

# 國立交通大學

## 資訊管理研究所

### 碩士論文

視覺化多準則決策評估模式之研究-  
以台灣地區 IC 設計產業財務基本面分析為例



The Study of Visual Multiple Criteria Decision Evaluation Model : An example  
of Taiwan IC Design Industry Financial Fundamental Analysis

研究生：蕭哲霖

指導教授：陳安斌 博士

中華民國九十三年六月

視覺化多準則決策評估模式之研究-  
以台灣地區 IC 設計產業財務基本面分析為例

The Study of Visual Multiple Criteria Decision Evaluation Model : An  
example of Taiwan IC design Industry Financial Fundamental Analysis

研究生：蕭哲霖

Student: Jer-Lin Shiau

指導教授：陳安斌

Advisor: An-Pin Chen



A Thesis

Submitted to Institute of Information Management College of Management

National Chiao Tung University

in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master of Business Administration

in

Information Management

June 2004

Hsinchu, Taiwan, the Republic of China

中華民國九十三年六月

## 中文摘要

傳統的多準則決策模式針對解決多屬性問題時，多數的模式產出結果均是單維度的優勢順序，該結果可輔助決策者進行評估方案的選擇，但同時喪失了太多可供決策輔助的原始屬性資訊，所以決策者可能無法瞭解在模式運算過程中屬性之間的抵換計算。此時倘若為了要瞭解更完整的資訊而因此參考原始資料，過多的原始數據資料即有可能造成決策者的認知負載。

本研究提出一套「視覺化多準則決策評估模式」。有別於傳統多準則決策模式，本模式採用資訊視覺化的概念，透過二維結構圖形以表達整個多準則決策過程的結果，決策者不但可以透過圖像化的模式產出結果，瞭解評估方案在各評估構面上的優劣順序程度，亦可以同時判斷該方案在所有評估構面上總評能力的表現。此外，透過圖像化的表達，可發現分群的效果，決策者得據以瞭解哪些評估方案在特定的評估構面上是屬於同質的，在進行決策時可以同時列入考慮範圍，進而降低單維度的決策模式結果所可能造成導致之錯誤決策。

「視覺化多準則決策評估模式」針對台灣地區 IC 設計公司於 2002 年至 2003 年的所公佈季報表進行財務基本面能力評估。投資人若欲透過財務報表進行選股分析，即可透過觀察本模式所產出的結構圖形，判斷公司在不同財務評估構面上的優劣順序程度，更能快速地判斷公司的財務體質優劣排名，藉此即可進行企業財務基本面能力評估，進一步可以根據評估結果設計投資策略。

相較於一般多準則決策方法所產生的最後公司財務體質評估排序結果，「視覺化多準則決策評估模式」亦可以提供相同評估結果，更能夠在不增加決策者的認知負載下，讓投資人掌握更多構面的資訊。總和而言，該模式不但加強了決策過程的品質，更加速決策過程的速度。

關鍵字：多準則決策、資訊視覺化、熵權重方法、灰關聯分析、多向度展開法

**The Study of Visual Multiple Criteria Decision Evaluation Model :  
An example of Taiwan IC Design Industry Financial Fundamental Analysis**

**Student : Jer-Lin Shiau**

**Advisors : Dr. An-Pin Chen**

**Institute of Information Management  
National Chiao Tung University**

**ABSTRACT**

Visual Multiple Criteria Decision Evaluation Model is proposed in this thesis. An integration of information visualization and multiple criteria decision approach is a main concept. Using the visualization to extend the output of common multiple criteria decision approach model. The visual configuration makes it clear that user can recognize the stimulus ranking categorically. The multidimensional information and clustering information would be hold at the same time.

Visual Multiple Criteria Decision Evaluation Model could be applied to enterprise financial fundament alanalysis. In the thesis, the experiment data collected form Taiwan IC design industry seasonal financial statement. The experiment period is included 2002 Q1, 2002 Q3, 2003 Q1, and 2003 Q3 for 4 periods.

Compare with tradional multiple criteria decision-making method; Visual Multiple Criteria Decision Evalation Model would be informative. The result of Visual Multiple Criteria Decision Evaluation Model would be increasing the efficiency of decision making process and improve the quality of decision making.

**Keyword:**

**Multiple Criteria Decision Method (MCDM)**

**Information Visualization**

**Entropy Weight Method**

**Grey Relation Analysis (GRA)**

**Multidimensional Unfolding (MDU)**

## 誌謝

「出來跑的，遲早要還」。這篇論文終於完成了！首先我要感謝我的指導教授陳安斌教授，兩年來在學術、做人處世與生活態度各方面，都給了我許多提攜與照顧，能夠當老師的學生，真是人生中的一大福氣。我要特別感謝我的論文口試委員，謝謝各位教授的盡心指導，讓這本論文在架構上能夠考慮更周詳與嚴謹；包括母校元智大學企管系的陳家祥教授、雲林科技大學的鄭景俗教授，以及所上的劉敦仁教授。

在一路的求學過程當中，有很多師長給我鼓勵，包括前中山大學副校長林財源教授、元智大學企管系的陳怡之教授、清華大學的張元杰教授，沒有你們曾經的一點點鼓勵與啟發，今日學生也沒機會寫這本論文，謝謝你們。

同門的博班學長我也要謝謝你們：特別是怡璋學長一直很照顧我，給了我很多做研究方面的意見與指導；文智學長從研究初期就一直給我很多方向與架構的建議，也傳承了很多職場就業的經驗；介中學長給了我很多研究方向上的建議，對於論文架構的修潤也很幫忙；彥曲學姊一字一句地幫我修潤文辭更是令我感動；孟育學長亦帶給我很多有關於生活及就業的建議，真是收穫良多。

實驗室的同學是生活中的開心果，能跟大家一起畢業真是很開心：麵包超人毓耕與強者小符是我常常請教的對象、色胚老軒講義氣又帥氣、帥哥斌總是來一些無間道的機掰對話、Terry 總愛從後面來、pika 跟小米姐兩位正妹有時候會機車到令人想騎走，但也是平時聊天的好對象、天天不睡的許哲、提供道路救援的 sosorry、還有什麼運動都擅長的亦青、魔獸台灣冠軍的沉睡小馬累、國語不靈光的主席，我真的很謝謝你們在我最糟糕的時候來探望我，我真的很感動，更由衷祝各位日後都要快快樂樂，一路順風 :P

所上有很多好朋友，之怡、Tony 及 makoto 在趕論文的途中，還願意跟我一起去參加比賽，還有顧老大總在球場上拉拔著我們，小蘋果的紅色內褲我會留給我兒子穿、秋皓每次都在我的 paper 或筆記上亂畫、還有團拍的 DBIS...能在這兩年遇到大家真是一件很快樂的事，喔！另外還有辛苦的淑惠、欣欣還有已經去美國的 Vickie，也是該感謝的。

論文寫作過程中，有很多一起互相打氣的朋友，嘉哲、鴻泰、育瑱、惠雯、卑南、吉姆等等，很高興我們都順利畢業了，我想中間的辛苦都值得了。此外超齡學長俊賢不斷給我論文的架構、方向、統計方法的建議；師父學妹若涵不斷在接龍跟採地雷上讓我取勝，謝謝你們容忍我在寫論文過程中的任性與吐苦水，真是謝謝你們.....

最後想感謝我的爸爸媽媽弟弟，還有南部的親戚們，一直在我背後支持我，與我同在，即使我行過死蔭幽谷，也不怕遭害，還可以屢次看到奇蹟。更謝謝教會的牧師、師母以及弟兄姊妹平時對我的關心與代禱，每次回到教會就會有種回到家的溫馨感覺，信仰的力量真的是寫完這本論文的一大支柱，這是一個美好的見證。

最後，就最後一句了，慧潔...我們一起走下去吧。

哲霖(eman) *one night in 新竹*

# 目錄

中文摘要 .....	i
ABSTRACT.....	ii
誌謝 .....	iii
目錄 .....	iv
表目錄 .....	vi
圖目錄 .....	vii
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	1
1.3 研究範圍.....	2
1.3.1 研究對象.....	2
1.3.2 研究限制.....	3
1.4 研究內容與流程.....	3
第二章 文獻回顧.....	6
2.1 多準則決策問題.....	6
2.1.1 多屬性決策方法.....	6
2.1.2 灰關聯分析.....	8
2.2 財務基本面分析.....	9
2.2.1 財務報表分析應用.....	10
2.2.2 小結.....	11
第三章 研究方法.....	14
3.1 灰關聯分析.....	14
3.1.1 灰關聯分析之數學基礎.....	14
3.1.2 灰關聯生成過程.....	16
3.1.3 灰關聯分析之演算流程.....	19
3.1.4 灰層級方法.....	22
3.2 資訊視覺化.....	24
3.2.1 資訊視覺化理論.....	24
3.2.2 多向度尺度法.....	25
3.2.3 多向度展開法.....	28
3.2.4 視覺化結果適合度評估標準.....	31
第四章 研究架構.....	34
4.1 視覺化多準則決策評估模式.....	34
4.2 初始階段.....	36
4.3 資料前處理階段.....	38

4.4 權重設定階段：熵權重方法.....	39
4.5 多準則決策分析階段：灰關聯分析.....	40
4.6 資訊視覺化階段.....	41
4.7 視覺化多準則決策評估模式產出分析.....	43
4.8 模式實證.....	44
4.8.1 產業定義與樣本篩選.....	44
4.8.2 變數選取.....	45
4.8.3 財務基本面評估層級架構建立.....	50
4.8.4 資料前處理.....	51
4.8.5 權重求取.....	51
4.8.6 灰關聯分析.....	51
4.8.7 多向度展開法分析.....	54
4.8.8 模式結果分析.....	56
第五章 模式統計檢定.....	60
5.1 統計檢定流程.....	60
5.2 統計檢定方法介紹.....	61
5.2.1 Spearman 等級相關係數與Hotelling-Pabst檢定 .....	61
5.2.2 本模式統計檢定方法.....	63
5.3 改良型多向度展開法模式結果驗證.....	64
5.3.1 一般多向度展開法模式效果檢定.....	64
5.3.2 改良型多向度展開法效果檢定.....	66
5.3.3 多向度展開法模式與改良型多向度展開法模式效果檢定.....	68
5.4 視覺化多準則決策評估模式與傳統灰關聯模式檢定.....	70
5.5 小結.....	71
第六章 結論與未來研究方向.....	72
6.1 研究結論.....	72
6.2 未來研究方向.....	73
參考文獻 .....	74



## 表目錄

表 2-1 多屬性決策方法之分類.....	7
表 2-2 多準則決策方法應用在財務基本面分析.....	12
表 2-2 多準則決策方法應用在財務基本面分析(續).....	13
表 3-1 傳統灰關聯生成缺失.....	17
表 3-2 多向度尺度法的分類.....	26
表 3-3 多向度尺度法分類.....	28
表 3-4 KRUSAKAL壓力係數解釋.....	32
表 4-1 視覺化多準則決策評估模式中第一階段細部流程.....	36
表 4-2 傳統層級架構模式與視覺化多準則決策模式術語比較.....	36
表 4-3 模式實證樣本名錄.....	45
表 4-4 財政部政期會所規定規定公開說明書財務分析構面.....	45
表 4-5 本研究選用財務分析主題與變數.....	47
表 4-5 本研究選用財務分析主題與變數(續).....	48
表 4-5 本研究選用財務分析主題與變數(續).....	49
表 4-6 本模式各研究期間的權重設定.....	51
表 4-7 2002 年第一季各財務主題灰關聯度計算結果.....	52
表 4-8 2002 年第三季各財務主題灰關聯度計算結果.....	52
表 4-9 2003 年第一季各財務主題灰關聯度計算結果.....	53
表 4-10 2003 年第三季各財務主題灰關聯度計算結果.....	53
表 4-11 參考刺激體數據.....	54
表 4-12 視覺化多準則決策評估模式適合度結果.....	54
表 4-13 2002 年視覺化多準則決策模式實證結果.....	58
表 4-14 2003 年視覺化多準則決策模式實證結果.....	59
表 5-1 一般多向度展開法模式與傳統灰關聯模式統計檢定量表.....	65
表 5-2 改良式多向度展開法模式與傳統灰關聯模式統計檢定量表.....	67
表 5-3 一般多向度展開法模式與改良式多向度展開法模式統計檢定量表.....	69
表 5-4 視覺化多準則決策評估模式與傳統灰關聯模式統計檢定量.....	71



## 圖目錄

圖 1-1 本研究整體流程架構.....	5
圖 3-1 灰關聯生成方法.....	19
圖 3-2 灰關聯分析演算程序.....	22
圖 3-3 層級架構決策評估模式.....	23
圖 3-4 資訊視覺化階段示意圖.....	24
圖 3-5 理想點模式.....	27
圖 3-6 向量模式.....	27
圖 3-7 「展開」示意圖.....	28
圖 3-8 I量表與J量表示意圖.....	29
圖 3-9 散佈圖.....	33
圖 3-10 壓力係數-維數圖.....	33
圖 3-11 結構圖形.....	33
圖 4-1 視覺化多準則評估模式流程.....	35
圖 4-2 決策評估層級架構.....	37
圖 4-3 本模式資料前處理流程圖.....	38
圖 4-4 資訊視覺化流程.....	42
圖 4-5 模式實證樣本篩選流程.....	44
圖 4-6 本模式財務變數篩選過程.....	46
圖 4-7 台灣IC設計產業財務基本面分析層級架構.....	50
圖 4-8 台灣地區IC設計產業 2003 年第三季財務績效程度結構圖形.....	56
圖 5-1 本研究統計檢定流程.....	60
圖 5-2 T分配圖示.....	63

# 第一章 緒論

本章的內容可以分為四部分，第 1.1 首先說明研究背景與動機，指出既有多準則決策方法可能的缺失；第 1.2 節說明研究目的，闡述欲解決的問題，以及本研究希望達到的結果；第 1.3 節說明本研究所提出的「視覺化多準則評估模式」的實證背景，包括研究樣本、期間與限制；最後第 1.4 節提出本論文的架構。

## 1.1 研究背景與動機

在現實中，多數人在進行決策方案選擇時，會牽涉到太多的因素，難以只考慮單一準則即可做決策；同時考慮多項準則，並在相互衝突的準則中進行排序或是協調眾多目標以獲得妥協的滿意解，此即多準則決策方法(Multiple Criteria Decision Making Method; MCDM)的目的與精神[6]。

目前在多準則決策領域中，已有多種成熟的決策評估模式。以其中多屬性決策(Multiple Attribute Decision Making; MADM)的範疇而言，其評估模式均是透過據每一個方案的各個屬性特徵，彼此互相比較，透過直接或間接的抵換計算(Trade-Offs)，將各個方案排一優劣順序(Ordering)，或是求其非劣解(Non-Inferior Solutions)，最後決策者可以依據這組排序，選擇出最符合決策者理想的方案[101]。

上述的結果將所有的屬性值整合成單維度的優劣順序，以有助於決策者對於研究標的最終決策，但可能造成部分關鍵資訊的喪失；甚至在運算過程中，若某屬性的評估值發生異常極端值時，決策者亦無法瞭解其中的抵換計算關係，可能影響決策過程的品質。

事實上，決策者可以在多準則決策的運算過程中，透過觀察各決策方案在各屬性的優劣表現來解決上述問題，但可能會因為屬性相互衝突，甚至因為評估屬性過多，而造成決策者的認知超載，亦有可能影響決策過程的品質。

而「資訊視覺化」是一項彈性且有力的工具，可以轉換大量的資料成為結構圖形，並以顯示出資料之間的關係、趨勢、甚至是挖掘出一些隱藏在資料背後的特徵，可以說是一種降低認知超載的方法[17]。透過圖像化的方法，反映複雜的多準則問題，讓決策者可以透過圖像化的結構圖形，並輔以精密的原始數據進行決策，不但可以降低決策過程中的複雜程度，更加速決策速度[20,42]。

基於視覺化的優點，本研究欲結合多準則決策理論與資訊視覺化的理論，提出一套「視覺化多準則決策評估模式」，希望能夠加強一般多準則決策模式的效能，提高決策過程的品質，更加速決策的速度。

## 1.2 研究目的

企業財務基本面分析是目前十分越熱門的研究議題。透過財務基本面能力分

析，可供投資者瞭解企業的財務績效，並作為投資選股策略設計的依據。經過統計，一份財務報表包含近乎兩百種財務比率[33]，欲透過多種財務比率進行財務基本面分析，正是多準則評估決策的範疇。本研究擬將資訊視覺化理論結合傳統的多準則決策理論，提出一套「視覺化多準則決策評估模式」，期望能透過視覺化方法的優點，讓決策者僅需觀察資料間的結構圖形，即可判斷企業財務的基本面能力。

本研究將利用「視覺化多準則決策評估模式」，針對台灣的地區 IC 設計產業進行財務基本面能力評估，希望在研究過程中能達成下列目的：

1. 篩選財務比率並建立決策層級結構(Decision Hierarchical Structure)。用以簡化財務基本面能力評估的複雜性，使決策者更易釐清各準則(財務比率)對於決策方案(企業財務基本面能力)的影響關係。
2. 建構一完整的資料前處理流程(Data Pre-Process)。依據財務比率的特性，進行資料前處理，並使評估值符合可比性(Comparison)與同構性(Isomorphism)兩條件，避免不適當的前處理方法可能會造成資料扭曲，最後影響決策的品質。
3. 透過灰關聯分析(Grey Relational Analysis)的特性，欲分析資料無須為常態分配，亦無須大量樣本，即可計算刺激體(樣本企業)在各財務評估構面的優劣順序程度，並產生優勢關係矩陣(Dominance Relation Matrix)。
4. 透過多向度展開法(Multidimensional Unfolding)處理經過灰關聯分析後的優勢關係矩陣，以視覺化的方法將研究樣本在各財務評估構面的優劣順序表現在二維結構圖形(Configuration)上。
5. 透過參考刺激體(Reference Stimulus)的產生，讓決策者以觀察刺激體與參考刺激體之間的距離關係，即可判斷公司的財務基本面總評能力強弱。

本研究希望透過上述各種機制，進行企業財務基本能力評估，期盼以「視覺化多準則決策評估模式」，讓投資人能夠透過結構圖形，快速地判斷出企業的財務基本面總評能力，投資人亦不會因內容繁複的財務報表造成認知負載。且圖形化同時掌握多項財務評估構面的資訊，更是提升了決策過程的品質。

### 1.3 研究範圍

本節介紹研究對象、研究期間與研究限制。

#### 1.3.1 研究對象

本研究將針對台灣地區 IC 設計產業，進行其財務基本面的能力評估。透過本研究的樣本篩選流程(見圖 4-5)，最後選取 18 間 IC 設計公司(9 間上市 9 間上櫃)進行實證分析。

本模式實證內容為 2002 年及 2003 年所公布的的財務報表，以第一季與第三季的季報為主，其資料來源為台灣經濟新報資料庫(TEJ)。

### 1.3.2 研究限制

本研究有以下限制：

1. 樣本數目的限制：為了避免樣本特性的不同，導致財務比率出現過於極端的評估值，因此本研究僅將研究樣本限定於台灣地區 IC 設計產業公開上市上櫃公司，並選擇 2002 年公開上市上櫃的公司，經過篩選後，得 18 個樣本。故本研究實證結果不足以反應整個 IC 設計產業之狀況。
2. 財務報表週期的限制：根據證券交易法第 36 條的規定，台灣地區的公開發行公司應向證期會公告並申報之財務報告包括：(1)每營業年度終了後 4 個月內，公告並申報會計師查核簽證、董事會通過及監察人承認之年度財務報告。(2)每半年營業年度終了後 2 個月內，公告並申報經會計師查核簽證、董事會通過及監察人承認之年度財務報告。(3)於每營業年度第 1 季及第 3 季終了後 1 個月內，公告並申報經會計師核閱之財務報告。從上述法規可以瞭解，公開發行公司一年內需要公告「第一季季報」、「半年報」、「第三季季報」及「年報」。由於其中半年報與年報的涵蓋範圍，因此並沒有「第二季季報」與「第四季季報」的存在，證券交易法中亦沒有強制公開發行公司需公告這兩次的季報告。由於半年報與年報的法定發佈時間均距離營業年度終了過長(2-4 個月)，因此本研究為考慮時效性，以季報的分析為主。
3. 財務報表正確性的限制：本研究針對上市上櫃公開發行公司的公布的財務報表進行分析，均經過會計師核閱，但財務報表仍可能會受人為操縱或窗飾，可能會造成模式的分析結果可信度降低，為本研究限制的所在。
4. 財務評估構面與屬性選定限制：過往財務基本面分析研究中，並未能歸納出一套財務評估構面與屬性選定的篩選通則，應採用哪些財務比率方能真實反應出企業的財務體質與經營績效，目前尚沒有一套完整的理論根據。選定的主題與屬性可能會因產業別、研究期間不同，甚至是研究方法而有差異。因此本模式最後的結果，並無法任意套用在 IC 設計產業以外的企業。
5. 多準則決策方法的限制：為了限定研究範圍，本研究僅選用灰關聯分析模式作為傳統多準則決策評估模式的代表評估模式，本研究將於第二章將說明選用灰關聯分析的原因與優點。

### 1.4 研究內容與流程

本研究共分為六個章節。

第一章為緒論。說明本研究之動機、目的、方法以及論文架構。

第二章為文獻探討。針對「多準則決策」、「財務基本面分析」兩個領域作一理論介紹與文獻回顧。

第三章為研究方法。針對「視覺化多準則決策評估模式」中主要引用到的理論進行介紹，包括「灰關聯分析」與「多向度展開法」，多向度展開法為資訊視覺化的工具之一。

第四章為模式介紹。介紹本研究所提出的「視覺化多準則決策評估模式」，針對每一個階段的流程作闡述，最後做一實證，利用在臺灣 IC 設計產業 2002-2003 年的第一季與第三季的財務報表進行的企業財務基本面分析，進一步瞭解台灣 IC 設計產業的公司財務體質的強弱。

第五章為模式統計檢定。本模式將最後將針對實證結果進行統計檢定，統計檢定的流程可以分為兩大部分：(1)改良式多向度展開法的運算結果是否與傳統灰關聯分析結果有相關。(2)視覺化多準則決策評估模式的結果產出是否與與灰關聯分析的結果有相關。透過這兩部分的檢定，來檢定本模式是否可以有效地反映原始灰關聯分析的結果。

第六章為結論與建議，簡述本研究的實證結果，並對於未來的後續研究提出建議與規劃。

本研究的整體流程架構可表達如圖 1-1。





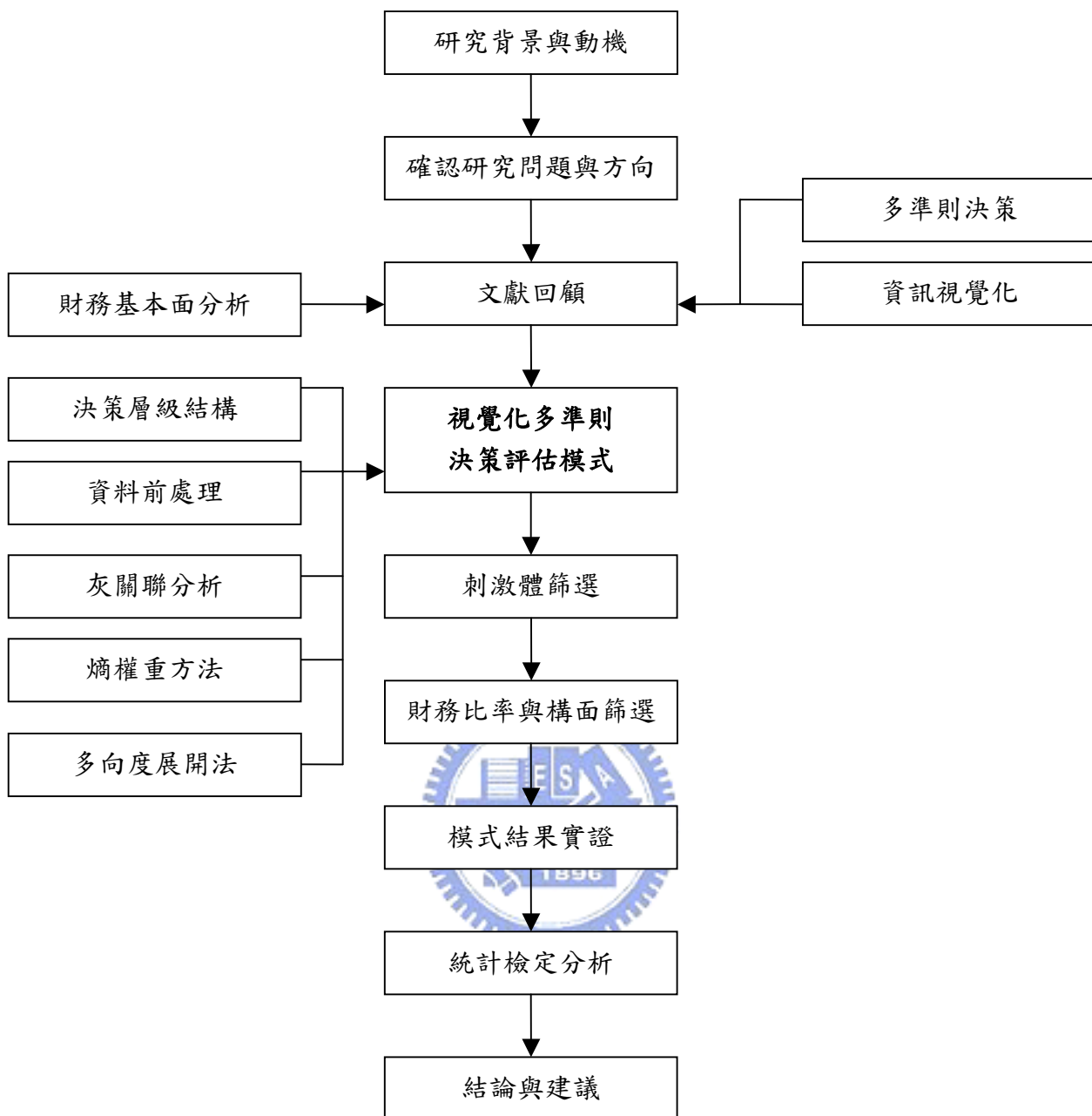


圖 1-1 本研究整體流程架構

資料來源：本研究整理

## 第二章 文獻回顧

本研究的主要目標是要提出一套「視覺化多準則決策評估模式」，並應用於企業財務基本面能力評估。

本研究第 2.1 節首先介紹「多準則決策方法」，並針對其中的「多屬性決策方法」作一簡要的介紹，並針對其中的「灰關聯分析理論」作一過往文獻的回顧。

第 2.2 節介紹「財務基本面分析」，回顧並整理歷年來透過財務報表資訊分析應用的研究，並針對財務比率的屬性所衍生的多準則決策問題方法做一整理。

本研究將整合上述內容，在隨後章節介紹「視覺化多準則決策評估模式」。

### 2.1 多準則決策問題

在現實中，多數人在進行決策方案選擇時，難以只考慮單一因素即可做決策，必須要同時考慮多項準則，因此可能會出現準則相互衝突的情況。如何在相互衝突的準則中進行排序或是協調眾多目標以獲得妥協的滿意解，即是多準則決策方法(Multiple Criteria Decision Making Method ; MCDM)的目的[6]。

多準則決策可區分為兩大類：多屬性決策(Multiple Attributes Decision Making; MADM)及多目標決策(Multiple Objectives Decision Making ; MODM)，前者主要應用在方案評估，通常包含有限個方案，並選擇其中最優及次優方案以付諸行動；後者主要應用在方案規劃與設計，通常探討在不同之限制下追求多個目標的達成[25]。

