

# 量化及質化多準則決策運用於產業投資優勢評估

## Multiple Quantitative and Qualitative Criteria Decision Making for Industry Investment Advantageous Evaluation

林進財<sup>1</sup> 張哲維<sup>2</sup> 陳啟斌<sup>3</sup>

(Received: Dec. 27, 2004 ; Accepted: Mar. 10, 2005)

### 摘要

本文旨在探討如何從諸多投資產業中，選擇最佳的投資方案。在多目標決策法中，當要選擇方案時，大都是由主觀的判斷或是複雜的計算來處理，如此並無法讓決策者做整體性之判斷。因此，本文首先使用去模糊法將質化準則轉化成量化值，再運用熵測度來計算評估準則之客觀相對權重。最後，再使用灰色關聯決策分析法來分析及評估各產業間之關聯度，藉由關聯度分析做整體性之投資方案評估來篩選最佳投資方案。

**關鍵字：**灰色關聯分析、熵測度、多目標決策法、模糊理論

### Abstract

The purpose of this paper is to investigate how to select the best alternative from many alternatives based on the multiple quantitative and qualitative criteria. In this paper, defuzzing method is firstly applied to deal the qualitative criteria, and then combined with the quantitative criteria into the method of grey relational analysis to evaluate the degree of grey relation. This degree can then be used to determining the best alternative. Finally, an implementing case of industry investment was used to verifying the feasibility of this decision making analysis method in selecting the best industry investment.

**Keywords:** grey relational analysis, entropy method, multi-criteria decision methods, fuzzy set theory

## 1. 緒論

產業之投資方案有可能需要大量資金與風險評估，在這些產業中選擇最佳的投資方案是一個多目標決策問題。多目標決策問題，Zeleny(1982)用多目標簡捷法(multi-objective simplex method)求解；Srinivassan and Shocker(1973)利用決策者偏好指數，透過線性規劃模式找出最佳解；Briggs et al.(1990)提出偏好序列組織法(Performance

<sup>1</sup>元培科學技術學院經營管理研究所

<sup>2</sup>元培科學技術學院資訊管理系

<sup>3</sup>國立東華大學國企所

Ranking Organization Methods for Enrichment Evaluation), 此法首先建立一般化準則的偏好函數, 然後以流量方式評估方案之優先順序。此法不僅依順序排名, 同時彌補 Srinivassan and Shocker(1973)所得結果不具審慎性之缺點。Saaty(1988)和 Zahedi(1986)指出層級程序分析(Analytic Hierarchy Process; AHP)法, 解決層層相關之評估問題。Deng et al.(2000) 和 Hwang and Yoon(1981) 均指出優先順位排序法(technique for order preference by similarity to ideal solution; TOPSIS)可解決一般和特殊的多層性決策問題。此外, 在評估準則方面, 可以分為量化資料及質化資料, 由於若要以多準則決策分析來進行方案評選時, 必須要將決策方案的各種資訊加以整合, 成為可以衡量的數值。因此, 本文藉由去模糊法(Chen and Klein, 1997a; Chen and Klein, 1997b)將質化資料轉為可衡量的量化資料, 而之所以利用去模糊的方式來處理質化資料, 是由於一般在處理質化資料時賦予衡量值的方式過於主觀(例如: 非常不滿意、稍微不滿意、普通、稍微滿意、非常滿意, 通常賦予 1、2、3、4、5 的衡量值)。因此, 本文藉由模糊的概念, 將各種語意轉化為 [0, 1] 之間的歸屬程度, 希望能夠透過歸屬函數得到較為客觀的衡量值。最後, 再利用灰色關聯決策分析法來進行多準則決策分析, 並針對甘肅省蘭州交易會組織委員會(1997)收錄之產業及投資方案, 做投資決策分析與評估。

## 2. 灰色關聯分析法

鄧聚龍(1982)提出灰色系統理論, 主要目的是在研究系統模型之不確定性、資訊不完全及運行狀況不清楚下, 來做系統的關聯分析、模型建立、預測及決策。灰色系統理論對事務的不確定性、多變量性輸入及離散的數據能做有效的處理(史開泉等, 1994; 吳漢雄等, 1996; 易德生和郭萍, 1992; 傅立, 1992; 鄧聚龍, 1987; Deng, 1989)。本文利用其中的灰色關聯度分析與決策, 來對產業投資方案做投資評估與決策分析。

灰色關聯度分析在探討兩個數列間之關聯程度, 利用離散測度方式, 來做距離之量度。其計算步驟如下(史開泉等, 1994; 吳漢雄等, 1996; 易德生和郭萍, 1992; 傅立, 1992; 鄧聚龍, 1987):

### (1) 灰色關聯度之計算

灰色關聯分析, 用來計算含有  $K$  個元素之參考數列  $X_0$  與  $N$  個比較數列  $X_1, X_2, \dots, X_N$  間之相關程度。其表示如下:

$$\begin{aligned} X_0 &= (X_0(1), X_0(2), \dots, X_0(j), \dots, X_0(K)) \\ &\quad \vdots \\ X_i &= (X_i(1), X_i(2), \dots, X_i(j), \dots, X_i(K)) \\ &\quad \vdots \\ X_N &= (X_N(1), X_N(2), \dots, X_N(j), \dots, X_N(K)) \end{aligned}$$

首先利用(1)式計算參考數列  $X_0$  與比較數列  $X_i$  在  $j$  點之關聯係數  $\gamma_i(j)$

$$\gamma_i(j) = \frac{\Delta \min + \Delta \max}{\Delta_{oi}(j) + \Delta \max}, \quad (1)$$

其中  $\Delta_{oi}(j)$  = 數列  $X_0$  與  $X_i$  在第  $j$  個數值差之絕對值，即  $\Delta_{oi}(j) = |X_0(j) - X_i(j)|$ ， $\Delta \max = \max_i \max_j \Delta_{oi}(j)$  及  $\Delta \min = \min_i \min_j \Delta_{oi}(j)$ 。本文為投資方案各準則指標權重之計算，於準則指標加入權重後再取各關聯係數之平均值，來表示灰色關聯度  $\Gamma_i$ ：

$$\Gamma_i = \sum_{j=1}^K w_j \gamma_i(j). \quad (2)$$

其中  $w_j$  為第  $j$  個準則指標之權重，其衡量可使用熵測度(entropy method)。

(2) 數據無因次化處理

使用灰色關聯方法前，數據處理方式可分為三個部分：

(i) 望大之形式(即希望目標值愈大愈好)

$$\gamma_i^*(j) = \frac{X_i(j) - \min_j X_i(j)}{\max_j X_i(j) - \min_j X_i(j)}, \quad (3)$$

其中  $\max_j X_i(j)$  和  $\min_j X_i(j)$  分別表示，某一數列或某一準則指標之最大值及最小值。

(ii) 望小之形式(即希望目標值愈小愈好)

$$\gamma_i^*(j) = \frac{\max_j X_i(j) - X_i(j)}{\max_j X_i(j) - \min_j X_i(j)} \quad (4)$$

(iii) 望目之形式 (即希望目標值，介於最大值與最小值之間，設目標值為  $ob$ )

