



# 應用分析網路程序法制訂四重溪溫泉區總量管制措施

陳尉平<sup>a\*</sup>、吳維恭<sup>b</sup>、甘其銓<sup>c</sup>、陳文福<sup>c</sup>

<sup>a</sup>嘉南藥理大學休閒保健管理系暨碩士班 助理教授

<sup>b</sup>嘉南藥理大學休閒保健管理系暨碩士班 碩士

<sup>c</sup>嘉南藥理大學溫泉產業研究所 副教授

## 摘要

為使四重溪溫泉區之溫泉資源能夠永續發展，本研究擬針對四重溪溫泉區進行總量管制措施，首先以文獻回顧法找出問卷架構之三大層面（水文地質、水利行政與市場區隔）及層面下之影響因子（長期溫泉水位、長期溫泉溫度、地質構造、降雨；政策導向、教育宣導；經營型態、遊客量），再經由回顧國內外溫泉管制案例彙整可行之備選方案。影響因子之間可能彼此存在相依關係，故本研究以分析網路程序法 (Analytical Network Process, ANP) 為研究方法，以 Super Decisions 軟體進行分析，取得學界、業者與行政部門三利益團體的影響因子及備選方案之權重排序。本研究將 24 頁的成對比較專家問卷簡化為 8 頁的重要性比較問卷，可大幅減少填答時間與避免產生一致性偏誤。本研究利用 SUPER DECISIONS 分析三利益團體之問卷，學界備選方案前三名依序為「建置監測系統與資料庫分析」、「劃定分級保護區」、「分級試水並訂井距」；業者備選方案前三名排序為「溫泉業者合法化輔導」、「收取溫泉使用費」、「建置監測系統與資料庫分析」；行政部門備選方案前三名排序為「安裝計量設施以控管水權」、「建立取供事業」、「劃定分級保護區」。三利益團體於未施行備選方案中皆有「建立取供事業」，顯示若要妥善管理四重溪溫泉資源，可考量增列建立取供事業此一管制措施。

**關鍵字：**四重溪溫泉區、分析網路程序法、總量管制

---

\* 通訊作者：陳尉平  
E-mail: wpchen@mail.chna.edu.tw





## 壹、緒論

### 一、研究背景與動機

四重溪溫泉區位於屏東縣，分布於四重溪西側河谷之河階上，鄰近的地形高區在西北及西方，是台灣最南端的一處天然溫泉，溫泉資源相當豐富，響應 1999 年之觀光溫泉年，四重溪溫泉旅館業者增多，遊客數逐年增加，溫泉的使用量也逐年高增，原先有一處溫泉露頭，但因溫泉井抽用過度，目前已無湧泉。

溫泉是少數能夠不斷再生的天然資源，若缺乏管理，不當地過度開發，仍會向石油一樣，被使用殆盡，為了改善逐日凸顯出來的溫泉資源耗竭問題，掌握四重溪溫泉區之溫泉資源，近年來四重溪溫泉區進行了相關的溫泉區管理計畫、監測計畫以及基本資料調查暨改善規劃等系列研究計畫，除了將溫泉區之地表地質、水文、地物探勘、地化實驗、業者所有井數以及溫泉抽用量調查外，亦開始針對該溫泉區之地下水位監測與記錄水位監測資料。

根據四重溪現行狀況分析，業者面臨需求量增加，溫泉水無法供應激增的需求，導致供需不平衡情況發生，尤其在旅遊旺季及乾旱季節，隨著溫泉需求成長，倘溫泉地區未能及早持續進行地下水水位監視，採取總量控制措施，將因業者競相開發，導致泉源枯竭。因此溫泉法明訂，為保育溫泉資源，應設立溫泉監測站，並進行溫泉水取用之總量管制。

如何使溫泉能永續經營，源源不斷的為人類所用，是在利用溫泉的同時不得不思考的問題，而屏東四重溪溫泉區，有開發過量面臨溫泉不足的困境。因此，如何針對溫泉區實施總量管制，實是刻不容緩之問題。溫泉是經由降雨入滲所形成的地下冷水與經由深層循環的地下熱水在溫泉蘊藏區混合而成的，因溫泉有自然補注且源源不絕，只要合理的取用，則可取之不盡、用之不竭。因此並非停止所有溫泉之使用才能解除開發過量所產生的不良影響，還必須兼顧溫泉資源管理與經濟發展，提出具有可行性的管理策略，便是本研究所欲解決的問題。

### 二、研究目的

溫泉區的劃定，因其範圍跨越不同行政轄區，所設管理權責單位眾多，影響水質與水量管理的因子可能來自於自然環境、法規制度、人文社會及經濟背景等多面向，是以如何整合一套合理可行的科技管理策略，則必須仰賴「策略規劃」之方式來輔助決策制訂。學者 John Friend 與 Allen Hickling 認為：「策略規劃可以協助規劃者，在面臨複雜的決策問題時，如何在不穩定的環境、有限時間、有限資源以及不同利益團體的需求和壓力下，從事策略性規劃和抉擇。」





在總量管制策略制訂方面，溫泉資源管理涉及土地規劃、觀光、環境保護、水土保持、原住民權益等，且各有其主管機關。此外，溫泉區涵蓋眾多資源，例如水、土地及生態等，且各有其主管機關，造成溫泉主管機關所提出之管制措施時，出現多元目標間的對立衝突，難以取得共識，有許多項目尚無法落實。因此，在總量管制策略制訂方面，必須先彙整出溫泉區總量管制上所面臨的各面向課題，而在每一面向下又可衍生多個可能影響溫泉區總量管制的因子。由於政府預算與資源有限，必須將有限資源做最佳合理之配置，本研究採用分析網路程序法 (Analytical Network Process, ANP)，透過專家問卷的方式進行影響因子及總量管制策略備選方案的權重排序，彙整所有利益相關團體之意見，以瞭解關鍵的面向與影響因子為何，以利管理工作之順利推動落實及提供政府未來施政、對策研擬之重點要項參酌。

