急。因

電子產品組成的複雜性與傳統的單一產品的生產大為不同，一家企業要掌握所有元件的生產到最終產品產出所資源有限已不大可能，由產業內部分工愈來愈細，供應商成員也逐漸愈來愈多，可見其複雜程度相對提高。

1960 年代產業多需大宗物資生產，以大量生產標準化產品，企業所強調的是生產經濟規模量，降低生產成本提高生產效能，此時企業所需重視的是對原物料的管理與產品生產後的實體產品配送之整體性的管理架構。

1980 年代後，企業競爭逐漸組織改革及垂直整合的運作，進而強化組織的競爭力，原物料的備料作業與實體產品配送管理也進一步整合為後勤支援管理，然而 2000 年後，台灣企業 B2B 的經營模式往往由 OEM 到 ODM，由 ODM 到 EMS。在 OEM 階段企業用『低成本』及『穩定交貨』兩個主軸來追求增加接單量，在 ODM 階段就要再加上『協同設計能力』才可確保發展，發展到 EMS 階段時『全球運籌能力』就變成企業主要的競爭力。因此藉由委外代工，委託專業製造技術的廠商來進行配合，供應商不只是供應原料，其工作內容也包含了產品及服務創新與整體企業策略的配合，同時對其特定的材料、加工順序、品質的要求、及檢驗標準..等標準要求，故主要強化企業與上下游的客戶端的溝通加速及達成供貨之即時性，這也提升改善彼此的夥伴關係。

### 2.3 委外代工

傳統產業在著重於垂直整合，慢慢演變到目前垂直分工的經營模式，而擴大企業的整體競爭力，並滿足客戶的任何需求。企業策略自己必須檢視自己的實力及優點所在，以便在供應商中垂直整合趨於合作再分工，因此企業專注於市場行銷的核心競爭力，將無效能的工作委外經營，企業對供應商能力的評估也相對重要性。

在電子產業中委外製造代工已普遍為雙方合作模式，傳統的委外政策基於考量規模經濟、外部專業人才能力與時間成本。在知識經濟的發展時代，企業採行委外策略之著眼點不僅在於考慮節省成本，更重要是透過委外方式，把有限的資源集中專注在產品的研發，專注於市場之定位及適當時機調整企業管理經營模式，同時借重外部專業發展價值網絡，維持核心產品的競爭力，會是比較好的策略選擇。

根據 TFI 的調查，欲將自身產品委外代工之大品牌合作廠商主要以執行訂單能力、執行合約能力、財務狀況、成本系統、品質系統、技術支援能力、準時交貨等為評估重點。陳瓊琪 (2004) 研究指出「OEM」乃是買方欲將製造部分委外之方式，透過其所需產品之詳細設計、規格及價格，要求供應商提供包含產品製造甚至服務之代工活動。在 OEM 模式下，供應商較無自主權，也無法由商品製造上獲得產品利用權利，純粹以製造、組裝方式接單生產，將產出之商品交給買方，買方擁有產品之銷售權發展藍海，自行拓展行銷活動計劃、售後服務。故在委外代工時，供應商能力的評估選擇，相當重要。

陳振祥與李吉仁 (1987) 定義 OEM 指的是具有生產製造能力的廠商，在委託方提供其相關產品規範、製程技術規範、產品品質生產檢驗標準，甚至指定部份材料或全部材料情形下，提供委託方所指定的產品分工生產型態。

### 2.4 供應商來源數量

根據諸多學者對於供應商來源管理的研究與探討，企業在購買相同產品或生產時所需要的原物料時，可採用單一供應商或多家供應商的採購策略。

#### 2.4.1 唯一的供應商來源

Raedels (2000) 唯一的供應商來源是指在產業或供貨市場中，唯一一家供應商供貨或服務。例如：特殊技術性產品或專利品，採購在供應商的選擇皆會受到限制，即使大規模企業也會因此受限。因此市場上唯一一家供應商供給將造成獨佔市場及決定市場價格導向，而買方完全在談判議價能力上受到限制。

#### 2.4.2 單一的供應商來源

Hahn (1986) 認為在單一供應商做法之下，交易合約不一定是長期合作合約，也有可能是採用短期交易合約。因此縮減供應商件數並和供應商建立長期合作夥伴關係是目前企業競爭的趨勢之一，但卻也並不一定會與單一供應商建立長期合作夥伴關係，會考量供應商是否可培養成長之夥伴。

#### 2.4.3 多家的供應商來源



Presutti (1992) 認為對於原物料供應來源維持兩家（含）以上的供應商是企業必須的採購策略手法。做法是買方在向既有的一家供應商採購基礎上，以本身的技術、資訊或財務能力，開發第二家供應商以增加供應來源，故可提高供應商之選擇性。

## 2.5 供應商評選的準則與要素

在現今競爭激烈市場中，產品的生命週期越來越短，許多企業組織為了因應市場上的競爭，降低營運成本，將其可以委外生產的工作項目，竭盡所能的委外生產，而企業組織內留下具有優勢的項目及其主要技術，故藉由委外代工合作來以維持企業核心競爭力與營業 4 流（資訊流、商流、現金流、物流），如現今的科技發展中，如果沒有優良的夥伴供應商來相互協助，是不可能達到低成本、高品質的產品。