如果  $\min_j X_i(j) \leq X_{ob}(j) \leq \max_j X_i(j)$  時，則  $\gamma_i^*(j) = \frac{|X_i(j) - X_{ob}(j)|}{\max_j X_i(j) - \min_j X_i(j)}$ ；

如果  $\max_j X_i(j) \leq X_{ob}(j)$  時，則  $\gamma_i^*(j) = \frac{X_i(j) - \min_j X_i(j)}{X_{ob}(j) - \min_j X_i(j)}$ ，或

如果  $X_{ob}(j) \leq \min_j X_i(j)$  時，則  $\gamma_i^*(j) = \frac{\max_j X_i(j) - X_i(j)}{\max_j X_i(j) - X_{ob}(j)}$ 。

其中  $X_{ob}(j)$  為第  $j$  個數值之目標值。在多屬性決策中，此法可同時計算發生多個訊息之優先次序，並給予不同訊息之相對權重。

### (3) 熵測度

Hwang and Yoon(1981)指出熵測度可以以實際所量測之資料或數據，來估算每一個訊息之客觀權重。由於屬性所來測出來之量測值因量測單位不同，而無法在同一基礎上做訊息之揭露。因此，Cheng(1996)、Jee and Kang(2000)及Xu(2004)以第  $j$  個決策屬性所量測出來之值，加總後成為該屬性之總訊息量，然後再求出第  $i$  個決策方案之相對訊息量。陳啟斌等(2000)、陳啟斌與林進財(民91)及Bhabani and Bijwe(2004) 則在實驗法中，量測第  $j$  個品質特性(即屬性)之實驗所量測出來之數值，加總屬性之係數後成為該品質特性之總資訊量，然後再求出在第  $i$  個實驗之相對訊息量。此一用意可將屬性去單位化，即標準化(Data Normalization)。決策屬性  $j$  之量測標準化之結果，以  $r_i(j)$  來表示。本文藉由 Hwang and Yoon(1981)所提之  $r_i(j)$  標準化及熵測度，來計算投資方案準則指標之相對權重，其定義如下：

$$E_j = -k \sum_{i=1}^N r_i(j) \log r_i(j). \quad (5)$$

其中  $E_j$  介於 0 1 之間;  $r_i(j) = \frac{x_i(j)}{\sum_{i=1}^N x_i(j)}$ , 及  $k = \frac{1}{\log N}$ .

第  $j$  個準則指標之權重  $w_j$  定義如下：

$$w_j = \frac{1 - E_j}{\sum_{j=1}^K (1 - E_j)}. \quad (6)$$

## 3. 去模糊法

Huang(1989), Mabuchi(1988) and Yuan's(1991)等利用兩模糊數之減法與  $\alpha$ -cut 方式之運算，求得新的明確數(crisp number)，其中以 Huang(1989)的方法較為簡單(Hwang and Yoon, 1981)。Huang(1989)利用兩模糊數在模糊減法運算後得一新模糊數，此新模糊數能在垂直軸上被分成兩個區域，在正區域(垂直軸右方)以  $A^+$  表示，負區域(垂直軸左方)以  $A^-$  表示，然後由這兩個區域可以算出此兩比較模糊數之差異指標，此即為一明確數。Chen and Klein (1997a, 1997b)之去模糊法則，利用此概念而將模糊數轉化為一明確數，在圖 1 中任意給一個模糊數  $\tilde{x}$ ，假設  $\tilde{x}_{\alpha_0}, \tilde{x}_{\alpha_1}, \dots, \tilde{x}_{\alpha_n}$  是  $\tilde{x}$  屬於  $\alpha$ -level 區間數並符合下列

性質：

性質 1.

(1)  $\tilde{x}_{\alpha_i} = [l_i, r_i], i = 0, 1, \dots, n$ ,  $l_i$  是  $\tilde{x}_{\alpha_i}$  的左邊界， $r_i$  是  $\tilde{x}_{\alpha_i}$  的右邊界。

(2)  $\alpha_0 = 0$ ,  $\alpha_n = h_{\tilde{X}}$  (或 1) 且  $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n$  有連續嚴格遞增性質。

(3) 每兩相鄰  $\alpha$ -level 之距離值是相等, 即  $\alpha_i - \alpha_{i-1} = \alpha_k - \alpha_{k-1}, \forall_i, k \in \{1, 2, 3, \dots, n\}$ 。

令  $\mu_{\tilde{X}}(x)$  是定義於實數  $\mathbf{R}$  之模糊數  $\tilde{X}$  之隸屬函數。Choobineh and Li(1993) 定義, 模糊數  $\tilde{X}$  之  $\alpha$ -cut 之左邊界和右邊界分別為  $\tilde{X}_\alpha^L(x)$  和  $\tilde{X}_\alpha^R(x)$ ,  $0 \leq \alpha \leq h_{\tilde{X}}$ , 其中  $h_{\tilde{X}}$  是  $\tilde{X}$  的最高處。如果  $\tilde{X}_\alpha$  為不可數或有連續性, 則

$$\tilde{X}_\alpha^L(x) = \min \{x | x \in \tilde{X}\}, 0 \leq \alpha \leq h_{\tilde{X}} \text{ 且}$$

$$\tilde{X}_\alpha^R(x) = \max \{x | x \in \tilde{X}\}, 0 \leq \alpha \leq h_{\tilde{X}}$$

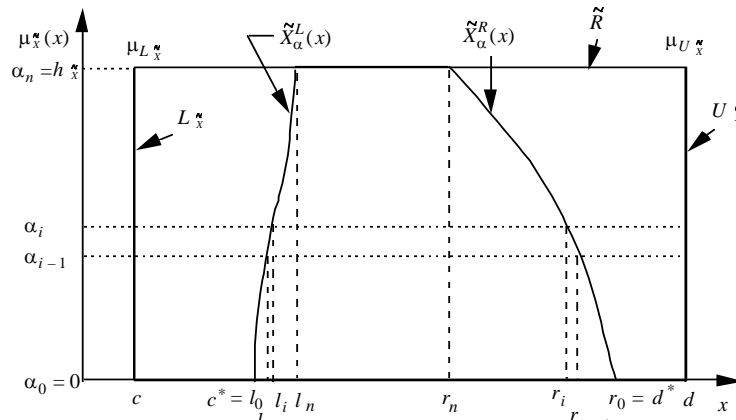


圖 1  $\tilde{X}$  之  $\alpha$ -Level 的左邊限  $\tilde{X}_\alpha^L(x)$  和右邊限  $\tilde{X}_\alpha^R(x)$  的值, 及  $\tilde{X}$  的最高  $h_{\tilde{X}}$  和其極大和極小屏障,  $U_{\tilde{X}}$  和  $L_{\tilde{X}}$

此外, 他們還定義了極大和極小屏障如下:

定義 1.

$U_{\tilde{X}}$  為  $\tilde{X}$  之明確極大屏障, 其可被表示為  $\mu_{U_{\tilde{X}}}(x) = h_{\tilde{X}} / d$ , 其中  $\max_{\alpha} \{\tilde{X}_\alpha^R(x)\} = d^* \leq d < \infty$ 。

定義 2.

