

# 混合模式於航空公司維修外包商選擇

## A HYBRID MODEL FOR AIRLINE MAINTENANCE OUTSOURCING SELECTION

劉建浩 James J. H. Liou<sup>1</sup>

葉怡廷 Yi-Ting Yeh<sup>2</sup>

莊哲維 Che-Wei Chuang<sup>3</sup>

(101 年 1 月 10 日收稿，101 年 5 月 14 日第一次修改，101 年 6 月 15 日第二次修改，  
101 年 6 月 30 日定稿)

### 摘 要

面對全球化的市場，航空運輸業的彼此競爭日趨激烈。臺灣為一海島型國家，面對經濟成長與國民所得的提升，航空運輸成為不可或缺的要素。航空公司為了滿足市場需求及維持高度競爭力，提供一個安全、舒適、快捷的飛航服務更是必要的條件。因此，航空維修委外是目前降低成本並保持服務水準的重要競爭策略之一。然而，建立一套良好的維修委外代理商評選制度，將是未來航空運輸業發展重要之課題。本研究提出 12 項影響航空公司評選維修委外商之因素，過去雖已經有研究於建立各種評估模式，但多假設因素間為相互獨立，但現實環境中這些因素間應該彼此有關連。因此本研究首先利用決策實驗室分析法 (DEMATEL) 了解航空公司考量因素之關連性及影響性，再以 DANP 法 (DEMATEL-based ANP) 計算評選準則之權重。最後使用 VIKOR 績效排序法，選出航空公司最適合之維修委

- 
1. 國立臺北科技大學工業工程與管理學系副教授 (聯絡地址：臺北市忠孝東路 3 段 1 號；電話：(02)27712171 轉 2332；E-mail：jhliou@ntut.edu.tw)。
  2. 開南大學空運管理學系碩士 (E-mail：m09809004@gmail.com)。
  3. 開南大學空運管理學系碩士 (E-mail：m09809005@gmail.com)。

外代理廠商。此模式應當更能符合實際的狀況。

**關鍵詞：** 委外；航空公司；DANP；DEMATEL；VIKOR

## ABSTRACT

*The competition of air transportation has increased continuously due to globalization. Since Taiwan is an island country and faces economy growth and per capita income, air transportation has an increasingly essential role. Airlines are asked to meet the needs of airline markets and maintain high levels of competitiveness. It's essential for airlines to provide safe, comfortable and efficient air transport services and, as such, the industry of airline maintenance outsourcing has become an important strategy necessary to reduce costs and maintenance of the service levels. However, the important task remains for airlines to build good assessment systems in maintenance outsourcing activities. This study proposes twelve factors affecting airlines' maintenance outsourcing. Efforts have been made to find systematic ways to attain proper outsourcing providers, but these have assumed that criteria used in the decision process are independent, which is not true in the real world. To address this problem, we first use a Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) to build the network relationship between criteria. Second, DANP (DEMATEL-based ANP) is used to calculate the weights of assessing criteria. Finally, VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) performance ranking method is used to select the most suitable outsourcing maintenance agent by airlines. The proposed model should more reasonably reflect the real world.*

**Key Words:** Outsourcing; Airline; DANP; DEMATEL; VIKOR

## 一、前言

自從全球化後，航空運輸已成為各國經濟發展重要的基礎，而彼此間競爭也越來越激烈，由於航空產業的發達，可以帶動全世界的旅客來往從事旅遊、業務洽公、返鄉探親、訪友等活動蓬勃發展。臺灣為一海島國家，對航空運輸的依賴也更深，近年來由於經濟成長與國民所得日漸提升，國人出入境次數增加，航空公司為了滿足航空市場需求及維持高度競爭力，不是只求便利性，也要提供好的飛航品質，供應每日數以萬計的航班，能安全、準時將人們和貨物運送至世界各地。因此，提供一安全、舒適、快捷的飛航服務更是必要的條件。

然而航空運輸是一個高度分工的產業，要維持市場競爭力，將部分工作外包 (outsourcing) 而只保留自身的核心能力，已是一個不可抵擋的趨勢。優質的航空器、妥善的航空器

維護、維修與保養工作，乃是確保航空公司航空器之營運安全及準點的重要因素，更是航空公司確保整體運營成本效益的關鍵所在。簡單來說，一個成功的航空公司背後，都必須藉由一支優秀、完善的航空器維護、修理與翻修隊伍，作為其堅強營運後盾，方能提供航空公司安全、準時及舒適之營運服務。但是航空公司的航點遍及全世界，若是每一航點均派駐維修人員，對航空公司而言將是一個沉重的負擔，因此委外經營維修是目前大部分航空公司的經營策略，但是如何選擇一個適當的委外廠商，不但維繫著飛航安全與可靠度，也有許多考量，例如公司文化相容性、價格、服務或風險等各方面。過去已有許多研究企業外包的問題 (Ellram 等人<sup>[1]</sup>；Sarder 等人<sup>[2]</sup>；Wang 與 Yang<sup>[3]</sup>；Yang 等人<sup>[4]</sup>)，也獲得相當不錯的成果，不過大多假設準則間為相互獨立，但在現實的社會中，這些評估準則應該或多或少存在相依性。有別於之前的研究，本研究提出一非獨立性的多準則評估模式 (multi criteria decision making, MCDM)，考慮準則間的相依性，幫助航空公司選擇最適合的維修外包商。在本研究架構中，航空公司在選擇委外維修商並不只是單純考慮維修商所提出的價格，而是經由考慮每一維修商在價格、維修品質、安全考量、標準作業以及歷史紀錄等整體情況後，再利用本研究架構中之維修商評估模型，選出最適合之維修商。

為說明本研究模式的可行性，本研究是以臺灣某航空公司為例，對航空產業維修委外具豐富經驗之管理人或維修人員為對象，對位於安格拉治航空站合作之維修委外廠商進行評選。透過問卷方式進行，主要利用多準則評估方法建構航空器維修委外評估準則，強調評估準則間的非獨立性及其之間相互關係。首先以決策實驗室分析法 (decision making trial and evaluation laboratory, DEMATEL)，探究準則間之相互關連性。再利用決策實驗室分析法與網路層級分析法 (analytic network process, ANP) 之結合 DANP 法 (DEMATEL-based ANP)，運算評估準則之間相對權重，最後使用 VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje, VIKOR) 排序法，求出最佳之維修委外代理商。本研究模式改善了傳統 ANP 法在進行加權超級矩陣 (supermatrix) 時，假設各構面為等權重的不合理假設，因為各構面間的影響應該依據 DEMATEL 的分析結果進行合理分配，此外，本研究方法也改進 ANP 超級矩陣在進行兩兩比較時的繁複過程，本研究之具體貢獻如下：

1. 建構航空公司委外評估架構及指標；
2. 建立航空公司評估準則間之網路關係圖，此網路關係圖可提供決策者了解準則間的相依性，並據此提出改善策略；
3. 建構一種數學評估模式，將可選擇之維修委外代理商進行績效評估，並依績效之優劣進行排列，以選擇最適合的外包商；
4. 發展一套航空業選擇航空器維修委外商的評估模式，以提供國內航空業在日後選擇維修商時之參考，此模式並可使用於其他產業外包時之參考。

## 二、文獻探討

### 2.1 委外之定義

全球航空產業的趨勢逐漸趨於追求利潤並強調市場機能，尋求以最少之成本創造最大產能為目標，不僅以其產能滿足市場，同時以市場開發機能，發揮「利潤中心」之最大機制。「外包 (outsourcing)」一詞由是 Hamel 與 Prahalad<sup>[5]</sup>在「哈佛商業評論」(Harvard business review) 中提出，成為企業競爭優勢的一項重要武器。現代企業最重要管理概念和經營手法，乃是將一部分或全部落於組織所選定之核心競爭力外的功能，由外部廠商執行，包括產品設計、裝備維修、服務及其他支援性活動，Gay 與 Essinger<sup>[6]</sup>認為其目的為降低營運成本、提高效率 and 較快的速度調適生產規模與生產範圍；且在市場上有助於專業分工，形成市場紀律。

Arnold<sup>[7]</sup>認為外包是 outside resource using 的縮寫，可分為以下 3 部分來說明：

1. outside 的意義是指創造價值的活動不在於企業本身內部。
2. 外部的觀點是由策略面來考量，主要是由資源基礎觀點視企業為資源與知識的結合體，若企業無法經由環境獲得資源，則將無法在競爭市場中生存。
3. 外部資源被利用來增強企業的競爭力，供應鏈管理則是使得開發資源的利用以達到企業目的的方法。

Hill<sup>[8]</sup>認為近幾年來許多企業將非核心事業活動轉為外包方式，這種方式起源於組織辨認出何種價值創造活動會形成組織競爭優勢的基礎，並抱持此想法以發揮組織核心價值創造活動，而其他的活動則端視是否能委由外包商執行，如果外包的話，則將其他的活動委外由外包商處理。他列舉外包的優缺點如下：

#### 1. 優點

- (1) 將非核心事業活動委外給供應商，能使該個別的活動在執行上更具效率，公司也能降低成本結構。
- (2) 將非核心價值創造的活動外包給具特異能力的供應商，組織亦能提升最後產品優良特性。
- (3) 外包能將有限的人力、財務及實體資源集中在加強組織核心或特異能力。
- (4) 外包能使組織對於市場情況的改變更能變通及回應。

#### 2. 缺點：

- (1) 失去活動中學習的能力以及養成組織特異能力的機會。
- (2) 過度依賴外包商使外包商的執行成效開始惡化。
- (3) 將維持組織競爭優勢的競爭活動外包，組織在未來能力的發展將失去控制，而組織

