

層級分析法成對比較基礎標度系統之研究

A Study of the Fundamental Scale for Pairwise Comparisons in the Analytical Hierarchy Process

陳勁甫¹ Ching-Pu Chen 徐 強² Chiang Hsu 許桂溶³ Guey-Rong Hsu
元智大學資訊管理系 長榮大學企業管理系 空軍第三後勤指揮部品管室

¹Department of Information Management, Yuan Ze University, ²Department of Business Administration, Chang Jung Christian University, and ³Quality Assurance & Training Branch, the 3rd Air Logistic Center

(Received September 29, 2007; Final Version March 2, 2008)

摘要：決策分析的本質與目的在幫助決策者透過有系統的思考，使其決策選擇能與其價值觀與判斷一致。層級分析法 (Analytical Hierarchy Process, AHP) 是由沙堤教授 (T. L. Saaty) 所提出的一種實用決策方法，並廣泛為研究或實務運用者所使用。為了對方案進行排序擇優，AHP採用成對比較方式進行判斷，並用口語方式表達後再轉換成比例數值尺度 (1-9標度值)，藉以定量表示相對重要性程度。然而，成對比較的口語判斷結果卻在轉換成1-9標度值時可能出現系統性誤差，容易造成決策誤導而不知。因此本研究利用問卷與統計分析探討AHP法中兩兩比較之口語標度值與一般人之認知標度值的差異，發現確有系統偏誤，並對3~8個準則問題平均有4.7~12.5%的機率造成最佳解的標示錯誤。

關鍵詞：層級分析法、多準則決策、基礎標度、決策偏誤、方案排序

Abstract : The purpose of decision analysis is to achieve consistency among decision makers' choices, values, and judgments. The Analytical Hierarchy Process (AHP) was designed by T. L. Saaty as a

* 感謝所有編輯及審查委員的費心審查與指正。

decision making aid. In order to prioritize alternatives, the AHP used pairwise comparisons and transferred them from oral expression to numerical ratio scale, the fundamental scale (1-9), to determine their priority of relative importance. The translation from oral to ratio scale demonstrates a systematic bias that might cause errors in final ranking without decision makers' awareness. This paper used questionnaires and statistical analysis to examine this kind of bias. The results show that this bias does exist. This bias may cause 4.7~12.5% probability of failing to identify the best alternative for problems with 3~8 attributes.

Keywords: AHP, MCDM, Fundamental Scale, Decision Bias, Alternative Ranking

1. 緒論

人的一生面臨許多大大小小的決策，其影響可能不大也可能涉及個人、家庭、團體、組織、乃至於國家社會的興衰存亡。諾貝爾獎得主賽門 (Herbert Simon) 一生投入研究管理與決策，其核心理念就是決策與之後的行動是研究管理的核心，就曾說「管理的程序就是決策的程序」(Simon, 1997)。就方法論而言，狹義的決策是指個人或組織為達成某種目標或解決某項問題，就兩個或兩個以上之方案做一個選擇而言。廣義的決策是指決策者（單位）能針對問題在選定的目標下，自環境中搜尋各種可行方案，加以分析、評估與選擇的方法與程序。從目的論觀點，決策分析的本質與決策工具的運用在幫助決策者透過有系統的思考，釐清與引出其價值觀的取捨與認知的判斷，使其決策選擇能與其價值觀與判斷一致。最後能導出多屬性問題中各方案的權重或優先順序，以為後續方案選擇或分配資源的參考依據。

「分解、評估、計算、整合」是大腦分析解決問題的基本思考過程，這也是決策分析中問題解決「分解切割、各個擊破」(divide and conquer) 的一個重要理念，也就是將大問題分解成許多小問題（最好具各自獨立性），予以各個解決後再加以整合得到一整體觀的想法。而在這決策分析過程中能維持某些理性特性，例如如果最後的綜合指標或權重能反映方案的優先順序或相對重要性，也應維持其與價值觀與判斷的一致性或方案的順序。

決策之所以困難除了決策者面對決策問題的風險與不確定性外經常陷入多重目標衝突與價值取捨的矛盾。針對後者也發展出多準則決策的研究領域。

沙堤 (T. L. Saaty) 在 1971 年提出的層級分析法 (Analytical Hierarchy Process, AHP)，至 1980 年後趨於成熟，並廣為運用在各領域。AHP 主要是針對多種方案在多重決策評估準則下進行排序的一種多評準決策方法。其目的在將複雜問題系統化，藉由不同層面的分解進行各層級分析，

再透過判斷的量化標度轉換，最後經過計算得出綜合指標進行排序，以提供決策者選擇最佳方案之決策參考。雖然 AHP 強調其便利性與符合一般人的決策習慣，然自提出後即受到許多挑戰，例如 9 尺度的適宜性或排序逆轉 (rank reversal) (Belton and Gear, 1983)。Dyer (1990) 更嚴厲批評 AHP 程序上的問題讓其最後的排序是無意義的(arbitrary)。而 Saaty (2006) 都還在回應與解釋排序逆轉的現象。本文將針對 AHP 便利性與習慣性特點之一的成對比較基礎標度系統進行探討。就方法論言，AHP 在萃取決策者價值取捨時是否產生系統偏誤？從目的論觀點，AHP 是否如實的反映決策者的價值觀或有偏誤？

1.1 AHP 法的進行步驟

AHP 法強調其是模擬人類思維過程的一種工具，對這種思考過程提供一種數學表達及數學處理的方法。因此 AHP 法之進行步驟共區分為八個步驟：

(1) 確定決策問題並列舉評估準則

首先釐清問題對問題下定義，分析與界定問題的範圍並確知決策之目的，在整合專家及決策者的意見，並將決策問題的評估相關準則列出後，對準則予以定義再將準則分類至不同之層次。