供應商評選的決策過程要考慮許多因素，在不同產業對於供應商評選的決策準則也會不同。Dickson 於 1966 年提出，是以當時的供應商與製造商的關係提出評估的方法，分別為過去績效、品質、交期、保證與賠償等 23 項供應商評估準則。因此，認為最重要為品質、其次是交期，再者為過去績效。

Ansari and Modarress 於 1980 年，在即時化的管理環境下，提出了供應商評估六項準則，分別為品質、價格、交期、地理環境、服務態度。

陳燕美 (2006) 的研究認為在選擇與評估供應商的整體績效時，一般都會使用多準則的方式，這些準則依重要的程度包括價格、品質、交期、服務態度、技術能力。

## 2.6 供應商評選方法

一般企業或庶務性採購，在供應商管理上，大多以產品的低價格來決定供應商，且較具有規模的企業因國際標準化組織的精神，來進行供應商的合格資格評鑑審核作業。但在採購進行評估作業時，都採用單一價格的考量因素來決定，這也是許多企業選擇最普遍的應用評選機制。隨著供應商的市場快速成長，可提供產品及服務的供應商選擇性也愈來愈多，相對企業在選擇供應商的考量因素也相對增加。除了價格因素考量外，供應商選擇機制也會考量，產品交期（交貨時間與成本）、品質與服務之整體規模性。

為了解決此狀況，Daniel and Michael (1993) 應用了總成本的觀念，進一步的考量風險程度與機會成本，要簡化供應商選擇流程及精準的選擇供應商，兩者較難以達成平衡，應用了以總成本概念模式來選擇供應商，此手法仍以供應商所提供的價格為企業成本主要考量之架構，再將其他所考量的相關因素，如風險程度、機會成本、及其他取代因素等轉化為成本將其加總後，作為供應商評選之決策。

在多產品、多供應商下探討評選及採購訂購數量分配的問題，模式建立以採購最小化成本為目標，考量變動及固定價格因素，以前置時間、品質、供應商產能為限制，發展出混合型整數規劃模式。

由以上文獻中可發現價格、交期、品質這三項準則在許多企業中，最常來考量評選供應商準則之指標。故本研究供應商評選時為了創造公司獲利、降低成本最小化，針對多產品、多家供應商評選之採購分配時，將以本文在評選指標中考慮以價格、交期、品質與這三項準則建立模組，並同時加入生產設備及生產產能及地理位置來進行模組求解，以提供企業產品委外代工廠商之採購者衡量指標用。

# 3. 研究方法

## 3.1 研究架構

本研究係依據研究背景、動機及目的為基礎所建立的研究架構；據此建立本研究適合的委外代工廠商評選數學模型。經由文獻探討，本研究提出模型建構流程如圖 3-1 所示。

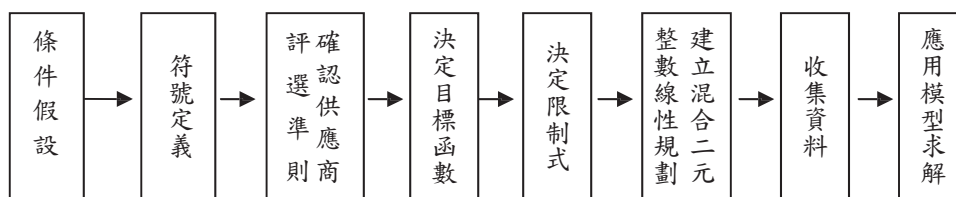


圖 3-1 委外代工廠商評選模式建構流程圖

### 3.2 建構委外代工廠商評選模型

在本節中提出對建立本模式中各研究條件假設、符號說明與依據各學者文獻提出供應商評選準則，以建構出適合委外代工廠商評選之模式。

#### 一、基本假設

本研究探討當企業收到客戶訂單後如何有效選擇適當的委外代工廠商，並能使採購總成本最小化。針對此問題企業採購決策者需要考慮委外代工廠商生產品質限制、產能調配限制、供貨能力、供給彈性等相關影響。根據各委外代工廠商各自生產配額，以利發展出一套有效解決之委外代工廠商評選問題。首先假設條件如下說明：

1. 代工生產數量是已知數。
2. 各家代工廠商生產時間不同，但生產時間是已知數。
3. 各委外代工廠商各自產能限制。
4. 各家代工廠商同一產品產出良率是已知數。
5. 當一系列具有搭配性質之組合產品，在面對市場不確定的客戶需求下，需委由一家委外代工廠商的選定及最小訂購量為採購人員重要考量因素。
6. 各委外代工廠商其各自之生產優勢，亦即各委外代工廠商於代工期間各固定生產成本、運輸成本、重工成本、採購成本是已知數。

