

南 華 大 學
資訊管理研究所碩士論文

運用模糊層級分析法於平衡計分卡權重分配之研究

The study on the application of Fuzzy AHP for assigning
weights in BSC system



研 究 生：邱閔鴻

指 導 教 授：李翔詣 博士

中 華 民 國 九 十 六 年 六 月

南 華 大 學
資 訊 管 理 學 系
碩 士 學 位 論 文

運用模糊層級分析法於平衡計分卡權重分配之研究

研究生： 邱 開 遠

經考試合格特此證明

口試委員： _____

江 育 民
李 翔 詣
邱 宏 林

指導教授： 李 翔 詣

系主任(所長)： 

口試日期：中華民國 96 年 6 月 28 日

誌 謝

時光匆匆，在南華資管所兩年的學習時光，蒙謝所上諸位師長於學業之傳道、授業、解惑，使學生在為學、為人等方面皆有長足之進步。在碩士論文研究過程中，首要感謝為指導教授-李翔詣教授，感謝老師在論文寫作過程中的細心指教，並在學生遇瓶頸之階段，給予鼓勵與明確地指引、解惑。口試期間，感謝邱宏彬教授與江育民教授給予許多寶貴意見與指正，使本論文能更於完備與順利完成。感謝大林慈濟醫院資訊部門黃通明大哥在系統上的細心指導與關照。

另外，感謝研究所同窗珊珊、小毛、宣均、小練、志豪、阿成、仲儒、怡君等，在日常生活與論文寫作過程中的鼓勵，因為有你們，所以才有今天的成果，謹將這份論文的呈獻給大家，謝謝你們。

最後，僅以本論文之成果，感謝父母親、大哥、姊姊，在心理層面與經濟上的鼓勵與支持，使我可以順利完成兩年研究所的課程與碩士論文。

邱閔鴻 謹誌

南華大學

資訊管理學研究所

中華民國九十六年六月

運用模糊層級分析法於平衡計分卡權重分配之研究

研 究 生：邱 閔 鴻

指 導 教 授：李 翔 詣 博 士

南 華 大 學 資 訊 管 理 學 系 碩 士 班

摘 要

平衡計分卡(Balance ScoreCard ,BSC)在哈佛商業評論(HBR)介紹與推廣後已是美國前一百大企業所認為最具影響力之管理工具。然而探討許多個案可發現，在實施階段中常遇瓶頸，尤其權重給定上無法取得企業內部主管與外部顧問一致的共識。由於各績效衡量指標的重要程度不相等，在平衡計分卡指標架構中，也應給定不同的權重，以反應指標之重要性。但在實施過程中卻無法有客觀方法來制定權重，可以說，權重制定的正確性及務實性是現階段平衡計分卡中較為不足的地方。

本研究的目的是在於以模糊層級分析法(Fuzzy Analytic Hierarchy Process ,FAHP)為基礎來建構平衡計分卡權重分配系統，並結合層級串聯，使上下策略議題與衡量指標更具一致性。層級分析法(AHP)為定量分析法，不但可以將原本無法計量的定性評估，轉成定量評估，更具有以群體決策導出正確權重之優點。另一方面，結合模糊理論(Fuzzy Theory)足以補足語意上的設定。本研究構建的平衡計分卡指標權重分配支援系統特點在於讓使用者自行決定語意值，並據此導出系統權重。本系統期望可以藉此協助企業能有效的建立表達

具主觀者感受之績效指標權重值，以達到權重的正確性與實務性，讓平衡計分卡在企業經營績效中更具完善。

關鍵詞：平衡計分卡、權重評估、模糊理論、層級分析法、模糊層級分析法。

The study on the application of Fuzzy AHP for assigning weights in BSC system

Student : Chiu Min-Hung

Advisors : Dr. Hsiang-Yi Lee

Department of Information Management
The M.B.A. Program
Nan-Hua University

ABSTRACT

According to the report of Harvard Business Review (HBR), Balanced ScoreCard (BSC) has been proven to be a powerful tool of communicating strategy for 100 biggest enterprises in U.S.A. However, the implementation of BSC always lacks of systematic scheme to construct strategic themes and performance indices that both consultants and managers reach consensus. Because the importance of each performance measure is not equal, each one should receive different weights. Although there are methods that could assign the weight in term of users' real assessment, some of them are not easy to make judgment and most of them are not easy to derive the result without the aid of the computer.

This study intends to apply Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) in the implementation of BSC development project so that it is easy to assign weight for the KPI. The FAHP is a technique combines Fuzzy theory and Analytic Hierarchy Process (AHP). AHP is a quantitative analytic method that transfers the original qualitative assessment into quantitative assessment. However, sometimes AHP can not reflect the truly judgment of user as it does not adapt fuzzy concept.

Therefore, it is hoped that FAHP could solved this problem. The study developed a module that allows users to make their judgment of importance based on their own scale first and implement the ratio into the system. The user then judge the relative importance of KPI via the computer and the aggregated result will come out as soon as everyone finishes the judgment. It is believed that this is a much faster and easy handling way to assign weights to KPI that reflect the users' real judgments of importance.

Keywords: Balanced Scorecard, Weight Assignment, fuzzy theory, Analytic Hierarchy Process, Fuzzy Analytic Hierarchy Process.

目 錄

書名頁.....	ii
博碩士論文授權書.....	iii
論文著作財產權同意書.....	iv
論文指導教授推薦函.....	v
論文口試合格證明.....	vi
誌謝.....	vii
中文摘要.....	viii
英文摘要.....	x
目錄.....	xii
表目錄.....	xiv
圖目錄.....	xv
第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究目的.....	3
第三節 研究範圍與限制.....	4
壹、研究範圍.....	4
貳、研究限制.....	4
第四節 研究步驟與流程.....	5
第五節 論文架構.....	6
第二章 文獻探討.....	8
第一節 平衡計分卡.....	8
壹、平衡計分卡簡介.....	8
貳、平衡計分卡之架構.....	10
參、關鍵績效衡量指標.....	14
第二節 權重評估方法.....	16
壹、層級分析法.....	16
貳、模糊決策分析法.....	17
參、模糊層級分析法.....	19
第三節 模糊理論.....	20
壹、模糊集合.....	20
貳、模糊數.....	22
參、模糊運算.....	24
肆、解模糊化.....	25
伍、語意變數.....	26
第四節 層級分析法.....	28
壹、層級分析法之進行步驟.....	28

貳、層級分析法之缺點.....	33
第五節 模糊層級分析法.....	34
第三章 研究方法.....	39
第一節 模糊層級分析模式之建立.....	39
壹、問卷語意設定.....	40
貳、模糊層級建構.....	42
第二節 專家訪談設計規劃.....	54
壹、訪談作業規劃.....	55
貳、專家選擇與內容設計.....	56
第四章 系統設計與建置.....	57
第一節 系統的建構環境.....	57
第二節 系統架構與流程：.....	57
第三節 系統功能說明.....	60
第四節 專家訪談分析與結果.....	72
壹、專家實驗分析.....	72
貳、篩選有效問卷.....	74
參、層級串聯運算.....	75
肆、專家訪談結果.....	77
第五節 系統效益.....	78
第五章 結論與建議.....	80
第一節 結論.....	80
第二節 建議.....	81

表 目 錄

表 2-1 顧客構面之核心量度.....	12
表 2-2 權重分析方法的優缺點.....	19
表 2-3 傳統二值集合與模糊集合比較表.....	21
表 2-4 語意措辭轉換表.....	27
表 2-5 AHP評估尺度意義.....	30
表 2-6 隨機指標表.....	32
表 2-7 FAHP相關研究之整理.....	36
表 3-1 本研究所採用之語意變數尺度問卷表.....	41
表 3-2 本研究中語意措辭模糊數設定結果案例.....	41
表 3-3 本研究之問卷範例.....	42
表 3-4 衡量指標權重值設定.....	48
表 3-5 專家語意變數尺度設定.....	48
表 3-6 專家評估問卷.....	49
表 3-7 各專家對準則的模糊成對比較矩陣.....	50
表 4-1 專家問卷C. I. 一致性檢定結果.....	75

圖 目 錄

圖 1-1 研究流程圖.....	6
圖 2-1 轉化策略為營運的架構.....	10
圖 2-2 平衡計分卡的管理流程.....	13
圖 2-3 模糊決策分析的分類.....	18
圖 2-4 正三角模糊數 T 的 α -截集.....	22
圖 2-5 正三角形模糊數.....	23
圖 2-6 梯形模糊數.....	24
圖 2-7 AHP層級結構示意圖.....	29
圖 2-8 AHP進行步驟與流程圖.....	33
圖 2-9 傳統AHP成對比較矩陣圖.....	34
圖 2-10 FAHP之成對比較矩陣圖.....	35
圖 3-1 平衡計分卡權重分配模式流程圖.....	40
圖 3-2 層級串連計算評估模式.....	47
圖 3-3 訪談作業規劃流程.....	55
圖 4-1 系統流程圖.....	59
圖 4-2 平衡計分卡指標權重分配支援系統功能架構.....	60
圖 4-3 系統簡介畫面.....	61
圖 4-4 主畫面.....	61
圖 4-5 使用者選擇建構部門畫面.....	64
圖 4-6 語意值設定畫面.....	64
圖 4-7 第一階層構面議題問卷畫面.....	65
圖 4-8 第二階層策略議題問卷畫面.....	65
圖 4-9 第三階層衡量指標KPI問卷.....	66
圖 4-10 構面議題權重值畫面.....	66
圖 4-11 策略議題權重值畫面.....	67
圖 4-12 衡量指標議題權重值畫面.....	67
圖 4-13 KPI權重結果畫面.....	68
圖 4-14 使用者權重檢討修改畫面.....	68
圖 4-15 權重修改錯誤畫面.....	69
圖 4-16 管理者-系統時間畫面.....	69
圖 4-17 管理者-問卷選項畫面.....	70
圖 4-18 說明部份-系統流程畫面.....	70
圖 4-19 說明部份-模糊理論畫面.....	71
圖 4-20 說明部份-模糊層級分析法理論畫面.....	71
圖 4-21 個案資訊部門層級架構圖.....	73

圖 4-22 各階層一致性檢定.....	74
圖 4-23 應用FAHP於個案資訊部門衡量指標之相對權重.....	76

第一章 緒論

第一節 研究背景與動機

雖然大多數的企業都擁有願景與達成願景的策略方向，但根據調查研究指出，高達90%的企業無法成功地執行所擬定的策略[1][3]。且過度強調企業的願景和策略已經造成一種錯覺，讓管理者以為找到致勝的策略就是創造企業競爭力的保證。但事實上執行策略的能力才是勝負的關鍵。因此，許多企業會遭遇挫敗，原因並不在於沒有策略或是策略的品質不好，而是在於企業內部缺乏貫徹策略的執行力，因而影響企業的成功。

在策略制定之後，企業要真正具體落實策略，事實上是要克服相當多的阻礙與困難。企業內部必須建立一套有效的管理系統來推動既定策略，最好這個管理系統能與員工績效評估制度加以結合，因為績效評估管理的目的之一就是希望企業公司的員工能朝著公司想要達成的方向前進。而平衡計分卡（Balanced scorecard, BSC）正是企業所尋找能連結策略與行動的策略管理工具[3][12]。

Kaplan、Norton (1996)[44]提出當使用一份平衡計分卡來調和組織時，必須確保該計分卡可清楚描述策略，但依據經驗顯示，如果請十位高階主管描述組織策略之優先順序，可能得到十個不同的答案，而如果請十位分析師為組織制定計分卡，一樣會得到十張不同的計分卡。雖然BSC為哈佛商業評論美國前五百大企業所公認最具效力之管理工具[1]，但探討現行實務推行個案可發現，現行BSC之推行模

式中對組織績效衡量策略主題(Strategic Themes)與關鍵績效量指標(Key Performance Indicator, KPI)之遴選，皆偏重財務屬性指標且KPI數過多[12]，其可能原因為外部分析師或專家未能針對不同個案體質與病徵，開立專屬處方，交付個案執行，導致BSC權重值上分配不均，另一方面也缺乏較為科學、系統化的分析過程，來建構符合BSC之穩健營運策略主題與KPI的權重值。

以往企業在選定BSC的績效衡量指標，通常有兩類KPI選定之傳統模式如下：

一、傳統模式(一)

由外部管理顧問公司主導，而直接使用『泛用型』績效衡量指標，以電子業為例，似乎每間公司所使用的績效衡量指標，都千篇一律過於制式化，因而會造成以下運作失敗缺失。

- (1) 缺乏準確反應主觀感受的權重值，導致執行成效不彰。
- (2) 並無針對企業過去及現在病徵及病因，開立處方對症下藥。
- (3) 指標之間欠缺因果關係，導致指標間可能互相矛盾，使上下策略無法達成一致性，使員工對企業的方向無所適從。

如果只將BSC當作績效評估的工具，直接設定各部門的關鍵績效指標(KPI)，而忽略了部門關鍵績效指標與整體企業策略間之間的連動性，導致部門的目標雖然都達成了，但是企業的整體營運績效並沒有相對獲得等效的改善。

二、傳統模式(二)

則由企業內部管理團隊自行主導，則常發生以下問題缺失。

- (1) 常為BSC設定過多指標，甚至有超過上百項指標的BSC。太多目標往往等於沒有目標，使權重分配上可能無法正確反應真正的比重。
- (2) 管理團隊缺乏策略溝通機制，導致目標分歧，無法形成整體在權

重制訂上達到共識。

因此，企業面對各構面各指標而言，各指標的重要程度不等，在平衡計分卡績效指標架構中，應給定不同的權重，以反應指標之重要性，而不能偏重於某構面或指標；無法制定出反應主觀者感受之正確性權重值在現階段平衡計分卡中也是較為美中不足的地方。

本研究動機基於以上平衡計分卡權重制定及現行施行的缺失，本研究採用模糊理論(Fuzzy Theory)與層級分析法(Alytic hierarchy process)之模糊層級分析法 (Fuzzy Alytic hierarchy process ,FAHP)，AHP為定量分析法[25][26]，可以將原本無法計量的語意及偏好，轉成數學量化方式表達，而且運用模糊理論能夠將傳統模糊特性充分表現出來[4][23]；運用此方法，主要FAHP乃綜合應用了歸納法與演繹法先用歸納法將複雜系統問題劃分層級，建立成對比較矩陣後，再求特徵向量分析各部份的性質，利用演繹法將群體決策意見以幾何平均處理後，經解模糊化，即可獲知各個層級與整體之相對權重[25][26][29]，較傳統BSC的推行模式，更能有效整合組織內外部決策群體之共識；因此，本研究以模糊層級分析法結合BSC理論架構，建構完成平衡計分卡指標權重分配支援系統。

第二節 研究目的

基於研究背景與動機，了解影響平衡計分卡衡量指標權重制定的因素甚多，而且在分配權重的過程中，評估人員常因評估因素的質化特性及其主觀的感受，常常無法利用明確的感受表達其權重值的分配，使得平衡計分卡績效衡量指標權重分配過程與結果充滿模糊且缺乏客觀性。本研究主題在平衡計分卡架構下依據所制訂的願景、策略

議題及管理目標，制定平衡計分卡之四大構面的績效衡量指標，並運用模糊層級分析法，探討如何以FAHP結合BSC建構權重分配模式架構，最後藉由專家訪談探討本研究所建構之平衡計分卡權重分配支援系統；因而，此研究主要目的歸納如下：

1. 利用語意變數來表達評估人員主觀的評估值，透過群體決策方式的評估準則讓績效衡量指標權重更具表達出主觀者之感受意見。
2. 使用者自行決定語意值以取代過去參考Chen, Huang和Lin(1997)[46]的轉換方式作法，讓使用者能保留自我獨特意見及特色。
3. 藉由FAHP將四大構面、策略議題及衡量指標串聯建構一個平衡計分卡評估指標之權重分配架構模式。
4. 構建平衡計分卡評估指標之權重分配系統。

第三節 研究範圍與限制

壹、研究範圍

本研究利用文獻收集與分析，將權重制定方法探討與分析，並歸納平衡計分卡的營運效益之策略評估績效準則，作為平衡計分卡權重建構分配的分析依據，並結合所選定之權重評估方法，整理成本研究平衡計分卡權重分配之模式。透過平衡計分卡權重分配之模式，制定出可供企業參考的權重制定依據，以解決企業在實行平衡計分卡時權重制定的缺失。

貳、研究限制

本研究以一般企業在平衡計分卡的施行績效評估準則進行探討，並利用平衡計分卡權重分配之模式作為輔助分析，以協助企業權

重上的制定。然而，權重評估制定上將以個案資料作為分析的對象，故而分析結果僅適合於描述單一企業個案資料，一般企業仍必須根據企業本身的需求來制定正確性的績效權重值。

第四節 研究步驟與流程

本研究依據研究主題：探討以FAHP結合BSC理論建構平衡計分卡指標權重分配支援系統，首先蒐集與研究主題相關之理論及文獻資料，以三階段、三回合的問卷，應用模糊層級分析法來評估BSC各構面、策略議題及衡量指標KPI之互相依存關係的權重比重上設定問題[32]，同時對於經由此法所評估得到相對比重，結合層級串聯，讓整體之權重值更具客觀，使上下策略議題與衡量指標更具一致性，更能有效整合組織內外部決策群體之共識。針對理論基礎，提出一個系統化的權重建構模式，並開發一套平衡計分卡指標權重分配支援系統，協助企業進行平衡計分卡權重上的制定。因而，本研究整體研究流程如圖1.1。

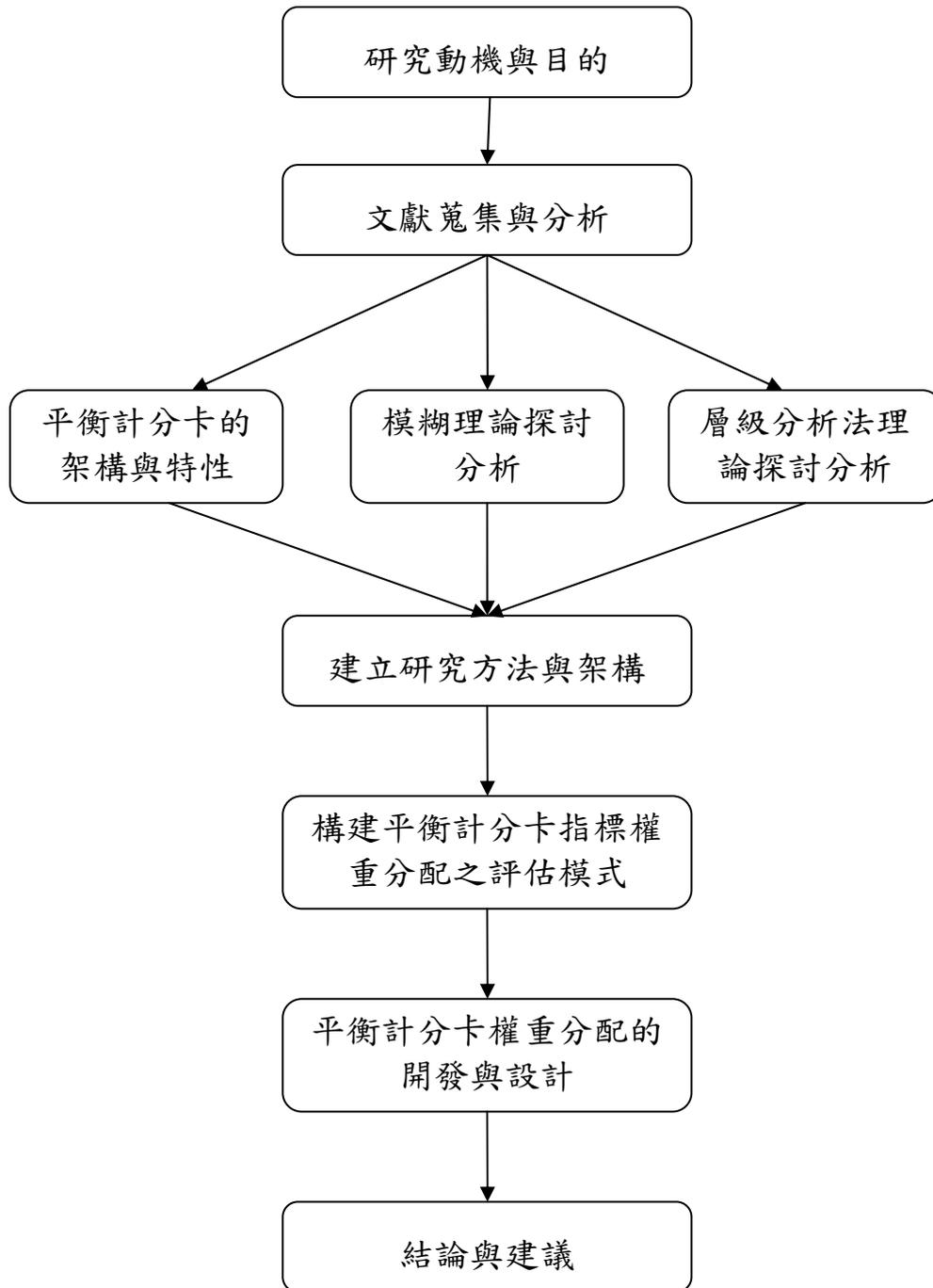


圖 1-1 研究流程圖

第五節 論文架構

本論文經由文獻探討，參考相關專家學者之論點，首先藉企業所制定之平衡計分卡四構面架構將營運策略及年度管理重點目標分解

列成影響要素及對應績效衡量指標項目。再將影響要素及對應績效衡量指標項目，運用Fuzzy AHP將結果加以探討、比較說明。本論文共分五章，各章內容如下：

第一章為緒論：說明本研究動機、目的、研究步驟與流程、研究範圍與限制以及確定本論文之架構。

第二章為文獻探討： 1. 平衡計分卡相關文獻回顧 2. 權重評估方法 3. 模糊理論 4. 層級分析法 5. 模糊層級分析法。

第三章 研究方法：說明BSC結合AHP之施行模式並針模糊層級分析法(AHP)應用程序說明，與本研究模式執行方法與架構。

第四章 系統設計與分析：以ASP.NET程式語言開發，並說明平衡計分卡權重分配支援系統之架構與設計流程，針對系統功能做詳細說明，並藉由專家訪談結果意見開發出更具符合企業需求之平衡計分卡權重分配支援系統。