$L_{\tilde{X}}$  為  $\tilde{X}$  之明確極小屏障, 其可被表示為  $\mu_{L_{\tilde{X}}}(x) = h_{\tilde{X}} / c$ , 其中  $0 \leq c \leq c^* = \max_{\alpha} \{\tilde{X}_\alpha^L(x)\}$ 。

從 Huang(1989)之模糊減法得知,  $\forall_j = 1, 2, 3, \dots, m$ ,  $\tilde{X}_j$  表第  $j$  個模糊數, 則  $\tilde{X}_j \langle - \rangle \tilde{R}$  或  $(\mu_{\tilde{X}_j \langle - \rangle \tilde{R}}(x))$  為模糊數  $\tilde{X}_j$  和參考矩形  $\tilde{R}$  相減, 其中,  $\tilde{R}$  是由極大屏障  $U_{\tilde{X}}$  和極小屏障  $L_{\tilde{X}}$  間的距離所形成之模糊數, 而  $-$  表示模糊數減法。  $\tilde{R}$  模糊數如圖 1 所示。  $\mu_{\tilde{X}_j \langle - \rangle \tilde{R}}(x)$  為  $\tilde{X}_j \langle - \rangle \tilde{R}$  的隸屬函數,  $A_{j_r}^+$  是  $\tilde{X}_j \langle - \rangle \tilde{R}$  之正區域,  $A_{j_r}^-$  是  $\tilde{X}_j \langle - \rangle \tilde{R}$  之負區域,  $A_{j_r}$  是  $\tilde{X}_j \langle - \rangle \tilde{R}$  之全區域。在

此定義  $I(\tilde{X}_j, \tilde{R})$  是  $\tilde{X}_j \langle - \rangle \tilde{R}$  之差異指標，其計算式如下所示：

$$I(\tilde{X}_j, \tilde{R}) = I_{jr} = \frac{A_{jr}^+}{A_{jr}^+ + A_{jr}^-} = \frac{A_{jr}^+}{A_{jr}^+}. \quad (7)$$

愈大差異之指標值，其值愈能顯現出其差異。

以下為 Chen and Klein(1997a, 1997b)去模糊法，將(7)式簡化處理而得如下之過程：假設模糊數  $\tilde{X}$  和參考矩形  $\tilde{R}$  之區間減法，在  $\alpha_i$  level 定義如下：

$$\begin{aligned} \tilde{X}_{\alpha_i} \langle - \rangle \tilde{R} &= [l_i, r_i] [-] [c, d] \\ &= [l_i - d, r_i - c], \quad i = 0, 1, 2, \dots, n. \end{aligned}$$

其中  $[-]$  表示區間減法(Kaufmann and Gupta, 1991)

$\tilde{X}_j \langle - \rangle \tilde{R}$  的差異指標之差異指標可表示為：

$$I(\tilde{X}, \tilde{R}) = \frac{\sum_{i=0}^n (r_i - c)}{\sum_{i=0}^n (r_i - c) - \sum_{i=0}^n (l_i - d)}, \quad n \rightarrow \infty. \quad (8)$$

其中  $n$  為  $\alpha$ -level 數且  $n$  趨近  $\infty$ 。

在(8)式中  $\sum_{i=0}^n (r_i - c)$  是正值(或正區域所包含之所有區間  $[r_i - c]$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ )和  $\sum_{i=0}^n (l_i - d)$  是負值(或負區域所包含之所有區  $[l_i - d]$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ )。一般而言， $m$  個比較模糊數其高度和最大及最小屏障表示如下：

$$h_{\tilde{X}}(x) = \max \{ \mu_{\tilde{X}_i} \mid i = 1, 2, \dots, m \},$$

$$c = \min \{ \tilde{X}_{\alpha}^L(x) \mid i = 1, 2, \dots, m; 0 \leq \alpha \leq h_{\tilde{X}} \},$$

$$d = \max \{ \tilde{X}_{\alpha}^R(x) \mid i = 1, 2, \dots, m; 0 \leq \alpha \leq h_{\tilde{X}} \}.$$

$h_{\tilde{X}}(x)$  是所有  $m$  個比較模糊數高度之最大值， $c$  和  $d$  是所有  $m$  個比較模糊數左邊和右邊最大屏障。假如所有之轉化是在正常模糊數且單位區間中，即  $h_{\tilde{X}} = 1$ ,  $c = 0$  且  $d = 0$ ，則(8)式可簡單化為：

$$I(\tilde{X}_j, \tilde{R}) = \frac{\sum_{i=0}^n r_i}{\sum_{i=0}^n r_i - \sum_{i=0}^n (l_i - 1)}, \quad n \rightarrow \infty. \quad (9)$$

其中  $n$  是  $\alpha$ -level 數且  $n$  趨近  $\infty$ 。(9)式之差異指標  $I(\tilde{X}_j, \tilde{R})$ ，係利用 Chen and Klein's(1997a, 1997b)去模糊法後所得之明確數。

## 4. 實例說明

甘肅省地廣人稀，物產豐富，近幾年來工商發達，各行各業正蓬勃發展，創造出更多的經濟成果。蘭州交易會組織委員會(1997)提及，甘肅省的經濟和各項社會事業都發生了巨大變化，逐步形成了以電力、有色冶金、石油化工、機械電子、建材、輕紡和醫藥等為主的工業體系，並成為重要的能源與原材料基地。依據蘭州交易會組織委員會(1997)劃分甘肅省共分為五個區域經濟綜合開發區，分述如下：(1)蘭州商貿中心；(2)隴南“兩江”流域經濟綜合開發；(3)敦煌旅遊經濟綜合開發；(4)平涼關山百萬頭肉牛羊綜合養殖開發區；(5)慶陽長慶橋油氣綜合開發等五個開發區，共 235 個投資方案需與外界廣泛交流和經濟技術合作之項目。本文就蘭州交易會組織委員會(1997)中資料較完整之投資方案篩選 30 項來做分析與評估。

### 4.1 資料之選擇界定與量化數據處理

本文使用蘭州交易會組織委員會(1997)所分類的產業類別如：(1)水利、農牧、林業、生物工程；(2)輕紡、食品、醫藥；(3)能源、交通；(4)有色冶金、機械、電子；(5)化工、建材；(6)商貿、供銷；(7)城建、旅遊、飼料；(8)科技成果轉讓合作項目等八大類。在這八大類產業中，本文挑選投資方案中，符合：(1)回收年限，(2)投資估算，(3)項目進展情況及(4)合作方式等四個評審準則指標。在經濟效益準則指標上，選擇了回收年限，此屬望小特性，表示為  $X_1$ ；在投資估算上選擇了自籌資金與引進資金之比例，數字愈大，投資風險愈低，故屬望大特性，表示為  $X_2$ ；在項目進展情況上，表示為  $X_3$ ，總共整理出編制建議書、完成建議書、待批、已批及已投入生產或興建等五種進展情況；在合作方式，表示為  $X_4$ ，總共整理有合資、BOT、合作、獨資、融資、補償貿易、參股、聯建等八項投資方式。在蘭州交易會組織委員會(1997)之資料上，其必須在經濟效益上呈現回收年限；在投資估算上，詳細說明自籌資金及引進資金之數目才符合選定資料，其餘資料則被列入資料不全，而不被採用。因此，從 235 個投資方案中，篩選出 30 個符合評估條件之投資方案。所篩選之六大產業及 30 個投資方案，如表 1 所示，而各投資方