的成就也將衰退。

理論上來說，一最完善的委外承包商，應該能夠提供比內製更具品質和效率的服務，不過再好的方案都有其風險存在，因此慎選委外承包商是各企業不可忽視的要務。

## 2.2 航空器維修委外現況與文獻

根據 Aero Strategy<sup>[9]</sup> 的預測，於 2004-2014 年全球 MRO (maintenance, repair, and overhaul) 市場 CAGR 為 5.6%，其中引擎為 7.1%，居各項維修之首，線上維修 (line maintenance) 最低，僅為 3.7%；若以區域別來看，北美地區 MRO 成長較緩，為 4.3%，亞太成長較快，為 7.4%，歐洲則約與全球成長率相當，為 5.8%。根據 Aviation Week 的 Overhaul & Maintenance<sup>[10]</sup> 調查，2010 年在全球 Airframe Maintenance (機體維修) 供應商中，以 ST (Singapore Technologies Aerospace) 居首高達 878 萬工人小時 (man-hour)，其次為亞太最大之 MRO 供應商 HAECO (香港飛機工程為太古成員)、TAECO (廈門太古) 與 STAECO (山東太古)，為 602 萬工人小時；Malaysian Aerospace Engineering 之 MRO 供應商則居第 3，為 480 萬工人小時，至於 SIA Engineering Company 為 460 萬工人小時；居全球第 4；歐洲的 AFI KLM E&M 為 360 萬工人小時，表 1 為全球 Airframe Maintenance 供應商排序表。

表 1 全球機體維修 (Airframe Maintenance) 供應商排序表

排名	公司名稱	百萬工人小時
1	Singapore Technologies Aerospace (ST)	8.78
2	HAECO/TAECO/STAECO	6.02
3	Malaysian Aerospace Engineering	4.8
4	SIA Engineering Company	4.6
5	AFI KLM E&M	3.6
6	AAR Corp.	3.46
7	Israel Aerospace Industries/Bedek Aviation Group	3.1
8	Aveos Fleet Performance	2.6
9	Egypt Air Maintenance & Engineering	2.55
10	Abu Dhabi Aircraft Technologies/SR Technics	2.54

資料來源：Overhaul & Maintenance<sup>[10]</sup>。

李志偉<sup>[11]</sup>研究顯示出由於航空市場需求及高度競爭，加上國際原油價格不斷攀升，促使低成本航空公司相繼成立。維修方面，低成本航空與傳統航空公司的航空器適航標準都必須符合法規上之要求，傳統航空公司雖然擁有自己的維修廠以進行相關維修工作，但也

將部分的維修項目外包；低成本航空公司成立之初，原本就受限於機隊的大小與資金的問題，無法立即成立自己的維修廠，因此低成本航空公司更是將維修外包視為必要的營運策略。鄭鈞元<sup>[12]</sup>以國內航空市場為研究範圍，並以 6 家航空公司之從業人員作為調查對象，利用模糊理論與灰色系統理論之分析方法，經篩選後萃取出 28 項之評選廠商考量因素，並對此 28 項之考量因素做重要性之排序，作為航空公司執行飛機維修作業委外時，評選飛機維修廠商之關鍵因素。該研究指出就航空產業而言，部分航空公司採用委外策略，逐漸將成本高、技能高、難度高等之飛機維護、維修與保養作業，交由外部專業之飛機維修廠商來執行。如此可以使航空公司在運作之價值供應鏈中，達到降低廠房設施、人員、器材補給與庫存等成本之目標，進而可專心做好服務顧客之核心事業。然而，飛機維修廠商之評選作業，將直接攸關此委外策略的成敗。本文除了提出評選時的關鍵因素外，同時考慮準則間的相依性，並針對可能的潛在供應商使用 VIKOR 法進行評估，此評估結果可以提供各供應商改善的策略。陳文正<sup>[13]</sup>認為航空業因資本需求大、勞力需求多、技術需求廣泛，如何有效分配及運用資源並使用外包方式，是使企業永續經營的重要策略。溫冬藏<sup>[14]</sup>利用模糊理論分析整合顧客意見，建立一套模糊綜合評判法。研究指出航空修護廠對承包之修復、製造及校驗產品的顧客滿意度極端重視，除了必須滿足規格需求外，且須以原委託客戶之主觀心理感覺與認知為主。

### 2.3 評估構面與準則

為維修商選擇評估之影響準則，分別探討兼容性、品質、管理、成本以及風險 5 大構面。本研究經由相關文獻之探討，初步找出 5 大構面與 40 個準則，如下表 2 所示。

表 2 初步構面與準則表

構 面	準 則	參考文獻
兼容性 (Compatibility)	01. 關係 (relationship) 02. 靈活性 (flexibility) 03. 訊息共享 (information sharing) 04. 客戶需求反應 (responsiveness to customer needs) 05. 滿足客戶特殊要求 (fulfilling customers special requests) 06. 客戶訊息服務平台 (customer information service platform) 07. 信任 (trust) 08. 風險共享和報酬的關係 (sharing of risks and rewards of relationship) 09. 共同規劃未來的方向 (future orientation with joint planning) 10. 文化相容性 (cultural compatibility)	Liou 與 Chuang <sup>[15]</sup> ; Kahraman 等人 <sup>[16]</sup> ; Lin 等人 <sup>[17]</sup> ; Ellram 與 Billington <sup>[18]</sup> ; Bailey 等人 <sup>[19]</sup>

表 2 初步構面與準則表 (續)

構 面	準 則	參考文獻
品質 (Quality)	11. 知識技能 (knowledge skills) 12. 客戶滿意度 (customers' satisfactions) 13. 準時率 (on time rate) 14. 交付內容的準確性 (accuracy of delivered contents) 15. 測試數據的正確性 (correctness of testing data) 16. 設施和技術能力 (facility and technological capability) 17. 產品品質符合性 (product conformance quality) 18. 成熟的技術 (maturity of technology)	Liou 與 Chuang <sup>[15]</sup> ; Lin 等人 <sup>[17]</sup> ; Kahraman 等人 <sup>[16]</sup> ; Hwang 等人 <sup>[20]</sup>
管理 (Management)	19. 可靠性 (reliability) 20. 工作隊伍穩定性 (workforce stability) 21. 改進潛力 (probability of future improvements) 22. 財務業績 (financial performance) 23. 技術技能 (technical capability) 24. 過去績效 (performance history) 25. 信譽 (reputation) 26. 交付管理能力 (delivery management capability)	Araz 等人 <sup>[21]</sup> ; Hwang 等人 <sup>[20]</sup> ; Chen 與 Wang <sup>[22]</sup> ; Lin 等人 <sup>[17]</sup>
成本 (Cost)	27. 節約成本 (cost saving) 28. 計費靈活性 (flexibility in billing) 29. 降低生產成本 (reduced production costs) 30. 降低交易成本 (reduced transactions costs) 31. 降低運營成本 (reducing operating costs) 32. 價格 (price) 33. 人員成本 (personal costs)	Liou 與 Chuang <sup>[15]</sup> ; Ellram 與 Billington <sup>[18]</sup> ; Bies 與 Zacharia <sup>[23]</sup> ; Kahraman 等人 <sup>[16]</sup> ; Lam 與 Han <sup>[24]</sup>
風險 (Risk)	34. 工會 (labor union) 35. 損失管理控制 (loss of management control) 36. 訊息安全 (information security) 37. 士氣問題 (morale problem) 38. 技術不確定性 (technology uncertainty) 39. 市場成熟度 (market maturity) 40. 經驗 (experience)	Liou 與 Chuang <sup>[15]</sup> ; Yang 等人 <sup>[4]</sup> ; Hwang 等人 <sup>[20]</sup> ; Chen 與 Wang <sup>[22]</sup>

由於受到全球化的影響，導致企業在全世界需散佈眾多人力資源，且航空公司為一具兼容性的產業，得經由各不同領域產業之結合，整合成一完整之空運系統，然而為了提供有效服務，業者必須克服時代迅速變化的挑戰與提升競爭力。

本研究就所探討的 5 個構面，其定義分別如下：

1. 兼容性：通常係指運用在人、事、物的符合度上。因為每家公司有其不同的公司文化，當考慮外包作業時應當考慮彼此間的人事、裝備、制度、資訊系統等是否相容，以避免因為彼此的制度或裝備不同而產生誤解或執行上的困難。例如航空公司進行外包作業時，需要考慮彼此人員的作業方式、資訊系統及裝備等是否符合，還有簽證制度是否彼此承認等問題。
2. 品質：Deming<sup>[25]</sup>認為產品品質就是「一種以最經濟的手段，製造出市場上最有用的東西」；Juran<sup>[26]</sup>認為「品質是一種合用性」(fitness for use)，目的並不僅是銷售出去而已，而合用性的意義在於「使產品在使用特性期間能夠滿足使用者的需求」。在設計、製造及使用 3 個階段，將其劃分為設計品質、製造品質及使用維修品質 3 種，是以「顧客導向」的觀點重新闡述產品品質的研究與發展的意義；Crosby<sup>[27]</sup>將品質定義為「與需求一致」。綜合學者對「品質」定義的看法，認為品質主要是符合消費者的需求，使顧客滿意，能符合上述兩種條件的產品或服務即是有高品質。
3. 管理：管理是指有系統地運用組織的人力、物力、才力與科技，以期順利達成任務的過程。這個名詞是指一種和他人及透過他人有效能以及有效率地完成活動的程序。管理是指通過計畫、組織、領導及控制資源，以最高效益的方法或措施達成公司的目標。
4. 成本：所謂成本係指供給產品或勞務之一切營業支出，即各該成本計算期間內，所發生之一切營業內之支出皆屬之。成本最直接的定義就是完成或取得某件事務所付出的代價，代價有許多種，可能是時間、勞力或是以物易物，以某種資源轉變成或是換取某種資源。
5. 風險：美國學者 Willet<sup>[28]</sup>是最早研究關於風險一詞的學者，他把風險理論與保險聯繫起來研究，把風險與偶然和不確定性聯繫起來，提出風險是客觀存在的，具有不確定性，從保險業的角度探討風險與損失之間的內在聯繫。及至 1956 年 Gallagher<sup>[29]</sup>在哈佛商業評論發表以風險管理為題的文章，確立了風險管理學術基礎，並且認為保險只是風險管理的工具之一，從而對風險發生的不確定性進行了定義，認為不確定性也可測。