第五章 結論與建議：說明本研究之結果 此研究之限制及後續建議。

第二章 文獻探討

第一節 平衡計分卡

壹、平衡計分卡簡介

平衡計分卡 (Balanced Scorecard, BSC) 源自哈佛大學教授 Robert Kaplan 及 Nolan Norton 公司總裁 David Norton, 於1990 年針對美國12 家 (包括製造及服務業) 所進行的一項為期一年的研究計畫, 該計畫名為「未來的組織績效衡量方法」。該研究計畫主要是出自於一個信念, 那就是實施已久、以財務會計量度為主的組織績效衡量方法已經跟不上時代的變遷, 且參加該項計畫的人都相信, 過於依賴概括性的財務指標, 會妨礙組織創造未來經濟價值的能力[3]。

為何過於依賴財務衡量指標是需要檢討的, 一般學者認為傳統財務性指標為落後指標, 僅能顯示出企業活動後的結果, 無法預測在未來所顯現的績效, 此外, 也無法提供決策時所需的資訊。而Kaplan 和 Norton指出若組織過於追求並維持短期的財務結果, 會造成過度投資短期的行動, 而對創造長期價值的活動投資不足。管理者在面對短期財務績效壓力時, 可能利用降低其他方面的支出而提高產品價格與降低服務品質來達到短期財務績效目標, 但無形中對組織的長期發展造成傷害。而且財務量度是反映過去行動的落後指標, 不能做為組織創造未來價值的指標。

Kaplan、Norton (1996) 提出反對過度使用財務性衡量指標的看法[44]：

1. 與現今商業的真實狀況完全不一致：組織在創造價值的活動中，除了有形的資產可以創造價值外，組織員工的想法、與顧客和供應商的關係、關鍵資訊的資料庫，以及創新與品質堅持的企業文化等，都可以替組織創造價值的，這些資產並未呈現在財務報表上。

2. 藉由後視鏡驅動：財務性衡量指標可以檢視過去組織財務的績效狀況，但是並沒有預言未來的能力。

3. 單一功能性之傾向：財務報告通常是由專門的單位所編纂，將這些個別部門報告書整理好編列成冊，最後做為瞭解整體組織情況的一部份，但是這種作法與現今組織中，其大部分工作是跨部門的本質並不一致。

4. 犧牲長期考量：許多組織為了要降低成本，以期在短期的財務報告提出亮麗的數字，其成本調降的對象通常是以創造組織長期價值的活動為主，例如研發、供應商關係、以及顧客關係的經營管理等，但是這種短期獲利是來自於長期創造的費用節省上，可能會造成組織資源無法獲得整體效益。

5. 財務性衡量指標與企業內部很多層級不相關：財務報告通常是以摘要的形式呈現，所以會刪除掉某些內容，但是這些被過度編纂過的資料，根本無法提供給高階管理者做決策。

因此，一個組織若過於追求短期的財務結果，可能造成過度投資於短期行動，而忽視對創造長期價值活動的重要性，尤其是對於創造未來成長的無形與智慧資產的投資裹足不前。財務資訊所呈現的數字終究是數字，事實的真相都隱藏在數字的背後，例如從看財務報表並無法知道顧客仍舊忠誠，所以平衡計分卡的構想是透過未來性的績效驅動，來平衡財務績效的不足。

貳、平衡計分卡之架構

Robert Kaplan 與 David Norton所共同發展出來之平衡計分卡 (Balanced score card ; BSC)之主要目的，係將企業之策略得以具體化，以創造企業之競爭優勢[1][3]。

傳統之績效衡量只著重於財務面，有以偏概全的缺失，難以將組織績效與策略相結合，以致於無法將組織策略具體的行動化。平衡計分卡由組織的願景與策略所發展出來，透過四個衡量構面來架構平衡計分卡，分別是財務、顧客、企業內部流程及學習與成長構面，藉此整合以促使策略及願景的達成[12]，如圖2-1 所示：

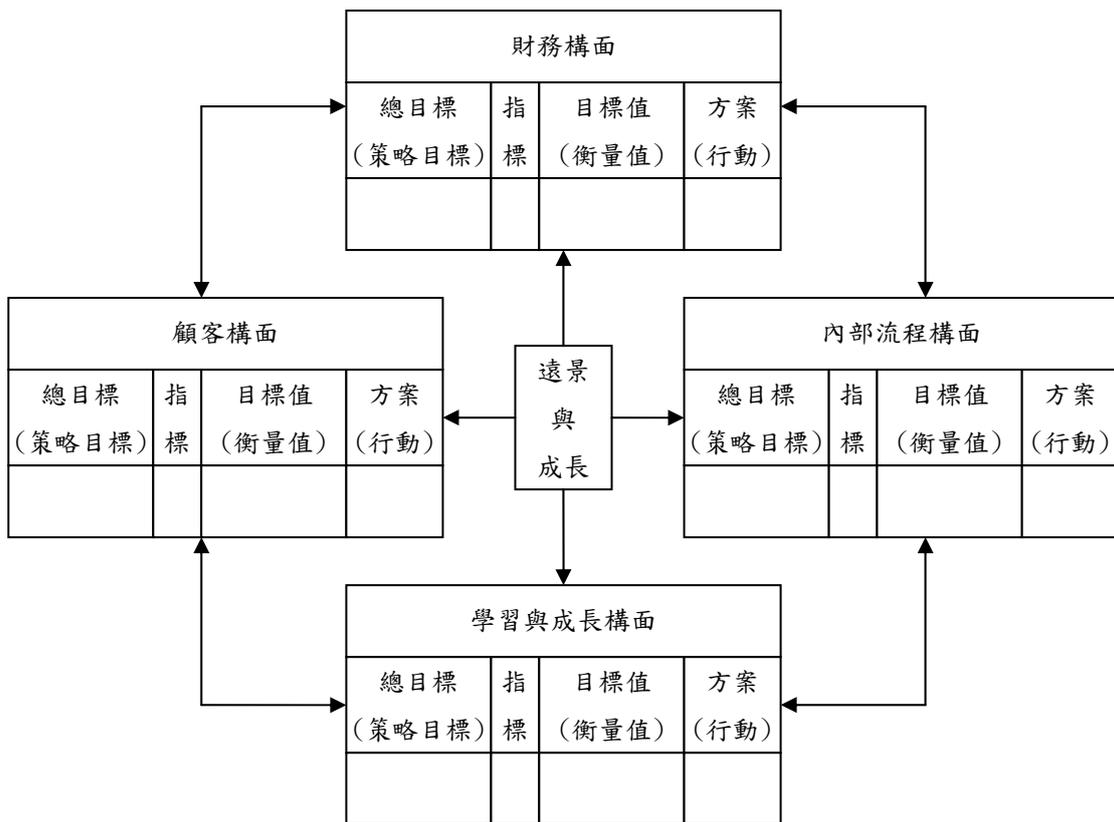


圖 2-1 轉化策略為營運的架構

資料來源： [3]

Kaplan & Norton(1996)[44]所提出的平衡計分卡的四大構面，可以使組織短期和長期的目標、成果和驅動因素，達到客觀與主觀的量度平衡狀態。在實務的運作上，許多採用平衡計分卡的公司，都不約而同的將平衡計分卡當作管理流程。其各個構面之主要策略內容及核心量度指標如下[1][3][9]：

(一)、財務構面(Financial Perspective)

財務目標通常與獲利能力有關，如快速的銷貨成長或產生現金流量等，而衡量標準往往是營業收入、資本運用報酬率，企業在不同的生命週期，有不同的財務目標，然而企業的生命週期與衡量策略的財務議題可相互結合。平衡計分卡保留財務構面，因為財務量度是反映過去的績效。財務績效可說明企業策略的執行，對於企業的各项改善是否有貢獻，對大部分企業而言，增加營收、改善成本、提高生產力、加強資產利用、降低風險等這些財務主題，是連繫BSC四個構面的必要環結。

(二)、顧客構面 (Customer Perspective)

顧客是企業獲利的主要來源，因此，滿足顧客的需求便成為企業追求的目標。在顧客構面中，高階管理者必須先確立組織單位的顧客與目標市場區隔，並隨時監控組織在此目標區隔中的表現。對於顧客成果的核心衡量標準可分成五群，包含市場佔有率、顧客延續率、新顧客取得數、顧客滿意度、顧客獲利率。而這些核心量度可以組成一套顧客構面之核心量度，如表2-1，如果要發揮最顯著的影響力，則必須能針對預期中成長和獲利潛力最大的目標顧客群適度修正這些量度。

表 2-1 顧客構面之核心量度

市場佔有率	場佔有由顧客數量、花費金額或售出的單位市數量反映組織在既有市場之銷售比例。
新顧客取得數	以絕對或相對數字來衡量組織個體贏取新顧客的比例。
顧客延續率	以絕對或相對數字來追縱組織個體與其客戶繼續維持既有關係的比例。
顧客滿意率	依照價值主張計畫中的特定績效範疇，評估顧客滿意程度
顧客獲利率	扣除支持顧客所需的特殊費用後，衡量顧客的淨獲利。

資料來源：[3]

(三)、企業內部流程構面(Internal Business Process Perspective)

在企業內部流程構面中，高階管理者必須能掌握組織並能表現出卓越的重大內部流程，而這些流程能幫助組織提供價值主張，以吸引並保留目標市場區隔中的顧客，以滿足股東期望的卓越財務報酬。而平衡計分卡與傳統績效衡量的不同點，是企業內部流程構面包含了創新流程；傳統的績效衡量系統所關心的是提供產品或服務給目前顧客的流程，藉由控制流程並改進，獲得企圖獲取的利潤。而為驅動長期的財務成功，企業必須創造不同的產品與服務，以滿足目前顧客需求，並符合未來顧客的新需求；創新流程驅動未來財務績效的力量，遠遠比短期營運的力量為大。

(四)、學習與成長構面(Learning and Growth Perspective)

學習與成長構面是平衡計分卡四大構面的基礎面，主要乃為達成前三大構面，主要著重於員工績效的衡量，員工成長相當於企業的無形資產，有助於企業的進步，而構面的目標是指組織內的員工在個人技能的學習、團體間的學習及對組織的滿意度能影響前述三大構面財務、顧客、內部流程面。

平衡計分卡顧及未來企業的績效，以彌補僅衡量過去績效的財務量度之不足[1]，它以透過財務、顧客、學習及成長、內部流程等四大構面來組成平衡計分卡之架構。因此，企業須訂定遠景願景、擬定相關策略，經由四大構面來擬定策略目標，以及相對應的方案[1][3][12]。如下圖2-2 所示

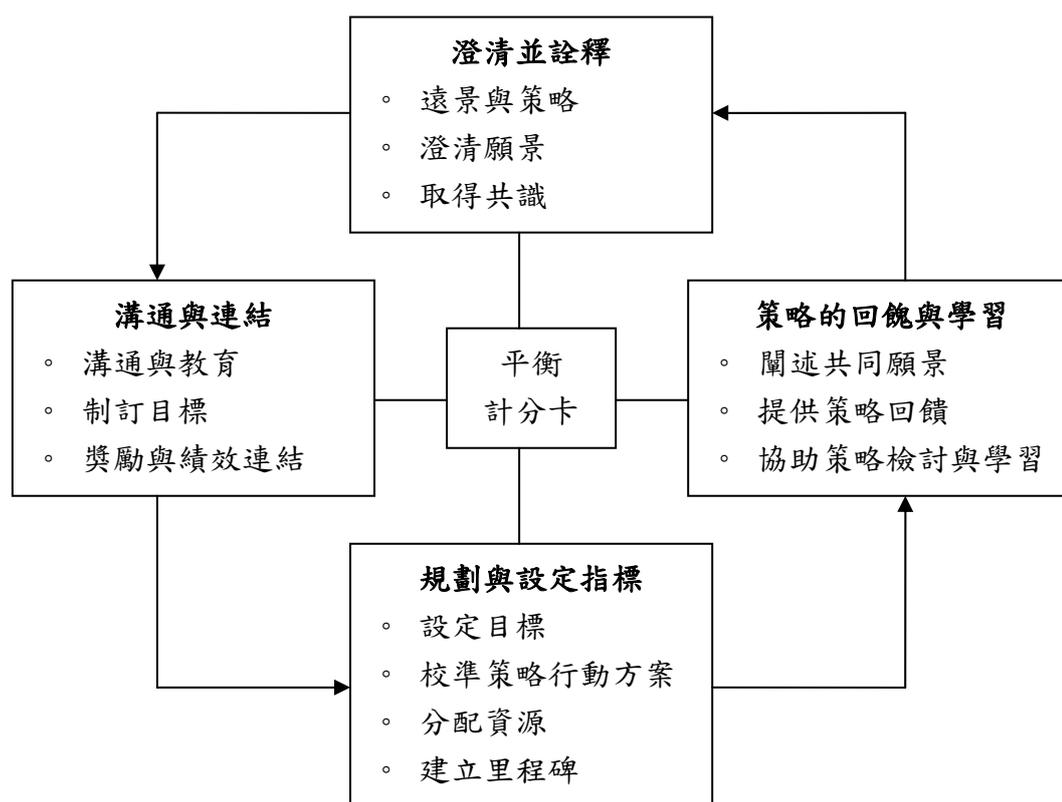


圖2-2 平衡計分卡的管理流程

資料來源：[3]

1. 澄清並詮釋願景與策略：在制定目標時，管理階層必須確切指出希望達成之顧客與市場區隔；決定財務目標後，接著確認企業內部流程的目標和量度；最後一個策略連結是學習與成長目標。建立平衡計分卡的流程，可以澄清策略目標，並為這些策略目標辨別關鍵性的驅動因素。

2. 溝通並連結策略目標與量度：平衡計分卡鼓勵各單位間與總公司管理階層進行對話，討論短期的財務目標及長期經營策略績效。平衡計分卡的設計特別強調因果關係，在溝通與連結的流程結束之後，員工更能了解事業單位的長期目標，以及達到這些目標的策略，應準備對事業單位的整體目標做出貢獻。

3. 規劃、設定指標並校準策略行動方案：平衡計分卡可幫助企業整合策略規劃流程與年度預算流程。利用一套平衡的成果量度與績效驅動因素，為企業制定特定、量化的績效目標。衡量預期的績效目標與目前的績效水準的差異，可以看出績效落差，然後設計策略行動方案來解決這些落差。

4. 加強策略的回饋與學習：平衡計分卡使管理階層能夠監督並調整策略，並在必須時對策略本身做出根本的改變，管理階層也能夠仔細審查是否達到在顧客、內部流程、創新、員工、系統和各程序構面的要求，於是管理從檢討過去變成學習未來。管理階層上但可以討論過去績效，還能夠了解業務發展是否合乎對未來的期許。

參、關鍵績效衡量指標

關鍵績效衡量指標[1][9][12]為管理者用以衡量企業經營績效最重要的指標，可衡量產出策略及目標之達成程度。關鍵績效衡量指標的訂定係由策略的擬定與宣達來建立目標，目標的訂定可透過策略

展開、以及這個策略欲達成的目標等二個方法來訂定，進而確認關鍵流程，發展KPI 及其目標，最後再結合獎酬與訓練。Simons (1995) [43]提出績效評估指標的基本原則如下：

1. 績效評估指標要定義明確且可衡量。
2. 個人績效評估與組織績效評估必須加以區分。
3. 績效評估應同時考量結果與過程，而非只注重結果。
4. 績效評估指標最好與組織競爭策略相結合。
5. 績效評估指標為影響企業未來經營成效之重要因素。
6. 應隨時檢查績效評估指標之適用性。

由於傳統上在訂定績效衡量指標有以下缺點[1]：

1. 因企業可用資源有限，傳統績效衡量指標在各部門執行過程監控時，往往指標數過多且繁雜，一般企業組織可能多達20~30項績效衡量指標，造成權重分配不均，會造成無法聚焦於量度企業活動。

2. 傳統績效衡量指標在對應願景與策略時，未能符合平衡計分卡四大構面，可能所制定的績效衡量指標權重比重值大部份會偏重於財務屬性的落後指標(Lagging Indicators)，而忽略其它非財務屬性等領先指標(Leading Indicators)的權重比值。

關鍵績效衡量指標 (KPI) 之導入與校準：組織必須要有一套標準來衡量成效。KPI 就是用來衡量平衡計分卡的策略與目標是否有確實達成預期效果，進而以績效管理的方法，促進企業全方位願景的實行計畫，于泳泓 (2002) 提出KPI 的基本形成步驟[1]：

1. 找出績效衡量的構面，並且訂出個別之衡量項目。
2. 決定個別衡量項目之權重。
3. 建立各項衡量指標的基準值。
4. 設定各項衡量指標之目標值。

5. 完成各個衡量指標之尺度/比例。
6. 依據目前之績效表現計算出實際之指標值。

而KPI 必須與企業的願景和策略連結外並且最好具有下述特性：可量化、可達成性、易瞭解、相互平衡和能清楚定義等。KPI 是平衡計分卡中特有的觀念[1][3][12]，無論是如何選擇策略目標來對應KPI，或是KPI 中目標值與權重的設定，對大多數的企業而言，都將是一個新的課題與挑戰。因此，在平衡計分卡KPI的權重設定中，面對各KPI的重要程度不等也應給定不同的權重，以反應各指標之重要性；權重制定的客觀性及務實性在平衡計分卡中也是較為美中不足的地方，在下一節將介紹權重評估方法以有效改善權重的。

第二節 權重評估方法

權重建構是平衡計分卡重要步驟之一，各指標的重要程度不等，在平衡計分卡指標架構中，應給定不同的權重，以反應指標之重要性；建構平衡計分卡之指標權重也應具有正確性及務實性，而權重評估的分析方法，可分為層級分析法（Analytical Hierarchical Process; AHP）[41]，模糊決策分析法[36]，模糊層級分析法（Fuzzy AHP）[35]等。

壹、層級分析法

層級分析法為Saaty於1980年[42]所提出分析複雜問題的方法，主要應用在不確定情況下及具多數個評估準則的問題上；層級分析法是提供一個分析問題的架構，將複雜且非結構性的情況先加以分割為「階層次序」的要素。將每個要素的相關重要性以主觀判斷給予數值，綜合這些數值得知要素的優勢程度，作為分析問題的要素權重值