案之準則指標，如表 2 所示。在表 2 中， $A_{11}$  之投資估算  $X_2 = \frac{1080(\text{自籌資金})}{1000(\text{引進資金})} = 1.08$ 。

### 4.2 灰色關聯分析決策法

步驟一：將質化資料轉為量化值

(1)建立口語化變數：在  $X_3$  之項目進展狀況中，依前段所述將編製建議書、完成建議書、待批、已批及已投入生產或興建等五種模糊進展情況，越接近已投入生產或興建越好，故屬望大特性。將此五種模糊發展情況，依其進度之程度分別給予進度，慢(slow)、緩慢(more or less slow)、普通(medium)、略快(more or less fast)及快(fast)。在合作方式  $X_4$  中包含合資、BOT、合作、獨資、融資、補償貿易、參股、聯建等八項投資方式，而各個投資方案皆由此八種投資方式所組成，其組合方式可分為四種，在投資方案中，只有

一種投資方式給予口語化合作選擇彈性低(low);兩種投資方式之組合給予口語化合作選擇彈性略低(more or less low);三種投資組合之投資方式給予口語化合作選擇彈性普通(medium);四種投資組合之投資方式給予口語化合作選擇彈性略高(more or less high)。

表 1 六大產業及 30 個投資方案

產業	投資方案	名稱
A <sub>1</sub>		<b>水利、農牧、林業、生物工程</b>
	A <sub>11</sub>	康縣葉子霸水電站
	A <sub>12</sub>	文縣岸昌河水電站
	A <sub>13</sub>	紅古區張家壹高效農業綜合開發項目
A <sub>2</sub>		<b>輕紡、食品、醫藥</b>
	A <sub>21</sub>	蘭州年產 1 萬噸 SAN 塑料板材擠出生產線
	A <sub>22</sub>	定西地區年產 5000 噸農用保水劑項目
	A <sub>23</sub>	省物資對外貿易公司一次性紙質餐飲用品生產線
	A <sub>24</sub>	甘肅絨線廠染整設備微機化自動控制生產線改造
	A <sub>25</sub>	天水年產 3000 噸降解母粒及 10000 噸雙降解薄膜生產線
	A <sub>26</sub>	蘭州生物化學制藥廠生化沖劑藥品生產線
	A <sub>27</sub>	臨夏龍康保健藥品廠當歸保健系列開發
A <sub>3</sub>		<b>能源、交通</b>
	A <sub>31</sub>	西北鐵合金廠 2*50MW 自備電廠
	A <sub>32</sub>	華亭煤礦 2*25MW 坑口電廠
A <sub>4</sub>		<b>有色、冶金、機械、電子</b>
	A <sub>41</sub>	黃河鋁業有限公司擴建 3 萬噸電解鋁生產線
	A <sub>42</sub>	白銀鋁廠二期改造工程
	A <sub>43</sub>	蘭鋼 70 噸直流電弧爐煉鋼工程
	A <sub>44</sub>	甘谷線 5TD-30 型多用節能脫粒機生產線
	A <sub>45</sub>	蘭州華興電子廠新型電加熱元件及系列電熱水器生產線
	A <sub>46</sub>	天水永紅器材廠集成功能模塊生產線
A <sub>5</sub>		<b>化工、建材</b>
	A <sub>51</sub>	甘肅省輪胎廠年產 10 噸條聚氨酯彈性體工業實芯輪胎生產線
	A <sub>52</sub>	榆中縣年產 450 噸新興煙城無公害殺蟲劑
	A <sub>53</sub>	白銀硼酸化工廠硼酸鈉及硼酸項目
	A <sub>54</sub>	白銀永生冶煉化工廠年產 3000 噸碳酸稀土工程項目
	A <sub>55</sub>	蘭州金湘銻制品開發生產項目
	A <sub>56</sub>	年產 2 噸丙烯酸工程
	A <sub>57</sub>	清遠陶瓷年產 40 萬件中高檔衛生陶瓷生產線
	A <sub>58</sub>	臨夏市建材廠年產 10 萬噸水泥擴建生產線
	A <sub>59</sub>	蘭州第三產業經濟發展公司年產 25 萬立方米混凝土
A <sub>6</sub>		<b>城建、旅遊</b>
	A <sub>61</sub>	嘉峪關市民用煤氣二期工程
	A <sub>62</sub>	甘肅天水街亭溫泉渡假村二期工程
	A <sub>63</sub>	省飼料總公司年產 5000 噸植物蛋白飼料項目



表 2 各投資方案之準則指標

產業	投資方案	回收年限 $X_1$	投資估算(單位 萬)		項目進展狀況 $X_3$	合作方式 $X_4$
			自籌資金	引進資金 $X_2$		
A <sub>1</sub>	A <sub>11</sub>	6.5	1080/1000		已批	合資、BOT
	A <sub>12</sub>	4.2	1340/3000		已批	合資、BOT
	A <sub>13</sub>	3.5	500/1048		已投入生產或興建	合資、合作
A <sub>2</sub>	A <sub>21</sub>	5.8	2000/5000		完成建議書	合資
	A <sub>22</sub>	2.3	327/437		已投入生產或興建	合資、合作
	A <sub>23</sub>	3	606/1194		已批	合資、合作、獨資
	A <sub>24</sub>	3.5	1078/1000		編製建議書	合資、合作
	A <sub>25</sub>	3	2628/2500		已投入生產或興建	合資
	A <sub>26</sub>	4.5	1684/900		已批	合資、合作
	A <sub>27</sub>	2.5	450/400		已投入生產或興建	合資
A <sub>3</sub>	A <sub>31</sub>	7.89	1.03 億/4.3 億		完成建議書	合資
	A <sub>32</sub>	7.63	0.5 億/2 億		已批	合資、合作、融資
A <sub>4</sub>	A <sub>41</sub>	7	0.8/2.5		已批	合資
	A <sub>42</sub>	5.4	40200/52000		待批	合資、合作、融資、 補償貿易
	A <sub>43</sub>	8.18	11988.8/19880		待批	合資
	A <sub>44</sub>	3	638/500		編製建議書	合資、合作
	A <sub>45</sub>	2.8	2030/810		完成建議書	合資、合作、補償貿易
	A <sub>46</sub>	3	1350/1050		已批	合資
A <sub>5</sub>	A <sub>51</sub>	3.9	2.984/2400		已投入生產或興建	合資、合作
	A <sub>52</sub>	1.8	484/300		已批	合資、合作、參股
	A <sub>53</sub>	2	180/330		完成建議書	合資、合作、補償貿易
	A <sub>54</sub>	1.85	220/330		完成建議書	合資、合作、補償貿易
	A <sub>55</sub>	3	1305/1000		編製建議書	合資、合作、補償貿易
	A <sub>56</sub>	5.07	62715/27754		待批	合資、合作
	A <sub>57</sub>	4.8	2605/2380		完成建議書	合資、合作
	A <sub>58</sub>	8	3450/1500		已批	合資
	A <sub>59</sub>	7	2450/500		已批	合資、合作
A <sub>6</sub>	A <sub>61</sub>	12.23	4596/2000		待批	合資、合作、BOT
	A <sub>62</sub>	4	700/900		已投入生產或興建	合作、參股、聯建
	A <sub>63</sub>	3	100/200		已投入生產或興建	合資、合作、BOT

