

氣體分裝站之採購配額決策

A Study of the Order Allocation for Filling Stations

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

蔡美玲²

國立高雄應用科技大學企業管理系 研究生

merlin631007@gmail.com

摘要

良好的供應鏈管理，可提升競爭優勢，而採購流程是供應鏈管理重要的一環。在採購流程中，選擇供應商是相當重要且複雜的決策問題，採購人員通常必須要同時考慮各種不同的準則，才能做出正確的抉擇。目前氣體分裝站，沒有建立一套有效的採購決策模式。據此本研究利用混合整數線性規劃、供應商評選準則，並參考氣體市場供需情況，建立市場在供不應求與供過於求等兩種情境之採購決策模型，使企業兼顧採購成本、品質及不待料的情況下來選擇最佳供應商，並求得最佳的訂單數量分配。最後以國內某氣體分裝站為例，來說明混合整數供應商遴選模型的執行應用。結果顯示本模型實務價值，可快速分析即可決定供應商及求得最佳訂購數量。期使企業能利用此模型，以作為企業創造競爭優勢的採購決策參考。

關鍵字：供應商遴選、混合整數線性規劃、訂單分配、氣體工業

Keywords: Supplier Selection, Mixed-integer Programming, Order Allocation, Gas Industry

1. 緒論

1.1 研究背景

氣體工業是一個資本密集、技術密集與關係密集的產業。由於氣體工業發展至今才一百多年，相較於其他工業是屬於年輕的產業，故相關技術為少數企業所掌握，因此進入此市場的門檻相當高。國際氣體市場主要由三大生產廠商所主導（陳賢文，2009），這三大生產廠分別為德商 Linde、法商 Air Liquide、美商 Air Product，因此形成了一個寡佔市場，大者恆大，既競爭又合作。且在市場供需上屬於內需產業，進口銷售成本過高，往往不可行，故三大生產廠在進入國外市場，在策略上往往採取與當地之生產廠商合資方式，如德商 Linde 選擇與聯華實業合資成立聯華氣體；法商 Air Liquide 選擇與遠東集團成立亞東氣體；美商 Air Product 則與三福化工合資成立三福氣體，故在臺灣的氣體市場亦等同世界三大生產廠商主導。臺灣地區的氣體銷售通路中，生產廠商選擇直接銷售或透過經銷商販售並行的方式，經銷商的功能為彌補其於直銷方式上的不足如功能、彈性與成本，於是透過經銷商銷售是其不可忽略的通路。目前台灣約有 70 座氣體分裝站，600 餘家氣體經銷商，產值約 200 億，屬於成熟且完全競爭的產業。（高壓氣體工會，2013）。氣體分裝站除了向專業氣體生產廠購買產品外，也可選擇向非專業生產廠購買，例如中鋼公司及台塑公司，其生產過程須大量使用氣體，考慮經濟規模，此兩家公司自設空氣分離廠，除自用外，多餘產量也可外賣，但客戶須自行前往提貨，且因產量有限，無法給客戶訂單承諾，因此氣體分裝站選擇向非專業氣體生產廠購買時，須要特別注意市場變化及非專業氣體生產廠可賣的產能。

氣體分裝站除了供應商於本身工廠自設外，大型經銷商為了取得穩定貨源及優惠價格，大多會設立氣體分裝站。氣體分裝站向供應商購買大宗氣體，於其廠區分裝成鋼瓶氣體，再依客戶訂單，運送至客戶處。由於工業氣體需要量不斷增加，造成氣體生產廠隨需求量而擴產，且為了配合市場需求，機器設備 24 小時不停運轉，只要其中一家氣體生產廠設備故障，短期無法修護，將造成市場供需失衡。氣體同業有時因應此市場變化，常會進行產品交換，以確保貨源穩定。避免市場處於供過於求，為銷售以降價進行流血競爭，或供不應求時，互換產品，以避免待料危機，影響商譽。

2012 年以前，氣體市場供需失衡，供不應求是屢見不鮮，氣體缺貨、斷氣現象不斷，為了爭取生產廠貨源，經銷商及氣體分裝站，個個無不用盡方法及關係，以期能獲得穩定貨源，避免客訴及客戶流失，以維持公司正常之運作。2013 年鋼鐵、石化等重工業景氣不佳，連帶影響工業氣體產業，降低工業氣體的使用，此現象之產生亦改變了市場供需，各自的優弱勢亦反轉。2011 年氣體業發生三大氣體供應商之一，在直銷與經銷策略變更，欲放棄經銷市場，使得原來經銷商面臨無貨可賣的局面，其經銷商為了生存及避免客戶流失，必須花更多成本向其他氣體供應商購買。又另一例子，市場面臨缺貨時，如果原本之供應商是非專業生產廠，其產量不穩定，也可能面臨無貨可賣的狀況，因此，供應商遴選是氣體分裝站面臨的重要議題，也是引發本研究如何利用供應商遴選來改善公司採購配額決策之探討。

1.2 研究動機

由於經銷商的競爭力，須仰賴氣體供應商提供優惠的價格，故氣體分裝站為了建立長期合作關係，採購氣體大都採取單一來源，以取得大量採購下數量折扣之優惠價格。而當市場供需產生變化，面臨缺貨時，才向訂購彈性較大的供應商，以較高價格調貨，進而產生較高的採購成本。

所以氣體分裝站在市場供需失衡下，如何慎選供應商及採用適合之採購策略，是其重要的經營策略。氣體分裝站除了大量訂購以爭取價格折扣外，須考慮大量進貨，銷售不及將產生損耗成本，也須考慮缺貨所造成的損失，期望能建立一套有利的採購模式，使供應商競爭帶來價格優惠，並確保不會產生缺貨損失，及降低損耗成本，以求得採購成本最小化之模式。此為本研究之動機。

1.3 研究目的

根據上述的研究背景及研究動機，藉由研究之驗證，以提供氣體分裝站業者對於採購策略作業之參考。針對如何做好供應商遴選，利用數學規劃方法來建立最佳的採購模式，則可減少企業的採購成本，藉以創造營運績效並強化自身的競爭優勢。本研究目的如下：

- 一、探討適合的氣體供應商遴選準則。
- 二、運用數學規劃的技術，建立適合氣體分裝站的供應商遴選模型。
- 三、研究結果提供給相關產業，遴選供應商之參考。

1.4 研究範圍與對象

本研究主要針對解決氣體分裝站在供應商產能、品質、交期、及本身儲槽容量限制下，透過訂單配額的決定及供應商的選擇來進行總成本分析，利用數學規劃的方法來建立求解模式；主要研究對象為氣體生產廠及氣體分裝站。