[25][26]。

層級分析法分成五個步驟，說明如下[25][26]：

- 一、建立層級結構。
- 二、建立成對比較矩陣。
- 三、計算特徵值與特徵向量。
- 四、一致性檢定。
- 五、整體層級權重的計算。

貳、模糊決策分析法

因應環境的不確定性及給予的權重評估彈性，而將模糊理論運用於模糊決策分析的過程中。有關模糊決策分析方法應用甚多，包括單獨與多人的決策制定、多準則決策制定 (Multi-Criteria)、多階段決策制定 (Multi-Stage)、模糊排序 (Fuzzy Ranking) 及模糊線性規劃 (Fuzzy Linear Programing) [36]。其中，模糊排序是在模糊決策分析過程必須被討論的議題。根據Chen 與Hwang兩位學者將模糊決策分析法歸類為四大項，如圖2-3所示[15]。說明如下：

- 一、利用模糊數的相關性質，像 α -截集 (α -cut) 等，直接以模糊數作比較。
- 二、應用模糊隸屬度的機率函數求出模糊平均數與標準差，據此來比較模糊數。
- 三、使用重心法或面積評量方法，得出模糊數解模糊化的評估值，依據評估值作比較與排序。
- 四、模糊語意變數表達方式。

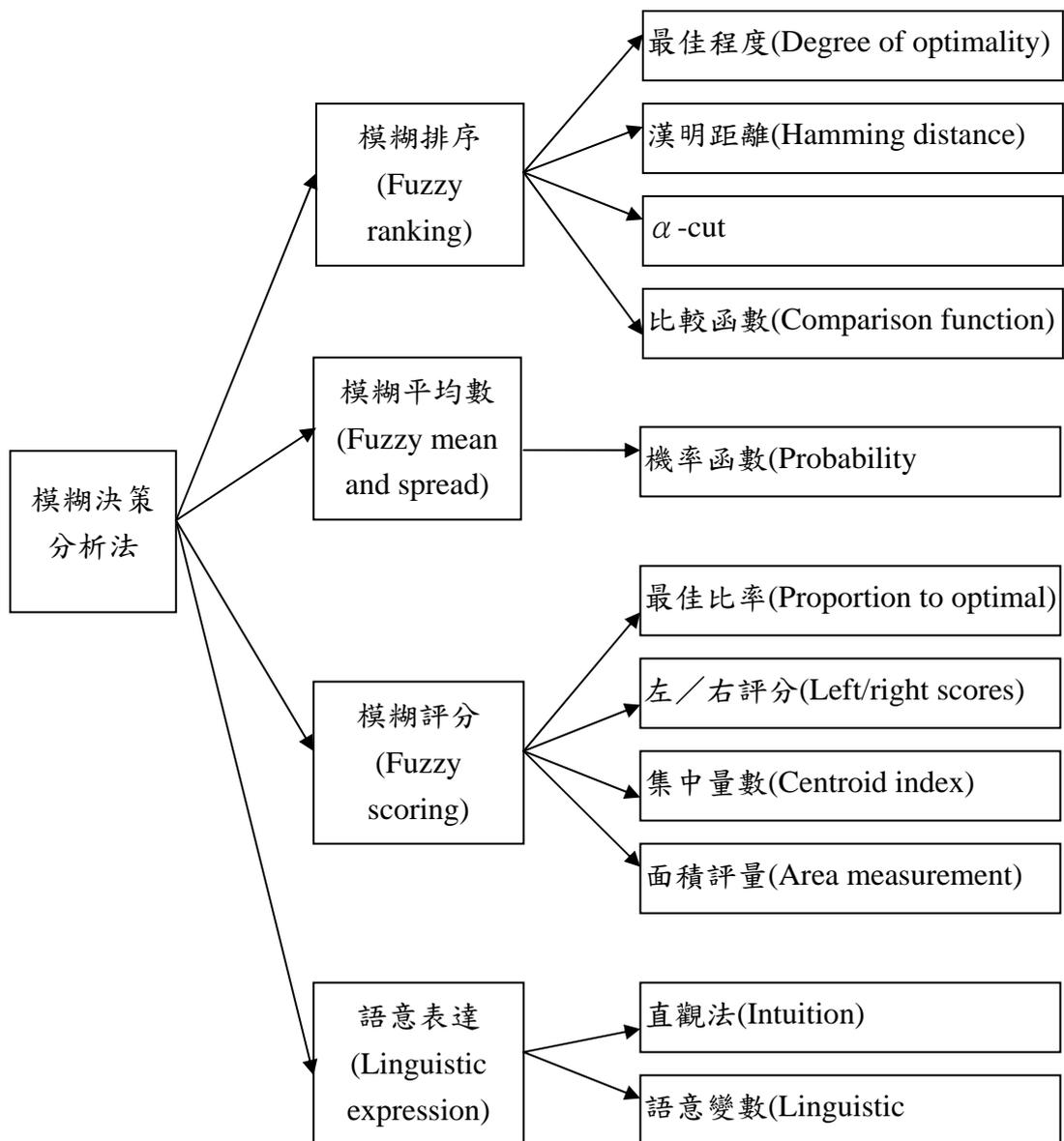


圖2-3 模糊決策分析的分類

資料來源：[15]

參、模糊層級分析法

結合模糊理論與層級分析法，所構建的模糊層級分析法可對具有模糊性的決策問題進行有效的處理[35]。Ruoning 與Xiaoyan[41]認為現實環境是屬於一個模糊的環境，所以將層級分析法擴充到模糊環境中，以彌補層級分析法無法解決模糊性問題的缺失。Lasek[39]認為企業在評估方案時，必須同時考慮多個不同目標。因此，方案的評選是一個複雜的多屬性多準則問題，所以將層級分析法與模糊理論結合，將是一個相當可行的解決模式。將以上三種權重分析方法的優缺點，整理如表2-2 所示。

表2-2 權重分析方法的優缺點

分析模式	優點	缺點
層級分析法 [25][26]	1. 容易瞭解，操作簡單具實用性。 2. 綜合擷取多數專家與決策者的意見	1. 人類主觀衡量方式的準確性。 2. 構建層級結構的方式。
模糊決策分析法 [36]	1. 符合現實的不確定性環境。 2. 符合人類主觀衡量的評估值。	1. 模糊排序的方法不夠主觀。 2. 無明確的強弱順序。
模糊層級分析法 [35]	1. 結合模糊決策與層級分析法的優點。 2. 較符合現實企業的決策環境。	1. 解模糊化的方式會影響方案排序。

資料來源：本研究整理

由於平衡計分卡考慮KPI的指標方案評選問題所具有的不確定性、多準則特性，以及多數專家與決策者的意見；所以，本研究採用模糊層級分析法，結合模糊理論解決主觀認知判斷的模糊性、以及層級分析法易於分析瞭解問題本質的優點，反映真實環境下決策分析所遭遇的問題。在下一節將對模糊理論與層級分析法加以說明。

第三節 模糊理論

模糊理論 (Fuzzy theory)，是由Zadeh於1965年[49]首先提出的觀，為了解決工程設計上有關語意問題所提出，是一種以數學方式表徵模糊語意的方法，為一符合人類思考行為的數值處理模式，主要強調人類的思維、推理及對週遭事物的感知在本質上都是相當模糊的，因此必須以模糊數學的分析方法取代傳統的數量方法，以解決現實環境的不確定性與模糊性，進而進行評估分析。

壹、模糊集合

一、模糊集合定義：

長久以來數學都是講求精確，如59.95 與60.04 間的值取小數點後一位數四捨五入後，它們都會是屬於60.0，在數學中此種問題為精確度問題，但在模糊數學中，則會將59.95 到60.04 的區間當成60.0的討論範圍，來探討區間內任一值在60.0 的隸屬程度。

所謂模糊集合(Fuzzy Sets)是指該集合的元素屬於該集合的程度，用0 與1 之間的數值來表示其隸屬的程度。它概念為「亦此亦彼」[4][14][19]，它打破傳統二值集合(Binary Value Set)「是」與「否」的「非此即彼」觀念。以天氣的「冷」、「熱」為例，若天氣是熱的，則二值集合表示方式為(冷, 熱)=(0, 1)，模糊集的代表方式則可為

(冷, 熱)=(0.2, 0.6)，對模糊集合的表示來說，雖然天氣是熱的，但程度上來說冷的感覺是0.2，而熱的感覺是0.6；傳統二值集合與模糊集合的比較如表2-3 所示：

表2-3 傳統二值集合與模糊集合比較表

	二值集合 (Binary Value Set)	模糊集合 (Fuzzy Set)
可解釋的資訊	較少	較多
輸出	非此即彼	亦此亦彼
值域	{0, 1}	[0, 1]
函數	特徵函數	隸屬函數

資料來源：本研究整合

在傳統的數學模式是以二值邏輯為基礎，亦即一個元素 x 和一個集合 A 的關係只有兩種可能， x 屬於 A 或者 x 不屬於 A ，以特徵函數表示(2-1)為[49]：

$$\phi_A(X) = \begin{cases} 1, & \text{if } x \in A \\ 0, & \text{if } x \notin A \end{cases} \quad (2-1)$$

若 A 是一個模糊集合，則 $\mu_A(x)$ 代表 x 在 A 中的隸屬函數，它們的值介於0 與1 之間，以符號表示(2-2)如下[49]：

$$\mu_A(x): X \rightarrow [0, 1], \quad (\text{即 } 0 \leq \mu_A(x) \leq 1, \quad x \in X) \quad (2-2)$$

二、 α -截集 (α -cut)

將模糊集合轉變為明確集合的方法是 α -截集，其定義如下：對模糊集合 T 而言，若給定一實數值 α ($0 = \alpha = 1$)，則對模糊集合 T 取 α -截集所形成的區間集合 $t^\alpha = [(m-l)\alpha + l, u - (u-m)\alpha]$ ， $0 \leq \alpha \leq 1$ ，其中， t^α 為 t 的 α -截集，而區間範圍為 $[t_l^\alpha, t_u^\alpha]$ ， t_l^α 與 t_u^α 分別為 α -截集的下限與上限，如圖所示如圖2-4所示[45]。

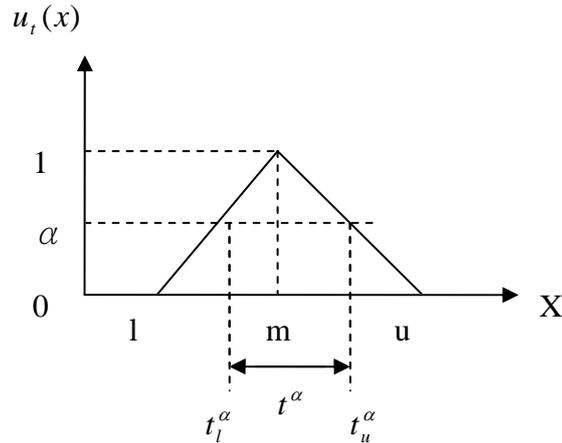


圖2-4 正三角模糊數 T 的 α -截集

其中， α 稱為門檻值（Threshold Value）， α 值越大，門檻值越高，其區間值就越小；同理， α 值越小，門檻值就越低，其區間值就越大，若 α 值等於1時，則成為單一實數值。

貳、模糊數

一般來說模糊數定義為具有以下三種特性的模糊集合便稱為模糊數：

- 該模糊集合定義在實數軸 R 上
- 該模糊集合是凸的(convex)
- 該模糊集合是正規化的(normal)

最常應用的模糊數為三角模糊數與梯形模糊數，梯形模糊數與三角模糊數的差異在隸屬度為1時有一段水平的線段，而非三角模糊函數之一點，如下所示：

一、三角模糊數 (Triangular Fuzzy Number)

三角模糊數以 $T(l, m, u)$ 表示，且 $l \leq m \leq u$ 。當 $0 > l$ 時，稱 T 為正三角模糊數，正三角模糊數 T 的隸屬函數 $\mu_T(x)$ ，如圖2-5所

定義[45]，其 $\mu_i(x)=(l, m, u)$ 的運算如式(2-3)式：

$$\mu_i(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l} & , l < x < m \\ \frac{u-x}{u-m} & , m < x < u \\ 0 & , otherwise \end{cases} \quad ; \text{其中, } l > 0 \quad (2-3)$$

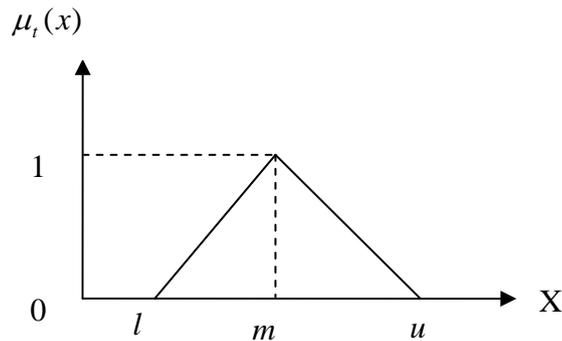


圖 2-5 正三角形模糊數

二、梯形模糊數(Trapezoidal fuzzy numbers)

梯形模糊數 F ，以 $F=(f_1, f_2, f_3, f_4)$ 表示，梯形模糊數的隸屬函數 $u_f(x)$ ，如圖2-6所定義[45]，其 $u_f(x)=(f_1, f_2, f_3, f_4)$ 的運算如式(2-4)式：

$$u_f(x) = \begin{cases} 0 & , x < f_1 \\ \frac{x-f_1}{f_2-f_1} & , f_1 \leq x \leq f_2 \\ 1 & , f_2 \leq x \leq f_3 \\ \frac{x-f_4}{f_3-f_4} & , f_3 \leq x \leq f_4 \\ 0 & , x > f_4 \end{cases} \quad (2-4)$$

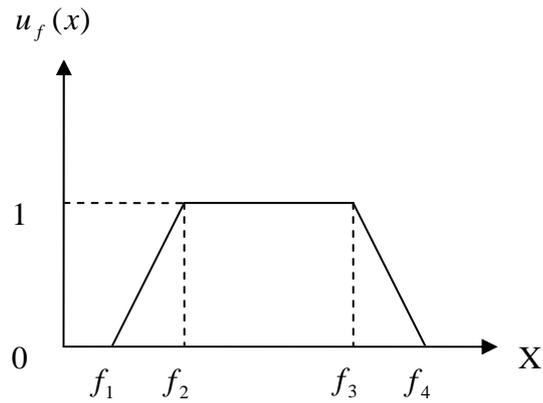


圖2-6 梯形模糊數

參、模糊運算

利用Zimmerman於1991年[48],年所提出擴展原理之近似公式,假設有兩個正三角模糊數 $\tilde{T}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ 及 $\tilde{T}_2 = (l_2, m_2, u_2)$,可進行包括加、減、乘、除及倒數等的運算,敘述如下:

一. 模糊數之相加性,運算如式(2-5)所示:

$$\tilde{T}_1 + \tilde{T}_2 = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (2-5)$$

二. 模糊數之相減性,運算如式(2-6)所示:

$$\tilde{T}_1 - \tilde{T}_2 = (l_1 - l_2, m_1 - m_2, u_1 - u_2) \quad (2-6)$$

三. 模糊數之相乘性,運算如式(2-7)所示:

$$\tilde{T}_1 \times \tilde{T}_2 = (l_1 \times l_2, m_1 \times m_2, u_1 \times u_2) \quad (2-7)$$

四. 模糊數之相除性,運算如式(2-8)所示:

$$\tilde{T}_1 \div \tilde{T}_2 = (l_1 / l_2, m_1 / m_2, u_1 / u_2) \quad (2-8)$$

五. 模糊數之倒數,運算如式(2-9)所示:

$$\tilde{T}_1^{-1} = (1/u_1, 1/m_1, 1/l_1) \quad (2-9)$$

$$\tilde{T}_2^{-1} = (1/u_2, 1/m_2, 1/l_2)$$

肆、解模糊化

所謂的解模糊化就是將模糊數轉變成一個明確值[4]，以作為模糊排序過程中所使用的工具。解模糊化的過程剛好與模糊化相反，它通常把一個模糊集合，轉換至一個明確的數值。解模糊化法並無一定方法，需視問題的特性而定，文獻中比較常用的方法為「重心法」，因計算過程較為簡單，因而本研究在一致性檢定採用的解模糊法為重心法進行檢定；因在模糊計算過程中以 α -截集為主，將以「距離測量法」作為 α -截集的解模糊數方法，其介紹如下。

(一) 重心法

重心法(Center of Gravity Method)乃是眾多解模糊化方法中最常用，也是一般認為較為合理的，重心法是由Yager於1981年[48]所提出，此法主要是求取模糊數的幾何中心，其觀念就是以模糊集合之「中心值」來代表整個模糊集合，及計算公式如式(2-10)、(2-11)、(2-12)所示；

假設 $f_i(x)$ 三角形模糊數 $T = (l, m, u)$ 之隸屬函數，而三角形模糊數 T 之重心值以 $R(T)$ 表示。

$$R(T) = \frac{\int_l^m x f_i(x) dx}{\int_l^m f_i(x) dx} \quad (2-10)$$

$R(T)$: 代表模糊集合之重心值

x : 對隸屬度之一個重要性測量權數

$f_i(x) dx$: 為模糊集合隸屬函數

令 $T_i = (l_i, m_i, u_i)$ ， $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ，為 n 個三角形模糊數。則

$$\int_{l_i}^{u_i} f_{ii}(x) dx = \frac{1}{2}(l_i - u_i) \quad (2-11)$$

$$\int_{l_i}^{u_i} f_{ii}(x)dx = \frac{1}{6}(l_i + m_i + u_i)(u_i - l_i) \quad (2-12)$$

所以 T_i 之重心值為 $R(T_i) = \frac{1}{3}(l_i + m_i + u_i)$ ，如此 n 個三角形模糊數的重心值也能很容易的計算出來。

(二) 距離測量法

假設 $\tilde{T}_1 = (l_1, m_1, u_1)$ 及 $\tilde{T}_2 = (l_2, m_2, u_2)$ 分別為正三角模糊數，則其兩模糊數間距離 $d(\tilde{T}_1, \tilde{T}_2)$ 的運算如式(2-13)所示；[36]

$$d(\tilde{T}_1, \tilde{T}_2) = \sqrt{\frac{1}{3}[(l_1 - l_2)^2 + (m_1 - m_2)^2 + (u_1 - u_2)^2]} \quad (2-13)$$

利用模糊數相對距離公式作為轉換函數，以進行語意變數的解模糊化；根據Chen(2002)[36]的定義，利用距離公式，可將模糊數加以解模糊化，運算如式(2-14)所示：

$$R = \frac{d^-}{d^- + d^*} \quad (2-14)$$

其中 $d^* = d(\tilde{T}, \tilde{T}^*)$ 且 $d^- = d(\tilde{T}, \tilde{T}^-)$ ， \tilde{T}^* 為模糊最佳值(1, 1, 1)， \tilde{T}^- 為模糊最差值(0, 0, 0)

伍、語意變數

語意變數(Linguistic variable)是語意變數是以自然語言中的語詞為值，例如可以用詞組：{極差，差，普通，佳，極佳}來表達評估者的好壞程度的感受；將人類自然語言中對某種程度描述的語句、片語或單字視為變數，並利用隸屬函數表示隸屬度[48]，一般語意

變數包括四項資料：名稱、種類、範圍、程度。如運用模糊理論衡量主觀判斷過程可概分兩個步驟：

1. 先將語意變數使用之語意項轉換成模糊數。
2. 再將模糊數透過運算轉換成明確值。

較於以往使用之語意變數並無較方便可供參考的模式，Chen, Huang及Lin(1997)[46]發表了一個較簡單方法，將模糊資料以語意項或模糊數來表示，有系統地將決策者所給予之語意變數值，轉換成相關的模糊數，其將專家問卷語意措詞轉換如表2-4所示。

表 2-4 語意措辭轉換表

語意措辭	正三角形模糊數	正倒值模糊數
絕強、非常重要	(9, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/9)
介於兩者之間	(7, 8, 9)	(1/9, 1/8, 1/7)
極強、重要	(6, 7, 8)	(1/8, 1/7, 1/6)
介於兩者之間	(5, 6, 7)	(1/7, 1/6, 1/5)
頗強、比較重要	(4, 5, 6)	(1/6, 1/5, 1/4)
介於兩者之間	(3, 4, 5)	(1/5, 1/4, 1/3)
稍強、稍微重要	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)
介於兩者之間	(1, 2, 3)	(1/3, 1/2, 1/1)
等強、一樣重要	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)

資料來源：[46]

第四節 層級分析法

從個人的日常生活，大至企業，都經常在做決策，當我們在做決策時，除了需要足夠的訊息、有組織的思考、及運用邏輯和經驗外，個人的優先考量更是深深影響決策的過程。因此，運用縝密的思考來解決問題，和使用權重的觀念來輔助判斷，將有助於我們的決策。在許多有關決策的方法中，分析層級程序法(The Analytic Hierarchy Process, AHP) 頗受廣泛應用。