#### 二、符號說明

茲本模式所採用之符號定義如下所示：

##### (一) 決策變數

$i$  = 產品編號， $i=1\dots M$

$j$  = 委外代工廠商編號， $j=1\dots N$

1.  $X_{ij}$ ，產品  $i$  由委外代工廠商  $j$  所提供之生產數量

2.  $Y_{ij}$  = 1，若委外代工廠商  $j$  代工產品  $i$  為 1

3.  $V_{ij}$  = 0，若不是委外代工廠商  $j$  代工產品  $i$  為 0

##### (二) 輸入參數

1.  $C_{ij}$ ：委外代工廠商  $j$  所代工生產產品  $i$  的產能

2.  $P_{ij}$ ：從委外代工廠商  $j$  採購代工產品  $i$  的單位價格成本

3.  $L_j$ ：委外代工廠商  $j$  的各自產能限制

4.  $D_i$ ：委外代工廠商  $j$  所代工產品  $i$  的總生產需求量

5.  $F_{ij}$ ：委外代工廠商  $j$  代工產品  $i$  之固定生產成本

6.  $R_{ij}$  : 委外代工廠商  $j$  代工產品  $i$  遞交所產生的重工成本
7.  $m_{ij}$  : 從委外代工廠商  $j$  代工產品  $i$  的最少訂購量
8.  $Q_{ij}$  : 委外代工廠商  $j$  代工產品  $i$  的生產良率
9.  $T_{ij}$  : 產品  $i$  由委外代工廠商  $j$  提供代工時所產生的單位運輸成本

### 3.3 供應商評選準則

本研究委外代工廠商評選將依多數學者所採用的準則為依據，綜合多數文獻研究整理歸納選擇供應商的準則為依據，其中內容多數文獻採用準則共 10 項，其內容如表 2-2 供應商評選準則之相關研究彙整。

因此，本研究將從多數專家學者提出所採用之文獻中，以生產品質、交期、生產產能調配、價格、地理位置等五項進行評估，再建構單目標數學規劃模式，期能使採購總成本最小化，進而評選出合適的委外代工廠商與生產配額。

### 3.4 建構單目標二元整數規劃模式

本研究委外代工廠商評選將依據各學者所提出整理供應商評估準則重要性，以生產品質、交期、價格及服務為評估準則，並加入企業針對委外代工廠商所重視生產產能及生產調配彈性之考量。故針對各項準則、成本及限制式進行研究，而建構二元整數規劃模型，期望能使採購總成本最小化，進而評選出最合適的委外代工廠商與生產數量。將利用評選準則來發展模式，說明如下：

#### (一) 生產品質

產品品質一直是企業與最終客戶所重視的要點，品質對於企業來說已不只是商譽的保證，更是與同業競爭並期達到永續經營的關鍵因素。有關品質不穩定或良率不佳的問題，品質的好壞與否最後原本應取決於「客戶期望」與「實際產品表現」間的差異；較好的產品設計及快速反應客戶需求的產品可贏得更多且更確定的客戶，且較靈敏的改革者更可以預期和回應客戶當時或潛在的需求與偏好。因此，進料檢驗、生產製程檢驗及出貨檢驗標準，將影響嚴格品質管理制度的重要一環。

對所有企業來說，委外代工不良率是現今競爭激烈環境下企業得以生存的金鑰、是標準配備也是絕對必要的條件。品質是所有企業所追求的目標，也是用來評選委外代工廠商的重要指標。故本研究因此將品質列入為重要評估

準則項目。另  $Q_{ij}$  為委外代工廠商  $j$  代工產品  $i$  的生產良率， $R_{ij}$  為委外代工廠商  $j$  採購代工產品  $i$  的單位價格重工成本，所建立之限制式為：

$$\sum_i \sum_j X_{ij} (1 - Q_{ij}) R_{ij}, \quad \forall i, j$$

#### (二) 交期

當委外代工廠商生產未如期產出造成延遲交貨，將嚴重影響客戶準時達交率無法滿足客戶需求交貨日，故兩項產品需具有搭配性組合，若為不同家代工廠商生產且未同時間入廠，也會影響業務出貨。因此，於在選擇委外代工廠商生產時，需將此影響交期之因素列入為重要考量因素，故產品交期的準時性組合與即時性就相對顯得重要。故本研究將委外代工廠商必須同時搭配性組合生產達成率列入為重要評估準則項目。

令  $Y_{ij}$  委外代工廠商  $j$  代工  $i$  產品同時也代工另一個  $i$  產品所產生，所建立之限制式為：

$$\sum_j Y_{ij} \geq 1 \quad \forall i$$

$$Y_{ij} \equiv Y_{ij} \quad \forall j$$

### (三) 價格

價格是企業決定是否委外的一個關鍵因素，企業需要藉由委外來降低其成本並提高生產力。委外最大的優勢便是在於提高企業運作效率的同時還可以降低成本。故採購委外代工時，所產生的成本共分為變動成本及固定成本，固定成本及不會因代工數量而改變，但物料成本的波動會因代工數量而變動。

令  $P_{ij}$  從委外代工廠商  $j$  採購代工產品  $i$  的單位價格成本  $\sum_i \sum_j (X_{ij}/Q_{ij})P_{ij}$ ，最後整理於目標函數中。

### (四) 生產產能

每家代工廠商皆有生產產能及排程限制，但若遇到市場需求變化或業務需求預估太過保守時，此產能將影響採購決策者分配，若代工廠商生產產能有效彈性調配，企業更會依賴具彈性生產能力可機動調整產能的代工廠商，

因此企業對於委外代工廠商評選此項目列入評估準則之重要性。令  $L_j$  表示代工廠商  $j$  生產產品  $i$  的產能，所建立之限制式為：

$$\sum_i X_{ij} \leq L_j, \quad \forall j$$

### (五) 生產調配彈性

Quelin and Duhamel (2003) 提出發現針對大型製造集團委託代工的原因除了降低營運成本外，增加企業的營運彈性也是個重要因素。若代工廠商代所能提供的機台能力以及可以客製化的彈性越大，故能排除市場需求變化不確定性之因素。