為確保四重溪溫泉區長期平均地下水位不致下降，而達溫泉資源永續利用之目的，因此本研究針對四重溪溫泉區進行總量管制措施，希望達成下列各項目的：

- (一) 確定評價目標、決策因素、考量重點，以確立溫泉區總量管制必須考量之問題面向。
- (二) 依照管制措施案例研提方案，並建構出本研究之網路架構圖。
- (三) 發展簡化問卷以減少填答時間與避免一致性偏誤。
- (四) 以網路程序分析法之簡易網路模式進行分析影響因子、備選方案之未加權矩陣、加權矩陣、極限化超級矩陣。
- (五) 以幾何平均數整合三利益團體綜合意見，獲得備選方案之排序，以提供四重溪溫泉區總量管制措施之參考。

### 三、研究流程

本研究流程首先確立研究問題，針對研究問題進行相關文獻蒐集與探討，藉由文獻回顧確立總量管制措施之層面、影響因子與備選方案，透過分析網路程序法(ANP)建立網路模式並進行分析，最終提出本研究之結論與建議。綜合以上說明，將本研究之流程繪製成圖，如圖 1 所示。



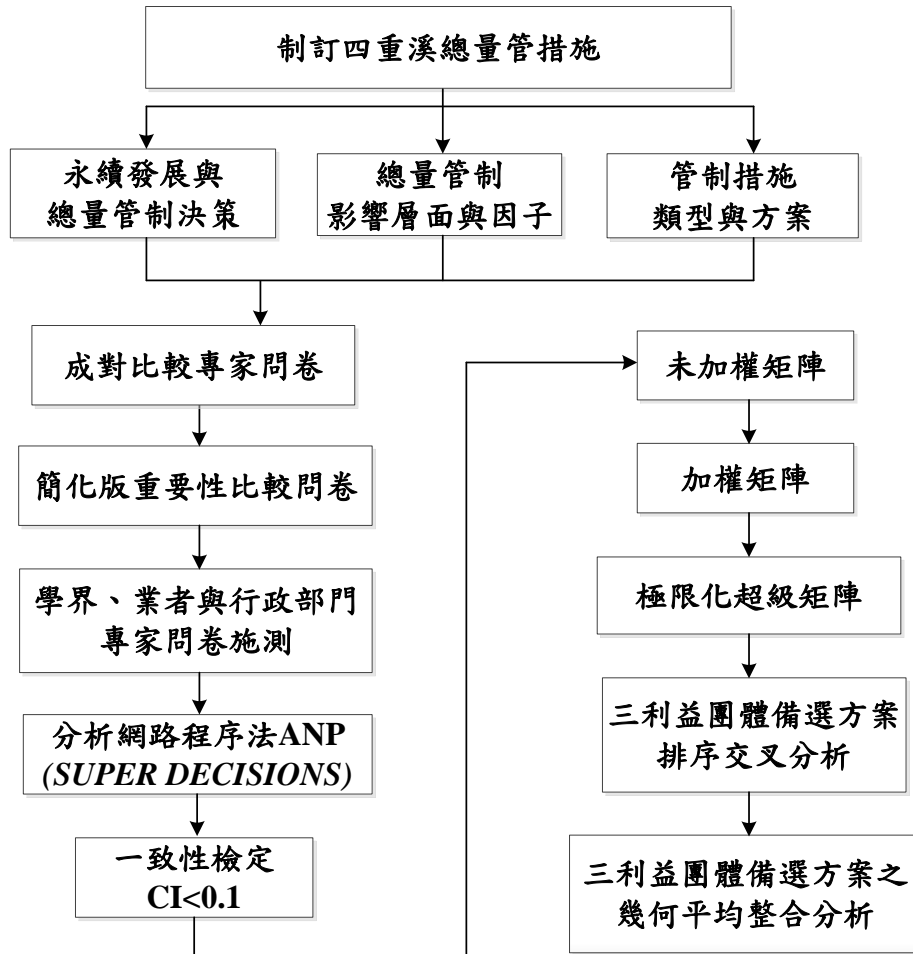


圖 1 研究流程圖

## 貳、文獻回顧

需求量增加，溫泉水無法供應激增的需求，導致供需不平衡，為了改善溫泉資源耗竭問題，整合可行之管理策略，使溫泉資源能永續經營，本研究針對永續發展與總量管制決策進行文獻探討，總量管制策略制訂方面，彙整出溫泉區總量管制上所需考量之層面、影響因子與備選方案。

### 一、永續發展、容受力與總量管制的內涵

永續發展應該要實際納入到政策層面，才有實現永續發展的可能性。因此在政策規劃中，必須以永續發展為目標，系統性的訂立下層的各项子目標，所衍生的策略以及推行的政策才能確保永續發展的目標。為達到永續發展，經濟及環境兩項常常會衝突，因此經濟發展分析必須先考量生態系再生經濟體系所需要的資



源，以及資源的配置與分布，和同化經濟活動所產生廢物的自然潛能，如何與經濟互動，而經濟活動不應損及此環境容受力(Daly, 1992)。

環境的容受力分析概念起源於生態學家欲了解生態系統所能維持生存的動物量。應用容受力觀念於土地使用規劃及探討人口與都市成長是由McHarg(1969)所建立，將人類的容受力定義為「不危害環境資源，在適合未來用途的前提下，人類對於資源使用的數量與強度」。

總量管制之內涵在一研究系統範圍內，從內在各項自然、社會及經濟等因子的容受力，人類的總體行為必須在環境系統的涵容力下進行，整個開發環境才得以永續發展，若活動產生之擾動超出前面所提的各項因子的涵容能力，則環境品質將行惡化，甚至會因無法回復的因素，造成無法彌補的損害(徐偉鈞，2002)。因此必須對活動產生的總影響加以管制，此即為總量管制的概念。

因總量管制考慮到總體環境系統的涵容能力，可作為主管機關進行環境管理工作之輔助工具，然而，總量管制之實施，雖有許多優點，但先其作業及資訊的收集整理相當繁重，若缺少這些相關資料總量管制之工作將無法完成。

