

第三章 績效評估指標之建立與評估程序

3.1 研究架構

本文的研究架構如圖 3-1 所示，可分為評估指標選取、績效評估與結果分析等三大部分。

在評估指標選取部分，又可細分為初始指標集合、指標分群與代表性指標選取等三方面。在初始指標集合方面，首先探討影響航空站營運層面的概念架構，在此概念架構下尋找影響各層面的評估項目，至於各層面的評估項目會於後續章節作詳盡之介紹；再者，經由回顧國內外相關文獻，並且依據指標選取的相關原則，整理過去專家學者常使用的一些營運與財務績效衡量指標；最後再進而與專家學者訪談，並進一步找出衡量航空站營運與財務績效之初始指標集合。在指標分群方面，係將所選取的初始指標集合利用灰色關聯分析法，估算各指標的灰關聯度，並依照指標之間彼此的灰關聯度大小，將指標予以分群，至於灰色關聯分析法的理論基礎與計算方式將於後續章節作詳盡之介紹。在代表性指標選取方面，係將分群後的指標，經由相對總得點的估算方式，在每一群同型指標中，挑選一個較具代表性的指標，藉此增加評估指標之代表性，以及降低衡量指標的個數，以達簡化之目的，至於相對總得點的估算方式亦將於後續章節作詳盡之介紹。

在績效評估部分，在經由灰關聯度分群並從中選出代表性評估指標後，將營運與財務指標作整合的工作，並以 TOPSIS 方法(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution，多評準決策法)將代表性指標值轉換為各航空站的績效分數，以進行各受評航空站營運績效與財務績效分數的計算與排序，至於 TOPSIS 方法的理論架構與計算步驟將於後續章節作詳盡之介紹。

在結果分析部分，係將依據營運績效與財務績效排序的結果，進一步分析其原因，分別探討比較不同評估層面之績效表現，找出可能改善航空站營運方式與提昇績效的因子，以進一步提昇航空站之營運績效與財務績效。

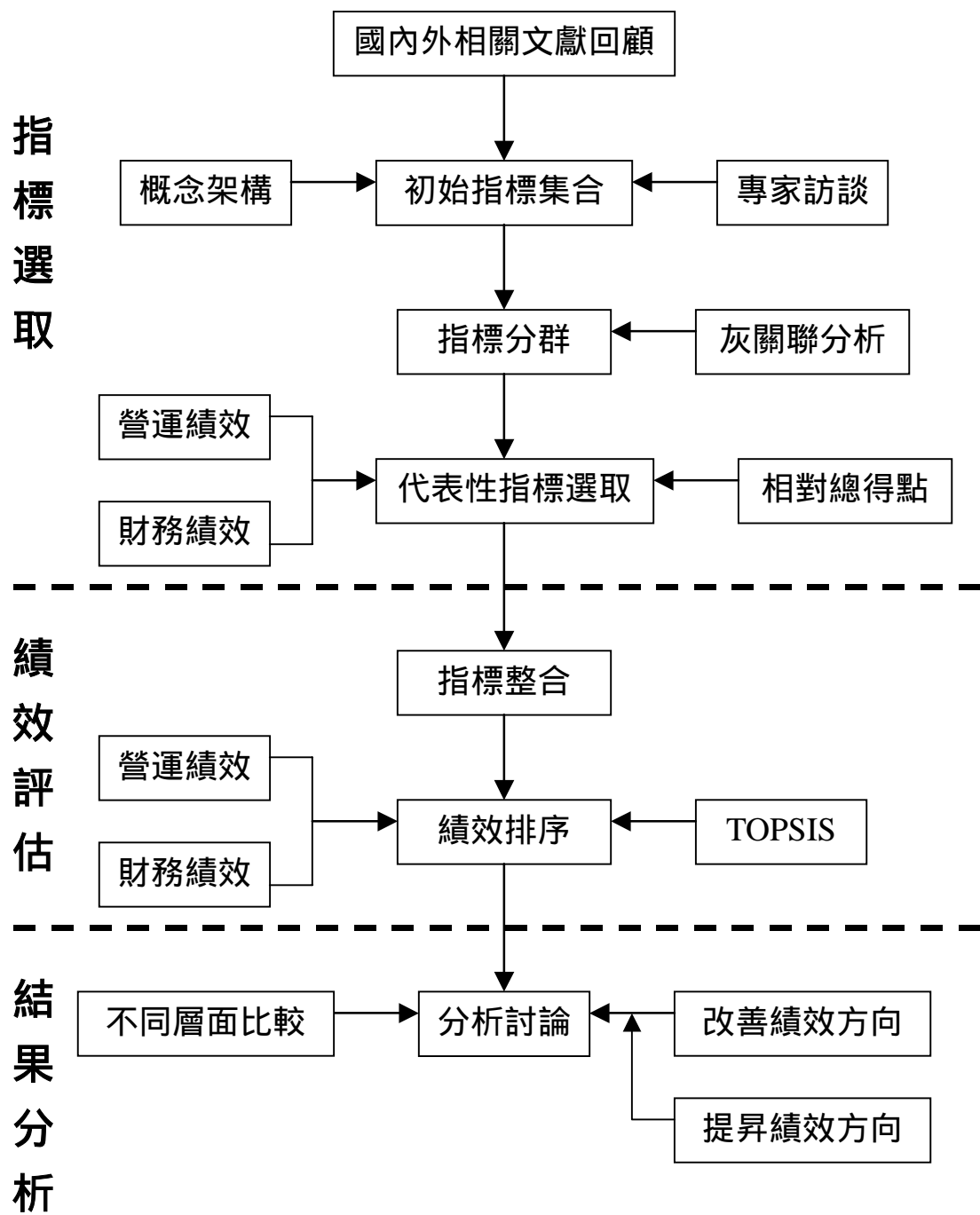


圖 3-1 研究架構圖

3.2 研究假設

本文進行各類型航空站營運與財務績效評估之研究時，係以客觀、可量化的評估指標為衡量依據。不過，關於資料的來源與使用仍有以下的假設。

假設 1：本文假設在正常範圍內，其評估指標的變化趨勢皆呈現愈大愈佳的型態，亦即評估指標呈現望大值的變化趨勢。

假設 2：本文對於營運層面相關資料的蒐集係來自民航作業單位的相關出版品與報告書，財務層面相關資料的蒐集則來自各航空站的財務報表與報告書。至於超出此範圍的評估指標，由於其資料取得不易，實務上亦不易衡量，本文假設此類指標對營運與財務績效的影響不大。