本研究著重於以評估為主的多屬性決策之研究方法。多屬性決策方法可以幫助決策者在數目有限的可行方案中，根據每一個方案的各個屬性特徵，彼此互相比較，透過直接或間接的抵換計算(Trade-Offs)，將各個方案排一優劣順序(Ordering)，或是求其非劣解(Non-Inferior Solutions)，最後決策者可以依據這組排序，選擇出最符合決策者理想的方案[36,101]。

#### 2.1.1 多屬性決策方法

多屬性決策包含數種評估方法。Hwang 與 Yoon[72]於 1981 年將多屬性決策方法依據決策者獲取資訊的類型，提出 17 種主要多屬性決策方法，並於 1995 年時修正其分類，整合出 13 種主要多屬性決策方法，如表 2-1 所示。

根據 Yoon 與 Hwang [101]對於基數資訊特徵型態的多屬性決策方法的分類定義，這類型的方法需具有決策者對於每個評估屬性主要偏好的訊息，也就是由決策者表達其偏好結構(Preferences Structure)。基數資訊特徵之多屬性決策方法有很多種，包括：



1. 以最大效用方法來選取替代方案：簡單加權法，層級加權法。
2. 以最能滿足一致性測量的方法來建立方案的偏好關係：線性指派法與 ELECTRE 法。
3. 與理想解有最大關係和接近性來選取替代方案：TOPSIS 法。

此外，如多屬性效用理論，模糊理論中的模糊多屬性決策，灰色理論中的灰關聯分析(Grey Relational Analysis; GRA)[70]，都是屬於多屬性決策方法。

表 2-1 多屬性決策方法之分類

多屬性決策方法	可獲得決策者資訊的型態	資訊的顯著特徵	方法內容
MADM	無法獲得決策者偏好資訊		絕對優勢法(Dominance)
	可獲得決策對環境的 偏好資訊	悲觀的(Pessimistic)	小中求大法(Maximin)
		樂觀的(Optimistic)	大中求小法(maximax)
	可獲得決策對環境的 偏好資訊	標準的水準 (Standard level)	Conjunctive method Disjunctive method
		序數 (Ordinal)	Liexicographic method Elimination by aspect
		基數 (Cardinal)	簡單加權法(SAW) 層級加權法(HAW) 線性指派法 ELECTRE 法, TOPSIS 法 Median ranking 法

資料來源：Yoon & Hwang (1995)

根據 Yoon & Hwang [101]的定義，灰關聯分析亦是屬於基數特徵型態分析的方法，適用於決策者所面臨的決策問題，透過深入取得各評估屬性的詳細資料，進行最後的方案優劣排序[23]。

目前學術界已有研究針對各種多屬性決策方法進行模擬比較，成果包括：陳忠平(2000)針對五種屬性資訊特徵屬於基數型態的多屬性決策方法進行模擬分析(包括 TOPSIS 法、ELECTRE 法、灰關聯分析法、簡單加權法與層級加權法)。結果發現：簡單加權法的程式運算速度最快且所需記憶體空間最少，而灰關聯分析法提供了較完備的屬性評估正規化公式[29]。

張淑卿(2002)亦針對上述五種多屬性決策方法進行模擬分析，以方案數、屬性數、權重分配及資料分配等四方面為參數設計模擬情境。結果顯示：資料分配型態會對於各種決策方法造成影響。當資料型態為常態分配時，各項方法的表現並無差異；但當資料型態為非常態分配時，ELECTRE 法與灰關聯分析法的表現較佳[23]。

各種多屬性決策方均有其優缺點其適用範圍，因此在選用多屬性決策方法的

同時，必須要能考慮問題的特性、欲評估的方案是否周延、評估的準則是有具有解釋能力、評估結果的信度與效度以及權重的設定是否合理，以避免濫用方法論而導致最後的評估結果與真實狀況有太大的出入。

由於灰關聯分析具備計算簡單與處理不確定資訊的特性，加上根據上述的模擬結果，完整的屬性評估的正規化公式與處理非常態性資料的特性，近年來已有不少研究將灰關聯分析應用在各種領域的方案評估。本研究以灰關聯分析為例進行研究，下一節將簡要介紹灰關聯分析的基本觀念。

### 2.1.2 灰關聯分析

灰關聯分析是灰色系統理論分析中的方法之一，是由中國鄧聚龍教授於1982年提出。綜合而言，灰色系統理論分析主要是針對系統模型不明確性及資訊之不完整性之情況下，進行關於系統的關聯分析(Relational Analysis)及模型建構(Model Construction)，並藉由預測(Predication)及決策(Decision making)的方法來探討並瞭解系統的情況。灰色理論對於系統的「不確定性」(Uncertainty)、「多變量輸入」(Multi Input)、「離散的數據」(Discrete Data)及「數據的不完整性」(Not Enough)均能做有效的處理[40]。

總而言之，灰關聯分析是屬於灰色系統理論中分析離散序列間相關程度的一種測度方法[4]，具有以下特點[2]：

1. 所建立的模型乃屬於非函數型的序列模型
2. 計算方法簡便易行
3. 不需大量數據
4. 數據的型態不需符合典型的統計分佈規律。

兩個系統之間的屬性，隨著時間或不同對象而變化的關聯性大小之量度，即是「關聯度」，若兩個因素其屬性變化的趨勢具有一致性，則稱其關聯度高；反之，則稱其關聯度低。因此灰色關聯分析法是根據因素之間發展趨勢的相似或相異程度作其分析，產出結果即是「灰關聯度」，並將數據投射到幾何空間上，衡量其比較數列與參考數列之間的接近程度，如圖 2-1。比較數列 $X_1$ 與參考數列 $X_0$ 越接近，變化趨勢越接近，其灰關聯度就越高[103]。灰色關聯分析的核心是要求灰關聯度，進一步推算灰關聯序，藉由排序順位的前後判定其優劣，以輔助決策者進行決策。透過統計學顯著檢定技術來檢定灰關聯序的可靠度，結果顯示灰關聯序不僅達到可靠水準，並且能處理統計不適用的非線性問題。

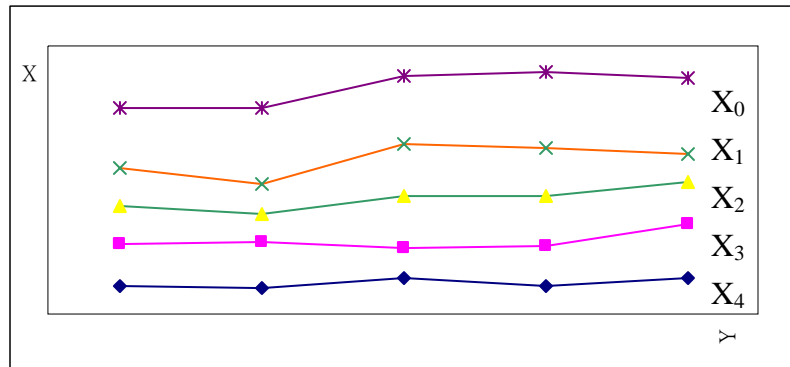


圖 2-1 灰關聯度的幾何意義

資料來源：Yu & Zhao(1989)[103]

灰關聯分析目前已被廣泛應用在各種領域的方案評估，只要該領域的問題可以歸納出影響的準則或屬性，即可透過灰關聯分析來進行評估，例如管理決策、財務分析、環境工程、土木營建、醫學護理與教育評鑑等等領域[37,79,80,83,100,102,107]。本研究將以企業財務基本面能力評估為例，首先說明目前該領域研究的現狀，並探討目前灰關聯分析在該領域的應用成果。

## 2.2 財務基本面分析

證券分析的目的，在於檢驗證券的內含價值(Intrinsic Value)與市場價格(Market Price)背離程度，透過發現內含價值是被高估或低估，以決定哪些證券真正值得投資。評價證券目前的真實價值，即是財務基本面分析(Fundamental Analysis)的工作[16,54]。

財務基本面分析與技術面分析都是證券投資上重要的分析工具。基本面分析主要研究目前的總體經濟環境適不適合進行股票投資活動？哪一類產業正處於蓬勃的成長期？哪幾家公司的營收與獲利成長性最被看好？綜合言之，基本面分析著眼的是評判公司的「質」；技術面分析研究的則是股票的歷史線圖，注重股票成交價格與數量的趨勢變化，透過價與量的關係決定股價的買賣時點，意即技術面分析研究的重點在於股價的「勢」[45]，兩者之間存時而互用、時而各行其事的複雜關係，要能在證券投資獲得優異績效或是超額報酬，結合「基本面選股，技術面操作」兩種策略才是獲利之道。

「財務報表分析」一直是財務基本面分析領域中熱門的研究議題。透過財務報表分析可以評判出企業的財務體質，搭配總體面分析、產業面分析與技術面分析，更可以設計投資策略[74]。此外，透過「財務報表分析」更可以進行「公司財務績效評估」，建構「獲利預測模式」或「企業財務預警模式」，甚至是進行「每股盈餘預測」等不同的應用，但本質上都是為了瞭解公司財務體質[82]。

然而根據統計，一份財務報表可以歸納出近兩百種財務比率指標[33]，一般人如何整合這麼複雜的財務比率資訊，並且在避免以偏概全的情況下進行客觀的

財務報表分析，這正是屬於多準則決策的問題的範疇。

### 2.2.1 財務報表分析應用

「企業財務績效評估」、「企業財務預警模式」均為財務報表分析的應用面之一。透過這兩種模式的建構，瞭解企業的財務績效及獲利能力高低，判斷企業的財務狀況是否處於危警狀況，進而瞭解企業的財務體質狀況，作為輔助投資的參考。

過往財務績效評估模式與財務預警模式的建構，可歸納出下列三種主要的方法：(1)多變量統計方法，(2)軟性計算方法，(3)多準則決策方法。

以多變量統計方法所建構的模式，以「區別分析」(Discriminant Analysis)及其延伸的方法為主流(見附表 1-1)。但該方法有其嚴格的假設：(1)高績效與低績效之間是可以線性分割的。(2)假設變數之間的關係是獨立的。(3)資料量必須為常態分配。

Deakin(1976)針對 1955-1973 年間 Compustat 資料庫上 1800 家製造業企業，選取 11 項財務比率來進行資料態樣的探討。研究結果顯示：財務比率的原始資料型態不易符合一般的常態性分配假設；不過在經過開平方跟或取自然對數之轉換後，則可接受「經轉換的財務比率為近似常態分配」的結論[64]。

根據上述研究針對長期財務資料的研究成果，利用「區別分析」所建構的模式已經違反了其假設，可能不適合用來建構財務績效評估模式。

此外，透過「集群分析」與「區別分析」的方法所建構的模式，僅能將研究樣本進行大略的分群，例如：「高績效」、「一般績效」、「低績效」三群。決策者僅能瞭解粗略企業能力分類，卻無法瞭解企業財務體質的實際能力高低程度。

在軟性計算方法方面，以「類神經網路」及其延伸的方法為主流(見附表 1-2)。透過類神經網路，可以避免要求財務比率資料必須為常態分配的嚴格假設，且模式運算的最後結果可以將企業財務體質以定量方式精確地表達。

但是由於類神經網路的運算結果主要是依據不同類型網路的參數設定，不同的設定會有不同的結果，而多數的研究採用試誤的過程調整參數，可能在準確率的衡量會比一般多變量統計方法表現更好[106,31]；但參數的設定可能不具合理的經濟意義，且試誤法的成本效益可能並不適用於實務，因此可能也不適合用來建構財務績效評估模式。

透過多準則方法來建構財務績效評估是比較近年來比較熱門的研究，尤其是灰關聯分析方法兼具處理非常態分配資料與小樣本的特性，因此有越來越多財務績效評估模式的研究均是透過灰關聯分析方法來建構(見表 2-2)。

研究者僅需要定義財務報表上的各種財務比率及其衡量公式，並且取得所有財務比率的衡量值，即可透過簡易的運算流程，得到企業財務績效的灰關聯度；



灰關聯度越高者即代表財務績效能力越高，進而得到較高的灰關聯序，投資人亦僅需透過灰關聯序即可判斷出欲分析的企業其財務績效的能力排序。

過往的研究也提出不同的模式衡量標的，但並不統一，大概可以分為兩類：一類是傳統的統計學結果，包括因素分析或多變量分析的解釋變異排序[7,49]；另外一類則是透過一些公開刊物的衡量指標，包括美國《商業週刊世界科技 100 強》的指標[47]。而多數的結果均證實，灰關聯分析的結果與這些直接或間接的衡量指標均有相關。

上述所提及的財務績效能力排序結果雖然簡單明瞭，但是僅能提供決策者最後的運算結果，決策者所得到的資訊恐嫌不足，因為決策者並無法瞭解屬性之間的抵換計算過程，甚至很有可能因此發生以偏概全的謬誤。但倘若決策者欲仔細參閱企業在原始財務比率，可能會產生財務比率資訊過多，造成決策者認知超載，無法做出客觀決策的情況。

### 2.2.2 小結

為了解決上述所提及的問題，讓決策者可以在得知灰關聯分析的最後結果時，且可同時瞭解分析的企業在不同的財務評估屬性或是財務評估構面下的能力表現，本研究擬提出一套「視覺化多準則決策評估模式」來加以解決。

「視覺化多準則決策評估模式」將灰關聯分析的結果透過視覺化方式呈現，並估算出各個財務評估構面的「理想點」，決策者僅需透過觀察點與點之間的距離長短，即可以瞭解欲分析的企業在不同的財務評估構面下的優勢程度；亦可以透過「參考刺激體」機制的制定，同時瞭解該企業的財務體質的能力總評。

「視覺化多準則決策評估模式」的主要運算核心以多準則決策方法中的灰關聯分析為基礎，輔以資料視覺理論中的多向度展開法，將將灰關聯分析的結果投射到二維空間上。本研究將於第三章介紹這兩種機制的詳細運算流程，並於第四章詳述「視覺化多準則決策評估模式」之研究架構，且將該模式應用在企業的財務基本面分析，作一實證。

表 2-2 多準則決策方法應用在財務基本面分析

學者	研究主題	比較模式	研究變數	灰關聯權重	統計檢定	結論
施並洲 (1999) [11]	財務危機預測模式	類神經網路 案例推理法 灰關聯分析 區別分析	45 個財務指標透過向前式迴歸欲逐步迴歸篩選至 8 個	特徵向量法	型一誤差 型二誤差	四種預測模式結果分別為：NN：0.7851，CBR：0.7629，GRA：0.7666，DA：0.7518 灰關聯模式在不經指標篩選的情況下，預測正確率高於兩種迴歸模式篩選的結果。
蔡相如 (1999) [46]	台灣地區商業銀行之經營績效評估	灰關聯分析 因素分析	5 構面 23 個變數	各因素構面解釋變異量	Spearman 等級相關法	灰關聯分析與因素分析所求得績效排名相當，兩者相關係數為 0.78039，在 0.01 顯著水準下接受相關性假設。
盧靜怡 (2000) [47]	企業經營績效排名之預測	灰關聯分析 類神經網路 因素分析法	24 個變數透過因素分析篩選成 4 構面 11 個變數	各變數解釋變異量	Spearman 等級相關法	透過因素分析篩選的因素未能有效預測。 灰關聯分析與類神經網路均比因素分析有效 灰關聯係數的給定以「距離法」最為精準。 加權的方法計算灰關聯度並未顯著提升效果
羅一忠 (2001)[49]	國內綜合證券商經營績效評估	主成分分析 灰關聯分析	5 個構面 22 個變數	特徵向量法	Spearman 等級相關法	兩種模式的相關係數高達 0.9438，透過 t 檢定，可推論灰關聯分析與主成分分析結果相近。
李奕達 (2002)[7]	創業投資公司經營績效評估	因素分析法 灰關聯分析	6 構面 21 個變數	特徵向量法	Spearman 等級相關法	兩種模式的相關係數高達 0.9650，透過 t 檢定，可推論灰關聯分析與因素分析結果相近。

資料來源：本研究整理

表 2-2 多準則決策方法應用在財務基本面分析(續)

學者	研究主題	比較模式	研究變數	灰關聯權重	統計檢定	結論
張力友 (2002) [19]	台灣電子業績效 評比	灰關聯分析 資料包絡法	16 個變數	熵權重方法	Spearman 等級相關法	兩種模式的相關係數高達 0.9，透過 t 檢定， 可推論灰關聯分析與資料包絡法結果相近。
黃旭男 (2003) [38]	預測企業未來績 效排名	灰關聯分析	3 個投入變數 4 個產出變數	熵權重方法	Wilcoxon Signed-Rank s	將投入及產出項目當作評估指標，其中產出項 目視為一區間灰數，預測值與實際值的檢定結 果無顯著差異。
宋文傑 (2003) [5]	台灣通訊產業財 務績效評估	灰關聯分析 因素分析 區別分析	39 個變數透過因 素分析法篩選成 4 構面 26 個變數	特徵向量法	Spearman 等級相關法	兩種模式的相關係數透過 t 檢定，可推論灰關 聯分析與因素分析結果相近。 透過區別分析區分高、中、低績效，分類正確 率都有 97% 以上。
陳錦芬 (2003) [34]	台灣地區銀行業 經營績效評估	灰關聯分析	6 構面 36 個變數	熵權重方法	無	針對 87-91 年台灣 29 家商業銀行作經營績效評 估，並透過熵權重值，找出影響力較大的因子。

資料來源：本研究整理



## 第三章 研究方法

本章針對「視覺化多準則決策評估模式」中的兩大核心作介紹。首先於第 3.1 節介紹灰關聯分析(Grey Relational Analysis;GRA)。第 3.2 節介紹資訊視覺化理論，並介紹多向度尺度法(Multidimensional Scaling;MDS)概念，並介紹其分支：多向度展開法(Multidimensional Unfolding;MDU)。

### 3.1 灰關聯分析

本小節針對灰關聯分析(Grey Relational Analysis;GRA)作一介紹，包括灰關聯分析的數學基礎，以及具備資料前處理功能的灰關聯生成，最後介紹灰關聯分析的運算流程。

#### 3.1.1 灰關聯分析之數學基礎

在進行灰關聯分析之時，必須先確定「因子空間」；當該因子空間中的分析數列具有「可比性」的性質時，則形成「測度空間」；同時滿足這兩者的空間，稱為「灰關聯空間」；最後在灰關聯空間中尋找一個函數，並符合四項公理，即稱為灰關聯度(Grey Relational Grade)。灰關聯度即是計算灰關聯序的重要依據。以下針對這些計算灰關聯度的數學基礎，作一簡單的介紹[4,40]。

1. 因子空間：假設  $\{P(X)\}$  為一特定主題所得的因子集， $Q$  為一關係，在  $\{P(X);Q\}$  的情況下，會有下面幾項特性：

(1)存在性(Existence)：關鍵因子的存在。

(2)可數性(Count ability)：因子的數目是有限且可數。

(3)可擴充性(Expansion)：因子的影響不斷改變而不具固定的模式，這些改變的部分原因是由於新訊息的補充，因此構成因子影響的開放性與鄰域性，同時個別影響的組合也屬於  $\{P(X);Q\}$ 。

(4)獨立性(Independent)：因子對整體而言，可視為是互相獨立的。

當  $\{P(X);Q\}$  具備上述特性時，則稱為因子空間(Factor Space)。

2. 測度空間：若  $X$  為一灰關聯因子集，其原始數列為

$$x_i(k) = (x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n))$$

其中  $i = 1, 2, 3, \dots, m \in N$ ，代表共有  $m$  個數列。

其中  $k = 1, 2, 3, \dots, n \in N$ ，代表各數列包含有  $n$  因子。

則滿足下列三個條件：

- (1) 無因次性(Non-Dimension)：不論因子  $x_i(k)$  的測度單位為何種型態，必須經過處理成為無因次的型態，使衡量基準一致。

(2) 同等級性(Scaling):各數列中  $x_i$  中之值  $x_i(k)$  均屬於同等級或等級相差不可大於 2。(註:等級, Order, 10 的次方)

(3) 同極性(Polarization):數列中的因子描述狀態必須為同方向。

若數列滿足上述三條件,則符合可比性(Comparison)。而所構成的空間稱為測度空間(Measurement Space)用  $\{P(X); x_i(k)\}$  表示。

3. 灰關聯度空間:滿足因子空間及測度空間的空間稱灰關聯空間,並用  $\{P(X); \Gamma\}$  表示,而  $\Gamma$  稱為測度大小(Measurement)。對於  $\{P(X); \Gamma\}$ , 若在灰關聯空間中找到一函數  $\gamma(x_i, x_j)$  (即  $\gamma \in \Gamma$ ), 滿足以下四公理:

(1) 規範性:  $0 < \gamma(x_i, x_j) \leq 1, \forall i, \forall j$ 。  $\gamma(x_i, x_j) = 1$  稱為完全相關,

$\gamma(x_i, x_j) = 0$  稱為完全不相關。

(2) 偶對稱性:當數列只有兩組時,  $\gamma(x_i, x_j) = \gamma(x_j, x_i)$

(3) 整體性:當數列大於三組時,  $\gamma(x_i, x_j) \neq \gamma(x_j, x_i)$  <sup>often</sup>

(4) 接近性:  $\|x_i(k) - x_j(k)\|$  為  $\gamma(x_i(k), x_j(k))$  之主控項,亦即灰關聯度的大小必須與此項有關。

則稱  $\gamma(x_i, x_j)$  為灰關聯空間中的灰關聯度(Grey Relational Grade)。

有了灰關聯空間後,必須進行量化的工作,量化的方法則是建立一個測度公式,稱為灰關聯度。灰關聯度的定義是「表示兩個數列間的關聯程度」。如果在比較過程中,只有一個數列  $x_0(k)$  為參考數列時,則稱為「局部性灰關聯測度」(Localized Grey Relational Grade)。若資料中任一數列  $x_i(k)$  均可以當作參考數列時,則稱為「整體性灰關聯測度」(Globalized Grey Relational Grade)。

在進行灰關聯生成前,首先需要先確定分析數列:

假設原始數列為:  $x_i(k) = (x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n))$

其中  $i = 1, 2, 3, \dots, m \in N$ , 代表共有  $m$  個數列。

其中  $k = 1, 2, 3, \dots, n \in N$ , 代表各數列包含有  $n$  因子。則:

$x_1(k) = (x_1(1), x_1(2), \dots, x_1(n))$

.....

$x_m(k) = (x_m(1), x_m(2), \dots, x_m(n))$

並定義一組參考數列(Reference Series)為  $x_0(k) = (x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(n))$ ，目的為  $m$  組數列的關聯對象，所以  $m$  組數列稱為比較數列(Compared Series)。

### 3.1.2 灰關聯生成過程

在灰關聯分析中，若分析數列的範圍差距過大或是基準量過大時，可能會使得某些因子的作用降低，甚至被忽略；若是分析數列中各因子的目標方向不一致時，也有可能造成灰關聯的結果不正確(夏郭賢 1998)[13]，因此必須先將資料作前置處理，該過程又稱為「灰關聯生成」，使分析數列符合「可比性」的條件。本小節將探討目前各種常見的灰關聯生成方法，並介紹數種改良型灰關聯生成，讓前處理過後的資料，能夠不被扭曲。下列為三種傳統的灰關聯生成的方法[4]：

1. 基本方法：利用數據中的數值作正規化(Normalization)
2. 灰色理論方法：假設有一個映射(Mapping)

$$f : x_i^*(k) = \frac{x_i^{(0)}(k)}{\alpha} \quad , \text{則處理方法包括：}$$

$$(1) \text{ 初值化：當 } \alpha = x_i^{(0)}(1) \text{ 時。} \quad (3-1)$$

$$(2) \text{ 最大值化：當 } \alpha = \max_{all-i} x_i^{(0)}(k) \text{ 時。} \quad (3-2)$$

$$(3) \text{ 最小值化：當 } \alpha = \min_{all-i} x_i^{(0)}(k) \text{ 時。} \quad (3-3)$$

3. 效果測度方法：

$$(1) \text{ 效益目標之測度(望大)：} \quad x_i^*(k) = \frac{x_i^{(0)}(k)}{\max[x_i^{(0)}(k)]} \quad (3-4)$$

$$(2) \text{ 成本目標之測度(望小)：} \quad x_i^*(k) = \frac{\min[x_i^{(0)}(k)]}{x_i^{(0)}(k)} \quad (3-5)$$

$$(3) \text{ 特定目標之測度(望目)：} \quad x_i^*(k) = \frac{\min\{OB, x_i^{(0)}(k)\}}{\max\{OB, x_i^{(0)}(k)\}} \quad (3-6)$$

上述的三種灰關聯生成方法均能使數列符合可比性。但經過數學證明，發現透過上述方法處理過後的數據，並不完全為線性轉換，可能造成數據的扭曲與失真(見表 3-1)。以數學的觀點而言，灰關聯生成是一種空間轉換，除了必須滿足可比性的條件以外，尚必須滿足同構性(Isomorphism)條件，才能避免處理過後的數據被扭曲。同構性條件包含：

1. 一對一映成(One to One and Onto)：  $x_1 \neq x_2 \Leftrightarrow f(x_1) \neq f(x_2)$
2. 線性(Linear)：  $f(ax_1 + bx_2) = af(x_1) + bf(x_2)$

表 3-1 傳統灰關聯生成缺失

分類	方法	一對一	線性	扭曲數據	滿足可比性
基本方法	正規化	是	是	否	不滿足同等級性
灰色理論方法	初值化	是	是	是	屬性不同
	最大值化	是	是	是	屬性不同
	最小值化	是	是	是	屬性不同
效果測度方法	效益目標	是	是	否	不滿足同極性
	成本目標	是	否	是	不滿足同極性
	特定目標	是	否	是	不滿足同極性

資料來源：溫坤禮(1999)

目前已有學者提出三套同時符合可比性與同構性的資料前置處理方法，分別是夏郭賢(1998)[13]、溫坤禮(1999)[39,78]和張偉哲(2000)[22]三套。

1. 夏郭賢(1998)：將序列中所有值都轉換到 0-1 之間，屬於「線性數據前置處理」，透過原式轉換，可以發現下列三種方法均屬於線性（因此失真度最低），且將目標值轉換到 1，把距目標值最遠的值轉換到 0，使所有轉換過後的資料，有良好的一致性。

- (1) 望大形式：衡量數據偏離最大值之程度，效果越大越好為考慮範圍。

$$x_i^*(k) = \frac{x_i^{(0)}(k) - \min x_i^{(0)}(k)}{\max x_i^{(0)}(k) - \min x_i^{(0)}(k)} \quad (3-7)$$

- (2) 望小形式：衡量數據偏離最小值之程度，效果越小越好為考慮範圍。

$$x_i^*(k) = \frac{\max x_i^{(0)}(k) - x_i^{(0)}(k)}{\max x_i^{(0)}(k) - \min x_i^{(0)}(k)} \quad (3-8)$$

- (3) 望目形式：希望效果是某個指定目標(OB)之附近為考慮範圍。

$$x_i^*(k) = 1 - \frac{|x_i^{(0)}(k) - OB|}{\max\{\max[x_i^{(0)}(k)] - OB, OB - \min[x_i^{(0)}(k)]\}} \quad (3-9)$$

2. 溫坤禮(1999)：針對夏郭賢(1998)的線性數據前置處理做修正，使望目效果的範圍由原來的介於最大值最小值之間，擴大到可以大於最大值且小於最小值。

- (1) 望大形式：  $x_i^*(k) = \frac{x_i^{(0)}(k) - \min x_i^{(0)}(k)}{\max x_i^{(0)}(k) - \min x_i^{(0)}(k)}$  (3-10)

- (2) 望小形式：  $x_i^*(k) = \frac{\max x_i^{(0)}(k) - x_i^{(0)}(k)}{\max x_i^{(0)}(k) - \min x_i^{(0)}(k)}$  (3-11)

(3) 望目形式：

$$x_i^*(k) = \frac{x_i^{(0)}(k) - \min x_i^{(0)}(k)}{OB - \min x_i^{(0)}(k)}, \text{ 當 } x_i^{(0)}(k) \in [OB, \max] \quad (3-12)$$

$$x_i^*(k) = \frac{\max x_i^{(0)}(k) - x_i^{(0)}(k)}{\max x_i^{(0)}(k) - OB}, \text{ 當 } x_i^{(0)}(k) \in [\min, OB] \quad (3-13)$$