## 二、多準則決策

本研究採用的分析網路程序法(Analytical Network Process, ANP)，即為延伸自層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)，屬於多屬性決策其中的一種方法。多屬性決策(Multiple Attribute Decision Making, MADM)可以幫助決策者在數目有限的可行方案中，根據每一方案的各個屬性的特徵，從可行的方案終將各個方案做一優劣排序，評估和選擇一符合決策者理想的方案(Yoon & Hwang, 1985)，而多屬性決策是屬於多準則決策(Multiple Criteria Decision Making, MCDM)領域的一個部分。決策者在面臨眾多可行的方案時，往往限於時間、資源與人力等因素，只能評選出一個最佳的方案來執行。因此評選出最佳方案是決策者最重要的工作之一(翁振益等，2007)。

## 三、溫泉區總量管制影響因子

根據張誠信(2010)與許志誠(2009)之研究，及避免對後續填答 ANP 問卷時產生混淆模糊焦點，而對本研究做出誤判問題偏差分析，本研究擬出專家問卷之三大層面，水文地質、水利行政與市場區隔。

水文地質層面中，溫泉主要是由降雨、河水及湖泊水等地面水滲入地下，在





深處加熱循環上昇至地面所形成，由於必須在適當地質與地形條件下，始能促成地下水進入深循環而產生溫泉。因此陳肇夏(1975)、葉信富等(2005)提到影響溫泉水總量之因子有地質構造、泉溫、降雨與水位。

水利行政層面中，若政策導向以環境永續發展為主，經濟發展為次要目標，則水位上升；若環境永續發展與經濟發展並重，則水位持平；若以經濟發展為主，環境永續為次要目標，則水位下降。政策形成後，向社會大眾會政策制定者推銷其所主張之政策活動。因此林婉倩(2008)與 Hogwood et. al(1984)提出政府行政中須包含政策導向與教育宣導。

市場區隔層面中，溫泉區的劃設，應先考量現有以開發之溫泉使用地區，劃設對業者生態將產生結構性的影響，結果亦將衝擊溫泉業者的經營型態。市場區隔明顯有助於溫泉旅館經營者擬定更有效率之市場區隔策略，各地溫泉旅館之經營型態與策略相當接近，做為吸引遊客的策略之一。林樺總(2009)與謝淑芬(2007)提出市場區隔層面下須包含經營型態與遊客量。

#### 四、溫泉區總量管制策略

針對國內溫泉區之總量管制相關研究，已提出綜整之管制原則與措施，然而至今僅能部份實施未能全盤實施，究其原因可能為並未因地制宜，或通常只考量行政單位及執行者之角度，未考量業者甚至消費者等所有相關利益團體之意見。因此本研究將針對溫泉區溫泉使用狀況進行分析，找出制訂管制策略所需之各項影響因子，以及當各項影響因子產生變化而造成溫泉使用狀況改變時，其相對應之各項管制措施（參照表 1）。





表 1 國內外溫泉區水量管理案例彙整

案例	地區	出處
收取溫泉使用費	日本淺虫、紐西蘭 Wakato 地區、中國天津	工研院(2001、2002)、嘉南藥理科技大學(2011)、順陽工程顧問有限公司(2008)
建立取供事業	關子嶺溫泉區	嘉南藥理科技大學(2011)
溫泉業者合法化輔導	四重溪溫泉區、泰安溫泉區、東埔溫泉區、知本溫泉區	嘉南藥理科技大學(2013)
安裝計量設施以控管水權	日本修善寺、日本西伊豆、中國天津、中國北京	工研院(2001、2002)、嘉南藥理科技大學(2011)、順陽工程顧問有限公司(2008)
劃定分級保護區	日本湯河原、中國福州	工研院(2001、2002)、嘉南藥理科技大學(2011)、順陽工程顧問有限公司(2008)
分級試水並訂井距	日本靜岡縣、日本勝浦	嘉南藥理科技大學(2011)、順陽工程顧問有限公司(2008)
建置監測系統與資料庫分析	紐西蘭 Wakato 地區	工研院(2001、2002)、嘉南藥理科技大學(2011)
鼓勵業者參與省水活動	中國天津	嘉南藥理科技大學(2011)、順陽工程顧問有限公司(2008)

資料來源：本研究自行整理

### 叁、研究方法

#### 一、專家問卷發展

根據前述之文獻回顧，彙整並設計出之問卷之架構，三大層面、影響因子與備選方案之定義與說明如表 2、表 3 與表 4 所示：

表 2 層面定義之解釋

層面	定義
1.水文地質	指該溫泉區影響溫泉可用量之自然環境條件
2.水利行政	指管轄該溫泉區影響溫泉取用量之政府政策或作為
3.市場區隔	指該溫泉區影響溫泉取用量之社會經濟條件



表 3 影響因子定義之解釋

面向	影響因子	定義
1.水文地質	1-1 長期溫泉水位	溫泉水位長期平均值的趨勢變化影響溫泉水量取用限制。
	1-2 長期溫泉溫度	溫泉溫度長期平均值的趨勢變化影響溫泉水量取用限制。
	1-3 地質構造	該溫泉區之斷層走向及岩層破裂程度，將會影響到賦存溫泉水之能力。
	1-4 降雨	降雨量多寡，將影響到溫泉賦存量。
2.水利行政	2-1 政策導向	溫泉區之政策發展導向影響經濟發展或環境保育之平衡，因此經濟發展或環境保育，影響用水量多寡。
	2-2 教育宣導	政府部門對溫泉業者教育宣導的程度，將影響到業者取用溫泉水量之認知。
3.社會經濟	3-1 經營型態	該地溫泉產生機制可分為溫泉旅館、溫泉會館及簡易湯屋等不同型態，經營型態皆會影響到用水量多寡。
	3-2 遊客量	遊客量多寡影響到溫泉使用量。