若市場需求景氣變大，更需提高生產效率快速來調配產能，那代工機會就愈大。故生產調配彈性也是企業與委外代工廠商合作發展夥伴關係之必要選擇因素。

令  $D_i$  產品  $i$  的總生產需求量， $C_j$  委外代工廠商  $j$  的各自產能限制，其所建立之限制式為：

$$\sum_j X_{ij} \geq D_i, \quad \forall j$$

本研究將採用單目標混合二元整數規劃，來解決企業在進行委外代工廠商評選時，主要根據所接到的訂單數量及預測產能需求進行規劃。而在進行生產產能配額時，由採購部門尋求合適的委外代工廠商合作，並依其過去績效表現及生產相關資料進行產能配額。其結構必須含目標函數及限制式二大部份及些變數必須是整數，且所有整數變數都必須是 0 或 1，稱為混合二元整數線性規劃模式。

根據各委外代工廠商各自生產配額，建立一套線性規劃之特性，同時考慮所有影響因素。本模式以成本作為目標式，考慮所有代工廠商交期、產能、品質、價格。委外代工廠商生產配額評選模式，首先建構的單目標二元混合整數如下：

(1) 目標函數：總採購成本最小化

$$\text{Min} \sum_i \sum_j (X_{ij}/Q_{ij})P_{ij} + \sum_i \sum_j X_{ij}T_{ij} + \sum_i \sum_j Y_{ij}F_{ij} + \sum_i \sum_j X_{ij}(1-Q_{ij})R_{ij} \quad 3-1$$

(2) 限制式

$$\text{s.t} \quad \sum_j X_{ij} \geq D_i \quad \forall i; j$$

3-2



$$\sum_i X_{ij} \leq L_j \quad \forall j \quad 3-3$$

$$\sum_j X_{ij} \geq m_{ij} Y_{ij} \quad \forall i; j \quad 3-4$$

$$\sum_j Y_{ij} \geq 1 \quad \forall i; \quad 3-5$$

$$Y_{ij} = Y_j \quad \forall j; \quad 3-6$$

$$Y_{ij} \in \{1,0\} \quad 3-7$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad 3-8$$

以上情境模式是根據各委外代工廠商各生產配額時，所建立之單目標二元混合整數規劃模型，由於市場需求不穩定及業務需求預估太過保守時，且客戶非常重視達交率，此模型不限制同一代工產品只能一家代工，亦可發包給其他委外代工廠商生產。此模型中其定義所示如下：

目標函數 3-1：總採購成本最小化，即包含採購成本、運輸成本、固定成本、品質重工成本之總成本極小化

限制式 3-2：表示產能需求被滿足

限制式 3-3：表示代工廠商生產產出量需符合總生產需求量

限制式 3-4：代表委外代工廠商  $j$  代工產品  $i$  的最少訂購量

限制式 3-5：表示兩項產品具有搭配性，若為不同委外代工廠商  $j$  代工產品  $i$  的交期末入廠時，將影響客戶達交率

限制式 3-6：二元的決策變數，若委外代工廠商  $j$  代工產品  $i$  為 1，若不是委外代工廠商  $j$  代工產品  $i$  為 0

限制式 3-7：決策變數，非負限制及整數限制

### 3.5 模型求解

由於委外代工廠商是一多準則的決策問題，為了使各產業對於委外代工廠商評選生產配額更能符合實際狀況，本研究依據多家學者提出之文獻採用，作為本研究委外代工廠商準則，最後依決策目標及資源限制情況，進行單目標二元整數規劃。以期求得採購訂單生產代工配額最佳解，以解決委外代工廠商代工決策之問題。

綜合以上有關委外代工廠商評選決策問題求解之數學模型，包含目標函數及限制式等，將運用套裝軟體 Lingo1 3 作為資料處理與分析工具，以求最佳解。

## 4. 實證研究分析與討論

### 4.1 實證個案公司簡介

個案公司（簡稱 B 公司）於 1991 年 8 月正式成立，至今已有二十二年的歷史，專業生產研發公共廣播系統及會議系統先端技術，B 公司自建廠以來一直秉持著「創新產品，顧客至上」為服務宗旨。採用高效能的生產方，品質精良，並且投入創新研發，產品廣受國內外用戶好評，並將以自有品牌外銷達 50 餘國之多，其研發商品多次奪得台灣精品獎，2015 年更榮獲德國 iF 設計大獎，近年來更積極參與『強震即時警報』計劃，開發『地震速報與預警 APP 軟體』，即時傳遞地震預警訊息，不斷的為大眾提供嶄新及優良製品為經營理念，貫通過去、現在和未來，促使企業永續發展，提升自我競爭力。



我們對於研發創新用心及苦心，和堅持在地研發、生產、製造，也將技術應用於防災預警領域，協助建置智慧安全的城市，研發成果亮眼。並且徹底執行「經銷商成功至上」的信念，簡單地說：經銷商的成功就是我們的成功。經銷商對於如何滿足使用客戶對於產品的需求，以及如何使器材的操作方法更簡易的需求都增加了；對產品品質和速度的要求也更嚴格了。