投資方式選擇彈性愈多越好，考慮層面越廣，故屬望大特性。

(2)去模糊：將項目進展狀況之口語化模糊數，代入 Chen and Klein(1997a, 1997b)之隸屬函數，如表 3 及圖 2 所示，由(9)式可將口語化之進度轉化為明確數，即可將項目進展狀況轉為量化值。其結果如表 4 最後第二欄所示。以相同之方式，將合作方式之口語化模糊數，帶入隸屬函數，如表 5 及圖 3 所示，將可化為口語化之合作選擇轉化為明確數。其結果如表 4 最後第一欄所示。

表 3 七種模糊等級和意義

語意變數	隸屬函數
非常慢	$\mu_{\text{very slow}}(s) = \begin{cases} 0, & s \leq 0, \\ 1, & 0 \leq s \leq 0.1, \\ [1 - (s - 0.1) / 0.1]^{1/2}, & 0.1 \leq s \leq 0.2, \\ 0, & s \geq 0.2. \end{cases}$
慢	$\mu_{\text{slow}}(s) = \begin{cases} 0, & s \leq 0.1, \\ [1 - (0.2 - s) / 0.1]^{1/2}, & 0.1 \leq s \leq 0.2, \\ [1 - (s - 0.2) / 0.1]^{1/2}, & 0.2 \leq s \leq 0.3, \\ 0, & s \geq 0.3. \end{cases}$
緩慢	$\mu_{\text{more or less slow}}(s) = \begin{cases} 0, & s \leq 0.2, \\ [1 - (0.3 - s) / 0.1]^{1/2}, & 0.2 \leq s \leq 0.3, \\ 1, & 0.3 \leq s \leq 0.4, \\ [1 - (s - 0.4) / 0.1]^{1/2}, & 0.4 \leq s \leq 0.5, \\ 0, & s \geq 0.5. \end{cases}$
普通	$\mu_{\text{medium}}(s) = \begin{cases} 0, & s \leq 0.4, \\ [1 - (0.5 - s) / 0.1]^{1/2}, & 0.4 \leq s \leq 0.5, \\ [1 - (s - 0.5) / 0.1]^{1/2}, & 0.5 \leq s \leq 0.6, \\ 0, & s \geq 0.6. \end{cases}$
略快	$\mu_{\text{more or less fast}}(s) = \begin{cases} 0, & s \leq 0.5, \\ [1 - (0.6 - s) / 0.1]^{1/2}, & 0.5 \leq s \leq 0.6, \\ 1, & 0.6 \leq s \leq 0.7, \\ [1 - (s - 0.7) / 0.1]^{1/2}, & 0.7 \leq s \leq 0.8, \\ 0, & s \geq 0.8. \end{cases}$
快	$\mu_{\text{fast}}(s) = \begin{cases} 0, & s \leq 0.7, \\ [1 - (0.8 - s) / 0.1]^{1/2}, & 0.7 \leq s \leq 0.8, \\ [1 - (s - 0.8) / 0.1]^{1/2}, & 0.8 \leq s \leq 0.9, \\ 0, & s \geq 0.9. \end{cases}$
非常快	$\mu_{\text{very fast}}(s) = \begin{cases} 0, & s \leq 0.8, \\ [1 - (0.9 - s) / 0.1]^{1/2}, & 0.8 \leq s \leq 0.9, \\ 1, & 0.9 \leq s \leq 1, \\ 0, & s \geq 1. \end{cases}$

資料來源：Chen and Klein(1997a, 1997b)

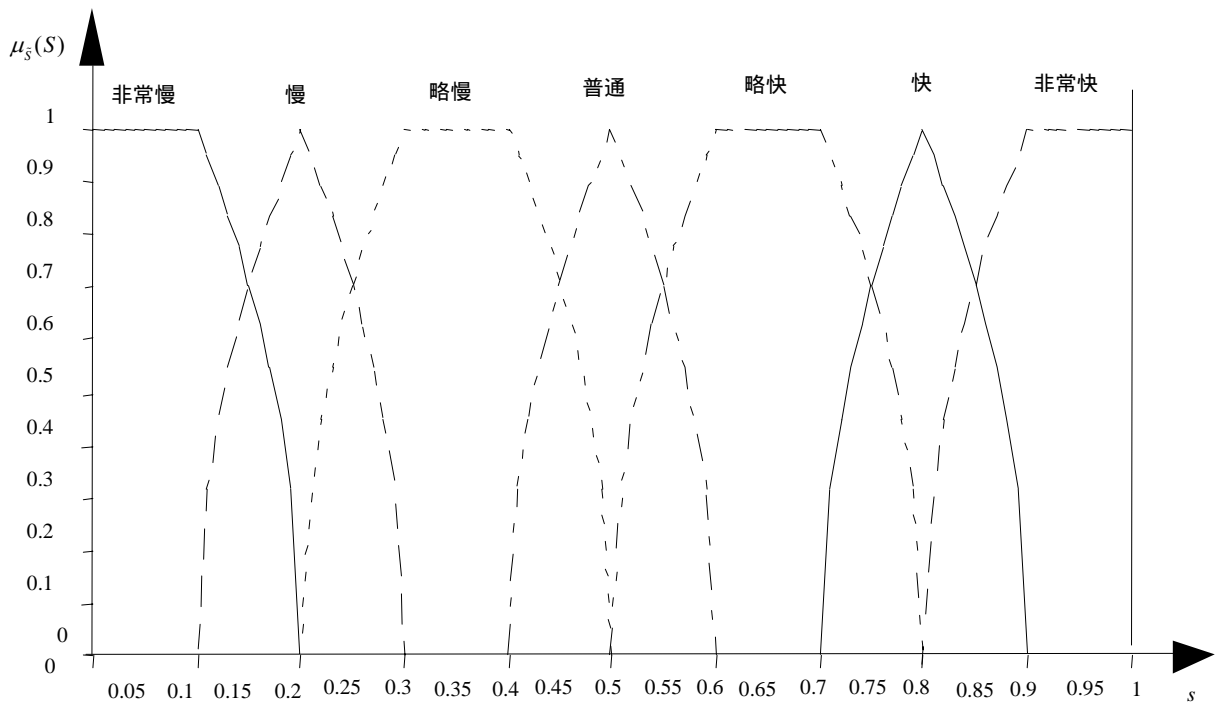


圖 2  $\tilde{s}$  = 項目進展(Schedule)的口語化模組

資料來源：Chen and Klein(1997a, 1997b)