層級分析法為Saaty[42]所提出分析複雜問題的方法，主要應用在不確定情況下及具多數評估準則的決策問題上。對於決策者，建立階層式結構有助於事物的瞭解。但在面臨最適方案的選擇時，必須根據某些準則進行各方案的評估，以決定各方案的優先次序。評估者必需從各層面考量，而層級分析法就是在處理複雜的決策問題下，所發展出的一套理論[25][26][28]。

壹、層級分析法之進行步驟

利用層級分析法進行決策問題時，主要包括以下五個階段[25][26]：

一、建立層級結構

利用層級結構加以分解複雜問題，但基於人類不易同時對7種以上的對象進行比較，因而依據Saaty的建議，最好不要超過7個，超出者可再分層解決，以免影響層級的一致性(如圖2-7)。

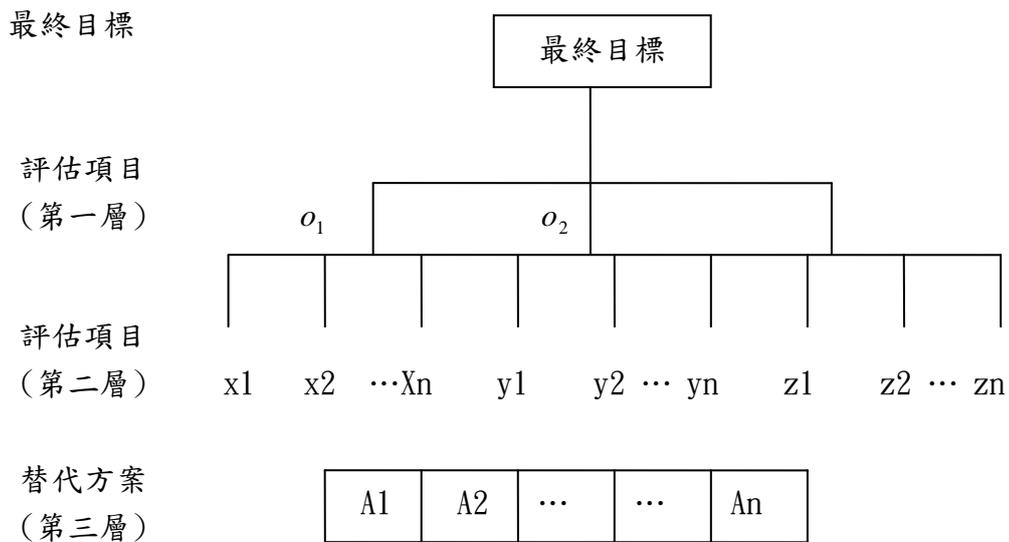


圖2-7 AHP層級結構示意圖

資料來源：[25]

二、建立成對比較矩陣

對某層級下的要素間進行成對比較，層級分析法的評估尺度劃分五項，即「同等重要」、「稍重要」、「頗重要」、「極重要」以及「絕對重要」，並給予名目尺度1、3、5、7、9的衡量值。另有四項介於五個基本尺度之間，並給予2、4、6、8的衡量值。層級分析的評估尺度值及意義，如表2-5所示。

根據各個要素間成對比較結果的衡量值，可得一成對比較矩陣A如式(2-15)所示：

$$A=[a_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (2-15)$$

其中， a_{ij} 表示要素i比要素j重要的程度值。

$$a_{ji} = 1/a_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

表2-5 AHP評估尺度意義

評估尺度	定義	說明
1	同等重要 (Equal Importance)	兩比較方案的貢獻程度具同等重要性。
3	稍重要 (Weak Importance)	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案。
5	頗重要 (Essential Importance)	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案。
7	極重要 (Very Strong Importance)	實際顯示非常強烈傾向喜好某一方案。
9	絕對重要 (Absolute Importance)	有足夠證據肯定絕對喜好某一方案。
2、4、6、8	相鄰尺度之中間值 (Intermediate values)	須要折衷值時。

資料來源：[25][26]

三、計算特徵值與特徵向量

依據成對比較矩陣，即可求取各層級要素的權重。使用數值分析中常用的特徵值(Eigenvalue)解法，計算成對比較矩陣的特徵向量(eigenvector)。當決策者的成對比較判斷具有完全一致性時，則下式成立：

若矩陣A為一個nxn的一致性矩陣時，A的特徵向量X與特徵值 λ 和矩陣A的關係如(2-16)所示：

$$AX = \lambda X \quad (2-16)$$

經移項後，可得式(2-17)：

$$(A - \lambda I)X = 0 \quad (2-17)$$

依此，既可求得矩陣A的n個特徵值 λ ，其中最大特徵值標記為

λ_{\max} 。

n 個屬性 A_1, A_2, \dots, A_n 彼此評比的成對比較矩陣，如式(2-15)所示， a_{ij} 為屬性 A_i 對於屬性 A_j 的相對重要度。令 w_i, w_j 分別為屬性 A_i 與屬性 A_j 之權重，並定義 $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$ ，則成對比較矩陣可以改寫如式(2-18)

所示：

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix} \quad (2-18)$$

令 W 為 n 個屬性的權重向量，也就是 $W = [w_1, w_2, \dots, w_n]^T$ ，則成對比較矩陣 A 與權重向量 W 內積可得式(2-19)：

$$A \cdot W = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} nw_1 \\ nw_2 \\ \vdots \\ nw_n \end{bmatrix} \quad (2-19)$$

根據式(2-16)對特徵向量之定義，可發現式(2-19)中權重向量 W 恰為成對比較矩陣 A 之特徵向量，且 n 恰為特徵值的其中一個，故式(2-19)可改寫為式(2-20)：

$$A \cdot W = \lambda_{\max} \cdot W \quad (2-20)$$

四、一致性檢定

判斷專家決策前後是否一致，必須進行一致性檢定 (Consistency Index, C. I.) 檢查依決策者所回答的答案而構成的成對比較矩陣是否為一致性矩陣。當成對比較矩陣具有完全一致性時 $\lambda_{\max} = n$ ，否則必然滿足 $\lambda_{\max} \geq n$ 。因此，當 λ_{\max} 愈接近 n 時，一致性程

度愈高。一致性指標，其計算式如(2-21)所示[42]：

$$C.I = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2-21)$$

λ_{\max} : 向量最大特徵值

n : 評估要素之個數

利用一致性指標時，當C. I=0時表示前後判斷完全具一致性，當C. I. >0.1時則表示判斷不連貫。當C. I<0.1時亦即認為成對比較矩陣具有一致性。

成對比較矩陣在不同的階數(Order)下，會產生不同的C. I值，稱為隨機指標(Random Index; RI)，如表2-5 所示。在相同的矩陣下，C. I值與R. I. 值的比率，稱為一致性比率(Consistency Ratio; C. R)。若C. R<0.1時，則矩陣的一致性程度令人滿意。一致性比率的計算如式(2-22)[42]：

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (2-22)$$

表2-6 隨機指標表

階數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
R. I	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51

資料來源：[41]

五、整體層級權重的計算

各層級要素間的權重計算後，再進行整體層級權重的計算，最後依各方案的權重，以決定最終目標的最適方案。

綜合以上五階段步，其在應用AHP方法進行決策時，其參考流程如圖2-8所示。

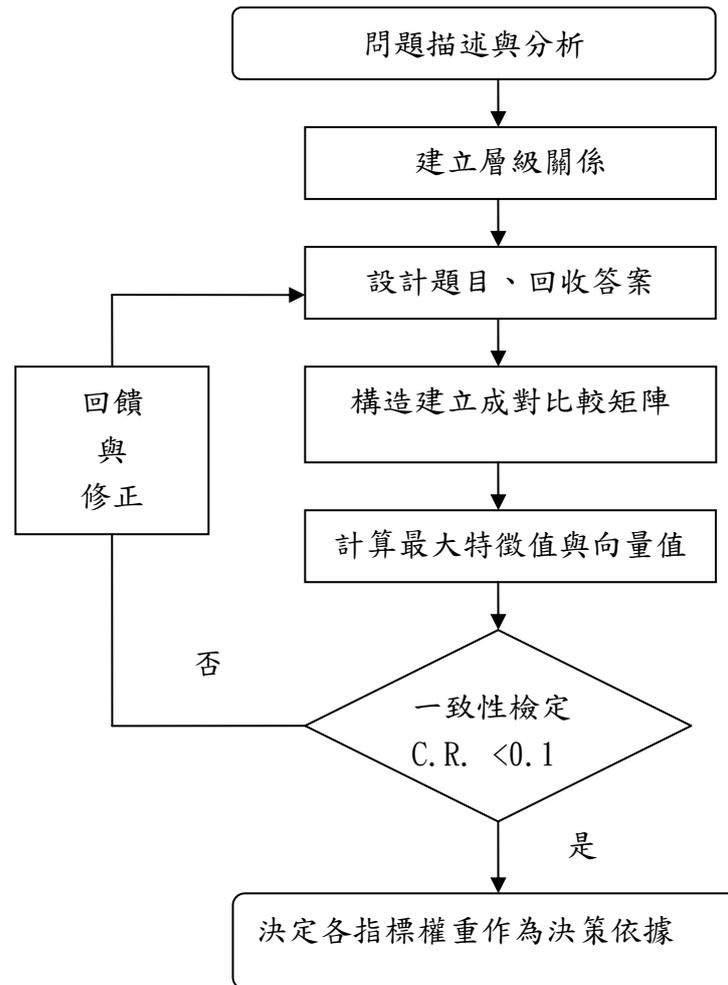


圖2-8 AHP進行步驟與流程圖

資料來源：[25]

貳、層級分析法之缺點

人類思維所具有模糊性會影響專家填答問卷、衡量準則、及主觀判斷，而Saaty[42]之傳統層級分析法並未直接利用模糊的觀念或模糊數或隸屬函數的方法來解決這個不確定性或模糊的問題，僅以相對比較之比例（成對比較矩陣，如圖2-9）來衡量多準則決策問題中之模糊性，因此傳統層級分析法存在著以下的問題：

$$\begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

圖2-9 傳統AHP成對比較矩陣圖

1. 不精確問題：

傳統層級分析法並未直接利用模糊的觀念或方法解決不確定性或模糊的問題，僅以相對比較比例來衡量專家於兩兩因素間之重要性看法，使得評估結果常與現實問題有所差異。

2. 平均數缺乏各權重之分佈資訊：

層級分析法之評估結果乃為權重之平均數，然而平均數缺乏各權重之分佈資訊，是一種不可靠的統計指標。

3. 層級數增加，導致效率降低：

如採用AHP法，當層級數增加時，則所需的因素間兩兩比較次數將呈指數成長，容易使填答者因回答問題過多，思緒混淆，導致此模式效率降低。

4. 群體決策問題：

在整合群體意見時所使用之幾何平均數，不適用於決策者對各決策屬性之認知差異很大時，會使部份評估者觀點無法反應在評估結果之問題上，造成他們無法接受評估之結果，導致計畫難以被執行。

第五節 模糊層級分析法

由於傳統AHP使用上的缺失，使得Fuzzy AHP應運而生，Buckly便將Saaty之傳統層級分析法加以演化，發展模糊層級分析法，將三角模

糊數直接帶入成對比較矩陣中，以解決問題，如圖2-10所示，其中 $a_{11(L-R)} \sim a_{33(L-R)}$ 為模糊數，以處理在準則衡量、判斷等過程中所產生之模糊性問題。本研究將國內外主要研究學者之相關文獻整理如下：

$$\begin{bmatrix} a_{11(L-R)} & a_{12(L-R)} & a_{13(L-R)} \\ a_{21(L-R)} & a_{22(L-R)} & a_{23(L-R)} \\ a_{31(L-R)} & a_{32(L-R)} & a_{33(L-R)} \end{bmatrix}$$

圖2-10 FAHP之成對比較矩陣圖

一. De Grann(1980)[38]：

De Grann最早將模糊觀念運於分析層級程序法中的學者。他是以三角模糊數來表示其對兩兩要素間相對重要程度的看法，然後找出各決策準則的模糊權重，再經由層級串聯得到各可行方案的模糊分數，並依此分數選擇最佳可行方案。

二、Buckley(1985) [35]：

Buckley不僅將模糊集合理論應用在傳統AHP上，並且在模糊矩陣中考慮了一致性的概念。他是要求決策者以梯形模糊數來表示兩兩要素間相對重要程度的看法，形成模糊正倒值矩陣，再利用幾何平均數方法來計算每一模糊矩陣的模糊權重，然後以各替代方案模糊權重的特徵函數圖形來排列各替代方案的優先順序。

三、粘淑惠(1995)[17]

針對模糊AHP法的缺點：1. 將模糊集合理論的概念應用在傳統AHP法中的某一程序上，並未建立一個完整的模糊AHP模式；2. 計算過程過於複雜，不具實用性。因此，粘淑惠以Buckley的模糊AHP為基礎，利用三角模糊數、 α -截集等方法，建立一個完整的群體決策模糊AHP

模式。然而，其優點為：計算過程簡單，實用性高；缺點為：實務決策者不易決定 α 水準。

四、張志向(1997)[21]

此研究乃藉由模糊AHP法獲得中小企業授信評估構面及項目之權重，其模式的發展是以Buckley(1985)的模糊AHP法模式為基礎。張志向認為其所應用的模糊AHP法模式具有下列優點：1. 利用三角模糊數整合受試者之意見，可避免因為利用幾何平均法整合受試者意見，造成削弱部份受試者獨特意見之缺失。2. 藉由三角模糊數表示專家認知之模糊現象，可改善傳統AHP法模式中，將相對重要性之不精確值當作精確值處理的缺失。3. 以三角模糊數取代Buckley(1985)[35]之模糊AHP法模式中的梯形模糊數進行相關計算，可簡化計算的複雜度，提高實用性。4. 透過重心法解模糊化，可避免粘淑惠(1995)[17]所提模糊AHP法模式中實務上決策者不易決定 α 水準及 λ 指數的缺失。

FAHP法的執行步驟和傳統的AHP法大致相同，相異處在於模糊AHP需設定模糊語意、解模糊化等。最後，將近年來模糊AHP相關研究彙總如表2-7所示。

表2-7 FAHP相關研究之整理

年度	研究者	研究主題	研究方法	結論
1983 [40]	Laarhoven Pedrycz	針對傳統AHP法的相關缺點加以改善。	模糊理論 三角模糊數	建立改善傳統AHP法相關缺點之模糊AHP法分析模式
1985	Buckley	針對傳統AHP	模糊理論	建立改善傳統AHP

[35]		法的相關缺點加以改善。	梯形模糊數 α -截集	法相關缺點之模糊AHP法分析模式
1995 [31]	盧淵源	導入無人搬運車系統之評估與分析。	模糊理論 三角模糊數 模糊語意評比	構建無人搬運系統之設置評估模式。
1995 [17]	粘淑惠	交通運輸計劃評估。	三角模糊數 α -截集	建立簡單易懂、操作容易之交通運輸計劃評估模式。
1997 [21]	張志向	建立銀行業之中小企業信用評等表。	因素分析法 以三角模糊數及重心法為基礎之模糊AHP法	建立一中小企業信用評等表之模糊AHP分析模式。
1998 [15]	陳建宏	台灣有線電視寬頻網路之經營策略及可行方案。	以三角模糊數及重心法為基礎之模糊AHP法	分析出現階段台灣有線電視發展寬頻網路之經營策略及其可行方案的重要性。
2002 [34]	羅力仁	連鎖便利商店店址選擇評估模式。	以三角模糊數及重心法為基礎之模糊AHP法 模糊綜合評判法	運用模糊AHP法建立連鎖便利商店店址選擇評估模式。

2004 [22]	賀志豪	評估軍事採購 績效之研究。	以三角模糊 數及重心法 為基礎之模 糊AHP法	建構出軍事採購績 效評估架構，並作 為提昇採購成效之 決策參考依據。
--------------	-----	------------------	----------------------------------	---

資料來源：本研究整理

第三章 研究方法

由於現行BSC之導入模式中對企業組織績效衡量制定方式與評估準則中偏向主觀且方案及指標選用數量過多，缺乏較為科學方法步驟來建立評估組織營運績效與權重的方法與架構[5][33]。

本研究所採用之核心模式是以Buckley(1985)[35]的模糊層級分析模式為基礎，來建立符合BSC理論架構中構面議題、策略主題及KPI權重建構分配模式。依模糊層級分析法分別針對構面議題、策略議題、KPI三個層次進行三階段的相對重要性結果調查，在達成整體目標營運要求下，制定出BSC四大構面下之策略主題與績效衡量指標權重值，最後在個案醫院進行實測，以驗證此模式之可行性。

第一節 模糊層級分析模式之建立

Buckley(1985)[35]認為層級分析法在準則評價上，無法適當的呈現評估者的主觀認知與判斷，因而將模糊理論與層級分析法相結合，提出模糊層級分析法，結合模糊理論解決主觀認知判斷的模糊性、以及層級分析法易於分析瞭解問題本質的優點，反映真實環境下所遭遇的問題；過去模糊層級分析法以Chen, Huang及Lin(1997)[46]的模糊數轉換方式作為依據，而本研究將以Buckley的模糊層級分析法為理論基礎再利用使用者自訂語意變數尺度讓填寫問卷者能保有自己的特有意見取代來過去模糊數轉換方式的作法，其模糊層級分析法的步驟說明如圖 3-1 下：

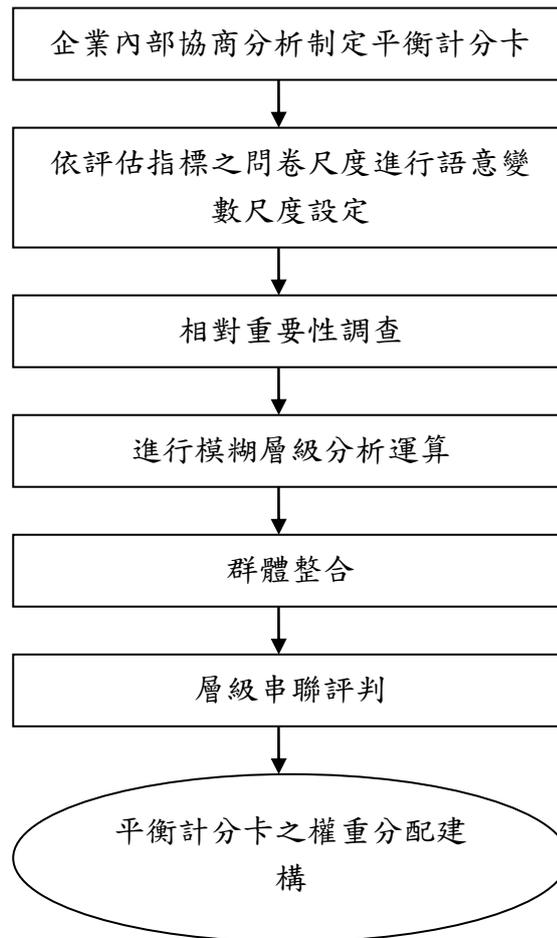


圖 3-1 平衡計分卡權重分配模式流程圖

壹、問卷語意設定

根據評估指標之層級架構，設計平衡計分卡評估權重值調查問卷，供平衡計分卡權重分配建構，其建構問卷語意值之步驟如下：

(一) 語意基礎

首先根據評估指標之層級架構建立主要問項，問項可分為五點尺度，分別為「非常重要」、「重要」、「比較重要」、「稍為重要」、「一樣重要」，如表3-1 所示，由填答者針對「非常重要」、「重要」、「比較重要」、「稍為重要」問項進行評價，依據其所認定程度之低、中、高標準給予1~10分的評價。評價後再進行模糊數的轉換，以取代過去參考Chen, Huang及Lin (1997)[46]的轉換方式，如表3-2 所示。

表 3-1 本研究所採用之語意變數尺度問卷表

此階段為FAHP語意變數之填寫:用於下一階段FAHP問卷尺度的評判,請針對以下各種問卷尺度認知程度之區間評分,低、中、高三個語意認知可由1至10的填寫評分。例如對「稍為重要」的認知程度之低、中、高評分為1, 2, 3, 就請於下列括弧內填寫(1, 2, 3), 若認為「比較重要」(或符合)的認知程度之低、中、高評分為3, 4, 5, 就於括弧內填寫(3, 4, 5), 如下所示;其中低、中、高的分數可以重疊,但須遵守高>中>低 (U>M>L)的原則,請將你對於重要程度的感認值寫於下表之括弧內。