3.3 初始評估指標集合之建立

3.3.1 概念架構之形成

如圖 3-2 所示，本研究基於考量與航空站營運層面息息相關的部分，大致上可區分為機場、旅客與航空公司等三大組成要素，而基於上述三大組成要素便可進一步形成航空站績效評估的概念架構。

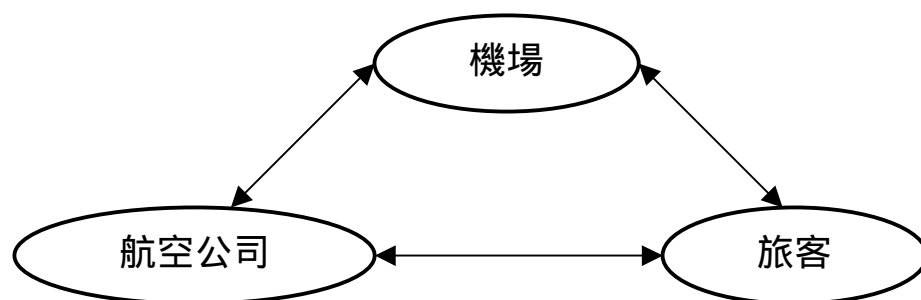


圖 3-2 航空站營運績效評估之概念架構

根據上述三大組成要素可進一步細分各類別的評估項目，如表 3-1 所示。在評估機場要素方面又可區分為機場設施與消防航管兩方面，機場設施的項目包括現有員工人數、航廈面積、停機坪面積、停車位數量、起降容量、登機門數目、報到櫃台數目、總收入及非航空收入等，消防航管的項目包括警消人員數及航管人員數等；在評估旅客要素的項目包括總旅客人數及尖峰小時旅客數等；在評估航空公司要素的項目包括起降架次、貨運噸數、航空公司家數、航線數目及尖

峰小時起降架次等。

表 3-1 航空站之營運績效評估項目表

評估類別	評估項目
機場要素	現有員工人數
	航廈面積
	停機坪面積
	停車位數量
	起降容量
	登機門數目
	報到櫃台數目
	總收入
	非航空收入
旅客要素	總旅客人數
	尖峰小時旅客數
航空公司要素	起降架次
	貨運噸數
	航空公司家數
	航線數目
	尖峰小時起降架次
消防航管	警消人員數
	航管人員數

3.3.2 評估指標選取之原則

評估指標的選取會因評估者的角度與目的而異。經由過去與運輸產業營運績效相關的評估指標文獻得知，不論是在產生方式上，或是在評估指標集合的內容上，皆不盡相同。有許多學者專家先後提出初選指標選取原則以作為指標篩選的第一道關卡，茲將其選取原則整理如下。[王傳芳、王國材，民 78；鄧振源，民 79；張有恆等，民 80；蔡欽同，民 81；胡宜珍，民 83；曾國雄、胡宜珍，民 85；吳玉珍，民 86；陳佳慧，民 89；王榮祖，民 90；傅晁岳，民 91；Fielding et al., 1985; Keeny, 1982; Talley and Becker, 1982; Tanaboriboon et al., 1993]

(一)具完備性(Completeness)

亦稱為「代表性」。其評估準則須能涵蓋決策問題的所有重要特性。

(二)具可操作性(Operational)

其評估準則對決策者而言必須有意義，且可以公開研究。

(三)具可分解性(Decomposable)

可自高階層逐漸分解至低階層，使其評估過程得以簡化。

(四)具衡量容易性(Ease of Measuring)

所選取之指標能便於衡量，且研究所需的資料，在取得時能儘量避免耗費過多的金錢與時間成本。

(五)具客觀性(Objectives)

其所選取之指標係能以量化方式來衡量績效，儘量排除主觀判斷之情況。指標的客觀性愈高，其評估結果的公信力愈高。

(六)具易讀性(Readable)

指標所代表的意義必須淺顯易懂，容易被常人所判讀，且無須進一步的思考，即可將績效的內涵表達出來。

(七)具可控制性(Controllable)

亦稱為「可改善性」。績效指標的衡量，是可以受人為控制而有所變化的。可控制性愈高的指標，對評估者而言愈有意義，評估者可透過績效指標的呈現，瞭解問題的特質及改善的方向與策略。

3.3.3 初始營運評估指標集合

事實上，由表 3-1 中的四大類別各自或彼此兩兩之間各選取一個評估項目相除所得的比值，便可以構成一個績效的評估指標。但是為了避免產生過多無意義或重覆性高的指標，而造成資源上的浪費。本文除了先前所提及指標選取原則之外，在初選營運績效評估指標集合方面，亦有以下幾項篩選原則，茲分述如下。

(一)評估指標須有初步的解釋意義，否則應予刪除。

例如：貨運噸數對停車位數比率、停車位數與航廈面積對航管人員數比率、停機坪面積與貨運噸數對總旅客人數比率、總收入與非航空收入對總旅客人數比率，其值並非為有意義之指標，故此類指標在初選指標集合時應予刪除。

(二)若評估項目的資料無法取得時，須以意義相近的評估項目來代替。

例如：警消人員數用消防人員數代替、航管人員數用機場塔台管制人員數代替。

本研究評估項目值的資料期間為民國 90 年度，其資料來源為民航統計年報(民 90)、交通部民用航空局所屬各航空站企業化經營管理計畫書(民 91)、各航空站及民航局空運組與會計室等單位。經過上述基本原則的初步篩選，甲種、乙種與丙種航空站績效評估指標集合分別有 28 個指標，按層面別區分，屬員工生產力的指標有 6 個，屬消防航管水準的指標有 9 個，屬服務旅客水準的指標有 7 個，屬服務航空公司水準的指標有 6 個。茲分述如下。