表 4 各投資方案之準則指標化為明確數

產業	投資方案	回收年限 $X_1$	投資估算(單位萬)		項目進展狀況 $X_3$	合作方式 $X_4$
			自籌資金	引進資金		
			$X_2$			
$A_1$	$A_{11}$	6.50	1.080		0.674	0.33
	$A_{12}$	4.20	0.447		0.674	0.33
	$A_{13}$	3.50	0.477		0.810	0.33
$A_2$	$A_{21}$	5.80	0.400		0.395	0.25
	$A_{22}$	2.30	0.784		0.810	0.33
	$A_{23}$	3.00	0.508		0.674	0.50
	$A_{24}$	3.50	1.078		0.238	0.33
	$A_{25}$	3.00	1.051		0.810	0.25
	$A_{26}$	4.50	1.871		0.674	0.33
	$A_{27}$	2.50	1.125		0.810	0.25
$A_3$	$A_{31}$	7.89	0.240		0.395	0.25
	$A_{32}$	7.63	0.250		0.674	0.50
$A_4$	$A_{41}$	7.00	0.320		0.674	0.25
	$A_{42}$	5.40	0.773		0.500	0.67
	$A_{43}$	8.18	0.603		0.500	0.25
	$A_{44}$	3.00	1.276		0.238	0.33
	$A_{45}$	2.80	2.506		0.395	0.50
	$A_{46}$	3.00	1.286		0.674	0.25

表 4 各投資方案之準則指標化為明確數 (續)

產業	投資方案	回收年限	投資估算(單位萬)	項目進展狀況	合作方式
		X <sub>1</sub>	自籌資金/引進資金 X <sub>2</sub>		
A <sub>5</sub>	A <sub>51</sub>	3.90	1.243	0.810	0.50
	A <sub>52</sub>	1.80	1.613	0.674	0.50
	A <sub>53</sub>	2.00	0.545	0.395	0.50
	A <sub>54</sub>	1.85	0.667	0.395	0.50
	A <sub>55</sub>	3.00	1.305	0.238	0.50
	A <sub>56</sub>	5.07	2.260	0.500	0.33
	A <sub>57</sub>	4.80	1.095	0.395	0.33
	A <sub>58</sub>	8.00	2.300	0.674	0.25
	A <sub>59</sub>	7.00	4.900	0.674	0.33
A <sub>6</sub>	A <sub>61</sub>	12.23	2.298	0.500	0.50
	A <sub>62</sub>	4.00	0.778	0.810	0.50
	A <sub>63</sub>	3.00	0.500	0.810	0.33

表 5 七種模糊等級和意義

語意變數	隸屬函數
彈性非常低	$\mu_{\text{very low}}(w) = \begin{cases} 0, & w \leq 0, \\ [1 - w / 0.2]^2, & 0 \leq w \leq 0.2, \\ 0, & w \geq 0.2. \end{cases}$
彈性低	$\mu_{\text{low}}(w) = \begin{cases} 0, & w \leq 0, \\ [1 - (0.2 - w) / 0.2]^2, & 0 \leq w \leq 0.2, \\ [1 - (w - 0.2) / 0.2]^2, & 0.2 \leq w \leq 0.4, \\ 0, & w \geq 0.4. \end{cases}$
彈性略低	$\mu_{\text{more or less low}}(w) = \begin{cases} 0, & w \leq 0.1, \\ [1 - (0.3 - w) / 0.2]^2, & 0.1 \leq w \leq 0.3, \\ [1 - (w - 0.3) / 0.2]^2, & 0.3 \leq w \leq 0.5, \\ 0, & w \geq 0.5. \end{cases}$
彈性普通	$\mu_{\text{medium}}(w) = \begin{cases} 0, & w \leq 0.1, \\ [1 - (0.5 - w) / 0.4]^2, & 0.1 \leq w \leq 0.5, \\ [1 - (w - 0.5) / 0.4]^2, & 0.5 \leq w \leq 0.9, \\ 0, & w \geq 0.9. \end{cases}$
彈性略高	$\mu_{\text{more or less high}}(w) = \begin{cases} 0, & w \leq 0.5, \\ [1 - (0.7 - w) / 0.2]^2, & 0.5 \leq w \leq 0.7, \\ [1 - (w - 0.7) / 0.2]^2, & 0.7 \leq w \leq 0.9, \\ 0, & w \geq 0.9. \end{cases}$
彈性高	$\mu_{\text{high}}(w) = \begin{cases} 0, & w \leq 0.6, \\ [1 - (0.6 - w) / 0.2]^2, & 0.6 \leq w \leq 0.8, \\ [1 - (w - 0.8) / 0.2]^2, & 0.8 \leq w \leq 1, \\ 0, & w \geq 1. \end{cases}$
彈性非常高	$\mu_{\text{very high}}(w) = \begin{cases} 0, & w \leq 0.8, \\ [1 - (1 - w) / 0.2]^2, & 0.8 \leq w \leq 1, \\ 0, & w \geq 1. \end{cases}$

資料來源：Chen and Klein (1997a, 1997b)

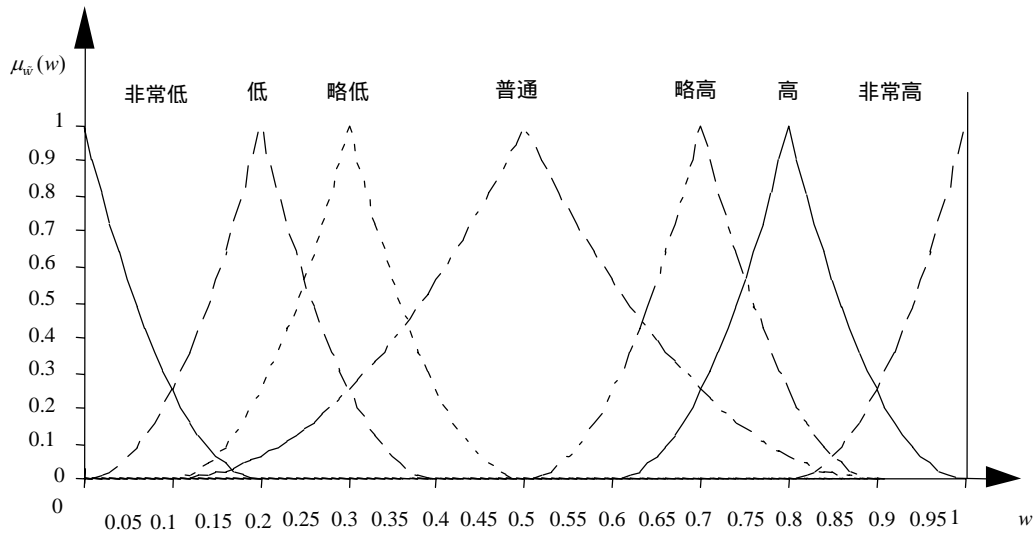


圖 3  $\tilde{w}$  =合作方式之重要性(IMPORTANCE)的口語化模組

資料來源：Chen and Klein(1997a, 1997b)