重要程度	L	M	U
1. 一樣重要	1	1	1
2. 稍為重要			
3. 比較重要			
4. 重要			
5. 非常重要			

資料來源：本研究整理

表3-2 本研究中語意措辭模糊數設定結果案例

語言值	語意值辭組	正值模糊數	倒值模糊數
L1	一樣重要	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
L2	稍為重要	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)

L3	比較重要	(4, 5, 6)	(1/6, 1/5, 1/4)
L4	重要	(6, 7, 8)	(1/8, 1/7, 1/6)
L5	非常重要	(8, 9, 10)	(1/10, 1/9, 1/8)

(二) 問卷設計

依據所建立的層級架構，將同層級中、同一構面下的評選項目，設計為兩兩成對比較其重要性之問卷內容，且本研究採用五個尺度來描述兩兩因素間的相對重要性，獲取專家對於兩因素間相對重要程度的看法，建立成對比較矩陣[25][26]，如表3-3所示。

表3-3 本研究之問卷範例

	A:B 非常重要	A:B 重要	A:B 比較重要	A:B 稍為重要	一樣 重要	B:A 稍為重要	B:A 比較重要	B:A 重要	B:A 非常重要	
A. 高效率 合理成本 管控										B. 安全方便就醫環境
										C. 跨部門整合再造資源
										D. 培育具整合系統資訊人才
B. 安全方便就醫環境										C. 跨部門整合再造資源
										D. 培育具整合系統資訊人才

貳、模糊層級建構

一、建立層級架構：

層級架構乃是FAHP的骨架，本研究藉由相關文獻的回顧與整理，

並透過專家問卷來建立平衡計分卡權重分配建構評估模式的層級架構。最終的結果將整體的分析架構，依其相互高低層影響關係，劃分為三個層次，第一層為構面議題，第二層為策略議題，第三層為衡量指標。

二、模糊一致性檢定：

判斷專家決策前後是否一致，必須進行一致性指標 (Consistency Index, C. I.) 及一致性比率 (Consistency Ratio, C. R) 檢查；本研究藉由使用者自行設定語意變數，先以重心法解模糊數，進行一致性的檢定，其所計算出來的 CI 及 CR 須符合一致性檢定 < 0.1 的要求，表示此評估矩陣具有滿意的一致性。

三、建立模糊正倒值矩陣：

經問卷調查結果，得到專家在第一層構面議題、第二層策略議題，及第三層中衡量指標下的評估指標，其相對重要程度的看法，建立成對比較矩陣，並以三角函模糊數 a_{ij} 來表達受訪者意見的模糊性後，即可建立模糊正倒值矩陣，如式(3-1)所示：

$$\tilde{T}^k = \begin{bmatrix} \tilde{t}_{ij}^k \end{bmatrix} \quad (3-1)$$

$$\tilde{t}_{ij}^k = 1, \forall i = j$$

$$\tilde{t}_{ji}^k = 1/\tilde{t}_{ij}^k, \forall i, j = 1, 2, \dots, n$$

其中， \tilde{T}^k ：第 k 位專家的模糊正倒值矩陣。

\tilde{t}_{ij}^k ：第 k 位專家對於第 i 個方案相對於第 j 個方案的重要性

比較值， $i=j$ 時表示相對重要性為相等的：

四、計算模糊權重：

當準則模糊正倒數矩陣建立完成後，利用Csutora 與Buckley所提出的Lambda-Max[35]方法，此方法可以模擬在不同決策情境下的狀況，以計算模糊層級架構中各準則間權重值，此方式是利用 α -截集的方法， α 可看成現實環境中之穩定變動狀態，當 $\alpha=0$ ，代表將原始狀態都涵蓋考慮進去，沒有受到任何限制，環境不確定性變動範圍最大，當 $\alpha=1$ ，表示決策的環境變得最為確定，以求出在不同 α 水準下的明確值正倒值矩陣，

- (1) 當 $\alpha=1$ ，可求出第k 位專家的明確正倒值矩陣如式(3-4)，並利用層級分析法計算權重方式，求取權重向量如式(3-5)：

$$T_m^k = |t_{ijm}^k|_{n \times n} \quad (3-4)$$

$$W_m^{k*} = |w_{im}^{k*}|, i = 1, 2, \dots, n \quad (3-5)$$

- (2) 當 $\alpha=0$ ，可求出第k 位專家的下限明確正倒值矩陣與上限明確正倒值矩陣，分別表示為如式(3-6)及(3-7)，並利用層級分析法計算權重方式，分別求取上下限權重向量如式(3-8)及(3-9)：

$$T_l^k = |t_{ijl}^k|_{n \times n} \quad (3-6)$$

$$T_u^k = |t_{iju}^k|_{n \times n} \quad (3-7)$$

$$W_l^{k*} = |w_{il}^{k*}|, i = 1, 2, \dots, n \quad (3-8)$$

$$W_u^{k*} = |w_{iu}^{k*}|, i = 1, 2, \dots, n \quad (3-9)$$

- (3) 其中 $W_m^k = |w_{im}^k|$ 、 $W_l^k = |w_{il}^k|$ 、 $W_u^k = |w_{iu}^k|$ 為確保所計算的權重值仍為模糊數，因此以下列公式求取調整係數，如式(3-10)、(3-11)所示：

$$Q_l^k = \min \left\{ \frac{w_{im}^k}{w_{il}^k} \mid 1 \leq i \leq n \right\} \quad (3-10)$$

$$Q_u^k = \max \left\{ \frac{w_{im}^k}{w_{iu}^k} \mid 1 \leq i \leq n \right\} \quad (3-11)$$

使用調整後，每個準則權重之下限與上限表示如式(3-12)、
(3-13):

$$W_l^{k*} = |w_{il}^{k*}|, \quad W_{il}^{k*} = |Q_l^k w_{il}^k|, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3-12)$$

$$W_u^{k*} = |w_{iu}^{k*}|, \quad W_{iu}^{k*} = |Q_u^k w_{iu}^k|, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3-13)$$

(4) 結合 w_m^{k*} 、 w_l^{k*} 及 w_u^{k*} 可得出第k位專家的三角模糊權重向量，其中 $\tilde{w}_i^k = (W_{il}^{k*}, W_{im}^{k*}, W_{iu}^{k*})$ ，即為第k位專家對i個準則的權重值，如式(3-14)所示：

$$W^k = \left[\tilde{w}_i^k \right], \quad i=1, 2, \dots, n \quad (3-14)$$

五、群體整合：

利用平均數方法整合多位專家的模糊權重值如式(3-15)所示：

$$\bar{W}_i = 1/k \left(\bar{W}_i^{-1} \oplus \bar{W}_i^{-2} \oplus \dots \oplus \bar{W}_i^{-k} \right) \quad (3-15)$$

\bar{W}_i^{-k} 為第k位專家對第i個準則的模糊權重值。

K : 專家總數

其中， \bar{W}_i 表示為整合K位專家意見後第i個準則的模糊權重值。

六、解模糊化：

利用Chen(2002)[36]提出的解模糊化公式，求得各方案的解模糊化之權重值，運算如式(3-16)所示：

$$r_{w_i} = \frac{d^-(\bar{w}_i, 0)}{d^-(\bar{w}_i, 0) + d^-(\bar{w}_i, 1)}, \quad i=1, 2, \dots, n, \quad 0 \leq r_{w_i} \leq 1 \quad (3-16)$$

r_{w_i} = 個別解模糊化的值

其中， $d^-(\bar{w}_i, 0)$ 為模糊數 \bar{w}_i 到模糊最差值 $(0, 0, 0)$ ， $d^-(\bar{w}_i, 1)$ 為模糊數 \bar{w}_i 到模糊最佳值 $(1, 1, 1)$ ，如下式(3-17)、(3-18)所示：

$$d^-(\bar{w}_i, 0) = \sqrt{\frac{1}{3}[(\bar{w}_{dl} - 0)^2 + (\bar{w}_{ml} - 0)^2 + (\bar{w}_{ul} - 0)^2]} \quad (3-17)$$

$$d^-(\bar{w}_i, 1) = \sqrt{\frac{1}{3}[(\bar{w}_{dl} - 1)^2 + (\bar{w}_{ml} - 1)^2 + (\bar{w}_{ul} - 1)^2]} \quad (3-18)$$

七、層級串聯

解模糊化，可求得第一層NW及第一層級最終目標下第二層第i個構面的權重 NW_i ，以及第二層第i個構面下第三層第j個指標的權重 NW_{ij} 。欲得知在第一層最終目標下第三層第k個評估項目的權重 NW_k ，則必須進行層級串聯，運算方法如式(3-19)所示，其層級串連計算評估模式如圖3-5所示：

$$NW_k = NW \times NW_i \times NW_{ij} \quad (3-19)$$

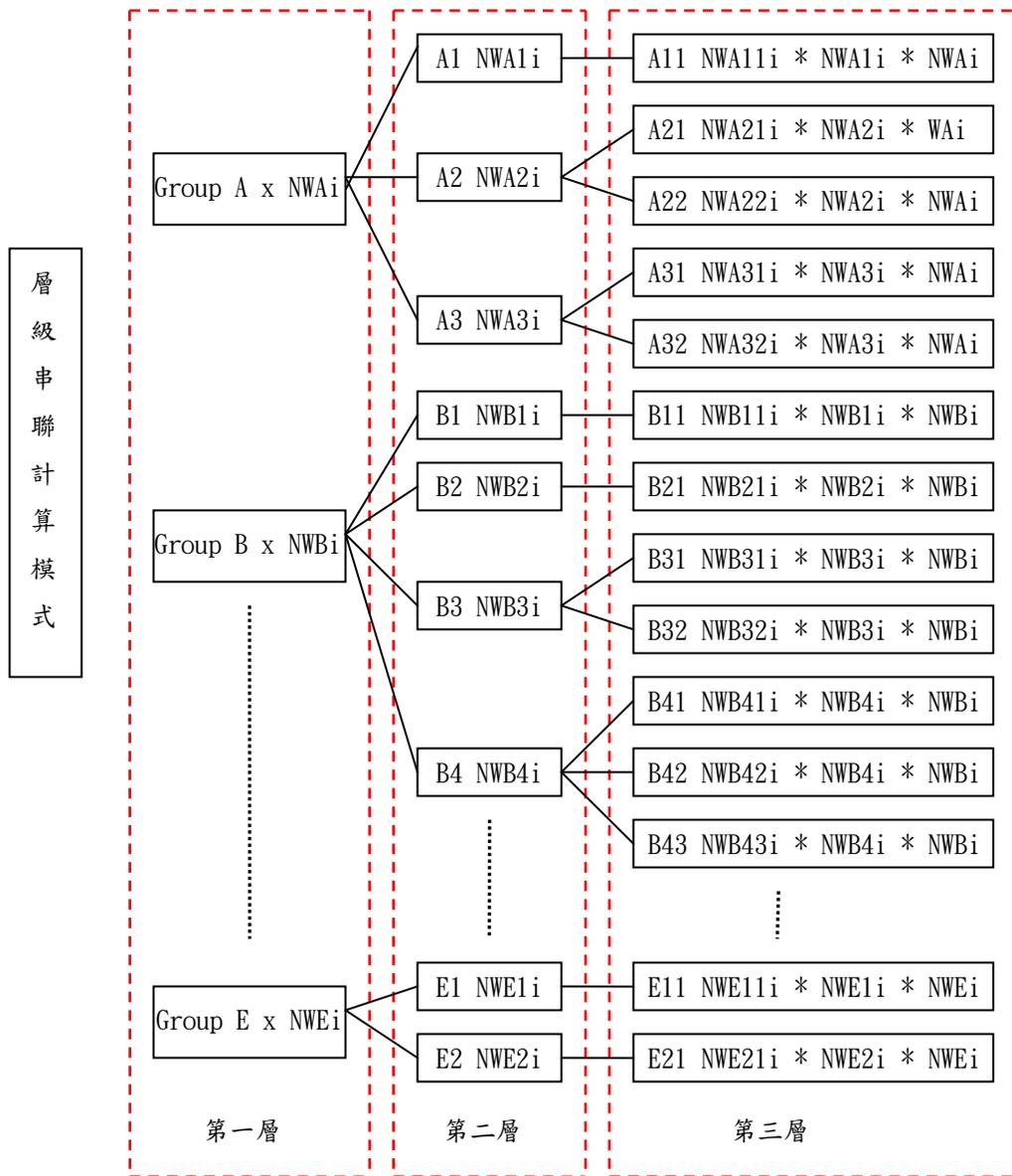


圖3-2 層級串連計算評估模式

七、範例說明

假設三位專家針對三個衡量指標進行權重值設定如表3-4，先三位專家自行設定問卷語意變數如表3-5，再進行以三個衡量指標間重要程度進行評估如表3-6，最後依據自行設定之語意值建立成模糊正倒值矩陣如表3-7，其利用模糊層級分析法完整計算如下：

表3-4 衡量指標權重值設定

平衡計分卡之衡量指標權重	
績效評估指標	權重值
高效率合理成本管控	
安全方便就醫環境	
跨部門整合再造資源	

表3-5 專家語意變數尺度設定

專家一			
重要程度	L	M	U
1. 一樣重要	1	1	1
2. 稍為重要	1	3	5
3. 比較重要	5	7	9
4. 重要	7	9	9
5. 非常重要	9	9	10

專家二			
重要程度	L	M	U
1. 一樣重要	1	1	1
2. 稍為重要	1	1	3
3. 比較重要	1	3	5
4. 重要	5	6	7
5. 非常重要	7	8	10

專家三			
重要程度	L	M	U
1. 一樣重要	1	1	1
2. 稍為重要	1	1	3
3. 比較重要	3	5	7
4. 重要	6	7	8
5. 非常重要	8	9	10

表 3-6 專家評估問卷

專家一	非常重要 5:1	重要 4:1	比較重要 3:1	稍為重要 2:1	一樣重要 1:1	稍為重要 2:1	比較重要 3:1	重要 4:1	非常重要 5:1	
A. 高效率 合理成本 管控				√						B. 安全方便就醫環境
							√			C. 跨部門整合再造資源
B. 安全方便就醫環境								√		C. 跨部門整合再造資源

專家二	非常重要 5:1	重要 4:1	比較重要 3:1	稍為重要 2:1	一樣重要 1:1	稍為重要 2:1	比較重要 3:1	重要 4:1	非常重要 5:1	
A. 高效率 合理成本 管控				√						B. 安全方便就醫環境
							√			C. 跨部門整合再造資源
B. 安全方便就醫環境							√			C. 跨部門整合再造資源

專家三	非常重要 5:1	重要 4:1	比較重要 3:1	稍為重要 2:1	一樣重要 1:1	稍為重要 2:1	比較重要 3:1	重要 4:1	非常重要 5:1	
A. 高效率 合理成本 管控			√							B. 安全方便就醫環境
						√				C. 跨部門整合再造資源
B. 安全方便就醫環境							√			C. 跨部門整合再造資源

表3-7 各專家對準則的模糊成對比較矩陣

專家一	A1-高效率 合理成本 管控	A2-安全 方便就醫 環境	A3-跨部門 整合再造 資源
A1-高效率 合理成本 管控	(1,1,1)	(1,3,5)	$(\frac{1}{9}, \frac{1}{7}, \frac{1}{5})$
A2-安全方 便就醫環 境	$(\frac{1}{5}, \frac{1}{3}, 1)$	(1,1,1)	$(\frac{1}{9}, \frac{1}{9}, \frac{1}{7})$
A3-跨部門 整合再造 資源	(5,7,9)	(7,9,9)	(1,1,1)

專家二	A1-高效率 合理成本 管控	A2-安全 方便就醫 環境	A3-跨部門 整合再造 資源
A1-高效率 合理成本 管控	(1,1,1)	(1,1,3)	$(\frac{1}{5}, \frac{1}{3}, 1)$
A2-安全方 便就醫環 境	$(\frac{1}{3}, 1, 1)$	(1,1,1)	$(\frac{1}{5}, \frac{1}{3}, 1)$
A3-跨部門 整合再造 資源	(1,3,5)	(1,3,5)	(1,1,1)

專家三	A1-高效率 合理成本 管控	A2-安全 方便就醫 環境	A3-跨部門 整合再造 資源
A1-高效率 合理成本 管控	(1,1,1)	(3,5,7)	$(\frac{1}{3}, 1, 1)$
A2-安全方 便就醫環 境	$(\frac{1}{7}, \frac{1}{5}, \frac{1}{3})$	(1,1,1)	$(\frac{1}{7}, \frac{1}{5}, \frac{1}{3})$

A3-跨部門 整合再造 資源	(1,1,3)	(3,5,7)	(1,1,1)
----------------------	---------	---------	---------

(一)藉由自行設定語意變數，以重心法解其模糊數，進行模糊一致性

檢定，求得矩陣 A^k 如下：

$$A^1 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1/7 \\ 1/3 & 1 & 1/8.3 \\ 7 & 8.3 & 1 \end{bmatrix} \quad A^2 = \begin{bmatrix} 1 & 1.6 & 1/3 \\ 1/1.6 & 1 & 1/3 \\ 3 & 3 & 1 \end{bmatrix} \quad A^3 = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 1/1.6 \\ 1/5 & 1 & 1/5 \\ 1.6 & 5 & 1 \end{bmatrix}$$

利用層級分析法(3-19)，求得 λ_{\max} ，再藉由 λ_{\max} 可得 C.I 及 C.R

(3-20)如下：

$$C.I^1 = 0.048 \quad C.I^2 = 0.012 \quad C.I^3 = 0.013$$

$$C.R^1 = 0.092 \quad C.R^2 = 0.024 \quad C.R^3 = 0.025$$

$$A^1 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1/7 \\ 1/3 & 1 & 1/8.3 \\ 7 & 8.3 & 1 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{array}{l} 1 \times 3 \times 1/7 = 0.42 \quad \sqrt[3]{0.42} = 0.754 \\ 1/3 \times 1 \times 1/8.3 = 0.04 \quad \sqrt[3]{0.04} = 0.342 \\ 7 \times 8.3 \times 1 = 58.1 \quad \sqrt[3]{58.1} = 3.877 \end{array} \quad (3-20)$$

$$\Rightarrow \begin{array}{l} 0.754 + 0.342 + 3.877 \\ = 4.931 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{l} 0.754 \div 4.931 = 0.148 \\ 0.342 \div 4.931 = 0.067 \\ 3.877 \div 4.931 = 0.785 \end{array} \Rightarrow W^1 = \begin{bmatrix} 0.148 & 0.067 & 0.785 \end{bmatrix}$$

$$AW^1 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1/7 \\ 1/3 & 1 & 1/8.3 \\ 7 & 8.3 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.148 \\ 0.067 \\ 0.785 \end{bmatrix} \Rightarrow \lambda_{\max}^1 = 3.0955$$

$$C.I^1 = (3.0955 - 3)/(3 - 1) = 0.048 \quad (3-21)$$

$$C.R^1 = 0.048/0.52 = 0.092$$

(二) 令 $\alpha=1$ ，利用 α -截集，可得矩陣 T_m^k 如下：

$$T_m^1 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 0.14 \\ 0.33 & 1 & 0.11 \\ 7 & 9 & 1 \end{bmatrix} \quad T_m^2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0.33 \\ 1 & 1 & 0.33 \\ 3 & 3 & 1 \end{bmatrix} \quad T_m^3 = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 1 \\ 0.20 & 1 & 0.20 \\ 1 & 5 & 1 \end{bmatrix}$$

利用層級分析法(3-21)，可求得權重向量：

$$W_m^1 = [0.15 \quad 0.07 \quad 0.79] \quad W_m^2 = [0.20 \quad 0.20 \quad 0.60] \quad W_m^3 = [0.45 \quad 0.09 \quad 0.45]$$

$$\begin{aligned} T_m^1 = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 0.14 \\ 0.33 & 1 & 0.11 \\ 7 & 9 & 1 \end{bmatrix} &\Rightarrow \begin{array}{l} 1 \times 3 \times 0.14 = 0.42 \quad \sqrt[3]{0.42} = 0.749 \\ 0.33 \times 1 \times 0.11 = 0.04 \Rightarrow \sqrt[3]{0.04} = 0.342 \\ 7 \times 9 \times 1 = 63 \quad \sqrt[3]{63} = 3.98 \end{array} \quad (3-22) \\ \Rightarrow \begin{array}{l} 0.749 + 0.342 + 3.98 \\ = 5.071 \end{array} &\Rightarrow \begin{array}{l} 0.749 \div 5.071 = 0.148 \\ 0.342 \div 5.071 = 0.067 \\ 3.98 \div 5.071 = 0.785 \end{array} \Rightarrow W_m^1 = [0.15 \quad 0.07 \quad 0.79] \end{aligned}$$