一、員工生產力層面之評估指標

在航空站員工生產力評估指標方面，其詳細指標名稱與評估公式，如表 3-2 所示。

表 3-2 航空站員工生產力之評估指標集合

層面	代號	指標名稱	評估公式
員工生產力	OP ₁	起降架次對現有員工數比率	起降架次/現有員工人數
	OP ₂	貨運噸數對現有員工數比率	貨運噸數/現有員工人數
	OP ₃	航廈面積對現有員工數比率	航廈面積/現有員工人數
	OP ₄	總收入對現有員工數比率	總收入/現有員工人數
	OP ₅	非航空收入對現有員工數比率	非航空收入/現有員工人數
	OP ₆	總旅客人數對現有員工數比率	總旅客人數/現有員工人數

註：非航空收入係由廠房使用費、土地使用費、特許營業費、停車費、其他收入、設備使用費等項目所組成

二、消防航管水準層面之評估指標

在航空站消防航管水準評估指標方面，其詳細指標名稱與評估公式，如表 3-3 所示。

表 3-3 航空站消防航管水準之評估指標集合

層面	代號	指標名稱	評估公式
消防 航管 水準	OS ₁	警消人員數對起降架次比率	警消人員數/起降架次
	OS ₂	警消人員數對航空公司家數比率	警消人員數/航空公司家數
	OS ₃	警消人員數對總旅客人數比率	警消人員數/總旅客人數
	OS ₄	警消人員數對航廈面積比率	警消人員數/航廈面積
	OS ₅	警消人員數對停車位數比率	警消人員數/停車位數
	OS ₆	警消人員數對停機坪面積比率	警消人員數/停機坪面積
	OS ₇	警消人員數對航線數目比率	警消人員數/航線數目
	OS ₈	航管人員數對起降架次比率	航管人員數/起降架次
	OS ₉	航管人員數對航線數目比率	航管人員數/航線數目

三、服務旅客水準層面之評估指標

在航空站服務旅客水準評估指標方面，其詳細指標名稱與評估公式，如表 3-4 所示。

表 3-4 航空站服務旅客水準之評估指標集合

層面	代號	指標名稱	評估公式
服務 旅客 水準	OC ₁	起降架次對總旅客人數比率	起降架次/總旅客人數
	OC ₂	航空公司家數對總旅客人數比率	航空公司家數/總旅客人數
	OC ₃	航線數目對總旅客人數比率	航線數目/總旅客人數
	OC ₄	停車位數對尖峰小時旅客數比率	停車位數/尖峰小時旅客數
	OC ₅	擁擠程度	航廈面積/尖峰小時旅客數
	OC ₆	登機門數目對總旅客人數比率	登機門數目/總旅客人數
	OC ₇	報到櫃台數目對總旅客人數比率	報到櫃台數目/總旅客人數

四、服務航空公司水準層面之評估指標

在航空站服務航空公司水準評估指標方面，其詳細指標名稱與評估公式，如表 3-5 所示。

表 3-5 航空站服務航空公司水準之評估指標集合

層面	代號	指標名稱	評估公式
服務航空公司水準	OA ₁	航廈面積對航空公司家數比率	航廈面積/航空公司家數
	OA ₂	停機坪面積對航空公司家數比率	停機坪面積/航空公司家數
	OA ₃	起降容量對航空公司家數比率	起降容量/航空公司家數
	OA ₄	起降容量對起降架次比率	起降容量/起降架次
	OA ₅	起降容量對航線數目比率	起降容量/航線數目
	OA ₆	跑道服務水準	起降容量/尖峰小時起降架次

3.3.4 初始財務評估指標集合

本研究初選財務績效評估指標主要是集合過去文獻所採用的財務評估指標。然而，過去文獻的研究對象大都是針對私人民間企業來進行績效評估，其民間會計制度勢必與隸屬民航局所管轄航空站的政府會計制度有所差異。因此，本研究主要是以航空站業務收支決算表與平衡表的會計科目作為初選財務評估指標的基礎。在財務績效評估指標可區分為償債能力、獲利能力、投資報酬率、資產週轉率與負債週轉率等五大層面，其詳細指標名稱與評估公式，如表 3-6 所示。

表 3-6 航空站財務績效評估指標集合

層面	代號	指標名稱	評估公式
償債能力	FR ₁	流動比率	流動資產/流動負債
	FR ₂	總資產占總負債比率	總資產/總負債
獲利能力	FR ₃	營運比	業務收入/業務支出
	FR ₄	業務賸餘率	業務賸餘/業務收入
	FR ₅	賸餘率	本期賸餘/業務收入
	FR ₆	租金及權利金收入占業務支出比率	租金及權利金收入/業務支出
投資報酬率	FR ₇	流動資產報酬率	本期賸餘/流動資產
	FR ₈	固定資產報酬率	本期賸餘/固定資產
	FR ₉	總資產報酬率	本期賸餘/總資產
資產週轉率	FR ₁₀	流動資產週轉率	業務收入/流動資產
	FR ₁₁	固定資產週轉率	業務收入/固定資產
	FR ₁₂	總資產週轉率	業務收入/總資產
	FR ₁₃	租金及權利金收入占流動資產比率	租金及權利金收入/流動資產
	FR ₁₄	租金及權利金收入占固定資產比率	租金及權利金收入/固定資產
	FR ₁₅	租金及權利金收入占總資產比率	租金及權利金收入/總資產
負債週轉率	FR ₁₆	流動負債週轉率	業務收入/流動負債
	FR ₁₇	總負債週轉率	業務收入/總負債
	FR ₁₈	租金及權利金收入占流動負債比率	租金及權利金收入/流動負債
	FR ₁₉	租金及權利金收入占總負債比率	租金及權利金收入/總負債

流動資產係包括公庫存款、銀行存款、週轉金、短期墊款、用品盤存、物料、預付費用、進項稅額等項目所組成。流動負債係包括應付帳款、應付費用、應付工程款、應付代收款、銷項稅款等項目所組成。總資產係包括流動資產、長期投資及準備金、固定資產、無形資產、遞延借項、其他資產等項目所組成，而固定資產部分係由土地、土地改良物、房屋及建築、機器及設備、交通與運輸設備、什項設備、未完工程、預付工程及土地款等項目所組成。總負債係由流動負債與其他負債所組成，而其他負債部分係由存入保證金、應付退休及離職、準備金等項目所組成。