步驟二：找出各投資方案回收年限之最小值 1.8，視為望小指標值；在投資估算指標中，找出最大值 4.9，視為望大指標；在項目進展情況中，找出最大值 0.81，視為望大指標；在合作方式中，找出最大值 0.67，視為望大指標，將這些指標值視為參考數列  $X_0$ ，即  $X_0 = (1.8, 4.9, 0.81, 0.67)$ 。

步驟三：將回收年限、投資估算、項目進展情況及合作方式之數據視為比較數列  $X_1, X_2, X_3$  與  $X_4$ 。

步驟四：將表 4 進行正規化，並由(3)式及(4)式算出望大及望小指標值。

步驟五：計算差數列  $\Delta_{0i}(j)$ 。

步驟六：由(1)式計算各比較數列之灰色關聯係數，如表 6 所示。

表 6 30 個投資方案各值之灰色關聯係數  $\gamma_i(j)$

數列 $i$	投資方案	$\gamma_i(j), j = 1, 2, 3, 4$			
		回收年限 ( $j = 1$ )	投資估算 ( $j = 2$ )	項目進展狀況 ( $j = 3$ )	合作方式 ( $j = 4$ )
1	$A_{11}$	0.689	0.550	0.808	0.522
2	$A_{12}$	0.813	0.511	0.808	0.522
3	$A_{13}$	0.860	0.511	1.000	0.552
4	$A_{21}$	0.723	0.507	0.579	0.500
5	$A_{22}$	0.954	0.531	1.000	0.552
6	$A_{23}$	0.897	0.515	0.808	0.712
7	$A_{24}$	0.860	0.549	0.500	0.552
8	$A_{25}$	0.897	0.548	1.000	0.500
9	$A_{26}$	0.794	0.606	0.808	0.552
10	$A_{27}$	0.937	0.552	1.000	0.500
11	$A_{31}$	0.631	0.500	0.579	0.500
12	$A_{32}$	0.641	0.500	0.808	0.500

表 6 30 個投資方案各值之灰色關聯係數  $\gamma_i(j)$  (續)

數列 $i$	投資方案	$\gamma_i(j), j = 1, 2, 3, 4$			
		回收年限 ( $j = 1$ )	投資估算 ( $j = 2$ )	項目進展狀況 ( $j = 3$ )	合作方式 ( $j = 4$ )
13	$A_{41}$	0.667	0.504	0.808	0.712
14	$A_{42}$	0.743	0.530	0.649	0.500
15	$A_{43}$	0.620	0.520	0.649	1.000
16	$A_{44}$	0.897	0.562	0.500	0.500
17	$A_{45}$	0.912	0.661	0.579	0.552
18	$A_{46}$	0.897	0.563	0.808	0.712
19	$A_{51}$	0.833	0.560	1.000	0.500
20	$A_{52}$	1.000	0.687	0.808	0.712
21	$A_{53}$	0.981	0.517	0.579	0.712
22	$A_{54}$	0.995	0.524	0.579	0.712
23	$A_{55}$	0.897	0.565	0.500	0.712
24	$A_{56}$	0.761	0.638	0.649	0.552
25	$A_{57}$	0.776	0.550	0.579	0.552
26	$A_{58}$	0.627	0.642	0.808	0.500
27	$A_{59}$	0.667	1.00	0.808	0.552
28	$A_{61}$	0.500	0.642	0.649	0.712
29	$A_{62}$	0.826	0.530	1.000	0.712
30	$A_{63}$	0.897	0.514	1.000	0.552

步驟七：由(5)式求算投資方案準則指標之熵測度值，其準則權重值  $w_j$ ，如表 7 所示。

表 7 各投資方案準則指標之權種值  $w_j$

投資方案之準則指標	回收年限	投資估算	項目進展狀況	合作方式
權重 $w_j$	0.250055747	0.24986733	0.250084458	0.249992465

步驟八：由(2)式算出關聯度  $\Gamma_i$ ，並找出  $\Gamma_i$  最大之值，即為最佳投資方案。如表 8 所示，最佳方案為  $A_{52}$ ，即榆中縣年產 450 噸新興煙城無公害殺蟲劑項目。

步驟九：分別加總各產業類別投資方案之關聯度  $\Gamma_i$ ，並平均其值，找出最大值即為最佳投資產業類別，其最佳產業為  $A_6$ ，城建、旅遊業，其他結果如表 8 所示。

表 8 30 個投資方案之灰色關聯度  $\Gamma_i$  及產業綜合指標

數列 $i$	投資方案	$w_j\gamma_i(j), j = 1, 2, 3, 4$				$\Gamma_i$	各投資 案排名	產業綜 合指標	產業綜 合排名
		回收年 限 ( $j=1$ )	投資估 算 ( $j=2$ )	項目進 展狀 況 ( $j=3$ )	合作方 式 ( $j=4$ )				
1	$A_{11}$	0.172289	0.137531	0.202045	0.130529	0.642394	22		
2	$A_{12}$	0.203296	0.127779	0.202045	0.130529	0.663649	19	0.678985	4
3	$A_{13}$	0.215048	0.127779	0.250056	0.138031	0.730914	10		

表 8 30 個投資方案之灰色關聯度  $\Gamma_i$  及產業綜合指標 (續)

數 列  $i$	投 資 方 案	$w_j \gamma_i(j), j = 1, 2, 3, 4$				$\Gamma_i$	各投資 案排名	產業綜 合指標	產業綜 合排名
		回收年 限 ( $j=1$ )	投資估算 ( $j=2$ )	項目進展狀 況( $j=3$ )	合作方式 ( $j=4$ )				
4	A <sub>21</sub>	0.180790	0.126778	0.144782	0.125028	0.577379	29		
5	A <sub>22</sub>	0.238553	0.132780	0.250056	0.138031	0.759420	3		
6	A <sub>23</sub>	0.224300	0.128779	0.202045	0.178040	0.733164	9		
7	A <sub>24</sub>	0.215048	0.137281	0.125028	0.138031	0.615388	24	0.694191	3
8	A <sub>25</sub>	0.224300	0.137031	0.250056	0.125028	0.736415	8		
9	A <sub>26</sub>	0.198544	0.151534	0.202045	0.138031	0.690155	15		
10	A <sub>27</sub>	0.234302	0.138031	0.250056	0.125028	0.747417	5		
11	A <sub>31</sub>	0.157785	0.125028	0.144782	0.125028	0.552624	30	0.582505	6
12	A <sub>32</sub>	0.160286	0.125028	0.202045	0.125028	0.612387	27		
13	A <sub>41</sub>	0.166787	0.126028	0.202045	0.178040	0.672901	17		
14	A <sub>42</sub>	0.185792	0.132530	0.162286	0.125028	0.605636	28		
15	A <sub>43</sub>	0.155035	0.130029	0.162286	0.250056	0.697406	13	0.668691	5
16	A <sub>44</sub>	0.224300	0.140531	0.125028	0.125028	0.614888	25		
17	A <sub>45</sub>	0.228051	0.165287	0.144782	0.138031	0.676151	16		
18	A <sub>46</sub>	0.224300	0.140782	0.202045	0.178040	0.745167	6		
19	A <sub>51</sub>	0.208297	0.140031	0.250056	0.125028	0.723412	11		
20	A <sub>52</sub>	0.250056	0.171788	0.202045	0.178040	0.801930	1		
21	A <sub>53</sub>	0.245305	0.129279	0.144782	0.178040	0.697406	14		
22	A <sub>54</sub>	0.248806	0.131029	0.144782	0.178040	0.702657	12		
23	A <sub>55</sub>	0.224300	0.141282	0.125028	0.178040	0.668650	18	0.695545	2
24	A <sub>56</sub>	0.190293	0.159536	0.162286	0.138031	0.650146	20		
25	A <sub>57</sub>	0.194043	0.137531	0.144782	0.138031	0.614388	26		
26	A <sub>58</sub>	0.156785	0.160536	0.202045	0.125028	0.644394	21		
27	A <sub>59</sub>	0.166787	0.250056	0.202045	0.138031	0.756920	4		
28	A <sub>61</sub>	0.125028	0.160536	0.162286	0.178040	0.625890	23		
29	A <sub>62</sub>	0.206546	0.132530	0.250056	0.178040	0.767172	2	0.711326	1
30	A <sub>63</sub>	0.224300	0.128529	0.250056	0.138031	0.740916	7		