(2) 建立層級結構

依所有決策者的觀點以群體討論方式或參考相關文獻及專家意見經反覆修正後加以彙總而建立目標-方案層級結構。

(3) 成對比較評估判斷

層級結構建立後再來就是評估的工作，即根據評估同層級各準則間的相對重要性。AHP 法之評估方式是以上一層級的準則為基準，將同層級內之任兩準則對該上一層準則之相對重要性、貢獻程度或影響力作兩兩比較。若有 n 個準則需進行 $n(n-1)/2$ 次成對比較。

(4) 為得到所有的判斷矩陣必須依步驟三發展各層級矩陣

對所有層級所屬之次層級進行兩兩比較以獲得所有判斷矩陣所需之輸入資料。

(5) 建立成對比較矩陣，並計算優先向量及檢定一致性

- 1) 建立成對比較矩陣：依據步驟三所得之評估判斷資料建立成對比較矩陣，此為正倒值矩陣 (positive reciprocal matrix)。
- 2) 計算優先向量 (Priority Vector) 及最大特徵值 (Maximized Eigenvalue)：實務上對優先向量之解法，至少有下列三種 (a)ANC 法 (Average of Normalized Columns)；(b)NRA 法 (Normalization of Row Average)；(c)NGM 法 (Normalization of the Geometric Mean of the Rows)。
- 3) 檢定一致性：專家對於判斷矩陣中評估指標間的比例關係可能無法完全一致而影響分析的正

確性。因此必須檢驗誤差大小，Saaty 將最大特徵值 λ_{\max} 與 n 之間的差異值轉化為一致性指標，以評量一致性的高低，作為是否接受成對比較矩陣的參考。其數學式為：

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

另隨機產生的正倒值矩陣之一致性指標為隨機指標(Random Index, R.I.)，Saaty 求出與階數相對應的隨機指標如表 1 所示。

利用上述之一致性指標及隨機指標，求得成對比較矩陣之一致性比率，即 $C.R. = C.I./R.I.$ ，Saaty 認為判斷一致性比率之良窳如表 2 所示。

若判斷矩陣之 $C.R.$ 值超過此水準，可稱為不具一致性，則 Saaty 建議應重新審核、修正評估以改善一致性比率。

(6) 對所有的層級進行步驟三、四、五，並依層級串接

(7) 計算整體層級的總優先向量

將各階層之準則相對權數加以整合，以求算整體層級的總優先向量。所算出的向量即代表各決策方案對應於決策目標的相對優先順序。

(8) 評估整體層級的一致性

整體層級的一致性比率，是藉由整體層級的一致性指標，再除以隨機一致性指標。因此，整體層級的一致性比率必須為 0.1 或更小。若一致性比率超過此水準，則 Saaty 建議可以重新修正評估以改善一致性比率。

回到決策問題解決中「分解、評估、計算、整合」四個階段與 AHP 八個步驟對照，整理成表 3。

表 1 n 階正倒值矩陣的隨機指標值表

階數 n (Size of Matrix)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R.I.	0.00	0.00	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

表 2 一致性比率判斷值表

矩陣大小	3×3	4×4	5×5 以上
C.R. 值	≤5%	≤9%	≤10%

表 3 決策問題解決與 AHP 對照表

分析階段	AHP 步驟	分析重點
	(一)、(二)	問題的釐清與目標、方案層級的建構
	(三)、(四)	依主觀判斷獲得兩兩比較的輸入資料
	(五)、(六)	建構各層級的判斷矩陣與計算優先向量
	(七)、(八)	計算整體優先向量與檢驗一致性
		依據優先向量排序提供決策參考

1.2 研究目的與研究問題

本研究主要在探討「評估」階段，也就是進行 AHP 計算前的輸入資料部分。在 AHP 中為了對方案進行排序擇優，採用兩兩比較方式獲得準則相對重要性之判斷評估來建立判斷矩陣，也就是在某個準則之下比較下一層級兩準則間之相對重要性。Saaty 認為人們習慣於口語的比較，同時他們依經驗最多能區別九個重要性程度，較易判別的是五個尺度。所以，AHP 評估標度的基本劃分包括「同等重要」、「稍微重要」、「重要」、「非常重要」、「極端重要」等五項，分別賦予名目尺度 1、3、5、7、9 的衡量值，若有需要可加入四項介於五個基礎標度之間的衡量值 2、4、6、8 (Saaty, 2000)。因此，AHP 強調其優點之一就是先將相對重要性以口語化方式幫助決策者進行判斷後，再將評判結果轉換成相對應的數值，即用 1-9 標度值來定量表示這種相對重要性程度。接著，AHP 將這些數值代進判斷矩陣進行優先向量的計算。Saaty 指出判斷矩陣為一正倒值矩陣，所以判斷矩陣中準則間的關聯數值是比例尺度的關係。因此在「評估」階段，AHP 是經過口語判斷→名目尺度→比例尺度（判斷矩陣中）進行標度值轉換。也就是說，當人們判斷 A 比 B 稍微重要時，AHP 賦予 3 的數值，而在判斷矩陣中兩者的關係是以 A 比 B 重要 3 倍來計算優先向量。但當人們勾選「稍微重要」時其內心的判斷是否為 3 倍，若不是，則 AHP 在指派相對重要性程度的標度值過程中將產生了衡量理論中「系統偏誤」(systematic bias) 的問題。也就是說當一般人認為 A 比 B 「稍微重要」其內心可能認為 A 只比 B 重要一點，譬如重要 1.7 倍，但 AHP 賦予「稍微重要」3 的名目尺度，並在後續優先向量的求解中則是以 A 比 B 重

