

在風險環境下考量供應商異質性的供應商選擇模型

張錦特

彰化師範大學資訊管理學系

周愷劬

成功大學會計學系

摘要

此研究係探討當供應商的價格、品質、交期等條件具有異質性時，買方該如何取捨，以極小化本身的總攸關成本。Ruiz-Torres & Mahmoodi (2007) 考量個別供應商失敗機率不等的情況，針對買方提出最佳的供應商選擇模型，惟其模型中未考慮品質與交期二項重要的選擇標準，亦未能進一步決定個別供應商的訂購量，並運用商用軟體快速求解。本研究運用決策樹方法 (decision tree approach) 建立一般化的數學模型，用以決定應選擇那些供應商，以及個別供應商的最佳訂購量。本研究模型除了改善RM模型的不足之處，同時也利用實際的例子清楚說明買方總攸關成本的組成項目，包括預期損失成本與預期營運成本，進而協助買方決定原料的合理採購價格，並選擇合適的供應商，以極小化總攸關成本。研究結果顯示，雖然低廉的進貨價格可以節省預期營運成本，但供應品質不佳通常也會產生較高的預期損失成本；因此，管理者應衡量其中的替換效果來選擇供應商。最後，我們以台灣某光罩製造商為例，經由所提之模型運算後，將該公司的供應商報價分成四個階段，並分別說明各階段的最佳供應商選擇策略，同時，我們也證明一味地增加供應商數目未必有助於總成本之節省。

關鍵字：供應商選擇、原料取得、風險分析、採購管理



A Model for Supplier Selection Considering Heterogeneity of Suppliers in the Presence of Risk

Ching-Ter Chang

Department of Information Management, National Changhua University of Education

Bi-Chiu Chou

Department of Accounting, National Cheng Kung University

Abstract

The purpose of this research is to investigate how buyers find the appropriate suppliers from the presence of heterogeneity in supply terms, including price, quality, delivery and so on by considering minimal total relevant cost. Buyers' total relevant cost were separated into expected loss cost and expected operating cost. They had taken into consideration the different levels of failure risk for suppliers and proposed models to determine the optimal number of suppliers. However, their models did not involve quality and delivery, two critical standards in supplier selection. In addition, these models cannot be used to determine the order quantity and rapidly solved by LINGO. We utilize the decision tree approach to develop a mathematical model. The proposed model can be easily applied to determine which suppliers should be selected and how many units should be purchased from them. We not only resolve the drawbacks in the existing models, but also illustrate the compositions of total relevant cost, including expected loss cost and expected operating cost, to help buyers to determine the appropriate suppliers under the minimization of the total cost. The results indicate that lower acquisition prices may imply worse quality and delivery and result in higher expected loss cost although they decrease the expected operating cost. Therefore, managers ought to evaluate the effect of trade-off to determine the suppliers. Finally, the application of suggested model is demonstrated through a photomask manufacturer in Taiwan. We divide the supplier's quoted price into four intervals and individually show the best strategy of supplier selection. Moreover, we also prove that increasing the number of suppliers is not necessarily a good policy for total cost reduction.

Key words: Supplier selection; Sourcing; risk analysis; Purchasing management

壹、緒論

全球化競爭使企業不僅強調內部績效，同時，為了極小化自身的總攸關成本，並達到高品質、低成本的目標，企業也致力於上、下游的整合與合作關係。這些現象有別於以往價格廝殺的敵對態勢，供應商與買方都希望藉由合作策略創造「雙贏」的局面(Wilson, 1994)，因此，供應鏈的協調與管理向來是企業及學術界殷殷關切的議題。在各個供應鏈角色都能充分信賴的前提下，資訊充分分享確實可以有效降低整體供應鏈的成本，然而，在執行上不僅需要資訊科技的配合與導入，更有賴買賣雙方坦誠以對，這些要求都使得整體供應鏈的協調機制變得困難。

為了提高模型在實務上的可應用性，近年來已經有許多學者紛紛以買方的立場來探討供應商選擇的問題，並且提出選擇供應商的模型，希望幫助企業選擇最有利於極小化成本、擴大利潤，或發展長期關係的供應商。此外，由於多數產業的原物料成本都是構成產品總成本的主要部分，某些企業的原物料成本佔總成本的比率甚至高達70%(Ghodsypour & O' Brien, 2001)，因此，原料的取得對成本抑減、獲利性及企業彈性等，均存在直接的關聯性。正確選擇供應商不僅可以降低原料的取得成本及企業風險，更可以進一步強化組織的競爭力(Ernst et al., 2007; Hong et al., 2005; Chopra & ManMohan, 2004; Ghodsypour & O' Brien, 2001)。

由於每個供應鏈的環節緊緊相扣，任何一個環節發生問題都可能破壞供需體系的完整性，而遭致損失或無效率。1999年9月21日清晨1時許，台灣南投、台中一帶發生規模七·三的大地震，根據行政院統計資料，傷亡人數超過一萬人次，可貨幣化的財物損失估計超過新台幣3,000億元，佔我國GDP的比率高達3.3%。身處台灣，我們格外能感受地震的強大威力，台灣這場百年來的大地震不僅震碎了無數的家庭、嚴重損害了農林漁牧業，亦衝擊了台灣的工業、商業、觀光業及有線電視業等；生產機制停擺，產業的供需也戛然中止，僅新竹科學園區損失就高達新台幣118億元，1999年第三季經濟成長更較預測衰退了0.81%，全體產業營收也減少新台幣971.2億元。這場浩劫喚醒了供需雙方對風險管理的注意。同樣地，1995年的阪神大地震、2001年美國911事件、2004年南亞海嘯、2005年美國卡崔娜颶風等災難，這些大災難所造成的損失及後續的影響無不憾動整個經濟體。

除了大災難會影響原物料的供給外，供應商本身的因素也可能造成劣質供應、交貨的中斷或延遲，例如廠房火災、倒閉、品質控管不確實、船期延誤、運送點改變、員工抗議或罷工等。為了降低這些情況所帶來的損失或無效率，企業可以藉由趕工縮短前置時間來滿足買方的需求(Chang, 2005)，或者提高庫存量以避免缺貨成本(Chopra & ManMohan, 2004)。然而，高庫存量勢必會產生較高的持有成本及存貨管理成本，買方/製造商為了降低這些成本以提高自身的競爭力，通常僅持有有限的安全庫存，這也是微量存貨及JIT風行的原因。供應面的績效不佳會造成買方/製造商的產能損失(Amida et al., 2006; Chopra & ManMohan, 2004)，雖然品質較差的供應商可能會提供較低廉的價格(Ruiz-Torres & Mahmoodi, 2007，以下簡稱RM))，但相對地，產能不確定的風險也會較

高，因此，如何在供應的價格、品質、交期等條件間取捨，並進一步決定個別供應商的最適訂購量，成為本篇的研究動機。

本研究以台灣南部某製造商(簡稱為ABC公司)的真實例子說明模型的應用。此製造商以製作光罩為主要業務，在一項重要原料—Pellicle的取得過程中面臨了一個棘手的問題。ABC公司的Pellicle供應商原來僅有一間關係企業(X公司)與另一供應商(S公司)，雖然X公司的價格較高，但為了維持集團的全球利益及貨源的穩定，ABC公司無意降低X公司的訂購量；而S公司價格雖低，但交期不甚穩定、產品的良率也未達公司預期，因此ABC公司有意增加其他的供應商。目前接洽的供應商(T公司)信譽卓越，品質與交期也較為穩定，但初步議價結果較S供應商為高，ABC公司希望知道究竟應否增加或更換供應商，或在三個供應商中找出最佳的訂單配置，諸如此類的問題，將於第四章以模型詳細地說明。

為了解決像ABC公司所發生的問題，本研究於第三章運用決策樹方法，並將供應數量納入決策模型中考慮，以評估各種可能的情況與相關的風險及損失。Beger et al.(2004)認為，在給定目標公司的成本及風險架構後，使用決策樹可以指出，在考慮最佳供應商數目下，決策制定所需的替換效果、協調及判斷。在該研究中，Beger et al.將每一個決策樹選擇分為(1)所有供應商均失敗，及(2)非所有供應商均失敗二種情況；RM則針對情況(2)進一步分別考慮供應商失敗風險之機率是相等或不等。基本上，本研究的決策樹應用類似後者，但我們係以失敗的供應商個數為決策樹的分支，例如，當供應商總數為5個，那麼可能的情形就有5種，即僅有1個供應商失敗、其中2個供應商失敗、…、5個供應商均失敗，而每種情形依可能的組合再分為若干種。這種分支架構的優點在於，管理者只需依當時的環境概估供貨的可能失敗機率，即能對應出可能發生的損失。同上例，當上游原料嚴重短缺時，假設管理者預估將有60%的供應商無法如期供貨，即5個供應商中有3個會發生供貨失敗，從本研究的決策樹架構即可快速對應到相關損失及可能的情況，包括供應商1、2、3失敗，或供應商2、3、4失敗，或供應商3、4、5失敗等10種情況，而無需逐一評估各個供應商是否會失敗，再彙總所有路徑中，3個供應商發生失敗的損失，如此的決策樹方法對快速地制定決策有很大的幫助。