Lee 與 Kim<sup>[30]</sup>分析外包之結構關係與選擇委外的重要因素，並確定企業與委外商的夥伴關係和影響外包的決策因素。在市場行銷工作委外關係，採策略聯盟管理。提出 6 個影響決策分別是：共享的知識、組織間的聯繫、相互依賴、利益、承諾和趨勢。Lin 等人<sup>[17]</sup>討論臺灣半導體公司的委外評選因素，提出 4 大構面依序為：交付管理能力、質量管理能力、綜合服務能力、價格。Ellram 與 Billington<sup>[18]</sup>於研究中顯示出槓桿採購外包的決定因素有：(1) 降低成本：其中包含降低生產成本、降低交易成本、正確的訊息及減少不確定性、交易程序化；(2) 減少風險：共有的資產、盈虧平衡、訊息共享 (包括正式和非正式)；(3) 承諾：靈活性與一體化、共同規劃未來的方向與信任、相互依存、共享風險；(4) 控制與依賴：競爭力；(5) 信託：投機的風險、多重關係及複雜管治；(6) 成本：總成本。Kahraman 等人<sup>[16]</sup>使用群體決策方法於訊息系統外包，提出 7 大準則：價格／成本、產品



符合性、按時交貨、設施和技術能力、質量關係、職業化銷售人員、對客戶需求反應。Yang 等人<sup>[4]</sup>於研究中發展出一個決策模式運用於商業程序的委外，所探討準則包含期望值、成本節約、核心競爭力、靈活性、風險、訊息安全、損失的管理控制、工會、士氣問題、供應商的服務品質、及市場成熟度。綜合以上相關研究不難發現，現代企業選擇外包供應商時，價格已經不再是唯一的考量，許多策略性的考量因素如資訊共享、風險分散、彼此信任、品質、公司文化等等，都逐漸被各行各業所重視，航空公司雖然為服務業，但是飛機維修是非常技術性的專業領域，它的外包除了一般製造或服務業所考慮的價格、品質之外，彼此的信任程度、資訊交換、認證程序等都是獨特的考量因素，因此在本研究初步的因素篩選過程中，都將這些因素先行納入考慮。

### 三、研究方法

本節說明所使用之研究方法共分為 3 小節，第 1 小節為利用 DEMATEL 建立航空公司選擇維修委外廠商的影響模式，以及當中關係的結構確認，第 2 小節為使用 DEMATEL 與 ANP 之結合 (所謂 DANP) 求取權重，第 3 小節說明 VIKOR 排序法進行績效評估。

#### 3.1 決策實驗室分析法

決策實驗室分析法為日內瓦中心 Battelle 紀念協會 (Battelle Institute) 於 1971 年所發展來解決科技與人類的事務<sup>[31,32]</sup>，被用於研究世界複雜難解且相互關聯之問題群 (如種族、飢餓、環保、能源等)，以釐清問題本質，而有助於對策研擬。Huang 等人<sup>[33]</sup>利用此方法之基礎概念，延伸應用在非獨立性 (non-independence) 問題之多準則評估。於 DEMATEL 法中，其中分析的元素滿足以下 3 項假設：

1. 需要明確問題的性質：在問題形成和規劃階段，對研究的問題清楚知道是什麼性質，以便正確地設定問題；
2. 需有明確問題間的關聯性：由每個問題元素起始，表示出與其他元素間的關聯性，通常以 0、1、2、3、4 等表示其關聯強度；
3. 需了解每個問題元素的本質特性：對於每個問題元素，再做相關問題分析後的補充說明。

決策實驗室法分析建置過程簡要說明如下<sup>[34,35]</sup>：

1. 建立直接關係矩陣 ( $\mathbf{Z}$ )；當已知影響程度大小時，即可直接建立 ( $\mathbf{Z}$ )：

$$\mathbf{Z} = [z_{ij}]_{n \times n}$$

$$\text{但 } \mathbf{Z}^p = [z_{ij}^p]_{n \times n} ; z_{ij}^p = \sum_{p=1}^k z_{ij}^p / k \quad (1)$$

此  $\mathbf{Z}^p$  表示第  $p$  位專家的直接關係矩陣問卷結果， $z_{ij}^p$  之  $p$  表示第  $p$  位填寫問卷者，其  $i$

因素影響  $j$  因素之影響程度，而  $k$  表示專家數目。經由以上運算式得知各項準則之算術平均數後，成對比較影響程度，將關係強弱矩陣以下列方式進行標準化轉換，將形成  $n \times n$  初始直接影響矩陣  $Z$ 。

$$Z = \begin{bmatrix} z_{11} & \cdots & z_{12} & \cdots & z_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ z_{i1} & \cdots & z_{ij} & \cdots & z_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ z_{n1} & \cdots & z_{nj} & \cdots & z_{nn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

2. 計算標準化直接影響矩陣；標準化直接影響矩陣可利用下面公式求出，其矩陣對角線為 0，行與列之和最大為 1。

$$\text{令 } s = \min \left\{ 1 / \max \sum_{j=1}^n z_{ij}, 1 / \max \sum_{i=1}^n z_{ij} \right\}, i, j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

(列加總分之一及行加總分之一，擇其最大之一， $s$  為再取兩者中最小值) 即得  $X = sZ$ 。

3. 總影響關係矩陣 ( $T$ ) 可依下列方程式獲得：

$$\begin{aligned} \text{令 } T &= X + X^2 + \dots + X^\alpha \\ &= X(I - X + \dots + X^{\alpha-1})(I - X)(I - X)^{-1} \\ &= X(I - X^\alpha)(I - X)^{-1} \\ \lim_{\alpha \rightarrow \infty} (X + X^2 + \dots + X^\alpha) &= X(I - X)^{-1}, \text{ when } \alpha \rightarrow \infty, X^\alpha = [0]_{n \times n} \end{aligned} \quad (4)$$

即得  $T = X(I - X)^{-1}$ 。

4. 繪製因果圖

將總影響矩陣  $T$  之每列與每行做加總，即可得各列及各行之總和  $D_i$  值及  $R_i$  值來表示 (如圖 1)。

$$D_i = \sum_{j=1}^n t_{ij}, i = 1, 2, \dots, n; R_j = \sum_{i=1}^n t_{ij}, 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$D_i$  值意即直接或間接影響其他準則之影響程度大小； $R_i$  值意即被其他準則影響之影響程度大小。

5. 總影響關係矩陣分析

當  $i = j$  時：

(1) 行列之和 ( $D_i + R_i$ ) 表示因子間的關係強度 (中心準則)， $i$  準則屬性影響其他所有準則與受其他準則影響之和的程度。

(2) 行列之差 ( $D_i - R_i$ ) 表示因子影響或被影響的強度 (原因度),  $i$  準則屬性影響其他所有準則與受其他準則影響之差的程度。

正的越大表示影響其他準則越多, 負的越大表示被其他準則影響越多。故依據各變數之計算結果, 對各因素間之因果相互影響關係進行分析。

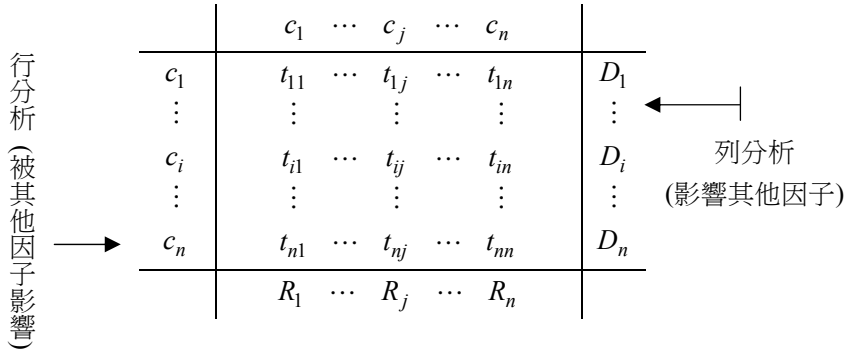


圖 1 影響與被影響之矩陣關係

### 3.2 使用 DANP 之結合求取權重

Saaty<sup>[36]</sup>於 1971 年提出層級分析法 (analytic hierarchy process, AHP) 廣泛應用於各種決策問題。之後為解決準則間的相依性, Saaty<sup>[37]</sup>於 1996 年將 AHP 延伸後提出 ANP (analytic network process, ANP) 法, ANP 目的應用在方案或準則間具相互影響關係之決策問題, 也放寬了 AHP 將其假設為獨立關係之限制, 改善 AHP 之缺失並應用 ANP 求取多準則決策問題權重值, 更能符合實際上的應用。

本文將其研究結果進行延伸, 除了利用 DEMATEL 確認集群影響程度之不同, 進一步將 DEMATEL 之總影響關係矩陣  $T$  應用於 ANP 之超級矩陣中, 主要是將問題分解成許多不同類別的集群 (Clusters), 因為使用 DEMATEL 只能取得集群內部之相互關係 (inner dependence), 若要確認集群與集群之間存在外部相互關係 (outer dependence) 時, 仍須使用 ANP 來運算, 而本文使用 DEMATEL 所取得之總影響關係矩陣中, 內含與 ANP 透過問卷確認準則重要性及影響性概念相似之「動態重要程度影響關係」, 跳脫過去之傳統假設。