B 公司產品以自有品牌軟體及硬體結合，專門為會議室做設計和為會議配置設備、提供照明和音響系統、展示技術（會議資料投影、網路廣播），以及特殊效果，專長於視聽和通信技術，必須適於不同客戶的需求，使產品為一致性方式連結之重要性。

## 4.2 委外代工廠商簡介

在國際市場，B 公司作為會議系統及專業公共廣播系統以品牌導向服務公司，近幾年來開始積極以國際參展及尋找代理商進入該國市場，我們投入在產品研發和生產製造上的資源，而形成委外代工生產又必須仰賴的合作伙伴，因此，B 公司僅需提供工程資料和標準作業指導書電子檔資料給代工廠核對，對於委外代工廠商要求，生產時必須事前確認客戶要求資料文件核對、零件編碼、承認書製作及倉儲及庫存管理到加工製造等一系列服務，並且對於產品作全製程之品質管控，包含進料檢驗、製程中全數檢驗、出貨檢驗(依據 MIL-STD-105E)，客戶就可以獲得最終實物產品。

另外對於委外代工廠要求生產履歷記錄必須記載規則包括：何時生產、生產線設備機台、人員、加工條件甚至使用零件的廠家規格批號等，確保產品經過一致性的製程與品質管理，以保障雙方合作的權益與信譽。

因此，如何選擇委外代工廠商合作是很重要的議題。以下將介紹各委外代工廠商不同的規模屬性如設備規模、產能及研發技術能力等特性，以利了解選擇委外代工廠商之條件。

### 一、A 代工公司

A 代工公司成立於 1994 年，由一群經驗豐富的專業經理人領導，在各電子領域提供 EMS 專業電子代工製造服務。許多創意及經驗的多年累積，已形成一個專業服務客戶的基礎資源，在採購、製程設計、試產、印刷電路版組裝、系統組裝、測試等，提供客戶一致性服務。為南台灣最大的專業打件組裝代工廠。A 代工公司依據不同客戶歷史訂單交易合作記錄，以總產能來專屬分配給予不同客戶產能，故生產設計產能分配限制為 9,940（個/月）及製程印刷電路版最大尺寸為 610mm × 534mm 及印刷電路版最小厚度為 0.1mm 之製程技術代工。

因此，針對客戶的產品設計、提供完整快速生產製造效率及有效產能調配，且在電子產品設計上，也愈來愈輕薄設計印刷電路版較小厚度，故 A 代工廠商在代工製造技術較高符合客戶的要求，但相對其他限制規則較高。

### 二、B 代工公司

B 代工公司為一從事各類印刷電路版電子產品、軟性電路版、手機通信/電腦系統週邊設備加工之專業製造廠。代工服務營業項目包含液晶顯示器背光模組代工組裝、表面黏著技術組裝、軟性電路版沖形、成品測試與組裝等。本公司之作業能力範圍，已具備電子產品所應有之全製程。由於 B 代工公司在液晶顯示器背光模組代工組裝的技術及精度已達國際需求的水平，技術之持續精進與客戶服務的滿足的方向。且 B 代工公司在生產設計產能分配限制為 11,200（個/月）及製程能力印刷電路版最大尺寸為 410mm × 360mm 及印刷電路版最小厚度為 0.4mm 之製程技術代工。

因此，B 代工廠商由於生產製造於 24 小時生產，針對客戶的需求增減變化皆可提供完整快速生產製造效率及產能調配之作業，並達成客戶需求交期。

### 三、C 代工公司

C 代工公司是一群擁有專業代工 20 年以上的經理人團隊。本公司根據客戶提供的特定的材質、規格、加工程序、檢驗標準或品牌或標示而生產之零配件、半成品或成品。C 代工公司在生產設計產能分配限制為 11,580 (個/月) 及製程能力生產產能及製程印刷電路版最大尺寸為 410mm × 360mm 及印刷電路版最小厚度為 0.35mm。

因此，若需求變化較少時 C 代工公司在固定排程上皆可如期符合客戶需求交期，若市場需求增加，於生產調配上彈性較小，且代工技術上較缺乏其他產品一致性作業之研發能力。

#### 4.3 委外代工廠商評選問題描述

本研究之個案 B 公司，因以品牌設計及產品開發設計為導向，故將生產部份皆為委外代工生產為策略性合作。當一系列具有搭配性質之組合產品，在面對市場不確定的客戶需求下，若需求是同時與產品存貨水準以及價格有關的情形下，需委由一家委外代工廠商的選定及最小訂購量為採購人員重要考量因素。針對目前現況作法具有搭配性質之組合產品，現行在進行生產配額時是以經驗法則及低價策略為採購訂單分配給代工廠商生產為依據，導致在業務銷售出貨時才發現主產品有關之互補搭配性產品尚未交貨，造成需要等待互補產品齊全，才可同時安排生產包裝測試之時間，將缺乏考慮產品搭配性組合之問題。因此，委外代工廠商評選與採購決策，及為了提升競爭力且能符合客戶需求達成率及增加公司營業之生存的重要議題。以運用單目標線性規劃模式的方式來進行求解，其相關資料如下所示：

本研究以個案公司為實證對象，以各產品於各採購單位成本、生產良率、生產完畢後運送成本、固定成本及重工成本是影響總成本的重要因素，如何將產品分配到不同的代工廠商生產成本較低，且在此情況下的最佳訂購量，並且可以滿足客戶需求交貨日，於數值分析的過程中求解出代工廠商的最佳設計品質以及配額。擬在三家潛在代工廠商中採購四種產品，分別為廣播主控機、會議主機、電源主機、循序按鍵主機。