要 3 倍（比例尺度）來計算。因此在 AHP 的進行過程中產生系統性的偏誤，而一般決策者並不易察覺這種偏誤。

Saaty 雖指出此一判斷的轉換數值只是一個近似值，其有效性必須藉由一致性的檢定來加以把關。但 AHP 一致性的檢定主要是檢定已經轉換後的判斷矩陣中數值比例的一致性，也就是當 A 比 B 重要 3 倍，B 比 C 重要 3 倍，則 A 比 C 是否維持重要 9 倍的一致性關係，而不是口語判斷與轉換成判斷矩陣中的數值的一致性。

AHP 對標度法的轉換問題可能產生一些不合理的決策問題，因此後續學者提出一些修正。有些認為 9 個尺度太多，應予以縮減，如孫家東、蔣德鵬（民 80）提出 C_k 法、何敬之等（民 84）提出（1-5）尺度、徐澤水（民 87）提出（-2, 2）EM 法及林國勝（民 89）提出對數法，其優點均是簡化了判斷訊息，使決策者易於做判斷且訊息亦易於蒐集；然而其缺點卻也造成判斷訊息的損失、一致性的損失及累積優勢度的損失等問題。另有一些學者為了改進標度產生的問題，相繼提出修正標度法。如舒康、梁鎮韓（民 79）提出指數標度法、汪浩、馬達（民 82）提出（10/10, 18/2）標度法與（9/9, 9/1）標度法、郭鵬、鄭唯唯（民 84）提出（5/5, 9/1）標度法、陳遷、王浣塵（民 85）提出合理尺度定義法（如表 4 所示）。這些修正法均將口語判斷轉換為名目尺度後，再依據各自提出的方法將該名目尺度轉換為適當的標度後再代入判斷矩陣中。但何種轉換才是合理，並無一致的共識。

表 4 修正標度法比較表

標度 強弱	(1-9)	指數	(10/10-18/2)	(9/9-9/1)	(5/5-9/1)	合理尺度
同等重要	1	9^0 (1)	10/10(1)	9/9(1)	5/5(1)	1.5^0 (1)
稍微重要	3	$9^{(1/9)}$ (1.277)	12/8 (1.5)	9/7(1.286)	6/4(1.5)	1.5^1 (1.5)
重要	5	$9^{(3/9)}$ (2.08)	14/6 (2.33)	9/5(1.8)	7/3(2.33)	1.5^2 (2.25)
非常重要	7	$9^{(6/9)}$ (4.327)	16/4 (4)	9/3(3)	8/2(4)	1.5^4 (5.06)
絕對重要	9	$9^{(9/9)}$ (9)	18/2 (9)	9/1(9)	9/1(9)	1.5^6 (11.39)
相鄰尺度之中 間值	2,4,	$9^{(1/9)}, 9^{(3/9)},$	11/9,13/7,	9/8,9/6,	6.5/3.5,	$1.5^1, 1.5^2,$
	6,8	$9^{(6/9)}, 9^{(9/9)}$	15/5,17/3	9/4,9/2	7.5/2.5,	$1.5^4, 1.5^6$
通式	k	$9^{(k/9)}$	(9+k)/(11-k)	9/(10-k)	(5+k)/(5-k)	1.5^k
	k=1~9	k=0~9	k=1~9	k=1~9	k=0~4	k=0~9

資料來源：參考整理自林國勝（民 89）

本研究提出問題的根源在 AHP 標度法中從口語判斷→名目尺度→比例尺度進行轉換時產生了前面所說的系統偏誤。因此，本研究將探討人們對「同等重要」、「稍微重要」、「重要」、「非常重要」、「極端重要」各口語判斷的認知標度值是否與 AHP 所賦予的 1,3,5,7,9 有系統偏誤存在，及此系統偏誤所產生的影響，其中研究問題包括：

- (1) 人們認知過程中對 A 要素比 B 要素為「同等重要」、「稍微重要」、「重要」、「非常重要」、「極端重要」各標度的平均認知數值為何？是否異於 Saaty 的 1-9 標度值？
- (2) 觀察應用 AHP 法做決策分析其問卷調查所採用之典型格式一類是「有標度參考值」（如表 5）、另一類是「無標度參考值」（如表 6）。故本文亦探討有、無標度參考值是否影響人們對認知標度值的看法？
- (3) 探討採用「Saaty 1-9 標度值」與「認知標度值」¹所求得之優先向量、排序、一致性比率 (C.R.) 的差異與影響程度為何？

表 5 AHP 法問卷調查之典型格式—有標度參考值

準則	極端不重要	非常不重要	不重要	稍微不重要	同等重要	稍微重要	重要	非常重要	極端重要	準則
	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	
A				v						B
B			v							C
C									v	A

表 6 AHP 法問卷調查之典型格式—無標度參考值

準則	極端不重要	非常不重要	不重要	稍微不重要	同等重要	稍微重要	重要	非常重要	極端重要	準則
A				v						B
B			v							C
C									v	A