(三) 令 $\alpha=0$ ，利用 α -截集，可得矩陣 T_i^k 及 T_u^k 如下：

$$\begin{aligned} T_i^1 &= \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0.11 \\ 0.20 & 1 & 0.11 \\ 5 & 7 & 1 \end{bmatrix} & T_i^2 &= \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0.20 \\ 0.33 & 1 & 0.20 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} & T_i^3 &= \begin{bmatrix} 1 & 3 & 0.33 \\ 0.14 & 1 & 0.14 \\ 1 & 3 & 1 \end{bmatrix} \\ T_u^1 &= \begin{bmatrix} 1 & 5 & 0.20 \\ 1 & 1 & 0.14 \\ 9 & 9 & 1 \end{bmatrix} & T_u^2 &= \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 5 & 5 & 1 \end{bmatrix} & T_u^3 &= \begin{bmatrix} 1 & 7 & 1 \\ 0.33 & 1 & 0.33 \\ 3 & 7 & 1 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

利用層級分析法(3-22)、(3-23)，可求得上下限權重向量，其結果為：

$$\begin{aligned} W_i^1 &= [0.12 \quad 0.08 \quad 0.81] \quad W_i^2 = [0.30 \quad 0.20 \quad 0.50] \quad W_i^3 = [0.37 \quad 0.10 \quad 0.53] \\ W_u^1 &= [0.17 \quad 0.09 \quad 0.74] \quad W_u^2 = [0.27 \quad 0.19 \quad 0.54] \quad W_u^3 = [0.37 \quad 0.09 \quad 0.54] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_i^1 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0.11 \\ 0.20 & 1 & 0.11 \\ 5 & 7 & 1 \end{bmatrix} &\Rightarrow \begin{array}{l} 1 \times 1 \times 0.11 = 0.11 \quad \sqrt[3]{0.11} = 0.479 \\ 0.20 \times 1 \times 0.11 = 0.02 \Rightarrow \sqrt[3]{0.02} = 0.271 \\ 5 \times 7 \times 1 = 35 \quad \sqrt[3]{35} = 3.271 \end{array} \quad (3-23) \\ \Rightarrow \begin{array}{l} 0.479 + 0.271 + 3.271 \\ = 4.021 \end{array} &\Rightarrow \begin{array}{l} 0.479 \div 4.021 = 0.119 \\ 0.271 \div 4.021 = 0.067 \\ 3.271 \div 4.021 = 0.813 \end{array} \Rightarrow W_i^1 = [0.12 \quad 0.07 \quad 0.81] \end{aligned}$$

$$T_u^1 = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 0.20 \\ 1 & 1 & 0.14 \\ 9 & 9 & 1 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{array}{l} 1 \times 5 \times 0.20 = 1 \\ 1 \times 1 \times 0.14 = 0.14 \\ 9 \times 9 \times 1 = 81 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{l} \sqrt[3]{1} = 1 \\ \sqrt[3]{0.14} = 0.519 \\ \sqrt[3]{81} = 4.327 \end{array} \quad (3-24)$$

$$\begin{array}{l} 1 + 0.519 + 4.327 \\ = 5.846 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{l} 1 \div 5.846 = 0.171 \\ 0.519 \div 5.846 = 0.089 \\ 4.327 \div 5.846 = 0.740 \end{array} \Rightarrow W_i^1 = [0.17 \quad 0.09 \quad 0.74]$$

(四) 計算各專家之權重向量調整係數(3-24)、(3-25)，其結果為：

$$Q_i^1 = 0.88 \quad Q_i^2 = 0.67 \quad Q_i^3 = 0.85$$

$$Q_u^1 = 1.08 \quad Q_u^2 = 1.11 \quad Q_u^3 = 1.22$$

$$Q_i^1 = \min \left\{ \frac{w_{im}^1}{w_{il}^1} \mid 1 \leq i \leq n \right\} = \min \left\{ \frac{0.15}{0.12}, \frac{0.07}{0.08}, \frac{0.79}{0.80} \right\} \quad (3-25)$$

$$= \min \{1.25, 0.88, 0.98\} = 0.88$$

$$Q_m^1 = \max \left\{ \frac{w_{im}^1}{w_{iu}^1} \mid 1 \leq i \leq n \right\} = \max \left\{ \frac{0.15}{0.18}, \frac{0.07}{0.09}, \frac{0.79}{0.73} \right\} \quad (3-26)$$

$$= \max \{0.83, 0.78, 1.08\} = 1.08$$

(五) 計算各專家調整後之權重向量(3-26)、(3-27)，其結果為：

$$W_i^{1*} = [0.11 \quad 0.07 \quad 0.70] \quad W_i^{2*} = [0.20 \quad 0.13 \quad 0.34] \quad W_i^{3*} = [0.31 \quad 0.09 \quad 0.45]$$

$$W_u^{1*} = [0.19 \quad 0.10 \quad 0.79] \quad W_u^{2*} = [0.30 \quad 0.21 \quad 0.60] \quad W_u^{3*} = [0.45 \quad 0.11 \quad 0.66]$$

$$W_{il}^{1*} = |Q_i^1 w_{il}^1| \Rightarrow W_i^{1*} = 0.88 \times [0.12, 0.08, 0.80] = [0.11, 0.07, 0.70] \quad (3-27)$$

$$W_{iu}^{1*} = |Q_u^1 w_{iu}^1| \Rightarrow W_u^{1*} = 1.08 \times [0.18, 0.09, 0.73] = [0.19, 0.10, 0.79] \quad (3-28)$$

(六) 得出各專家之模糊權重，其結果為：

$$\bar{W}_1^1 = (0.11 \quad 0.15 \quad 0.19) \quad \bar{W}_1^2 = (0.20 \quad 0.20 \quad 0.30) \quad \bar{W}_1^3 = (0.31 \quad 0.45 \quad 0.45)$$

$$\bar{W}_2^1 = (0.07 \quad 0.07 \quad 0.10) \quad \bar{W}_2^2 = (0.13 \quad 0.20 \quad 0.21) \quad \bar{W}_2^3 = (0.09 \quad 0.09 \quad 0.11)$$

$$\bar{W}_3^1 = (0.70 \quad 0.79 \quad 0.79) \quad \bar{W}_3^2 = (0.34 \quad 0.60 \quad 0.60) \quad \bar{W}_3^3 = (0.45 \quad 0.45 \quad 0.66)$$

(七) 整合各專家之的模糊權重(3-28)，其結果為：

$$\bar{W}_1 = (0.21 \quad 0.27 \quad 0.31) \quad \bar{W}_2 = (0.10 \quad 0.12 \quad 0.14) \quad \bar{W}_3 = (0.51 \quad 0.61 \quad 0.68)$$

$$\begin{aligned} \bar{W}_1 &= \left(\left(\frac{0.11+0.20+0.31}{3} \right), \left(\frac{0.15+0.20+0.45}{3} \right), \left(\frac{0.19+0.30+0.45}{3} \right) \right) & (3-29) \\ &= (0.21, 0.27, 0.31) \end{aligned}$$

(八) 解模糊化值為(3-29)、(3-30)、(3-31)：

$$r_{w1} = 0.27 \quad r_{w2} = 0.12 \quad r_{w3} = 0.60$$

$$d^-(\bar{w}_1, 0) = \sqrt{\frac{1}{3}[(0.21-0)^2 + (0.27-0)^2 + (0.31-0)^2]} = 0.267 \quad (3-30)$$

$$d^-(\bar{w}_2, 1) = \sqrt{\frac{1}{3}[(0.21-1)^2 + (0.27-1)^2 + (0.31-1)^2]} = 0.733 \quad (3-31)$$

$$r_{w_i} = \frac{0.267}{0.267 + 0.733} = 0.27 \quad (3-32)$$

因此，可制定出高效率合理成本管控權重值= 0.27、安全方便就醫環境權重值= 0.12、跨部門整合再造資源權重值= 0.60。

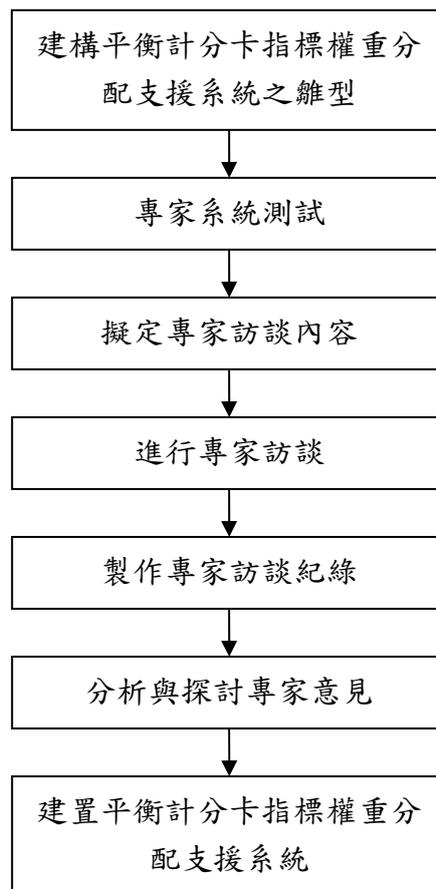
第二節 專家訪談設計規劃

專家訪談之目的是確定平衡計分卡指標權重分配支援系統所開發內容與功能是否符合企業需求，並針對專家訪談內容結果了解企業的需求，以利建置更完善的平衡計分卡指標權重分配支援系統。

壹、訪談作業規劃

在訪談作業規劃方面，分成兩階段方式進行，第一階段針對所建置之初步平衡計分卡指標權重分配支援系統的雛型，並經由個案醫院資訊部門之專家測試。

第一階段完成測試後即進行第二階段之專家訪談工作，以第一階段專家系統測試結果，由事先所擬定之訪談問題進行面對面專家訪談，以瞭解系統所開發之內容與功能是否能達到企業的符合，並製作專家訪談紀錄，藉由專家的訪談紀錄，經分析與探討專家對系統之意見，建置完成平衡計分卡指標權重分配支援系統；其訪談作業規劃流程如圖 3-5 所示。



貳、專家選擇與內容設計

在本研究中，藉由專家對系統的測試的意見，進行深入的論述，以作為企業實務界的意見代表，以使得本研究所建構出的平衡計分卡指標權重分配評估模式及平衡計分卡指標權重分配支援系統更能符合企業需求。

因此，選擇專家訪談對象時，共選擇資訊部門四位人員，其中一人為資深資訊專員，三位也為開發多數專案的資訊人員；由於本研究所選擇之專家人員皆為具有開發資訊系統經驗的資訊人員，故將對專家的訪談意見將能為本研究建構出更符合企業所需的平衡計分卡指標權重分配支援系統。

而訪談的目的為建置出更完善之權重系統；因而，藉由下列的專家訪談內容問題，希望建構出符合企業之客觀性權重值，其訪談主題如下：

- 1、對於系統所提供之結果權重值是否能達到所要的正確性結果？
- 2、對於系統結構是否複雜？
- 3、對於系統所提供之介面功能是否能符合需求？
- 4、對於系統所提供之介面美觀設計是否能符合標準？
- 5、對於系統操作是否能完全了解？
- 6、本研究所提出之層級架構對於企業是否能有幫助？
- 7、對於系統理論經由說明文件說明後是否能了解？
- 8、對本系統之整體建議？

第四章 系統設計與建置

根據本研究提出的模糊層級分析法，以雛型法建構平衡計分卡指標權重分配支援系統，協助企業進行客觀性的平衡計分卡權重值設定。

第一節 系統的建構環境

本系統的軟硬體建構環境如下：

一、硬體方面

主要的硬體設備為Intel 相容1.5G筆記型電腦，512動態存取記憶體，解析度800x600、12.1 吋彩色螢幕。

二、軟體方面

主要以微軟(Microsoft)公司的XP作業系統為系統開發平台，並用的Visual Studio 2005搭配SQL Server 2000以ASP.NET做為程式語言開發工具。

第二節 系統架構與流程：

根據研究方法所提出之模糊層級分析模式的概念，本研究發展出一個平衡計分卡指標權重分配支援系統設計其系統建置重點如下：

1. 語意值設定：建構評估者可自行設定問卷語意尺度，依據所認定之標準給予數值。
2. FAHP問卷：以構面議題、策略議題、衡量指標KPI，設計成問卷進行相對重要性調查。

3. 評估結果顯示：依據FAHP問卷結果，經層級串聯計算，得到最終的衡量指標權重值。
4. 層級項目比重值顯示：藉由FAHP問卷進行相對重要性調查得到各階層相對的比重值。
5. 問卷整合時間：藉由問卷整合時間的控管，以達到FAHP的群體整合。
6. 權重檢討：藉由FAHP問卷結果所產生的權重結果作為依據，可加以修改權重值。

因此，本系統藉由系統時間的管控做到群體整合，當在問卷填寫時間內，才能進行語意值設定及問卷填寫；相對的，當問卷填寫時間結束，才能查詢各構面議題、策略議題、KPI的結果，其系統建置流程圖，如圖4-1所示，並依據此一流程圖為藍圖，進而構建出平衡計分卡指標權重分配支援系統，其系統功能架構，如圖4-2所示。

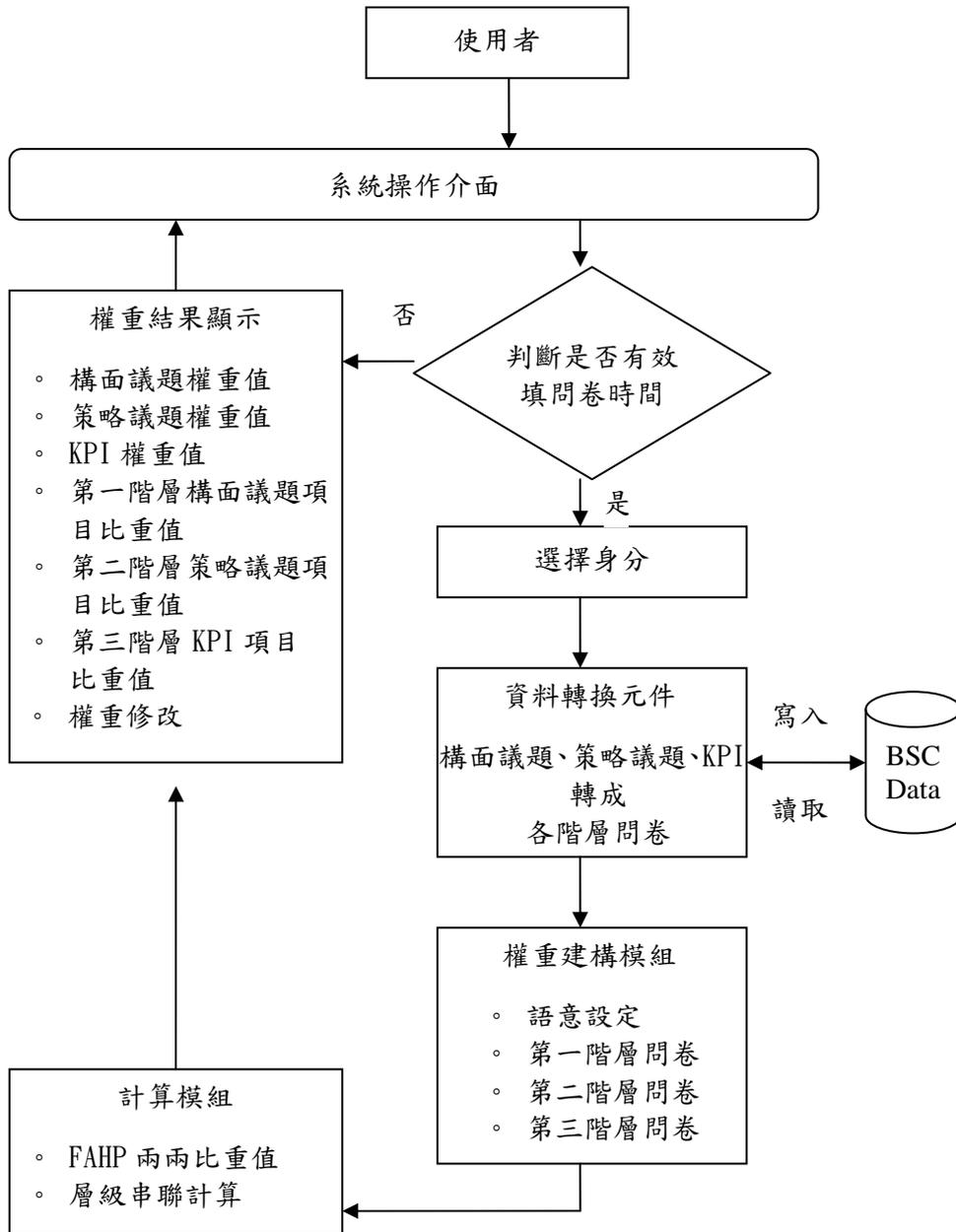


圖 4-1 系統流程圖

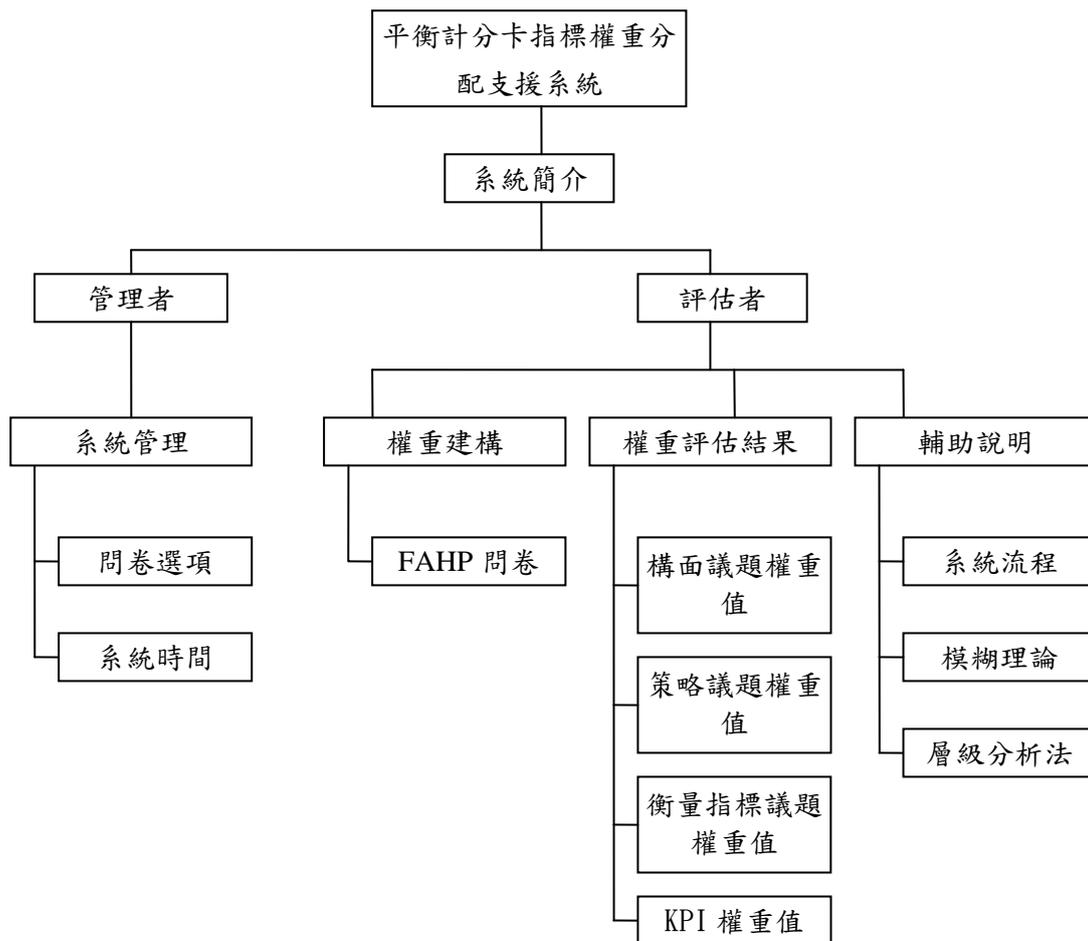


圖4-2 平衡計分卡指標權重分配支援系統功能架構

第三節 系統功能說明

本研究利用雛形法建構「平衡計分卡指標權重分配支援系統」，藉由系統簡介讓評估者了解「平衡計分卡指標權重分配支援系統」目的所在，告知評估者的主要工作是給予企業的各项評估指標權重值的制定，系統簡介畫面如圖4-3：