研究區域侷限於南部縣市，考慮資料取得之便利性。本研究在設計上參考相關文獻、理論基礎及市場現況，結合理論與實務，在研究上力求完整性、客觀性，但有鑑於個人學識、時間與資源等條件之限制，使得研究結果有未臻完善之處，因此，本研究提出下列幾點建議，以作為後續研究者未來之探討方向。

本研究因知識、時間與資源之限制，只針對氣體產業做案例分析，並未對其他行業做分析討論。

- (一) 氣體產品因種類繁多，因企業本身經營項目限制，只選擇大宗氣體為研究項目。
- (二) 氣體供應商因氣體產業特殊，其評選準則也不同于其他產業。因此企業需依本身需求來選擇合適的標準，以建立適合的供應商評選模式。
- (三) 採購模式之建立，因行業別不同，所考慮之目標式及限制式將不同，所得到的結果不同。

2. 文獻探討

2.1 供應商策略

Beger et al. (2004) 認為單一供應來源是沒有競爭力的採購策略。尤其在無法選擇供應商下，只與一家供應商長期合作，是不會有太多的效益產生。單一供應商來源有下列缺點：供應商產能限制、缺貨風險、價格交涉等問題，尤其以缺貨問題最嚴重，產生的成本最大。認為單一供應來源與多供應商等兩種採購策略，雖各有優缺點，但廠商為求達到良好合作與協商的夥伴關係，爾後的廠商大多採取多個供應商策略。

Pan(1989)研究在多供應商之訂單數量分配問題，以價格為主要考量因素，以最小成本為目標，在品質、配送及服務水準限制下，建立線性規劃模式。此研究提出一概念，認為購買時不應只考慮價格因素，同時亦考慮其他更多相關因素，可利用供應商之競爭環境，為企業帶來低成本且高品質的產品，並發展出多供應商的數量分配模式。

Presutti(1992)以美國為例，認為美國是一個自由競爭的市場，因此大多採用多個供應商策略，因多個供應商之存在會產生競爭，進而可能使產品品質更好、價格更低，此外也可利用多供應商分散風險，減少缺貨危機，降低持有成本與缺貨成本發生。

Janssen and Kok(1999)則認為在遴選供應商時主要考慮因素：購買價格與供貨彈性。供應商所提供的價格愈低，其供貨彈性愈小；反之，購價愈高，則供貨彈性愈大。因此，同時向二家供應商訂購可從中獲取較大的利益，例如向訂購彈性較小的供應商採購較多數量，以取得較優的價格，當市場需求突變時，則可改向彈性較大的供應商購買。此研究以存貨觀念，決定再購點和訂購量的演算法，並以服務水準為限制，發展出長期平均成本最低的多供應商之購買決策模式。

丁士展、黃國英(2004)更認為廠商為了分散風險，取得穩定貨源，避免單一供應商無法及時供貨，造成斷料缺貨風險，亦多會採取多供應商策略，以平衡單一供應商在價格、產能、品質與交貨準時之差異。

2.2 供應商遴選準則

徐永文(2009)認為採購流程，首先是找到合適的供應商，如何選出合適的供應商，需建立一套客觀的供應商遴選準則，所選出合格供應商必須控管，並建立長期的夥伴關係。當公司選擇之供應商是高效益的公司，對公司整體的營運績效是可提升，因此供應商遴選是採購重要的程序。以往企業在遴選供應商時，主要考慮因素為價格，但隨著全球化的發展，供應商的評選準則，也越來越多元。林恆忠(2010)也提出近年來供應商遴選愈來愈重視非價格因素，例如前置時間、交期準確性、品質、運送成本、供應商彈性、地理位置等因素，依據供應商特性來進行選擇合適的廠商，才能達成有效益的採購決策。

Dickson(1966)最先提出供應商遴選準則如表2-1，共有23項指標，其中以品質、交期與過去績效最重要。Weber et al.(1991)整理1966~1990供應商評選準則相關文獻，得知價格、交期、品質為重要性最高之前三名。綜合上述學者所提的研究，企業選擇供應商準則，將因產業、產品特性、公司營運目標及採購策略等條件不同，所重視的指標也會不同。但多篇文獻都著重在價格、品質與交期，故本研究將考慮以此三項做為建立模組之指標。

2.3 供應商遴選方法

Boer et al.(2001)也整理出幾種重要的供應商選擇方法，說明如下：

1. 線性權重模式：在遴選供應商準則內，給予不同權重，最後計算出分數最高的供應商夥伴。常使用的方法是運用分析層級程序法(analytic hierarchy process, AHP)進行供應商遴選。AHP 是Saaty 教授(1971)所提出的理論，是一種多準則的分析評估方法，主要目的是將一個複雜的問題系統化，確定評估因素，由高層次往低層次分解，而形成一層級結構。再利用專家的意見以比率尺度，建立一可量化之成對比較矩陣，再計算出特徵向量及特徵值，最後驗證一致性的強弱程度，作為評估的指標，以評選供應商順序之依據(簡禎富, 2012)。
2. 總擁有成本模型：在供應商採購週期內，考慮到所有發生成本，利用這些成本來評選合適之供應商夥伴。
3. 數學規劃模式：在供應商遴選中，數學規劃法廣為多數學者採用，是一種客觀的評估方法。其利用目標函數及限制式來建立數學模式，透過數學規劃的方法可將遴選準則量化以求最佳解，目前主要的方式有下列幾種：線性規劃、非線性規劃、混合整數規劃、目標規劃、資料包絡分析法等，其中以線性規劃是較常見的方法。

機率統計模型：處理不確定性供應商選擇問題，藉由統計模型使決策者在不確定性的情況下可以正確選擇供應商。如Swift(1995)，以多變量分析法探討供應商決策問題，Mummalaneni et al. (1996) 利用決策樹理論，分析不同供應商下之成本，以求取在不同生產策略下最佳供應商。

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供應商遴選數學模型。經由文獻探討，本研究提出模型建構流程如圖 3-1 所示。