業務收入可概分為勞務收入與租金及權利金收入。勞務收入係由場站使用費、降落費、停留費、地勤場地設備使用費、空橋使用費、擴音設備服務費、安全服務費、噪音防制費、航空站地勤業務機坪使用費、自辦航空站地勤業務機坪使用費、停車費等收入所組成；租金及權利金收入係由土地租金收入、廠房租金收入、客貨機租金收入、權利金收入、其他租金等收入所組成。業務支出係由用人費用、服務費用、材料及用品費、折舊、折耗及攤銷、稅款與規費、會費、捐助、補助、分攤與交流活動費等項目所組成。業務賸餘係由業務收入與業務支出相減而得知，而本期賸餘係由業務賸餘與業務外賸餘所組成。

3.4 代表性指標之擷取

誠如第二章所述，不同的績效評估方法皆有其各自的原理，且適用於不同的情境，假使未能審慎地考量，勢必會對評估結果產生相當程度的偏誤。有鑑於此，本研究基於提高實務上的可操作性，將採用量化的指標，且顧及評估指標的擷取方法應能兼顧篩選出具代表性指標的能力，以及所蒐集的資料在不受少量數據與數據分配型態未知限制的特性情況下，本研究將採用鄧聚龍教授於 1982 年所提出的灰色關聯分析法進行後續的研究。至於灰關聯的定義、灰關聯四項公理、灰關聯必要條件、灰關聯生成、量化模型、如何從績效評估指標中歸納同型指標群，以及如何從同型指標群中擷取代表性指標，其相關理論概念介紹，茲分述如下。[白振義，民 82；史開泉、吳國威、黃有評，民 83；吳漢雄、鄧聚龍、溫坤禮，民 85；鄧聚龍，民 88；張偉哲、溫坤禮、張廷政，民 89；王榮祖，民 90；翁慶昌、陳嘉穰、賴宏仁，民 90]

3.4.1 灰關聯理論

灰色系統理論(Grey System Theory)係鄧聚龍教授 1982 年所提出，是一個針對訊息不足且不明確的環境下，將既有資料的潛在訊息白化處理並進行短期預測或決策的方法，具有運算簡易且適合處理複雜或訊息不足之問題的特點。所謂「灰色」是指吾人對於某系統的了解介於完全清楚(白色)與完全不知道(黑色)之間。而所謂「灰色關聯」意指兩個系統或系統中兩個因素間，隨時間或不同對象而變化的不確定性關聯。而「灰關聯分析」(grey relation)係根據因素之間發展趨勢的相似程度，來衡量其關聯性程度。若兩個因素間變化的趨勢具有一致性，則表示兩者關聯度較高；反之，則較低。

一、灰關聯之意義

假設有 $m+1$ 個序列(如：指標序列、時間序列、空間分布序列.....等)

$$X_0 = \{X_0(t_0) | t_0 = 1, 2, \dots, m_0\}$$

$$X_1 = \{X_1(t_1) | t_1 = 1, 2, \dots, m_1\}$$

$$X_2 = \{X_2(t_2) | t_2 = 1, 2, \dots, m_2\}$$

.

.

.

$$X_i = \{X_i(t_i) | t_i = 1, 2, \dots, m_i\}$$

.

.

.

$$X_n = \{X_n(t_n) | t_n = 1, 2, \dots, m_n\}$$

其中， X_0 稱為母序列，亦稱參考序列；而 X_1, X_2, \dots, X_n 稱為子序列，亦稱比較序列，且 $m_0, m_1, \dots, m_n \in \mathbb{N}$ 。

若以 $t_k (k = 1, 2, \dots, m)$ 所表示的意義為橫軸， $X_k(t_k)$ 所表示之意義為縱軸，繪出 $X_0, X_1, X_2, \dots, X_m$ 計 $m+1$ 個序列的二維平面圖，由所繪出之圖形可得知各比較序列與參考序列的折線幾何形狀相似程度，以判斷其關聯度之高低(如圖 3-3 所示，以 X_0 為參考序列， X_1, X_2, X_3 為比較序列。而在三個比較序列中，可以明顯的看出序列 X_2 相較於序列 X_1 與 X_3 ，與 X_0 的折線形狀較為類似，由此可以斷定折線 X_2, X_0 間之相似程度高過 X_1, X_0 與 X_3, X_0 ，因此認為 X_2, X_0 的關聯度較 X_1, X_0 與 X_3, X_0 的關聯度為大)。

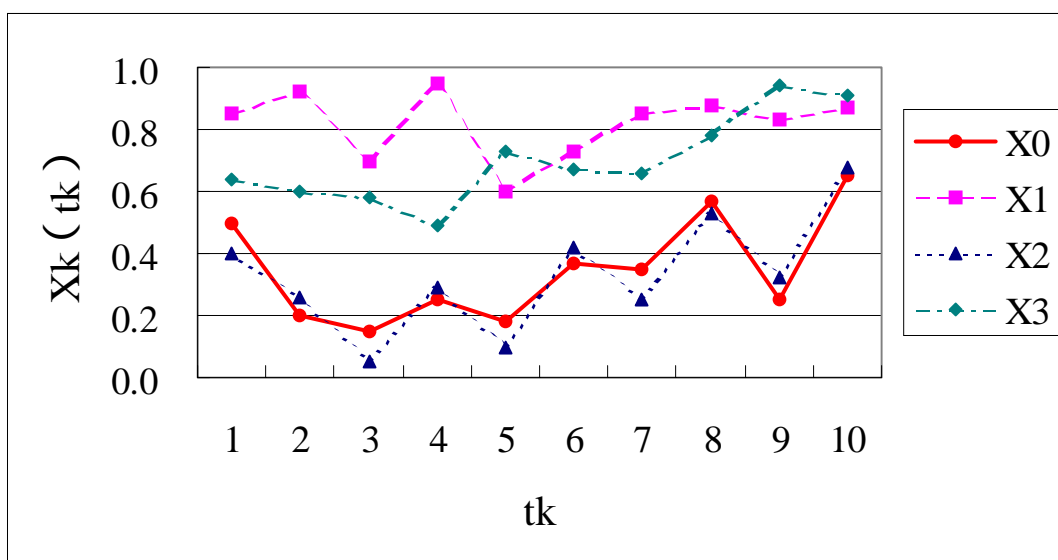


圖 3-3 灰關聯度簡圖

二、灰關聯四項公理

灰色關聯度須滿足灰關聯四公理 - 規範性、偶對對稱性、整體性與接近性。若在測度空間上可以找到一個函數 $r(x_i, x_j)$ 滿足四項公理，則此空間可稱為灰關聯空間。而 $r(x_i, x_j)$ 則稱作灰關聯度 (grey relational grade)，為在灰關聯空間中的測度。其四項公理條件茲說明如下。