貳、文獻探討

早期學者在研究供應商選擇之相關議題時，多以提供功能性的架構為主，近來已陸續發展出許多數學模型，來幫助決策制定者掌握確切的成本並加以評估、衡量決策的風險。本研究係以買方的立場，探討當供應商屬性與供貨風險不一時，該如何進行供應商選擇，並建立極小化買方總攬成本的模型，因此本章節回顧以往學者發展的供應商選擇模型，並將過去學者對供應商選擇之標準整理如表1。

Dickson (1966)整理了23個供應商選擇指標，這些指標包括品質、交期、過去績效、保證與客訴政策、設備與產能、價格、技術、財務狀況、客訴處理過程、溝通系統等，而這23個指標後來也廣為後來的學者所採用(余佩佩，民91)。Weber et al.(1991, 1993)使

用Dickson的23個供應商選擇標準，將供應商選擇的相關文獻加以分類，並討論JIT生產制度對選擇供應商的影響，其研究結果指出價格、交期及品質分別有80%、59%及74%的文章討論之。Wilson(1993)探討價格是否仍為供應商選擇的重要因素，以及四個評估標準的重要性變化，而這四個重要標準為價格、品質、交期、服務，其研究結果顯示品質與服務的相對重要性逐漸超越價格與交期。

此外，亦有許多學者將層級分析法(Analysis Hierarchy Process, AHP)、資料包絡法(Data Envelopment Analysis, DEA)、模糊理論、基因法則等運用在供應商選擇的議題上。Ghodsypour & O' Brien(1998)認為為了選擇最佳供應商，在相衝突的有形及無形因素間做出取捨是必要的，他們也考慮了產能限制及供應商關係維持，使用層級分析法選擇最佳供應商及應配置的訂購量。為了藉由各供應商的總評級(rank)積分來決定應選擇的供應商，Liu & Hai(2005)給予各層級權重，再比較加權後的總分，研究中考慮了品質、交期、回應情況等選擇標準，而層級分析法的優點是簡單且不失系統性。採用資料包絡法所選出的最適供應商可增進買方整體績效的供應商，而不必然為最有效率的供應商，因此，Talluri(2002)及Zhu(2004)應用此法設定效率的下限及上限來衡量評估單位的產出效率，進而用以評估供應商選擇及議價政策。Amida et al.(2006)採用模糊決策方法，就多種供應商選擇標準給予不同的權重，並將價格、品質、服務納入他們的多目標線性模型；供應商的產能則列入限制式，其目的在使決策制定者可在目標模糊或不精確的情況下找出適合的供應商，最後運用 α -cut方法確保所有目標的達成且結果大於最小值 α 。Liao & Rittscher(2007)在需求為隨機的情況下，極小化選擇供應商的總成本、品質不良退回率、遲交率及彈性，用以找出最佳的供應商，其中供應商的彈性考慮了需求數量和時點的不確定性，最後運用基因法則找出該四項標準間的替換效果。

以數學模型進行相關研究的如Ernst et al.(2007)以統計方法深入探討前置時間對選擇供應商及存貨政策的影響，他們認為選擇平均前置時間最短的供應商可能是無效的，其研究結果顯示，當供應商前置時間的變異係數為小時，選擇前置時間的變異數小者為佳；當供應商前置時間的變異係數為大時，選擇前置時間的平均數小者為佳。Hong et al.(2005)以交期、品質、價格、數量四項標準先進行供應商資格的篩選，再運用自我組織網路(Self-Organizing Map, SOM)將供應商分群，最後以集群分析找出合格的供應商；該研究考量供應商的供給能力及顧客需求，提出一不僅極大化買方收益，也滿足顧客需求的供應商選擇模型。Dahel (2003)建立了多個限制式以貼近真實情況，包括買方總需求、供應商個別產能限制、市場佔有率、維持長期合作關係的需求等限制，目標式中除了考慮全單位折扣外，也放入供應商之產品品質與交期。Ghodsypour & O' Brien (2001)建議一包括訂購成本、持有成本及取得成本之單一目標的混合整數非線性模型，用以決定個別供應商的訂購量，該模型將供應商產能、買方對品質的要求、買方總需求納入限制式中，此外，該研究也提出將品質列入目標式的多目標決策模型。然而，上述的這些模型均未考慮供應環境可能的變化，以及供應商交期的穩定性。

Chan & Kumar(2007)針對當前全球化的趨勢討論有效選擇供應商的標準，這些選擇標準除了成本、品質、服務績效、供應商概況以外，也包含了供應商的地理區域、政治安定、經濟及恐怖行動等風險要素。Chopra & ManMohan (2004)深入討論天然災害、罷

工、供應商倒閉、戰爭及恐怖攻擊等因素對供應鏈的衝擊，並將風險分為九種，並提出降低該九種風險的策略。此外，該研究認為決策者應留意供應鏈風險與報酬間的平衡關係。Berger et al. (2004)將風險環境分為發生重大事件(super-events)，及發生個別事件(unique events)兩種情形，並提出一個用以決定供應商選擇數目的比例。其研究結果顯示，重大事件或個別事件發生的可能性、重大事件可能造成的財務損失，以及供應商營業成本率均會影響供應商選擇數目的多寡。RM則延伸Berger et al.(2004)的模型，其研究結果顯示，若供應商高度可靠，單一供應商是最佳抉擇；若供應商不甚可靠，則需要多個供應商才能獲取最低成本。然而，該些研究未包括若干重要的供應商選擇標準，如品質、交期、產能限制等；同時，該些模型也未能全盤考量買方的總成本組成細目，如存貨持有成本、運送成本等，亦無法以商用軟體進一步求得個別供應商的訂購量。

表1：供應商選擇標準彙總表

學者	年代	供應商選擇標準
Dickson	1966	品質、交期、過去績效、保證與客訴政策、生產設備與產能、價格、技術能力、財務狀況、客訴處理程序、溝通系統、業界商譽、商業關係、管理控制、修復服務、服務態度、過去印象、封裝能力、勞資關係、地理位置、過去營業額、訓練、相互協商，共計23項。
Wilson	1993	價格、品質、交期、服務。
Donaldson	1994	訂購/運送/時間、運送可靠度、可獲得的資訊、交易正確性、接洽容易度、快速回應、產品資訊、技術報告、產品保證、售後服務、人員素質、彈性、市場資訊、專家能力、新技術、信用能力、彈性折扣。
Swift	1995	產品因素、依賴性因素、經驗因素、價格因素、可取得性因素。
Goffin et al.	1997	成本、品質、交貨能力、財務穩定性、環境標準、技術能力、策略貢獻性、售後服務的彈性、保證、技術支援、企業的貢獻、組織文化、風險性、創新。
Krause et al.	1998	品質、成本、運送、彈性、創新。
Vonderembse & Tracey	1999	產品之品質、績效、有效性、及運送可靠度。
Tracey & Tan	2001	品質、運送可靠度、產品績效、單位價格。
Ghodsypour & O' Brien	1998、2001	成本、供應商產能、品質、需求。
Talluri	2002	價格、品質、交貨績效、供應商產能。
Crama & Schyns	2003	考慮數量折扣之成本因素、產品替代方法。
Dahel	2003	價格、品質、交期、需求、供應商產能、市場佔有、訂購量限制、供應商數之維持。
Berger et al.	2004	供應商失敗風險、成本因素(包括失敗所導致之財務損失及營業成本)。
Hong et al.	2005	價格及其變異、數量及其變異、品質、交期。
Liu & Hai	2005	品質、交期、回應情況、技術支援、設備、財務狀況、訓練、管理。
Amida et al.	2006	價格、品質、服務。
Ruiz-Torres & Mahmoodi	2007	供應商失敗風險(即供應商可靠度)、損失佔營業成本率、買方減緩供應商失敗的能力。
Chan & Kumar	2007	成本、品質、服務績效、供應商概況、風險要素。
Liao & Rittscher	2007	成本、品質、交貨、彈性。