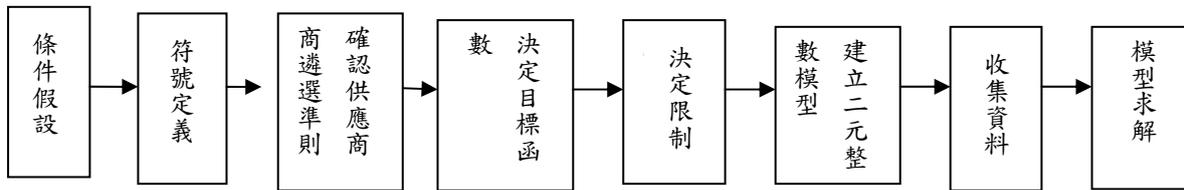


圖3-1 供稱商遴選模式建構流程圖

3.2 建構供應商遴選模型

本節提出對建立本模型中各研究假設、符號定義與供應商遴選準則，以建構出適合的模式。

一、條件假設

本研究欲探討決策者如何有效的選擇供應商，並能使採購總成本最小化。針對這個問題，決策者需考慮以下因素：供應商產能限制、產品品質、風險指標、供貨能力、供應彈性、企業本身的儲槽容量等對成本的影響，以利發展出一套有效率之解決供應商遴選問題。依據上述決策問題的特質，以設定本模型之假設條件如下所示：

1. 需求量是已知數
2. 各供應商前置時間不同，但各供應商之前置時間是已知數
3. 供應商有供貨限制，亦即訂貨數量不得超過供應商上限
4. 各家供應商同一產品供貨品質水準是固定
5. 企業儲槽是自設；不是供應商提供
6. 假設價格是固定，沒有數量折扣
7. 供應商風險指數是已知
8. 於採購期間，各固定成本、採購成本、單位運送成本是確定不變的
9. 目標函數及限制式皆為線性函數

二、符號定義

符號定義如下所示：

(一) 決策變數

$i =$ 產品 $i, i=1,2,3\dots n$

$j =$ 供應商 $j, j=1,2,3\dots n$

1. X_{ij} ：產品 i 由供應商 j 所提供之單位數量
2. Y_{ij} ：為二元變數，代表產品 i 是否由供應商 j 供應

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{若供應商 } j \text{ 供應產品 } i \text{ 為 } 1, \text{ 否則為 } 0 \\ 0 & \end{cases}$$

(二) 參數

1. C_{ij} ：供應商 j 生產產品 i 的產能
2. P_{ij} ：從供應商 j 採購產品 i 的單位價格成本
3. D_i ：產品 i 的總需求量
4. T_{ij} ：產品 i 由供應商 j 供應時所產生的單位運輸成本
5. A_{ij} ：供應商 j 供應產品 i 遲交所產生的懲罰成本
6. p_{ij} ：供應商 j 供應產品 i 遲交機率

7. m_{ij} : 從供應商 j 採購產品 i 的最少訂購量
8. Q_{ij} : 供應商 j 提供產品 i 時的品質水準，最高不純物含量
9. r_{ij} : 供應商 j 提供產品 i 時的風險係數
10. R_i : 廠商所能忍受產品 i 之最大的風險係數
11. n_i : 廠商所購買產品 i 之次數
12. s_{ij} : 供應商 j 提供產品 i 時的服務水準
13. S_i : 產品的最低服務門檻
14. n_j : 供應商 j 所提供產品 i 之服務品質之次數
15. j_r : 供給彈性； r th 之供應商
16. M : 極大數

三、供應商遴選準則

本研究供應商遴選準則依多數專家學者所採用的準則為依據，加入氣體產業特性來發展問卷，再請氣體採購決策者回覆問卷，以求出其所重視的供應商遴選準則。本研究之問卷內容其問項除了參考各位學者遴選準則所建構外，再參考氣體界特性；高風險、高獲利，重視工安問題，及供應商供貨能力，此能力包含車隊規模、供應商全台儲量等。故問卷將增加供應商風險及供貨能力等問項後，再進行問卷發放。本問卷採李克特(Likert)七點尺度來計分予以量化，共有非常不同意、不同意、有點不同意、普通、有點同意、同意、非常同意等七類別，依序給予 1、2、3、4、5、6、7 分。本研究對象為嘉義以南之氣體分裝站，共有 13 家，問卷共計發放 10 份，回收 9 份，回收問卷率為 90%，均為有效問卷，整體有效問卷回收率為 90%。依據問卷調查結果，分數高低取前 5 名，依序為品質最高分為 63 分、服務為第二高分是 62 分、交期為第三高分是 61 分、供應商產能為第四高分是 60 分、價格為第五高分是 59 分。經南部數家氣體分裝站採購決策者之問卷調查，結果以品質、服務、交期、供應商產能及價格為企業採購氣體最重視的評估項目。因此，本研究將對此五項準則分別為品質、服務、交期、供應商產能及價格進行評估，再建構單目標數學規劃模式，期能使採購總成本最小化，進而選出合適的供應商及訂單數量配額。

四、建構單目標二元整數規劃模式

本研究所整理之供應商評估準則，由專家問卷所得氣體工業廠商所重視之評估準則為品質、服務、交期、供應商產能及價格，並加入氣體產業所重視的供應商風險。並針對各項準則、成本及限制式進行研究，爾後建構二元整數規劃模型，期能使採購總成本最小，進而選出最合適的供應商及決定採購數量。將利用評選準則來發展模型，說明如下所示：

(一) 品質(Quality)

供應商所提供的產品品質優劣，對廠商生產時有很大的影響，例如原物料進貨發生品質不良，將影響排程，造成生產延遲，也會影響商譽及客戶滿意度。或進貨時沒有檢驗出不良產品，而此不良品可能造成客訴或影響客戶製程或產品，不但影響商譽，甚至造成鉅額賠償。因此；品質問題成為廠商越來越重視的評估項目之一。氣體分裝站多數沒有設置氣體分析儀器，無法分析氣體純度及成份，多數由供應商提供分析報告，作為允收標準。因品質評估項目是多數氣體分裝站所重視的項目，為遴選出最適的供應商，本研究因此將品質列入重要評估準則。將依此準則建立一限制式，以符合取得最佳供應商模式。

令 Q_{ij} 為從供應商 j 所提供產品 i 的品質水準（即產品 i 不純物最高含量）所建立之限制式表示如下：

$$\sum_j X_{ij}(1-Q_{ij})=D_i$$

(二) 服務(Service)

氣體工業是一技術密集的工業，因此氣體分裝站如遇客訴或客戶須提供技術服務時，常須仰賴供應商之售後服務。售後服務的評估項目舉凡供應商拜訪次數、可免費為客戶提供各種技巧培訓、協助客戶策劃市場推廣、配合促