(一) 規範性

說明系統中任何兩列訊息是互相關聯的，不是彼此獨立無關的。

$$0 < r(x_i, x_j) \leq 1, \text{ for all } i, j$$

若 $r(x_i, x_j) = 1$ 時，稱為完全相關。

若 $r(x_i, x_j) = 0$ 時，稱為完全不相關。

(二) 偶對對稱性

說明若系統中只有兩列訊息時， $r(x_i, x_j)$ 是兩兩比較，而兩兩比較是對稱的，這是比較的具體化。

當只有兩組序列時， $r(x_i, x_j) = r(x_j, x_i)$

(三)整體性

說明灰關聯度的計算除了兩個因素間的關聯性外，亦考慮系統中其他因素的相對關係。若序列大於三組(包含三組)時，比較結果則不一定符合對稱性。

$$r(x_i, x_j) \stackrel{\text{often}}{\neq} r(x_j, x_i)$$

(四)接近性

對灰色訊息關係的數量化約束，以 $\|x_i(k) - x_j(k)\|$ 為灰關聯係數的主控項。

$\|x_i(k) - x_j(k)\|$ 愈小，則 $r(x_i(k), x_j(k))$ 愈大。

三、灰關聯之必要條件

當 $r(x_i, x_j)$ 滿足下列條件時，則稱其為 x_i 與 x_j 在區間之灰關聯度。

- (一) $r(x_i, x_j) \in \mathbb{R}$ ，且 $r(x_i, x_j) \in (0, 1]$ ， $i, j = 1, 2, \dots, n$
- (二) x_i 與 x_j 繪於二維平面圖之折線幾何形狀愈接近，則 $r(x_i, x_j)$ 愈大。
- (三) $r(x_i, x_j)$ 僅和 x_i 與 x_j 繪於二維平面圖之折線幾何形狀有關，而與其空中相對位置無關。
- (四)唯有當繪於圖上 x_i 與 x_j 之折線幾何形狀完全吻合， $r(x_i, x_j)$ 才會等於1。

四、灰關聯生成

為了使得序列具有可以比較的特性，以利灰關聯分析的進行，其序列必須滿足下列三個條件 - 無因次性、同等級性與同極性。

(一)無因次性(nondimension)

不論因子 $x_i(k)$ 的測度單位為何種型態，都必須經過處理，使其為無因次性，也就是不同序列雖代表不同之測度值，但必須將其單位去除，才得以比較。

(二)同等級性(scaling)

各序列 x_i 中之值 $x_i(k)$ 均屬同等級(十的次方)或等級相差不可大於 2。

(三)同極性(polarization)

指標序列中因子的描述狀態必須有相同的目標方向，比如同時以最大值處理為目標或是最小值處理為目標。

為了滿足以上三個條件，以便進行灰關聯分析，我們必須將原始序列做一些前處理的動作，這些數據的前處理我們稱之為灰關聯生成。有關灰關聯生成的方法，常用的處理方式有基本方法、灰色理論方法、效果測度方法及線性前處理方法，其內涵敘述如下：

1.基本方法

$$x_i^*(k) = \frac{x_i(k)}{\sqrt{\sum_{k=1}^n [x_i(k)]^2}}$$

2.灰色理論方法

(1)初值處理：即以序列中的第一個元素 $x_i(1)$ 來做為該序列元素之參考值的數據處理。

$$x_i^*(k) = \frac{x_i(k)}{x_i(1)}$$

(2)最大值處理：即以序列中的最大值做為參考值的數據處理。

$$x_i^*(k) = \frac{x_i(k)}{\max[x_i(k)]}$$

(3)最小值處理：即以序列中的最小值做為參考值的數據處理。

$$x_i^*(k) = \frac{\min[x_i(k)]}{x_i(k)}$$

(4)區間值處理：即數據處理過後的值會落在 0 1 的區間內。

$$x_i^*(k) = \frac{x_i(k) - \min[x_i(k)]}{\max[x_i(k)] - \min[x_i(k)]}$$

3.效果測度方法

- (1)效益面目標之測度：衡量數據偏離最大值的程度，即希望效果愈大愈好。

$$x_i^*(k) = \frac{x_i(k)}{\max[x_i(k)]}$$

- (2)成本面目標之測度：衡量數據偏離最小值的程度，即希望成本越小越好。

$$x_i^*(k) = \frac{\min[x_i(k)]}{x_i(k)}$$

- (3)特定面目標之測度：希望效果在某個指定目標或特定值附近。

$$x_i^*(k) = \frac{\min\{x_i(k), y\}}{\max\{x_i(k), y\}}$$

4.線性前處理方法

此方法主要是效果測度方法之改良，可避免序列處理時發生失真的現象，其方法有三：

- (1)望大值之型式：希望目標值越大越好。

$$x_i^*(k) = \frac{x_i(k) - \min[x_i(k)]}{\max[x_i(k)] - \min[x_i(k)]}$$

- (2)望小值之型式：希望目標值越小越好。

$$x_i^*(k) = \frac{\max[x_i(k)] - x_i(k)}{\max[x_i(k)] - \min[x_i(k)]}$$

- (3)望目值之型式：希望目標介於最大值或最小值間之某特定值。此特定值以 OV 表示。

$$x_i^*(k) = 1 - \frac{|x_i(k) - OV|}{\max\{\max[x_i(k)] - OV, OV - \min[x_i(k)]\}}$$

五、灰關聯度之量化模型

灰關聯度為在灰關聯空間中滿足灰關聯測度四項公理之一量化測度函數。考慮在灰關聯空間中之因子集 $P(X)$ 裡的序列 $x_i = (x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(k)) \in X$ ，其中 $i = 0, 1, 2, \dots, m$ ， $k = 1, 2, 3, \dots, n \in \mathbb{N}$ ， $x_i(k)$ 為序列中的任一元素，依鄧聚龍教授之定義，子序列(比較

序列) x_j 之於母序列(參考序列) x_i 在第 k 點的灰關聯係數為：

$$\gamma(x_i(k), x_j(k)) = \frac{\Delta_{\min} + \zeta \Delta_{\max}}{\Delta_{ij}(k) + \zeta \Delta_{\max}}$$