本文使用 ANP 法之決策程序主要可分成 4 個階段, 如下所述:

階段 1: 確定決策問題並建立問題結構, 主要將問題清楚描述後, 將問題分解成 網路之層級架構。

階段 2: 將 DEMATEL 所取得之準則總影響關係矩陣如公式 (6) 所示, 以每層面各準則總影響程度為一正規化, 建立未加權矩陣 (unweighted supermatrix)。

$$T_C = \begin{matrix} & \begin{matrix} c_{11} \\ c_{12} \\ \vdots \\ c_{m1} \\ c_{21} \\ D_2 \\ c_{22} \\ \vdots \\ c_{2m2} \\ \vdots \\ c_{n1} \\ D_n \\ c_{n2} \\ \vdots \\ c_{nmn} \end{matrix} & \begin{matrix} D_1 & D_1 & \cdots & D_n \\ c_{11} \cdots c_{1m1} & c_{21} \cdots c_{2m2} & \cdots & c_{n1} \cdots c_{nmn} \end{matrix} \\ \begin{matrix} D_1 \\ \vdots \\ c_{m1} \\ c_{21} \\ D_2 \\ c_{22} \\ \vdots \\ c_{2m2} \\ \vdots \\ c_{n1} \\ D_n \\ c_{n2} \\ \vdots \\ c_{nmn} \end{matrix} & \begin{bmatrix} T_C^{11} & T_C^{12} & \cdots & T_C^{1n} \\ T_C^{21} & T_C^{22} & \cdots & T_C^{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ T_C^{n1} & T_C^{n2} & \cdots & T_C^{nn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (6)$$

將準則總重要程度影響關係矩陣  $T_c$  正規化後得到  $T_c^a$ ，結果如公式 (7) 所示。

$$T_C^a = \begin{matrix} & \begin{matrix} c_{11} \\ c_{12} \\ \vdots \\ c_{m1} \\ c_{21} \\ D_2 \\ c_{22} \\ \vdots \\ c_{2m2} \\ \vdots \\ c_{n1} \\ D_n \\ c_{n2} \\ \vdots \\ c_{nmn} \end{matrix} & \begin{matrix} D_1 & D_1 & \cdots & D_n \\ c_{11} \cdots c_{1m1} & c_{21} \cdots c_{2m2} & \cdots & c_{n1} \cdots c_{nmn} \end{matrix} \\ \begin{matrix} D_1 \\ \vdots \\ c_{m1} \\ c_{21} \\ D_2 \\ c_{22} \\ \vdots \\ c_{2m2} \\ \vdots \\ c_{n1} \\ D_n \\ c_{n2} \\ \vdots \\ c_{nmn} \end{matrix} & \begin{bmatrix} T_C^{a11} & T_C^{a12} & \cdots & T_C^{a1n} \\ T_C^{a21} & T_C^{a22} & \cdots & T_C^{a2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ T_C^{an1} & T_C^{an2} & \cdots & T_C^{ann} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (7)$$

其中， $T_c^{a11}$  正規化運算做法如公式 (8) 與 (9) 所示，其它  $T_c^{ann}$  同前述作法求取。

$$d_i = \sum_{j=1}^n t_{ij} \quad (8)$$

$$T_c^{a11} = \begin{bmatrix} t_{c^{11}}^{11}/d_1^{11} & \cdots & t_{c^{1j}}^{11}/d_1^{11} & \cdots & t_{c^{1n}}^{11}/d_1^{11} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{c^{i1}}^{11}/d_2^{11} & \cdots & t_{c^{ij}}^{11}/d_2^{11} & \cdots & t_{c^{in}}^{11}/d_2^{11} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{c^{n1}}^{11}/d_3^{11} & \cdots & t_{c^{nj}}^{11}/d_3^{11} & \cdots & t_{c^{nn}}^{11}/d_3^{11} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_{c^{11}}^{a11} & \cdots & t_{c^{1j}}^{a11} & \cdots & t_{c^{1n}}^{a11} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{c^{i1}}^{a11} & \cdots & t_{c^{ij}}^{a11} & \cdots & t_{c^{in}}^{a11} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_{c^{n1}}^{a11} & \cdots & t_{c^{nj}}^{a11} & \cdots & t_{c^{nn}}^{a11} \end{bmatrix} \quad (9)$$

將正規化準則總重要程度影響關係矩陣，依集群間相依關係置入數值形成超級矩陣，即為未加權超級矩陣如公式 (10)。

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} c_{11} \\ c_{12} \\ \vdots \\ c_{m_1} \\ c_{21} \\ c_{22} \\ \vdots \\ c_{2m_2} \\ \vdots \\ c_{n1} \\ c_{n2} \\ \vdots \\ c_{nm_n} \end{matrix} & \begin{matrix} D_1 \\ D_1 \\ \vdots \\ D_2 \\ D_2 \\ \vdots \\ D_n \\ D_n \\ \vdots \end{matrix} & \begin{matrix} D_1 \\ c_{11} \dots c_{1m_1} \\ \vdots \\ c_{21} \dots c_{2m_2} \\ \vdots \\ c_{n1} \dots c_{nm_n} \end{matrix} & \begin{matrix} \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \dots \end{matrix} & \begin{matrix} D_n \\ c_{n1} \dots c_{nm_n} \end{matrix} \\ \begin{matrix} D_1 \\ \vdots \\ D_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ D_n \\ \vdots \end{matrix} & \begin{bmatrix} W^{11} & W^{12} & \dots & W^{1n} \\ W^{21} & W^{22} & \dots & W^{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W^{n1} & W^{n2} & \dots & W^{nn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (10)$$

其中， $W^{11}$  與  $W^{12}$  如公式 (11) 所示，如有空白或 0 矩陣則表示集群或準則之間彼此獨立無相依性，其餘  $W^{nm}$  同前述作法取得。

$$W^{11} = \begin{matrix} & \begin{matrix} c_{11} & \dots & c_{12} & \dots & c_{1m_1} \end{matrix} \\ \begin{matrix} c_{11} \\ c_{12} \\ \vdots \\ \vdots \\ c_{1m_1} \end{matrix} & \begin{bmatrix} t_{c_{11}}^{a11} & \dots & t_{c_{12}}^{a11} & \dots & t_{c_{1m_1}}^{a11} \\ t_{c_{12}}^{a11} & \dots & t_{c_{22}}^{a11} & \dots & t_{c_{m_2}}^{a11} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{c_{1m_1}}^{a11} & \dots & t_{c_{2m_1}}^{a11} & \dots & t_{c_{mm_1}}^{a11} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad W^{12} = \begin{matrix} & \begin{matrix} c_{11} & \dots & c_{12} & \dots & c_{1m_1} \end{matrix} \\ \begin{matrix} c_{11} \\ c_{12} \\ \vdots \\ \vdots \\ c_{1m_1} \end{matrix} & \begin{bmatrix} t_{c_{11}}^{a12} & \dots & t_{c_{21}}^{a12} & \dots & t_{c_{m_1}}^{a12} \\ t_{c_{12}}^{a12} & \dots & t_{c_{22}}^{a12} & \dots & t_{c_{m_2}}^{a12} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{c_{1m_1}}^{a12} & \dots & t_{c_{2m_1}}^{a12} & \dots & t_{c_{mm_1}}^{a12} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (11)$$

階段 3：將構面總重要程度影響關係矩陣如公式 (12) 所示，以每層級各構面總影響程度為一正規化，為取得加權超級矩陣 (weighted supermatrix)。

$$T_D = \begin{bmatrix} t_D^{11} & \dots & t_D^{1j} & \dots & t_D^{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{i1} & \dots & t_D^{ij} & \dots & t_D^{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{n1} & \dots & t_D^{nj} & \dots & t_D^{nn} \end{bmatrix} \quad (12)$$

將構面總重要程度影響關係矩陣  $T_D$  正規化後得到  $T_D^a$ ，結果如公式 (13) 所示。

$$T_D^a = \begin{bmatrix} t_D^{11}/d_1 & \dots & t_D^{1j}/d_1 & \dots & t_D^{1n}/d_1 \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{i1}/d_2 & \dots & t_D^{ij}/d_1 & \dots & t_D^{in}/d_i \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{n1}/d_3 & \dots & t_D^{nj}/d_3 & \dots & t_D^{nn}/d_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_D^{a11} & \dots & t_D^{a1j} & \dots & t_D^{a1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{ai1} & \dots & t_D^{aij} & \dots & t_D^{ain} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{an1} & \dots & t_D^{anj} & \dots & t_D^{ann} \end{bmatrix} \quad (13)$$

將正規化後之構面總重要程度影響關係矩陣  $T_D^a$  置入未加權超級矩陣，將取得加權超級矩陣，結果如公式 (14) 所示。

$$W_w = \begin{bmatrix} t_D^{a11} \times W^{11} & t_D^{a21} \times W^{12} & \cdots & \cdots & t_D^{an1} \times W^{1n} \\ t_D^{a12} \times W^{21} & t_D^{a22} \times W^{22} & \vdots & & \vdots \\ \vdots & \cdots & t_D^{aji} \times W^{ij} & \cdots & t_D^{ani} \times W^{ni} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ t_D^{a1n} \times W^{n1} & t_D^{a2n} \times W^{n2} & \cdots & \cdots & t_D^{ann} \times W^{nn} \end{bmatrix} \quad (14)$$