銷活動、協助客戶處理投訴及其他問題、人員的服務態度及貨品準時送達等。因售後服務在專家問卷調查中，得到氣體分裝站多數的重視，因此將服務列入重要評估準則。服務項目將依以上所提之評估項目請廠商對供應商服務之作評等，所建立之限制式表示如下：

$$\sum_j Y_{ij} S_{ij} \geq S_i$$

(三) 交期(Delivery)

當供應商交貨延遲時，可能造成停工待料、緊急購買價格較高的產品、增加趕工等成本，因此；準時交貨對供應商是很重要，對氣體分裝站尤其更甚。因供應商供貨不及，廠商無法供應給客戶，嚴重時造成客戶(尤其醫院)斷氣，賠償金額頗巨，不可不慎。在過去的研究，對供應商遲交或早交是不允許，但實務上，因各種因素，使得延遲交貨屢見不鮮，因氣體工業之特性，在提早交貨是被允許，故本研究只針對遲交問題來解決。令 A_{ij} 為供應商 j 提供產品 i 遲交所產生的懲罰成本， p_{ij} 為供應商 j 提供產品 i 遲交機率，其懲罰成本為 $\sum_i \sum_j Y_{ij} A_{ij} p_{ij}$ ，最後將其整合於目標函數中。

(四) 供應商產能(Production capacity)

每個供應商都有其產能限制，此產能將影響廠商購買數量。供應商具有高產能，即表示有較高的供應彈性，尤其在缺貨時，供應商有較高產能是廠商所重視。令 C_j 表示供應商 j 提供產品 i 的產能，建立總採購數量之限制式如下所示：

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

(五) 價格(Price)

供應商所提供的產品價格，對廠商而言是很重要，攸關其競爭力，將列入本評估項目。在採購產品時，所產生的成本共分為固定成本及變動成本，固定成本不會因購買數量而改變，但物料成本會因數量而變動。本研究假設固定成本對每家供商所發生的成本是固定，不受批量影響，因此固定成本將不列入考慮。令 P_{ij} 為供應商 j 供應產品 i 之單位價格成本。其總採購成本為 $\sum_i \sum_j X_{ij} P_{ij}$ ，將其整合於目標函數中。

(六) 供應商風險(Supplier Risk)

氣體產業是一特殊行業，屬於高風險、高獲利的產業，因此風險控制對企業是很重要，為使供應商供貨順利，供應商風險管理是重要的議題，因此本研究供應商遴選準則將供應商風險管理納入。Zsidisin (2002)提出風險的定義為：供應不及而造成貨物和服務質量的降低。供應鏈風險可分為可控制與不可控制等二種風險，可控制風險如供應商資格、物流、產品、品質等等，而不可控制風險如天災、罷工、恐怖攻擊等。Zsidisin (2003)整理1984~1999年多名學者對供應風險產生原因的探討，整理如右：產能限制、降低成本能力、採購週期、意外災害風險、環境績效、供應商財務、物流、資料系統分享與準確性、存貨管理、法律風險、管理展望、價格上漲、合格供應商數量、製程技術變化、產品設計變更、品質、出貨、有效供應、彈性生產製造等19項。

了解各種風險產生原因後，可對供應商潛在的各種風險，進行歸類分析，找出影響本供應鏈風險的幾個主要因素，以建構供應商風險評價指標之依據。本研究參考以上各風險產生因素，採用適合氣體業所面臨的風險因素，如產能限制、交期、物流配送、市場供需、設備保養、有效供應、價格上漲、工安發生頻率等作為評價供應商風險強弱的標準。令 r_{ij} 為供應商 j 提供產品 i 時的風險係數， R_i 為廠商所能忍受產品 i 之最大的風險係數，所建立之限制式表示如下：

$$(\sum_j Y_{ij} r_{ij}) / n_i \leq R_i, \quad \forall i$$

(七) 供應彈性(Supply Flexibility)

供應彈性是指供應商產品的完整性，供應商產品種類越多其供應彈性越大，經銷商可一站購足，因經銷商除了

販賣氧氣、氮氣、氫氣及二氧化碳等大宗氣體外，還有其他氣體，例如雷射氣體、混合氣、氬氣、特殊氣體等。就氣體業而言，產品種類單純者其單價較有競爭力；也就是說單價較便宜，供應商規模越大，其所販售的產品種類越多越完整，單價越沒有競爭力。但購買氣體尚需考慮供應商的產品完整性，如果只是向低價之供應商購買氣體，則可能較具規模的供應商不提供其他產品，或購買其他產品時提供更高的價格；也就是說氣體分裝站可能買不到除了大宗氣體以外的產品。故氣體分裝站購買氣體時需考慮供應商之規模及其供應彈性。令 j_r 為供給彈性，其所建立之限制式表示如下：

$$\sum_i Y_{ijr} - \sum_i Y_{ijr+1} \geq 0, \quad \forall j; r$$

本研究將利用單目標混合二元整數規劃，來解決供應商遴選決策問題。混合二元整數規劃是線性規劃之延伸，其結構必須含目標函數及限制式二大部份，及某些變數必須是整數，且所有整數變數都必須是0或1，稱為0-1或混合二元整數的線性規劃模式，其特性如下所示：

1. 目標函數：決策者將目標定為最大或最小，例如利潤最大、成本最小等
2. 限制式：因資源有限之特性，故投入之資源會受到限制
3. 須滿足假設條件：相加性、可分性、非負性、比例性及確定性

由以上特性來建構數學規劃有下列5個步驟：

1. 資料整理
2. 決策變數定義
3. 決定目標函數
4. 決定限制式
5. 建立數學模型

因氣體產業被應用於傳統產業及電子科技產業，而電子科技產業受景氣影響頗巨，故常造成市場供需不平衡，而氣體分裝站進行供應商遴選之慣性，依市場供需可分為二種情境，一是市場缺貨造成供不應求，而市場缺貨可能是景氣熱絡，也可能是某供應商機器設備故障或歲修，導致市場缺貨，因此；取得貨源是廠商所重視；另一種情形是市場供貨穩定或供過於求，可能景氣轉壞或某行業需求萎縮，例如太陽能產業需求突然萎縮，導致市場需求下滑，造成供過於求，因此；在供過於求時取得優惠價格是廠商所重視。依據上述，本研究綜合氣體分裝站評選供應商之慣性，與建立線性規劃之特性，其所建構的單目標二元混合整數如下所示：