其中 , $j = 1, 2, \dots, m$, $k = 1, 2, \dots, n$, $\zeta \in [0, 1]$ 為辨識係數

$\Delta_{ij}(k) = \|x_i(k) - x_j(k)\|$ 為 $x_i(k)$ 與 $x_j(k)$ 之間差的絕對值

$$\Delta_{\min} = \min_{\forall j \in i} \min_{\forall k} \Delta_{ij}(k) = \min_{\forall j \in i} \min_{\forall k} \|x_i(k) - x_j(k)\|$$

$$\Delta_{\max} = \max_{\forall j \in i} \max_{\forall k} \Delta_{ij}(k) = \max_{\forall j \in i} \max_{\forall k} \|x_i(k) - x_j(k)\|$$

辨識係數(ζ)為介於 0 1 之間的實數，其主要功能是在調整背景值 Δ_{\max} 與待測值 Δ_{ij} 的對比關係，數值的大小可以根據實際的需要作適當之調整，一般而言，辨識係數的選擇值為 0.5。但是為了加大結果的差異性，辨識係數可以依實際的需要作適度的調整，它只會改變相對數值的大小，並不會影響到灰關聯度的排序情形。

當灰關聯係數產生之後，根據傳統方式是取灰關聯係數的平均值為灰關聯度，其界定門檻值通常取灰關聯係數值為 0.75，其數學式如下：

$$\gamma(x_i, x_j) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma(x_i(k), x_j(k))$$

然而在實際的傳統上，各個因子對系統的重要程度並不盡相同，可視各因子對實際系統的重要程度給予不同的權重值，因此可將上式中的灰關聯度的定義延伸如下：

$$\gamma(x_i, x_j) = \sum_{k=1}^n \beta_k \gamma(x_i(k), x_j(k))$$

其中 , β_k 為因子 k 的的常態化權重值 , 且 $\sum_{k=1}^n \beta_k = 1$ 。

六、灰關聯度作法流程圖

茲將上述灰關聯度的作法以一簡要流程圖表示之，如圖 3-4 所示。

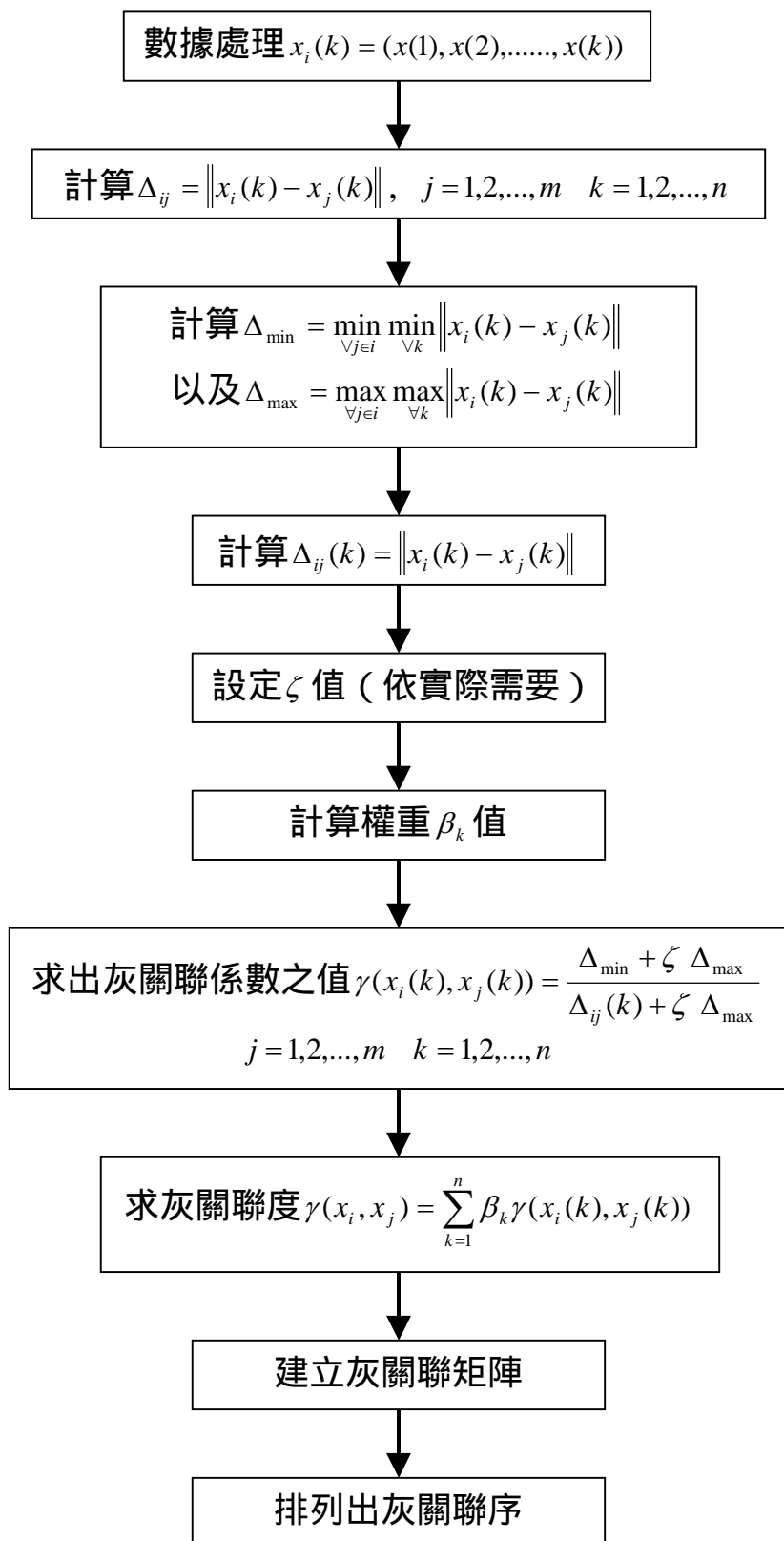


圖 3-4 灰關聯度作法流程圖

3.4.2 灰關聯簡例說明

依據各指標間灰色關聯度的計算結果，將具有高關聯度的指標劃分為同一群，並從各群中擇一作為代表該群的評估指標。分群原則係根據各評估指標彼此間的灰關聯係數值而定，以 0.75 作為門檻值；代表性指標選取原則係根據某指標與其他同群指標間的關係程度而定。茲舉例簡單說明如下。