3. 張偉哲(2000)：針對夏郭賢(1998)的線性數據前置處理做修正，線性數據前置處理雖然能夠建立原序列因子與測度空間因子的線性關係，但是該方法生成後的測度空間因子卻擴大（縮小）原序列因子間的關係。因此提出一套「廣義灰關聯生成」模型。

$$(1) \text{ 望大形式： } x_i^*(k) = \frac{x_i^{(0)}(k)}{\max[x_i^{(0)}(k)]} \quad (3-14)$$

$$(2) \text{ 望小形式： } x_i^*(k) = \frac{-x_i^{(0)}(k)}{\min[x_i^{(0)}(k)]} + 2 \quad (3-15)$$

$$(3) \text{ 望目形式： } x_i^*(k) = \frac{x_i^{(0)}(k)}{OB}, \text{ 當 } x_i^{(0)}(k) \leq OB \quad (3-16)$$

$$x_i^*(k) = \frac{-x_i^{(0)}(k)}{OB} + 2, \text{ 當 } x_i^{(0)}(k) \geq OB \quad (3-17)$$

總結上述的各種數據前處理方法，不管是使用哪一套灰關聯生成方法，必須要能夠符合「可比性」三原則與「同構性」二原則，並且根據欲分析的問題，挑選最適合的灰關聯生成方法。此外，會發生不滿足同極性的問題在於欲分析的序列中，某些因子的觀察值越大越好，某些因子的觀察值越小越好，可能無法在處理的過程中，反映出這些特殊因子的特性。周文賢(2002)[8]提出讓變數之間呈正向相關的處理方法：

$$1. \text{ 觀察值乘上}(-1)： x_{nk}^* = (-1) \times x_{nk} \quad (3-18)$$

$$2. \text{ 取逆尺度： } x_{nk}^* = MAX(x_{nk}) - x_{nk} + 1 \quad (3-19)$$

因此，在進行灰關聯生成時，可以先透過上述兩個方法，先讓分析序列中所有因子都為正向相關，符合可比性三要件之一的「同極性」，如此不但可以將前置處理的失真度降到最低，也可以讓灰關聯生成方法不複雜（望大、望小或望目形式僅需選擇其一即可達到資料前處理的效果）。整體而言，灰關聯生成的方法可歸納如圖 3-1：



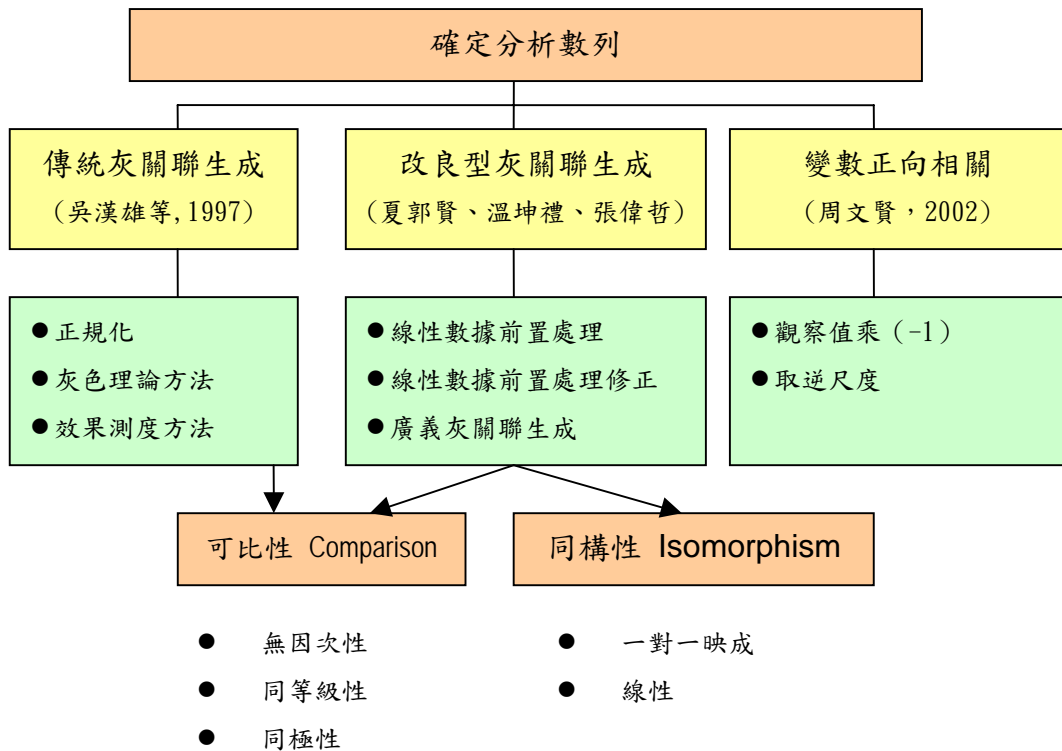


圖 3-1 灰關聯生成方法  
資料來源：本研究整理

### 3.1.3 灰關聯分析之演算流程

一旦確定分析數列，並進行灰關聯生成使分析數列符合可比性與同構性，即可正式進入灰關聯分析流程，介紹如下[40,51,52,53,65]：

#### 1. 計算灰關聯係數(Grey Relation Coefficient)

分析灰關聯係數的方法有距離法、斜率法、面積法，其中鄧聚龍所提出的距離法最被廣泛應用，且被驗證過可有效計算出灰關聯係數[47]。距離法灰關聯係數定義為：

$$\gamma(x_i(k), x_j(k)) = \frac{\Delta_{\min} + \xi\Delta_{\max}}{\Delta_{oi}(k) + \xi\Delta_{\max}}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m, k = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3-20)$$

$x_0$  為參考數列， $x_i$  為一特定之比較數列。

$$\Delta_{oi}(k) = \|x_0(k) - x_i(k)\| : x_0 \text{ 與 } x_i \text{ 之間第 } k \text{ 個差的絕對值。} \quad (3-21)$$

$$\Delta_{\min} = \min_{\forall j \in} \min_{\forall k} \|x_0(k) - x_i(k)\| \quad \text{兩級最小差} \quad (3-22)$$

$$\Delta_{\max} = \max_{\forall j \in} \max_{\forall k} \|x_0(k) - x_i(k)\| \quad \text{兩級最大差} \quad (3-23)$$

$\xi$  為辨識係數(Distinguishing Coefficient)，主要功能是做為參考數列與比較數列的相關程度，範圍 0~1。其大小可以根據實際的需要作適當的調整，鄧聚龍建議該值取 0.5，但是為了加大結果的差異性，可以依實際需要做調整。由實際的數學證明得知， $\xi$  辨識係數值的改變只會改變相對數值的大小，並不會影響灰關聯度的排序結果。

鄧聚龍所提出的距離法灰關聯度目前是灰關聯分析相關研究中，最被廣泛應用的一種，但是由於會因為不同的辨識係數而使得灰關聯係數有不同的最小值，Wong(2000)[62]提出一套新的灰關聯係數：

$$\gamma(x_i(k), x_j(k)) = \left( \frac{\Delta_{\max} + \Delta_{oi}(k)}{\Delta_{\max} - \Delta_{\min}} \right)^{\xi} \quad (3-24)$$

新的灰關聯係數測度模式依然保有辨識係數的設定項，可以藉由調整辨識係數的值來改變  $\Delta_{oi}(k)$  與灰關聯係數曲線的曲度，以符合各類測量分法所需。

鄧聚龍建議所建議的傳統辨識係數為 0.5，Wu(1999)[75]提出可直接設為 1，傳統灰關聯係數公式可修正為：

$$\Gamma_{oi} = \Gamma(x_i(k), x_j(k)) = \frac{\Delta_{\min} + \Delta_{\max}}{\Delta_{oi}(k) + \Delta_{\max}} \quad (3-25)$$

$$\text{且 } \bar{\Delta}_{oi}(k) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n [\Delta_{oi}(k)]^2} \quad (3-26)$$

溫坤禮(1999)[40]修正了 Wu(1999)[75]所提出的灰關聯係數公式，使其能夠更廣義：

$$\Gamma_{oi} = \Gamma(x_i(k), x_j(k)) = \frac{\Delta_{\min} + \Delta_{\max}}{\Delta_{oi}(k) + \xi \Delta_{\max}} \quad (3-27)$$

$$\text{且 } \bar{\Delta}_{oi}(k) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n [\Delta_{oi}(k)] \quad (3-28)$$

上述所提及各類型灰關聯係數計算公式，不論是否為傳統型或是修飾型，均能夠滿足灰關聯的四大公理，因此實際的應用最後仍須視欲決策的問題與資料集而定。



## 2. 計算灰關聯度(Grey Relation Grade)

灰關聯係數可表達比較數列與參考數列，在各因子之關聯係數值，但如果  
有  $n$  個因子即有  $n$  個灰關聯係數結果，將導致信息分散，將不利於評估比較。因  
此必須將每一比較數列之各個時刻(指標、空間)的灰關聯係數集中至一個點上，  
而這個點之數值稱為灰關聯度。而灰關聯度可依權重給予的差異，有兩種計算方  
法：

- (1) 平權關聯度：這是傳統的灰關聯度計算方式，數列中各因子是同等  
重要性，因此給予每個因子相同權重，可求得灰關聯度為[61,104]：

$$\gamma(x_i, x_j) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma(x_i(k), x_j(k)) \quad (3-29)$$

- (2) 加權關聯度：在實際的系統上，各個因子的重要程度不一，因此我  
們正視各個因子的權重不同等的實際情形，延申上式的灰關聯度定  
義為下，其中  $\beta_k$  表示因子  $k$  的常態化權重，由使用者決定。[21]

$$\gamma(x_i, x_j) = \sum_{k=1}^n \beta_k \gamma(x_i(k), x_j(k)), \quad \sum_{k=1}^n \beta_k = 1 \quad (3-30)$$

## 3. 計算灰關聯序(Grey relational Ordinal)

根據灰色理論的定義，傳統的灰關聯度是兩個數列的關聯程度，並且為定性的  
分析，因此最重要的訊息是各個關聯度之數值大小排序。將  $m$  個比較數列對  
同一參考數列  $x_0$  的灰關聯成根據所得之數值大小，加以順序排列，所組成的一  
個大小關係便稱為灰關聯序。

數學模式的表達方式為：

在參考數列  $x_0$  和比較數列  $x_i$ ，

$$x_0 = (x_0(k)), \quad x_i = (x_i(k)), \quad i = 1, 2, 3, \dots, m, k = 1, 2, 3, \dots, n \text{ 中},$$

如果  $\gamma(x_0, x_i) \geq \gamma(x_0, x_j)$ ，則稱  $x_i$  對  $x_0$  的關聯度大於  $x_j$  對  $x_0$  的關聯度，並且

用  $x_i > x_j$  表示，也稱為  $x_i$  和  $x_j$  的灰關聯序。

## 4. 小節

綜合以上所論述，灰關聯分析的演算程序可以以下圖表示：

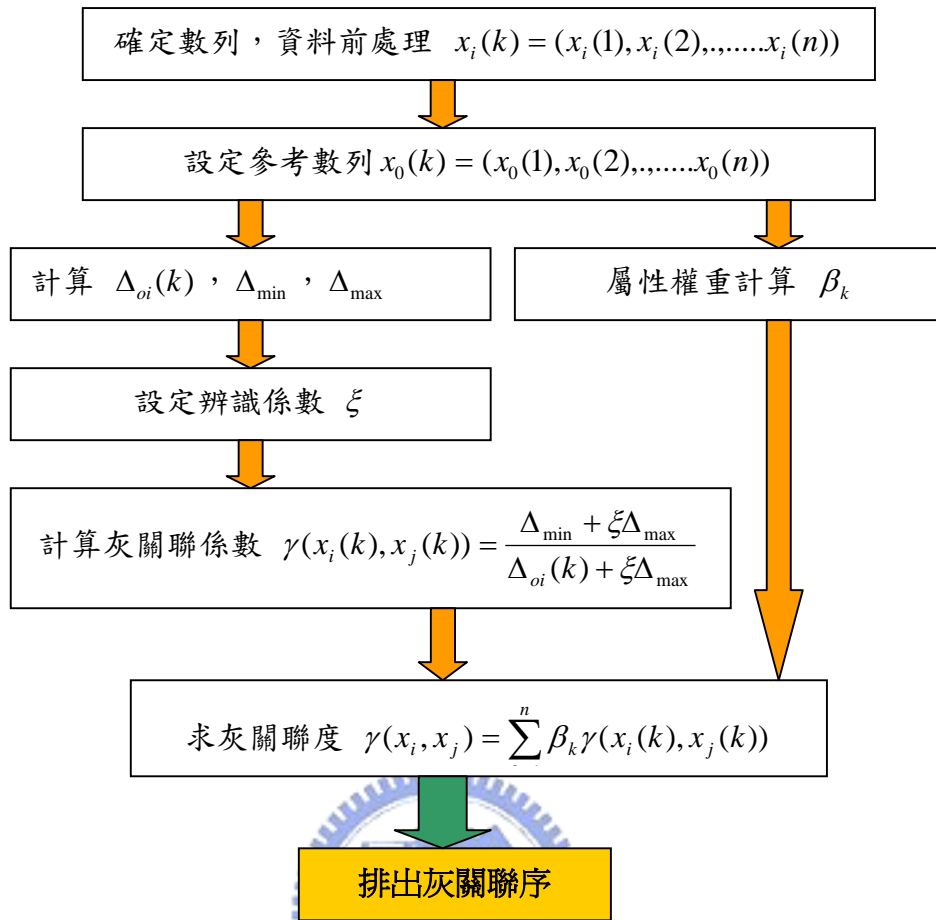


圖 3-2 灰關聯分析演算程序  
資料來源：本研究整理

### 3.1.4 灰層級方法

上述的所提及的灰關聯方法分析，多數的應用是將所有的準則，整合成單一序列並進行分析，透過灰關聯度計算，得到一組方案的優劣順序(灰關聯序)，以供決策者進行決策。這種將所有變數以單一序列處理的模式雖然可以降低決策評估模式過程的複雜程度，但是可能因此喪失很多不同準則資訊。

為解決上述問題，目前已有多數灰關聯分析的研究，在進行分析之前，先導入層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)的概念，將欲分析的問題與準則，建構成為一層級架構。該概念是將影響整個問題的要素分解為數群，每群再區分為數個子群，如此持續逐級建構到最低階層為止。透過層級分析法的概念，可以將複雜的問題簡化，並可以很清楚地辨認出決策問題中的標的(Goal)、評估構面(Dimension)、評估準則(Criteria)、評估方式(Measure)等各關鍵元素。

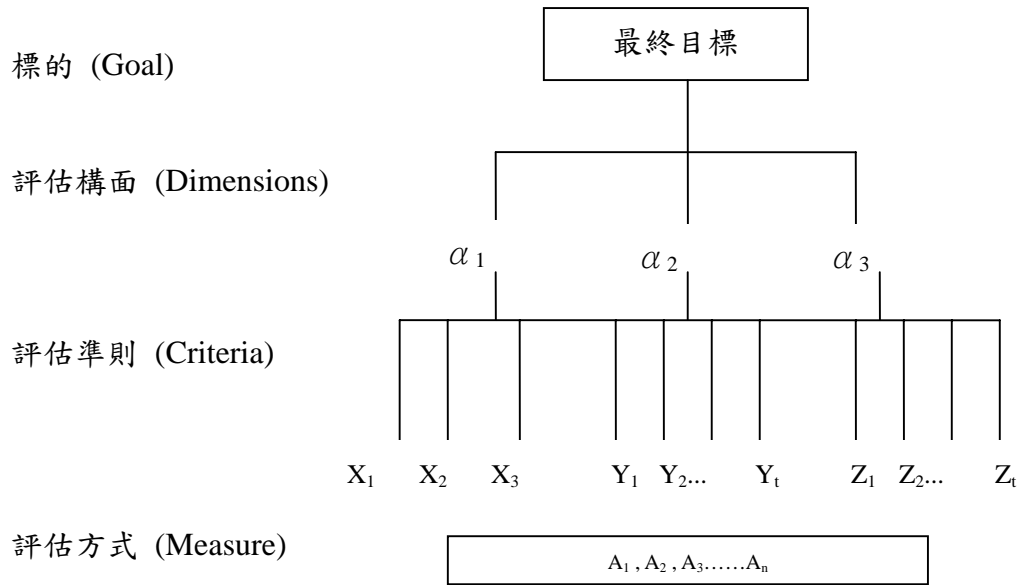


圖 3-3 層級架構決策評估模式

資料來源：本研究整理

層級架構建立後，即可透過特徵向量的方法，分析各要素的權重，此階段包含三步驟：(1)建立成對比較矩陣。(2)計算特徵值與特徵向量。(3)一致性檢定。一旦透過一致性檢定，各層級間的要素相對權重即可求得，並可依此為基礎，依照高層級到低層級的順序推算出整體層級權重，最後開始進行灰關聯分析，此套流程可以稱為「灰層級方法」或「灰色多準則評估」[1,3,27,35,91]。

## 3.2 資訊視覺化

視覺化(Visualization)是一項非常有力及彈性的資訊處理方式，特別是轉換大量的資料成為圖像的同時，可以顯示出資料之間的關係、趨勢、甚至是挖掘出一些隱藏在資料背後的特徵，視覺化資料挖掘(Visualization Datamining)不但成為企業目前的熱門資訊應用工具，視覺化技術也成為決策支援活動中新的研究議題[98]。此外，資訊視覺化更可以降低資料的複雜性，同時降低決策者的認知超載[17]，透過圖像化的方法表現可以讓決策者以觀察圖形的方法，加速決策流程。

### 3.2.1 資訊視覺化理論

資訊視覺化的過程可分為三個步驟(Robert,2001)：

1. 分析階段(Analysis)：此階段的目標將欲分析資料作一簡要的表達，降低資料的複雜度。使用者可依據分析的需求，先萃取出資料，再透過簡單的統計模式針對資料作分析，包括次數分配等。
2. 演算法階段(Algorithms)：此階段主要是產生一個有效能且彈性的資料表達方式，將資料透過集群(Clustering)或是投射(Projection)的方式處理轉換到高維度的空間，圖 3-4(b)，3-4(c)，3-4(d)所示。
3. 視覺化階段(Visualization)：此階段主要是將處理過的資訊，作更具互動與清晰的呈現，使用者可以透過視覺化的方式，進行決策的過程，如圖 3-4(e)所示。

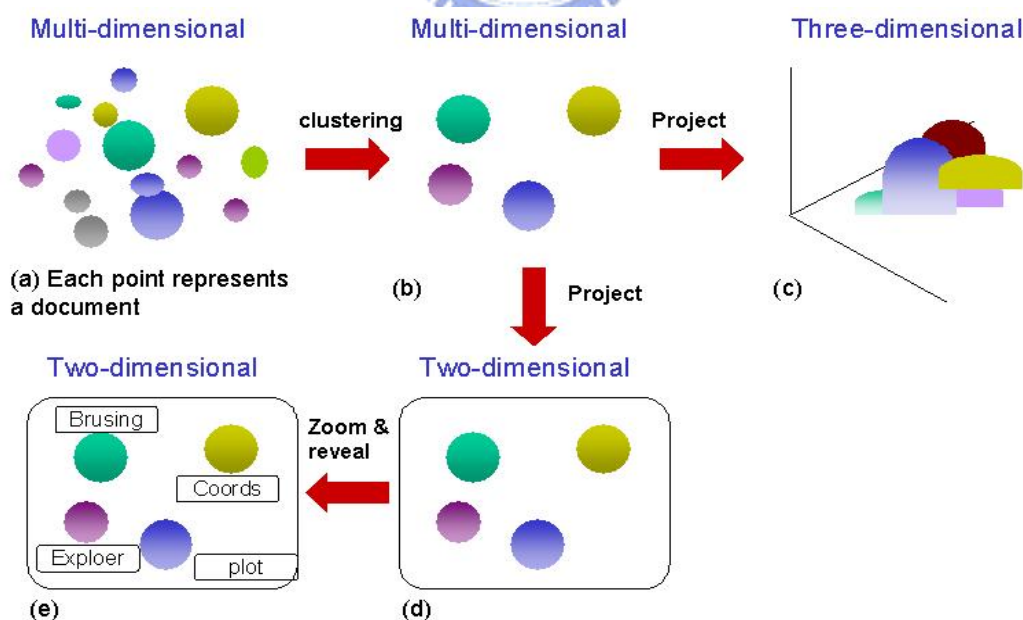


圖 3-4 資訊視覺化階段示意圖

資料來源：Robert(2001)

資訊視覺化因應應用領域及設計目的的不同，因而表現手法繁雜，分類不易，最常見的資訊視覺化表現方式可分為以下六類[26,44]：

1. 圖表 (Chars and graphs)
2. 等高線圖 (Contours)
3. 向量-流動視覺 (Vector Field-Flow Visualization)
4. 幾何模型 (Geometric Modeling)
5. 動畫 (Animation)
6. 多維度的視覺 (Multi Dimensional Visualization)

大量的多維資料在呈現視覺化時，依據所應用的領域、資料的型態及分析目標的不同，以致發展的技術很多，根據[77]所提出的分類方式，將多維度視覺化的技術分為六大類型：

1. 幾何式投影技術(Geometric Projection Techniques)：將多維度資料利用幾何轉換(Transformations)及投影(Projection)方式，繪製在螢幕上。如平行座標法(Parallel Coordinates)。
2. 圖示基礎技術(Icon-Based Techniques)：將資料屬性的內容給定一個具有特徵意義的小圖示(Icon)，例如以圖示形狀、顏色來描述資料的變化量。
3. 像素導向技術(Pixel Oriented Techniques)：在不重疊的情況下，一個銀幕要表現最多的資訊量就是以像素(Pixel)來表示，像素法就是利用像素的顏色來表示資料的大小，並以像素在銀幕上的距離來代表不同屬性的資訊，這種方法可以有效將資料同時呈現，以達快速檢視的功能。
4. 階層式技術(Hierarchical Techniques)：透過階層式的分割方式，將視覺化予以繪製在不同的次空間(Sub-Space)，以利同時探勘大量多維資料。
5. 圖像式顯示技術(Graph-based Techniques)：將大圖像以特殊的技巧、演算法或其他抽象方式，予以圖像能夠有效快速且清楚的表現其所代表的意義。
6. 混合式技術(Hybrid Technique)：以上所有技術之任意組合，所使用之整合視覺化方式。

### 3.2.2 多向度尺度法

多向度尺度法(Multidimensional Scaling;MDS)是一種資訊視覺化的工具[58,73]，屬於幾何式投影技術。主要是用來處理  $n$  個刺激體(Stimulus)之間的接近性資料，刺激體為「可知覺的物體」，最後建構出  $n$  個刺激體在歐基里德空間中的結構圖形(Configuration)，進一步可以幫助決策者找出隱藏於資料內的結構[41,76]。



多元尺度法同時是一種縮減資料的資料處理方法，根據決策者給予的資料矩陣，然後找出合適的解釋向度，最後可以將  $p$  向度的資料表示在  $r$  向度的空間中 ( $r \leq p$ )，並確保在向度縮減後，刺激體在  $r$  向度空間的定位依舊可以與原始  $p$  向度空間的空間保持一致[10,81]。

簡而言之，當觀察的資料集十分龐大時，多向度尺度法是一種非常好用的工具，相較於其他的統計方法，例如主成分分析(Principal Components Analysis)、因素分析(Factor Analysis)與階層群集分析(Hierarchical Cluster Analysis)，多向度尺度法不但提供類似的分析功能，更將分析結果透過距離模式與空間方法表示，讓決策者能夠透過觀察圖形的方法代替觀察原始數據，降低決策過程的複雜性。[69,81]。

經過將近 60 多年的研究，多向度尺度法依據分析問題的不同以及給予的資料不同，發展出不同的演算法。多向度尺度法可以處理的資料類型主要為：相似性資料(Similarity)、喜好程度(Preference)；其餘尚包括：距離，相關係數、共變數、平方距離、互動量等等。這些資料都有個共同的特性，即數值大小可以表示相異的程度[24,32]。

根據輸入與輸出的資料的不同，包括計量資料(比率量尺或等距量尺)和非計量型資料(順序量尺或名目量尺)，多向度尺度法可分為下列三種型態：

表 3-2 多向度尺度法的分類

輸入	輸出	多向度尺度法分類
計量	計量	完全計量多向度尺度法 (Fully Metric MDS) ● 點與點的歐基里德距離與輸入資料的相異性程度為吻合
非計量	非計量	完全非計量型多向度尺度法 (Fully Nonmetric MDS) ● 點與點之間的順序關係可以反映輸入資料的順序關係
非計量	計量	非計量多向度尺度法 (Nonmetric MDS) ● 點與點的歐基里德距離與反映輸入資料的順序關係一致

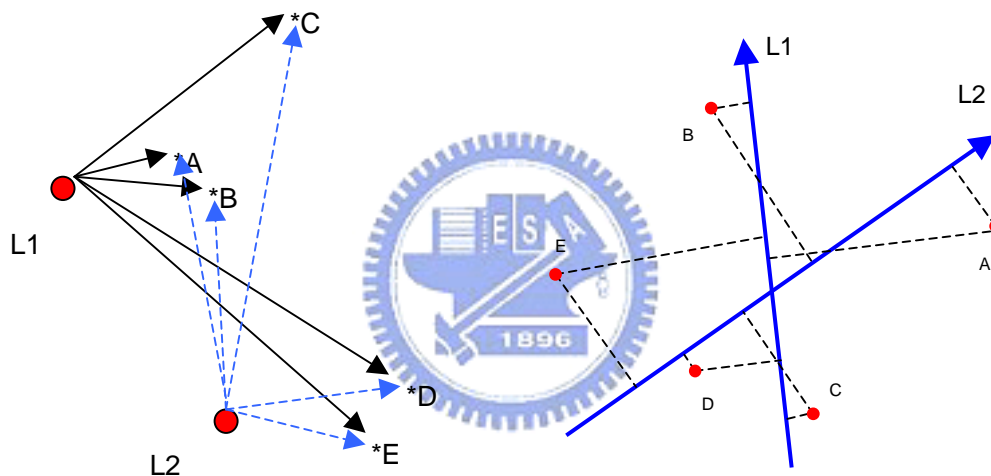
資料來源：本研究整理

此外，Coombs(1964)[63]說明資料的分類標準包含兩大類：(1)兩刺激體之間呈接近關係(Consonance Relation)。(2)兩刺激之間呈優勢關係(Dominance Relation)。

「接近關係」表示兩個刺激體之間的相似(Similar)或相異(Dissimilar)程度，在一般的心理學與行銷研究的領域當中[59]，研究者通常或要求受測者表達出兩個刺激體之間的「心理距離」，以作為接近性資料，一般而言，研究員並不指定受測者需要根據哪些評估屬性或評估準則來判斷，因此受測者僅能透過兩刺激體之間的兩兩成對比較，表達心理距離，通常最後的產出為一正方形矩陣(square)，矩陣的行與列均來自於相同的資料，矩陣內資料即為接近性資料(有時候是相異性資料)。

「優勢關係」即表示受測者對於刺激體的喜好選擇，可以視為是「偏好程度」的表達。不同於接近性資料的收集方式，研究者可以設定不同的評估構面與評估屬性讓受測者加以評比；在非計量的研究上面可以推導出排序性資料，在計量研究方法上則會有等距尺度的特性。一般而言，最後的產出為一矩形矩陣 (Rectangular)，矩陣的行與列資料分別來自評估準則與刺激體。