表 4 備選方案定義之解釋

備選方案	定義
4-1 收取溫泉使用費	為保育及永續利用溫泉，除依水利法或礦業法收取相關費用外，主管機關應向溫泉取供事業或個人徵收溫泉取用費。其徵收方式、範圍、費率及使用辦法，由中央主管機關訂定，以控管溫泉取用量。
4-2 建立取供事業	取得溫泉水權並完成開發後，依辦法規定申請取得經營許可，提供他人使用或自己使用。
4-3 溫泉業者合法化輔導	輔導溫泉業者取得溫泉開發許可與溫泉標章。
4-4 安裝計量設施以控管水權	為確實落實溫泉取用量之掌控，由主管機關進行裝置計量設施，並抽查及監督，以達控管之責任。
4-5 劃定分級保護區	進行溫泉資源開發時，於政府設定之分級保護區域之溫泉露頭與規定範圍內，依其分級標準限制開發行為。
4-6 分級試水並訂井距	應用抽水設備進行分級試水，並依其出水能力與地質條件，訂出溫泉水井間之距離，並於規定範圍內不得新鑿井。
4-7 建置監測系統與資料庫分析	透過資料庫的建立，了解並管理當地的溫泉水位、水溫、井數、取水量、深度及取水時段等資訊。
4-8 鼓勵業者參與省水活動	提供獎勵使業者積極參與節約使用溫泉或減少浪費溫泉資源等省水活動。





## 二、分析網路程序法

進行評估時，須同時考慮多個指標並決定權重，但這些指標可能相互影響，分析網路程序法(Analytic Network Process, ANP)就是一個能夠處理此議題之評估工具。張魁峯(2009)介紹四種應用模式提供使用者作為模式建構的範例。基本回饋模式、簡易網路模式、二階網路模式、多階網路模式這四種應用模式是一般最常見到的使用模式。

分析網路程序法的主要理論基礎在於將一複雜系統分解成簡明的層級架構系統，將某一特定評估目標分解成評估要素，再分解成許多解決方案。過程中，決策者需對各層級要素進行兩兩要素間的重要性成對比較，進而獲取各要素的優先順序。最後透過數學模式計算出各層級中每一個要素之權重值，並利用層級串聯求出整體層級架構中最底層裡每一要素的權重值。Saaty(2001)指出，假設有一函數如下：

$$V(Y) = \sum_{i=1}^n W_i Y_i \quad (1)$$

其中， $w_i$  可視為 $y_i$  的權重，如果 $w_i = 0$ ，則其所對應之 $y_i$  自動不列入上式 $w_i$ 之考量，因此我們可以假設  $w_i > 0, i = 1 \sim n$ 。接著定義  $w_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$  因此對於任何 $i, j, k$ ， $w_{ij} = 1/w_{ji}$  且  $w_{ik} = w_{ij} w_{jk}$ 。

$$W = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \quad (2)$$

如果 $W$ 滿足 $w_{ij} = 1/w_{ji}$ ， $w_{ik} = w_{ij} w_{jk}, \forall i, j, k$ ，稱矩陣 $W$ 具有一致性。觀察  $W$ 矩陣可發現，該矩陣的每一行皆是第一行的倍數，所以 $W$ 矩陣的秩數為1，因此 $W$ 矩陣存在唯一一個非零的特徵值 $n$ ，這是由於 $w_i = 1$ 且 $W$ 矩陣所有特徵值的和恰好等於其對角線的和( $\sum_{i=1}^n W_{ii} = n$ )，因此 $Ww = nw$ ，其中 $w$ 是 $W$ 矩陣對應最大(非零)特徵值 $n$ 的特徵向量。以上述看似簡單的程序，在實際進行受訪者調查時，可能由於受訪者感受不同而發生不一致的情況，因此 $w$ 權重並不一定可以輕易地求出。Saaty提出以下的方法克服此問題：定義一個估計矩陣  $A = [a_{ij}]_{n \times n}$ ，其中 $a_{ij} > 0$ ，表示如下：

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$





由於 $a_{ij} = 1/a_{ji}$ ，僅需注意 $a_{ij}$ ， $i < j$  即可。因 $A$ 矩陣為 $W$ 矩陣之估計值，故可知當一致性條件滿足時， $A$ 矩陣對應於最大特徵值之特徵向量 $\lambda_{\max}$ 將會非常接近 $w$ 。由以上之討論，Saaty(2001)可整理歸納出 矩陣具有以下兩點特性：

【特性一】假如 $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ 能滿足方程式 $AX = \lambda X$ ，即 $\lambda$ 為 $A$ 矩陣的特徵值(eigenvalue)，且對於所有 $i$ ， $a_{ii} = 1$ ，則 $\lambda_i = \text{trace}[A] = n$ ，故除了 $n$ 以外，所有其他的特徵值均為零。因此，很明顯地，在一致性的情況下， $n$ 即為 $A$ 之最大特徵值。

【特性二】若 $A$ 矩陣的 $a_{ij}$ 有小量的變動，則特徵值亦有小量的變動。實際上，由於 $a_{ij}$  是主觀的判斷，所以 $a_{ij}$  與理想情況之比率 $w_{ij}$ 會有所差異。不過，我們發現 $A$ 矩陣的對角線  $a_{ii}=1$ ，且 $A$ 矩陣亦具一致性，所以小量的差異仍將使得最大特徵值趨於 $n$ ，而最大特徵值的特徵向量 $\lambda_{\max}$ 接近 $w$ 。實務上可採用正規化解(normalized solution)以方便求解。即令 $(1/\alpha)W$ 取代 $W$ ，而 $\alpha = \sum W_i$ 。

此外，可獲得下列兩項定理：

【定理一】對應最大特徵值的特徵向量 $\lambda_{\max}$ 是一個正實數。

【定理二】對應最大特徵值的特徵向量 $\lambda_{\max}$ 滿足 $\lambda_{\max} \geq n$ 。

關於一致性之測定方法，首先先求成對比較矩陣之一致性指標CI值(consistency index)及一致性比率CR值(consistency ratio)。如果  $a_{ij}$  有小量的變動，則 $\lambda_{\max}$  亦將隨之小量的變動，因此 $\lambda_{\max}$  與 $n$ 之差值可做為矩陣一致性之評量。此處定義 $CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$ ，稱為一致性指標，乃ANP用於衡量評估者之判斷過程是否具有的一致性。相對於一致性指標CI值，由隨機產生的不同階數的矩陣之一致性指標稱為隨機指標RI值(random index)，其值將隨矩陣階數之增加而增加。依據此值可求得一致性比率CR值(consistency ratio)，即 $CR = CI / RI$ 。ANP即利用CR值來衡量成對比較矩陣的整體一致性，而Saaty提出CR值必須小於0.1其分析結果才滿足一致性之要求。如果CR值大於0.1，即表示受訪者判斷具有隨機性，必須考慮重新評估或修正。