(一) 供不應求的供應商遴選模式

(1) 目標函數

$$\text{Min } \sum_i \sum_j X_{ij} P_{ij} + \sum_i \sum_j X_{ij} T_{ij} \quad (3-1)$$

(2) 限制式

$$\text{s.t } \sum_j Y_{ij} S_{ij} \geq S_i \quad \forall i \quad (3-2)$$

$$\sum_i X_{ij} \leq C_j \quad \forall j \quad (3-3)$$

$$(\sum_j Y_{ij} r_{ij}) / n_i \leq R_i \quad \forall i \quad (3-4)$$

$$\sum_j X_{ij} (1 - Q_{ij}) = D_i \quad \forall i \quad (3-5)$$

$$X_{ij} \geq m_j Y_{ij} \quad \forall j ; \forall i \quad (3-6)$$

$$\sum_i Y_{ij} - \sum_i Y_{ij,r+1} \geq 0 \quad \forall j ; \forall r \quad (3-7)$$

$$X_{ij} \leq MY_{ij} \quad \forall j ; \forall i \quad (3-8)$$

$$Y_{ij} \in \{1,0\} \quad (3-9)$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad (3-10)$$

以上情境是市場供不應求，所建立之單目標二元混合整數規劃模型，由於市場供不應求，非常重視貨源，此模型不限制同一產品須向同一家供應商購買，亦即同一產品可向數個供應商購買。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

即採購成本(第一項)、運輸成本(第二項)之總成本極小化

限制式 1 (3-2)：表示各產品要符合之最低服務門檻

限制式 2 (3-3)：代表供應商產能限制

限制式 3 (3-4)：代表風險係數；供應商*j*各項產品*i*之風險係數總和，廠商能接受風險的最高程度

限制式 4 (3-5)：供應商*j*採購產品*i*之品質水準，即產品不純物最高限制，且也表示需求被滿足

限制式 5 (3-6)：向供應商*j*採購產品*i*之最少訂購限制

限制式 6 (3-7)：供應商供給彈性之優劣排序

限制式 7 (3-8)：確保產品*X_{ij}*與*Y_{ij}*不會產生矛盾

限制式 8 (3-9)：二元的決策變數，供應商*j*提供產品*i*時為1，不提供為0

限制式 9 (3-10)：決策變數非負限制

(二) 供過於求的供應商遴選模式

由於市場貨源穩定，此時在其他條件不變下，則取得產品價格越低越好，因此供過於求模型，於目標函數將加入交貨延遲懲罰成本，及限制式都與供不應求模型相同外，將加入一組限制式；即同一產品只向一家供應商購買，以求取得最多之數量折扣，單價越低，此限制式為(3-17)。

(1) 目標函數

$$\text{Min } \sum_i \sum_j X_{ij} P_{ij} + \sum_i \sum_j X_{ij} T_{ij} + \sum_i \sum_j Y_{ij} A_{ij} P_{ij} \quad (3-11)$$

(2) 限制式

$$\text{s.t } \sum_j Y_{ij} s_{ij} \geq S_i \quad \forall i \quad (3-12)$$

$$\sum_i X_{ij} \leq C_j \quad \forall j \quad (3-13)$$

$$(\sum_j Y_{ij} r_{ij}) / n_i \leq R_i \quad \forall i \quad (3-14)$$

$$\sum_j X_{ij} (1 - Q_{ij}) = D_i \quad \forall i \quad (3-15)$$

$$X_{ij} \geq m_{ij} Y_{ij} \quad \forall j ; \forall i \quad (3-16)$$

$$\sum_i Y_{ij} - \sum_i Y_{ij,r+1} \geq 0 \quad \forall j ; \forall r \quad (3-17)$$

$$X_{ij} \leq MY_{ij} \quad \forall j ; \forall i \quad (3-18)$$

$$\sum_j Y_{ij} = 1 \quad (3-19)$$

$$Y_{ij} \in \{1, 0\} \quad (3-20)$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad (3-21)$$

目標函數 3-11：總採購成本最小化

即採購成本(第一項)、運輸成本(第二項)、交貨延遲懲罰成本(第三項)之總成本極小化

限制式 10 (3-12)：表示各產品要符合之最低服務門檻

限制式 11 (3-13)：代表供應商產能限制

限制式 11 (3-14)：代表風險係數；供應商*j*各項產品*i*之風險係數總和，廠商能接受風險的最高程度

限制式 12 (3-15)：供應商*j*採購產品*i*之品質水準，即產品不純物最高限制，且也表示需求被滿足

限制式 13 (3-16)：向供應商*j*採購產品*i*之最少訂購限制

限制式 14 (3-17)：供應商供給彈性之優劣排序

限制式 15 (3-18)：確保產品*X_{ij}*與*Y_{ij}*不會產生矛盾

限制式 16 (3-19)：表示同一產品*i*，只向一供應商*j*購買

限制式 17 (3-20)：二元的決策變數，供應商*j*提供產品*i*時為1，不提供為0

限制式 18 (3-21)：決策變數非負限制

五、模型求解

由於供應商遴選是一多準則的決策問題，為了使供應商遴選更能符合實際產業狀況，本研究針對供應商遴選準則參考多數學者採用準則，再進行專家問卷調查，依得分最高排名取前五名，作為本研究供應商遴選準則，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。以期求得採購訂單分配最佳解，以解決供應商決策問題。

綜合以上有關供應商遴選決策問題求解之數學模型，包含目標函數與限制式等，將使用套裝軟體 Lingo 14.0 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T公司)成立於臺灣光復後，是南部大型氣體經銷商之一，也是南部規模最大的氣體分裝站。專營各種氣體銷售，提供各類混合氣體、高純度氣體、醫療用氣體，並有自己的貨車及灌車供應送貨服務。客戶遍及各行各業；諸如石化、鋼鐵、電子、醫療、一般工業、大專院校等，在業界是一老字號的大公司。其年營業額約8千萬，大宗氣體年銷售量約6千噸。主要向供應商主要購買大宗氣體(液氧、液氮、液氫、二氧化碳)於廠內分裝成鋼瓶氣體販售。

T公司擁有的各種氣體儲槽及貨車與槽車，儲槽容量如下所示：

氧氣：15,000L(約 17 噸)

氮氣：15,000L(約 12 噸)

氫氣：10,000L(約 14 噸)

二氧化碳：15,000L(約 15 噸)