¹ 本研究中透過問卷調查所得之標度值，稱為認知標度值。

2. 研究方法

本研究問題之研究方法包含問卷調查方法及資料分析方法等，其中資料分析方法有敘述性與推論性統計分析、亂數分析等，研究架構列示如圖 1。

2.1 問卷設計與調查方法

考慮一般人均會面臨決策的情況，假設每個人均能清楚區別事物相對重要性的程度，問卷設計主要調查當受測者勾選 A 比 B 「同等重要」、「稍微重要」、「重要」、「非常重要」、「極端重要」時其內心認為 A 比 B 重要幾倍。典型問題為「當您覺得 A 比 B 是『稍微重要』時，妳認為 A 比 B 重要幾倍？」（詳如附錄 A,B）問卷完成後實施前測 (Pilot Test)，共發出 20 份，回收 19 份。由於本問卷為開放式問卷，故對受試者所填之標度值之有效性做下列之定義：

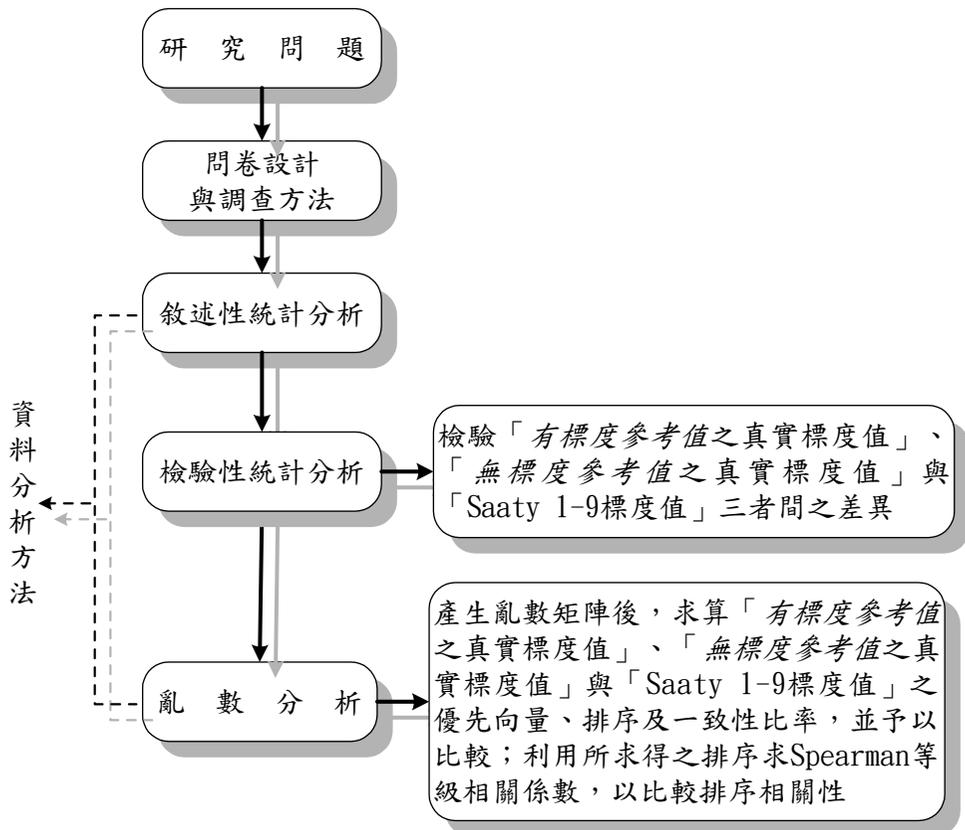


圖 1 研究架構圖

- (1) 若受試者對 A 要素（或方案）比 B 要素（或方案）是「同等重要」所賦予的重要性強度倍數值不為「1」者，則該問卷視為無效問卷。
- (2) 若受試者對 A 要素（或方案）比 B 要素（或方案）是「同等重要」、「稍微重要」、「重要」、「非常重要」、「極端重要」等五個等級所賦予的重要性強度之倍數值無由小至大遞增的排序觀念（如 1,5,2,4,3）者，則該問卷視為無效問卷。
- (3) 若受試者對 A 要素（或方案）比 B 要素（或方案）是「同等重要」、「稍微重要」、「重要」、「非常重要」、「極端重要」等五個等級所賦予的重要性強度倍數值，有填寫不清（無確實數值）者，此問卷視為無效問卷。

接著以方便抽樣 (Convenience Sampling) 方式對國防管理學院學員及空軍修復中隊人員進行正式調查測驗，共計發放 800 份問卷。

2.2 資料分析方法

本研究資料係共分為三個部份：

2.2.1 敘述性統計分析：

計算問卷中各項資料之次數分配、百分比等基本統計，並計算「同等重要」、「稍微重要」、「重要」、「非常重要」、「極端重要」之各標度值平均數、標準差。

2.2.2 檢驗性統計分析

針對「有標度參考值之認知標度值」、「無標度參考值之認知標度值」與「Saaty 標度值」三者交互檢驗「稍微重要」、「重要」、「非常重要」、「極端重要」四等級標度值是否有差異。

- (1) 假設「有標度參考值」之「稍微重要」、「重要」、「非常重要」、「極端重要」標度值平均數分別等於 Saaty3、5、7、9 之標度值做假設檢定，令顯著水準 $\alpha = 0.01$ 並利用標準檢定統計量檢驗。
- (2) 假設「無標度參考值」之「稍微重要」、「重要」、「非常重要」、「極端重要」標度值平均數分別等於 Saaty 3、5、7、9 之標度值做假設檢定，以瞭解「無標度參考值之認知標度值」是否異於 Saaty 標度值。
- (3) 針對「有標度參考值」與「無標度參考值」之標度值平均數做差異檢定，以瞭解兩者之標度值平均數是否有差異。本研究利用 Microsoft Excel 2000 中之「z 檢定：兩個母體平均數差異檢定」計算。