在計算權重時，ANP 利用超級矩陣(Supermatrix)來處理因子間之相依關係，許多成對比較矩陣組合成超級矩陣如公式 4 所示。其中  $T$  為超級矩陣、 $C$  為層面、 $e$  為影響因子、 $T_{ij}$  為該層面之極限化值。





$$T = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} e_{11}e_{12} \dots e_{1m_1} & e_{21}e_{22} \dots e_{2m_2} & \dots & e_{n1}e_{n2} \dots e_{nm_n} \\ e_{11} & & & & \\ e_{12} & T_{11} & T_{12} & \dots & T_{1n} \\ \vdots & & & & \\ e_{1m_1} & & & & \\ e_{21} & T_{21} & T_{22} & \dots & T_{2n} \\ e_{22} & & & & \\ \vdots & & & & \\ e_{2m_2} & & & & \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ e_{n1} & T_{n1} & T_{n2} & \dots & T_{nn} \\ e_{n2} & & & & \\ \vdots & & & & \\ e_{nm_n} & & & & \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (4)$$

ANP 模式對每一重要因子均能在研究者的需要下納入模型內評估探討，進而確立決策目標的優先順序並以確定數值明白呈現，故因此廣為實務界所採用，範圍可擴及宏觀策略規劃或微觀方案的選取。另外，ANP 透過問卷的模式，將可使決策者更能因於時勢切入問題重點，當環境或趨勢有所改變時，決策者將可從容修正之。

### 三、Super Decisions 軟體介紹

Super Decisions 軟體是由Saaty與其研究團隊共同研發完成的，該軟體主要用來計算相依及回饋的決策問題。它除了可以計算ANP外，也可以應用在AHP的運算。Super Decisions 軟體的研發，讓決策者可以很輕鬆的針對問題進行分析，省去運算時間，決策者只需架構出該問題的網路層，在無需釐清圖形的形態下，也不需再計算繁複的極限化超級矩陣，即可計算出極限化之超級矩陣，使得問題解決更有效率。經過極限化後，在考量各因子間的相互關係後，可求得該因子在整體結構中的相對權重。將所有的集群及節點建立完成後，ANP架構圖中即可明確的呈現集群與集群或節點之間的關係，亦符合ANP相依即回饋之特性。





## 肆、研究結果

藉由建立之層面、影響因子與備選方案，將專家問卷結果輸入軟體後依所呈現之數據與超級矩陣結果求得各項權重。

### 一、簡化問卷與發放對象

進行層面間之關聯性比較，與影響因子間之關聯性比較後，則可進行問卷發放測試。

本研究將成對比較問卷共 24 頁之問卷簡化為重要性比較問卷共 8 頁，「重要性比較」可減少作答時間與避免產生一致性偏誤。將成對比較問卷題型簡化成以下重要性比較問卷題型，如下所示：

以「1.水文地質」為主要考量時，您認為下列層面之重要性得分為何(1~5 分)？

\_\_\_\_\_1.水文地質； \_\_\_\_\_2.水利行政； \_\_\_\_\_3.市場區隔； \_\_\_\_\_4.方案

重要性比較問卷回收後，研究者須將重要性比較問卷回復成成對比較問卷輸入至 Super Decisions，數字差為 0 填「1」、差為 1 填「3」、差為 2 填「5」、差為 3 填「7」、差為 4 填「9」。

本研究問卷發放對象分為學界、業者與行政部門三群組，學界以相關領域學者三位；業者針對四重溪溫泉區三位業者；行政部門則針對經濟部水利署管轄溫泉之行政人員與屏東縣政府一位針對四重溪溫泉區有相關經驗之人員進行問卷發放對象。回收問卷後利用 Saaty 及其團隊所開發之 Super Decisions 軟體進行分析，目的就是使 ANP 更容易使用，有效解決超級矩陣的計算過程中繁複的問題。

### 二、一致性檢定

本研究將問卷輸入至 Super Decisions 軟體後針對層面、影響因子與方案進行一致性檢定(Consistency Index, CI)，依 Saaty 提出之建議，若 CI 值 $<0.1$ ，可獲得令人滿意之一致性(Saaty,1980)，因此利用一致性指標找出未達一致性標準(CI $<0.1$ )之準則，若一致性的程度不符合要求，代表決策者的判斷前後不一致。本研究結果顯示 CI 值皆小於 0.1，符合一致性檢定。





### 三、層面與影響因子極限值之分析與排序

使用 Super Decisions 進行未超級加權矩陣、加權超級矩陣與極限化超級矩陣後，利用軟體內之指令進行計算優先序(Computations→Priorities)後，可得經極限化超級矩陣之正規化超級矩陣。

整合學界群組中認為影響因子中最重要之因子為「3-1 經營型態」，極限值為 0.13462；第二重要之因子為「2-1 政策導向」極限值為 0.108692；第三重要因子為「3-2 遊客量」，極限值為 0.077806。針對整合學界群組的影響因子及層面排序，如表 5 與表 6 所示。

整合業者群組中認為影響因子中最重要之因子為「3-1 經營型態」，極限值為 0.156082；第二重要之因子為「3-2 遊客量」極限值為 0.130972；第三重要因子為「1-1 長期溫泉水位」，極限值為 0.077242。針對學界群組的影響因子及層面排序，如表 5 與表 6 所示。

整合行政部門群組中認為影響因子中最重要之因子為「3-1 經營型態」，極限值為 0.149107；第二重要之因子為「3-2 遊客量」極限值為 0.143566；第三重要因子為「2-1 政策導向」，極限值為 0.12725。針對行政部門群組的影響因子及層面排序，如表 5 與表 6 所示。