一、指標的分群

茲以簡單的例子說明如下，假設經由灰色關聯係數的估算，其灰色關聯係數如表 3-7 所示，表中數字代表任兩個指標間的灰色關聯係數；而指標間的灰關聯序列如表 3-8 所示。

表 3-7 灰色關聯係數表

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
X ₁	-	0.826	0.783	0.734	0.588	0.759
X ₂	0.798	-	0.768	0.821	0.775	0.792
X ₃	0.637	0.724	-	0.553	0.673	0.695
X ₄	0.667	0.678	0.786	-	0.863	0.547
X ₅	0.682	0.696	0.703	0.952	-	0.594
X ₆	0.862	0.792	0.807	0.591	0.528	-

*：斜線部分表示灰色關聯係數大於 0.75

由表 3-7 得知，以 X₃ 為參考序列的灰色關聯係數皆小於 0.75，故 X₃ 可視為該類的獨立指標；X₁、X₂ 與 X₆ 間的灰色關聯係數皆大於門檻值，且由表 3-8 得知，分別以 X₁、X₂ 與 X₆ 為參考序列時，與其它指標關聯度的排列順序十分相似，因此，選擇 X₁ 與 X₂ 與 X₆ 可視為同一群指標；同理，其它指標對 X₄ 與 X₅ 的關聯度排序亦非常相近，此二指標亦可視為同一群。

表 3-8 灰關聯排序表

參考序列 比率	比較序列比率之灰色關聯度值排序				
	排序一	排序二	排序三	排序四	排序五
X ₁	X ₂	X ₃	X ₆	X ₄	X ₅
X ₂	X ₄	X ₁	X ₆	X ₅	X ₃
X ₃	X ₂	X ₆	X ₅	X ₁	X ₄
X ₄	X ₅	X ₃	X ₂	X ₁	X ₆
X ₅	X ₄	X ₃	X ₂	X ₁	X ₆
X ₆	X ₁	X ₃	X ₂	X ₄	X ₅

*：斜線部分表示灰色關聯係數大於 0.75

二、代表性指標的擷取

若某同一群內之評估指標其灰關聯排序如表 3-9 所示，排序第一、第二、第三、第四的得點數分別是 4、3、2、1。以 X_1 為例，排序第一(得點 4 分)出現二次，排序第二(得點 3 分)出現一次，排序第三(得點 2 分)出現一次，故其總得點為 $4 \times 2 + 3 \times 1 + 2 \times 1 = 13$ 。由表 3-9 中的計算結果知，總得點最高的 X_1 即為該群的代表性指標。若總得點相同時，則依其排序第一次數的多寡來決定；若排序第一的次數相同，則以排序第二的次數決定，以此方式類推。

相對總得點意指代表性指標與群內其他指標的相對分數，但為了避免代表性指標是「劣中擇優」的結果，本研究加入門檻值概念作為判斷代表性指標是否適當。此概念係奠基於代表性指標應有距正理想解愈近與距負理想解愈遠的特性。如表 3-9 所示，所謂正理想解係指某指標相對於其它指標的排序皆為第一，本例值為 4×4 (得點)=16；而負理想解係指某指標相對於其它指標的排序皆為最後，本例值為 4×1 (得點)=4。經由估算得知， X_1 與負理想解的相對距離為 0.75(愈遠愈佳)。而本研究以 0.65 為此相對距離的門檻值。

表 3-9 代表性指標擷取表

參考指標序列	比較序列指標之排序				相對總得點 (正理想解：16；負理想解：4)
X_1	X_3	X_4	X_2	X_5	$4 \times 2 + 3 \times 1 + 2 \times 1 = 13$
X_2	X_5	X_1	X_4	X_3	$3 \times 1 + 2 \times 2 + 1 \times 1 = 8$
X_3	X_4	X_5	X_1	X_2	$4 \times 1 + 1 \times 3 = 7$
X_4	X_1	X_5	X_2	X_3	$4 \times 1 + 3 \times 1 + 2 \times 2 = 11$
X_5	X_1	X_2	X_4	X_3	$4 \times 1 + 3 \times 2 + 1 \times 1 = 11$
得點	4	3	2	1	$X_1 : (13-4)/(16-4)=0.75$

3.5 績效評估分數的計算與排序

評估指標依灰關聯度分群並從中擷取代表性指標後，即可進行各方案績效分數之計算與排序。計算各方案(航空站)的績效分數，其意

義不在於絕對數字的大小，而在於彼此間相對比較的結果。關於計算績效分數的方法眾多，本研究以 Hwang and Yoon 於 1981 年所提出的 TOPSIS 多評準決策方法進行最後之優勢排序，除了該法簡單易懂外，主要係基於評估指標值單調遞增或遞減的性質符合此法的基本要件。茲就 TOPSIS 法的計算步驟介紹如下，並舉一簡例說明之。

3.5.1 TOPSIS 法的應用步驟

TOPSIS(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)的基本觀念在於先界定正理想解(Positive Ideal Solution)和負理想解(Negative Ideal Solution)，其目的在尋找距「正理想解」最接近，且距「負理想解」最遠離的方案。所謂正理想解意指替選方案中，效益面最大或成本面最小的準則值；反之，效益面最小或成本面最大之準則值即為負理想解。其計算步驟如下。

步驟一：原始值正規化(Normalization)。

正規化的目的在於求取各指標間單位的一致性與可比較性。本研究選擇向量正規化做為指標值正規化的方法，主要係因此法具有計算簡單且經常與 TOPSIS 多評準決策法配合使用的優點。其方式如下：

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n X_{ij}^2}}$$

i ：第 i 個航空站； j ：第 j 個評估指標； r_{ij} ：向量標準化後的指標績效值； X_{ij} ：指標的原始績效值； n ：航空站之個數

步驟二：尋找正理想解(A^+)與負理想解(A^-)。

$$A^+ = \left\{ \left(\max_i r_{ij} \mid j \in J \right), \left(\min_i r_{ij} \mid j \in J' \right) \mid i = 1, 2, \dots, n \right\} = \{A_1^+, A_2^+, \dots, A_j^+, \dots, A_k^+\}$$

$$A^- = \left\{ \left(\max_i r_{ij} \mid j \in J \right), \left(\min_i r_{ij} \mid j \in J' \right) \mid i = 1, 2, \dots, n \right\} = \{A_1^-, A_2^-, \dots, A_j^-, \dots, A_k^-\}$$