2.2.3 亂數分析

為探討 AHP 所使用的標度值與一般人對口語的認知值的系統偏差對最終排序的影響，本文依不同秩的矩陣（3×3、4×4、5×5、6×6、7×7、8×8，計六種矩陣）產生不同個數之 1~17 整數亂數（各 1,000 組），然後分別對應成「Saaty 1-9 標度值」及問卷所得之「有標度參考值之認知

標度值」與「無標度參考值之認知標度值」，(對應數值如表 9 所示)，以構成「Saaty 標度比較矩陣」、「有標度參考值之真實標度比較矩陣」與「無標度參考值之真實標度比較矩陣」。依上述各組建立的比較矩陣，利用 Microsoft Excel 2000 分別求算優先向量、排序、一致性比率，及利用排序結果計算 Spearman 等級相關係數 (rs)，以比較「有標度參考值之認知標度值」、「無標度參考值之認知標度值」與「Saaty 標度值」之排序相關性。其分析流程說明如下：(流程圖如圖 2 所示)

(1) 產生亂數組：

由於建立成對比較矩陣時，在 n 個評估準則下決策者所需判斷次數為 $n(n-1)/2$ 次 (即成對比較矩陣之上三角部份)，所以在實驗分析上首先依評估準則多寡 (3、4、5、6、7、8 個) 利用 Excel 亂數函數分別產生數量不同之 1~17 整數亂數各 1,000 組亂數值。

(2) 構成亂數矩陣：

將前一步驟依不同評估準則數量下分別產生之 1,000 組亂數 (亂數值為介於 1 至 17 之整數)，分別對應成「Saaty 1-9 標度值」、「有標度參考值之認知標度值」與「無標度參考值之認知標度值」之評點值。由於 AHP 法之比較矩陣具有正倒值矩陣性質，所以產生之評點值填入上三角 (upper triangular) 部份，而下三角 (lower triangular) 部份為上三角數值之倒數 (即 $a_{ji} = 1/a_{ij}$)。

(3) 計算優先向量、排序與一致性比率：

藉由產生之比較矩陣，分別以列向量幾何平均值計算優先向量及獲得排序與一致性比率。

(4) 一致性比率比較：

依個別求得之一致性比率，比較在不同秩的矩陣下，「Saaty 標度之比較矩陣」、「有標度參考值之真實標度比較矩陣」與「無標度參考值之真實標度比較矩陣」，其一致性比率值之差異性。

(5) 排序相關性分析：

由於 AHP 法是在給定的準則下，求出可行方案優先向量的權重以供決策參考。就決策者而言，權重的大小就是方案的重要等級或是採行的優先順序。因此，在排序相關性分析時，吾人將優先向量改以順序等級(rank)的形式後，應用統計無母數中的 Spearman 等級相關檢定(rank correlation test)進行相關性分析。其中 Spearman 等級相關係數 (rs) 公式及說明如下：