表 5 三群組整合排序

影響因子	學界群組 排序	業者群組 排序	行政部門 群組排序
1-1 長期溫泉水位	4	3	7
1-2 長期溫泉溫度	6	6	8
1-3 地質構造	5	4	6
1-4 降雨	8	7	5
2-1 政策導向	2	5	3
2-2 教育宣導	7	8	4
3-1 經營型態	1	1	1
3-2 遊客量	3	2	2

表 6 三群組整合排序

層面	學界群組 排序	業者群組 排序	行政部門 群組排序
1 水文地質	1	2	3
2 水利行政	3	3	2
3 市場區隔	2	1	1





#### 四、備選方案排序分析

利用 Super Decisions 內之指令計算得到備選方案之排序。此步驟為極限化超級矩陣之正規化超級矩陣後，各專家正規化極限矩陣之方案排序，分述如下。

學界群組進行方案排序後由表 7 可知學界群組前三名排序依序為「4-7 建置監測系統與資料庫分析」正規化值為 0.178869；「4-5 劃定分級保護區」正規化值為 0.140085；「4-6 分級試水並訂井距」正規化值為 0.137617。

業者群組進行方案排序後由表 7 可知業者群組前三名排序依序為「4-3 溫泉業者合法化輔導」正規化值為 0.169348；「4-1 收取溫泉使用費」正規化值為 0.155052；「4-7 建置監測系統與資料庫分析」正規化值為 0.147412。

針對行政部門群組進行方案排序後由表 7 可知行政部門群組前三名排序依序為「4-4 安裝計量設施以控管水權」正規化值為 0.175703；「4-2 建立取供事業」正規化值為 0.161249；「4-5 劃定分級保護區」正規化值為 0.137441。

表 7 整合學界群組之備選方案排序

備選方案	學界群組 排序	業者群組 排序	行政部門群組 排序
4-1 收取溫泉使用費	4	2	7
4-2 建立取供事業	5	5	2
4-3 溫泉業者合法化輔導	7	1	5
4-4 安裝計量設施以控管水權	5	7	1
4-5 劃定分級保護區	2	6	3
4-6 分級試水並訂井距	3	4	8
4-7 建置監測系統與資料庫分析	1	3	6
4-8 鼓勵業者參與省水活動	8	8	4

#### 伍、結果分析

##### 一、意見回饋

本研究於問卷產生前進行三利益團體之訪談，針對三方專家之意見整理如下：

學界以對於溫泉與地質具有數十年研究經驗與背景之專家進行訪談可得以下幾點：





1. 四重溪溫泉區可建立取供事業或委員會管理溫泉使用。
2. 可於鄰近地點鑿井進行回灌。
3. 可教育宣導民眾與業者進行溫泉省水與回收再利用，提升溫泉使用效率
4. 已施行備選方案為法律規定，不可迴避。

業者針對四重溪溫泉區當地業者進行訪談可得以下幾點：

1. 溫泉價格太高
2. 溫泉使用情形僅業者使用，不做家庭使用與農業使用，故不應存在填達時以有提供家庭使用與農業使用下作答。
3. 旅宿業可控管水量，若做家庭使用或農業使用，無法控管水量。
4. 農業使用量高，申請溫泉水權時不會通過。
5. 四重溪溫泉區溫泉水已不夠用，無法允許農業灌溉使用，農業使用僅使用地下水。
6. 溫泉水循環利用會衍生衛生問題
7. 泉質與價差無關係
8. 岩性與價差無關
9. 水量已不夠供既有業者使用，產生僧多粥少情況。
10. 政府應先顧慮既有業者再開放新設業者
11. 查明業者實際使用量，冬季放寬業者溫泉用水量。
12. 總量管制下，不可給新設業者鑿井，需輔導既有業者改變使用量。

行政部門針對管轄四重溪溫泉區之縣府單位行政人員進行訪談，可得以下幾點：

1. 信度可能有偏差
2. 有因果關係之影響因子不好選擇
3. 成對比較問卷內容複雜且耗時
4. 以某一影響因子為主要考量，又進行比較會產生增強效果。

## 二、已施行備選方案之實施狀況

溫泉使用費之徵收標準根據水錶度數進行收費，北投地區泉溫偏高，具高腐蝕且結垢問題嚴重，知本地區泉溫偏高且易造成結晶體，安裝水錶後恐不耐高溫或不耐腐蝕性發生水錶故障而無法測得實際溫泉取用量，造成無法照水錶度數進行溫泉使用非之徵收。四重溪溫泉區裝設水錶難易度相較於北投即知本地區容易達成，而四重溪當地政府單位無法真正控管每間業者是否皆安裝水錶且依據水錶徵收溫泉使用費。





溫泉法所訂輔導業者合法化的緩衝期限，於 102 年 7 月 1 日到期，本研究於 102 年 7 月 2 日查詢屏東縣政府網站公告，四重溪溫泉區共有 14 家溫泉業者，其中 6 家尚未合法取得溫泉標章。

中央法規所定義之溫泉資源基本資料庫，其資料包括溫泉位置、泉質、泉量、泉溫、地質概況、取用量、使用現況等圖層資訊，又為落實溫泉法第十一條「溫泉取用費徵收」、第十九條「溫泉取用量管理」及第二十一條「溫泉資料抽查」等行政作為之資料保存及管理。資料庫係指針對某一主題將其相關的資料，以特定的方式有系統地將這些大量、複雜且多樣的資料加以收集、整理、儲存在電腦中，以提供使用者作查詢。建置基本資料庫主要目的為有效溫泉合理開發與管理，保護消費者權益及資料整合流通達到資源共享。基本資料庫精神，主要各分項調查資料分層建置。因建置監測系統與資料庫分析仍屬初期規劃，資料庫建置上需從基本做起，可配合溫泉業者合法化輔導使業者資料庫更完整。