階段 4：經重複（iteration）相乘運算後，將獲得一個穩定不再改變的極值即為極限化超級矩陣（limiting supermatrix）如公式 (15)，即可求得各評估準則之權重。

$$\lim_{\beta \rightarrow \infty} W_w^\beta \quad (15)$$

### 3.3 VIKOR 法

VIKOR 法是由 Opricovic<sup>[38]</sup>所提出，是屬於多準則決策中最佳化方法（compromise programming）之一。VIKOR 排序法之基本觀念乃在於先界定理想解（positive-ideal solution）與負理想解（negative-ideal solution），所謂理想解是指考量各備選方案，在各評估面中能得到之最佳解；而負理想解則是各備選方案在各評估面中能得到之最差解，當在決定哪一個方案最佳時，其觀念是當有一方案在各評估面上與理想解之距離總和最近，而與負理想解之距離總和最遠（如圖 2），則該方案為最佳方案，當然，若將各方案之總距離進行排序，即可成為一排序方法。在此圓弧線中 $f^c$ 是可行解中最靠近理想解 $f^*$ 的一個可行解，因此 $f^c$ 即為經過妥協之後的最佳妥協解。 $f_1^* - f_1^c = f_1$ 即是第 1 項準則讓步的程度， $f_2^* - f_2^c = f_2$ 即是第 2 項評估準則讓步的程度。

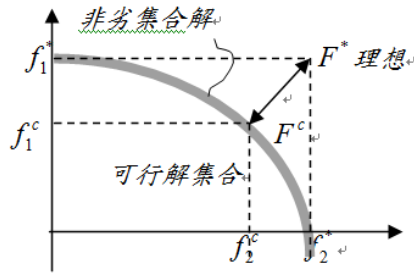


圖 2 理想解和妥協解示意圖

VIKOR 法之程序步驟簡介如下：

階段 1：找出正理想解和負理想解

$$f_j^* = \max_i a_{ij} f_{ij}, i = 1, 2, \dots, m \quad (16)$$

$$f_j^- = \min_i a_{ij} f_{ij}, i = 1, 2, \dots, m \quad (17)$$

由上述方程式中可了解到  $f_j^*$  為  $j$  準則之理想解， $f_j^-$  為第  $j$  準則之負理想解；若將  $f_j^*$  各準則組合成為航空維修委外商評估面之績效值，將是一組優質的組合；假設將  $f_j^-$  各評估準則組合成為航空維修委外商評估面之績效值，將會成為最差之群組。

階段 2：距離及綜合準則之計算

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j (f_j^* - f_{ij}) / (f_j^* - f_j^-) \quad (18)$$

$$U_i = \max_j [w_j (f_j^* - f_{ij}) / (f_j^* - f_j^-)] \quad (19)$$

上述二式當中， $w_j$  乃是各評估準則之間的相對權重，也是本研究中利用 DANP 所求出的各準則相對權重。其中， $S_i$  為第  $i$  個方案（維修委外商）距理想解之距離（當  $p = 1$  時）， $U_i$  為第  $i$  方案距理想解之距離（當  $p = \infty$  時）。值得注意的是  $S_i$  及  $U_i$  都是在多目標空間下不同定義的距離，並非圖 2 所示之距離。

階段 3：計算  $Q_i$  值

$$Q_i = v(S_i - S^*) / (S^- - S^*) + (1-v)(U_i - U^*) / (U^- - U^*) \quad (20)$$

公式 (20) 中， $v$  為決策機制係數， $Q_i$  為所謂的排序指標(ranking index)， $v$  表當決策者考量上述兩種距離函數時的比率值， $Q_i$  表示當同時考慮兩種距離時，方案  $i$  距離理想解的綜合距離指標。如果  $v$  大於 0.5 時即表示決策者根據大多數決議的方式制訂決策， $v$  近似 0.5 表示根據贊同情況制訂決策， $v$  小於 0.5 時表示根據拒絕的情況制訂決策。在 VIKOR 中乃將  $v$  設定為 0.5，是表示同時追求群體效用最大化和個別遺憾最小化。當然決策者也可以根據不同的需求使用不同的  $v$  值，表示其較重視群體效用亦或個別遺憾。

$$S^* = \min_i S_i; S^- = \max_i S_i \quad (21)$$

$$U^* = \min_i U_i; U^- = \max_i U_i \quad (22)$$

$\min_i S_i$  所得之值即實體最大效用 (majority rule)，而  $\min_i U_i$  所得之值即是最小個

別遺憾。上述  $S^*$ 、 $U^*$ 、 $S^-$ 、 $U^-$  分別表示在不同定義的距離函數之下，最佳與最差方案的距離值， $Q_i$  的意義為  $i$  方案與理想方案的綜合距離，我們可根據此綜合距離  $Q_i$  進行方案的選擇。

## 四、實證分析

經由文獻探討，本研究先篩選 40 項企業外包時考慮的可能因子，在航空公司選擇維修外包時包括所有前述因子顯然並不切實際，且部分因子可能也不適用於航空運輸業。因此本研究先對個案航空公司相關人員進行前測，我們先於民國 99 年 8 月 15 日至 8 月 30 日先後發放重要度問卷，回收後共計有效問卷為 41 份，詢問其對所提出的因子判定其重要度，重要度評分表是採用李克特量表 (Likert scale) 作為評分工具。評分等級範圍由 1 分至 5 分，1 分代表非常不重要；5 分代表非常重要。問卷回收經統計去除重要度未達 4.0 以上的因子後，剩餘 12 項該公司認為較重要的評估準則，再經過與該公司經理群討論修訂部分名稱以符合該公司習慣用語後，我們將此 12 項準則分成 5 個構面，分別為兼容性、品質、管理、成本及風險，12 項準則分別為策略合作、客戶需求反應、準時、硬體資源、品質系統、信譽、後勤補給、技術技能、價格、資訊安全與訊息服務平台、即時人力需求、風險管理。本研究所採用之準則定義如下表 3 所示。

表 3 研究構面、準則及定義說明

構面	準則	準則定義說明
兼容性	策略合作 客戶需求反應	航空公司和供應商之間相關的策略合作 供應商對於航空公司的需求反應
品質	準時 硬體資源 品質系統	供應商是否準時交付並符合安全規定 供應商的硬體資源（工具） 供應商的品質系統符合法規需求
管理	信譽 後勤補給 技術技能	供應商的信譽 供應商的後勤補給 供應商人員的技術技能
成本	價格	供應商所提出的價格
風險	資訊安全與訊息服務平台 即時人力需求 風險管理	航空公司與供應商之間的資訊安全與訊息的服務平台 供應商是能夠提供即時能力的需求 供應商的風險管理

### 4.1 DEMATEL 分析

在經由前測問卷調查與專家討論確定評估準則後，因為之前相關研究多假設構面及準



則間為相互獨立，其評估結構為層級結構 (hierarchy structure)。然而在實務中準則與構面間，應該存在某些程度的相依性，因此本研究假設構面間實際上為相互影響，並且構面內的準則亦存在相依性，也就是所謂的網路關係 (network relationship)。故本研究所形成的研究架構如圖 3 所示。

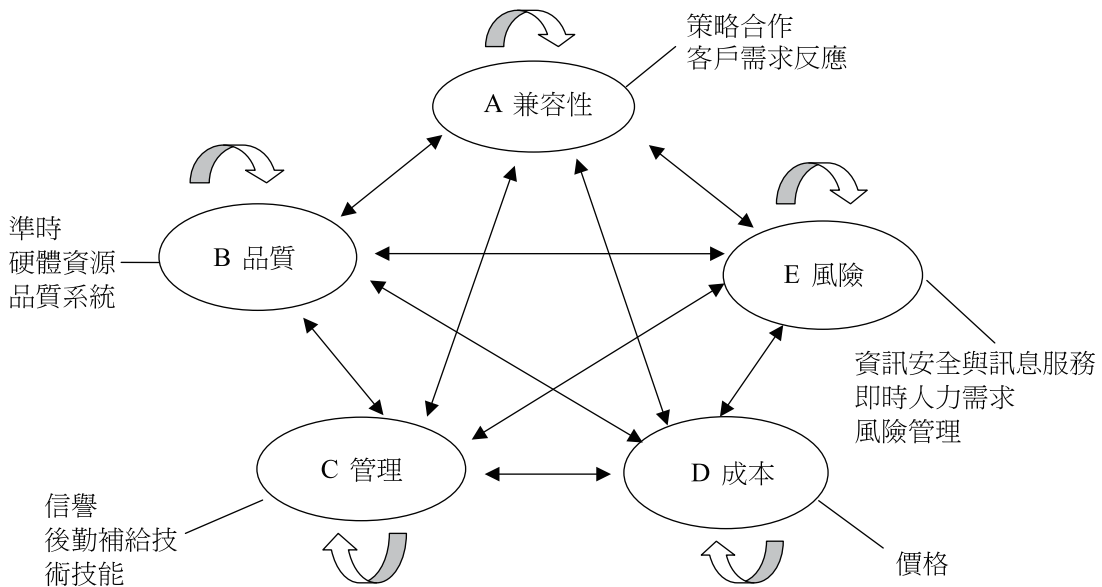


圖 3 研究架構圖

評估準則的網路關係確立之後，首先針對航空公司維修部門進行專家問卷調查，並以 DEMATEL 評估構面與準則間之重要性與其關聯度，找出彼此之間的因果關係，以發現核心因素所在。此部分的問卷於民國 99 年 11 月 29 日至 12 月 19 日，發放於案例航空公司安格拉治航空站，對象是以航空公司維修相關高階管理人員與機務人員為主，同時採用電子式及紙本式問卷發送。本研究的案例公司，目前每週飛航安克拉治 14 班，均為波音 747-400 型飛機，維修委外部分主要為線上維修 (line maintenance)，並由案例公司派駐機務代表進行簽放。該地區維修外包商目前共有 10 餘家，大都具有維修波音 747-400 之維修能量，本研究選擇其中規模較大或曾經有業務往來的 6 家公司進行調查。問卷回收統計有效問卷為 11 份，皆為男性，年齡 30-39 歲與 50-59 歲各有 1 位，其餘皆為 40-49 歲。有兩位專家學歷為高中 (職)，兩位研究所及以上，大學 (專科) 則有 7 位。有 3 位專家為安格拉治航空站的機務經理，7 位為機務代表，1 位為正工程師。3 位工作年資為 11-15 年，7 位為 15-20 年，20 年以上有 1 位。樣本數雖然僅有 11 份，但已包括該公司所有歷任經理及機務代表，故應仍具有代表性。問卷內容主要是先以 2 個主要構面透過 DEMATEL 詢問各專家，於評選維修委外代理商時所考慮問題間之關聯度及影響度。