優勢關係資料有兩種表達方式：理想點模式(Ideal Point Model)與向量模式 (Vector Model) 兩種表達方式均可以用來判斷刺激體在評估構面的能力表現。在理想點模式中 (圖 3-5)，每個評估構面的理想點均被表達在空間中，每個刺激體與理想點間的歐基里德距離對應計量的偏好性資料有線性關係，對應非計量的偏好關係具有單調關係；與理想點的距離越近代表該刺激體的偏好程度越高，反之則越低。而在向量模式中 (圖 3-6)，每個評估構面都用一個向量代表，刺激體在該向量上的投影值大小，代表受測者於該刺激體的喜好程度，亦可以反應該刺激體在特並評估構面上的優劣程度[56,87,94]。



評估構面 L1：ABCDE  
評估構面 L2：EDBAC

評估構面 L1：BEADC  
評估構面 L2：ABCDE

圖 3-5 理想點模式

圖 3-6 向量模式

資料來源：Borg,Groenen(1997)[73]

資料來源：Borg,Groenen(1997)[73]

Young(1977)[41]從上述兩大類型的資料出發，再輔以另外兩個條件：「矩陣的維數」、「MDS 模型型態」。以這三個條件，可以將多向度尺度法區分成六大類型：「資料矩陣的形狀」代表矩陣中行與列的資料是否來自相同集合，正方形矩陣代表「接近性資料」，同時亦為對稱矩陣；長方形矩陣代表「偏好性資料」。「資料矩陣的維數」代表矩陣的數目，單一矩陣包含二維，倘若矩陣數目大於兩個，即屬於多維資料。「MDS 模型」代表多元向度法中所用的是一般歐基里德距離或是加權歐基里德距離。多向度尺度法的分類如下：



表 3-3 多向度尺度法分類

矩陣的形狀	正方形	矩型	矩陣的形狀
矩陣的模型	(square)	(rectangular)	矩陣的維數
一般 MDS 模型	(Classical) CMDS	(Classical) CMDU	單一矩陣
	(Replicated) RMDS	(Replicated) RMDU	數個矩陣( $\geq 2$ )
加權 MDS 模型	(Weighted) WMDS	(Weighted) WMDU	

資料來源：溫福星(1993)

在實際的多向度尺度法研究中，所觀察的資料多數來自於 CMDS、RMDS、WMDS 及 CMDU 這四類型[41]。加以本研究欲將多準則決策的問題結合資訊視覺化，該資料型態屬於「偏好性資料」，因此本研究繼續針對屬於分析偏好性資料的 CMDU 繼續介紹。

### 3.2.3 多向度展開法

展開(Unfolding)的概念源自於 Coombs(1964)[63]。以下面的例子而言，即是 ABCDE 共 5 個刺激體分別在兩個評估構面 (L1 與 L2) 的排序狀況，倘若可以在直線上面找到兩個評估構面的理想點，即可以透過「展開」的方法，將兩種評估構面上的排序狀況，展開到一條直線上，見圖 3-8。

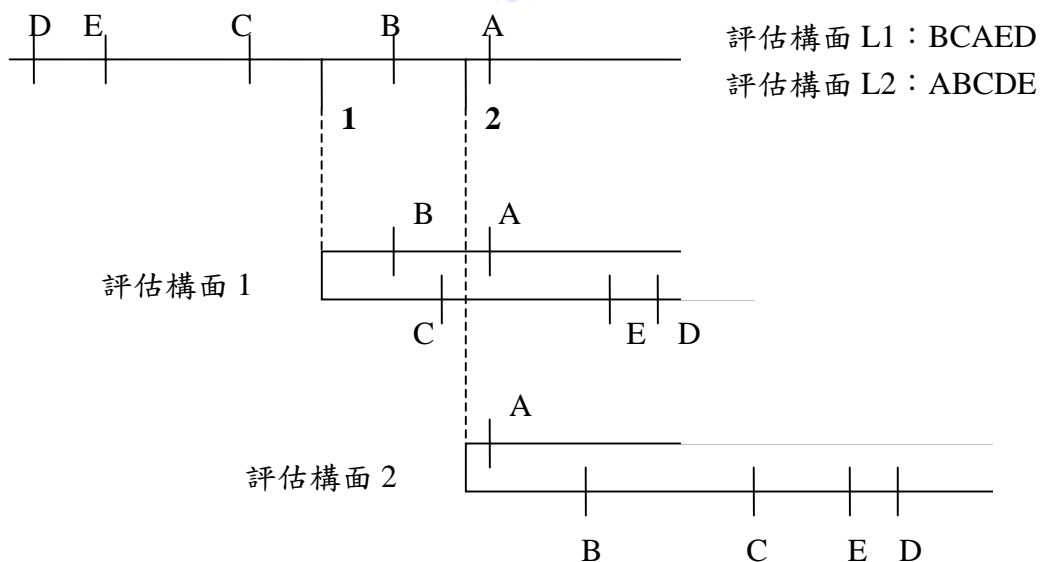


圖 3-7 「展開」示意圖

資料來源：Cox & Cox (2001)[97]

Coombs 同時提出 J 量表與 I 量表的構想：將  $m$  個刺激體與  $n$  個評估構面表達在同一條直線上即是 J 量表(Joint Scale)，而  $m$  個刺激體在各評估構面上的優劣排序即是 I 量表(Individual Scale)，一般決策者擁有 I 量表資料，透過展開的方法，將 I 量表的資訊展開到 J 量表上（圖 3-9）。Comobs 整合上述的觀念，提出單向度展開法(Unidimensional Unfolding)。

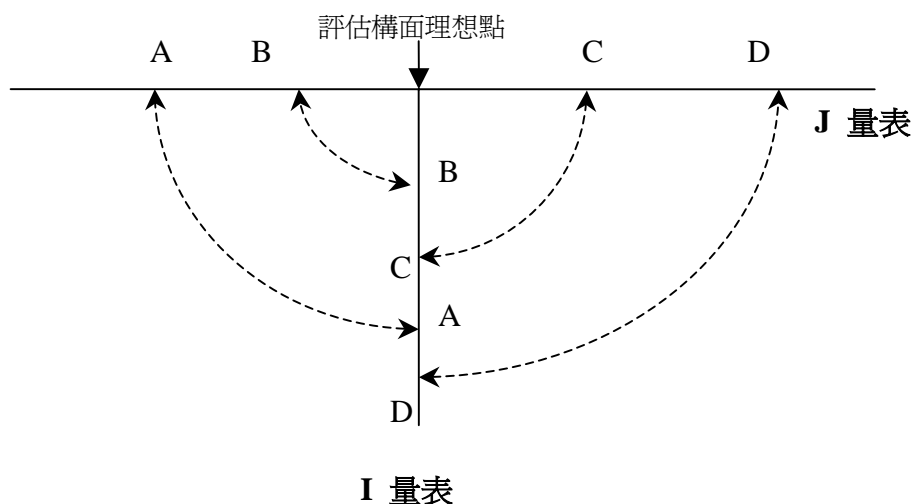


圖 3-8 I 量表與 J 量表示意圖

資料來源：Comms(1964)[63], Rian(1990)[92]

Comms 的想法接著由 Bennett 及 Hays(1960)[55]繼續發展，一旦當評估構面數量過多時，可能沒辦法確保 J 量表被完全正確展開，因此 Bennett 及 Hays 將 J 量表延伸到多向度空間，推導出多向度展開法(Multidimensional Unfolding)，即被還原的 J 量表並非僅是一維度的直線，可以是二維度平面或是三維度空間。而多向度展開法與多元尺度法一樣，均可以處理計量型與非計量型資料，Bennett 及 Hays 於 1960 年所發展的是非計量型的多向度展開法，計量型多向度展開法則由 Schonemann(1970)[88]發展出，以外亦更發展出相關的機率型多向度展開法(Probabilistic Multidimensional Unfolding)[108]及隨機型多向度展開法(Stochastic Multidimensional Unfolding)[66]。

多向度展開法(Multidimensional Unfolding; MDU)，主要適用來處理偏好性資料或是優勢關係的資料，此類型的資料型態為矩型(包含正方形)，且不對稱。多向度展開法的目的主要是要在歐基里德空間中，表達刺激體(Stimulus)在不同的評估構面上的程度排序，這個排序的依據即是原始主觀或客觀的對於刺激體的偏好性程度[41,97]。

古典多向度展開法(Classical Multidimensional Unfolding; CMDU)可以用來分析偏好性資料，亦是 MDU 當中最常見的一種演算型態，不同於一般的多向度尺度法，多向度尺度法運算的結果是「簡單空間」(Simple Space)，即是單一資料集合的空間；多向度展開法所要呈現的是「聯合空間」(Joint Space)，將來自不

同集合的行與列資料（評估準則\*刺激體），同時呈現在歐基里德空間中[97]。

多向度展開法的概念可表達如下：假設有  $p$  個評估構面  $S_1, \dots, S_p$ ， $q$  個刺激體  $P_1, \dots, P_q$ ，則有其座標資訊： $a_i (i=1, \dots, p)$ ， $b_j (j=1, \dots, q)$ 。並可以用距離關係  $d_{ij}$  代表  $j$  刺激體在  $i$  評估構面上的程度表現。而多向度展開法的主要目標就是在於找出一組  $m$  維度的結構圖形，讓  $d_{ij}$  能夠表達原始資料間的相異程度  $\delta_{ij}$ 。

Schonemann(1970)[88]提出以代數方法解決計量型多向度展開法：

$$\text{令 } X = [x_1, \dots, x_n]^T, Y = [y_1, \dots, y_m]^T$$

$$\text{則可以定一距離平方矩陣 } D(X, Y), [D(X, Y)]_{ri} = (x_r - y_i)^T (x_r - y_i) \quad (3-31)$$

$$\text{同時可以定一相異度平方矩陣 } D = [\delta_{ri}^2] \quad (3-32)$$

而多向度展開法的目的即找出一組  $(X, Y)$  使得  $D(X, Y) = D$

若將式(3-31)與(3-32)經過一 Doubly Centring 矩陣處理，即可得到：

$$C = HDH \quad (3-33)$$

$$C(X, Y) = HD(X, Y)H \quad (3-34)$$

其中， $H = I - n^{-1}11^T$  為一 Centring 矩陣，且  $1 = (1, 1, 1, \dots, 1)^T$ 。

則多向度展開法的問題可以以數學式表達如下：

$$C(X, Y) = C \quad (3-35)$$

$$D(X, Y)_r = D_r, (r = 1, \dots, n) \quad (3-36)$$

$$D(X, Y)_i = D_i, (i = 1, \dots, m) \quad (3-37)$$

Schonemann 於(1970)提出解決方法的方法：分為兩步，先找出  $(X, Y)$  滿足式(3-35)，第二步讓展開的結果滿足式(3-36)與(3-37)，詳細的推導過程與數學表達請見附錄二。

### 3.2.4 視覺化結果適合度評估標準

透過多向度尺度法與多向度展開法運算出來的結果，有一些標準可以評估，就適合度評估(Goodness of Fit Measurement)而言，適合度指標包含了下列二類：[41,43,81]

#### 1. 判定係數 (RSQ; $R^2$ )

直接解釋最佳尺度資料的變異中，由多向度尺度法求出的相對距離距離可解釋的部分，也就是解釋變異程度，RSQ 係數越高，代表模式的適合度越高。一般而言， $RSQ > 0.6$  即可接受[71]。

#### 2. 損耗函數(Loss Function)

資料透過轉換後，與多向度展開法運算結果所得的距離之間違背單調性的程度，有時候稱為「壓力係數」。該值越小越好。常見的損耗函數包括下列兩種：

(1) 壓力係數(Stress)，由 Kruskal(1964)提出：

$$\text{Stress} = \sqrt{\frac{\sum_{(i,j)} (d_{ij} - \hat{d}_{ij})^2}{\sum_{(i,j)} \hat{d}_{ij}^2}} \quad (3-38)$$

$d_{ij}$  代表 i 點與 j 點之間的歐基里德距離

$\hat{d}_{ij}$  是透過最小平方單調迴歸所求的最適化度量值，原始資料經過轉換後，在平方誤差下盡可能與多向度尺度法所估計出來的距離相符合的值，稱為 Disparities，滿足原始輸入相似性的次序關係。

$\sum_{(i,j)} (d_{ij} - \hat{d}_{ij})^2$  為原始壓力係數(Raw STRESS)，透過除以  $(\sum_{(i,j)} \hat{d}_{ij}^2)$ ，將原始壓力係數，作一正規化，將 STRESS 係數值的範圍介於 0~1，且具有「不變異」的特性(Invariant)。

之後Kruskal於 1968 年又將壓力係數加以修改，原始的壓力係數稱為 $S_1$ ，修正後的版本稱為 $S_2$ ，兩者的差距在於進行正規化的方式不同[86,93,81]：

$$S_2 = \sqrt{\frac{\sum_{(i,j)} (d_{ij} - \hat{d}_{ij})^2}{\sum_{(i,j)} (\hat{d}_{ij} - \hat{d}_{..})^2}} \quad (3-39)$$

$$\hat{d}_{..} = \frac{1}{IJ} \sum_{(i,j)} \hat{d}_{ij} \text{ , 為 } \hat{d}_{ij} \text{ 的算數平均數} \quad (3-40)$$

Kruskal 同時定義壓力係數的判讀方式，將壓力係數的大小區分為五級：

表 3-4 Kruskal 壓力係數解釋

壓力係數	0.000	0.025	0.050	0.100	0.200
適合度	Poor (不好)	Fair (還好)	Good (好)	Excellent (非常好)	Perfect (完全配合)

資料來源：Kruskal(1964)

(2) 平方壓力係數(SSStress)：

$$SS_1 = \sqrt{\frac{\sum_{(i,j)} (d_{ij}^2 - \hat{d}_{ij}^2)^2}{\sum_{(i,j)} (\hat{d}_{ij}^2)^2}} \quad (3-41)$$

$$SS_2 = \sqrt{\frac{\sum_{(i,j)} (d_{ij}^2 - \hat{d}_{ij}^2)^2}{\sum_{(i,j)} (\hat{d}_{ij}^2 - \hat{d}_{..}^2)^2}} \quad (3-42)$$

$$\hat{d}_{..} = \frac{1}{IJ} \sum_{(i,j)} \hat{d}_{ij} \text{ , 為 } \hat{d}_{ij} \text{ 的算數平均數} \quad (3-43)$$

平方壓力係數由 Young(1977)[96]提出，Young 認為在不同的維數下，所得到的 Stress 並非最小值，因此加以修正，以 SSTRESS 作為目標函數所估出來的構行才是較佳的結果。

此外尚其他的評估標準，例如透過「壓力係數-維數圖」(圖 3-9)進行維數的決定透過「散佈圖」(Scatter plot)(圖 3-10)來判斷多向度尺度法運算當中各種函數關係、透過「結構圖形」(Configuration)(圖 3-11)來判斷多向度尺度法的結果。但是由於這些方法都是看觀察圖形來進行判斷，判斷法則眾多，不但會因人而異，更有可能因資料型態而異，因此本研究主要透過判定係數(RSQ)與與損耗函數(Loss Function) 兩類量化指標進行多向度尺度法的適合度評估。



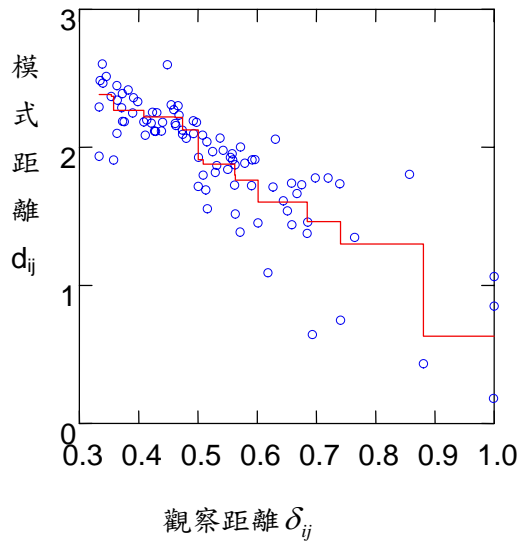


圖 3-9 散佈圖  
資料來源：本研究整理

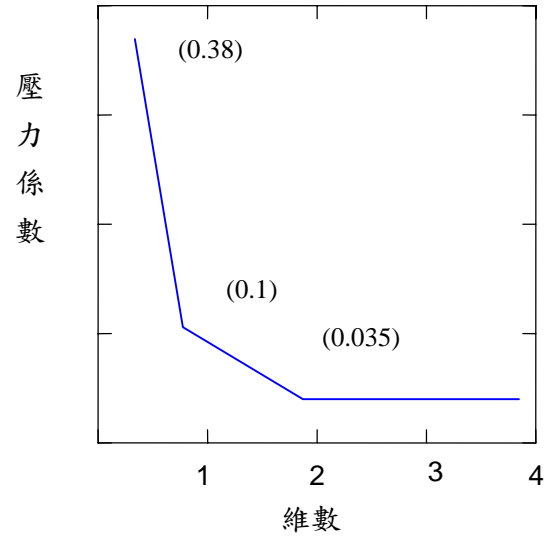


圖 3-10 壓力係數-維數圖  
資料來源：本研究整理

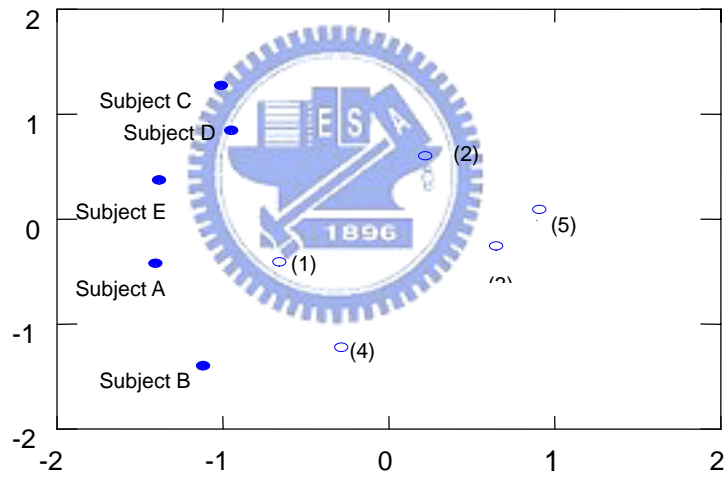


圖 3-11 結構圖形  
資料來源：本研究整理

## 第四章 研究架構

### 4.1 視覺化多準則決策評估模式

針對前述章節所描述灰關聯分析所衍生的問題，可採用兩種方法改良：

#### 1. 灰層級方法(Grey Hierarchy Method)

在進行灰關聯分析前，透過層級方法的概念，先將問題階層化。將影響整個問題的要素分解為數群，每群再區分為數個子群，如此持續逐級建構到最低階層為止。透過層級化的過程，可以很清楚地辨認出決策問題中「標的」(Goal)、「評估構面」(Dimension)、「評估準則」(Criteria)、「評估方式」(Measure)等關鍵元素。

#### 2. 多向度展開法(Multidimensional Unfolding)

透過上述方法所建構出來的決策層級架構模型，經過灰關聯分析計算，即可得到刺激體的優勢關係矩陣。矩陣的含意代表各刺激體在不同評估構面上的優勢能力表現，將該矩陣透過多向度展開法進行運算，即可得到其構型，決策者即可透過點與點之間的歐基里德距離關係，在同一個構型上，判讀每一個刺激體在不同評估構面上的優勢表現。

本研究整合上述數種方法，提出了一套「視覺化多準則決策評估模式」。(Visual Multiple Criteria Decision Evaluation Model)。首先透過「層級方法」將欲分析的問題進行階層化，建構一決策層級架構(Decision Hierarchical Structure)；並將決策層級架構當中的各個評估構面視為一個系統進行其灰關聯分析，分別計算出刺激體在各個不同的評估構面中的優勢能力表現程度，形成一優勢關係矩陣。利用灰關聯分析理論中參考數列的方法，延伸優勢關係矩陣的內容，將每個評估構面上的最佳值取出形成一新參考刺激體，整合成新的優勢關係矩陣。將新的優勢關係矩陣透過多向度展開法分析，將可以得到刺激體與評估構面的結構圖形，決策者即可透過構形上的各刺激體與評估構面之間的歐基里德距離判斷其優勢程度，並以刺激體與參考刺激體之間的歐基里德距離進行刺激體的能力總評。

「視覺化多準則決策評估模式」的模式流程可表達於圖 4-1，本研究將針對每個流程作介紹，並以台灣 IC 設計產業的財務基本面分析為實證，最後透過統計檢定，驗證模式的結果是否可以與原始灰關聯分析有相關。

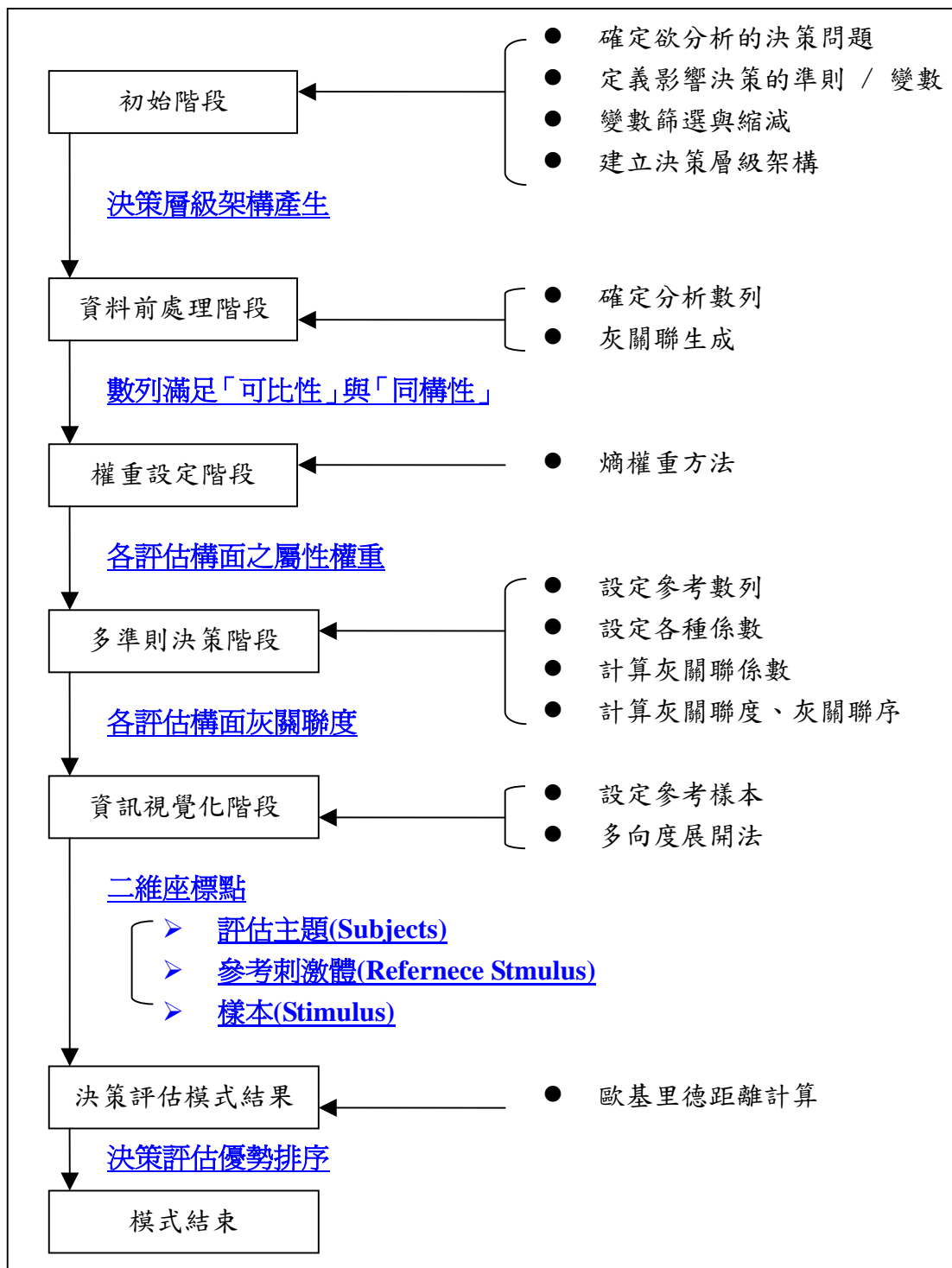


圖 4-1 視覺化多準則評估模式流程

資料來源：本研究整理

## 4.2 初始階段

「建立決策評估層級架構」為「視覺化多準則決策評估模式」中第一階段的產出目標。在本階段中，細部流程可歸納如下：

表 4-1 視覺化多準則決策評估模式中第一階段細部流程

細部流程	備註
1. 確定欲分析決策的問題 Problem Analysis	依據實際情況而定
2. 定義影響決策的準則、屬性、變數。 Definition of Criteria, Attributes, Variables	可透過以下方法： (1) 文獻收集歸納 (2) 專家經驗討論 (3) 公信力機構或刊物的公開說明
3. 變數篩選與縮減 Selecting & Reducing	可透過以下方法 (1) 文獻收集歸納 (2) 專家經驗討論 (3) 公信力機構或刊物的公開說明 (4) 統計方法(主成分分析，因素分析等)
4. 建立決策評估層級架構 Decision Hierarchy Structure	將影響整個問題的要素分解為數群，每群再區分為數個子群，如此持續逐級建構到最低階層為止。透過層級分析法的概念，將複雜的問題簡化，並可以很清楚地辨認出決策問題中「標的」(Goal)、「評估構面」(Dimension)、「評估屬性」(Attributes)、「評估方式」(Measure)等各關鍵元素，如圖 4-2。

資料來源：本研究整理

不同於第 3.1.4 小節所提及的灰層級方法中的層級架構決策評估模式，為避免名詞上的混淆，本模式修正部分專用術語見表 4-2，讓本階段所產出的架構更清楚，見圖 4-2。

表 4-2 傳統層級架構模式與視覺化多準則決策模式術語比較

傳統層級架構模式	「視覺化多準則決策模式」初始階段
標的 (Goal)	標的 (Goal)
評估構面 (Dimensions)	評估主題 (Subject) *
評估準則 (Criteria)	評估屬性 (Attributes) *
評估方法 (Measure)	評估方法 (Measure)
評估方案 (Solution)，個體(Objects)，研究樣本(Sample)	刺激體 (Stimulus) *

資料來源：本研究整理

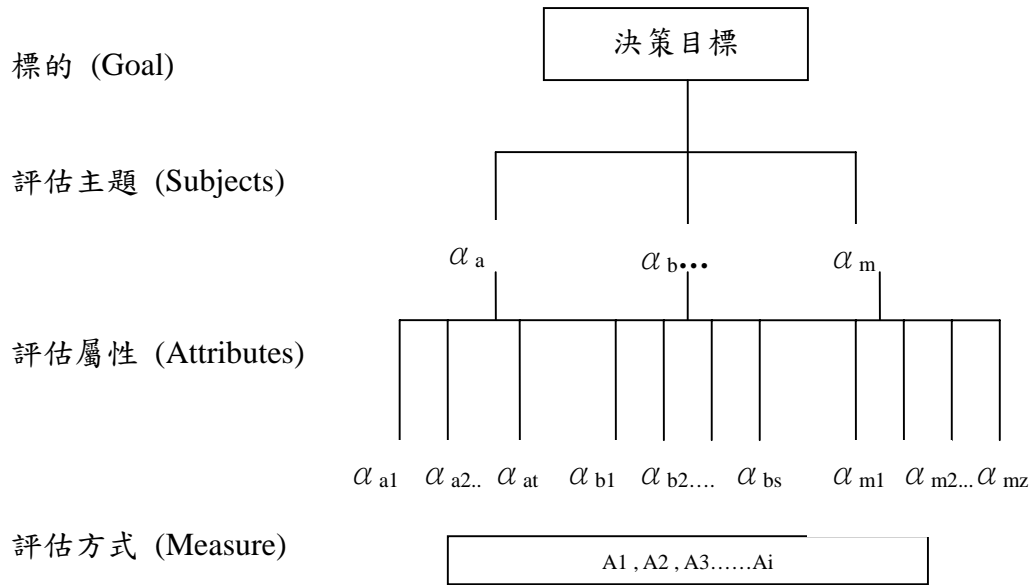


圖 4-2 決策評估層級架構

資料來源：本研究整理

透過此一階段的處理，可將  $m$  個評估主題下各刺激體的量測值，表達成  $m$  個矩陣，可表達如下：

共有  $m$  個評估主題(Subjects)， $n$  個刺激體(Stimulus)