綜合前述三利益團體分析，本研究歸納出三群組備選方案之排序、已施行方案排序與未施行方案排序之統整表，如表 8 所示。

表 8 三利益團體總排序與已施行及未施行方案排序

	排序	名稱
學界總排序	1	建置監測系統與資料庫分析
	2	劃定分級保護區
	3	分級試水並訂井距
已施行排序	1	建置監測系統與資料庫分析
	2	收取溫泉使用費
	3	安裝計量設施以控管水權
未施行排序	1	劃定分級保護區
	2	分級試水並訂井距
	3	建立取供事業
業者總排序	1	溫泉業者合法化輔導
	2	收取溫泉使用費
	3	建置監測系統與資料庫分析
已施行排序	1	溫泉業者合法化輔導
	2	收取溫泉使用費
	3	建置監測系統與資料庫分析
未施行排序	1	分級試水並訂井距
	2	建立取供事業
	3	安裝計量設施以控管水權

(續下頁)







表 8 三利益團體總排序與已施行及未施行方案排序（續）

	排序	名稱
行政部門 總排序	1	安裝計量設施以控管水權
	2	建立取供事業
	3	劃定分級保護區
已施行排序	1	安裝計量設施以控管水權
	2	溫泉業者合法化輔導
	3	建置監測系統與資料庫分析
未施行排序	1	建立取供事業
	2	劃定分級保護區
	3	鼓勵業者參與省水活動

由表 8 得知，學界群組較偏向環境條件之措施，前三名中僅第一名「建置監測系統與資料庫分析」為目前已施行之方案，「劃定分級保護區」與「分級試水並訂井距」為未施行方案，可看出以學界而言，未來政府可參考之方案方向可針對此兩項為施行方案進行策略擬定。

業者群組偏向目前已施行之方案，可能因為對已施行之方案之管制內容較為了解，且若選擇其他未施行之方案，對其尚未完全知悉其方案內容，在施行上較困難，以安裝水錶為例，北投地區泉溫太高且酸鹼值偏酸，倘若安裝水錶，水錶可能無法正常使用或耗損率過高；知本地區溫度過高且容易結晶，安裝水錶後可能造成結晶體而使水錶無法測得溫泉使用量，相較之下四重溪對於其他地區安裝水錶較為容易。

行政部門中，選擇備選方案時偏向較容易掌控水量之方案，政府部門認為只要做好水權控管則可達到管制之目的。

學界總排序第二名與行政部門總排序第三名同為「劃定分級保護區」，可得知學界與政府部門認為未來針對該地區較為可施行之方案。

學界總排序第三名與業者未施行排序第一名為「分級試水並訂井距」，顯示業者若對於未施行之方案有一定程度了解，則會選擇該方案進行總量管制。

行政部門總排序第二名與業者未施行排序第二名為「建立取供事業」，說明行政部門為達到總量管制目的，未來擬針對取供事業進行管制，當地業者雖對於未施行方案尚未真正了解其管制內容，但業者仍選擇建立取供事業達到溫泉水管理機制，倘若未來擬執行此方案，需對當地業者建立相關知識。





## 陸、結論

本研究針對四重溪溫泉區總量管制措施進行探討，藉由分析網路程序法考量層面與影響因子間之相互影響與回饋之關係，針對學界、業者與行政部門之觀點利用 Super Decisions 進行權重分析，找出最適於四重溪溫泉區之管制措施，本研究所得結論與建議說明如下。

### 一、結論

本研究利用分析網路程序法進行四重溪溫泉區總量管制措施之結論分述如下：

#### (一) 層面與影響因子研擬

本研究利用文獻回顧得到本研究問卷之三大層面，水文地質、水利行政與市場區隔，八項影響因子，長期溫泉水位、長期溫泉溫度、地質構造與降雨；政策導向與教育宣導；經營型態與遊客量。

#### (二) 備選方案研擬

以國內外溫泉管制案例彙整得到八項備選方案，收取溫泉使用費、建立取供事業、溫泉業者合法化輔導、安裝計量設施以控管水權、劃定分級保護區、分級試水並訂井距、建置監測系統與資料庫分析以及鼓勵業者參與省水活動等管制措施。

#### (三) 簡化問卷及一致性檢定

為達到專家問卷填答結果一致性檢定  $CI < 0.1$ ，本研究設計簡化版重要性比較問卷，可將成對比較問卷多達 24 頁濃縮成僅 8 頁，使專家於填寫過程中減少填答時間與避免產生一致性偏誤問題。

#### (四) 三利益團體備選方案之排序

本研究分析結果可得三利益團體影響因子與備選方案前三名，分述如下：

學界影響因子前三名：「經營型態」、「政策導向」、「遊客量」；學界備選方案前三名：「建置監測系統與資料庫分析」、「劃定分級保護區」、「分級試水並訂井距」

業者影響因子前三名：「經營型態」、「遊客量」、「長期溫泉水位」；業者備選方案前三名：「溫泉業者合法化輔導」、「收取溫泉使用費」、「建置監測系統與資料庫分析」

行政部門影響因子前三名：「經營型態」、「遊客量」、「政策導向」；行政部門備選方案前三名：「安裝計量設施以控管水權」、「建立取供事業」、「劃定分級保護區」。





### (五) 三利益團體備選方案交叉分析

1. 學界中之方案較偏向於環境條件，由於學界專家對於環境與地質方面研究廣泛，針對四重溪溫泉區之環境或地質條件較為重視，則結果偏向於環境條件之措施。
2. 業者選擇方案則偏向於已施行之方案，對於已施行方案之內容較為解，因此選擇已施行方案作為優先考量。
3. 針對行政部門而言，掌控水量措施則可達到總量管制之目的，因此行政部門針對管制水權與水量方面進行方案選擇。