公式：

$$rs = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

其中 d_i ：兩組對應的等級向量排序的差距；
 i ：1~ n 之自然數。

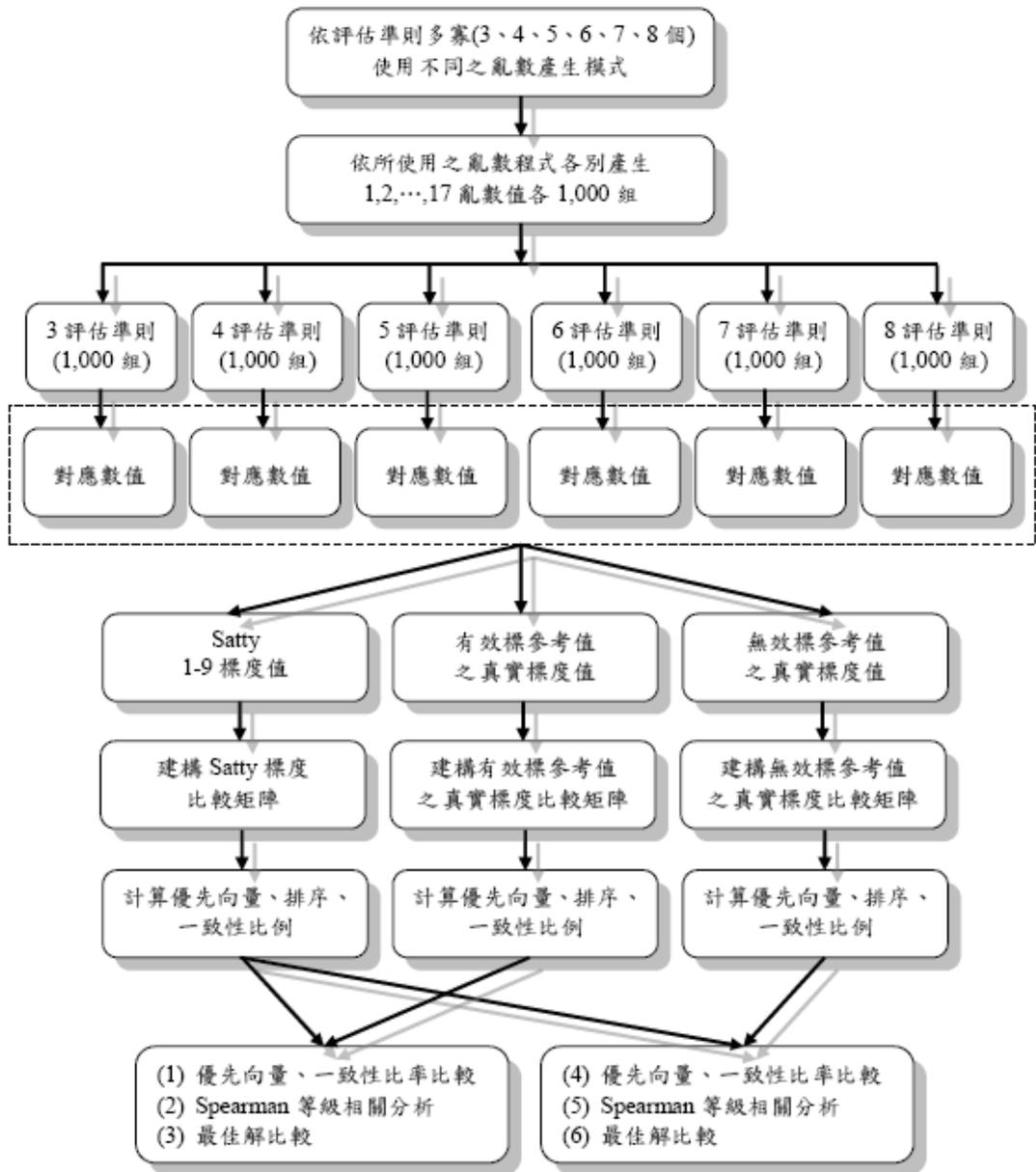


圖 2 亂數分析流程圖

說明：

Spearman 等級相關係數值等於 1 (即 $rs = 1$) 時，代表兩種方法求得之排序一致，無任何差異；相對地，隨著 rs 值的減小，代表著兩矩陣求得之排序不一致性愈高。

(6) 最佳解之比較：

對於決策者而言，決策分析工具是否有正確的排序也許不是最重要的要求，而是該工具是否能正確標示出最佳解(排序第一之方案)。因此，本研究進一步的分析在 1000 組矩陣中用 Saaty 之標度值所指出之最佳解是否與認知標度值所得之最佳解一致，並統計有多少組未能標示出最佳解。

3. 結果分析與討論

3.1 敘述性統計分析

3.1.1 樣本結構分析

本研究的樣本結構如下：男性(484人，佔82.31%)、女性(104人，佔17.69%)；學歷部分以大專人數最多(278人，佔47.27%)，其次為高中(職)以下(208人，佔35.37%)；年齡層以20至29歲居多(310人，52.72%)，20歲以下人數最少(41人，6.97%)；回收問卷中具標度參考值(272人，佔46.25%)、不具標度參考值(316人，佔53.74%)；另知道AHP法如何應用在決策問題之分析上(149人，佔25.34%)、不知道AHP法如何應用在決策問題之分析上(439人，佔74.66%)。

3.1.2 標度值表現

有標度參考值、無標度參考值之「同等重要」、「稍微重要」、「重要」、「非常重要」、「極端重要」平均數與標準差與整體平均如表7。

3.1.3 標度值檢驗性統計分析

「有標度參考值」、「無標度參考值」與 Saaty 標度值在「稍微重要」、「重要」、「非常重要」、「極端重要」標度值之交互檢驗結果如表8。

在 $\alpha=0.01$ 顯著水準下，若 $|z|>2.58$ 則可拒絕虛無假設，接受兩者不相同之假設。表8顯示不管是有標度參考值或沒有，我們都可接受人們在「稍微重要」、「重要」、「非常重要」之認知標度值都與 Saaty 之3、5、7有顯著的不同，也就是在口語判斷轉換成 Saaty 標度值時確實存在了系統性誤差。從表7之標準差，人們在「稍微重要」、「重要」的看法較收斂一致(標準差較小)，而越往極端則看法越分散，在「極端重要」的整體平均值(樣本數為588)雖為9.48，但其標準差則高達11.73，造成在「極端重要」的標度值不顯著，可見人對極端邊界點的認知有很大的差異。

在「有標度參考值」與「無標度參考值」之標度值平均數則在「稍微重要」、「重要」有差異，在「非常重要」與「極端重要」則無法拒絕兩者相同之虛無假設。同時有顯著差異之「稍

表 7 標度值統計表

有標度參考值之標度值 (樣本數: 272)					
	同等重要	稍微重要	重要	非常重要	極端重要
平均數	1.00	1.98	3.38	5.35	9.82
標準差	0.00	0.61	1.14	1.98	11.41
無標度參考值之標度值 (樣本數: 316)					
	同等重要	稍微重要	重要	非常重要	極端重要
平均數	1.00	1.81	3.08	5.10	9.19
標準差	0.00	0.52	1.11	4.08	11.99
標度值之整體平均 (樣本數: 588)					
	同等重要	稍微重要	重要	非常重要	極端重要
平均數	1.00	1.89	3.22	5.22	9.48
標準差	0.00	0.57	1.13	3.28	11.73

表 8 標度值異同之假說檢驗表

	<i>H₀</i> : 有標度參考值之標度值與 Saaty 標度值 3、5、7、9 同	<i>H₀</i> : 無標度參考值之標度值與 Saaty 標度值 3、5、7、9 同	<i>H₀</i> : 有標度參考值與無標度參考值之標度值同
稍微重要	Z=-27.58*	Z=-40.68*	Z=3.438*
重要	Z=-23.44*	Z=-30.75*	Z=3.300*
非常重要	Z=-13.74*	Z=-8.28*	Z=0.984
極端重要	Z=1.19	Z=0.28	Z=0.652

*達 1% (or 0.01) 顯著水準

微重要」、「重要」在「有標度參考值」之平均值為 1.98 及 3.38 較「無標度參考值」之 1.81 及 3.08 較接近標度參考值的 3 及 5。這可能是因為有標度值可參考而偏向於參考的標度值，即所為拋錨效應 (anchoring effect)，也就是人的判斷會受參考點的影響。