$\alpha_{a1}, \alpha_{a2}, \alpha_{a3}, \dots, \alpha_{at}$  為  $a$  評估主題下  $t$  個評估屬性

$\alpha_{b1}, \alpha_{b2}, \alpha_{b3}, \dots, \alpha_{bs}$  為  $b$  評估主題下  $s$  個評估屬性

$$\begin{array}{l}
 \text{a 評估主題：} \\
 \left[ \begin{array}{cccccc}
 X_1(\alpha_{a1}) & X_1(\alpha_{a2}) & X_1(\alpha_{a3}) & \dots & X_1(\alpha_{at}) \\
 X_2(\alpha_{a1}) & X_2(\alpha_{a2}) & X_2(\alpha_{a3}) & \dots & X_2(\alpha_{at}) \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 X_n(\alpha_{a1}) & X_n(\alpha_{a2}) & X_n(\alpha_{a3}) & \dots & X_n(\alpha_{at})
 \end{array} \right]
 \end{array} \quad (4-1)$$

$$\begin{array}{l}
 \text{b 評估主題：} \\
 \left[ \begin{array}{cccc}
 X_1(\alpha_{b1}) & X_1(\alpha_{b2}) & \dots & X_1(\alpha_{bs}) \\
 X_2(\alpha_{b1}) & X_2(\alpha_{b2}) & \dots & X_2(\alpha_{bs}) \\
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 X_n(\alpha_{b1}) & X_n(\alpha_{b2}) & \dots & X_n(\alpha_{bs})
 \end{array} \right]
 \end{array} \quad (4-2)$$



### 4.3 資料前處理階段

資料前處理的首要目標為符合「可比性」與「同構性」，因此選用改良型的灰關聯生成。分析三種改良型灰關聯生成，望大效果的功能可分為兩大類：

$$1. \quad x_i^*(k) = \frac{x_i(k) - \min x_i(k)}{\max x_i(k) - \min x_i(k)}, \quad \text{夏郭賢(1998), 溫坤禮(1999)} \quad (4-3)$$

$$2. \quad x_i^*(k) = \frac{x_i(k)}{\max[x_i(k)]}, \quad \text{張偉哲(2000)} \quad (4-4)$$

兩種望大效果處理方法在評估屬性呈正向相關的時候，均能滿足可比性(Comparison)與同構性(Isomorphism)；但當評估屬性同時存在正向相關與負向相關時，透過張偉哲(2000)[22]所提出的望大效果公式，前處理過後的資料依舊保持負值，資料序列中原始的間距(Scale)雖然繼續保持，但是可能不利於後續的研究，包括透過熵方法求取權重。因此本模式在進行望大效果的前處理時，採用夏郭賢(1998)[13]與溫坤禮(1999)[39,78]的望大效果公式。本模式在進行資料前處理的過程，可用下流程圖表示：

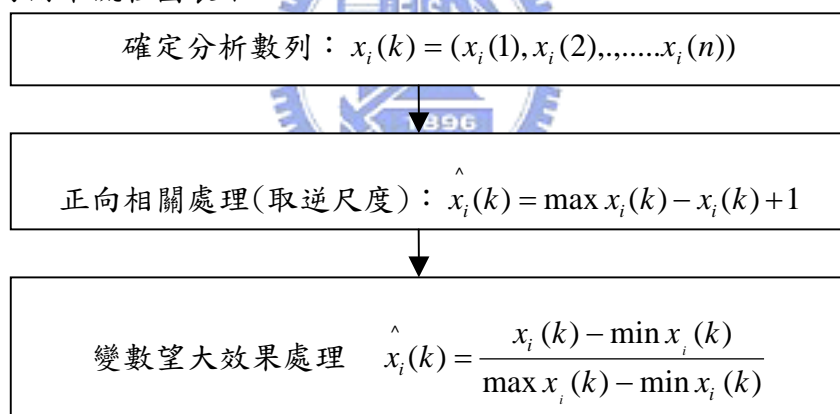


圖 4-3 本模式資料前處理流程圖

資料來源：本研究整理

透過此一階段的處理，可將上節所導出的  $m$  個評估主題下各刺激體的量測值所形成的成  $m$  個矩陣，以  $a$  評估主題為例，前處理的結果如下：

$$a \text{ 評估主題 (含 } t \text{ 個評估屬性): } \begin{bmatrix} \hat{X}_1(\alpha_{a1}) & \hat{X}_1(\alpha_{a2}) & \dots & \dots & \hat{X}_1(\alpha_{at}) \\ \hat{X}_2(\alpha_{a1}) & \hat{X}_2(\alpha_{a2}) & \dots & \dots & \hat{X}_2(\alpha_{at}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \hat{X}_n(\alpha_{a1}) & \hat{X}_n(\alpha_{a2}) & \dots & \dots & \hat{X}_n(\alpha_{at}) \end{bmatrix} \quad (4-5)$$

#### 4.4 權重設定階段：熵權重方法

一般而言，權重的設定可分為主觀權重法與客觀權重法[30,72]。就客觀權重法而言，熵值權重法(Entropy Weighted Method)是近年來被廣泛使用的一種[19,34,60,95,105,106]。此法是直接利用評估矩陣的量測值，來計算特定屬性所能傳遞決策資訊的能力，進而求算出屬性間的相對權重(見附錄三)。利用熵值的物理概念，「熵值越大，表示數據的隨機亂度越大」，將此概念映設到屬性權重衡量上，則是「某屬性的量測值差距越大，表示該屬性越具有參考值，此屬性的權重就越大」(Zeleny,1982)[84]。

Zeleny(1982)所提出的熵值權重法運算程序如下：

1. 求出數列中各屬性的因子總和：
$$D_k = \sum_{i=1}^m x_k(i) \quad (4-6)$$

2. 求出正規化係數：
$$K = \frac{1}{0.6487m} \quad (4-7)$$

3. 求出該因子的熵值：
$$e_k = \frac{1}{0.6487m} \sum_{i=1}^m W_e \left( \frac{X_i(K)}{D_k} \right) \quad (4-8)$$

4. 求出熵總值：
$$E = \sum_{k=1}^n e_k \quad (4-9)$$

5. 求相對權重：
$$\lambda_k = \frac{1}{m-E} [1-e_k] \quad (4-10)$$

6. 求出各個屬性權重：
$$\beta_k = \frac{\lambda_k}{\sum_{i=1}^m \lambda_k} \text{，則 } \beta_k \text{ 即為各屬性的權重。} \quad (4-11)$$

透過此一階段的處理，可以計算出每一個評估屬性在各評估主題中的權重：

- a 評估主題 (含 t 個評估屬性)：
$$[\beta_{a1} \quad \beta_{a2} \quad \dots \quad \beta_{at}] \quad (4-12)$$

- b 評估主題 (含 s 個評估屬性)：
$$[\beta_{b1} \quad \beta_{b2} \quad \dots \quad \beta_{bs}] \quad (4-13)$$

#### 4.5 多準則決策分析階段：灰關聯分析

本階段進行多準則決策分析。將經過前處理過後的資料，採用灰關聯分析方法，計算刺激體於每一個評估主題的灰關聯度。

Deng(1989)[65]所提出的灰關聯分析方法運算流程如下：

1. 設定  $x_0$  為參考數列。

$$2. \text{ 計算 } \Delta_{oi}(k) = \|x_0(k) - x_i(k)\| \quad (4-14)$$

$$3. \text{ 計算 } \Delta_{\min} = \min_{\forall j \in} \min_{\forall k} \|x_0(k) - x_i(k)\| \quad (4-15)$$

$$4. \text{ 計算 } \Delta_{\max} = \max_{\forall j \in} \max_{\forall k} \|x_0(k) - x_i(k)\| \quad (4-16)$$

5.  $\xi$  為辨識係數(Distinguishing Coefficient)，取 0.5。

6. 計算灰關聯係數(Grey Relation Coefficient)：

$$\gamma(x_i(k), x_j(k)) = \frac{\Delta_{\min} + \xi \Delta_{\max}}{\Delta_{oi}(k) + \xi \Delta_{\max}} \quad (4-17)$$

7. 計算灰關聯度(Grey Relation Grade)：

$$\gamma(x_i, x_j) = \sum_{k=1}^n \beta_k \gamma(x_i(k), x_j(k)) \quad (4-18)$$

$$\sum_{k=1}^n \beta_k = 1, \beta_k \text{ 為第 4.4 小節熵權重方法推導} \quad (4-19)$$

透過此一階段的處理，可將求出刺激體在每個評估主題的灰關聯度，並反應出刺激體在每個評估主題的優勢程度，可以將欲評估  $m$  個評估主題合併，形成一個「優勢關係矩陣」(Dominance Relation Matrix)。其測量值越高，代表該刺激體在某個評估主題上的能力越佳。優勢關係矩陣可以表達如下： $(m$  個評估主題， $n$  個刺激體)

$$\text{優勢關係矩陣 A : } \begin{bmatrix} X_1(\alpha_a) & X_1(\alpha_b) & \dots & \dots & X_1(\alpha_m) \\ X_2(\alpha_a) & X_2(\alpha_b) & \dots & \dots & X_2(\alpha_m) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_n(\alpha_a) & X_n(\alpha_b) & \dots & \dots & X_n(\alpha_m) \end{bmatrix} \quad (4-20)$$

## 4.6 資訊視覺化階段

由於多向度展開法能同時在空間中估算出「評估主題」(Subjects)的理想座標點與「刺激體」(Stimulus)的座標點，並透過點與點之間的距離關係表達出優勢程度。但是在同一空間中同時表達所有刺激體在所有評估主題的優勢能力，決策者尚無法直接達成多準則決策方法的目的：得到刺激體之間的優劣程度順序。

本模式在進行資訊視覺化過程之前，先將第 4.5 節所得到的「優勢關係矩陣」作一處理，應用灰關聯分析理論中「參考數列觀念」用來處理優勢關係矩陣，將矩陣中每個評估主題中的灰關聯度最大值取出，產生一組「參考刺激體」數列(Reference Stimulus)： $X_{n+1}(\alpha)$ 。將參考刺激體數列  $X_{n+1}(\alpha)$  加入優勢關係矩陣  $A$  中，可以得到新的優勢關係矩陣  $\bar{A}$ ，共有  $(n+1)$  個刺激體：

$$\text{優勢關係矩陣 } \bar{A} : \begin{bmatrix} X_1(\alpha_a) & X_1(\alpha_b) & \dots & \dots & X_1(\alpha_m) \\ X_2(\alpha_a) & X_2(\alpha_b) & \dots & \dots & X_2(\alpha_m) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_n(\alpha_a) & X_n(\alpha_b) & \dots & \dots & X_n(\alpha_m) \\ X_{n+1}(\alpha_a) & X_{n+1}(\alpha_b) & \dots & \dots & X_{n+1}(\alpha_m) \end{bmatrix} \quad (4-21)$$

$$\text{其中 } X_{n+1}(\alpha_a) = \max[X_1(\alpha_a), X_2(\alpha_a), \dots, X_n(\alpha_a)] \quad (4-22)$$

$$X_{n+1}(\alpha_b) = \max[X_1(\alpha_b), X_2(\alpha_b), \dots, X_n(\alpha_b)] \quad (4-23)$$

這組參考刺激體在所有的評估主題上的優勢能力表現均大於等於其他  $n$  個刺激體，其管理的意涵代表著是在該參考刺激體在總評能力上是最佳的。因此將優勢關係矩陣  $\bar{A}$  透過多向度展開法處理後可得到  $m$  個評估主題的座標點，也可以同時得到  $(n+1)$  個刺激體的座標點。

多向度展開法可以 SYSTAT 10.2 統計軟體進行運算，並設定以下參數：

1. 結構圖形維度(Dimension)：2
2. 疊代計算次數(Iteration)：50
3. 收斂值(Converge)：0.005
4. 損耗函數(Loss Function)：Kruskal 壓力係數，Young 平方壓力係數

視覺化階段的流程可以表達如下：

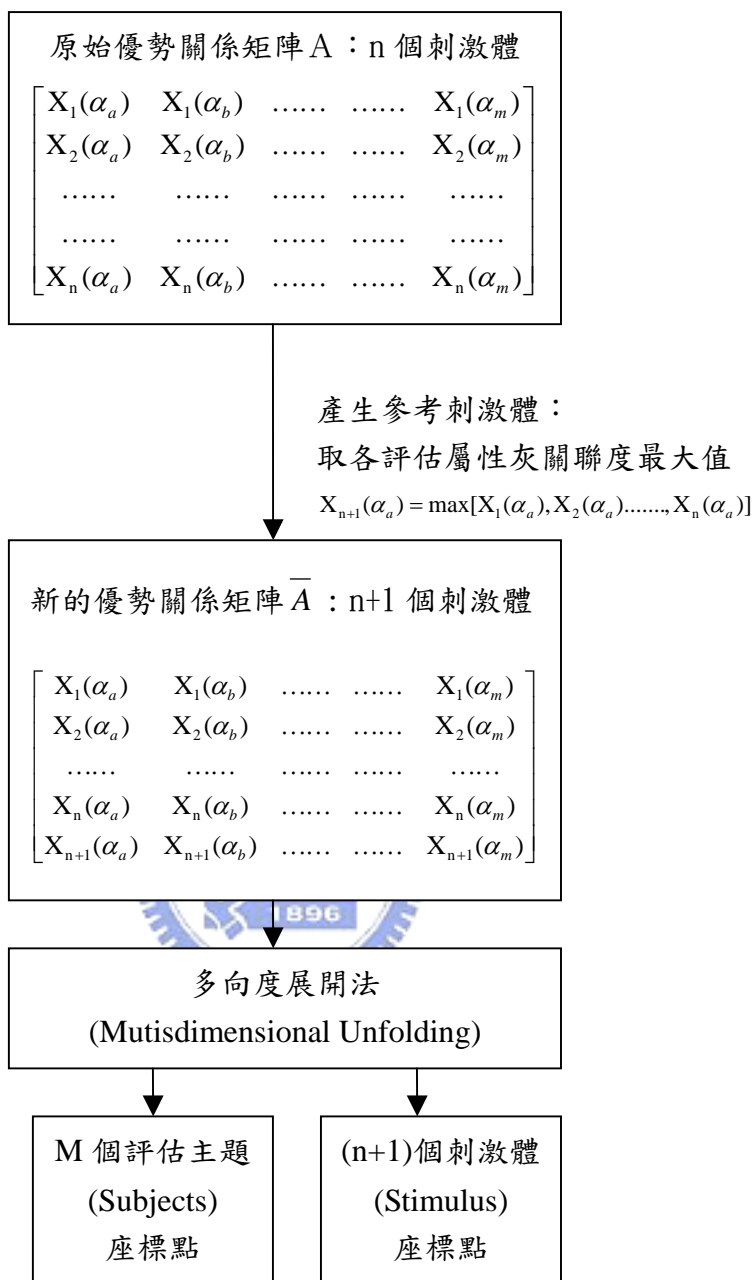


圖 4-4 資訊視覺化流程  
資料來源：本研究整理



## 4.7 視覺化多準則決策評估模式產出分析

經過第 4.6 節的資訊視覺化階段，可將優勢關係矩陣中的資料，利用多向度展開法轉換成二維平面上的點，評估主題(Subjects)、刺激體(Stimulus)與參考刺激體(Reference Stimulus)均具有二維座標的資訊如下：

1. 評估主題： $point(a,b,\dots,m) = (X_a, Y_a), (X_b, Y_b), \dots, (X_m, Y_m)$
2. 刺激體： $point(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n) = (X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_n, Y_n)$
3. 參考刺激體： $point(X_{n+1}) = (X_{n+1}, Y_{n+1})$

進而可以計算  $n$  個刺激體與參考刺激體之間的歐基里德距離：

$$d_{n+1,i} = \sqrt{(X_{n+1} - X_i)^2 + (Y_{n+1} - Y_i)^2} \quad (4-24)$$

由於參考刺激體為各評估主題上的最佳值集合，因此可視為是刺激體當中的理想點，當刺激體距離參考刺激體越近者，代表評估主題的總評能力越高。其數學模式可表達如下：

在參考刺激體  $x_{n+1}$  和比較刺激體  $x_i$  與  $x_j$ ，

如果  $d(x_{n+1}, x_i) \leq d(x_{n+1}, x_j)$ ，則  $x_i$  在評估主題的總評能力表現優於  $x_j$ 。

## 4.8 模式實證

本節將針對本章所提出的「視覺化多準則評估模式」作一實證分析，利用公開財務報表進行財務基本面能力的評估。透過本模式的產出結果，投資人將可以用以判斷企業的財務體質，並可以瞭解企業在不同財務主題上的優劣程度表現。

根據工研院經資中心所出版《2003 半導體工業年鑑》的廠商名錄，台灣的半導體產業共計有 349 間廠商，其中 IC 設計廠商有 225 家，為台灣地區半導體產業的主流，因此本研究的實證對象以 IC 設計產業為主。

### 4.8.1 產業定義與樣本篩選

台灣的 IC 設計產業統計到民國 92 年 6 月，共有 225 家，其中包含專業的 IC 設計公司、外商在台設計部門以及晶圓廠和系統公司的設計部門。由於只有上市上櫃公司，才會受證期會規範定時公布財務報表，因此本研究篩選樣本將設定為台灣上市櫃公司，並設定在民國 91 年 1 月 1 日前上市的公司，最後篩選出 9 間上市公司與 9 間上櫃公司，共計 18 間樣本(見表 4-3)。樣本篩選的流程如下：

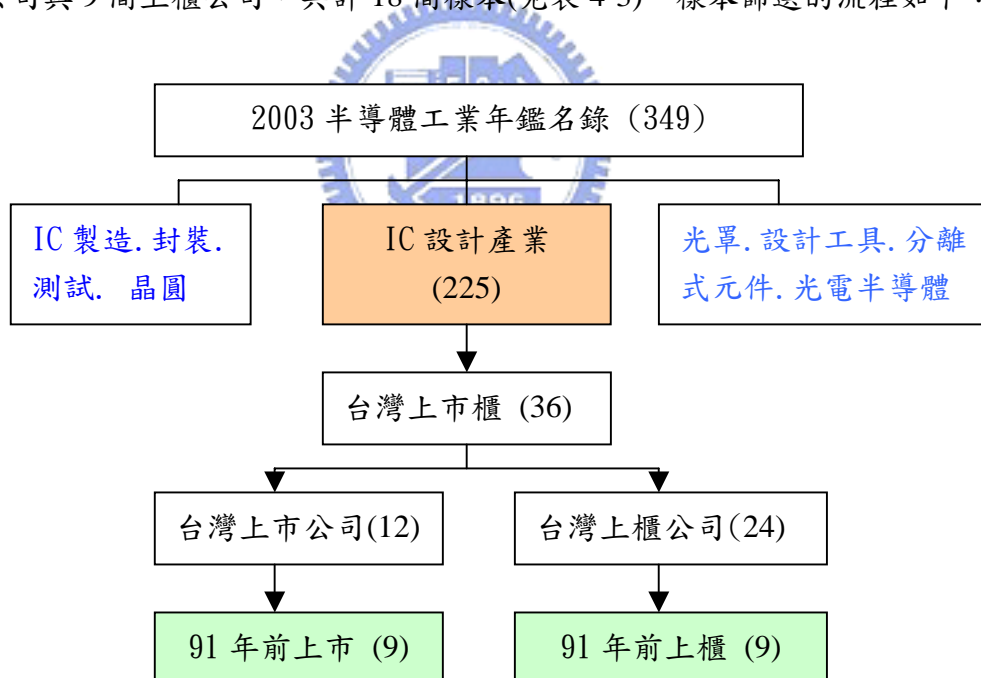


圖 4-5 模式實證樣本篩選流程

資料來源：本研究整理

表 4-3 模式實證樣本名錄

代號	公司名稱	上市時間	資本額	代號	公司名稱	上櫃時間	資本額
2379	瑞昱半導體	871026	52.78	5302	太欣半導體	800117	28.93
2388	威盛電子	880305	119.18	5314	世紀民生科技	850916	22.42
2401	凌陽科技	890127	69.49	5351	鈺創科技	870515	21.84
2436	偉詮電子	890911	21.63	5468	台晶科技	900117	12.28
2454	聯發科技	900723	46.04	5471	松翰科技	891127	9.48
2458	義龍電子	900917	32.92	5473	矽成積體電路	900116	22.54
3034	聯詠科技	900204	28.8	5487	通泰積體電路	900220	3.7
3035	智原科技	881027	17.09	6103	合邦科技	900507	4.5
3041	揚智科技	880913	14.15	6129	普誠科技	901225	9.08

資料來源：《2003 年半導體工業年鑑》

#### 4.8.2 變數選取

本研究首先考量研究標的的區域性(台灣半導體產業)，因此選用財政部政期會所規定的五個財務分析構面為基礎[9]，此套分析構面是證期會規定公開上市公司刊載在公開說明書上的財務比率之計算公式，法源依據來自於證券交易法第三十條第二項，具有公信力，見表 4-2。

表 4-4 財政部政期會所規定規定公開說明書財務分析構面

分析構面	財務比率	分析構面	財務比率
財務結構	股東權益占資產比率	獲利能力	資產報酬率
	負債佔資產比率		股東權益報酬率
	長期資金占固定資產比率		純益率
經營能力	應收帳款週轉率	現金流量	每股盈餘
	平均收現日數		現金流量比率
	存貨週轉率		現金流量允當比率
	平均售貨天數	現金再投資比率	
	固定資產報酬率	償債能力	流動比率
	速動比率		

資料來源：林財源(1994)[9]

但仔細分析財政部證期會所規定的財務構面的變數，可以發現到在「經營能力」這個構面中的「應收帳款週轉率」與「平均收現日數」兩變數互為倒數關係；「存貨週轉率」及「平均售貨天數」兩變數亦互為倒數關係；此外，「現金流量」構面中的「現金流量允當比率」與「現金流量允當比率」兩變數，從公式定義來看，需透過年報才能取得。由上述各理由，可以發現直接利用財政部政期會規定的公開說明書財務分析構面與變數來進行財務報表分析，並不是非常恰當。

孫嘉鴻(2000)整合七套財務比率(公開說明書、台灣地區主要財務比率、中華徵信所財務總分析、Bernstein、Foster、簡銘宏、邱玉玫)訂出一套初擬的財務比率架構，並選定台灣地區 12 位共同基金經理人，進行德爾菲法問卷研究會計資訊應用於共同基金經理人擇股決策，分析財務比率的屬性歸類與權重分配[15]。該結果將上述提及的缺失作一修正調整，因此本研究列為變數篩選參考。

此外，根據證券交易法第 36 條的規定，台灣地區的公開發行公司應向證期會公告並申報之財務報告包括：(1)每營業年度終了後 4 個月內，公告並申報會計師查核簽證、董事會通過及監察人承認之年度財務報告。(2)每半年營業年度終了後 2 個月內，公告並申報經會計師查核簽證、董事會通過及監察人承認之年度財務報告。(3)於每營業年度第 1 季及第 3 季終了後 1 個月內，公告並申報經會計師核閱之財務報告。從上述法規可以瞭解，公開發行公司一年內需要公告「第一季季報」、「半年報」、「第三季季報」及「年報」。由於其中半年報與年報的涵蓋範圍，因此並沒有「第二季季報」與「第四季季報」的存在，證券交易法中亦沒有強制公開發行公司需公告這兩次的季報告。由於半年報與年報的法定發佈時間均距離營業年度終了過長(2-4 個月)，因此本研究為考慮時效性，以季報的分析為主[45]。

本研究以財政部政期會所規定的公開說明書版本為基礎，並以孫嘉鴻(2000)整合 12 位基金經理人意見的版本為輔，並針對財務報表的週期特性作篩選。最後透過台灣經濟新報資料庫擷取資料。流程如圖 4-6，最後篩選出的財務比率其計算方式與管理意涵如表 4-5。



圖 4-6 本模式財務變數篩選過程

資料來源：本研究整理

表 4-5 本研究選用財務分析主題與變數

主題	代號	變數名稱	計算方式	說明
財務結構	101	長期資金占固定資產比率 Permanent Capital to Fixed Assets Ratio	$\frac{\text{股東權益} + \text{長期負債}}{\text{固定資產}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 反映企業資本結構與資產結構搭配的適當性。</li> <li>● 該比率越大越好。</li> <li>● 當本項比率大於 1 時，表示有部分長期資金移作短期使用。</li> <li>● 若本項比率小於 1 時，表示已移用部分短期資金用以購置固定資產，由於固定資產需透過營運緩慢回收，以之償付短期債務恐緩不濟急，容易引起財務危機。</li> </ul>
	102	負債佔資產比率 Debt to Total assets Ratio	$\frac{\text{負債總額}}{\text{資產總額}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 評估企業的舉債程度。</li> <li>● 以債權人角度而言，此比率越低越好，標準低於 50%。</li> <li>● 該比率越小，表示企業的資力越強，債權的保障也越高。</li> </ul>
償債能力	201	流動比率 Current Ratio	$\frac{\text{流動資產}}{\text{流動負債}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 評估企業短期償債能力的指標，可供評估安全邊際大小。</li> <li>● 可以提供每元流動負債有多少流動資產可共償付的資訊。</li> <li>● 可以測知企業營運資金是否充足。</li> <li>● 該比率越大越好，應大於 150%。</li> </ul>
	202	速動比率 Quick Ratio	$\frac{\text{速動資產}}{\text{流動負債}}$ *速動資產 = 流動資產 - 存貨 - 預付款項 - 其他流動資產	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 評估測試企業緊急清償短期負債的能力。</li> <li>● 考慮了企業風險應變的能力。</li> <li>● 該比率越大越好，應大於 70-100%</li> </ul>

表 4-5 本研究選用財務分析主題與變數(續)

主題	代號	變數名稱	計算方式	說明
經營能力	301	應收帳款週轉率 Accounts Receivable Turnover	$\frac{\text{賒銷淨額}}{\text{平均應收帳款淨額}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 測試企業資金周轉及收現的速率與效率，進而決定企業現有銷貨和信用政策是否有擴張的必要。</li> <li>● 該比率最好大於 3，越高代表企業的應收帳款品質越佳，流動性愈大，變現力愈好</li> </ul> <p>[附註] 應收帳款平均收現天數 = 365 / 應收帳款週轉率。</p>
	302	存貨周轉率 Inventory Turnover	$\frac{\text{營業成本}}{\text{平均存貨額}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 橫量企業存貨的周轉能力，藉以瞭解存貨的管理績效。</li> <li>● 瞭解企業的營銷能力</li> <li>● 該比率越高越好，最好大於 4</li> </ul> <p>[附註] 存貨平均周轉天數 = 365 / 存貨週轉率。</p>
	303	固定資產週轉率 Fixed Assets Turnover	$\frac{\text{營業收入淨額}}{\text{平均固定資產}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 測試企業固定資產運用效能及固定資產投資的適度性。</li> <li>● 該比率越高越好，最好大於 3</li> </ul>
	304	淨值周轉率 After-tax Assets Turnover	$\frac{\text{營業收入淨額}}{\text{平均淨值}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 測試企業自有資本運用效能及自有資本的適度性。</li> <li>● 該比率越高越好，最好大於 3</li> </ul>
	305	總資產周轉率 Total Asset Turnover	$\frac{\text{營業收入淨額}}{\text{平均資產總額}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 測試企業總資產運用效能及總資產投資的適度性。</li> <li>● 該比率越高越好，最好大於 1.5</li> </ul>