之後再利用 3.1 小節所敘述的方式，對構面下之 12 個準則進行關聯度及影響度分析，

進而找出影響關係最大問題之準則，並針對此核心問題進行探討。透過方程式 (1)-(4)，我們可以首先獲得全影響矩陣 ( $T$ )，再利用方程式 (5) 計算行與列的總合，最後我們可得到影響度 ( $D_i - R_i$ )，以及中心度 ( $D_i + R_i$ ) 的結果如下表 4 所示。

表 4 準則影響度與中心度

	列加總 ( $D_i$ )	行加總 ( $R_i$ )	行列之和 ( $D_i + R_i$ ) (中心度)	行列之差 ( $D_i - R_i$ ) (影響度)
$a_1$ 策略合作	8.748	8.789	17.537	-0.042
$a_2$ 客戶需求反應	9.798	9.340	19.137	0.458
$b_1$ 準時	9.767	9.709	19.475	0.058
$b_2$ 硬體資源	9.021	9.006	18.027	0.015
$b_3$ 品質系統	9.626	9.545	19.171	0.082
$c_1$ 信譽	9.537	9.840	19.377	-0.303
$c_2$ 後勤補給	8.945	9.060	18.006	-0.115
$c_3$ 技術技能	9.264	9.525	18.788	-0.261
$d_1$ 價格	9.358	9.501	18.859	-0.143
$e_1$ 資訊安全與訊息服務平台	8.113	8.180	16.294	-0.067
$e_2$ 即時人力需求	9.242	8.819	18.061	0.423
$e_3$ 風險管理	8.170	8.276	16.446	-0.106

由上表 4 可以得出影響度最高者為「客戶需求反應」，而中心度最高者為「準時」；表示顧客需求會影響其準則的程度大於其被影響的程度。而準時則是影響其他準則與被其它準則所影響和最高者，此結果隱含著顧客需求反應是外包商應該特別注意的事項，因為它會影響整個評估系統中其他部分的表現，所以對供應商而言，如何滿足顧客需求應該是他所應追求的最高原則，其實這也呼應了在服務業中顧客滿意為最重要的成功關鍵。

準時是維修外包商所應遵守的最基本要求，因為任何的延誤都會造成航空公司巨大的損失，所以航空公司認為準時是整個服務品質的重點。我們再將所獲得的中心度及影響度作為 X 與 Y 座標，可以繪製成策略圖 (因果圖) 如圖 4 所示。圖 4 中的影響方向為依據全影響矩陣及圖 1 獲得，當 ( $D_i - R_i$ ) 為正值表示該因素主要影響其他因素，故箭頭指出，反之 ( $D_i - R_i$ ) 為負值代表該因素為被影響因素，故箭頭指入。此外，方向判定亦可依據全影響矩陣的兩兩比較值，設定一門檻值，當影響值大於該門檻值，則以箭頭表示其影響關係。在因果圖中位於右上角者為因，而位於下方者通常為果，所以我們可以藉由因果圖判斷如何改善績效，例如在品質構面下，我們發現「品質系統 ( $b_3$ )」的影響度為最高，因此若要改善整個品質構面，首要建立良善的品質系統。

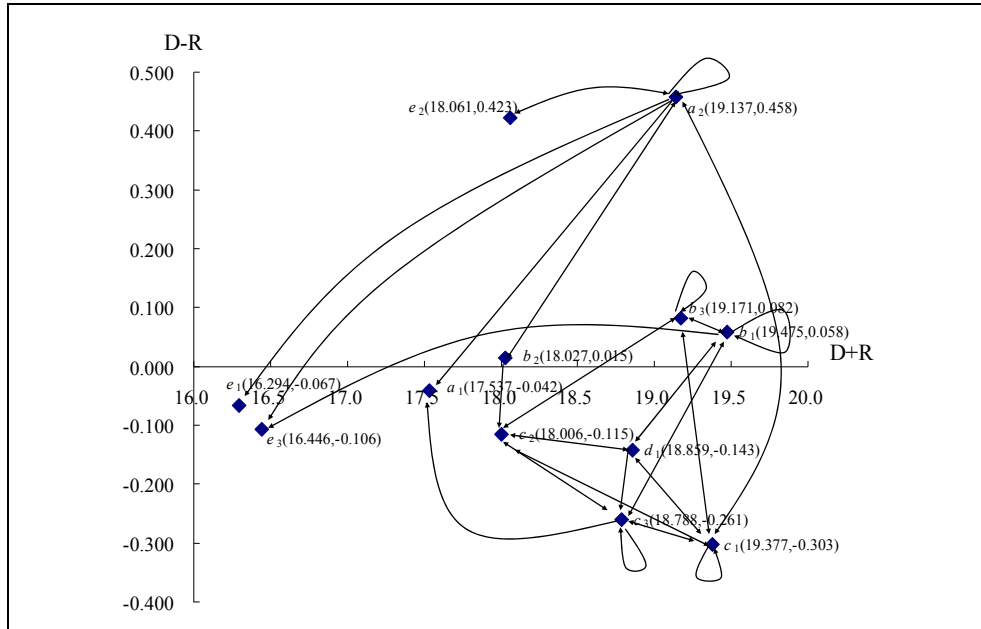


圖 4 各項準則因果關聯圖

## 4.2 DANP 權重分析

大部分的網路結構關係中，權重的計算多採用網路程序分析 (analytical network process, ANP) 法，但是在傳統的 ANP 分析中需要經過多次的兩兩比較過程，此過程不但繁複而且耗時，經常造成填答者困擾。本研究改進上述過程使用 DEMATEL 分析所產生的全影響矩陣，透過方程式 (6) ~ (10) 可以產生未加權的超級矩陣。此外，傳統 ANP 分析中對構面間的影響權重多假設相同，但實務上應當是有所差異。因此本研究考慮此種程度的相異性，使用方程式 (11) ~ (14) 可以獲得加權後的超級矩陣。最後經過多次相乘後由極限化超級矩陣中，可得知準則之整體權重及區域權重值如表 5 所示。表 5 顯示就構面重要度而言，大致可以分為兩大群組，一為品質成本面為主，包括供應商的管理 (0.207) 為最重要，其次為品質 (0.206)，再其次為成本 (0.205)。另外為風險管理群組，包括兼容性 (0.198) 與風險 (0.184)，兩者均會影響維修時的風險因素。

此結果顯示就重要度而言，該案例公司認為成本品質是較為重要，但也並不表示風險不需考慮，或許案例公司認為在該地區的所有供應商而言，風險因素是相對較低的，但其他外站或許有不同的考量。再就準則部分的整體權重而言，可以發現價格仍是最重要 (0.205)，其次為顧客需求 (0.102)，再其次為策略合作 (0.096)。這表示價格為被影響因子，也就是價格可被其他因素所影響例如交期或是品質等，其他的諸多因素最後都會反映在價格上。此有趣的結果反應出雖然在影響度方面，經理們認為價格並非影響其他因子的要

素，但是在評選供應商時，價格還是最重要的考量。其它合作廠商與航空公司的合作關係及品質也是航空公司所關注的項目，此一研究結果與實際的狀況似乎頗為吻合。值得一提的是在傳統的 ANP 分析中，決策者需要對所有準則進行多次的兩兩比較過程，此過程非常耗時且不易獲得通過一致性檢定 (consistent index) 的結果，使用 DANP 法利用 DEMATEL 所產生的全影響關係，進行正規劃 (normalization) 處理獲得影響權重 (influential weight) 後，作為 ANP 未加權超級矩陣的輸入值，可以避免傳統 ANP 繁瑣的過程，且獲得之結果更符合一致性，此為本研究與過去類似研究不同之處。

表 5 DANP 準則構面權重排序表

	Local Weight	Global Weight	排序
<b>A 兼容性</b>	<b>0.198 (4)</b>		
$a_1$ 策略合作	0.4845	0.096	3
$a_2$ 客戶需求反應	0.5155	0.102	2
<b>B 品質</b>	<b>0.206 (2)</b>		
$b_1$ 準時	0.343	0.071	5
$b_2$ 硬體資源	0.319	0.066	9
$b_3$ 品質系統	0.338	0.070	6
<b>C 管理</b>	<b>0.207 (1)</b>		
$c_1$ 信譽	0.346	0.072	4
$c_2$ 後勤補給	0.319	0.066	8
$c_3$ 技術技能	0.335	0.070	7
<b>D 成本</b>	<b>0.205 (3)</b>		
$d_1$ 價格	1.000	0.205	1
<b>E 風險</b>	<b>0.184 (5)</b>		
$e_1$ 資訊安全與訊息服務	0.324	0.060	12
$e_2$ 即時人力需求	0.349	0.064	10
$e_3$ 風險管理	0.327	0.060	11

### 4.3 VIKOR 績效排序

經由前述的分析後，我們獲得各準則的整體權重值。接著我們再請經理們就目前安克拉治較大的 6 家維修代理商進行評估，評估的方式是先請經理或專家們就所評估的項目設定一渴望水準 (或以 10 分為渴望水準)，然後依據此水準下評估每家供應商的分數，為保持商業機密，我們以  $A_1$  到  $A_6$  表示此 6 家公司，各供應商在各準則的評估分數及整體權重值如表 6 所示。