3.1.4 亂數分析

從亂數產生之 1~17 整數分別對應到「Saaty 標度值」、「有標度參考值之認知標度值」及「無標度參考值之認知標度值」，如表 9，各別求出其比較矩陣之優先向量、一致性比率及排序後，再予以分析比較。

(1) 藉由整理 Spearman 等級相關係數等於與小於 1 之樣本數 (如表 10)，可知在 1,000 組樣本中， r_s 等於 1 之個數會隨著矩陣的增大而減少，即「Saaty 1-9 標度值」之排序會因矩陣增

表 9 Saaty 標度值、有標度參考值、無標度參考值之認知標度值對應表

亂數產生之值	Saaty 標度值	有標度參考值之認知標度值	無標度參考值之認知標度值
1	1/9	1/9.820	1/9.190
2	1/8	1/7.587	1/7.144
3	1/7	1/5.353	1/5.098
4	1/6	1/4.369	1/4.088
5	1/5	1/3.384	1/3.078
6	1/4	1/2.680	1/2.446
7	1/3	1/1.976	1/1.813
8	1/2	1/1.488	1/1.407
9	1	1.000	1.000
10	2	1.488	1.407
11	3	1.976	1.813
12	4	2.680	2.446
13	5	3.384	3.078
14	6	4.369	4.088
15	7	5.353	5.098
16	8	7.587	7.144
17	9	9.820	9.190

表 10 Spearman 等級相關係數 r_s 等於 1 與小於 1 之樣本數統計表

	3x3	4x4	5x5	6x6	7x7	8x8
r_s 等於 1 之個數 (有標度參考值)	916	778	659	508	378	290
r_s 小於 1 之個數 (有標度參考值)	84	222	341	492	622	710
r_s 等於 1 之個數 (無標度參考值)	897	749	608	447	320	228
r_s 小於 1 之個數 (無標度參考值)	103	251	392	553	680	772

大而與「認知標度值」之排序，有愈來愈不相同的現象，因此建議採用「認知標度值」以減少排序不一致的情況產生。

- (2) 觀察 3×3、4×4、5×5、6×6、7×7、8×8 六種矩陣之 1,000 組樣本中，在不同秩的矩陣下，有 47 至 106 組發生在「有標度參考值之認知標度值」下所得為最佳方案，而以「Saaty 1-9 標度值」所得卻不為最佳方案，及有 50 至 125 組發生「無標度參考值之認知標度值」下所得為最佳方案，而「Saaty 1-9 標度值」所得卻不為最佳方案，因此此排序不一致的問題值得使用者注意。
- (3) 藉由比較「Saaty 1-9 標度值」與「認知標度值」之一致性比率（如表 12），可知隨著判斷矩陣增大，「認知標度值」一致性比率較「Saaty 標度」一致性比率小之機率有愈來愈大的趨勢，顯示「認知標度值」在矩陣愈大時愈應被採用，以增加判斷之一致性。

4. 結論與建議

- (1) 問卷調查結果顯示，決策者認為 A 因素比 B 因素「稍微重要」、「重要」、「非常重要」、「極端重要」之「有標度參考值之認知標度值」平均數分別是 1.976、3.384、5.353、9.820，「無標度參考值之認知標度值」平均數分別是 1.813、3.078、5.098、9.190，它們與 Saaty「稍微重要」、「重要」、「非常重要」之標度值 3、5、7 明顯不同，也就是在口語判斷轉換成 Saaty 標度值時確實存在系統性偏誤。其造成原因除了「同等重要」、「稍微重要」、「重要」、「非常重要」、「極端重要」在人的認知體系中並非線性比例關係外，也可能是口語判斷結果之中、英文用字字意不同或文化上的差異，使得在標度值的認知上有所差距，故建議可針對中文的口語判斷所得的名目尺度以認知標度值予以轉換以符合人的認知。當然實際的認知標度值可

表 11 真實標度所得為最佳方案而 Saaty 標度所得卻不為最佳方案之個數統計表

	3x3	4x4	5x5	6x6	7x7	8x8
真實標度所得為最佳方案而 Saaty 標度卻不為最佳解（有標度參考值）	47	57	89	89	97	106
真實標度所得為最佳方案而 Saaty 標度卻不為最佳解（無標度參考值）	50	67	107	108	113	125

表 12 「Saaty 1-9 標度值」與「認知標度值」一致性比率比較表

	3x3	4x4	5x5	6x6	7x7	8x8
真實標度一致性比率比 Saaty 標度一致性比率小之個數（有標度參考值）	807	918	979	1,000	1,000	1,000
真實標度一致性比率比 Saaty 標度一致性比率小之個數（無標度參考值）	819	933	991	1,000	1,000	1,000

能需要更進一步的探討或以更大的樣本數來提升其精確度。或者在兩兩比較時，直接賦予 A 因素比 B 因素重要幾倍的比例尺度，無需從名目尺度轉為比例尺度時產生系統偏誤，當然這樣也失去 AHP 強調一般人對口語判斷便利性的原意。