4.2 供應商簡介

氣體分裝站與氣體生產廠的生存模式，是一既合作又競爭的模式，氣體分裝站一方面必須仰賴氣體生產廠的貨源與優惠價格，才有競爭力及生存的條件；另一面又要防止氣體生產廠搶奪客戶，而氣體生產廠又必須仰賴經銷商的彈性，提供他們無法服務客戶的地方。因此，氣體分裝站如何選擇供應商是很重要的議題。而氣體供應商依產品是否為公司主要銷售產品，可分為專業生產廠及非專業生產廠。專業生產廠主要以生產氣體販售；氣體產品種類眾多、服務人員氣體專業知識豐富、研發能力強，而非專業生產廠大多為鋼鐵廠及石化業因氣體用量大，考慮經濟規

模，自設空分廠以滿足其生產線使用，但往往有多餘產量，因此把此多餘產量出售，而成為非專業生產廠，其特色為價格便宜但無專業技術當後盾。以下將介紹各氣體生產廠的特性，以利氣體分裝站了解選擇供應商之條件。

一、專業氣體生產廠

(1) A氣體公司

A氣體公司成立於1965年，是氣體產業首屈一指的老品牌，引入德資後，技術、設備更完善。為臺灣氣體領導品牌之一；全省共有17家工廠，設備規模是臺灣氣體界翹楚，擁有全國最大氣體供應量；龐大的運輸團隊；並有研發設備、人才、技術，是一家問題解決方案的提供者。

產品齊全，主要產品為大宗氣體、鋼瓶氣體、電子級特殊氣體、焊接用保護氣體、燃料氣體、稀有氣體、校準用混合氣體、高純度氣體及混合氣體、儲槽製造、配管元件及工程、焊材及調壓器等。

A公司南區生產廠氣體產量18,300噸/每月，南區大宗氣體每項產量如下所示：(氧、氮依市場需求而調整產量)

氧氣：6,600噸/月

氮氣：9,900噸/月

氫氣：600噸/月

二氧化碳：1,200噸/月

(2) B氣體公司

B氣體公司於1952年成立，1987年引進美商合資經營，而且，美商持股增至70%，遂B氣體公司正式成為美商，臺灣市佔率大幅躍升，儼然成為氣體業的領導者；全省共有11家工廠，設備規模不斷更新，擁有自己的運輸團隊；並有研發設備、人才、技術，也是一家問題解決方案的提供者。

產品齊全，主要產品為液體和氣體，氧氣、氮氣、氫氣、氬氣、二氧化碳、標準氣體、環保氣體、電子級特殊氣體、焊接氣體、混合氣體、電子化學品和相關設備及服務等。

B公司南區生產廠氣體產量23,000噸/每月，南區大宗氣體每項產量如下所示：(氧、氮依市場需求而調整產量)

氧氣：4,000噸/月

氮氣：18,000噸/月

氫氣：1,000噸/月

(3) C氣體公司

C氣體公司成立於日據時代的帝國酸素，光復後於1955年改制為C氧氣公司，是國內成立最早的工業氣體生產廠。在臺灣有台北、台中、高雄三家工廠，專業生產醫用氧氣、液氫、液氮之專業氣體生產廠。於專業生產廠中是屬於產品線較少的工廠。由於沒有引進國外大廠的資源，在規模及技術略遜一籌。產品較少，主要產品為氧氣、液氮、液氫等。

C公司南區生產廠氣體產量6,240噸/每月，南區大宗氣體每項產量如下所示：(氧、氮依市場需求而調整產量)

氧氣：3,000噸/月

氮氣：3,000噸/月

氫氣：2400噸/月

二、非專業氣體生產廠

(1) D公司-鋼鐵公司氧氣工場

D公司於生產製程中，會伴隨產出大量之可燃性氣體，故規劃此資源回收系統，成立氧氣工場，氣體分離同時可產生氧氣、氮氣、氫氣，惟鋼鐵生產過程對氧氣需求較大，故以氧氣為主要產品，氮氣、氫氣為副產品。因此；D公司氧氣工場，除了製程所需的氧氣、氮氣、氫氣外，尚有多餘之液氮、液氫外售。由於D公司氧氣工場沒有運輸車隊，產品須由客戶自提。

(2) E公司-煉油廠附屬公司

煉油公司於生產油品製程中，會伴隨產出大量之二氧化碳，為使資源再利用，設置純化系統，將二氧化碳純化再利用。於是由其職工福委會在1973年成立E公司，販售二氧化碳。由於E公司，產品須由客戶自提。二氧化碳產量

約為1,950噸/每月。

(3) F公司-化工廠

F公司成立於1975年，是遠東集團之一，也是一家上市的化工公司，設有氣體廠，氣體產量共有65萬噸/年，液態氣體產量有17萬噸/年。主要產品有氧氣、氮氣、氫氣，擁有液化氣體槽車20餘輛，液態氣體儲槽容量有7000公噸。在臺灣非專業生產廠中規模較大者。

4.3 供應商遴選決策描述

本研究之個案T公司成立於臺灣光復後，早期是一家空氣分離廠，因設備老舊，考慮更換設備，必須投入大量資金及技術也需提升，因此決定轉型成為氣體分裝站。因貨源與價格掌握於氣體生產廠，為了提升競爭力，因此；供應商遴選與採購決策是優關公司生存的重要議題。本研究以個案公司為實證對象，運用單目標數學規劃模式進行求解，其相關資料如下所示：

本案例T公司長期以來之供應商為A公司及F公司，由於氣體市場特性，常常供不應求，貨源不足、交期不穩定，但近期市場供應有反轉之趨勢，為確保貨源及取得更優惠價格，T公司擬增加其他供應商以避免缺貨及爭取最佳價格。T公司目前在接洽其他專業生產廠B公司及C公司，非專業生產廠D公司及E公司等四家產能及信譽卓越的供應商。擬在六家潛在供應商中採購四種產品，分別為液氧、液氮、液氫、二氧化碳。

其中每一產品的需求量分別為液氧=200噸/每月、液氮 =200噸/每月、液氫=30噸/每月、二氧化碳 =60噸/每月。假設向非專業生產廠D公司及E公司購買，須自提產品，將產生運輸費用，其運輸成本為每一噸500元。每一供應商*j*提供產品*i*的價格如表4-1所示。每一供應商*j*有產能限制(以南區產能為主)如表4-2所示。每一供應商*j*有最少訂購量(最少購買一車計)如表4-3所示。每一供應商*j*提供產品*i*有品質水準，即產品不純物最高含量如表4-4所示。每一供應商之風險值越低表示風險控管能力越好，供應商*j*之風險控管能力如表4-5所示。每一供應商*j*提供產品*i*有遲交懲罰金額如表4-6所示，產品服務水準假設至少不得低於2分，每家供應商產品之服務水準如表4-7所示。供應商供給彈性依規模及產品種類多寡來決定，可參考供應商供應產品種類表如表4-8所示。