本系統的功能及內容主要可分為五大部分，主畫面如圖4-4，茲分別說明如下：



圖4-3 系統簡介畫面



圖4-4 主畫面

一、權重建構

1. FAHP問卷：選擇所建構之部門後(如圖4-5)，建構評估者可自行設定問卷語意尺度，依據所認定之標準給予數值，如圖4-6所示，並依照FAHP問卷進行第一階層構面議題問卷(如圖4-7)、第二階層策略議題問卷(如圖4-8)、第三階層衡量指標KPI問卷(如圖4-9)。

二、權重分配結果

1. 構面議題權重值：評估者針對FAHP問卷之構面議題兩兩比較給定的比重值結果，如圖4-10所示。
2. 策略議題權重值：評估者針對FAHP問卷之策略議題兩兩比較給定的比重值結果，如圖4-11所示。
3. 衡量指標議題權重值：評估者針對FAHP問卷之衡量指標議題兩兩比較給定的比重值，如圖4-12所示。
4. KPI權重值：依據FAHP問卷結果，經層級串聯計算，評估者可經評估結果顯示整體KPI總結果，如圖4-13所示。

根據三階段所計算的結果，使用者可依據結果進行權重的修改(如圖4-14)，其修改若總權重值總和不等於1時，表示為不合理，而系統將進行警示的提醒告知，如圖4-15所示。

三、系統管理

1. 系統時間：管理者建立或修改系統評估時間設定，如圖4-16所示。
2. 問卷選項：管理者建立或修改問卷選項設定，如圖4-17所示。

五、說明部份

1. 系統流程：藉由系統流程說明讓評估者能了解系統整體的流程架構，更能夠更輕易的操作本系統，如圖4-18所示。

2. 模糊理論：藉由模糊理論說明文件讓評估者進一步了解語意值設定的目的所在，如圖4-19所示。
3. 模糊層級分析法(FAHP)理論，藉由FAHP理論說明文件讓評估者了解FAHP如何根據演算法以兩兩比較及層級串聯計算出權重值，如圖4-20所示。



圖4-5 使用者選擇建構部門畫面



圖4-6 語意值設定畫面



AHP第一階層「構面」問卷

日期編號	96527042		
編號	3132345	部門	資訊部門

- A(財務構面) V.S B(顧客構面)
 - A非常重要 A重要 A比較重要 A稍為重要 一樣重要 B稍為重要 B比較重要 B重要 B非常重要
- A(財務構面) V.S B(企業內部流程構面)
 - A非常重要 A重要 A比較重要 A稍為重要 一樣重要 B稍為重要 B比較重要 B重要 B非常重要
- A(財務構面) V.S B(學習與成長構面)
 - A非常重要 A重要 A比較重要 A稍為重要 一樣重要 B稍為重要 B比較重要 B重要 B非常重要
- A(財務構面) V.S B(社會承諾構面)
 - A非常重要 A重要 A比較重要 A稍為重要 一樣重要 B稍為重要 B比較重要 B重要 B非常重要
- A(顧客構面) V.S B(企業內部流程構面)
 - A非常重要 A重要 A比較重要 A稍為重要 一樣重要 B稍為重要 B比較重要 B重要 B非常重要
- A(顧客構面) V.S B(學習與成長構面)
 - A非常重要 A重要 A比較重要 A稍為重要 一樣重要 B稍為重要 B比較重要 B重要 B非常重要
- A(顧客構面) V.S B(社會承諾構面)
 - A非常重要 A重要 A比較重要 A稍為重要 一樣重要 B稍為重要 B比較重要 B重要 B非常重要

送出問卷

圖4-7 第一階層構面議題問卷畫面



AHP第二階層「策略議題」問卷

日期編號	965261059		
編號	3132345	部門	資訊部門

- A(建立安全健康管理系統) V.S B(提高顧客滿意度)
 - A非常重要 A重要 A比較重要 A稍為重要 一樣重要 B稍為重要 B比較重要 B重要 B非常重要
- A(改善硬體環境降低維修成本) V.S B(提高專案完成率 資訊服務資料化)
 - A非常重要 A重要 A比較重要 A稍為重要 一樣重要 B稍為重要 B比較重要 B重要 B非常重要
- A(培育程式開發人才) V.S B(開發團隊學術交流)
 - A非常重要 A重要 A比較重要 A稍為重要 一樣重要 B稍為重要 B比較重要 B重要 B非常重要

送出問卷

圖4-8 第二階層策略議題問卷畫面

FUZZY 平衡計分卡權重分配支援系統
Analytic Hierarchy Process *Fuzzy Thero and AHP in Balanced scorecard*

Planning Allocate Predict Set Priorities Determine Optimization Design System
 Measure Performane System stability Risk assessment Resolve Choose a best

AHP第三階層「KPI」問卷

日期編號	06527042	部門	資訊部門
編號	3132345	部門	資訊部門

- A(軟體完成件數) V.S B(完成叫修件數)
 A非常重要 A重要 A比較重要 A稍為重要 一樣重要 B稍為重要 B比較重要 B重要 B非常重要
- A(軟體完成件數) V.S B(建立QA知識庫)
 A非常重要 A重要 A比較重要 A稍為重要 一樣重要 B稍為重要 B比較重要 B重要 B非常重要
- A(軟體完成件數) V.S B(程式提單電子化)
 A非常重要 A重要 A比較重要 A稍為重要 一樣重要 B稍為重要 B比較重要 B重要 B非常重要
- A(完成叫修件數) V.S B(建立QA知識庫)
 A非常重要 A重要 A比較重要 A稍為重要 一樣重要 B稍為重要 B比較重要 B重要 B非常重要
- A(完成叫修件數) V.S B(程式提單電子化)
 A非常重要 A重要 A比較重要 A稍為重要 一樣重要 B稍為重要 B比較重要 B重要 B非常重要
- A(建立QA知識庫) V.S B(程式提單電子化)
 A非常重要 A重要 A比較重要 A稍為重要 一樣重要 B稍為重要 B比較重要 B重要 B非常重要

Copyright © 2007 瀏覽器請使用IE 5.0及以上 最佳觀看解析度 1024 X 768

圖4-9 第三階層衡量指標KPI問卷

FUZZY 平衡計分卡權重分配支援系統
Analytic Hierarchy Process *Fuzzy Thero and AHP in Balanced scorecard*

Planning Allocate Predict Set Priorities Determine Optimization Design System
 Measure Performane System stability Risk assessment Resolve Choose a best

第一階層評選項目

層級項目

第一階層評選項目，利用平衡計分卡五大構面，建立評估構面的成對比較矩陣，計算出各構面之相對權重。

Department	Dimension	CI	CR	Compare_W
資訊部門	財務構面	0.0171	0.0153	0.224
資訊部門	顧客構面	0.0171	0.0153	0.173
資訊部門	內部流程構面	0.0171	0.0153	0.223
資訊部門	學習與成長構面	0.0171	0.0153	0.191
資訊部門	健康社區構面	0.0171	0.0153	0.189

CI、CR檢定<0.1表示此問卷結果具有滿意的一致性，否則說明此問卷結果不具備一致性，其結果不可以被接受。

[\[回主選單 \]](#)

Copyright © 2007 瀏覽器請使用IE 5.0及以上 最佳觀看解析度 1024 X 768

圖 4-10 構面議題權重值畫面



圖 4-11 策略議題權重值畫面



圖 4-12 衡量指標議題權重值畫面

綜合評審構面及衡量指標權重表

權重查詢

Department: 資訊部門

<< KPI weight << Dimension weight << Strategy weight << 登入

KPI Weight

dimension	strategy	kpi	CR	Weight Rate
財務構面	提高申報金額	DRG申報系統電子化比率	0.0000 0.22	22.40%
顧客構面	建立安全健康管理系統	加強民眾網路網路功能	0.0000 0.11	10.70%
顧客構面	提高顧客滿意度	內部顧客滿意度調查問卷	0.0000 0.07	6.60%
內部流程構面	改善硬體環境降低維修成本	穩定高效率硬體設備採購預算	0.0000 0.09	8.90%
內部流程構面	提高專案完成率 資訊服務資料化	軟體完成件數	0.0173 0.04	3.60%
內部流程構面	提高專案完成率 資訊服務資料化	完成叫修件數	0.0173 0.03	3.00%
內部流程構面	提高專案完成率 資訊服務資料化	建立QA知識庫	0.0173 0.04	4.20%
內部流程構面	提高專案完成率 資訊服務資料化	程式提單電子化	0.0173 0.03	2.60%
學習與成長構面	培育程式開發人才	資訊外部與內部培訓時數	0.0000 0.10	10.20%
學習與成長構面	開發團隊學術交流	培育具整合系統資訊人才	0.0000 0.09	8.90%
健康社區構面	提供方便保健知識	電子化網站比率	0.0000 0.19	18.90%

CR 檢定<0.1表示此問卷結果具有高度的一致性，否則說明此問卷結果不具備一致性，其結果不可以被接受。

[回主選單]

圖 4-13 KPI 權重結果畫面

綜合評審構面及衡量指標權重表

修改權重

Department: 資訊部門

Total weight: 1.00

dimension	strategy	kpi	weight	修改
財務構面	提高申報金額	DRG申報系統電子化比率	0.22	更新 取消
顧客構面	建立安全健康管理系統	加強民眾網路網路功能	0.11	編輯
健康社區構面	提供方便保健知識	電子化網站比率	0.19	編輯
顧客構面	提高顧客滿意度	內部顧客滿意度調查問卷	0.07	編輯
內部流程構面	改善硬體環境降低維修成本	穩定高效率硬體設備採購預算	0.09	編輯
內部流程構面	提高專案完成率 資訊服務資料化	軟體完成件數	0.04	編輯
內部流程構面	提高專案完成率 資訊服務資料化	完成叫修件數	0.03	編輯
內部流程構面	提高專案完成率 資訊服務資料化	建立QA知識庫	0.04	編輯
內部流程構面	提高專案完成率 資訊服務資料化	程式提單電子化	0.03	編輯
學習與成長構面	培育程式開發人才	資訊外部與內部培訓時數	0.10	編輯
學習與成長構面	開發團隊學術交流	培育具整合系統資訊人才	0.09	編輯

[修改完成]

圖 4-14 使用者權重檢討修改畫面

FUZZY 平衡計分卡權重分配支援系統 *Fuzzy Thero and AHP in Balanced scorecard*

Planning Allocate Predict Set Priorities Determine Optimization Design System
 Measure Performanc System stability Risk assessment Resolve Choose a best

綜合評審構面及衡量指標權重表

修改權重

Department: 資訊部門

Total weight: 1.08 Sorry! 權重未符合Total weight=1的標準,請重新修改!

dimension	strategy	kpi	weight	修改
財務構面	提高申報金額	DRG申報系統電子化比率	0.30	編輯
顧客構面	建立安全健康管理系統	加強民眾網際網路功能	0.11	編輯
健康社區構面	提供方便保健知識	電子化網站比率	0.19	編輯
顧客構面	提高顧客滿意度	內部顧客滿意度調查問卷	0.07	編輯
內部流程構面	改善硬體環境降低維修成本	穩定高效率硬體設備採購預算	0.09	編輯
內部流程構面	提高專案完成率 資訊服務資料化	軟體完成件數	0.04	編輯
內部流程構面	提高專案完成率 資訊服務資料化	完成叫修件數	0.03	編輯
內部流程構面	提高專案完成率 資訊服務資料化	完成叫修件數	0.03	編輯
內部流程構面	提高專案完成率 資訊服務資料化	建立QA知識庫	0.04	編輯
內部流程構面	提高專案完成率 資訊服務資料化	程式提單電子化	0.03	編輯
學習與成長構面	培育程式開發人才	資訊外部與內部培訓時數	0.10	編輯
學習與成長構面	開發團隊學術交流	培育具整合系統資訊人才	0.09	編輯

[修改完成]

Copyright R 2007 瀏覽器請使用IE 5.0及以上 最佳觀看解析度 1024 X 768

圖 4-15 權重修改錯誤畫面

FUZZY 平衡計分卡權重分配支援系統 *Fuzzy Thero and AHP in Balanced scorecard*

Planning Allocate Predict Set Priorities Determine Optimization Design System
 Measure Performanc System stability Risk assessment Resolve Choose a best

修改系統日期

系統管理

System Date

Start_date	Final_date	修改
<input type="text" value="9652"/>	<input type="text" value="96512"/>	更新 取消

EX. 2007/05/01 請輸入為 96051
 EX. 2007/05/15 請輸入為 960515

[修改完成]

Copyright R 2007 瀏覽器請使用IE 5.0及以上 最佳觀看解析度 1024 X 768

圖 4-16 管理者-系統時間畫面

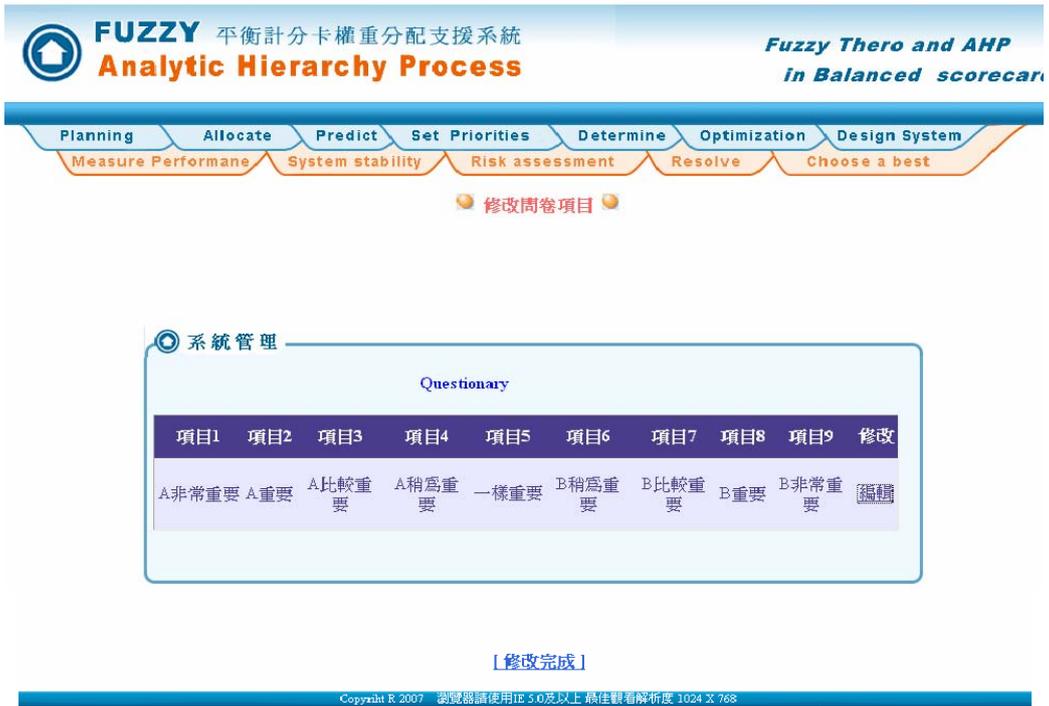


圖 4-17 管理者-問卷選項畫面



一、系統流程與架構：

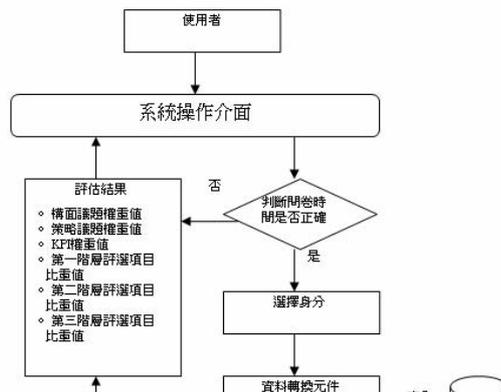


圖 4-18 說明部份-系統流程畫面



模糊理論

(Fuzzy Theory)

模糊集合理論(Fuzzy Set Theory)是 1965 年由美國控制學專家Zadeh札德博士首先提來的，強調人類的思維、推理以及對周遭事物的其概念都是相當模糊的。他於1965 年發表了「Fuzzy Set」一文後，模糊數學便迅速竄起，他同時也認為許多傳統非常精確的數量方法，不能完全解決以人為中心的問題及較為複雜的問題，必須以模糊數學分析法，取代傳統的數量方法來處理模糊的問題。在傳統集合中，對象範圍或境界都是明確的，可是譬如像「身高算高的人」、「幾歲的年齡算是年青人」等這些集合的範圍或境界要如何考慮才好呢？般的來說，至於「胖子」、「漂亮的女子」，它的境界更不明確。也就是說該對象的基準或印象因人而異，像這樣對該事物的集合範圍界是不明確的集合，若能利用模糊集合的概念時，就很方便。

一、模糊集合

所謂模糊集合(Fuzzy Sets)是指該集合的元素屬於該集合的程度，用0 與1 之間的數值來表示其隸屬的程度。它概念為「亦此亦彼」，在傳統二值集合(Binary Value Set)「是」與「否」的「非此即彼」觀念。以天氣的「冷」、「熱」為例，若天氣是熱的，則二值集合表示為(冷, 熱)=(0,1)，模糊集的表示方式則可為(冷, 熱)=(0.2, 0.6)，對模糊集合的表示來說，雖然天氣是熱的，但程度上來說冷的感覺是0.2，的感覺是0.6；

圖 4-19 說明部份-模糊理論畫面



層級分析法

(Analytic Hierarchy Process)

層級分析法為Saaty於1980所提出分析複雜問題的方法，主要應用在不確定情況下及具多數個評估準則的決策問題上；對於決策者，階層式結構有助於事物的瞭解。但在面臨最適方案的選擇時，必須根據某些準則進行各方案的評估，以決定各方案的優先次序。評估者從各層面考量，而層級分析法就是在處理複雜的決策問題下，所發展出的一套理論。

利用層級分析法進行決策問題時，主要包括以下五個階段：

一、建立層級結構

利用層級結構加以分解複雜問題，但基於人類不易同時對7種以上的對象進行比較，因而依據Saaty的建議，最好不要超過7個，超出者分層解決，以免影響層級的一致性。



圖 4-20 說明部份-模糊層級分析法理論畫面

第四節 專家訪談分析與結果

壹、專家實驗分析

一、層級架構

下列為個案醫院整個衡量的層級架構，將代表整個「平衡計分卡指標權重分配模式」，其分為三個層級（如圖4-21所示），說明如下：

1. 構面議題層級：因實驗分析的企業為以「尊重生命、人本醫療」為主，故屬於非營利事業；因此，將構面層級分成「財務構面」、「顧客構面」、「內部流程構面」、「學習與成長構面」、「健康社區構面」等五大構面。
2. 策略議題層級：將五大構面所提出的指標，再區分為八個策略議題以建立層級架構的策略議題層級。八個策略議題分別依照不同的屬性劃分在構面層級下，在財務構面下劃分出一個策略議題，在顧客構面下劃分二個策略議題，在內部流程構面下劃分二個策略議題，在學習與成長構面下劃分二個策略議題，在健康社區構面下劃分一個策略議題。
3. 衡量指標層級：將八個策略議題所提出的衡量指標，再區分為十一個衡量指標以建立層級架構的衡量指標層級。而十一個衡量指標一樣依照不同策略議題屬性劃分在策略議題層級下，在財務構面下之策略議題在劃分出一個衡量指標，在顧客構面之策略議題在劃分出二個衡量指標，在內部流程構面之策略議題在劃分出五個衡量指標，在學習與成長構面之策略議題在劃分出二個衡量指標，在健康社區構面之策略議題在