### (六) 未來管制措施討論

三利益團體排序結果於未施行備選方案中皆有「建立取供事業」，顯示四重溪溫泉區未來進行其他總量管制措施，可針對「建立取供事業」進行備選方案擬定。

## 二、建議

- (一) 為了使獲得層面、影響因子與備選方案更為恰當，後續研究者可進行三利益團體質性訪談，彙集所有可能貼切且符合議題之問題層面、影響因子及備選方案，再以灰關聯分析、模糊德爾菲法或決策實驗室研析等研究方法輔助確立其階層與關係，為避免問卷結果產生偏頗，可大量針對溫泉相關專家進行問卷施測。
- (二) 四重溪溫泉區各家業者皆有屬於自己的溫泉生產井，溫泉井分布範圍廣，因此若要進行建立取供事業較為複雜。然而從先前的訪談意見回饋以及專家問卷填寫結果可知，建立取供事業於四重溪溫泉區已漸成共識，故下一階段可鎖定建立取供事業進行策略研擬之研究。
- (三) 本研究僅針對簡易網路模式進行分析，建議未來研究可用二階網路模式或多階網路模式進行分析，以解決各層面、影響因子與備選方案間的層級關係。
- (四) 政策方案與觀念形成後須向社會大眾進行宣導，四重溪溫泉區總量管制措施尚未完全落實，因此無法推行管制後之宣傳省水活動，「鼓勵業者參與省水活動」於三利益團體中皆排名最後，行政部門若要推行此備選方案，可於管制措施落實較完整後進行。

## 謝 誌

本研究承蒙經濟部水利署研究計畫(MOEAWRA1010244)經費贊助本文得以完成，謹致謝忱。





## 參考文獻

1. 工業技術研究院(2001)。溫泉資源調查(2/4)。經濟部水利署專題研究計畫。
2. 工業技術研究院(2002)。溫泉資源調查(3/4)。經濟部水利署專題研究計畫。
3. 林婉倩(2008)。新莊園經濟模式運用於瑞穗新溫泉特定區開發之財務可行性研究。國立成功大學都市計畫學系碩士論文。
4. 林樺總(2009)。新訂瑞穗溫泉區經營策略指標建構與分析。嘉南藥理科技大學溫泉產業研究所碩士論文。
5. 徐偉鈞(2002)。由環境及容受力探討山坡地總量管制之研究—以台北縣汐止市為例。國立成功大學都市計畫研究所碩士論文。
6. 陳肇夏(1975)。台灣溫泉成因與地熱探勘之我見。1(2)，107-117。
7. 許志誠(2009)。台灣國家步道系統發展生態旅遊策略之研擬。國立臺北大學自然資源與環境管理研究所碩士論文。
8. 張魁峯(2009)。Super Decisions 軟體操作手冊-以 ANP 突破 AHP 的研究限制。台北：鼎茂。
9. 張誠信(2010)。應用模糊階層分析法建立溫泉觀光永續發展指標(2/3)。開南大學休閒事業管理學系。
10. 順陽工程顧問有限公司(2008)。溫泉蘊藏量推估及開發總量管制評估技術研究(2/2)。經濟部水利署專題研究計畫。
11. 葉信富、陳進發、李振誥(2005)。降雨入滲對坡地穩定影響之研究。中華水土保持學報，36(2)，145-158。
12. 嘉南藥理科技大學(2011)。四重溪溫泉資源監測調查計畫(2/2)。經濟部水利署專題研究計畫。
13. 嘉南藥理科技大學(2013)。溫泉業者開發合法輔導計畫。經濟部水利署專題研究計畫。
14. 謝淑芬(2007)。溫泉遊憩區遊客對溫泉旅館選擇行為之研究。旅遊管理研究，7(2)，165-186。
15. Daly, H. E., (1992). Allocation, distribution and scale: towards an economics that is efficient, just, and sustainable. *Ecological Economics*, 6, 185-194.
16. Hogwood, Brian W. & Lewis A. Gunn(1984). *Policy Analysis for the Real World*. Oxford: Oxford University Press.





17. McHarg, Ian L.(1969). *Design with Nature*. New York: Natural History.
18. Saaty, T. L. (2001). *Decision making with dependence and feedback: The analytic network process (2<sup>nd</sup> ed.)*. Pittsburgh, PA: RWS Publications.
19. Yoon, K. and Hwang, C. L., (1985). Manufacturing Plant Location Analysis by Multiple Attribute Decision Making: Part I – Single-plant Strategy. *International Journal of Production Research*, 23(2), 345-359.





## Decision Making of Total Amount Control by Applying Analytic Network Process in Sih-Chong-Shi Hot-Spring Area

Wei-Ping Chen <sup>a\*</sup>, Wei-Kung Wu <sup>b</sup>, Chi-Chuan Kan <sup>c</sup>, Wen-Fu Chen <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Assistant Professor, Department of Recreation and Healthcare Management,  
Chianan University of Pharmacy & Science

<sup>b</sup> Master, Department of Recreation and Healthcare Management, Chianan University  
of Pharmacy & Science

<sup>c</sup> Associate Professor, Institute of Hot Spring Industry, Chianan University of  
Pharmacy & Science

### ABSTRACT

It is an important issue to make the resources be sustainable for all human kinds. From the newest groundwater level observation report, there is a hot-spring resources exhausted problem in Sih-Chung-Shi Hot-Spring area. Thus, it cannot be waited to push the work of total amount control measures. However, the policy is usually difficult to implement cause formulating without consideration of interest groups. Therefore, the main purpose of this research is to ensure the assessment indicators of perspectives by combining opinions of interest groups. This study get all of impact factors and alternatives by way of research, analyzing expert questionnaire by Analytical Network Process, ANP.

This study analyzed the results from a questionnaire survey taken by three interest groups using the SUPER DECISIONS software. The top three alternative initiatives selected by the academia were in descending order 'creating monitoring system and database analyses', 'designating and grading protected areas', and 'pumping test and defining well spacing'; those by the industry: 'assisting with the legalization of hot spring operators', 'charging for hot spring usage', and 'creating monitoring system and database analysis'; and those by the administration: 'installing meter infrastructure for the control of water rights', 'establishing stakekholders' and 'designation and grading of protected areas'. Among the not implemented alternative initiatives, all the three groups selected 'establishing providers'. This shows that 'establishing stakeholders' may be an additional control measure for the proper

---

\* E-mail: wpchen@mail.chna.edu.tw





management of the hot spring resources in Sih-chong-Shi Hot-Spring area.

**Keyword:** Sih-Chong-Shi Hot-Spring Area, Analytic Network Process,  
Total Amount Control