藉由審慎地檢視現存的文獻可知，大部分的研究均將價格、品質及交貨績效等三項因素列為供應商選擇之重要標準 (Liao & Rittscher, 2007; Nassimbeni, 2006; Hong et al., 2005; Weber et al., 1991)，因此本研究也從善如流地將此三項重要選擇標準納入本研究所提出之模型中。最後，我們再結合所提的新決策樹方法，來發展出更完整的供應商選擇模型，並加入考量存貨持有成本、運送成本及訂單處理與接收成本等因素。

參、模型建立

一、符號定義與假設說明

(一) 符號定義

下列符號用以建立本研究所提出之模型。符號中下標 i 均代表第 i 個供應商($i=1,2,\dots,n$)。符號中下標RM及PSD則分別代表Ruiz-Torres & Mahmoodi (2007) 及本研究所發展之模型。

A_i ：向第 i 個供應商訂購的單位價格

c_{ik} ：第 i 個供應商的第 k 個數量折扣區間的折扣率, ($k=1,2,\dots,m$)

D ：買方總需求量

$F_{[j,n]}$ ： n 個供應商中有 j 個失敗所產生的損失

f_i ：第 i 個供應商因產品品質不良或延遲交貨的單位罰金

g_i ：第 i 個供應商產品不良率

H ：買方平均持有數量

h ：每單位產品持有成本

L ：大災難發生或所有供應商均失敗所造成的淨損失成本

l_i ：第 i 個供應商產品未達交比率

M_i ：向第 i 個供應商訂購之訂購量下限

P^* ：大災難發生的機率， $0 \leq P^* \leq 1$

Q_i ：向第 i 個供應商訂購的數量(決策變數)

R ：固定的單位訂單處理與接收成本

r_i ：第 i 個供應商平均之每張訂單的訂購量

S_i ：個別供應商失敗所產生之單位總損失成本

S_{NET} ：個別供應商失敗所產生之單位淨損失成本，即 $S_i - f_i$

T_i ：第 i 個供應商之單位運送成本

t_i ：第 i 個供應商的批次運送量

U_i ：在未發生大災難的情況下，第 i 個供應商的失敗機率， $0 \leq U_i \leq 1$

(二) 假設說明

此模型受限於下列的假設：

1. 買方與供應商間存在資訊不對稱，且未能充分分享資訊

- 2. 買方需求固定
- 3. 一次訂購分次運送
- 4. 所有成本參數均為已知數
- 5. 不考慮前置時間、缺貨與欠撥的情形
- 6. 供應商失敗之產品立即退回，買方不自行修補或更換

二、模型建立

買方的總攸關成本分為預期損失成本與預期營運成本，我們先介紹RM的模型，再詳細說明本研究發展的模型及限制式。

(一) RM模型之介紹

1. 預期損失成本(Expected Loss Cost, 以下簡稱ELC)

Berger et al. (2004)將ELC定義為「災害所造成的財務損失」，並將可能發生的災難分為：(1)影響許多/所有供應商的重大事件(super-events)，及(2)僅影響部分供應商的個別事件(unique events)；RM進而將後者再細分為：(1)個別供應商失敗機率相等，及(2)個別供應商失敗機率不相等二種情況，使其模型的運用更貼近實際狀況。

首先，RM將 $Z_{[j,n]}$ 定義為 n 個供應商中有 j 個失敗時之累積損失成本； P^* 是大災難發生的機率，而 $P_{[j,n]}$ 則表示為在未發生重大事件的前提下， n 個供應商中有 j 個失敗的機率，其模型如下：

$$ELC_{RM} = LP^* + (1 - P^*)(Z_{[1,n]}P_{[1,n]} + \dots + Z_{[n-1,n]}P_{[n-1,n]} + Z_{[n,n]}P_{[n,n]}) \dots\dots\dots (1)$$

其中， LP^* 為在發生重大事件時所形成的預期損失成本，而 $(1 - P^*)(Z_{[1,n]}P_{[1,n]} + \dots + Z_{[n-1,n]}P_{[n-1,n]} + Z_{[n,n]}P_{[n,n]})$ 則為未發生重大事件時，因個別供應商失敗所產生的預期損失成本。假設個別供應商失敗機率(即 U)均等時， $P_{[j,n]}$ 本質上是二項分配，故可如是計算：

$$P_{[j,n]} = C_j^n U^j (1 - U)^{n-j} \dots\dots\dots (2)$$

當個別供應商失敗機率不等時(即分別為 U_1, U_2, \dots, U_j)，則運用決策樹方法求得 $P_{[j,n]}$ 。以3個供應商($n=3$)為例，四種可能的機率分佈如下：

$$P_{[0,3]} = (1 - U_1)(1 - U_2)(1 - U_3) \dots\dots\dots (3)$$

$$P_{[1,3]} = U_1(1 - U_2)(1 - U_3) + U_2(1 - U_1)(1 - U_3) + U_3(1 - U_1)(1 - U_2) \dots\dots\dots (4)$$

$$P_{[2,3]} = U_1U_2(1 - U_3) + U_1U_3(1 - U_2) + U_2U_3(1 - U_1) \dots\dots\dots (5)$$

$$P_{[3,3]} = U_1U_2U_3 \dots\dots\dots (6)$$



2. 預期供應商成本(Expected Supplier Cost, 以下簡稱ESC)

Berger et al. (2004)將預期供應商成本(ESC)定義為「與多個供應商合作之營運成本」，並假設其符合線性關係；RM進一步考慮向不同信譽的供應商進貨所可能產生的成本節省 S_j ，並維持ESC為線性關係的假設， a 為截距項， b 為營業成本率，他們建議線性的ESC模型則為：

$$ESC_{RM} = a + b \left(n - \sum_{j=1}^n S_j \right) \dots\dots\dots (7)$$

3. 預期總成本(Expected Total Cost, 以下簡稱ETC)

最後，加總(1)式及(7)式為預期總成本，即 $ETC_{RM} = ELC_{RM} + ESC_{RM}$ 。

(二) 本研究所發展之模型

1. 預期損失成本(Expected Loss Cost, 以下簡稱ELC)

RM模型雖已縝密地將個別供應商失敗風險加入ELC中，但直覺上，我們認為成本與個別供應商失敗的數量應有關聯。例如，當買方需要100單位的原料，而A供應商無法將其中的90單位準時送達，可能會使買方陷入停工待料的窘境，影響企業整體營運，致使損失成本高達10000元(100元/單位)；相對的，B供應商僅提供其中10單位的原料，即使供應失敗，買方也可以輕易地藉由製程的安排或向其他供應商調貨，而使總損失降至100元(10元/單位)。但RM的模型卻無法看出損失成本與訂購量之間的關係，此外，在供應商失敗風險不等的情況下，RM亦未針對發生機率提出一般化的數學模型，本研究針對上述二個問題提出解決的方法，希望所提出的模型在實務的應用上能更貼近事實。

因為Berger et al. (2004)僅定義ELC，而未詳細地解釋該成本的實際組成項目，這將使決策者因為無法判斷ELC所包含的項目，而難以計算或衡量ELC。因此我們先釐清 L 可能的組成因子，天然災害、戰爭或恐怖攻擊等事件均會造成物流、資訊流及現金流的中斷或延遲，同時造成銷售額的損失 (Chopra & ManMohan, 2004)。此外，產品的失敗也會使買方/製造商產生若干外部成本，此外部成本包括公司的機會成本，如未達顧客滿意所造成的銷售損失(Heagy, 1991; Morse et al., 1987)，因此，本研究將買方無法順利生產而流失的成品單位售價稱為單位銷售損失。

另外，買方也可能藉由加諸品質罰金，而將機會成本轉嫁予供應商，傳統上，買方依貨品的檢驗狀況酌收罰金，近來亦有以外部失敗金額代替的趨勢(Balachandran & Radhakrishnan, 2005)。綜上所述， L 應包含：

- (1)銷售損失；(2)品質不佳而退回或未如期交貨，加諸於供應商的罰金。

因此，本研究建議將 L 以下式表示，使其更符合實務所需。

$$L_{PSD} = \sum_{i=1}^n [(S_i - f_i) \times Q_i] \dots\dots\dots (8)$$

$$= \sum_{i=1}^n (S_{NETi} \times Q_i)$$

在(1)式中的 $Z_{i,n}P_{[j,n]}$ 表示在未發生大災難的情況下， n 個供應商中有 j 個失敗所可能產生的損失，本研究以 $F_{[j,n]}$ 表示，並將(8)式代入(1)式，整理後得下式：

$$ELC_{PSD} = \sum_{i=1}^n (S_{NETi} \times Q_i) \times P^* + (1 - P^*) \times F_{[j,n]}, j = 1 \dots n \dots\dots\dots (9)$$