其中每一項產品的代工需求量分別為廣播主控機為每月 3,500 台、會議主機每月 5,000 台、電源主機每月 5,000 台、循序按鍵主機每月 5,000 台。假設每一家代工廠商  $j$  提供  $i$  產品最少訂購量：每項產品 A 家代工廠商最小訂購量為 1,000 台、B 家代工廠商最小訂購量為 2,000 台、C 家代工廠商最小訂購量為廣播主控機為 1,000 台其餘皆為 2,000 台。每一家代工廠商  $j$  提供  $i$  產品的代工價格如表 4-1 所示。每一家代工廠商  $j$  提供  $i$  產品的產能限制如表 4-2 所示。每一家代工廠商  $j$  提供  $i$  產品皆有不同代工生產良率水準如表 4-3 所示。每一家代工廠商生產時需要生產治具，故代工廠商  $j$  提供  $i$  產品的固定成本如表 4-4 所示。每一家代工廠商地理位置及物流配送方式不同所產生運輸成本，故代工廠商  $j$  提供  $i$  產品的不同運輸成本如表 4-5 所示。每一家代工廠商生產時皆有產出後品質良率水準，經過品質測試檢驗後之不良品需再重工作業，將形成重工成本費用，故代工廠商  $j$  提供  $i$  產品的重工成本如表 4-6 所示。

表 4-1 委外代工廠商價格表

代工廠商 $j$ / 產品 $i$	A	B	C
廣播主控機	320	280	360
會議主機	11	12.3	18
電源主機	33	28	30
循序按鍵主機	61	55	46

表 4-2 委外代工廠商產能

產品 <i>i</i> \ 代工廠商 <i>j</i>	A	B	C
廣播主控機	3,220	2,850	2,500
會議主機	3,220	2,850	2,500
電源主機	2,000	2,750	2,850
循序按鍵主機	2,000	2,750	2,850

表 4-3 委外代工廠商生產良率

產品 <i>i</i> \ 代工廠商 <i>j</i>	A	B	C
廣播主控機	93%	85%	80%
會議主機	93%	85%	80%
電源主機	90%	78%	82%
循序按鍵主機	90%	78%	82%

表 4-4 委外代工廠商固定成本

產品 <i>i</i> \ 代工廠商 <i>j</i>	A	B	C
廣播主控機	4,000	3,000	3,500
會議主機	3,800	3,500	4,000
電源主機	4,000	3,500	3,600
循序按鍵主機	N/A	N/A	N/A

表 4-5 委外代工廠商運輸成本

產品 <i>i</i> \ 代工廠商 <i>j</i>	A	B	C
廣播主控機	1.50	1.73	1.93
會議主機	0.40	0.42	0.62
電源主機	0.48	0.51	0.75
循序按鍵主機	0.48	0.51	0.75

表 4-6 委外代工廠商重工成本

產品 <i>i</i> \ 代工廠商 <i>j</i>	A	B	C
廣播主控機	210	192	222
會議主機	11	7	6
電源主機	20	17	18
循序按鍵主機	36	33	27

#### 4.4 實證個案模型之建立與求解

本研究利用第三章圖 3-1 所提出之流程，來建立個案 B 公司之單目標線性數學規劃模式。本模型建構步驟如下列所示：

步驟 1：確認供應商評選準則

本模型建構確認依據各學者供應商評選準則之文獻，分別為品質、交期、生產產能、價格、地理位置等。

步驟 2：決定目標函數

從採購策略委外代工廠商評選準則中，找出可以使採購總成本最小化的因子，決定目標函數。

步驟 3：決定限制式

根據各準則，找出資源受限因子，決定本研究的限制式。

步驟 4：建構二元單目標數學規劃模式

利用(3-1)~(3-8)式建構出二元單目標數學規劃模式，當一系列具有搭配性質之組合產品，若需求是同時與價格有關的情形下，需委由一家委外代工廠商生產及配額之模型。其完整的數學模式如下：

$$\text{Min} \quad \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^3 (X_{ij}/Q_{ij})P_{ij} + \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^3 X_{ij}T_{ij} + \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^3 Y_{ij}F_{ij} + \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^3 X_{ij}(1-Q_{ij})R_{ij}$$

$$s.t \quad \sum_{j=1}^3 X_{ij} \geq D_i \quad i = 1,2..4$$

$$j = 1,2,3$$

$$\sum_{i=1}^4 X_{ij} \leq L_j \quad j = 1,2,3$$

$$X_{ij} \geq m_{ij}Y_{ij} \quad i = 1,2..4$$

$$j = 1,2,3$$

$$\sum_{j=1}^3 Y_{ij} \geq 1 \quad i = 1,2..4$$

$$Y_{ij} = Y_j \quad j = 1,2,3$$

$$Y_{ij} \in \{1,0\}$$

$$X_{ij} \geq 0$$

#### 4.5 個案公司問題模型求解

本研究現行個案在進行供應商評選時以經驗法則，所得到的結果不一定是最佳解，首先將相關資料各參數代入，以數學規劃軟體 Lingo13 版來進行模式求解，即可求出選擇那家代工廠商，及最佳之委外代工數量。