- (2) 本研究中得知在有標度參考值與無標度參考值之情況下所得稍微重要與重要之標度值平均數是有差異的，其可能的原因除拋錨效應的影響外，亦可能是 AHP 法問卷調查之典型格式在設計上有偏誤，因此建議可針對調查表設計上進行改良，以符合口語判斷即是數值判斷結果，減少產生系統性的誤差問題。
- (3) 經亂數分析，其所得之 Spearman 等級相關係數 (rs) 結果顯示如下：
- 1) 在 1,000 組樣本中， rs 等於 1 之個數會隨著矩陣的增大而減少，即「Saaty 1-9 標度值」之排序會因矩陣增大而與「認知標度值」之排序有愈來愈不相同的現象，因此建議採用「認知標度值」以減少排序不一致的情況產生。
 - 2) 隨著判斷矩陣增大，「認知標度值」C.R.值較「Saaty 1-9 標度值」C.R.值小之機率有愈來愈大的趨勢，顯示「認知標度值」在矩陣愈大時愈應被採用，以增加判斷之一致性。
- (4) 就方法論言，Saaty 標度值的系統偏誤所造成最佳解的標示誤差約在 4.7%~12.5%之間。就目的論觀點，此系統偏誤通常不為決策者所瞭解，因此容易造成決策誤導而不知。

附錄 A：有標度參考值之問卷

問卷題目

Thomas L. Saaty AHP 法之評比標度表

重要性強度	定義	說明
1	同等重要	您認為 A 與 B 對您的目標有相同貢獻
3	稍微重要	您認為 A 比 B 稍微重要
5	重要	您認為 A 比 B 重要
7	非常重要	您認為您對 A 有強烈的偏好
9	極端重要	您認為 A 之重要性絕對凌駕於 B

當您面對任何事物要做決定時，假設您要比較其中的 A、B 兩個要素（或方案），請您對 A 要素（方案）比 B 要素（方案）是「同等重要」、「稍微重要」、「重要」、「非常重要」、「極端重要」等五個等級賦予其重要性強度“倍數值”（倍數值不受限制）。

1. 當您覺得 A 與 B 是「同等重要」時，您認為 A 比 B 重要幾倍？ 答：__倍
2. 當您覺得 A 比 B 是「稍微重要」時，您認為 A 比 B 重要幾倍？ 答：__倍

3. 當您覺得 A 比 B 是「重要」時，您認為 A 比 B 重要幾倍？ 答：__倍
4. 當您覺得 A 比 B 是「非常重要」時，您認為 A 比 B 重要幾倍？ 答：__倍
5. 當您覺得 A 比 B 是「極端重要」時，您認為 A 比 B 重要幾倍？ 答：__倍

附錄 B：無標度參考值之問卷

問卷題目

Thomas L. Saaty AHP 法之評比標度表

定義	說明
同等重要	您認為 A 與 B 對您的目標有相同貢獻
稍微重要	您認為 A 比 B 稍微重要
重要	您認為 A 比 B 重要
非常重要	您認為您對 A 有強烈的偏好
極端重要	您認為 A 之重要性絕對凌駕於 B

當您面對任何事物要做決定時，假設您要比較其中的 A、B 兩個要素（或方案），請您對 A 要素（方案）比 B 要素（方案）是「同等重要」、「稍微重要」、「重要」、「非常重要」、「極端重要」等五個等級賦予其重要性強度“倍數值”（倍數值不受限制）。

1. 當您覺得 A 與 B 是「同等重要」時，您認為 A 比 B 重要幾倍？ 答：__倍
2. 當您覺得 A 比 B 是「稍微重要」時，您認為 A 比 B 重要幾倍？ 答：__倍
3. 當您覺得 A 比 B 是「重要」時，您認為 A 比 B 重要幾倍？ 答：__倍
4. 當您覺得 A 比 B 是「非常重要」時，您認為 A 比 B 重要幾倍？ 答：__倍
5. 當您覺得 A 比 B 是「極端重要」時，您認為 A 比 B 重要幾倍？ 答：__倍

參考文獻

- 何敬之、藍筱蘋、劉仁智，「多評準則決策—分析層級程序法尺度之研究」，管理科學學報，第十二卷第一期，民國 84 年，127-152 頁。
- 汪浩、馬達，「層次分析標度評價與新標度方法」，系統工程理論與實踐，第十三卷第五期，民國 82 年，24-26 頁。
- 林國勝，「AHP 標度評價與新標度法之研究」，國防管理學院國防決策科學研究所未出版碩士論文，民國 89 年。
- 孫家東、蔣德鵬，「層次分析法中一致性判斷矩陣的構造方法」，東南大學學報，第二十一卷第

三期，民國 80 年，69-75 頁。

徐澤水，「層次分析新標度法」，系統工程理論與實踐，第十八卷第十期，民國 87 年，75-78 頁。

郭鵬、鄭唯唯，「AHP 應用的一些改進」，系統工程，第十三卷第一期，民國 84 年，28-31 頁。

陳遷、王浣塵，「AHP 方法判斷尺度的合理定義」，系統工程，第十四卷第五期，民國 85 年，18-20 頁。

舒康、梁鎮韓，「AHP 中的指數標度法」，系統工程理論與實踐，第十卷第一期，民國 79 年，6-8 頁。

Belton, V. and Gear, T., "On a Short-coming of Saaty's Method of Analytic Hierarchiesv," *Omega*, Vol. 11, No. 3, 1983, pp. 228-230.

Dyer, J. S., "Remarks on the Analytic Hierarchy Process," *Management Science*, Vol. 36, No. 3, March 1990, pp. 249-258.

Saaty, T. L., "Rank from Comparisons and from Ratings in the Analytic Hierarchy/Network Process," *European Journal of Operational Research*, Vol. 168, Iss. 2, 2006, pp. 557-570.

Saaty, T. L., *Decision Making For Leader*, 3rd ed., Pittsburgh: RWS Publication, 2000.

Simon, H. A., *Administrative Behavior*, 4th ed., New York: The Free Press, 1997.