其中， $F_{[j,n]}$ 表示在未發生大災難的情況下， n 個供應商中有 j 個失敗所可能產生的損失成本，詳如下段。

2. $F_{[j,n]}$ 之介紹

我們利用(3)~(6)式所得之 $P_{[j,n]}$ ，並假設 $n=3$ ，則各種可能的損失情況如下：

$$F_{[0,3]} = 0 \times (1 - U_1)(1 - U_2)(1 - U_3) \dots\dots\dots (10)$$

$$F_{[1,3]} = S_{NET1} \times Q_1 \times U_1(1 - U_2)(1 - U_3) + S_{NET2} \times Q_2 \times U_2(1 - U_1)(1 - U_3) + S_{NET3} \times Q_3 \times U_3(1 - U_1)(1 - U_2) \dots\dots\dots (11)$$

$$F_{[2,3]} = (S_{NET1} \times Q_1 + S_{NET2} \times Q_2) \times U_1U_2(1 - U_3) + (S_{NET1} \times Q_1 + S_{NET3} \times Q_3) \times U_1U_3(1 - U_2) + (S_{NET2} \times Q_2 + S_{NET3} \times Q_3) \times U_2U_3(1 - U_1) \dots\dots\dots (12)$$

$$F_{[3,3]} = (S_{NET1} \times Q_1 + S_{NET2} \times Q_2 + S_{NET3} \times Q_3) \times U_1U_2U_3 \dots\dots\dots (13)$$

以 $F_{[1,3]}$ 為例， $S_{NET1} \times Q_1$ 表示僅有供應商1失敗所產生的淨損失，亦即總損失成本扣除所補貼的罰金($f_1 \times Q_1$)；而供應商1失敗，其他2個供應商未失敗的機率為 $U_1(1-U_2)(1-U_3)$ ，相乘後即為 $F_{[1,3]}$ 式中的第一個加項，也就是3個供應商中僅供應商1失敗所可能產生的損失。同樣地，第二個加項是只有供應商2失敗，其他供應商未失敗所可能產生的損失；最後一個加項則為只有供應商3失敗，供應商1及2未失敗所可能產生的損失。 $F_{[2,3]}$ 、 $F_{[3,3]}$ 則依此類推，供應商總數為三個之決策樹展開如圖1。

3. 預期營運成本(Expected Operating Cost, 以下簡稱EOC)

從(7)式中可看出ESC與營業成本率之關係，但無從得知其與數量之間的關聯，此外，營業成本包羅萬象，買方成本除了傳統的訂購成本、持有成本外(Hoesel et al., 2005; Dahel, 2003; Kelle et al., 2003; Ghodsypour & O' Brien, 1998)，尚有運送成本(Hoesel et al., 2005)、訂單處理與接收成本(Kelle et al., 2003)，這些成本有助於部門經理之績效評估，所以若將其分別列出有其實質意義。上述的訂購成本與驗收數量息息相關，運送成本及訂單處理成本也分別受運送數量及處理批次影響，而這些數量在現實情況下受供應商失敗機率影響，因此，本研究除了以單位折扣率表達(7)式中成本節省的概念以外，亦將供應商失敗機率納入模型中，並以預期營運成本(Expected Operating Cost, EOC)稱之。



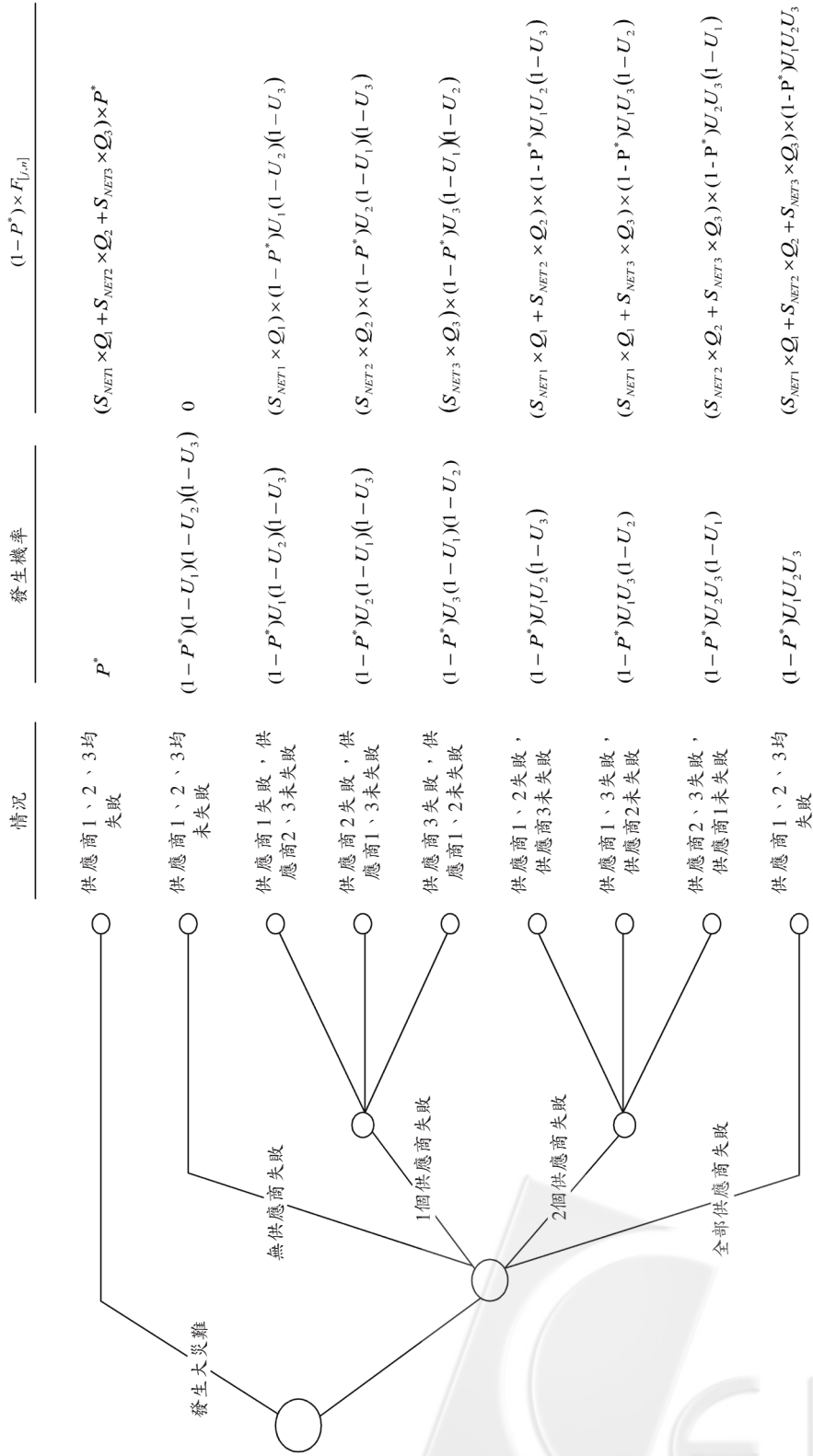


圖1：決策樹—三個供應商

$$EOC_{PSD} = \sum_{i=1}^n A_i(1 - c_{ik}) \times Q_i(1 - U_i) + h \times H + \sum_{i=1}^n (\lceil Q_i(1 - U_i) / t_i \rceil \times T_i) + \dots \dots \dots (14)$$

$$\sum_{i=1}^n \lceil Q_i(1 - U_i) / r_i \rceil \times R$$

買方每單位訂購價格為 A_i ， c_{ik} 為第 i 個供應商第 k 個數量折扣區間的單位折扣率，其中 $k=1,2,\dots,m$ 。當採全單位折扣法時，所有訂購數量為單一折扣率，即 $c_{i,k}=c_{i,1}=c_{i,2}=\dots=c_{i,m}$ ；供應商也可能為了吸引買方增加訂購數量，而採用增額單位折扣法，在訂購數量大於 $Q_{i,1}$ 時，供應商才會提供數量折扣予買方，且折扣率將隨著訂購數量遞增，情況如下：

$$\text{if } 0 < Q_i \leq Q_{i,1}, \quad k = 1, \quad c_{i,k} = c_{i,1} = 0$$

$$Q_{i,1} < Q_i \leq Q_{i,2}, \quad k = 2, \quad c_{i,k} = c_{i,2}$$

⋮

$$Q_{i,m-1} < Q_i \leq Q_{i,m}, \quad k = m, \quad c_{i,k} = c_{i,m}$$

$$c_{i,1} < c_{i,2} < \dots < c_{i,m}。$$

例如，第1個供應商的折扣政策為：訂購量超過10個，給予0.5%的折扣優惠；超過20個，給予1%折扣優惠；超過30個，單位折扣率均為2%，雖然較高的折扣率可節省買方的訂購成本，但相對地，也可能會提高存貨成本和滯銷的風險，因此，買方應綜合考量各種因素以決定最終的訂購數量。