表 4-5 本研究選用財務分析主題與變數(續)

主題	代號	變數名稱	計算方式	說明
獲利能力	401	營業利益率 Operation Income Ratio	$\frac{\text{營業利益}}{\text{營業銷貨淨額}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 測試企業主要營業活動的效率及期獲利能力。</li> <li>● 該比率越高越好。</li> </ul>
	402	營業毛利率 Operation Gross Ratio	$\frac{\text{營業毛利}}{\text{營業銷貨淨額}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 測試企業產銷效能</li> <li>● 該比率越高越好。</li> </ul>
	403	每股盈餘 Earning Per Share	$\frac{\text{稅後純益}-\text{特別股股利}}{\text{普通股流通在外加權平均股數}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 衡量普通股每股在本年內獲得盈餘若干。</li> <li>● 表示企業之稅後純益可分配予股東的數額。</li> <li>● 該數據越高越好。</li> </ul>
	404	純益率 (稅後淨利率) Net Income to Sales	$\frac{\text{稅後淨利}}{\text{營業銷貨淨額}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 可看出企業在扣除稅額後的獲利狀況</li> <li>● 該比率越高越好。</li> </ul>
	405	稅後股東權益報酬率 (稅後淨值報酬率) After-tax Return on Equity	$\frac{\text{稅後純益}}{\text{平均股東權益}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 衡量股東權益在稅後經營報酬的大小。</li> <li>● 稅後純益才是真正屬於股東所享有</li> <li>● 該比率越高越好。</li> </ul>
	406	稅後資產報酬率 After-tax Return on Assets	$\frac{\text{稅後純益}+\text{利息費用}*(1-25\%)}{\text{平均資產總額}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 衡量企業總資產在稅後經營報酬的大小。</li> <li>● 該比率越高越好。</li> </ul>
現金流量	501	現金流量比率 Cash Flow Ratio	$\frac{\text{營業活動淨現金流量}}{\text{流動負債}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 衡量企業償還即將到期債務的動態指標。</li> <li>● 該比率越高越好。</li> </ul>

資料來源：本研究整理

### 4.8.3 財務基本面評估層級架構建立

根據第 4.8.2 節所篩選出的財務評估主題與財務評估屬性，可歸納出「財務基本面評估層級架構」如下圖：

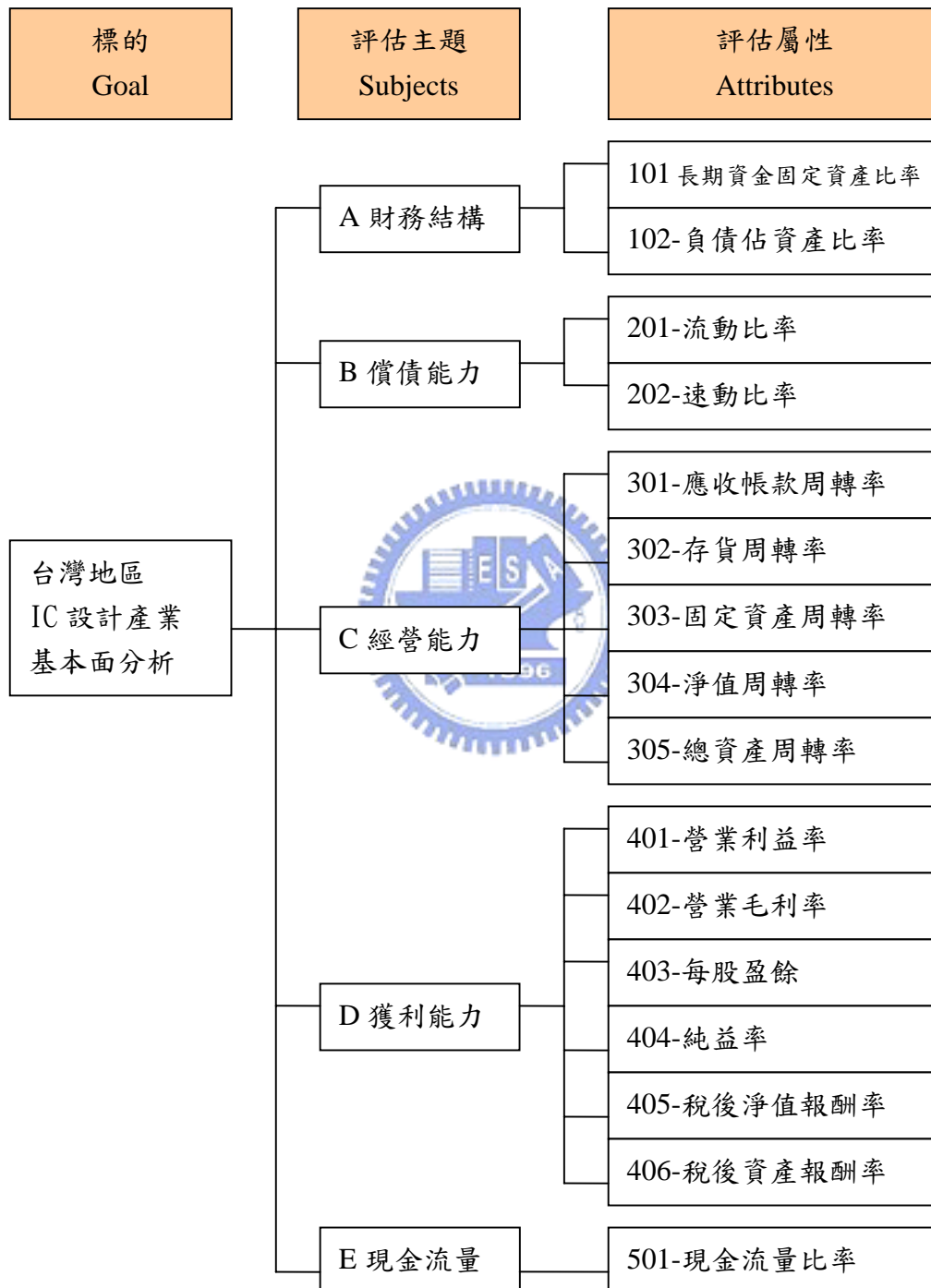


圖 4-7 台灣 IC 設計產業財務基本面分析層級架構

資料來源：本研究整理

#### 4.8.4 資料前處理

在本研究所篩選出來的 16 個財務比率，其中「負債比率」的管理意涵為該值越低越好，其餘均為值越高最好，因此透過取「逆尺度」處理，讓 16 個財務比率的評估標準，都是評估值越高越好。此時可利用「望大效果」的方法進行前處理，處理結果見附錄四。

#### 4.8.5 權重求取

本模式透過熵權方法，來進行權重設定。將每個評估主題均視為一個系統，求出財務比率在同一系統內的相對權重。四個不同研究時期的結果如下表：

表 4-6 本模式各研究期間的權重設定

評估主題	評估屬性	屬性權重			
		2002 Q1	2002Q3	2003Q1	2003Q3
財務結構	101- 長期資金占固定資產比率	0.5028	0.5029	0.5025	0.5035
	102- 負債占資產比率	0.4972	0.4971	0.4975	0.4965
償債能力	201- 流動比率	0.4993	0.4994	0.4995	0.4997
	202- 速動比率	0.5007	0.5006	0.5005	0.5003
經營能力	301- 應收帳款周轉率	0.1986	0.1985	0.2003	0.1999
	302- 存貨周轉率	0.2005	0.2008	0.1999	0.2005
	303- 固定資產周轉率	0.2025	0.2027	0.2017	0.2019
	304- 淨值周轉率	0.1993	0.1990	0.1991	0.1989
	305- 總資產周轉率	0.1991	0.1989	0.1990	0.1988
獲利能力	401- 營業利益率	0.1657	0.1653	0.1657	0.1658
	402- 營業毛利率	0.1657	0.1656	0.1657	0.1660
	403- 每股盈餘	0.1700	0.1688	0.1703	0.1692
	404- 純益率	0.1657	0.1653	0.1657	0.1658
	405- 稅後股東權益報酬率	0.1662	0.1664	0.1666	0.1666
	406- 稅後資產報酬率	0.1667	0.1686	0.1660	0.1666
現金流量	501- 現金流量比率	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

資料來源：本研究整理

#### 4.8.6 灰關聯分析

當資料經過前處理，也取得各屬性的權重設定，本模式下一步即針對五個財務評估主題，分別進行灰關聯分析計算，可以表現出 18 間公司(Stimulus)在不同的財務評估主題下的優勢順序程度，數據越高，代表該公司在某財務評估主題方面的能力越強。四個不同研究時期的結果如表 4-6-~表 4-9。

表 4-7 2002 年第一季各財務主題灰關聯度計算結果

代號	公司	財務結構	償債能力	經營能力	獲利能力	現金流量
2379	瑞昱	0.7406	0.6182	0.5004	0.6585	1.0000
2388	威盛	0.4679	0.3723	0.4626	0.5373	0.4403
2401	凌陽	0.6852	0.5711	0.4212	0.5577	0.6579
2436	偉詮	0.6511	0.5160	0.4111	0.5792	0.7393
2454	聯發科	0.7645	0.3895	0.8806	0.9988	0.6932
2458	義隆	0.5584	0.3728	0.5088	0.5133	0.8570
3034	聯詠	0.5426	0.4135	0.5549	0.5293	0.5960
3035	智原	0.4975	0.3913	0.4742	0.5717	0.4382
3041	揚智	0.3333	0.3385	0.5916	0.5318	0.4926
5302	太欣	0.6843	1.0000	0.4484	0.3985	0.3333
5314	世紀	0.3711	0.3346	0.4283	0.5151	0.4921
5351	鈺創	0.3536	0.3452	0.4307	0.4615	0.4547
5468	台晶	0.6307	0.3632	0.4232	0.4267	0.4738
5471	松翰	0.5619	0.5009	0.5624	0.5904	0.6752
5473	矽成	0.3638	0.3394	0.4592	0.3755	0.4663
5487	通泰	0.5630	0.6014	0.4086	0.5247	0.7197
6103	合邦	0.4802	0.3631	0.6671	0.6442	0.5503
6129	普誠	0.5078	0.3823	0.6982	0.6267	0.3576

資料來源：本研究整理

表 4-8 2002 年第三季各財務主題灰關聯度計算結果

代號	公司	財務結構	償債能力	經營能力	獲利能力	現金流量
2379	瑞昱	0.6915	1.0000	0.4299	0.6842	0.6674
2388	威盛	0.4663	0.3970	0.4263	0.5432	0.3333
2401	凌陽	0.6660	0.6641	0.4197	0.6015	0.5714
2436	偉詮	0.7429	0.8789	0.3974	0.6076	0.6405
2454	聯發科	0.6361	0.3912	0.6238	0.9105	0.6116
2458	義隆	0.5669	0.3641	0.5341	0.5805	0.7671
3034	聯詠	0.5551	0.4764	0.5210	0.5660	0.4524
3035	智原	0.5012	0.4132	0.4786	0.6311	0.5020
3041	揚智	0.3656	0.3333	0.6136	0.5837	0.4890
5302	太欣	0.6779	0.3520	0.3535	0.3622	0.3700
5314	世紀	0.3698	0.3679	0.4276	0.5131	0.4276
5351	鈺創	0.3428	0.3523	0.3902	0.4596	0.3980
5468	台晶	0.5359	0.3547	0.4464	0.4466	0.4169
5471	松翰	0.5686	0.5387	0.6396	0.6938	1.0000
5473	矽成	0.3428	0.3497	0.4489	0.4433	0.3864
5487	通泰	0.5669	0.5829	0.4047	0.5747	0.5742
6103	合邦	0.7814	0.3911	0.7737	0.7383	0.4054
6129	普誠	0.4036	0.4004	0.6327	0.6578	0.5535

資料來源：本研究整理

表 4-9 2003 年第一季各財務主題灰關聯度計算結果

代號	公司	財務結構	償債能力	經營能力	獲利能力	現金流量
2379	瑞昱	0.6703	1.0000	0.4301	0.6692	0.6655
2388	威盛	0.4789	0.3941	0.4542	0.4428	0.4248
2401	凌陽	0.6289	0.6769	0.4155	0.5241	0.4781
2436	偉詮	0.6783	0.8694	0.4018	0.5592	1.0000
2454	聯發科	0.8082	0.4307	0.8197	0.9438	0.8177
2458	義隆	0.4246	0.4498	0.5371	0.5762	0.6165
3034	聯詠	0.5109	0.4350	0.7325	0.6006	0.6276
3035	智原	0.4909	0.4031	0.4921	0.7064	0.7216
3041	揚智	0.3392	0.3333	0.5787	0.4741	0.4472
5302	太欣	0.6800	0.4624	0.3684	0.4048	0.3333
5314	世紀	0.3779	0.3851	0.4740	0.4922	0.5351
5351	鈺創	0.3439	0.3502	0.4098	0.5001	0.4463
5468	台晶	0.6469	0.3647	0.5285	0.4130	0.4432
5471	松翰	0.5844	0.7204	0.5363	0.6784	0.3473
5473	矽成	0.3401	0.3473	0.4789	0.4686	0.4312
5487	通泰	0.5393	0.6144	0.4235	0.6199	0.6846
6103	合邦	0.5228	0.4374	0.6414	0.6208	0.9658
6129	普誠	0.4237	0.4566	0.4786	0.5806	0.5440

資料來源：本研究整理

表 4-10 2003 年第三季各財務主題灰關聯度計算結果

代號	公司	財務結構	償債能力	經營能力	獲利能力	現金流量
2379	瑞昱	0.5883	0.8127	0.3975	0.6583	0.7167
2388	威盛	0.4563	0.3502	0.4040	0.4699	0.4677
2401	凌陽	0.5671	0.4555	0.4072	0.5586	0.4610
2436	偉詮	0.6836	1.0000	0.3824	0.5814	1.0000
2454	聯發科	0.6852	0.4171	0.6190	0.9217	0.7908
2458	義隆	0.4322	0.4395	0.4979	0.5977	0.6705
3034	聯詠	0.4949	0.4271	0.6604	0.6343	0.5649
3035	智原	0.5404	0.4639	0.4513	0.6776	0.8114
3041	揚智	0.3458	0.3333	0.6431	0.4999	0.4082
5302	太欣	0.6732	0.5203	0.3502	0.3835	0.3333
5314	世紀	0.3912	0.3558	0.4207	0.5003	0.4991
5351	鈺創	0.3447	0.3772	0.4035	0.5060	0.4380
5468	台晶	0.7802	0.3739	0.5701	0.4121	0.4870
5471	松翰	0.4913	0.4558	0.5707	0.7016	0.5449
5473	矽成	0.3411	0.3463	0.4963	0.4611	0.4493
5487	通泰	0.5607	0.8754	0.4023	0.6520	0.7004
6103	合邦	0.6802	0.4771	0.6815	0.7556	0.6858
6129	普誠	0.4213	0.4381	0.4828	0.6138	0.6277

資料來源：本研究整理

#### 4.8.7 多向度展開法分析

本模式延續第 4.8.6 小節各期間的灰關聯度結果，將每一個評估主題內的灰關聯度最大值取出，產生一個新參考刺激體(Reference Stimulus)，四組參考刺激體的數據資料如表 4-11。

表 4-11 參考刺激體數據

研究期間	財務結構	償債能力	經營能力	獲利能力	現金流量
2002 Q1	0.7645	1.0000	0.8806	0.9988	1.0000
2002 Q3	0.7814	1.0000	0.7737	0.9105	1.0000
2003 Q1	0.8082	1.0000	0.8197	0.9438	1.0000
2003 Q3	0.7802	1.0000	0.6815	0.9217	1.0000

資料來源：本研究整理

參考刺激體可視為一間虛擬企業，在所有財務評估主題方面都具有最佳值，相對於其他的 18 個刺激體而言，參考刺激體可以視為是第 19 個刺激體，亦可以視為是 18 個刺激體的標竿點。

將表 4-11 分別與表 4-7~表 4-10 加以合併，成為不同時期的財務能力優勢能力矩陣，並透過多向度展開法進行運算，利用兩種不同的損耗函數來估算各個刺激體的座標點，產生結構圖形。

首先我們可以透過表 4-12 來判讀二種不同損耗函數的適合度結果。Stress 為壓力係數，Kruskal 的壓力係數為 STRESS(見式 3-38)，Young 的壓力係數為 SSTRESS(見式 3-41)，RSQ 為判定係數。由於本模式僅將多向度尺度法的結果投射到二維度空間，因此 Stress 壓力係數可以代表各損耗函數的多向度展開法在二維空間中的適合度。

表 4-12 視覺化多準則決策評估模式適合度結果

研究期間	2002 年第一季		2002 年第三季	
	Stress 壓力係數	RSQ	Stress 壓力係數	RSQ
Kruskal	0.09100	0.84736	0.09298	0.87179
Young	0.16256	0.82052	0.14004	0.86994
研究期間	2003 年第一季		2003 年第三季	
	Stress 壓力係數	RSQ	Stress 壓力係數	RSQ
Kruskal	0.09022	0.84937	0.10051	0.85474
Young	0.13461	0.84775	0.14769	0.84743

資料來源：本研究整理



根據第 3.2.4 小節的壓力係數解釋。使用 Kruskal 損耗函數的多向度展開法的適合度屬於「好」等級(good)，使用 Young 損耗函數的多向度展開法的適合度屬於「好」等級(good)；以本模式的實證範圍而言，二種損耗函數在二維空間的適合度表現，Kruskal 損耗函數平均優於 Young 損耗函數。

除了根據 Stress 壓力係數了解各損耗函數在二維空間中的適合程度。本模式亦透過 RSQ 判定係數，來了解各損耗函數運算結果的解釋變異程度。二種損耗函數的多向度展開法的解釋變異程度大致都達 8 成以上。平均而言，是 Kruskal 損耗函數稍優於 Young 損耗函數。

一般而言，在相同的實驗次數中，Kruskal 損耗函數是速度最快的，但是若要收斂到最小值時，Young 損耗函數的表現會較佳。但各種適合度的數據判斷方法只有相對並無絕對，最主要還需要考慮到資料的特性與研究的標的，本研究不在此階段探討三種損耗的適用範圍，留待模式的最後一階段進行統計檢定時，再來探討。

本階段的運算結果如附錄五，分別是 IC 設計產業在 2002 年第一季、第三季，2003 年第一季、第三季四個研究時期的運算結果，其中包含 5 個評估主題(Subjects)與 18 個刺激體(Stimulus)在二維空間中的座標。而每一個評估主題與刺激體之間的歐基里德距離，正是反映表 4-6-表 4-9 的灰關聯分析結果，歐基里德距離越短，其灰關聯度越高。

以 2003 年第三季所公布的財務報表為例，透過視覺化多準則決策評估模式，可產生圖 4-8 的結構圖形。圖中的點「A~E」代表五個財務評估主題的理想點；點「1~18」代表 18 個刺激體；點「19」代表參考刺激體。以每一個財務評估主題為原點，所有刺激點與財務評估主題之間的距離，代表刺激體在該財務評估主題上的優勢程度，距離越短代表優勢程度越高；以點「19」參考刺激點為原點，所有刺激點與參考刺激體之間的距離，代表刺激體在該財務評估主題上的優勢程度，距離越短代表優勢程度越高。以償債能力為例，前五名的企業依序分別為：偉銓電子(2436)、通泰積體電路(5487)、瑞昱半導體(2379)、智原科技(3035)、太欣半導體(5302)；以經營能力為例，前五名的企業依序分別為：聯發科技(2454)、合邦科技(6103)、聯詠科技(3034)、松翰科技(5471)、揚智科技(3041)。

資訊視覺化的結果，除了透過距離瞭解各財務主題上的能力表現外，更可以判斷刺激體與刺激體之間的關係，達到分群的效果：以點「1,16」為例，分別是瑞昱半導體(2379)與通泰積體電路(5487)，兩者在圖上的距離十分接近，仔細判各財務主題上的優勢排名表現，財務結構主題為(2,3)、償債能力(3,2)、經營能力(15,16)、獲利能力(8,11)與現金流量(4,5)，五個財務評估主題上的表現都十分地接近；以點「5,17」為例，分別為聯發科技(2454)與合邦科技(6103)，在各財務主題上的優勢排名表現，財務結構主題為(4,5)、償債能力(6,8)、經營能力(1,2)、獲利能力(1,2)與現金流量(2,3)，五個財務評估主題上的表現亦十分地接近。

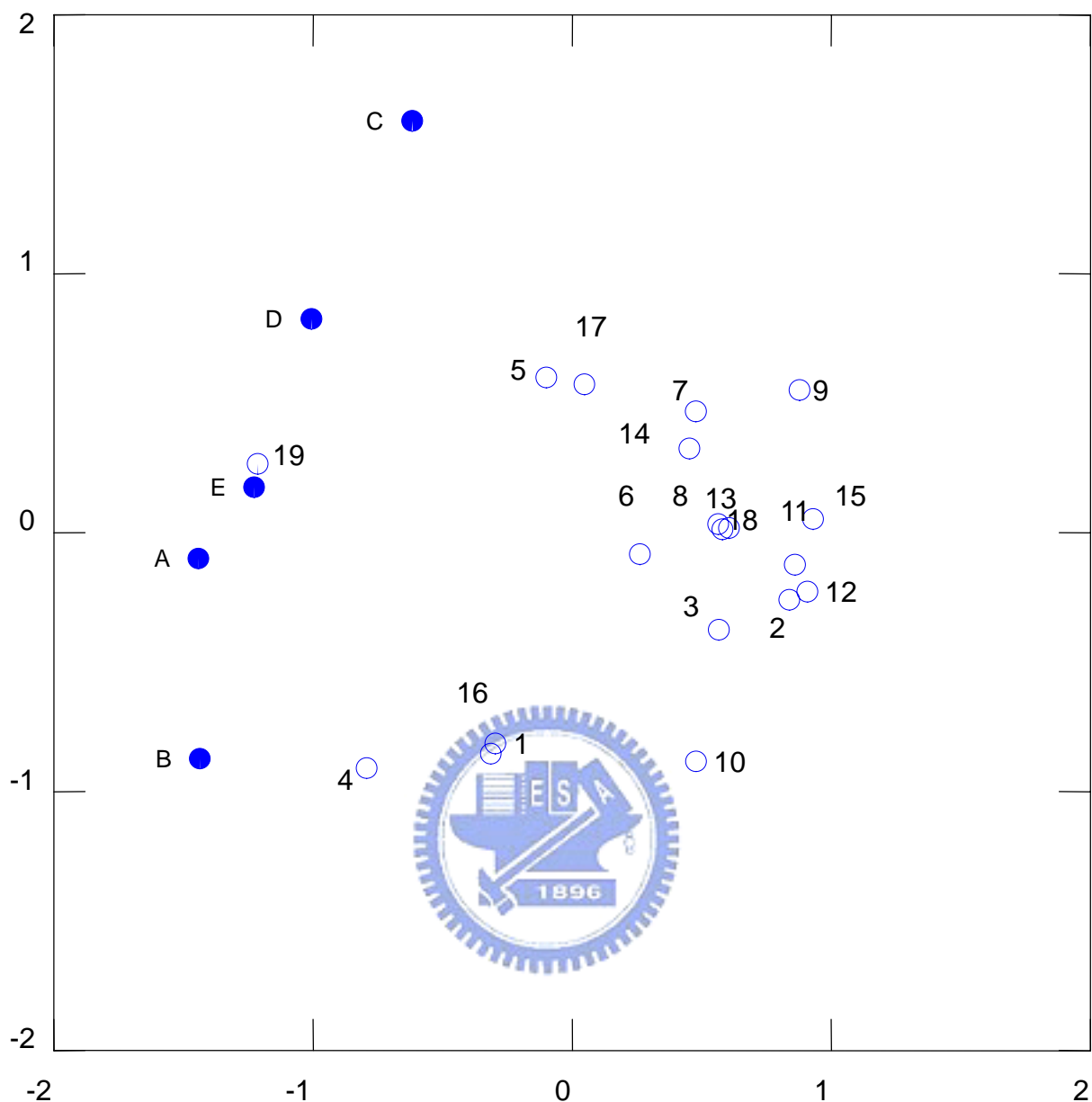


圖 4-8 台灣地區 IC 設計產業 2003 年第三季財務績效程度結構圖形  
資料來源：本研究整理

#### 4.8.8 模式結果分析

表 4-13 與表 4-14 則是刺激體與新的參考刺激體之間的歐基里德距離計算結果及排序，由於參考刺激體具有 5 個財務評估主題的最佳值，因此距離參考刺激體越近的刺激體，其公司財務體質與財務績效的總評能力，則為越佳。以第 4.8.7 節的例子，企業財務體質總評的前五名是：聯發科技(2454)、偉銓電子(2436)、合邦科技(6103)、瑞昱半導體(2379)與通泰積體電路(5487)。此外此，由結構圖形亦可看出分群的效果，如聯發科技(2454)與合邦科技(6103)可視為一群，瑞昱半

導體(2379)、通泰積體電路(5487)與偉銓電子(2436)可視為另外一群。



表 4-13 2002 年視覺化多準則決策模式實證結果

Function	2002 年第一季				2002 年第三季			
	Kruskal	排序	Young	排序	Kruskal	排序	Young	排序
2379	1.5754	2	1.3764	2	1.3121	2	1.2176	2
2388	2.4617	15	2.4307	15	2.1949	15	2.1208	15
2401	1.9812	4	1.9171	4	1.5933	5	1.5449	5
2436	1.9816	5	1.9418	5	1.4165	3	1.3427	3
2454	1.5342	1	1.2814	1	1.5179	4	1.5216	4
2458	2.0754	7	2.0809	8	1.6996	8	1.7340	8
3034	2.1892	10	2.1600	10	1.9070	10	1.9221	11
3035	2.3892	12	2.3701	13	1.9126	11	1.8938	10
3041	2.4052	14	2.3712	14	2.0330	12	2.0402	12
5302	2.0858	8	1.9885	7	2.1839	14	2.0947	14
5314	2.5029	16	2.4710	16	2.2182	16	2.1394	16
5351	2.5911	17	2.5603	18	2.3122	18	2.2345	18
5468	2.3918	13	2.3595	12	2.1672	13	2.0788	13
5471	1.9631	3	1.9059	3	1.1944	1	1.2104	1
5473	2.5998	18	2.5528	17	2.2979	17	2.2200	17
5487	2.0263	6	1.9447	6	1.6916	7	1.6505	6
6103	2.1208	9	2.0834	9	1.6445	6	1.6589	7
6129	2.2340	11	2.1932	11	1.8559	9	1.8489	9

資料來源：本研究整理

表 4-14 2003 年視覺化多準則決策模式實證結果

Function	2003 年第一季				2003 年第三季			
	Kruskal	排序	Young	排序	Kruskal	排序	Young	排序
2379	1.2360	3	1.2229	3	1.4123	4	1.3105	3
2388	1.8896	14	1.8333	14	2.1174	16	1.9991	14
2401	1.5720	7	1.5424	7	1.8950	12	1.8050	12
2436	1.1317	2	1.1459	2	1.2525	2	1.1005	1
2454	1.0922	1	1.1180	1	1.1580	1	1.2166	2
2458	1.7198	10	1.6789	10	1.7862	9	1.7728	9
3034	1.6001	8	1.5909	8	1.7018	8	1.7084	8
3035	1.6520	9	1.6348	9	1.5111	6	1.5388	6
3041	1.9752	16	1.9656	18	2.1087	15	2.1272	18
5302	1.7989	12	1.7538	12	2.0442	13	1.9028	13
5314	1.9194	15	1.8742	15	2.1064	14	2.0100	15
5351	1.9816	17	1.9144	16	2.1782	18	2.0733	17
5468	1.7990	13	1.7548	13	1.8371	11	1.7907	11
5471	1.5143	6	1.4909	6	1.6611	7	1.6808	7
5473	1.9882	18	1.9250	17	2.1513	17	2.0504	16
5487	1.4673	5	1.4588	4	1.4368	5	1.3265	5
6103	1.4580	4	1.4853	5	1.2952	3	1.3203	4
6129	1.7705	11	1.7129	11	1.8088	10	1.7734	10