表 4-1 供應商價格表

供應商 <i>j</i> / 產品 <i>i</i>	A	B	C	D	E	F
液氧	3,300	3,500	3,200	n/a	n/a	3,100
液氮	3,300	3,500	3,200	3,000	n/a	3,100
液氫	20,500	21,500	22,000	20,000	n/a	22,000
二氧化碳	6,000	6,500	n/a	n/a	5,000	5,500

表 4-2 供應商產能限制表

供應商 <i>j</i> / 產品 <i>i</i>	A	B	C	D	E	F
液氧	6,600	4,000	3,000	n/a	n/a	6,000
液氮	9,900	18,000	3,000	3,500	n/a	6,000
液氫	600	1,000	240	3,000	n/a	600
二氧化碳	1,200	500	n/a	n/a	1,950	3,000

表 4-3 供應商最少訂購量表

供應商 j 產品 i	A	B	C	D	E	F
液氧	10	10	10	n/a	n/a	10
液氮	10	10	10	10	n/a	10
液氫	7	7	7	7	n/a	7
二氧化碳	10	10	n/a	n/a	10	10

表 4-4 品質水準表

供應商 j 產品 i	A	B	C	D	E	F
液氧	0.2	1	1	n/a	n/a	1
液氮	0.2	2	2	2	n/a	2
液氫	2	2	3	3	n/a	4
二氧化碳	13	13	n/a	n/a	13	13

表 4-5 供應商風險控管能力

供應商 j 產品 i	A	B	C	D	E	F
液氧	1	1	2	n/a	n/a	3
液氮	1	1	2	4	n/a	3
液氫	2	2	3	3	n/a	4
二氧化碳	1	5	n/a	n/a	1	2

表 4-6 供應商遲交懲罰金額

供應商 j 產品 i	A	B	C	D	E	F
液氧	(2%)3500	(3%)3500	(2%)3200	n/a	n/a	(5%)3100
液氮	(2%)3500	(3%)3500	(3%)3200	(4%)3000	n/a	(5%)3100
液氫	(4%)14700	(5%)15050	(4%)15400	(5%)14000	n/a	(7%)15400
二氧化碳	(15%)6000	(20%)6500	n/a	n/a	(10%)5500	(12%)5500

表 4-7 供應商服務水準

供應商 <i>j</i> / 產品 <i>i</i>	A	B	C	D	E	F
液氧	5	5	3	n/a	n/a	5
液氮	5	3	3	2	n/a	4
液氫	4	3	3	2	n/a	2
二氧化碳	5	2	n/a	n/a	5	4

表 4-8 供應商供應產品種類表

供應商 <i>j</i> / 產品 <i>i</i>	A	B	C	D	E	F
液氧	v	v	v	n/a	n/a	v
液氮	v	v	v	v	n/a	v
液氫	v	v	v	v	n/a	v
二氧化碳	v	v	n/a	n/a	v	v

4.4 實證個案模型之建立與求解

4.4.1 建立個案公司單目標供應商選擇數學模式

本研究將利用圖3-1所提之流程，來建立個案公司之單目標數學規劃模式。本模型建構步驟如下列所示：

步驟1：確認供應商遴選準則

參考各學者供應商遴選準則之文獻，發展問卷，根據問卷結果，並參酌買賣雙方的準則與限制，訂出七種供應商遴選準則，分別為品質、服務、交期、供應商產能、價格、供應商風險、供貨彈性等。

步驟2：決定目標函數

從採購策略、供應商遴選準則中，找出可以使採購成本最小化的因子，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)~(3-21)式建構出二元單目標數學規劃模式，依市場供需兩種情境；供不應求及供過於求等建立兩個模型。供不應求其完整的數學模式如下：

$$\text{Min } \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^6 X_{ij} P_{ij} + \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^6 X_{ij} T_{ij} \quad (4-1)$$

s.t

$$\sum_{j=1}^6 Y_{ij} s_{ij} \geq S_i \quad i=1,2,\dots,4 \quad (4-2)$$

$$\sum_{i=1}^4 X_{ij} \leq C_j \quad j=1,2,\dots,6 \quad (4-3)$$

$$\left(\sum_{j=1}^6 Y_{ij} r_{ij} \right) / n_i \leq R_i \quad i=1,2,\dots,4 \quad (4-4)$$

$$\sum_{j=1}^6 X_{ij} (1 - Q_{ij}) = D_i \quad i=1,2,\dots,4 \quad (4-5)$$

$$X_{ij} \geq m_{ij} Y_{ij} \quad j=1,2..6 \quad (4-6)$$

$$i=1,2..4$$

$$\sum_{i=1}^4 Y_{ij_r} - \sum_{i=1}^4 Y_{ij_{r+1}} \geq 0 \quad j=1,2..6 \quad (4-7)$$

$$r=1,2..4$$

$$X_{ij} \leq MY_{ij} \quad j=1,2..6 \quad (4-8)$$

$$i=1,2..4$$

$$Y_{ij} \in \{1,0\} \quad (4-9)$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad (4-10)$$

供過於求其完整的數學模式如下：

$$\text{Min} \quad \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^6 X_{ij} P_{ij} + \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^6 X_{ij} T_{ij} + \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^6 Y_{ij} A_{ij} P_{ij} \quad (4-11)$$

s.t

$$\sum_{j=1}^6 Y_{ij} S_{ij} \geq S_i \quad i=1,2,..4 \quad (4-12)$$

$$\sum_{i=1}^4 X_{ij} \leq C_j \quad j=1,2,..6 \quad (4-13)$$

$$\left(\sum_{j=1}^6 Y_{ij} r_{ij} \right) / n_i \leq R_i \quad i=1,2..4 \quad (4-14)$$

$$\sum_{j=1}^6 X_{ij} (1-Q_{ij}) = D_i \quad i=1,2..4 \quad (4-15)$$

$$X_{ij} \geq m_{ij} Y_{ij} \quad j=1,2..6 \quad (4-16)$$

$$i=1,2..4$$

$$X_{ij} \leq MY_{ij} \quad j=1,2..6 \quad (4-17)$$

$$i=1,2..4$$

$$\sum_{i=1}^4 Y_{ij_r} - \sum_{i=1}^4 Y_{ij_{r+1}} \geq 0 \quad j=1,2..6 \quad (4-18)$$

$$r=1,2..4$$

$$\sum_{j=1}^6 Y_{ij} = 1 \quad (4-19)$$

$$Y_{ij} \in \{1,0\} \quad (4-20)$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad (4-21)$$