### 5. 結論及建議

本文由四位評審委員將文獻所提之質化指標運用去模糊法轉化成量化值；再運用熵測度來計算評估準則之客觀相對權重。最後，再使用灰色關聯決策分析法，來分析及評估各產業間之關聯度，藉由關聯度分析做整體性之投資方案評估，來篩選最佳投資產業為 A<sub>6</sub>：城建、旅遊業及最佳投資方案為 A<sub>52</sub>：榆中線年產 450 噸新興煙城無公害殺蟲劑。甘肅省擁有許多天然的觀光資源，發展旅遊經濟有相當大的發展空間，而旅遊業的興盛引進大量之觀光人潮，亦將帶動城市的發展與建設之興盛。

綜以上結論可發現，最佳投資方案屬於和本區域傳統之經濟活動有關之產業，與甘肅省自古以來，以農業立省之經濟體體質有相當大的關係，至於最佳投資產業則與政府

有關機構訂定之政策有關。所以，投資者是否對本地之投資環境有信心，仍取於主管機構所制定之發展方向及重點。甘肅省人民政府於 1996 年發布“甘肅省鼓勵引導外商投資若干政策規定”，對投資方式、產業導向、優惠政策與權益保障等作出了新規定(蘭州交易會組織委員會，1997)，未來應更積極制定各種政策之實施細則，且落實既定之政策，才能吸引更多的外商來投資各項產業。而其它的產業大部分皆需大量的資金，回收年限長，自然投資風險高。因此，建議立法獎勵更好的投資方式，吸引更多的外資來投入各項產業。

### 參考文獻

1. 史開泉、吳國威和黃有評(1994)，灰色信息關係論，台北：全華科技圖書公司。
2. 吳漢雄、鄧聚龍和溫坤禮(1996)，灰色分析入門，台北：高立圖書有限公司。
3. 易德生和郭萍(1992)，灰色理論與方法—提要 題解 程序 應用，第一版，台北：石油工業出版社。
4. 陳啟斌、林進財、張哲維、何正斌(2000)「灰色關聯分析應用於解田口方法多重品質特性問題」，技術學刊，第十五卷第一期，25-33 頁。
5. 陳啟斌和林進財(2002)「多重品質特性之製程最佳化」，科技管理學刊，第 7 卷第 1 期，19-36 頁。
6. 傅立(1992)，灰色系統理論及其應用，第一版，台北：科學技術文獻出版社。
7. 鄧聚龍(1987)，灰色系統基本方法，第一版，華中理工大學出版社。
8. 蘭州交易會組織委員會(1997)，對外招商和經濟技術協作項目匯編，甘肅：蘭州交易會組織委員會。
9. Bhabani, K. & S. J. Bijwe (2004), “Wear Data Analysis of Friction Materials to Investigate the Simultaneous Influence of Operating Parameters and Compositions,” *Wear*, Vol. 256(6-7), pp.797-804.
10. Briggs, T., P. Kunsch & B. Marechaal (1990), “Nuclear Waste Management: An Application of the Multicriteria PROMETHEE Method,” *European Journal of Operational Research*, Vol. 44(1), pp.1-10.
11. Chen, C. B. & C. M. Klein (1997a), “A Simple Approach to Ranking a Group of Aggregated Fuzzy Utilities,” *IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 27(1), pp.26-35.
12. Chen, C. B. & C. M. Klein (1997b), “An Efficient Approach to Solving Fuzzy MADM Problems,” *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 88(1), pp.51-67.
13. Cheng, C. H. (1996), “Evaluating Naval Tactical Missile Systems by Fuzzy AHP Based on the Grade Value of Membership Function,” *European Journal of Operational Research*, Vol. 96(2), 1996, pp.343-350.
14. Choobineh, F. & H. M. Li (1993), “An Index for Ordering Fuzzy Numbers,” *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 54(2), pp.287-294.



15. Deng, H., C. H. Yeh & J. W. Robert (2000), "Inter-Company Comparison Using Modified TOPSIS with Objective Weights," *Computers and Operations Research*, Vol. 27(10), pp.963-973.
16. Deng, J. (1989), "Introduction to Grey System," *The Journal of Grey System*, Vol. 1(1), pp.1-24.
17. Huang, C. C. (1989), *A Study on The Fuzzy Ranking and Its Application on the Decision Support Systems*, Ph. D. Dissertation, Tamkang University, Taiwan.
18. Hwang, C. L. & K. Yoon (1981), "Multiple Attribute Decision Making—Methods and Applications," *A State-of-the Art- Survey*, Springer, Springer- Verlag, New York.
19. Jee, D. H. & K. J. Kang (2000), "A Method for Optimal Material Selection Aided with Decision Making Theory," *Materials and Design*, Vol. 21(3), pp.199-206.
20. Kaufmann & M. M. Gupta (1991), *Introduction to Fuzzy Arithmetic Theory and Applications*, Van Nostrand Renhold Co., 2nd Ed, New York.
21. Mabuchi, S. (1988), "An Approach to the Comparison of Fuzzy Subsets with An  $\alpha$ -cut Dependent Index," *IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 18(2), pp. 264-272.
22. Saaty, T. (1988), *The Analytic Hierarchy Process*, Pittuburgh, Pa.
23. Srinivassan, V. & A. D. Shocker (1973), "Linear Programming Techniques for Multidimensional Analysis of Preference," *Psychometrika*, Vol. 38(3), pp.337-369.
24. Xu, X. (2004), "A Note on the Subjective and Objective Integrated Approach to Determine Attribute Weights," *European Journal of Operational Research*, Vol. 156(2), pp.530-532.
25. Yuan, Y. (1991), "Criteria for Evaluation Fuzzy Ranking Methods," *Fuzzy Sets and Systems*, Vol. 44(1), pp.139-157.
26. Zahedi, F. (1986), "The Analytic Hierarchy Process - A Survey of the Method and It's Application," *Interfaces*, Vol. 16(4), pp.96-108.
27. Zeleny, M. (1982), *Multiple Criteria Decision Making*, McGraw Hill, New York.