劃分出一個衡量指標。

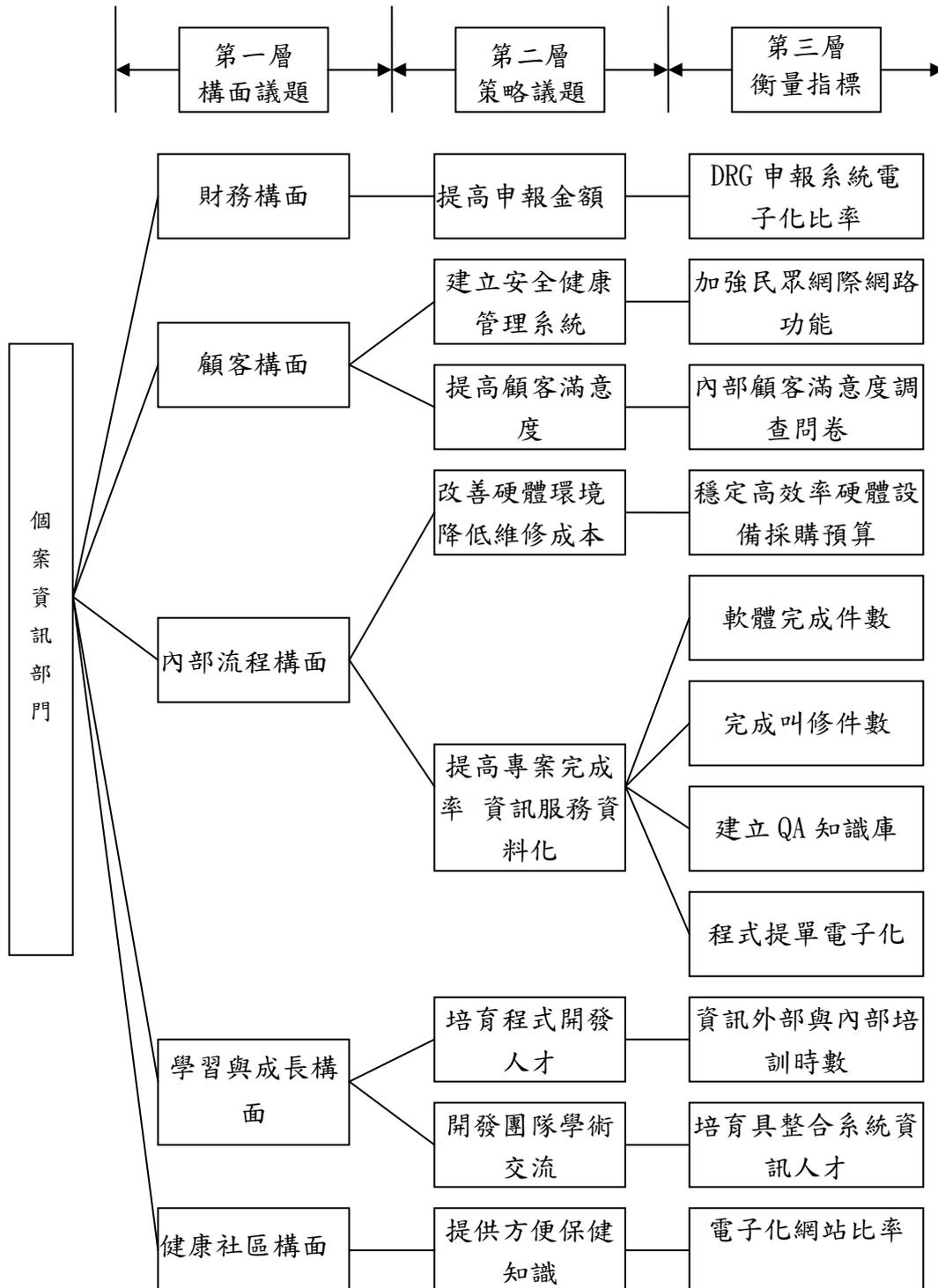


圖 4-21 個案資訊部門層級架構圖

貳、篩選有效問卷

本研究針對四位專家以FAHP問卷作各份問卷之一致性，以一致性比率（C.R.）值同時小於0.1作為篩選標準，若大於0.1將不予列入分析資料中。

本專家問卷中共有三階層數個成對比較矩陣(如圖4-22)，因此，將對各成對比較矩陣進行一致性檢定，讓問卷都能有一致性滿意結果。本研究的專家問卷經一致性檢定結果如表所示，而四位專家之C.R. 值均能低於0.1，通過檢定，故該四份問卷都能列入權重計算，其結果如表4-1所示。

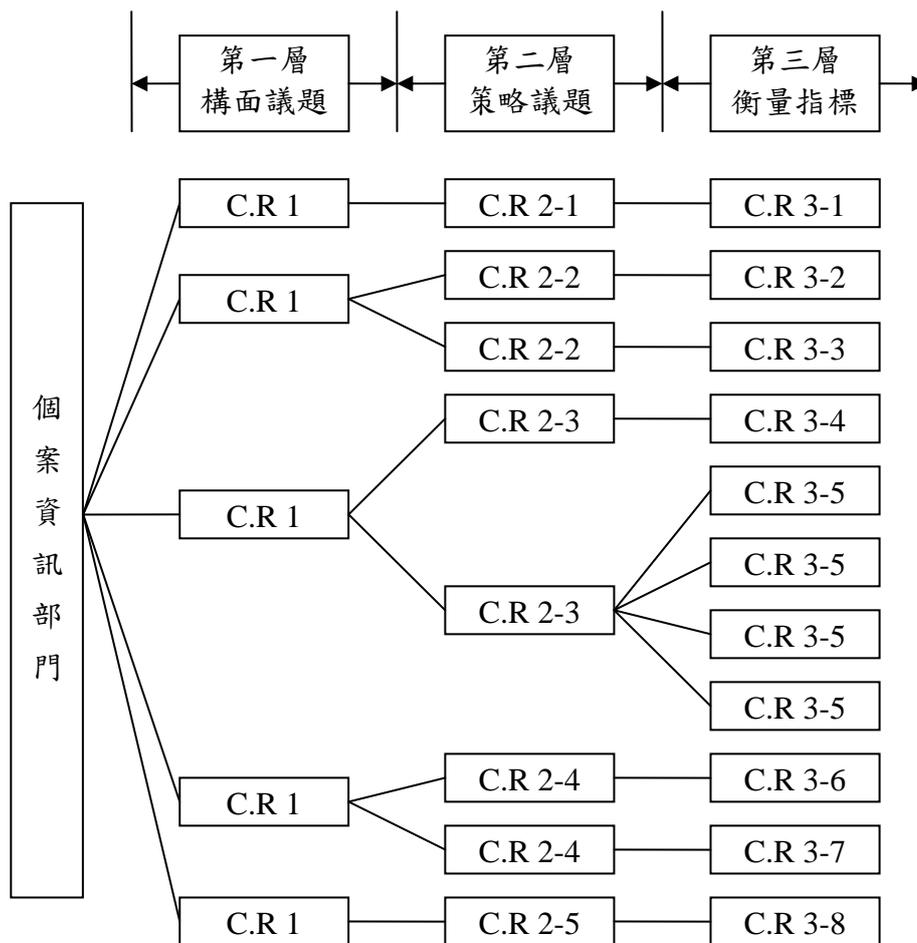


圖4-22 各階層一致性檢定

表 4-1 專家問卷 C. I. 一致性檢定結果

一致性檢定	C.I.1	C.I.2-1	C.I.2-2	C.I.2-3	C.I.2-4	C.I.2-5	C.I.3-1	C.I.3-2	C.I.3-3
專家一	0.0137	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
專家二	0.0190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
專家三	0.0176	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
專家四	0.0157	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
檢定結果	合格								
一致性檢定	C.I.3-4	C.I.3-5	C.I.3-6	C.I.3-7	C.I.3-8				
專家一	0.000	0.0268	0.000	0.000	0.000				
專家二	0.000	0.0221	0.000	0.000	0.000				
專家三	0.000	0.0329	0.000	0.000	0.000				
專家四	0.000	0.0255	0.000	0.000	0.000				
檢定結果	合格	合格	合格	合格	合格				

參、層級串聯運算

在層級中的評估準則可得各要素間之相對比較權重，若是要求每一個要素在整體中之整體相對權重值，就必須將「各構面議題之權重數」*「各策略議題之權重數」*「各衡量指標之權重數」，即可得各衡量指標之最後相對權重值，其結果如圖4-23所示。



圖4-23 應用FAHP於個案資訊部門衡量指標之相對權重

肆、專家訪談結果

本研究之專家訪談，合計訪談四位專家。根據專家們對於平衡計分卡指標權重分配支援系統所提出之意見重點整理如下：

(一) 系統權重正觀性方面：

專家藉由系統的使用所產生出的權重值，專家一致認為藉由平衡計分卡指標權重分配支援系統所建構出來的權重將會比由傳統制定平衡計分卡制定的權重值更能正確反應真實權重，過去須藉由開會來制定權重，但不見得每次都能制訂出具正確的權重值，不僅造成時間成本上的浪費，且造成內部人員無法取到一致的共識；但本系統藉由文獻的研究，採用的模糊層級分析法，可以瞭解它在企業實務界廣泛的運用情況，且一致性的檢測篩選，更能讓權重值達到正確性。

(二) 系統介面功能方面：

專家認為系統所提供的功能性應符合需求，且模糊語意值設定上能藉由圖型建構，更能讓使用者了解自己所設定出的三角形模糊數圖形，但面對模糊理論及層級分析法上，尚未具有一定瞭解；因此，在功能介面上需在做說明，且操作上需做更多的步驟引導效果。但如果針對平衡計分卡權重值上的設定已具符合企業在權重值上的正確性了。

(三) 系統理論方面：

專家認為在系統理論裡，因模糊層級運算，在計算上較具複雜性，在對於運用到群體整合運算，及文獻中提到模糊層級分析法在企業中各項的實際運用案例，讓專家對於本研究所提的理論及架構更具感到興趣，也希望能有更多說明或文獻能幫助平衡計分卡指標權重分配支援系統的推廣，例如建置論壇等，讓使用者更能了解系統理論。

(四) 系統整體建議方面：

對於專家整體上分成三點說明：

- 1、操作使用上，應更具簡單，且多增加說明或步驟的引導，讓使用者能更易懂明瞭。
- 2、問卷邏輯上，希望能有防呆裝置，讓使用者在做問卷上的填寫時，整體邏輯上更能正確，降低使用者因填寫邏輯錯誤而導致一致性無法通過，藉由填寫時不斷的提供邏輯資訊引導使用者填寫問卷
- 3、專家認為平衡計分卡指標權重分配支援系統不僅可以只做部門上的權重制定，也可推行到個人化的權重策略上的制定，從公司整體到個人化這樣一個大範圍，讓企業或個人能在系統幫助下制定出平衡計分卡客觀性權重值或個人策略性權重值而減少人力時間上的浪費。

第五節 系統效益

由於本研究所提出的「平衡計分卡指標權重分配支援系統」需要較為複雜的計算，若僅由決策者計算容易導致錯誤的發生，以及花費極大的時間成本。然而，藉由資訊科技的輔助，在系統問卷填寫時間結束時，第一時間內進行群體整合計算出結果，如此，可以減少以往群體整合時人為發生的計算錯誤，且降低群體整合時間，讓平衡計分卡權重值上的設定能更方便且達到正確性，改變過去權重設定過於主觀性。

此外，本研究所建構的平衡計分卡指標權重分配支援系統能效地與平衡計分卡系統整合，有助於平衡計分卡系統權重值設定能快速獲

得衡量指標KPI應有權重值，使平衡計分卡系統能夠做出更佳、績效評估結果，進而大幅提昇企業的競爭優勢。

第五章 結論與建議

第一節 結論

本研究以平衡計分卡為整個績效衡量指標系統之起始架構，整合各衡量構面之權重，以作為企業的營運策略決策與調整之參考依據；本研究利用所建立平衡計分卡評估指標之權重架構，結合平衡計分卡與模糊層級分析法透過個案之評鑑，驗證此評估模式之可行性；然而，本研究之結論可從下面幾個方向來說明：

1. 加入使用者自行決定語意變數：

以往衡量指標因素的特性及主觀者的感受，常因為無法利用明確的數值表達其權重值，造成缺乏主觀性；本研究加入模糊理論後，利用使用者自行決定模糊語意變數之方式，可協助整體評估指標的權重值更能表達出主觀者的感受意見。

2. 平衡計分卡權重建構模式：

本研究建立結合模糊理論與層級分析法之平衡計分卡權重建構模式的模式，改善現有文獻中對於平衡計分卡權重值制定過於主觀的問題；以Buckley(1985)[35]的模糊層級分析模式為基礎，讓使用者自行決定模糊語意變數，改變問卷尺度過去參考Chen, Huang及Lin(1997)[46]的模糊數轉換作法，並藉由一致性檢定讓結果更具能達到一致性及滿意結果。

3. 平衡計分卡指標權重分配支援系統：

以往模糊層級運算需花費極大的時間成本。然而，藉由資訊科技

的輔助，在系統問卷填寫時間結束時，第一時間內進行群體整合計算出結果，如此，可以減少以往群體整合時人為發生的計算錯誤，也讓平衡計分卡權重值上的設定能更方便且達到反應決策者主觀感受之正確性。

第二節 建議

本研究的重點在於平衡計分卡評估指標之權重架構模式，並嘗試提出一套完整之評估方法及步驟，但對於平衡計分卡評估指標之權重架構模式覺得不夠完整；因此，提供一些建議以供後續研究之參考：

1. 理論方法的改善：

本研究求取評估指標之權重採用模糊層級分析法，往後可針對模糊理論中的解模糊化方法加以探討改進，以構建更合適的權重建構方式。

2. 增加使用者測試人數：

本研究在時間與人力的限制下，故在測試人數上較為不足，因測試上的權重人數及選擇會影響評估指標權重建構之統計值，此部份在後續研究可擴大樣本數，以更準確獲得系統之意見。

參考文獻

一、中文部份：

- [1] 于泳泓，從台灣企業成功導入平衡計分卡實例談企業現狀剖析與導入架構檢核，會計研究月刊，第198期：16-27頁，91年。
- [2] 王國榮，ASP.NET網頁製作教本-從基本語法學起，旗標出版社，2003。
- [3] 朱道凱譯，Robert S. Kaplan、David P. Norton 原著，平衡計分卡：資訊時代的策略管理工具，臉譜出版社，1999。
- [4] 吳金照，應用模糊理論於火力電廠廠址評選研究，國立台北科技大學生產系統工程與管理研究所碩士學位論文，90年。
- [5] 吳東明，王廷升，金融自由化下台灣信用合作社經營策略之探討-平衡計分卡及模糊德菲層級分析法觀點，2005科技及商務集刊，94年。
- [6] 李俊樺，台灣地區軌道營運監理組織架構重整之研究，逢甲大學交通工程與管理學系碩士論文，90年6月。
- [7] 汪仲祥，模糊層級分析法應用於IC產業政策選取之研究，國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文，92年7月。
- [8] 巫沛倉、郭怡華、陳月香，模糊決策分析應用於電子產業之選股策略，商管科技季刊第三卷第二期，111~133頁，91年。
- [9] 沈雪娥，平衡計分卡在醫院護理部門績效管理的應用設計-以雲林縣某區域醫院為例，國立雲林科技大學工業工程與管理研究所碩士論文，93年1月。
- [10] 李春雄，ASP.NET與資料庫程式設計，文魁資訊，台北，2002年。
- [11] 林振國，都市路外停車場設置區位評選之研究，國立成功大學

- 交通管理學系碩士論文，89年。
- [12] 周齊武、Haddad, K.、吳安妮，企業推行平衡計分卡之可行結構—台灣經理人之觀點(二)，會計研究月刊，第175期，107-113頁，89年。
- [13] 莊順斌，模糊積分應用於電子化企業績效評估之研究，大葉大學資訊管理研究所碩士論文，90年。
- [14] 馬國鼎，模糊集理論應用於箱網養殖場址評選之研究，國立中山大學海洋環境及工程學系研究所碩士論文，88年。
- [15] 陳建宏，台灣有線電視寬頻網路之經營策略研究-應用模糊層級分析法，銘傳大學傳播管理研究所碩士論文，88年。
- [16] 陳毓中，模糊邏輯應用於軍工廠委商經營遴選評估分析之研究，大葉大學資訊管理學系研究所碩士論文，93年6月。
- [17] 粘淑惠，模糊AHP法應用在交通運輸計劃評估之研究，高雄工學院管理科學研究所碩士論文，84年。
- [18] 陳振東，網路商店經營績效評估決策系統之研究，大葉大學資訊管理研究所碩士論文，89年。
- [19] 董大偉，ASP.NET 2.0深度剖析範例集，博碩文化，台北，2005。
- [20] 黃俊儒，應用模糊理論於醫院服務品質滿意度之研究，國立台北科技大學/生產系統工程與管理研究所碩士論文，88年。
- [21] 張志向，應用模糊理論於中小企業信用放款授信評估之研究，高雄工學院管理科學研究所碩士論文，86年。
- [22] 賀志豪，運用模糊分析層級程序法評估軍事採購績效之研究，世新大學資訊管理研究所碩士論文，93年。
- [23] 楊英魁，FUZZY理論與應用實務，全華書局，台北，1992。
- [24] 溫坤禮、陳振欽、鄧國修，模糊控制原理與應用，全華書局，

台北，1992。

- [25] 鄧振源、曾國雄，層級分析法(AHP)的內涵特性與應用(上)，中國統計學報，第27卷，第6期，5-22頁，78年6月。
- [26] 鄧振源、曾國雄，層級分析法(AHP)的內涵特性與應用(下)，中國統計學報，第27卷，第7期，第1-20頁，78年6月。
- [27] 鄭志富，蔡秀華，台灣地區公立大學體育館營運績效評估之實證，師大學報：教育類，94年。
- [28] 潘南飛，模糊層級分析法應用於高雄地區深開挖擋土工法之評選，中華民國建築學會「建築學報」，第58期，19~40頁，95年。
- [29] 鄭綵鳳，國民小學校務評鑑指標建構之研究，國立中山大學教育研究所碩士論文，93年。
- [30] 謝玲芬、徐仕明，結合模糊AHP與DEA法於大學教師績效評估模式之研究，第一屆台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，93年。
- [31] 盧淵源，以模糊多準則決策方法建立無人搬運車系統之設置評估模式，國科會論文集，第134-138頁，84年。
- [32] 盧彥旭，資訊系統委外選商評選準則及權重之建立，世新大學資訊管理學系碩士論文，89年。
- [33] 羅盛宏，採用平衡計分卡觀點建構資訊部門績效評估準則—資訊系統自行開發與委外服務之比較研究—，中原大學資訊管理學系碩士學位論文，94年1月。
- [34] 羅力仁，連鎖便利商店店址選擇評估模式之研究—運用模糊AHP法，國立中正大學企業管理研究所碩士論文，91年。

二、英文部分：

- [35] Buckley J. J., “Fuzzy Hierarchical Analysis”, Fuzzy Sets and Systems, No. 17, pp.233-247, 1985.
- [36] Chen S. J. ,C. L. Huang, “Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications”, Springer-Verlag, 2002.
- [37] Charnes A., W. W. Cooper, and E. Rhodes, “Measuring the efficiency of decision making units”, European Journal of Operational Research, Vol. 2, pp. 429-444., 1978
- [38] De Grann, Extensions of the Multiple Criteria Analysis Method of T. L. Satty, National Institute for Water Supply, 1980.
- [39] Lasek M., “Hierarchical Structures of Fuzzy Ratings in the Analysis of Strategic Goals of Enterprises”, Fuzzy Sets and Systems, Vol. 50 pp.127-134, 1993.
- [40] Laarhoven and Pedrycz 1983, Laarhoven 、 P. J. M and Pedrycz 、 W. 、 「 A Fuzzy Extension of Saaty’s Priority Theory, Fuzzy Sets System, Vol. 11, No. 3, pp. 229-241, 1983.
- [41] Ruoning X. and Z. Xiaoyan, “Extensions of the Analytic Hierarchy Process in Fuzzy Environment”, Fuzzy Sets and Systems, Vol. 52, pp. 251-257, 1992.
- [42] Saaty T. L., “The Analytic Hierarchy Process”, McGraw-Hill Inc., 1980.
- [43] Simons, Levers of Control: How Managers Use Innovative Control, 1995.
- [44] Kaplan, R.S.and D.P.Norton,“The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action,” Harvard Business School Pressp.52, 1996.
- [45] Kaufmann A. and M. M. Gupta, “Introduction to fuzzy arithmetic : Theory and applications”, International Thomson Computer

Press,London, 1991.

- [46] Chen S.J., Huang C. L. and Lin W.J, “Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods”, Springer-Verlag, 1997.
- [47] Yager, R. R. (1981) “A Procedure for Ordering Fuzzy Subsets of the Unit Interval.”, Information Science 24, pp. 143-161.
- [48] Zimmerman H. J., “Fuzzy Set theory and its applications”, 2nd, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1991.
- [49] Zadeh, L. A., “The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning I, II, III”, Information Science, 8, pp.199-251, pp.301-357; 9, pp.43-80 ,1975.