依據表 6 的績效表，利用 3.3 小節所介紹的 VIKOR 法，我們使用方程式 (16)~(22) 進行計算，同時考慮效用最大化 ( $S_i$ ) 及最小遺憾值 ( $U_i$ ) 狀況下的綜合距離值 ( $Q_i$ ) (表 7)，結果數字顯示在各種距離定義下，各供應商距離正理想解的距離，就此研究案例而言，最

佳的維修供應商應為  $A_4$ ，因為它具有最小的綜合距離，如果仔細觀察績效值表 6，不難發現事實上  $A_4$  的優勢為價格上更具競爭力，但品質與管理而言  $A_1$  及  $A_2$  都更具優勢，也就是說  $A_4$  應當努力改善其品質與管理面，以便維持其目前的短暫優勢，而  $A_1$  與  $A_2$  若能致力於縮小其各項成本，使其價格更低廉，將可以大幅提升其在市場上的競爭力。值得一提的是在本研究中我們考慮兩種定義下的距離權重各為 50%，也就是使用  $v$  值設定為 0.5，事實上不同的決策考量也可以使用不同的  $v$  值。

表 6 維修委外商準則績效評分表

	權重	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_4$	$A_5$	$A_6$
<b>A 兼容性</b>							
$a_1$ 策略合作	0.096	6.455	6.909	7.091	7.636	5.273	5.455
$a_2$ 客戶需求反應	0.102	6.727	7.182	7.182	8.546	6.6364	6.091
<b>B 品質</b>							
$b_1$ 準時	0.071	7.091	7.909	7.182	7.455	6.091	6.182
$b_2$ 硬體資源	0.066	8.636	8.273	6.727	6.727	5.2727	6.000
$b_3$ 品質系統	0.070	8.636	8.455	7.727	7.000	5.909	6.091
<b>C 管理</b>							
$c_1$ 信譽	0.072	8.818	8.364	7.546	7.818	5.818	5.636
$c_2$ 後勤補給	0.066	8.364	8.182	7.455	6.364	5.364	5.455
$c_3$ 技術技能	0.070	8.727	8.818	7.364	7.000	5.727	6.000
<b>D 成本</b>							
$d_1$ 價格	0.205	6.000	6.636	6.727	7.727	6.273	6.273
<b>E 風險</b>							
$e_1$ 資訊安全與服務	0.060	7.364	7.818	6.727	6.636	5.182	6.182
$e_2$ 即時人力需求	0.064	6.273	6.273	6.364	8.273	5.273	5.091
$e_3$ 風險管理	0.060	7.909	8.364	6.455	6.364	5.182	5.364

表 7 各種不同距離之計算

	$S_i$	$U_i$	$Q_i$	Rank
A <sub>1</sub>	0.579	0.072	0.500	4
A <sub>2</sub>	0.718	0.076	0.385	2
A <sub>3</sub>	0.533	0.086	0.492	3
A <sub>4</sub>	0.731	0.205	0.000	1
A <sub>5</sub>	0.063	0.032	1.000	6
A <sub>6</sub>	0.096	0.032	0.975	5
$S^* = 0.731$		$U^* = 0.205$		
$S^- = 0.063$		$U^- = 0.032$		

## 五、討論與建議

總結來說，本研究的具體貢獻為過去多準則決策分析大都假設準則間為相互獨立，但是在實際的環境中準則間多存有相依性，本研究因此採用 DEMATEL 法建構準則間的網路結構，再配合所產生的全影響矩陣，轉換為 ANP 的超級矩陣，對照過去的 ANP 分析所需要的冗長兩兩比較程序，因此可以簡化。此外，過去 ANP 分析對有關係的構面間，大都假設其影響程度為相同，而給予相同的權重值，本研究進一步根據 DEMATEL 所產生的關係影響程度給予各被影響構面不同的影響比率值，然後再進行正規劃處理，此修正模式應更能符合真實狀況。最後本研究使用 VIKOR 進行績效評估，同時考慮兩種不同定義下的距離概念，求取各供應商與理想解間的距離值，此方式或許能更客觀地找出最佳的供應商。本研究所衍生的管理義涵如以下內容：

### (一) 顧客需求為影響力最大的因素

依據 DEMATEL 影響度的分析，所獲得的準則影響度與中心度（表 4），可以發現如何滿足「顧客需求」在所有評估準則中其淨影響度（ $D_i - R_i$ ）為最大，也就是說其他準則或多或少都受到其影響，例如供應商所報的價格會受到顧客需求的範圍而波動，其他如人力規劃或硬體設施等也都受其程度不一的影響，因此如何滿足顧客需求，已是現今商業活動中的根本問題，過去大量製造的時代已經逐漸轉變為目前客製化的趨勢，航空運輸業的產品即是服務，如何滿足顧客需求已是目前所有產業最重要的課題，也是維持在目前高度競爭的航空運輸市場中生存的必要因素，雖然航空運輸業所面對的是各種需求的旅客，但仍然需要滿足旅遊、探親或商務旅客的需求，例如對商務旅客提供更舒適的座位，對一般旅遊為主的客群提供更優惠的價格等，或是利用顧客關係管理提供大量且客製化的服務，是航空公司應當努力的方向。

### (二) 準時為選擇供應商的基本要求

就本研究的維修外包案例而言，維修公司必須面對不同的航空公司經營型態，如低成本、商務、客運或貨運航空運業者，如何滿足客戶需求將會是影響度最大考慮因素。另外考慮準則的中心度時，「準時」的（ $D_i + R_i$ ）最大，針對航空產業特殊的環境，「準時」是基本的要求，特別是外站的維修，航空公司經常為縮短轉機時間，以增加飛機使用率，因此維修外包商如何在極短的時間內，完成修復或檢查並保持航機的適航性，就成為供應商選擇的中心要求。

### (三) 價格為選擇供應商的關鍵因素

就 DANP 分析所獲的重要度分析中可以發現，雖然品質或風險常為人們所重視，但是不可諱言的是價格仍然是評估供應商時重要的因素，特別是在高度競爭的航空運輸業，維修外包主要的目的之一也是希望能將成本降低，以增加市場的競爭力，因此價格的重要度最高也就不令人意外，值得一提的是航空維修產業與其他產業不同的地方，在於所有維修廠都必須經過官方機構(民航局或美國聯邦航空局)的驗證，也就是其品質與管理都已達到所謂的適航標準 (airworthiness standard)，或許也是因此本研究結果所呈現的現象，價格成為外包選擇時很重要的考慮因素，但並非其不重視品質與管理，而是此部分在航空維修部分已經有官方機構進行把關。此外，就分析結果來看除了價格之外，是否與該公司保持良好的關係，也就是兼容性的問題也是航空公司所重視的，因為服務業有許多的服務是母公司與供應商之間必須密切合作才可能完成，因此兼容性也是評估時的重要考量因素，比如資訊的交換，若是彼此之間的資訊系統不一致，將造成資訊傳遞的困難，或是雖然外包公司具有維修該機型的能量，但是公司文化差異若是太大，也會造成執行上的困難。

#### (四) 決策者偏好的彈性調整

最後績效評估部分，若以距離為概念，多採用單一距離的定義進行，例如 TOPSIS (technique for order preference by similarity to an ideal solution) <sup>[39]</sup>，但是此種單一距離的量測方式並不可靠，特別是在排序部分<sup>[40]</sup>，本研究所採用的 VIKOR 同時考慮兩種距離概念，使用上也更具有彈性，可依決策者的偏好調整兩種距離的權重，似乎更能反映現今複雜的商業環境。本研究假設兩種距離的定義權重相同，但實務上不同的決策者偏好可以使用不同設定值，也就是透過不同的需求使用不同的  $\nu$  值，表示其較重視群體效用亦或個別遺憾。

雖然本研究獲致初步成果，但仍然有些許改善的空間，例如在調查期間因為各經理所處的角度不同，所以填答的差異性本研究以平均值取代，或許使用模糊理論來處理此部分是不錯的方式。最後，本研究所發展的模式以航空運輸業為例，是否能擴及其他如製造業部分，其結果是否具有普遍性也是未來值得深入討論的課題之一。

### 參考文獻

1. Ellram, L. M., Tate, W. L., and Billington, C., "Offshore Outsourcing of Professional Services: A Transaction Cost Economics Perspective", *Journal of Operations Management*, Vol. 26, Issue 2, 2008, pp. 148-163.
2. Sarder, Md. B., Rogers, K. J., and Prater, E., "Outsourcing SWOT Analysis for Some US Industry", PICMET 2006 Proceeding, Istanbul, Turkey, 2006.
3. Wang, J. J. and Yang, D. L., "Using a Hybrid Multi-Criteria Decision Aid Method for Information System Outsourcing", *Computers & Operations Research*, Vol. 34, Issue 12, 2007, pp. 3691-3700.
4. Yang, D. H., Kim, S., Nam, C., and Min, J. W., "Developing a Decision Model for Business