驗收合格的可能訂購量為 $Q_i(1 - U_i)$ ；因為本研究係針對相同/類似原料進貨進行供應商選擇，而相同/類似原料之持有成本不會有顯著差異，亦即並不影響選擇的結果，但為使(14)式盡可能完整地表達所有營運成本，以便管理性分析，故本研究仍將持有成本以 $h \times H$ 簡化表達於模型中。

本研究假設買方是一次訂購分次運送，而運送次數為 $Q_i(1 - U_i) / t_i$ ，但因此數值並不一定為正整數，因此我們用類似Chang(2005)的方式，以 $(\lceil Q_i(1 - U_i) / t_i \rceil, \lfloor Q_i(1 - U_i) / t_i \rfloor)$ 表示運送次數，其中， $\lceil Q_i(1 - U_i) / t_i \rceil$ 表示大於等於 $Q_i(1 - U_i) / t_i$ 之最小正整數， $\lfloor Q_i(1 - U_i) / t_i \rfloor$ 則為小於等於 $Q_i(1 - U_i) / t_i$ 之最大正整數，訂單處理與接收成本亦同。因為本研究假設無缺貨情況，所以運送成本應為 $\lceil Q_i(1 - U_i) / t_i \rceil \times T_i$ 。

訂單處理與接收成本包括採購部門及進出口人員的薪資，由於無論每張訂單的訂購量為何，買方需支付固定成本 R 來處理每張訂單的接收，而訂單量為 $Q_i(1 - U_i) / r_i$ ，故訂單處理與接收成本為 $\lceil Q_i(1 - U_i) / r_i \rceil \times R$ 。

4. U_i 之介紹

U_i 係各供應商個別失敗的機率，從先前的文獻資料可知，除價格外，品質也是影響當期及未來利潤的關鍵因素之一 (Balachandran & Radhakrishnan, 2005)，而交期對供應商

選擇亦十分重要(Ernst et al., 2007; Liao & Rittscher, 2007)。本研究以 g_i 表示產品不良率，藉以量化品質因素，並納入本研究模型中； l_i 表示產品未達交率，而供應商因個別因素失敗的情況可分為二種：

未如期交貨；(2)已如期交貨，但品質不符買方規定而遭退回。

情況(1)之機率以 l_i 表示，情況(2)之機率以 $(1-l_i)g_i$ 表示，故

$$U_{i_PSD} = l_i + (1-l_i)g_i \dots\dots\dots (15)$$

將(15)式代入(14)式後，得出：

$$EOC_{PSD} = \sum_{i=1}^n A_i(1-c_{ik}) \times Q_i(1-l_i-g_i+l_i g_i) + h \times H + \sum_{i=1}^n ([Q_i(1-l_i-g_i+l_i g_i)/t_i] \times T_i) + \sum_{i=1}^n [Q_i(1-l_i-g_i+l_i g_i)/r_i] \times R \dots\dots\dots (16)$$

5. 預期總成本

最後，合併(9)與(16)得出買方的預期總攸關成本為：

$$ETC_{PSD} = ELC_{PSD} + EOC_{PSD} = \left\{ \sum_{i=1}^n (S_{NETi} \times Q_i) \times P^* + (1-P^*) \times F_{[j,n]} \right\} + \left\{ \sum_{i=1}^n A_i(1-c_{ik}) \times Q_i(1-l_i-g_i+l_i g_i) + h \times H + \sum_{i=1}^n ([Q_i(1-l_i-g_i+l_i g_i)/t_i] \times T_i) + \sum_{i=1}^n [Q_i(1-l_i-g_i+l_i g_i)/r_i] \times R \right\} \dots\dots\dots (17)$$

我們極小化(17)式，並運用一般商用軟體LINGO(Schrage,1999)尋求最佳解，即可得知應選擇的供應商及個別供應商的訂購量。

(三) 本研究之限制式

選擇供應商最重要的限制式就是供應商產能、買方需求及品質(Ghodsypour & O'Brien, 2001)，本研究將前二者列入限制式中。品質因素我們未列入限制式是因為買方的目標係極小化自身的成本，因此，即便某供應商的品質極差，若他能以夠低的價格出售，差價也足以彌補買方可能的損失，那麼仍不失為一個好選擇。又或者，該供應商可與其他供應商達成成本最低的組合，那麼買方仍應選擇該供應商來降低營運成本，故本研究的限制式未考慮品質及交期。本研究的限制式如下：

1. 供應商產能限制：個別供應商因為規模、生產彈性等不盡相同，故有其個別的產能限制，我們令它為 C_i ，而買方對供應商的個別需求量受供應商個別產能的限制。

$$Q_i \leq C_i, \quad i=1,2,\dots,n$$

2. 買方需求限制：因為假設無缺貨情況，因此，所有供應商的訂購量減去可能失敗的數量應大於等於買方總需求量。

$$\sum_{i=1}^n Q_i \times (1-U_i) \geq D, \quad i=1,2,\dots,n$$

3. 訂購量限制：買方可能會因為關係/集團企業、策略聯盟、維繫長期合作關係等因素，而必須對某些供應商維持一定水準的訂購量(Dahel, 2003)，本研究令此訂購下限為 M_i 。
- $$Q_i \geq M_i, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

肆、範例與研究結果

一、範例

ABC公司是台灣南部某家光罩製造商，而部分光罩的後端製程需要Pellicle貼付，Pellicle是用以保護光罩防止微塵或揮發氣體污染的薄膜，使用Pellicle可提高晶圓生產良率，並減少光罩的清洗與檢驗。

ABC公司以往是向國外的關係企業(X供應商)及國內某供應商(S供應商)採購Pellicle，但由於該二家供應商的品質與交期不甚理想，故公司有意增加其他的供應商以避免缺貨而流失訂單。公司目前接洽的新供應商(T供應商)信譽卓越，但所開出的單位售價卻明顯高於S供應商。此外，基於集團利益，ABC公司在政策上未打算調低X公司的採購下限，因此ABC公司希望得知在不損及與X供應商之關係的前提下，應否增加T供應商，並達到成本最小化。

ABC公司對Pellicle的年需求量約為66片，為維持與關係企業之友好，對X供應商之年採購下限為30片；X、S、T三間供應商採用增額數量折扣法，惟ABC公司的訂購量均未達折扣區間的下限，因此未享有折扣優惠；罰金雖合約有載，但實務上因金額不大，ABC公司為維繫合作關係幾未收取，故配合實際狀況暫不列入。其餘各供應商參數資料如表2。

表2：供應商參數資料彙總表

參數	單位	X 公司	S 公司	T 公司
A_i	(元/片)	579,474	442,370	-
g_i	(%)	2.0%	3.2%	1.0%
h	(元/片)	5,760	5,760	5,760
l_i	(%)	3.0%	1.0%	0.5%
H	(片)	40		
R	(元/批)	390	390	390
S_i	(元/片)	2,898,925	2,898,925	2,898,925
T_i	(元/櫃)	10,200	6,000	2,200
t_i	(片/批)	6	4	3

二、研究結果

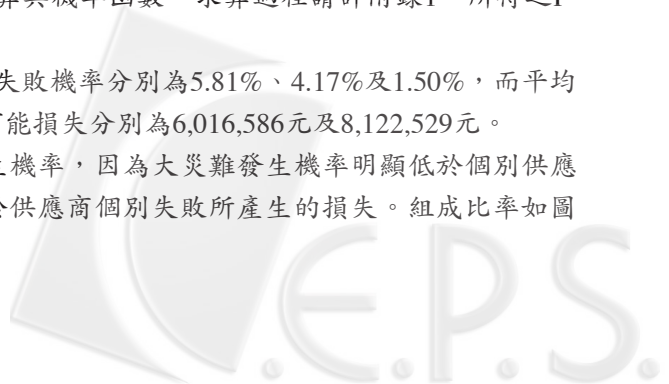
首先，我們針對台灣的實際狀況分析大災難發生的機率，並將ABC公司的X、S、T

三間供應商之實際參數值代入(17)式，即為(18)式，再利用LINGO(Schrage, 1999)求出最佳解，藉以說明ELC、EOC之組成；最後，依T供應商可能的單位採購價來分析ABC公司的訂購決策。