資料來源：本研究整理

## 第五章 模式統計檢定

### 5.1 統計檢定流程

為了鑑定本模式的效果，本研究進行了以下的統計檢定，其流程為圖 5-1。

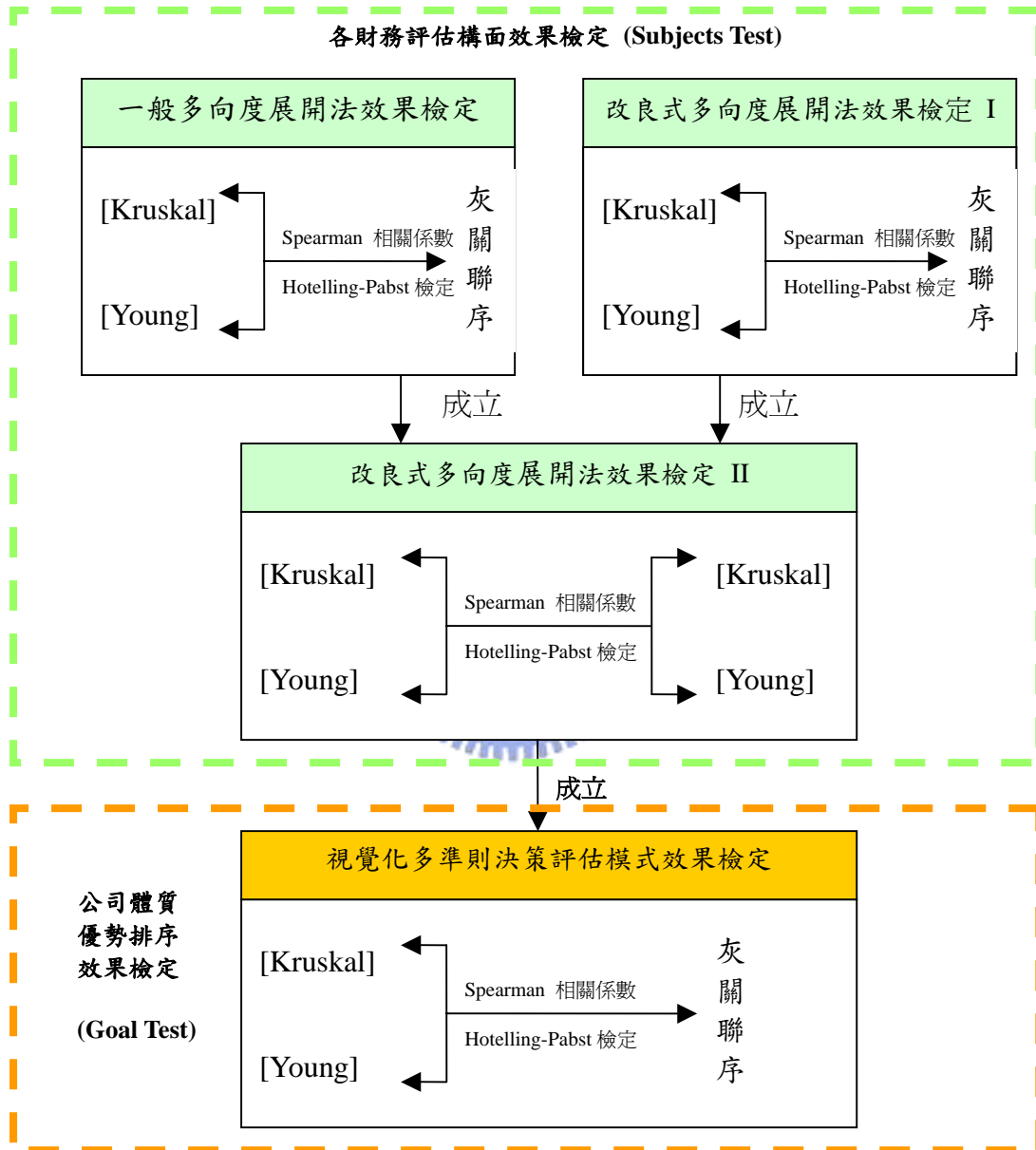


圖 5-1 本研究統計檢定流程

資料來源：本研究整理

本研究將整個統計檢定流程分為兩大部分，第一部份是針對五個財務評估主題的效果作一統計檢定，檢視在同一研究期間內，刺激體(Stimulus)與評估主題點(Subjects)之間的歐基里德距離排序等級，是否與原來透過灰關聯分析所產生的各評估主題灰關聯序有相關。



在第一部份中，可分成三個檢定子項目：

1. 首先檢定一般的多向度展開法的效果(n=18)。
2. 進一步檢定加入參考刺激體的改良式多向度展開法的效果(n=19)。
3. 確定兩種方法均能有效反映原始灰關聯序，再將兩方法進行互相的檢定，瞭解改良式的多向度展開法的結果與傳統的多向度展開法是否彼此有相關。

當上述三個項目的統計檢定都成立的情況下，即可以推論加入參考刺激體的改良式多向度展開法不但可以有效反映原始灰關聯序的結果，亦可以保持一般多向度展開法的資訊型態。

在第一部份三個項目的統計檢定均完成後，即可進入第二部分的統計檢定，針對整個視覺化多準則決策評估模式的產出結果作一統計檢定。將從最後所產生的二維結構圖形中，計算各刺激體(Stimulus)與參考刺激體(Reference Stimulus)之間的歐基里德距離，是否與透過灰關聯分析整合五個評估主題後，最後產生的總和評判灰關聯序有相關。

鑑於本模式的實證標的均為小樣本(IC 設計產業 18 間)，因此用來測試本模式效度的統計方法僅能透過無母數統計方法。此外，多元展開法模式最後的運算結果是透過歐基里德距離定義公式，以表達各研究刺激體(Stimulus)在每一個衡量主題(Subject)的能力程度；由於評估主題可能不只一個(以本研究而言，包含五個)，在必須讓研究標的(Stimulus)的座標點同時可以表達出數個評估主題的前提下，多向度展開法以達到反映出研究標的在每一個評估主題的能力優勢順序為目標，並以「等級」(Ranking)為衡量依據。因此本研究將挑選適合用於檢定兩母體等級相關的無母數方法 Spearman 等級相關係數與 Hotelling-Pabst 檢定。

## 5.2 統計檢定方法介紹

本節將介紹檢定的 Spearman 等級相關係數與 Hotelling-Pabst 檢定，並介紹用來檢定本模式的方法。

### 5.2.1 Spearman 等級相關係數與 Hotelling-Pabst 檢定

#### 1. Spearman 等級相關係數

Spearman 等級相關是最常用的等級相關。所謂等級相關，即只考慮變數 X 與變數 Y 觀察值大小之順序，而不考慮觀測值本身確切數值的大小，此用來測定 X、Y 觀測值等級  $X_r$ 、 $Y_r$  之間的相關者謂之[48]。

Spearman 等級相關係數  $r_s$  的計算公式為：

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}, \quad n \text{ 為 } X、Y \text{ 的對數} \quad (6-1)$$

$$\text{其中 } d = X_r - Y_r \quad (6-2)$$

當兩變數的等級順序完全一致時， $r_s = 1$ ；而當兩變數的等級順序完全相反

時， $r_s = -1$ ，故 Spearman 等級相關係數  $r_s$  的變化範圍為  $-1 \leq r_s \leq +1$ 。

如果觀測值中有相同者，對於堆論的結果影響不大；欲去除其影響，可將  $r_s$  的計算公式作一修正[48]：

$$r_s = \frac{\sum x^2 + \sum y^2 - \sum d^2}{2\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}} \quad (6-3)$$

其中

$$\sum x^2 = (n^3 - n)/12 - \sum T_x \quad (6-4)$$

$$\sum y^2 = (n^3 - n)/12 - \sum T_y \quad (6-5)$$

$$T_x = (t_x^3 - t_x)/12, \quad t_x \text{ 為 } X \text{ 變數中相同的個數} \quad (6-6)$$

$$T_y = (t_y^3 - t_y)/12, \quad t_y \text{ 為 } Y \text{ 變數中相同的個數} \quad (6-7)$$

## 2. Hotelling-Pabst 檢定法

由樣本的等級相關係數  $r_s$ ，進一步可採 Hotelling-Pabst 檢定法檢定母體是有有關。假設檢定的形式可建立為：

雙尾檢定：

$$\begin{cases} H_0: \rho = 0 \\ H_1: \rho \neq 0 \end{cases}$$

右尾檢定：

$$\begin{cases} H_0: \rho \leq 0 \\ H_1: \rho > 0 \end{cases}$$

左尾檢定：

$$\begin{cases} H_0: \rho \geq 0 \\ H_1: \rho < 0 \end{cases}$$

Hotelling-Pabst 檢定法的決策法則可列示如下：

- 當  $4 \leq n \leq 30$ ，查 Spearman 等級相關附表，如  $|r_s| > r_s^*$ ，則拒絕  $H_0: \rho = 0$

$$\text{在實用上，當 } n \geq 10, \text{ 檢定統計量可用：} t = \frac{r_s \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_s^2}} \quad (6-8)$$

自由度  $v = n - 2$ ，當  $t > t_{(1-\alpha/2, v)}$  或  $t < -t_{(1-\alpha/2, v)}$  時，拒絕  $H_0: \rho = 0$

當  $t > t_{(1-\alpha, v)}$  時，拒絕  $H_0: \rho \leq 0$

當  $t < -t_{(1-\alpha, v)}$  時，拒絕  $H_0: \rho \geq 0$

- 又當  $n > 30$ ， $r_s$  可轉換為標準常態隨機變數  $Z$  為： $Z = r_s \sqrt{n-1}$  (6-9)

當  $Z > Z_{(1-\alpha/2)}$  或  $Z < -Z_{(1-\alpha/2)}$  時，拒絕  $H_0: \rho = 0$

當  $Z > Z_{(1-\alpha)}$  時，拒絕  $H_0: \rho \leq 0$

當  $Z < -Z_{(1-\alpha)}$  時，拒絕  $H_0: \rho \geq 0$

## 5.2.2 本模式統計檢定方法

### 1. 雙尾檢定

$$\left[ \begin{array}{l} H_0: \rho = 0 \text{ (方法 A 與方法 B 的優勢等級排序結果無關)} \\ H_1: \rho \neq 0 \text{ (方法 A 與方法 B 的優勢等級排序結果有關)} \end{array} \right.$$

### 2. 檢定方法一

$$\text{檢定統計量 Spearman(A): } r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)} \quad (6-10)$$

$n=18$ ， $\alpha=0.05$ ，查 Spearman 檢定統計量附表得臨界值 0.4716，  
如果  $|r_s| > 0.4716$ ，則拒絕  $H_0$ ，顯示方法 A，B 的優勢排序結果有關。

### 3. 檢定方法二

$$\text{檢定統計量 Spearman(B): } t_s = \frac{r_s \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_s^2}} \quad (6-11)$$

$v=16$ ， $n=18$ ， $\alpha=0.05$ ，查 t 分配附表得臨界值  $t(0.975,16)=2.12$ ，  
如果  $|t_s| > 2.12$ ，則拒絕  $H_0$ ，顯示方法 A，B 的優勢排序結果有關。

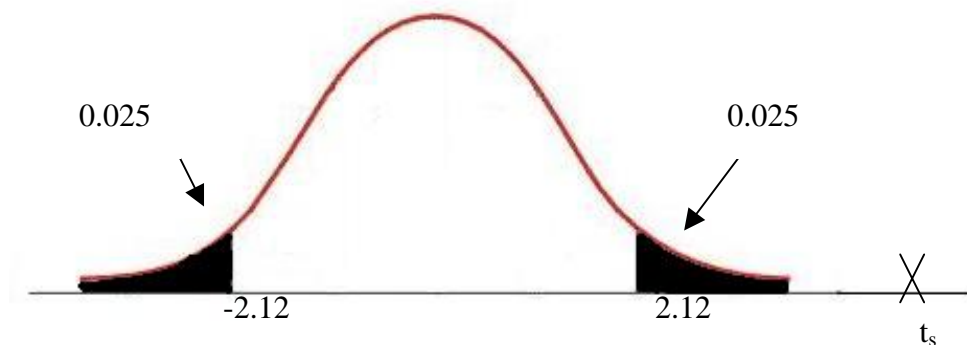


圖 5-2 t 分配圖示  
資料來源：顏月珠(1992)[48]

本模式將採用兩種 Spearman 等級相關係數予以檢定。

## 5.3 改良型多向度展開法模式結果驗證

本小節的目標主要是證明加入參考刺激體的改良式多向度展開法之效果，透過檢視在同一研究期間內，刺激體(Stimulus)與評估主題點(Subjects)之間的歐基里德距離排序等級，是否與原來透過灰關聯分析所產生的各評估主題灰關聯序有相關來進行判定。

在這一部份中，又分成三個檢定子項目：

第 5.3.1 小節首先檢定一般的多向度展開法的效果。

第 5.3.2 小節檢定加入參考刺激體的改良式多向度展開法的效果。

第 5.3.3 小節確定兩種方法均能有效反應原始灰關聯序之後，再將兩方法進行互相檢定，以瞭解加入參考刺激體的改良式多向度展開法的結果與一般的多向度展開法是否有相關。

透過上述三個的統計檢定程序，以直接與間接的方法，證明加入參考刺激體的改良式多向度展開法結果與灰關聯序結果相關，並能保持一般多向度展開法的結果型態。

### 5.3.1 一般多向度展開法模式效果檢定

本小節首先檢定一般的多向度展開法的效果，檢定一般型多向度展開法（未加入參考刺激體）在五個財務評估主題上的結果是否與傳統灰關聯分析有相關。檢定過程如下：

#### 1. 驗證資料來源

##### (1) 一般多向度展開法運算結果

分別計算五個財務評估主題(Subjects)與 18 個刺激體(Stimulus)之間的歐基里德距離，距離越近者，代表樣本在該財務評估主題上有較佳的表現；並將結果加以排序，距離越短者，排序等級越前面(詳見附錄六、附錄七)。

##### (2) 灰關聯序結果

分別計算每個刺激體(Stimulus)在五個財務評估主題上的灰關聯度(見表 4-6~4-9)，並透過第 3.5.2 小節所介紹的灰關聯序進行排序，灰關聯度越高者，排序等級越前面(詳見附錄七)。

#### 2. 統計檢定假設

雙尾檢定

$$\left[ \begin{array}{l} H_0: \rho = 0 \text{ (一般 MDU 與灰關聯序在評估主題優勢排序結果無關)} \\ H_1: \rho \neq 0 \text{ (一般 MDU 與灰關聯序在評估主題優勢排序結果有關)} \end{array} \right.$$

#### 3. 檢定結果分析

檢定結果見表 5-1。透過第 5.2.2 小節所計算出的統計檢定量臨界值，並分別

利用兩種 Spearman 係數進行 Hotelling-Pabst 檢定。在 2002 年第一季、2002 年第三季與 2003 年第三季，透過二種損耗函數的計算出來的多向度展開法排序結果，均拒絕了  $H_0$ ，顯示一般型多向度展開法與灰關聯序的結果有相關。

其中在 2003 年第一季的運算結果中，尚有部分的結果不能拒絕  $H_0$ ：在「經營能力」這個財務評估主題上，兩種損耗函數方法的 Spearman 係數，均沒有超過臨界值 0.4716 與 2.12；但是其他在四個財務評估主題上的表現，均能夠有效拒絕  $H_0$ ，且透過 Spearman(A) 係數數據顯示，均為高度相關。

總評而言，在四個研究期間、二種損耗函數多向度展開法、五個財務評估主題共 40 組測試中，多向度展開法反應傳統灰關聯模式的機率達 95%。而進一步計算，在五個評估主題中，Kruskal 函數與傳統灰關聯序的相關聯的程度平均為 77.79%，Young 函數為 77.79%。因此，透過兩種損耗函數所估算出來的座標並經過歐基里德距離計算各評估主題上的優勢能力，基本上無顯著差異。

表 5-1 一般多向度展開法模式與傳統灰關聯模式統計檢定量表

2002Q1	統計檢定量	財務結構	償債能力	經營能力	獲利能力	現金流量
Kruskal	Spearman (A)	0.9360	0.8266	0.5273	0.8349	0.6780
	Spearman (B)	10.6379	5.8756	2.4827	6.0671	3.6897
Young	Spearman (A)	0.9443	0.8617	0.5067	0.8039	0.7461
	Spearman (B)	11.4748	6.7932	2.3510	5.4069	4.4826
2002Q3	統計檢定量	財務結構	償債能力	經營能力	獲利能力	現金流量
Kruskal	Spearman (A)	0.8349	0.6367	0.7709	0.9174	0.8225
	Spearman (B)	6.0671	3.3031	4.8411	9.2235	5.7844
Young	Spearman (A)	0.8473	0.6553	0.7296	0.9195	0.8369
	Spearman (B)	6.3804	3.4702	4.2677	9.3569	6.1171
2003Q1	統計檢定量	財務結構	償債能力	經營能力	獲利能力	現金流量
Kruskal	Spearman (A)	0.8824	0.8328	0.3664	0.8266	0.8762
	Spearman (B)	7.5000	6.0180	1.5749	5.8756	7.2708
Young	Spearman (A)	0.8287	0.8596	0.3829	0.7957	0.8762
	Spearman (B)	5.9223	6.7307	1.6578	5.2542	7.2708
2003Q3	統計檢定量	財務結構	償債能力	經營能力	獲利能力	現金流量
Kruskal	Spearman (A)	0.6945	0.8308	0.7585	0.8142	0.8906
	Spearman (B)	3.8614	5.9698	4.6559	5.6104	7.8335
Young	Spearman (A)	0.7131	0.8411	0.7647	0.7606	0.9030
	Spearman (B)	4.0688	6.2196	4.7469	4.6859	8.4067

資料來源：本研究整理



### 5.3.2 改良型多向度展開法效果檢定

本小節檢定改良型多向度展開法的效果，檢定改良型多向度展開法（加入參考刺激體）在五個財務評估主題上的結果是否與傳統灰關聯分析有相關。檢定過程如下：

#### 1. 驗證資料來源

##### (1) 改良型多向度展開法運算結果

針對加入參考刺激體(Reference Stimulus)的改良式多向度展開法，分別計算五個財務評估主題(Subjects)與 18 個刺激體(Stimulus)之間的歐基里德距離，距離越近者，代表樣本在該財務評估主題上有較佳的表現；並將結果加以排序，距離越短者，排序等級越前面(詳見附錄八)。

##### (2) 灰關聯序結果

分別計算每個刺激體(Stimulus)在五個財務評估主題上的灰關聯度(見表 4-7~4-10)，並透過第 3.5.2 小節所介紹的灰關聯序進行排序，灰關聯度越高者，排序等級越前面(詳見附錄八)。

#### 2. 統計檢定假設

##### 雙尾檢定

$$\left[ \begin{array}{l} H_0: \rho = 0 \text{ (改良式 MDU 與灰關聯序在評估主題優勢排序結果無關)} \\ H_1: \rho \neq 0 \text{ (改良式 MDU 與灰關聯序在評估主題優勢排序結果有關)} \end{array} \right.$$

#### 3. 檢定結果分析

檢定結果見表 5-2。透過第 5.2.2 小節所計算出的統計檢定量臨界值，並分別利用兩種 Spearman 係數進行 Hotelling-Pabs 檢定。在 2002 年第一季、2002 年第三季與 2003 年第三季，透過二種損耗函數的計算出來的多向度展開法排序結果，均拒絕了  $H_0$ ，顯示加入參考刺激體的改良型多向度展開法與灰關聯序的結果有相關。

其中在 2003 年第一季的運算結果中，尚有部分的結果不能拒絕  $H_0$ ：在「經營能力」這個財務評估主題上，兩種損耗函數方法的 Spearman 係數，均沒有超過臨界值 0.4716 與 2.12；但是其他在四個財務評估主題上的表現，均能夠有效拒絕  $H_0$ ，且透過 Spearman(A)係數數據顯示，均為高度相關。

總評而言，在四個研究期間、二種損耗函數多向度展開法、五個財務評估主題共 40 組測試中，改良型多向度展開法反應傳統灰關聯模式的機率達 95%。而進一步計算，在五個評估主題中，Kruskal 函數與傳統灰關聯序的相關聯的程度平均為 77.86%，Young 函數為 78.44%。因此，透過兩種損耗函數所估算出來的座標並經過歐基里德距離計算各財務評估主題上的優勢能力，基本上無顯著差異。



表 5-2 改良式多向度展開法模式與傳統灰關聯模式統計檢定量表

2002Q1	統計檢定量	財務結構	償債能力	經營能力	獲利能力	現金流量
Kruskal	Spearman (A)	0.9174	0.8596	0.5542	0.8411	0.7461
	Spearman (B)	9.2235	6.7307	2.6631	6.2196	4.4826
Young	Spearman (A)	0.9174	0.8535	0.5893	0.8411	0.7337
	Spearman (B)	9.2235	6.5504	2.9174	6.2196	4.3198
2002Q3	統計檢定量	財務結構	償債能力	經營能力	獲利能力	現金流量
Kruskal	Spearman (A)	0.8514	0.7090	0.6863	0.9009	0.8431
	Spearman (B)	6.4926	4.0213	3.7741	8.3041	6.2722
Young	Spearman (A)	0.8617	0.7420	0.6471	0.9154	0.8514
	Spearman (B)	6.7932	4.4272	3.3947	9.0947	6.4926
2003Q1	統計檢定量	財務結構	償債能力	經營能力	獲利能力	現金流量
Kruskal	Spearman (A)	0.8865	0.8535	0.3251	0.8225	0.8720
	Spearman (B)	7.6625	6.5504	1.3750	5.7844	7.1267
Young	Spearman (A)	0.8989	0.8638	0.3478	0.8019	0.8679
	Spearman (B)	8.2046	6.8571	1.4837	5.3679	6.9889
2003Q3	統計檢定量	財務結構	償債能力	經營能力	獲利能力	現金流量
Kruskal	Spearman (A)	0.6677	0.8493	0.7110	0.8308	0.9009
	Spearman (B)	3.5877	6.4360	4.0449	5.9698	8.3041
Young	Spearman (A)	0.6863	0.8369	0.7152	0.8153	0.9030
	Spearman (B)	3.7741	6.1171	4.0928	5.6315	8.4067

資料來源：本研究整理

### 5.3.3 多向度展開法模式與改良型多向度展開法模式效果檢定

本小節檢定一般型多向度展開法(未加入參考刺激體)在五個財務評估主題上的結果是否與改良型多向度展開法(加入參考刺激體)有相關。檢定過程如下：

#### 1. 驗證資料來源

##### (1) 一般型多向度展開法運算結果

針對原始的多向度展開法的結果，分別計算五個財務評估主題(Subjects)與 18 個刺激體(Stimulus)之間的歐基里德距離，距離越近者，代表樣本在該財務評估主題上有較佳的表現；並將結果加以排序，距離越短者，排序等級越前面(詳見附錄六、附錄七)。

##### (2) 改良型多向度展開法運算結果

針對加入參考刺激體(Reference Stimulus)的改良式多向度展開法，分別計算五個財務評估主題(Subjects)與 18 個刺激體(Stimulus)之間的歐基里德距離，距離越近者，代表樣本在該財務評估主題上有較佳的表現；並將結果加以排序，距離越短者，排序等級越前面(詳見附錄七)。

#### 2. 統計檢定假設

雙尾檢定

$$\left[ \begin{array}{l} H_0: \rho = 0 \text{ (一般MDU與改良型MDU在五評估主題優勢排序結果無關)} \\ H_1: \rho \neq 0 \text{ (一般MDU與改良型MDU在五評估主題優勢排序結果有關)} \end{array} \right.$$

#### 3. 檢定結果分析

檢定結果見表 5-3 過第 5.2.2 小節所計算出的統計檢定量臨界值，並分別利用兩種 Spearman 係數進行 Hotelling-Pabs 檢定。在四個研究期間，透過二種損耗函數的計算出來的多向度展開法排序結果，均拒絕了  $H_0$ ，顯示加入參考樣本點的改良式多向度展開法與一般的多向度展開法的結果有相關。

總評而言，在四個研究期間、二種損耗函數多向度展開法、五個財務評估主題共 60 組測試中，改良式多向度展開法反應一般多向度展開法的機率達 100%。而進一步計算，兩種多向度展開法使用 Kruskal 函數的結果相關程度平均為 89.24%，Young 函數為 89.96%。

透過上述的統計敘述數據，本研究可以發現在模式中即使增加了虛擬參考刺激體的改良式多向度展開法，其運算結果，會與原始的多向度展開法有高度相關。

表 5-3 一般多向度展開法模式與改良式多向度展開法模式統計檢定量表

2002Q1	統計檢定量	財務結構	償債能力	經營能力	獲利能力	現金流量
Kruskal	Spearman (A)	0.9608	0.9174	0.6037	0.9917	0.9773
	Spearman (B)	13.8593	9.2235	3.0292	30.9357	18.4502
Young	Spearman (A)	0.9649	0.9381	0.5934	0.9917	0.9856
	Spearman (B)	14.6994	10.8318	2.9489	30.9357	23.2754
2002Q3	統計檢定量	財務結構	償債能力	經營能力	獲利能力	現金流量
Kruskal	Spearman (A)	0.9876	0.8741	0.8287	0.9814	0.9856
	Spearman (B)	25.1799	7.1979	5.9223	20.4623	23.2754
Young	Spearman (A)	0.9917	0.8803	0.8328	0.9917	0.9959
	Spearman (B)	30.9357	7.4217	6.0180	30.9357	43.8863
2003Q1	統計檢定量	財務結構	償債能力	經營能力	獲利能力	現金流量
Kruskal	Spearman (A)	0.9959	0.9835	0.7131	0.9938	0.9979
	Spearman (B)	43.8863	21.7378	4.0688	35.7773	62.1611
Young	Spearman (A)	0.9814	0.9711	0.7441	0.9959	0.9876
	Spearman (B)	20.4623	16.2762	4.4548	43.8863	25.1799
2003Q3	統計檢定量	財務結構	償債能力	經營能力	獲利能力	現金流量
Kruskal	Spearman (A)	0.9690	0.9360	0.8328	0.9773	0.9876
	Spearman (B)	15.6991	10.6379	6.0180	18.4502	25.1799
Young	Spearman (A)	0.9897	0.9257	0.8369	0.9763	0.9835
	Spearman (B)	27.6265	9.7888	6.1171	18.0303	21.7378

資料來源：本研究整理

透過上述三個檢定程序，本研究可以發現，在五個財務評估主題上：

1. 一般型多向度展開法的結果與灰關聯分析結果有相關。
2. 加入參考刺激體的改良型多向度展開法其結果與灰關聯分析有相關。
3. 一般型多向度展開法與結果改良型多向度展開法結果有相關。

## 5.4 視覺化多準則決策評估模式與傳統灰關聯模式檢定

本小節檢定檢定視覺化多準則模式結果在財務基本面總評能力上的結果是否與灰關聯序有相關。檢定過程如下：

### 1. 驗證資料來源

#### (1) 視覺化多準則決策評估模式結果

針對視覺化多準則決策評估模式，計算在五個財務評估主題均具有最佳表現的參考刺激體(Reference Stimulus)與 18 個刺激體(Stimulus)之間的歐基里德距離，距離越近者，代表樣本在財務基本面綜合總評有較佳的表現；並將結果加以排序，得到「財務基本面綜合總評優勢等級排序」，距離越短者，排序等級越前面(詳見附錄九)。

#### (2) 傳統灰關聯序結果(財務基本面綜合總評優勢等級排序)

針對 18 個樣本在五個評估主題上的關聯度，作一加總平均，得到一組新的財務基本片綜合總評灰關聯度，並透過第 3.5.2 小節所介紹的灰關聯序進行排序，灰關聯度越高者，排序等級越前面(詳見附錄九)。