- Process Outsourcing”, *Computers & Operations Research*, Vol. 34, Issue 12, 2007, pp. 3769-3778.
5. Hamel, G. and Prahalad, C. K., “The Core Competence of the Corporation”, *Harvard Business Review*, Vol. 68, Issue 3, 1990, pp. 79-91.
  6. Gay, C. L. and Essinger, J., *Inside Outsourcing the Insider's Guide to Managing Strategic Sourcing*, Nicholas Brealey Publishing, London, 2000.
  7. Arnold, U., “New Dimensions of Outsourcing: A Combination of Transaction Cost Economics and the Core Competencies Concept”, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, Vol. 6, Issue 1, 2000, pp. 23-29.
  8. Hill, W. L. and Jones, R., *Strategic Management Theory - An Integrated Approach*, Houghton Mifflin, Boston, 1998.
  9. ICF International, “Maintenance, Repair, +Overhaul”, <http://www.icfi.com/markets/aviation/maintenance-repair-and-overhaul>, 2012.
  10. Aviation Week, “Overhaul & Maintenance”, <http://it.zinio.com/page/?issue=416172260&pg=28&categoryId=cat1960028>, 2011.
  11. 李志偉，「低成本航空公司維修管理策略之研究」，開南大學空運管理學系碩士論文，民國 96 年。
  12. 鄭鈞元，「航空公司飛機維修委外策略對飛機維修廠商評選關鍵因素之影響」，世新大學企業管理研究所碩士論文，民國 97 年。
  13. 陳文正，「航機維修外包策略之探討」，國立臺灣科技大學工業管理系，碩士論文，民國 97 年。
  14. 溫冬藏，「航空修護廠對承包之修、製產品的顧客滿意度評量模式探討」，中華科技大學飛機系統工程研究所碩士論文，民國 97 年。
  15. Liou, J. H. and Chuang, Y. T., “Developing a Hybrid Multi-Criteria Model for Selection of Outsourcing Providers”, *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, Issue 5, 2010, pp. 3755-3761.
  16. Kahraman, C., Engin, O., Kabak, O., and Kaya, I., “Information Systems Outsourcing Decisions Using a Group Decision-Making Approach”, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 22, Issue 6, 2008, pp. 832-841.
  17. Lin, Y. T., Lin, C. L., Yu, H. C., and Tzeng, G. H., “A Novel Hybrid MCDM Approach for Outsourcing Vendor Selection: A Case Study for a Semiconductor Company in Taiwan”, *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, Issue 7, 2010, pp. 4796-4804.
  18. Ellram, L. and Billington C., “Purchasing Leverage Considerations in the Outsourcing Decision”, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, Vol. 7, Issue 1, 2000, pp. 15-27.
  19. Bailey, W., Masson, R., and Raeside, R., “Outsourcing in Edinburgh and the Lothians”, *European Journal of Purchasing & Supply Management*, Vol. 8, Issue 2, 2002, pp. 83-95.
  20. Hwang, H. S., Ko, W. H., and Goan, M. J., “Web-Based Multi-Attribute Analysis Model for Make-or-Buy Decisions”, *Mathematical and Computer Modelling*, Vol. 46, Issue 7-8, 2007, pp. 1081-1090.



21. Araz, C., Ozfirat, P. M., and Ozkarahan, I., “An Integrated Multicriteria Decision-Making Methodology for Outsourcing Management”, *Computers & Operations Research*, Vol. 34, Issue 12, 2006, pp. 3738 - 3756.
22. Chen, L. Y. and Wang, T. C., “Optimizing Partners’ Choice in IS/IT Outsourcing Projects: The Strategic Decision of Fuzzy VIKOR”, *International Journal of Production Research*, Vol. 120, Issue 1, 2009, pp. 233-242.
23. Bies, W. and Zacharia, L., “Medical Tourism: Outsourcing Surgery”, *Mathematical and Computer Modelling*, Vol. 46, Issue 7-8, 2007, pp. 1144-1159.
24. Lam, T. and Han, X. J., “A Study of Outsourcing Strategy: A Case Involving the Hotel Industry in Shanghai, China”, *Hospitality Management*, Vol. 24, Issue 1, 2005, pp. 41-56.
25. Deming, W. E., *Out of the Crisis*, MIT Centre for Advanced Engineering Study, Cambridge, MA, 1986.
26. Juran, J. M., Cryna, F. M., and Bingham, R. S., *Quality Control Handbook*, McGraw-Hill, New York, 1974.
27. Crosby, P. B., *Quality Is Free: The Art of Making Quality Certain*, McGraw-Hill, New York, 1979.
28. Willett, A., “The Economic Theory of Risk and Insurance”, Columbia University, Ph.D. thesis, 1901.
29. Gallagher, R. B., “Risk Management: A New Phase of Cost Control”, *Harvard Business Review*, Vol. 34, No.5, 1956, pp. 75-86.
30. Lee, J. N. and Kim, Y. G., “Understanding Outsourcing Partnership: A Comparison of Three Theoretical Perspectives”, *IEEE Transaction on Engineering Management*, Vol. 52, Issue 1, 2005, pp. 43-57.
31. Gabus, A. and Fontela, E., *World Problems, an Invitation to Further Thought within the Framework of DEMATEL*, Battelle Geneva Research Center, Switzerland Geneva, 1972.
32. Gabus, A. and Fontela, E., *Perceptions of the World Problematique: Communication Procedure, Communicating with those Bearing Collective Responsibility (DEMATEL report no. 1)*, Battelle Geneva Research Center, Switzerland, Geneva, 1973.
33. Huang, C. Y. and Tzeng, G. H., “Reconfiguring the Innovation Policy Portfolios for Taiwan’s SIP Mall Industry”, *Technovation*, Vol. 27, Issue 12, 2007, pp. 744-765.
34. Liou, J. H., Tzeng, G. H., and Chang, H. C., “Airline Safety Measurement Using a Hybrid Model”, *Journal of Air Transport Management*, Vol. 13, Issue 4, 2007, pp. 243-249.
35. Ou Yang, Y. P., Shieh, H. M., Leu, J. D., and Tzeng, G. H., “A Novel Hybrid MCDM Model Combined with DEMATEL and ANP with Applications”, *International Journal of Operations Research*, Vol. 5, Issue 3, 2008, pp. 160-168.
36. Saaty, T. L., “A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures”, *Journal of Mathematical Psychology*, Vol. 15, Issue 3, 1977, pp. 234-281.
37. Saaty, T. L., *Decision Making with Dependence and Feedback: Analytic Network Process*, RWS publications, Pittsburgh, 1996.

38. Opricovic, S. and Tzeng, G. H., "Multicriteria Planning of Post-Earthquake Sustainable Reconstruction", *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, Vol. 17, Issue 3, 2002, pp. 211-220.
39. Chen, S. J. and Hwang, C. L., *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer-Verlag, Berlin, 1992.
40. Opricovic, S. and Tzeng, G. H., "Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS", *European Journal of Operation Research*, Vol. 156, Issue 2, 2004, pp. 445-455.

## 附錄

### 重要度問卷

	非常 不重要	不 重要	普 通	很 重要	非常 重要
<b>兼容性 Compatibility</b>					
01. 關係 (Relationship)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
02. 靈活性 (Flexibility)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
03. 訊息共享 (Information sharing)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
04. 客戶需求反應 (Responsiveness to customer needs)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
05. 滿足客戶特殊要求 (Fulfilling customers' special requests)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06. 客戶訊息服務平台 (Customer information service platform)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
07. 信任 (Trust)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
08. 風險共享和報酬的關係 (Sharing of risks and rewards of relationship)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
09. 共同規劃未來的方向 (Future orientation with joint planning)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. 文化相容性 (Cultural compatibility)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>品質 Quality</b>					
11. 知識技能 (Knowledge skills)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. 客戶滿意度 (Customers' satisfactions)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. 準時率 (On time rate)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. 交付內容的準確性 (Accuracy of delivered contents)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. 測試數據的正確性 (Correctness of testing data)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. 設施和技術能力 (Facility and Technological Capability)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. 產品品質符合性 (Product Conformance Quality)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	非常不重要	不重要	普通	很重要	非常重要
18. 成熟的技術 (Maturity of technology)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>管理 Management</b>					
19. 可靠性 (Reliability)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. 工作隊伍穩定性 (Workforce stability)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. 改進潛力 (Probability of future improvements)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. 財務業績 (Financial performance)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. 技術技能 (Technical capability)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24. 過去績效 (Performance history)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25. 信譽 (Reputation)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26. 交付管理能力 (Delivery management capability)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>成本 Cost</b>					
27. 節約成本 (Cost saving)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28. 計費靈活性 (Flexibility in billing)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29. 降低生產成本 (Reduced production costs)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30. 降低交易成本 (Reduced transactions costs)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31. 降低運營成本 (Reducing operating costs)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32. 價格 (Price)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33. 人員成本 (personal costs)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>風險 Risk</b>					
34. 工會 (Labor union)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35. 損失管理控制 (Loss of management control)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36. 訊息安全 (Information security)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37. 士氣問題 (Morale problem)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
38. 技術不確定性 (Technology uncertainty)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
39. 市場成熟度 (Market maturity)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
40. 經驗 (Experience)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## DANP 問卷

「準則相互影響評量」評分等級範圍從 0~4，共分為 5 等級 (如下表所示)，0 表示無影響，4 表示極高度影響，請分別依「列」對「行」之直接影響，在每一個對應之交叉格內給予評量分數。

評估尺度	影響程度
0	無影響
1	低度影響
2	中度影響
3	高度影響
4	極高度影響

準則項目 \ 準則項目	策略合作	客戶需求反應	準時	硬體資源	品質系統	信譽	後勤補給	技術技能	價格	資訊安全與 訊息服務平台	即時人力需求	風險管理
策略合作												
客戶需求反應												
準時												
硬體資源												
品質系統												
信譽												
後勤補給												
技術技能												
價格												
資訊安全與 訊息服務平台												
即時人力需求												
風險管理												

### 績效評估

主要了解您對於航空器維修委外商之選擇因素，並依照您對於航空器維修委外商了解程度，對 XX 航空公司在 Anchorage (ANC) 維修委外商進行滿意度評價。依照您對於之滿意度給予評比，由 1 分 (不滿意)~10 分 (非常滿意)。

準則項目 航空器維修委外商	策略合作	客戶需求反應	準時	硬體資源	品質系統	信譽	後勤補給	技術技能	價格	資訊安全與服務平台	即時人力需求	風險管理
A <sub>1</sub>												
A <sub>2</sub>												
A <sub>3</sub>												
A <sub>4</sub>												
A <sub>5</sub>												
A <sub>6</sub>												