$$\begin{aligned}
 ETC_{ABC} &= ELC_{ABC} + EOC_{ABC} \\
 &= ELC_{ABC} + ABC\text{之持有成本} \\
 &\quad + (\text{向 X 供應商訂購的單位價格} + \text{運送成本} + \text{訂單處理與接收成本}) \\
 &\quad + (\text{向 S 供應商訂購的單位價格} + \text{運送成本} + \text{訂單處理與接收成本}) \\
 &\quad + (\text{向 T 供應商訂購的單位價格} + \text{運送成本} + \text{訂單處理與接收成本}) \\
 &= \{ (S_{NETX} \times Q_X + S_{NETS} \times Q_S + S_{NETT} \times Q_T) \times 0.03 + (1 - 0.03) \times F_{[j,3]} \} + h \times H \\
 &\quad + \{ [A_X(1 - c_{X,k}) \times Q_X(1 - l_X - g_X + l_X g_X)] + [Q_X(1 - l_X - g_X + l_X g_X) / t_X] \times T_X \\
 &\quad + [Q_X(1 - l_X - g_X + l_X g_X) / r_X] \} \\
 &\quad + \{ [A_S(1 - c_{S,k}) \times Q_S(1 - l_S - g_S + l_S g_S)] + [Q_S(1 - l_S - g_S + l_S g_S) / t_S] \times T_S \\
 &\quad + [Q_S(1 - l_S - g_S + l_S g_S) / r_S] \} \\
 &\quad + \{ [A_T(1 - c_{T,k}) \times Q_T(1 - l_T - g_T + l_T g_T)] + [Q_T(1 - l_T - g_T + l_T g_T) / t_T] \times T_T \\
 &\quad + [Q_T(1 - l_T - g_T + l_T g_T) / r_T] \}, j = 1, 2, 3 \dots \dots \dots (18)
 \end{aligned}$$

三、ELC說明及分析

1. 大災難發生機率：台灣地處環太平洋地震帶，大規模的地震不僅對農林漁牧業產生重大損害，對工商環境亦有嚴重衝擊，如1935年新竹-台中地震、1999年集集地震均造成嚴重的傷害。根據鄭世楠、葉永田(民93)及中央氣象局資料，從1901年~2002年(約100年)，台灣共發生3次傷亡人數達千人以上的大規模地震。因地震之發生屬於偶發事件，故本研究運用Poisson分配求算其機率函數，求算過程請詳附錄1，所得之 $P^* = 0.030/\text{年}$ 。
2. 我們用(16)式計算出X、S及T供應商的失敗機率分別為5.81%、4.17%及1.50%，而平均的大災難可能損失與供應商個別失敗可能損失分別為6,016,586元及8,122,529元。
3. ELC的組成主要取決於各項成本的發生機率，因為大災難發生機率明顯低於個別供應商失敗機率，故ELC之增減主要來自於供應商個別失敗所產生的損失。組成比率如圖2。



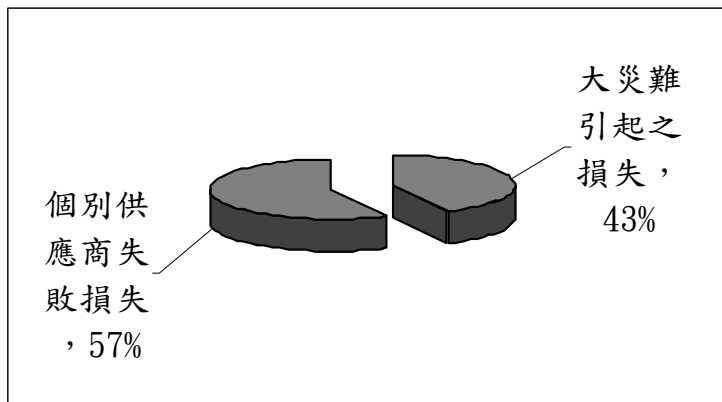


圖2：ELC之組成

四、EOC說明及分析

高科技產業的原料與服務成本佔產品總成本80%(Weber et al., 1991)。ABC公司之光罩成品往往動輒數百萬，Pellicle雖然體積小，運送及倉儲等費用相對不高，但因亦屬高科技產品，因而訂購成本佔EOC比率達99%，如圖3。

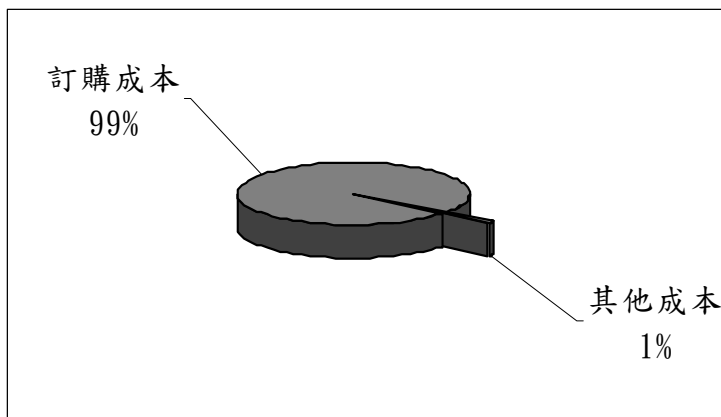


圖3：EOC之組成

五、ABC公司範例之結果說明

將參數值代入(17)，並利用LINGO(Schrage, 1999)求解，即可求得在T供應商的各種可能採購價下之最佳解，本研究將結果整理於表3，並加以分析之。此外，我們也針對ETC的組成及變化，說明T供應商的各種採購價對成本的影響。最後，說明供應商數目之管理意涵。

(一) 個別供應商之訂購量配置

表3：個別供應商之最佳訂購量

T 供應商採購價(元)	個別供應商訂購量(片)			成本項目		
	X 公司	S 公司	T 公司	ELC(元)	EOC(元)	ETC(元)
490,000	30	-	39	12,544,057	35,474,801	48,018,858
500,000	30	-	39	12,544,057	35,858,970	48,403,027
507,099	30	9	30	12,544,057	36,131,692	48,675,749
507,243	30	25	14	14,423,147	34,256,852	48,679,999
520,000	30	25	14	14,423,147	34,432,780	48,855,927
530,000	30	25	14	14,423,147	34,570,687	48,993,834
540,000	30	25	14	14,423,147	34,708,594	49,131,741
550,000	30	25	14	14,423,147	34,846,501	49,269,648
552,304	30	40	-	15,679,608	33,621,806	49,301,414
560,000	30	40	-	15,679,608	33,621,806	49,301,414
560,000	30	40	-	15,679,608	33,621,806	49,301,414