#### 4.6 實證結果

依一系列具有搭配性質之組合產品，需委由一家代工生產經計算後所求得最佳解模型為：最低採購成本為新台幣 1,870,915。向委外代工廠商 A 採購廣播主控機生產 650 台、產能有限無法供應再向供應商 B 採購廣播主控機生產 2,850 台。向委外代工廠商 A 採購會議主機生產 3,220 台、產能有限無法供應再向供應商 B 採購會議主機生產



1,780 台。向委外代工廠商 A 採購電源主機生產 2,000 台、產能有限無法供應再向供應商 B 採購電源主機生產 2,750 台，於廠商 A 與 B 產能皆無法生產再配額給廠商 C 採購電源主機 250 台。向委外代工廠商 A 採購循序按鍵主機生產 2,000 台、產能有限無法供應再向供應商 C 採購循序按鍵主機生產 2,850 台，於廠商 A 與 C 產能皆無法生產再配額給廠商 B 採購循序按鍵主機 150 台。經計算結果整理如表 4-7

表 4-7 搭配性組合產品數學規劃模式解答

代工廠商 <i>j</i> 產品 <i>i</i>	A	B	C
廣播主控機	650	2850	----
會議主機	3,220	1,780	----
電源主機	2,000	2,750	250
循序按鍵主機	2,000	150	2,850

目標函數值= 1,870,915

## 5. 結論與建議

### 5.1 研究結論

由於企業為了因應市場需求不可預測以及投資經營風險高的，其具體作法為直接減少資本支出，把資源轉入獲利高的項目上，並善用市場上已具競爭能力的專業代工廠商合作，已經是企業經營策略中一個重要的課題。

採購成本的高低，悠關公司的競爭力，而委外代工廠商的選擇又是採購流程中重要的課題，在企業中影響供應商的評選很多因素，本研究結果利用各國內外學者文獻重視的準則：品質、交期、價格、地理環境來建構出單目標線性規劃模型，用以決定委外代工廠商及採購數量，並以實際個案進行分析，最後再以不同參數進行敏感度分析，使採購人員更了解並修正相關參數，以利得最佳解。

經實證結果，本模式能夠選擇出合適的委外代工廠商合作及採購數量，同時亦考量搭配性產品組合之情境所建立數學模式，於搭配性產品組合，為了確保客戶需求搭配性產品組合之交期，以符合客戶需求滿意度。更可符合實務上企業所追求之策略目標考量，以解決委外代工廠商等待交期及取得較佳價格問題，並得到採購成本最佳化之成效。

經比較現行採購實務與利用所建立模型進行訂單分配之差異，發現現行採購作業決策時考慮較單純，採購者除了低價格之問題外，或考慮公司政策、人情壓力、委外代工商製程能力...等，而本研究的採購模型參考各採購成本、運輸成本、品質成本、固定成本及變動成本等，所建立的模型具有客觀性及完整性。因此，採購模型計算所得之訂單數量後，在實務上可提供企業採用或以此結果做為企業議價參考用。

現行採購與建立模型進行訂單分配之優缺點比較，得到現行採購優點：可以客觀方式決策分配訂單並與委外代工廠商培養良好合作關係。實際採購缺點：因考慮決策較單一，可能公司政府或人情壓力，造成採購成本較高。採購人員為了與委外代工廠商保持良好合作關係，大都只向單一家委外代工廠商合作，導致缺乏議價能力，易被委外代工廠商掌控。以模型採購優點：採購成本較低且可快速求得最佳訂購量，若遇到市場供需變化時，可彈性調整使用模型，以求採購成本最佳化，作業具有一致性。利用 Lingo13 軟體之運算，讓採購人員快速分析，即可決定委外代工廠商選定及求得訂購數量。以模型採購缺點：資料不完整時，將產生失真。

### 5.2 研究貢獻

本研究透過建構數學規劃模型，將實際委外代工時遇到之限制納入考量，並引用個案實際狀況及資料，以 Lingo13 軟體求解其數學規劃模型，並與公司的需求實際分配所計算之結果相比較，整理出下列幾點結論：

一、本研究以數學規劃模型進行委外代工訂單分配與個案公司現行以人為經驗進行訂單分配比較，不論在效益及

效率上都有較佳的結果。

- 二、提出個案公司之實際資料經由規劃模型所求解之總成本較個案公司實際以經驗進行分配之總成本低，驗證本研究之規劃模型具有其優勢存在。
- 三、本研究提出一個數學規劃模式，於多個產品多家代工廠商且多樣產品出貨給不同客戶，可找出每一個產品最適合的委外代工廠商來進行採購決策配額，以縮短產品交貨等待之時間。
- 四、由敏感度分析結果，可發現生產良率及價格變動對總成本的影響是較敏感的，所以要降低總成本可由委外生產成本及提升製程技術來進行改善。

### 5.3 未來研究建議

本論文參考國內外各學者重要文獻研究，融入相關理論及市場現況，力求符合理論與實務的結合，使得研究更加完善之處，因此，各產業增加委外需求合作，是目前非常明顯的產業趨勢，因此，針對本研究不足之處，提出下列幾點建議，以利後續研究者未來之探討方向。