4.4.2 個案公司模型求解

本研究建構之數學模式單目標混合整數線性數學規劃之最佳問題，將各參數數值代入，並利用LINGO 14.0版電腦套裝軟體進行模式求解，即可求出選擇那些供應商，及最佳之供應商訂購數量。

4.4.3 實證結果與分析

依供不應求及供過於求兩模型經計算後所求得最佳解分別為：

一、供不應求之模型：最低採購成本為NT\$2,198,747。向供應商B購買液氧10噸、向供應商F購買液氧190噸。向供應商A購買液氮10噸、向供應商B購買液氮10噸、向供應商C購買液氮10噸、向供應商F購買液氮170噸。向供應商A購買液氫23噸、向供應商D購買液氫7噸。向供應商E購買二氧化碳60噸。經計算結果整理如表4-9

表4-9 供不應求數學規劃模式輸出解

供應商 j 產品 i	A	B	C	D	E	F
液氧		10				190
液氮	10	10	10			170
液氫	23			7		
二氧化碳					60	

目標函數值= 2,198,747

二、供過於求之模型：最低採購成本為NT\$2,327,551。向供應商F購買液氧200噸。向供應商A購買液氮200噸。向供應商B購買液氫30噸。向供應商A購買二氧化碳60噸。經計算結果整理如表4-10所示。

表4-10 供過於求數學規劃模式輸出解

供應商 j 產品 i	A	B	C	D	E	F
液氧						200
液氮	200					
液氫		30				
二氧化碳	60					

目標函數值= 2,327,551

5. 研究結論

5.1 研究結論

本研究結合供應商遴選準則及單目標數學規劃概念，建構出供應商評選模式，經實證結果，本模式能夠選擇出合適的供應商及採購數量，同時亦考量供不應求及供過於求二種情境，所建立的不同模式，於供不應求情境時，為了確保貨源、分散風險，並在總成本最小情形下，向多家供應商購買產品，於供過於求情境下，每一種產品只向一家供應商購買，以求的最佳價格。可更符合實務上企業所追求之策略目標考量，以解決氣體分裝站確保貨源及取得較佳價格問題，並得到採購成本最佳化的良好成果。此證明本研究所建構的模型在實務上是可行的，也可將此研究結果提供給相關產業參考用。

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，發現現行作業進行採購決策時考慮較單純，採購者除了考慮價格問題，或考慮公司政策、人情壓力、運輸時間成本、供應商技術能力等，而本研究的採購模型參考各種評估屬性，所建立的模型具有客觀性及完整性。因此利用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：可保持與供應商良好關係。實際採購缺點：採購成本較高。採購人員為保持供應商良好關係，大都只向單一家廠商購買，雖可掌握貨源，但缺乏議價能力，易被供應商掌握。以模型採購優點：採購成本較低且可快速求得最佳訂購量。遇市場供需變化時，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。利用電腦軟體LINGO之運算，讓採購人員快速分析，即可決定供應商的選擇及求得訂購數量。以模型採購缺點：資料不完整時，將產生失真。實際採購考慮因素複雜，若提供的資料不完整或無法量化，則無法得到正確的下單數量。

6.參考文獻

中文部份

- 1.丁士展、黃國英(2004)。供應鏈管理多供應商採購決策之多目標訂單分配模式。第一屆臺灣作業研究學會學術研討會暨 2004 年科技與管理學術研討會，開南管理學院，桃園縣，1286-1297。
- 2.林恆忠(2010)。應用模糊多目標數學規劃在 JIT 企業遴選供應商之研究。國立高雄應用科技大學商務經營研究所碩士論文。
- 3.徐永文(2009)。供應商的選擇與採購訂單分配-以金融卡交易設備製造商為例。國立清華大學工業工程與工程管理學系在職專班碩士論文。
- 4.陳賢文(2009)。跨國氣體在新興產業市場佈局的個案研究-以 L 公司為例。國立中山大學管理學院高階經營碩士在職專班碩士學位論文。
- 5.簡禎富 (2012)。決策分析與管理。台北市：雙葉書廊有限公司。

英文部份

- 1.Boer, L. D., Labro, E., and Morlacchi, P.(2001). A review of methods supporting supplier selection, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 7, 75-89.
- 2.Dickson, G. W.,(1966). An analysis of supplier selection system and decision, *Journal of the Purchasing*, 2, 5-17.
- 3.Janssen, F., and Kok T. D., (1999). A two-supplier inventory model, *International Journal of Production Economics*, 59, 395-403.
- 4.Mummalaneni, V., Dubas K. M., and Chao, Chiang-nan,(1996). Chinese purchasing managers preferences and trade-offs in supplier selection and performance evaluation, *Industrial Marketing Management*, 25, 115-124.
- 5.Pan, A. C., (1989). Allocation of order quantity among suppliers, *Journal of Purchasing and Materials Management*, 25, 36-39.
- 6.Presutti, W. D. (1992). The single sourcing issue: US and Japanese sourcing strategies, *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 28, 2-9.
- 7.Weber,C. A., Current, J.R., and Benton, W. C.,(1991). Vendor selection criteria and methods, *European Journal of Operational Research* , 50, 2-18.
- 8.Zsidisin G. A.(2002). A grounded definition of supply risk, *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9, 217-224.
- 9.Zsidisin G. A.(2003). Managerial perceptions of supply risk, *Journal of Supply Chain Management*, 39(1), 14-26.

三、其他

- 1.三福氣體公司，網址：<http://www.airproducts.com.tw>。
- 2.台北氧氣公司，網址：<http://www.taiox.com.tw>。
- 3.亞東氣體公司，網址：<http://www.tw.airliquide.com>。
- 4.東聯化學工業股份有限公司，網址：<http://www.oucc.com.tw/>。
- 5.高壓氣體工會，網址：<http://www.tiga.org.tw/>。
- 6.聯華林德公司，網址：<http://www.boclh.com.tw/>，
- 7.Air Liquide，網址：<http://www.airliquide.com/>。
- 8.Air Products，網址：<http://www.airproducts.com/>。
- 9.Linde Group，網址：<http://www.lindegas.com/>。