由於對T供應商的採購價未定，ABC公司希望得知何種價格有利公司成本之抑減，故將T供應商的採購價格與個別訂購量之關係以圖4表示。

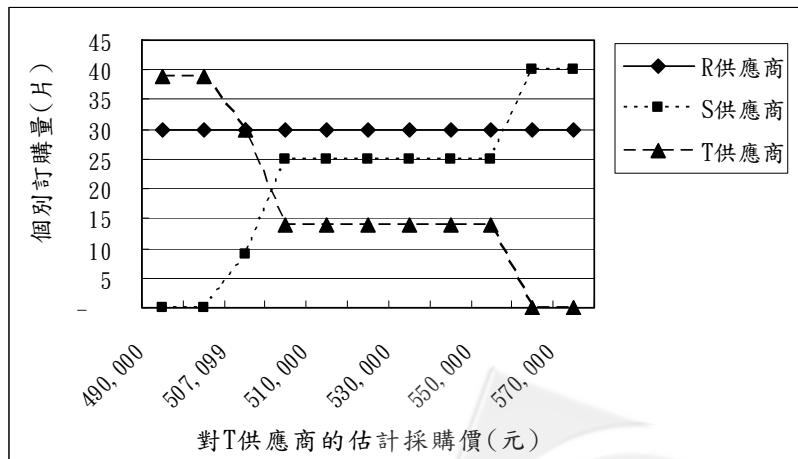


圖4：T供應商的估計採購價與個別訂購量之關係

由表3、及圖4之結果可知，雖然X供應商無論質(品質、交期)與價(訂購價格、運費等)的條件均未特別突出，但是為了顧全集團利益及自身成本的考量，ABC公司以維持X

供應商之採購下限(30片)為佳。值得注意的是，供應商的選擇隨著T供應商的估計採購價變化，而出現了下列四種可能的組合：

1. 階段 I --當T供應商之採購價格小於507,099元時，ABC公司應以T供應商完全取代S供應商為佳：雖然S供應商的成本較為低廉，但因其失敗機率(4.17%)是T供應商(1.50%)的2.78倍，故T供應商的加入將有效分散ABC公司的風險，因此，T供應商的價格高於S供應商(442,370元)實屬合理。此外，當T供應商之採購價格小於507,099元時，T供應商拉低了平均失敗機率，並且成功地分散了ABC公司的風險，而使ELC大幅減少；雖然T供應商價格較S供應商高，使得EOC增加，而且從(14)可以看出，EOC亦會隨失敗機率(U_i)的降低而增加，但在此階段，這些情況所增加的EOC仍可以完全被所節省的ELC吸收，故ABC公司以T供應商完全取代S供應商才是極小化總成本的最佳策略。
2. 階段 II --當T供應商的價格落於507,099~507,242元間，ABC公司分別向X、S、T供應商訂購30片、9片、30片可使成本最小：此時，向信譽佳的T供應商進貨，其所減少的ELC開始無法完全抵銷增額的EOC。因此，雖然增加T供應商有助於多角化風險、降低ELC，但因其價格較S供應商高出14.63%~14.66%，所以不應完全以T供應商取代S供應商，而應同時向三者訂購才是最佳的訂購組合。此外，因T供應商的整體條件仍較S供應商為優，故T供應商的訂購量高於S供應商。
3. 階段 III --當T供應商的價格落於507,243~552,303元間，ABC公司分別向X、S、T供應商訂購30片、25片、14片可使成本最小：T供應商的採購價持續攀高，使得節省的ELC較階段 II 更無法吸收增額的EOC。此時，因為T供應商的價格高出S供應商14.66%~24.85%，整體條件已不如價低質差的S供應商，故S與T之間所配置的訂購量出現改變，S供應商成為僅次於關係企業X供應商的第二順位。
4. 階段 IV --當T供應商之採購價格大於等於552,304元，ABC公司以放棄T供應商為佳：雖然T供應商的加入有益於企業風險的分散，以及ELC之減少；但當其訂購成本高於552,304元時，決策者應留意大幅提高的EOC，是否已超越所節省之ELC。在這個階段，因為對T供應商的採購價格過高，因此，ABC公司應摒棄價高質佳的T供應商，而維持原供應商X及S為佳。此外，雖然X供應商的品質較S供應商為佳，本應有助於ELC之降低，但因其餘的供應條件均不及S供應商，故向S供應商訂購多數原料才能有效降低ABC公司之總攸關成本。

(二) ETC的組成及變化

ABC公司所製造的產品屬於高單價的光罩，而原料之取得成本亦如多數產業一般扮演了極為重要的角色。茲將預期總成本(ETC)的組成項目—ELC及EOC所佔比例以圖5表示，由此可知，ABC公司若無法顧全供應商質與價的條件，似乎應以降低EOC為首要考量，亦即應積極尋求低廉的訂購成本。

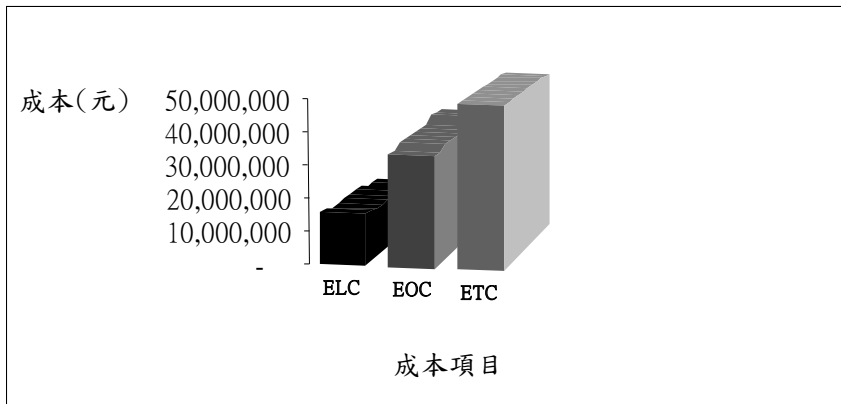


圖5：ETC之組成項目

因為ETC深受EOC之影響，故在加入T供應商為訂購商的情況下，從圖6可看出ETC隨著T供應商的可能採購價增加而增加。此外，供應商的價與量呈反向關係，價格增加抑制了量的成長，T供應商的訂購量隨價格提高而下滑，這可能意味著整體品質與交期的穩定度衰減，致使ELC增加。

EOC在四種可能的組合中，若未改變訂購組合，則EOC隨著T供應商的採購價格增加而上升。但整體而言，由於對T供應商之訂購量隨價格上升而調降，故平均訂購成本下滑使EOC漸減。

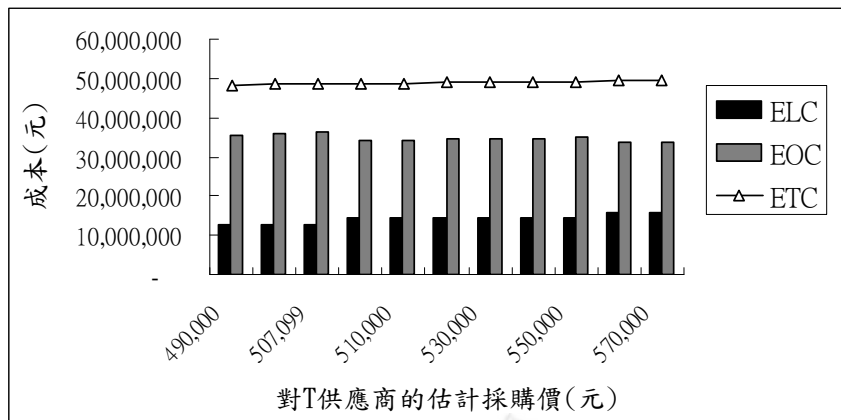


圖6：各項成本趨勢

(三) 供應商數目之管理意涵

Chopra & ManMohan (2004)認為增加供應商數目有助於風險分散，當其中某些供應商發生問題，買方可以快速或即時地移轉訂單，進而避免缺貨損失以及客源流失，因此他們認為增加供應商數目是較佳的政策，這與本研究的階段 I~III 相吻合(如圖7)。

然而，在圖7中的階段IV，雖然增加T供應商有助於多角化風險，並降低損失成本，但因T供應商的高進價無益於平均成本的抑減，亦即T供應商的加入使得營運成本提高，且提高的幅度更甚於所節省的損失成本，因此，在該階段本研究模型捨棄T供應商，使供應商數目不增反減，這與Ruiz-Torres & Mahmoodi (2007)及Berger et al.(2004)的研究結果相同。

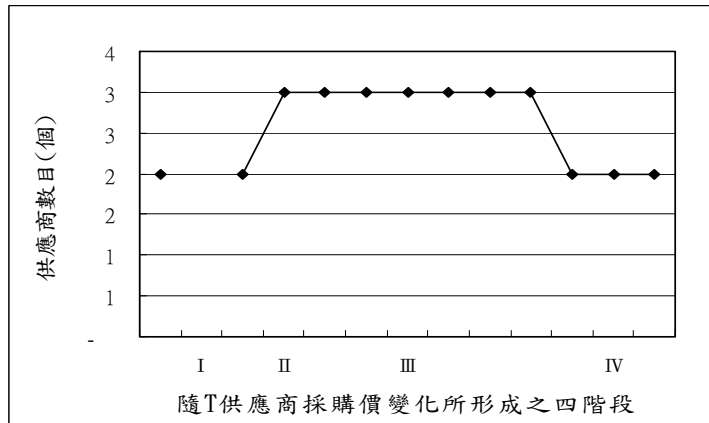


圖7：供應商數目之變化

增加供應商或許有利買方降低缺貨風險、提高顧客滿意度、維持銷售額，但增加供應商並非全無增額成本。例如，增加供應商可能會因為增加運送次數而使運費提高；同時，供應商越多，訂單處理成本也可能越高。當增加供應商並不會提高買方的整體效益時，買方即應捨棄多餘的供應商。以本例子而言，因為ABC公司所採購的是高單價的原料，原料價格佔總攸關成本的比例極高，買方若欲極小化成本，似乎應以尋求低原料價格的供應商為首要工作，而當增加的T供應商的價格條件大於等於552,304元，將使ABC公司必須承受過高的取得成本，此時，摒棄T供應商、維持原供應商才是明智之舉。

伍、結論

買方在選擇供應商時，應先了解原料的屬性，若屬高單價原物料，則價格對總成本的影響將可能更甚於其他條件。從第肆章、範例與研究結果可知，雖然與高品質、交期穩定的供應商交易可以降低買方整體風險，但因其價格通常也較高，所以買方必須考慮品質優、交期穩定所減少的損失成本，是否足以抵銷高價格所帶來的高營運成本。此外，一味地增加供應商數目雖然可以分散風險，但不必然有助於極小化總成本。

買方/製造商在選擇供應商時需要考慮許多因素，除了價格以外，品質與交期也是許多文獻討論的重點，另外，供應商失敗機率、大災難發生機率、買方需求、供應商產能及各個營運成本的組成項目等因素也都會直接或間接地影響買方的市場競爭力。本研究