### 2. 統計檢定假設

#### 雙尾檢定

$H_0: \rho = 0$  (視覺化多準則決策評估模式與灰關聯序在財務基本面綜合總評優勢等級排序結果無關)

$H_1: \rho \neq 0$  (視覺化多準則決策評估模式與灰關聯序在財務基本面綜合總評優勢等級排序結果有關)

### 3 檢定結果分析

透過第 5.2.2 小節所計算出的統計檢定量臨界值，並分別利用兩種 Spearman 係數進行 Hotelling-Pabs 檢定。在 2002 年第一季、2002 年第三季與、2003 年第一季與 2003 年第三季四個研究期間，透過兩種損耗函數(Kruskal、Young)估算出來的視覺化多準則決策評估模式的排序結果，均拒絕了  $H_0$ ，顯示加入參考樣本點的改良式多向度展開法與灰關聯分析的結果有相關。

總評而言，就財務基本面體質總評的結果而言，在四個研究期間、二種損耗函數共 12 組測試中，視覺化多準則決策評估模式均可反映灰關聯序的結果。而進一步計算，以財務基本面總評能力的角度，Kruskal 函數與傳統灰關聯序的相關聯的程度平均為 98.45%，Young 函數為 97.42%。

表 5-4 視覺化多準則決策評估模式與傳統灰關聯模式統計檢定量

2002-Q1	Kruskal	Young
Sperman-1	0.9856	0.9856
Sperman-2	23.2754	23.2754
2002-Q3	Kruskal	Young
Sperman-1	0.9917	0.9835
Sperman-2	30.9357	21.7378
2003-Q1	Kruskal	Young
Sperman-1	0.9711	0.9608
Sperman-2	16.2762	13.8593
2003-Q3	Kruskal	Young
Sperman-1	0.9897	0.9670
Sperman-2	27.6265	15.1762

資料來源：本研究整理

## 5.5 小結

根據以上的統計檢定結果，在本模式所篩選的 18 間台灣地區 IC 設計公司，從其 2002 年-2003 年第一季與第三季的公開財務報表中的研究期間，我們可以大致歸納以下結論：

1. 以五個財務評估主題角度而言，一般多向度展開法與灰關聯分析有相關，一般多向度展開法能正確反映灰關聯分析結果的機率達 95%。
2. 以五個財務評估主題角度而言，改良型多向度展開法與灰關聯分析有相關，改良型多向度展開法能正確反映灰關聯分析結果的機率達 95%。
3. 在上述兩種多向度展開法均能反映灰關聯分析的情況下，一般多向度展開法與改良型多向度有相關，且改良型多向度展開法能正確反映一般多向度展開法分析結果的機率達 100%。可以進一步推論改良式多向度展開法在實用上可行，不但能反映灰關聯分析的結果，更能保持一般型多向度展開法的資訊型態。
4. 以財務基本面總評能力的角度而言，本研究所提出的視覺化多準則評估模式，以 Kruskal 損耗函數與 Young 損耗函數的兩種方法均灰關聯分析有高度相關，Spearman 相關係數均在 0.96 以上，且根據第 5.4 小節的檢定過程中可以發現，兩種損耗函數對於視覺化多準則決策評估模式最後的結果是十分接近的，所以對本研究的樣本範圍而言，兩種損耗函數都是可以同時考慮使用的。



## 第六章 結論與未來研究方向

### 6.1 研究結論

本研究的重點在於提出一套有別於傳統多準則決策方法的「視覺化多準則決策評估模式」(Visual Multiple Criteria Decision Evaluation Model)。其中將欲決策分析的問題轉換成決策層級架構(Decision Hierarchical Structure)，進行滿足可比性(Comparision)與同構性(Isomorphism)的資料前處理過程，且利用熵權重方法(Entropy Weighted Method)求取各評估屬性(Attributes)在其所屬評估主題(Subjects)的權重，接續引入灰關聯分析理論(Grey Relational Analysis)計算各評估主題內的灰關聯度，產生優勢關係矩陣(Dominance Relation Matrix)。透過產生參考刺激體(Reference Stimulus)的機制擴充優勢關係矩陣，最後以多向度展開法(Multidimensional Unfolding)分析該矩陣，即可得到一結構圖形(Configuration)。此結構圖形以距離關係反映資料與資料的關係，表達刺激體(Stimulus)在不同評估主題上的優勢能力程度，亦可表達刺激體在評估主題總評上的優勢順序，即一般傳統多準則決策模式的結果，此外透過結構圖形亦可以發現分群的效果。

實證上，以台灣 IC 設計產業，進行財務基本面分析，投資人可觀察本模式所提供的結構圖形，看出企業分別在不同財務評估主題上面的優勢程度，並同時看出企業在財務評估主題上總評能力的優勢順序，可藉此用來判斷該公司的財務體質程度，當作投資策略設計的參考依據之一。相較於透過一般多準則決策方法所產生的最後公司財務體質程度，「視覺化多準則決策評估模式」不但可達到相同結果，更在不增加投資人的認知負載下，讓投資人掌握更多構面的資訊以供決策。

上述實證結果透過無母數統計方法進行模式的效果檢定，根據模式所產出的結構圖形，發現在本模式與傳統灰關聯分析模式的在五種不同財務評估主題下的運算結果具有相關，且加入參考刺激體的改良式多向度展開法不但可以反映傳統灰關聯分析的結果，更可以反映與保持一般型多向度展開法的資訊型態。另外亦可以發現兩種模式在財務評估主題總評能力的結果，具有高度相關。

透過本研究實證與統計結果，本研究可以發現：透過「視覺化多準則決策評估模式」所產出的結構圖形，可以快速地產生評估方案的優勢順序，更可同時表達出評估方案於不同評估主題上的的優勢程度，有效地解決單維度優勢順序的所導致的資訊喪失的問題，不但加強了決策過程的品質，也加速決策過程的速度。



## 6.2 未來研究方向

本模式尚有可以繼續延伸研究的部分，在此提出數點以供後續研究者參考：

### 1. 刺激體的延伸

本模式僅針對 2002 年-2003 年第一季與第三季的台灣地區 IC 設計產業上市櫃公司進行進行測試，為求刺激體的同質性，最後僅篩選出 18 間樣本企業，建議後續研究者可以在確保刺激體同質性的條件下，選擇樣本較多的產業進行分析，並延伸研究期間(因不同產業景氣而異)，測試模式的穩定度；透過樣本數目的延伸，亦可滿足統計上大樣本的條件，即可以使用一般的有母數統計檢定方式進行模式效果檢定。

### 2. 評估屬性的篩選

本模式為確保所選擇的評估屬性能夠被正確地歸類於正確的財務評估主題內，因此以證期會公布的財務比率構面為基礎，輔以其餘相關文獻與經濟新報資料庫的篩選，最後篩選出五個構面 16 個財務比率。不同於一般相關過往研究，均是透過主成分分析或是因素分析等多變量技術來進行評估屬性縮減與分類[47]，建議後續研究者可以嘗試透過加入多變量技術來進行評估屬性篩選，讓篩選過程可以更完整合理。另外，評估屬性之間可能會具有相關性，在不可能完全避免屬性相關性的情況下，建議後續研究者可以在進行多準則決策運算前，先依照「模糊積分」非加法型的多準則決策模型進行運算[12]。

### 3. 評估屬性的權重設定

本模式為求客觀與模式的穩定性，在各個評估屬性(財務比率)的權重設定上，採用客觀的熵權重設定作為模式預設方法。但是根據本研究的實證結果(見表 4-6)，發現熵權重的計算結果與平均權重的結果十分接近，建議後續研究可以採用其他的權重設定方法作為實證的步驟之一，進行比較。

### 4. 視覺化的改善

本模式僅將刺激體投射到二維結構圖形中，透過改良型多向度展開法估算刺激體與評估主題的二維座標，為簡化實驗流程，因此省略掉三維空間以上的測試。建議後續研究者可以繼續針對視覺化的效果繼續延伸，透過三維空間的方式呈現；此外，近年來亦有關於三維球型的視覺化研究，透過球型的方式可以透過弧度的計算，更精確地表達點與點之間的距離[20,28,42]。但視覺化模式最後結果要透過二維空間或是三維空間表達，仍須考量實務上的實際資料型態，同時依據多向度尺度法的維度選擇指標，決定最適合決策者觀察的空間構面。

此外，本模式所產出的財務基本面分析結果僅為財務投資策略設計的參考依據之一，投資者尚必須同時參考同屬財務基本面分析中的「總體面」、「產業面」，並搭配技術面分析，所設計出來的投資策略，才會較客觀嚴謹。

## 參考文獻

- [1] 朱海成、蕭宗志、許介彥，「灰層級評選系統於起業導入電子商務成功及失敗因素之研究」，第七屆灰色系統研討會，II-111-116，民國 91 年。
- [2] 江金山、吳佩玲、蔣祥第、張廷玟、詹福賜、張軒庭、溫坤禮，灰色理論入門，初版，台北縣，民國 87 年。
- [3] 吳怡瑾、劉敦仁、曾國雄，「優質搜尋入口網站之灰關聯多準則評估」，灰色系統學刊，第五卷，第一期，第 41-54 頁，民國 91 年。
- [4] 吳漢雄、鄧聚龍、溫坤禮，灰色分析入門，初版，高立圖書有限公司，台北縣，民國 86 年。
- [5] 宋文傑，「評估台灣通訊產業的財務績效-多變量區別分析及灰關聯度整體性分析法之應用」，國立東華大學國際經濟研究所碩士論文，民國 92 年。
- [6] 李孟育，「以類神經網路衡量多準則決策方法屬性權重之研究」，國立交通大學科技管理研究所碩士論文，民國 89 年。
- [7] 李奕達，「創業投資公司之經營績效評估-灰關聯分析之運用」，大業大學事業經研究所碩士論文，民國 91 年。
- [8] 周文賢，多變量統計方法-SAS/STAT使用方法，初版，智勝文化，台北市，民國 91 年。
- [9] 林財源，財務報表分析，修訂四版，華泰書局，台北，民國 89 年。
- [10] 邱華敏，「多元尺度法分析之回顧與討論」，國立中央大學統計研究所碩士論文，民國 82 年。
- [11] 施並洲，「類神經網路、案例推理法、灰色關聯分析於財務危機之應用」，國立中央大學工業管理研究所碩士論文，民國 88 年。
- [12] 唐良萍，「模糊多準則非加法型評估之研究～以『汽車銷售服務品質』為例」，國立交通大學科技管理研究所碩士論文，民國 91 年。
- [13] 夏郭賢、吳漢雄，「灰關聯分析之線性數據前處理探討」，灰色系統學刊，第一卷，第一期，第 47-53 頁，民國 87 年。
- [14] 夏郭賢、張美珠，「再討論灰關聯分析之線性數據前處理」，中華民國灰色系統學會第七屆灰色系統理論與應用研討會，第 I19-I22 頁，民國 91 年。
- [15] 孫嘉鴻，「會計資訊應用於共同基金經理人擇股決策之研究」，國立政治大學會計學研究所碩士論文，民國 89 年。
- [16] 徐俊明，投資學-理論與實務，初版，新陸書局，台北，民國 86 年。
- [17] 徐英泰，「漁船資訊傳送系統的視覺化」，國立交通大學工業工程與管理研究所碩士未出版論文，民國 93 年。
- [18] 翁慶昌、蔣樹民、賴宏仁，「新灰關聯測度」，中華民國灰色系統學會第四屆灰色系統理論與應用研討會，第 133-135 頁，民國 88 年。
- [19] 張力友，「台灣電子業績效評比-灰關聯分析與資料包絡法之應用與比較」，銘傳大學金融研究所碩士論文，民國 91 年。
- [20] 張李志平，「在決策過程中以喜好球的視覺化方式消除喜好衝突」，國立交通大學資訊管理研究所，民國 90 年。
- [21] 張保榮，「序列中計量因子及領域因子之權數確定法」，灰色系統學刊，第五

- 卷，第二期，第 83-94 頁，民國 91 年。
- [22] 張偉哲，「廣義灰關聯生成模型之研究」，灰色系統學刊，第三卷，第一期，第 53-62 頁，民國 89 年。
- [23] 張淑卿，「多屬性決策方法之模擬分析比較」，銘傳大學管理科學研究所碩士論文，民國 89 年。
- [24] 梁德聰，「立體物件形變之動態展示於多向度認知空間之應用-以汽車造型為例」，國立台灣科技大學工程技術研究所設計學程碩士論文，民國 89 年。
- [25] 許志義，多目標決策，初版二刷，五南圖書出版公司，台北，民國 84 年。
- [26] 郭玟琳，「以資料視覺輔助產能規劃的決策」，元智大學工業工程研究所，民國 88 年。
- [27] 陳光武、易琇真，「銀行合併-灰關聯分析及層級分析法的應用」，第七屆灰色系統研討會，II-99-110，民國 91 年。
- [28] 陳孟敏，「投入產出球空間視覺化模式之研究-以筆記型電腦產業為例」，國立交通大學資訊管理研究所，民國 90 年
- [29] 陳忠平，「多屬性決策方法之分析比較」，銘傳大學管理科學研究所碩士論文，民國 89 年。
- [30] 陳勁甫，「折衷權重多準則評估法」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，民國 78 年。
- [31] 陳國彰，「比較多變量分析與類神經網路績效評估模型」，國立交通大學科技管理研究所碩士論文，民國 92 年。
- [32] 陳湘林，「應用軟體網路化-以全球資訊網建構多向度評量法應用環境之研究」，國立台灣工業技術學院管理技術研究所工業管理學程碩士論文，民國 85 年。
- [33] 陳慧文，「運用類神經網路學習公司最常被研究報告引用之財務資料並分析其與公司股價行為關聯現象」，國立交通大學資訊管理研究所碩士論文，民國 89 年。
- [34] 陳錦芬，「台灣地區銀行業經營績效評估-熵權重方法與灰色關聯度分析法之應用」，銘傳大學財務金融研究所碩士論文，民國 92 年。
- [35] 曾國雄、胡宜珍，「公車系統營運與服務績效之評估研究-灰色多準則評估之應用」，模糊系統學刊，第一卷，第七期，第 49-62 頁，民國 84 年。
- [36] 曾國雄、蕭再安、鄧振源，「多評準決策方法之分析比較」，科學發展月刊，第 16 卷，第 7 期，第 1008-1017 頁，民國 77 年。
- [37] 湯玲郎、范俊輝，「灰色關聯分析法在海外投資環境評估之應用研究」，中華管理評論，第二卷，第七期，第 1-14 頁，民國 88 年。
- [38] 黃旭男、詹家和，「應用灰關聯法預測企業未來績效排名」，中華民國 2003 年決策科學研討會，民國 92 年。
- [39] 溫坤禮，「灰關聯度的定量化研究」，灰色系統學刊，第二卷，第二期，第 117-133 頁，民國 88 年。
- [40] 溫坤禮等編著，灰關聯模型方法與應用，初版，高立圖書有限公司，台北縣，民國 92 年。
- [41] 溫福星，「多元度法的軟體執行與解釋」，國立中央大學統計研究所碩士論文，民國 82 年。



- [42] 葉台英,「矛盾下的抉擇-決策球的運用」,國立交通大學資訊管理研究所碩士論文,民國91年。
- [43] 葉連祺,「多向度量尺法(MDS)應用於社會計量分析之研究」,教育與心理研究,第二十二期,第15-40頁,民國88年。
- [44] 賈方霈,「結合集群分析與資料視覺於低良率晶圓之成因探討」,元智大學工業工程與管理研究所,民國91年。
- [45] 樓禎祺,證券投資實務-基本面分析與選股策略,初版,台灣知識庫,台北市,民國90年。
- [46] 蔡相如,「台灣地區商業銀行之經營績效評估-灰色關聯度與因素分析法之應用」,銘傳大學管理科學研究所碩士論文,民國88年。
- [47] 盧靜怡,「企業經營績效排名之預測-灰色關聯分析與類神經網路之應用」,國立台灣科技大學資訊管理研究所碩士論文,民國90年。
- [48] 顏月珠,無母數統計,初版,台大法學院圖書館,民國81年。
- [49] 羅一忠,「國內綜合證券商經營績效之評估-主成分分析及灰色關聯分析之應用」,銘傳大學金融研究所碩士論文,民國90年。
- [50] Altman, E. I. and Loris, B. "A Financial Early Warning System for Over-the-Counter Broker-Dealers", The Journal of Finance, 31, pp1201-1217, 1976.
- [51] Bao Rong Chang."Alternative View of Grey Relational Analysis", The Journal of Grey System 13(1), pp31-40, 2001.
- [52] Bao Rong Chang."An optimal grey relational measurement", Neural Networks, 2001. Proceedings. IJCNN '01. International Joint Conference on, 3(3), pp1609-1614, July 2001.
- [53] Bao Rong Chang." Novel grey relational measurements", Neural Networks, 2001. Proceedings. IJCNN '01. International Joint Conference on, 3(3), pp1615-1619, July 2001.
- [54] Benjamin Graham, David L.Dodd, Graham and Dodd's security analysis, McGraw-Hill, New York, 1988.
- [55] Bennett, J.F and Hays, W.L. "Multidimensional unfolding: determining the dimensionality of ranked preference data" Psychometrika, 25(1), pp27-23, 1960.
- [56] Berrie Xielman, Willem J.Heiser, "Analysis of Asymmetry by a slide-vector", Psychometrika, 58(1), pp101-114, 1993.
- [57] Blum.Marc."Failure Company Discriminant Analysis", Journal of Accounting Research, 12, pp1-25, 1974.
- [58] Buja, Andreas; Swayne, Deborah F."Visualization methodology for multidimensional scaling", Journal of Classification, 19 (1), pp7-43, 2002.
- [59] Carroll, J. D. and P. E. Green,"Psychometric Methods in Marketing Research: Part II, Multidimensional Scaling", Journal of Marketing Research, 34, pp.193-204, 1997.
- [60] Chan-Yun Yang & Jui-Jen Chou, "Entropy on Grey Relational Analysis", The Journal of Grey System, 13(3), pp313-320, 2001.
- [61] Chen Donglin and Li Zhicheng, "Grey Analysis Strategy for Good Sale", The Journal of Grey System, 14(1), pp69-73, 2002.
- [62] Ching-Chand Wong and Hung Ren Lai, "A new Grey Relational Measurement", The Journal Grey System, 12(4), pp341-346, 2000.
- [63] Coombs, C.H. A theory of data, New York, Wiley, 1964.

- [64] Deakin, "Distributions of Financial Ratio: Some Empirical Evidence" Accounting Review, 51, pp90-96, 1976.
- [65] Deng J., "Introduction to grey system theory", The Journal of Grey System, 1(1) pp1-24, 1989.
- [66] DeSarbo, Wayne S., Lehmann, Donald R., Carpenter, Gregory, & Sinha, Indrajit. "A stochastic multidimensional unfolding approach for representing phased decision outcomes", Psychometrika, 61, pp485-508, 1996.
- [67] Edward I. Altman, "Financial Ratio, Discriminant Analysis and the Predication of Corporate Bankruptcy" The Journal of Finance, 23, pp589-609, 1968.
- [68] G. Zhang, M. Hu, B. Patuwo, and D.Indro, "Artificial Neural Networks in Bankruptcy Prediction: General Framework and Cross-Validation Analysis" European Journal of Operational Research, 116, pp.16-32, 1999.
- [69] Geprage B.Rabinowitz, "An Introduction to Nonmetric Mutlidimensional Scaling" American journal of Political Science, 19(2), pp343-390, 1975.
- [70] Gwo-Hshiong Tzeng and Sheng-Hsiung tsaur, "The Multiple Criteria Evaluation of Grey Realtion Model", The journal of Grey system,6(2),pp87-108, 1994.
- [71] Hair,Jr.J.F.,Anderson,R.E.,Tatham,R.L.,& Black, W.C, Multivariate data analysis with readings,Englewood Ccliffs, Prentice Hall, 1995.
- [72] Hwang, C. L., Yoon, K. P., Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, Stage Publications Inc., New York, 1981.
- [73] Ingwer Borg, Patrick Groenen. Modern Multidimensional Scaling-Theory and Application, New York, Springer, 1997.
- [74] Jeffery S. Abarbanell, Brian J.Bushee. "Abnormal Returns to a Fundamental Analysis Strategy" The Accounting Review, 73(1), pp19-45, 1998.
- [75] John H.Wu , Mei-Li You and Kun-Li Wen, "A Modified Grey Realtional Analysis", The Journal of Grey System, 11(3), pp287-292, 1999.
- [76] Joseph B. Kruskal, Myron Wish, Multidimensional Scaling, London, Sage Publications, 1976.
- [77] Keim, D. A., and H. P. Kriegel, "Visualization Techniques for Mining Large Databases: A Comparison," IEEE transactions on Knowledge and Data Engineering, 8(6), pp.923-938, 1996.
- [78] Kun-Li Wen, Ting-Cheng Chang and John H. Wu, "Data Preprocessing for Grey Realtional Analysis", The Journal of Grey System, 11(2), pp139-141,1999.
- [79] Li Yonghong and Zou Shanggang, "Grey Realtional Analysis the Balance Sheet." The Journal of Grey System, 14(4) pp395-398, 2002.
- [80] Li-Chang Hsu and ChaoHung Wang, "Grey Forecasting the Financial Ratio" The Journal of Grey System, 14(4), pp399-408, 2002.
- [81] Mark L.Davison, MultiDimensional Scaling. Canada,John Wiley&Sons,1983
- [82] Mark P. Bauman, "A Review of Fundamental Analysis Research in Accounting" Journal of Account Literature, 15, pp1-33, 1996.
- [83] Miin-Jye Huang, Wen-Chich Huang and Sheng-Chieh Wu, "Competitiveness Evaluation for Eastern Asian Container Ports by Using Grey Relational Anlysis", The Journal of Grey System, 14(3) pp239-250, 2002.
- [84] Milan Zeleny, Multiple Criteria Decision Making, McGraw-Hill, New York, 1982.
- [85] Ohlson, J. A., "Financial Rations and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy", Journal of Accounting Research, pp.163-168, 1980.

- [86] Paul D. Isaac, David D.S. Poor, "One the determination of appropriate dimensionality in data with error", Psychometrika, 39(1), pp91-108, 1974.
- [87] Paul E. Green, Frank J. Cargmone, JR, Scott M. Smith, Multidimensional scaling -Concepts and Application, Massachusetts, A Division of Simon & Schuster, 1989.
- [88] Peter H.Schonemann, "One Metric Multidimensional Unfolding", Psychometrika, 35(3), pp349-366, 1970.
- [89] Piramuthu, S. "Financial Credit-Risk Evaluation with Neural and Neurofuzzy Systems," European Journal of Operational Research, 112(2), pp.310-321, 1999.
- [90] Platt, H. D., and Platt, M. B. "Development of a Class of Stable Predictive Variables: The Case of Bankruptcy Prediction", Journal of Business Finance Accounting, 17(1), pp.31-51, 1990.
- [91] Qiu Hongdong and Zhang Baogui, "A grey Procedure for AHP", The Journal of Grey System, 13(1), pp101-104, 2001.
- [92] Rain van Bloklan-Vogelesang, Unfolding and Group consensus ranking for individual preferences, Leiden, DSWO Press, 1990.
- [93] Richard M. Johnson, "Pairwise Nonmetric Multidimensional sclaing", Psychometrika, 38(1), pp11-18, 1973.
- [94] Tadashi Imaizumi, "Multidimensional Scaling of Preference Data by a Unfolding Model with Multiple Idel Points", 經營・情報研究, 1, pp93-106 ,1997.
- [95] Tang Yanzhao, He Qin, Zou Shanggang, "Grey Assessment via Entropy Weight", The Journal of Grey System, 12(1), pp91-94, 2000.
- [96] Toshio Takane, Forrest W. Young, "Nonmetric indivdual difference mutlidimensional scaling: and alternating least squares method with optimal scaling features", Psychometrika, 42(1), pp7-67, 1977.
- [97] Trevor F.Cox, Michael A, A, Cox, Multidimensional Scaling, New York, Chapman & Hall/CRC, 2001.
- [98] Usama Fayyad, Georges G.Grinstein, Andreas Wierse. Information Visualization in Datamining and Knowledge discovery, Morgan Kaufmann Publishers, San Francisco, 2002.
- [99] Yang, Z. R., Marjorie B. Platt · Harlan D. Platt. "Probabilistic Neural Networks in Bankruptcy Prediction", Journal of Business Research, 44, pp.67-74, 1999.
- [100] Yan-Hwa Chu, Pi-Yu Chao, Jr-Syu Yang and Chi-Ming Yang, "Grey Realtional Analysis the Flavonid Content and Antioxidative Activities of Eight Vegetables", The Journal of Grey System, 15(1), pp67-72, 2003.
- [101] Yoon, K. P., Hwang, C. L. , Multiple Attribute Decision Making: An introduction, Stage Publications Inc., Thousand Oaks, 1995.
- [102] Yo-Ping Huang and Hong-Jin Chen. "Extending fuzzy inference model by both grey relational method and extension theory", Systems, Man, and Cybernetics, 1998. 1998 IEEE International Conference on, 2(2), pp 2022 -2027, 1998.
- [103] Yu Yanqiong and Zhao Haibin, "Grey Relational Grade and the key of the edge Set of a Complete Bipartite Graph", The Journal of Grey System, 1(1), pp167-174, 1989.
- [104] Yuan Shengli and Ma Shihua, "Grey Relational Analysis the Employee's Satisfactory Mood" The Journal Grey Sytsem, 15(2), pp193-196, 2003.
- [105] Yu-Chen Tu, Chin\_Tsai Lin, MeiWen Fang, "Application of Grey



- Relational Analysis to Evaluating Shopping Mall in taiwan”, The Journal of Grey System, 13(1), pp327-338, 2001.
- [106] Zhang Qishan, "Difference Inforamtion Entropy in Grey Theory", The Journal of Grey System, 13(1), pp111-116, 2001.
- [107] Zhu Qinghai and Zou Shanggang, "Grey Realtional Analysis the Capital Structure of Public Companies" The Journal of Grey System, 14(4), pp375-378, 2002.
- [108] Zinnes, J.L and Giggs, R.A, "Probabilistic multidimensional unfolding analysis", Psychometrika, 39(3), pp327-350, 1974.



## 附錄 視覺化多準則決策評估模式總評名次

附表 9-1 視覺化多準則評估模式結果企業財務績效能力總評名次與灰關聯序列表

期間	2002 年第一季			2002 年第三季			2003 年第一季			2003 年第三季		
股票代號	Kruskal	Young	GRA	Kruskal	Young	GRA	Kruskal	Young	GRA	Kruskal	Young	GRA
2379	2	2	2	2	2	1	3	3	3	4	5	5
2388	15	15	15	15	15	14	14	15	15	16	16	16
2401	4	4	4	5	5	6	7	9	9	12	12	12
2436	5	5	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1
2454	1	1	1	4	4	4	1	1	1	1	2	2
2458	7	8	8	8	8	7	10	10	10	9	9	9
3034	10	10	10	10	11	10	8	5	5	8	7	7
3035	12	13	12	11	10	11	9	8	8	6	6	6
3041	14	14	14	12	12	12	16	16	16	15	14	14
5302	8	7	6	14	14	15	12	14	14	13	13	13
5314	16	16	16	16	16	16	15	13	13	14	15	15
5351	17	18	17	18	18	18	17	18	18	18	18	18
5468	13	12	13	13	13	13	13	12	12	11	10	10
5471	3	3	5	1	1	2	6	7	7	7	8	8
5473	18	17	18	17	17	17	18	17	17	17	17	17
5487	6	6	7	7	6	8	5	6	6	5	4	4
6103	9	9	9	6	7	5	4	4	4	3	3	3
6129	11	11	11	9	9	9	11	11	11	10	11	11

資料來源：本研究整理