- 一、本研究以採購總成本最小化為單一目標之探討，是針對現有委外代工廠商，再針對其產品別做委外代工的選擇，對於此在決定策略前，需選擇適合的委外代工廠商，而選擇代工廠商中亦有多項的評估因子，包含品質、生產設備調整與彈性、財務狀況、付款條件、技術服務、組織管理....等，這些可以結合 AHP 層級分析法技術運用，給予權重，增加決策滿意度。
- 二、除了委外代工廠商外，亦必須對於委外代工廠商有評核的機制，評核的機制可以加入使用平衡計分卡，將委外代工廠商分為不同專業等級，以利幫助採購訂單配額時能快速決策分配。
- 三、本論文的數學模型是一個線性模式，在求解上較容易且理想，但實際作法上有某些情形是無法以線性模型來處理。例如供應商風險管控能力及服務水準，較沒有實際數值可參考，皆會以個人想法及口碑來判斷，其若加入數值設定可能會影響委外代工廠商的評選結果。
- 四、後續研究如果能透過和專業代工廠商的管理人員做深度訪談，甚至以專家訪談方式對象採購及工廠相關人員，吸取更廣泛且詳盡資料，將會增加論述的完整性，推論出雙方共同期望及雙贏合作模式，將對未來各產業委外代工廠商採購策略的選擇上能更加完善。

## 參考文獻

### 中文部分

1. 吳封孝 (2008)，以層級分析法探討 STN-LCD 產品別委外代工策略-以 N 公司為例，國立中央大學工業管理碩士論文。
2. 李基彰 (2006)，靈活製造環境下隨機供應鏈模型之分析，靜宜大學資訊管理學系碩士論文。
3. 林信宏 (2011)，搜源與訂單分配問題之分析-混整數多目標規劃之應用，義守大學工程與管理學系碩士論文。
4. 邱玉龍 (2006)，供應鏈國際化對於供應商組成之影響-以電子業為例，國立台北大學企業管理學系碩士論文。
5. 徐燕娟 (2007)，以 AHP 法探討供應商遴選關鍵決定因素權重之研究-以筆記型電腦週邊配件為例，國立中央大學企業管理研究所碩士論文。
6. 張美香 (2004)，IC 設計公司委外封裝廠評選及外包產能分配分析，中華大學經營管理研究所碩士論文。
7. 郭詩豪 (2004)，於時間區間配置下有限資源專案排程問題最佳化之研究-以混合整數線性規劃求解，國立成功大學工業與資訊管理學系碩士論文。
8. 陳世良 (2010)，**供應鏈管理(第四版)**。台北市:台灣培生教育出版股份有限公司
9. 陳振祥與李吉仁 (1987)，ODM 的成因與策略運作-水平式產業下的策略聯盟型態，中山管理評論。

10. 陳燕美 (2006), **國際企業建構供應商評選系統之研究-以被動元件為例**, 大葉大學國際企業管理學系碩士論文。
11. 陳瓊琪 (2004), **從台灣智慧型手機設計代工-個案探討其競爭優勢**, 中央大學企業管理學系碩士論文。
12. 黃宇翔 (2014), **TFT-LCD 產業多廠區產能規劃之研究**, 國立成功大學工業與資訊管理學系碩士論文。
13. 廖香茹 (2002), **跨國多廠供應商管理之最佳化決策模型-以台灣石材業為例**, 國立東華大學國際企業管理學系碩士論文。
14. 蔡淑芳 (2005), **綠色供應商之評選模式研究-以 IC 封裝業為例**, 國立中山大學企業管理學系碩士論文。
15. 鄭智中 (2005), **供應鏈之供應商評選方法研究**, 國立成功大學工學院工程管理碩士論文。

#### 英文部分

1. Ansari, A., & Modarress, B. (1988). **JIT purchasing as a quality and productivity centre**. International Journal of Production Research, 26(1), 19-26.
2. Dickson, G. W. (1996). **An analysis of vendor selection systems and decisions**, Journal of the Purchasing, 2, 5-17.
3. Dobler Jr, D., Lee, L. (1996). **Purchasing And Materials Management**, McGRAW-Hill Book Company.
4. Hahn, C. K., Kim, K. H., & Kim, J. S. (1986). **Costs of competition: implications for purchasing strategy**. Journal of Purchasing and Materials Management, 22(4), 2-7.
5. Presutti Jr, W. D. (1992). **The single source issue: US and Japanese sourcing strategies**. International Journal of Purchasing and Materials Management, 28(1), 2.
6. Quélin, B., & Duhamel, F. (2003). **Bringing together strategic outsourcing and corporate strategy:: Outsourcing motives and risks**. European management journal, 21(5), 647-661.
7. Raedels, A. R. (2000). **The supply management process**. National Association of Purchasing Management, 1(1), 79-92.
8. Smytka, D. L., & Clemens, M. W. (1993). **Total cost supplier selection model: a case study**. International Journal of Purchasing and Materials Management, 29(4), 42-49.
9. Verma, R., & Pullman, M. E. (1998). **An analysis of the supplier selection process**. Omega, 26(6), 739-750.

#### 其他部份

4. 1. BXB : <http://www.bxb.tw/tw/index.html>
5. 3. A 科技股份有限公司: <http://www.eversun.com.tw>
6. 4. B 企業有限公司 <http://www.chuanyu.com.tw>
7. 5. C 電子有限公司 <http://www.ly-electronic.com.tw/main.php>