模型在管理及應用上有四個主要的貢獻，第一，本研究模型將價格、品質及交期三個極為重要的選擇標準均列入目標式中，免除管理者主觀的判斷。第二，模型中納入機率的觀念，因此，即便決策的時點是事前，本研究模型也較能精確地推測可能送達的數量，進而計算可能產生的損失及成本，這種預測的機制有助於採購經理篩選供應商，並協助財務部門編製預算。第三，本研究模型也試圖完整地涵括所有攸關的因素，這不僅利於損失及成本之計算，也使經理人得以進行績效評估。例如，當總損失成本佔總成本比率上升，則表示風險管理部門及銷售部門未克盡職責；反之，若是導因於高營運成本，則表示採購部門及製造部門績效不佳。最後，商用軟體LINGO(Schrage, 1999)的運用讓決策者不需要冗長的分析或主觀的比較程序，即可快速地決定應選擇的供應商，以及各供應商的個別訂購量。未來研究可以試著放寬缺貨成本的假設，考慮前置時間、啟動成本等，並深入探討其他不同數量折扣政策下的影響，以提高模型的可運用性。

[附錄1] 令每年發生大規模地震次數為 X ， $X=0,1,2,\dots$

則 $X \sim \text{Pois}(\lambda)$ ， $\lambda = 0.03$

$$f(X) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^X}{X!}, \quad X = 0, 1, 2, \dots$$

故，有發生大地震的機率=1-(未發生大地震的機率)

即， $P^* = 1 - f(X = 0)$

$$= 1 - \frac{e^{-0.03} (0.03)^0}{0!}$$

$$= 1 - e^{-0.03}$$

$$= 0.030。$$

參考文獻

1. 吳蕙園，民94，以程式代理人為基礎之供應商選擇系統，國立成功大學資訊管理研究所碩士論文。
2. 余佩佩，民91，全面品質管理、供應商選擇、供應商參與、資訊運籌管理與組織績效關係之研究—台灣、香港之比較分析，國立成功大學資訊管理研究所碩士論文。
3. 洪文鎰，民93，在價格敏感的隨機需求下針對短生命週期產品的供應商選擇及分配銷決策，國立成功大學工業與資訊管理研究所碩士論文。
4. 耿伯文、王怡強，民93，生產者以成本為導向之供應商選擇策略—以軟式印刷電路板製造廠為例，國立成功大學工業與資訊管理研究所博士論文。
5. 鄭世楠、葉永田，民93，『台灣百年來的大地震』，行政院國家科學委員會科學發展月刊，第373期。
6. Amida, A., Ghodsypour, S. H., and O' Brien, C. "Fuzzy multiobjective linear model for supplier selection in a supply chain," *International Journal of Production Economics*

- (104), 2006, pp. 394-407.
7. Balachandran, K. R., and Radhakrishnan, S. "Quality implication of warranties in a supply chain," *Management Science* (51:8), 2005, pp. 1266-1277.
 8. Berger, P. D., Gerstenfeld, A., and Zeng, A. Z. "How many suppliers are best? A decision-analysis approach," *Omega: The international Journal of Management Science* (32:1), 2004, pp. 9-15.
 9. Cachon, G.P., and Zhang, F. "Procuring fast delivery: Sole sourcing with information asymmetry," *Management Science* (52:6), 2006, pp. 881-896.
 10. Chan, F. T. S., and Kumar, N. "Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach," *Omega: The international Journal of Management Science* (35), 2007, pp. 417-431.
 11. Chang, C. "A linearization approach for inventory models with variable lead time," *International Journal of Production Economics* (96), 2005, pp. 263-272.
 12. Chopra, S., and ManMohan, S.S. "Managing risk to avoid supply-chain breakdown," *MIT Sloan Management Review* (46:1), 2004, pp. 53-61.
 13. Crama, Y., and Schyns, M. "Simulated annealing for complex portfolio selection problems," *European Journal of Operation Research* (150:3), 2003, pp. 546-571.
 14. Dahel, N. "Vendor selection and order quantity allocation in volume discount environments," *Supply Chain Management: An International Journal* (4), 2003, pp. 335-342.
 15. Dickson, G. W. "An analysis of supplier selection systems and decision," *Journal of Purchasing* (2), 1966, pp. 5-17.
 16. Ernst, R., Kamrad, B., and Ord, K. "Delivery performance in vendor selection decisions," *European Journal of Operational Research* (176), 2007, pp. 534-541.
 17. Ghobadian, A., Stainer, A., and Kiss, T. "A computerized vendor rating system," *Proceedings of the First International Symposium on Logistics*, The University of Nottingham, Nottingham, UK, July 1993, pp. 321~328.
 18. Ghodsypour, S. H. and O' Brien, C. "A decision support for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming," *International Journal of Production Economics* (56:57), 1998, pp. 199-212.
 19. Ghodsypour, S. H. and O' Brien, C. "The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint," *International Journal of Production Economics* (73), 2001, pp. 15-27.
 20. Heagy, C. D. "Determining optimal quality costs by considering cost of lost sales," *Journal of Financial Management* (4:3), 1991, pp. 64-72.
 21. Hoesel, S., Romeijn, H. E., Morales, D. R. and Wagelmans, A. P. M. "Integrated lot sizing in serial supply chains with production capacities," *Management Science* (51:11), 2005, pp. 1706-1719.

22. Hong, G. H., Park, S. C., Jang, D. S., and Rho, H. M. "An effective supplier selection method for constructing a competitive supply-relationship," *Expert Systems with Applications* (28), 2005, pp. 629-639.
23. Kelle, P., Al-khateeb, F., and Miller, P. A. "Partnership and negotiation support by joint optimal ordering/setup policies for JIT," *International Journal of Production Economics* (81:82), 2003, pp. 431-441.
24. Krause, D. R., Pagell, M., and Curkovic, S. "Purchasing Strategy: An Empirical Analysis," *Proceedings 1998 of the Decision Science Institute*, 1998, pp. 1227-1229.
25. Liao, Z., and Rittscher, J. "A multi-objective supplier selection model under stochastic demand conditions," *International Journal of Production Economics* (105), 2007, pp. 150-159.
26. Liu, F. H. F., and Hai, H. L. "The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier," *International Journal of Production Economics* (97), 2005, pp. 308-317.
27. Morse, W. J., Roth, H. P., and Poston, K. M. "Measuring, planning and controlling quality costs in US manufacturing 1987," *National Association of Accountants*, Montvale, NJ.
28. Nassimbeni, G. "International sourcing: Empirical evidence from a sample of Italian firms," *International Journal of Production Economics* (103), 2006, pp. 694-706.
29. Ruiz-Torres, A. J., and Mahmoodi, F. "The optimal number of suppliers considering the cost of individual supplier failures," *Omega: The international Journal of Management Science* (35), 2007, pp. 104-115.
30. Swift, C. O. "Preferences for Single Sourcing and Supplier Selection Criteria," *Journal of Business Research* (32), 1995, pp. 105-111.
31. Schrage, L. *LINGO release 6.0*, LINGO system Inc., 1999.
32. Talluri, S. "A buyer-seller game model for selection and negotiation of purchasing bids," *European Journal of Operational Research* (143), 2002, pp. 171-180.
33. Tomlin, B. "On the value of mitigation and contingency strategies for managing supply chain disruption risks," *Management Science* (52:5), 2006, pp. 639-657.
34. Tracey, M., and Tan, C. L. "Empirical analysis of supplier selection and involvement, customer satisfaction, and firm performance," *Supply Chain Management: An International Journal* (6:4), 2001, pp. 174-188.
35. Vonderembse, M. A., and Tracey, M. "The impact of the supplier selection criteria and supplier involvement on manufacturing performance," *The Journal of Supply Chain Management: A Global Review of Purchasing and Supply* (35:3), 1999; pp. 33-39.
36. Weber, C. A., Current, J. R., and Benton, W. C. "Vendor selection criteria and methods," *European Journal of Operational Research* (50:2), 1991, pp. 2-18.
37. Weber, C. A., Current, J. R., and Benton, W. C. "A multi-objective approach to vendor selection," *European Journal of Operational Research* (68), 1993, pp. 173-184.
38. Wilson, E. J. "The relative importance of supplier selection criteria: a review and

- update,” *International Journal of Purchasing and Materials Management* (30:3), 1994, pp. 35-41.
39. Zhu, J. “A buyer-seller game model for selection and negotiation of purchasing bids: Extension and new models,” *European Journal of Operational Research* (154), 2004, pp. 150-156.