其中， $J = \{ j = 1, 2, \dots, k \mid k \text{ 屬於效益準則} \}$ ，效益準則係指指標值愈大則該指標所得之績效分數愈高；反之， $J' = \{ j = 1, 2, \dots, k \mid k \text{ 屬於成本準則} \}$ ，成本準則係指指標值愈小則該指標所得之績效分數愈高。

步驟三：計算各方案(航空站)與正理想解的距離(S_i^+)及負理想解的距離(S_i^-)。

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (r_{ij} - A_j^+)^2} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (r_{ij} - A_j^-)^2} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

步驟四：計算各方案(航空站)對理想解的相對接近程度(C_i^*)。

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}$$

$$0 < C_i^* < 1 \quad i = 1, 2, \dots, n$$

步驟五：進行方案(航空站)間的優勢排序(outranking)。

根據步驟四所得之 C_i^* 的大小，即可排列各方案間相對績效之順序，值愈大者表示方案的偏好愈高。TOPSIS 採「正理想解之相對近似值」的方法來排列各方案之優先順序，可以避免產生一方案距離正理想解最近、又距負理想解最近，以及距正理想解最遠、又距負理想解最遠不易比較的缺點。

3.5.2 TOPSIS 法簡例說明

根據上述績效分數與排序的步驟，本研究以乙種航空站在員工生產力層面上所擷取之 4 個代表性指標(OP₁、OP₂、OP₃、OP₆)為例(詳見 4.2 節)，說明乙種航空站(台南、花蓮、台東、馬公)於員工生產力層面之評估過程。四個航空站在員工生產力層面上之四個代表性指標原始值如表 3-10 所示。

表 3-10 員工生產力代表性指標原始資料值

航站名稱	OP ₁	OP ₂	OP ₃	OP ₆
台南站	530.33	28.52	32.74	39184.76
花蓮站	438.22	25.92	66.12	25404.31
台東站	668.57	20.21	140.79	33868.07
馬公站	862.76	116.17	110.57	40767.85

一、原始指標值正規化。

四個代表性指標之正規化值如表 3-11 所示。

表 3-11 員工生產力代表性指標正規化值

航站名稱	OP ₁	OP ₂	OP ₃	OP ₆
台南站	0.411	0.230	0.169	0.555
花蓮站	0.340	0.209	0.342	0.360
台東站	0.518	0.163	0.727	0.479
馬公站	0.669	0.936	0.571	0.577

二、正理想解與負理想解之集合。

由表 3-11 各代表性指標值可決定正理想解與負理想解之集合。

$$\begin{aligned}A^+ &= \{OP_1^+, OP_2^+, OP_3^+, OP_6^+\} \\ &= \{0.669, 0.936, 0.727, 0.577\}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A^- &= \{OP_1^-, OP_2^-, OP_3^-, OP_6^-\} \\ &= \{0.340, 0.163, 0.169, 0.360\}\end{aligned}$$

三、計算乙種站之員工生產力正理想解及負理想解的距離。

$$S_1^+ = 0.936, S_2^+ = 0.912, S_3^+ = 0.794, S_4^+ = 0.156$$

$$S_1^- = 0.218, S_2^- = 0.179, S_3^- = 0.598, S_4^- = 0.956$$

四、計算乙種站之員工生產力與理想解之相對接近程度。

$$C_1^* = 0.189, C_2^* = 0.164, C_3^* = 0.430, C_4^* = 0.860$$

五、員工生產力排序。

根據上述 C_i^* 值的大小得知，在員工生產力的表現上，乙種四個航空站的排列依序為：馬公站、台東站、台南站、花蓮站。

3.6 績效評估的步驟

綜上所述，關於航空站績效評估的初步探討，本研究提出航空站營運績效與財務績效評估的七個步驟，茲分述如下。

步驟一：概念架構之形成。

在營運層面方面，考量與航空站營運層面息息相關的部分，大致上可區分為「機場」、「旅客」與「航空公司」等三大要素。

步驟二：列出評估項目。

以營運面而言，茲將「機場」、「旅客」與「航空公司」等三大要素，所欲評估的項目列出；以財務面而言，茲將「業務收支決算表」與「平衡表」等二大類別，所欲評估的項目列出。

步驟三：初始評估指標集合。

考量指標選取以及初始評估指標集合原則下，產生績效初始評估指標集合，在營運層面方面，其評估層面可區分為「員工生產力」、「消防航管水準」、「服務旅客水準」與「服務航空公司水準」等四大層面進行績效評估；在財務層面方面，其評估層面可區分為「償債能力」、「獲利能力」、「投資報酬率」、「資產週轉率」及「負債週轉率」等五大層面進行評估。

步驟四：評估指標分群與代表性指標擷取。

利用灰色關聯分析法將關聯度高的同型指標歸納於同一群，並以相對總得點方式從同型群指標中擷取代表性指標。

步驟五：建立營運績效與財務績效評估架構。

茲將各類型航空站(甲、乙、丙種站)於營運層面與財務層面所擷取之各群代表性指標統整成績效評估層級架構圖。

步驟六：評估績效分數的計算與排序。

利用 TOPSIS 方法(多評準決策法)將代表性指標值轉換為各航空站的績效分數，在營運層面方面，並分別依「員工生產力」、「消防航管水準」、「服務旅客水準」、「服務航空公司水準」與「整體營運績效」等五個層面進行受評航空站(甲、乙、丙種站)的績效排序；在財務層面方面，茲將所擷取之代表性指標進行整體財務績效的排序。

步驟七：分析比較評估結果。

探討各類型航空站(甲、乙、丙種站)營運與財務層面代表性指標之差異，並藉由績效排序的結果，分析比較各類型航空站在營運五大層面上(員工生產力、消防航管水準、服務旅客水準、服務航空公司水準與整體營運績效)與整體財務層面上的表現，以期做為民航主管單位改善績效之依據，進而作為組織型態調整方向的參考。