

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

區域代表兩型之建立與選取

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2313-B-034-005-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：中國文化大學土地資源學系

計畫主持人：葉惠中

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 10 月 24 日

台灣北部地區區域代表雨型建立之研究

Development of Regionalized Representative Hyetograph for Northern Taiwan

計畫編號：NSC 91-2313-B-034-005

執行期限：91年8月1日至92年7月31日

主持人：葉惠中 中國文化大學土地資源學系

中文摘要

在水工設計上，針對年最大降雨序列演算的暴雨雨型，可將頻率分析所求得的降雨深度做時間上的分配，以便進行各種水文分析。暴雨雨型模式有許多種，本研究採用具尺度不變性之高斯馬可夫雨型模式，該暴雨雨型模式視每一場降雨事件為一隨機歷程，考慮每個時刻之序列符合常態分佈，以一階高斯馬可夫歷程敘述臨前水文條件的遺傳效應，該雨型亦為具有最大概似度之設計暴雨雨型。但限於雨量測站為點的分佈，因此必須將雨型設計結果分類及區域化，並求得區域代表雨型，如此方能為未設站區域使用，亦能合理的應用於降雨逕流模式中。本研究區域為台灣北部地區，首先建立各測站具尺度不變性之高斯馬可夫雨型，其次利用因子分析方法萃取出雨型中主要的控制因素，再就這些因素以群集分析法將台灣北部地區之雨量測站分類，並利用類別指標變數建立區域化雨型。同一區域內之雨型並非唯一，最後利用層級分析法進行評估，建立並選取區域代表雨型。

關鍵詞：層級分析法、具尺度不變性高斯馬可夫雨型、因子分析、群集分析、指標變數、區域代表雨型

Abstract

Design storm hyetograph is essential for hydrologic analysis. A storm hyetograph constructed by annual maximum rainfall series can distribute the design rainfall depth

for specific duration and return period. It is a useful technique for hydrological modeling and stormwater drainage design. Several forms of design storm hyetograph have been developed. A scale-invariant Gauss-Markov hyetograph is based on a non-stationary first-order Markov process. That is the dimensionless hyetograph and which is most likely to occur is the average hyetograph. In this study, we adopt a scale-invariant Gauss-Markov hyetograph. We also propose a method for regionalization of design hyetographs. Factor analysis lets us perform further classification based on the principal control factors. By combining the Ward's and K-means cluster analysis techniques and an indicator-variable-based probabilistic algorithm, we demonstrate that a map of regionalized hyetographs could be developed and used to determine the design hyetograph of any ungaged site in the study area. Finally, we employ the method of analytic hierarchy process to select the regionalized representative hyetographs for Northern Taiwan Area.

Keywords : Analytic hierarchy process, Scale-invariant Gauss-Markov hyetograph, Factor analysis, Cluster analysis, Indicator variable,

一、緣由與目的

一般而言，由降雨強度 延時 頻率曲線所求得的降雨深度，稱為設計暴雨，設計暴雨是代表在某種重現期距與設計延時狀況下之虛擬降雨事件。利用一個對時間分佈的函數可將降雨深度分配於其延時當中，此種降雨深度對延時的時間分佈函數即所謂之雨型(hyetograph)，經雨型分配之設計暴雨事件，則可被應用於降雨 逕流模式，以演算設計流量歷線。設計暴雨通常被應用於洪災處理及水工設計上，配合滿足當地降雨特性之設計雨型，即可進行降雨 逕流模擬。

雨型是用來配合頻率分析結果，以便於將降雨深度在時間上作分配，因此在採用設計暴雨雨型時，應注意以下兩個應用假設：(1)雨型不因不同重現期距而異。(2)在降雨特性均勻的地區，可以單一雨型來代表區域雨型。其次，對於未設站地區的設計暴雨雨型，傳統上通常以距離該地區最近之雨量測站的設計暴雨雨型來代表，然此一做法的合理性值得商榷。當工程進行地點離現有測站甚遠，便無法直接得知該工程地點的設計雨型。為解決此一問題，本研究以台灣北部地區為研究對象，蒐集該地區之主要降雨測站具尺度不變性的高斯馬可夫設計雨型資料，採用多變量統計分析方法中之主成份分析與群集分析，將台灣北部地區之高斯馬可夫設計雨型劃分成數個雨型均一區域，並利用層級分析法選取出均一區域之區域代表雨型。

二、文獻回顧

多變量統計分析在近年來隨著電腦軟硬體之快速發展而被廣泛的應用於各個領域，該方法乃是由兩種或兩種以上之變量

資料，利用多元空間之統計與線性代數等方法，將複雜問題或現象做合理而有系統的整理、分類判斷及特性說明。葉(1991)以平均降雨量為變量，利用主成份、群集及判別分析法探討台灣中部地區年平均降雨量之空間分佈特性。楊(1994)選取九個百分比延時流量值，利用主成分分析及群集分析劃分流量延時曲線均一區。左(1997)在研究區域洪水頻率分析中，亦導入群集分析的方法，有助於精確地推估在特定重現期距下之洪水。

雨型相關之研究始於 Keifer 與 Chu(1957)，而後陸續有學者提出各種雨型模式。Huff(1967)研究 Illinois 地區許多降雨事件之時雨量資料，將其對總降雨量無因次化後，並將延時分成五分點來探討，以概知降雨主要集中在何時段。工程設計中經常採用之設計雨型如 Pilgrim 與 Cordery(1975)所提出的級序平均雨型，該雨型是考慮無因次化雨型經由排序後，由各時刻級序之平均來建立雨型。Rao(1988)討論對特定區域設計暴雨雨型之研究，是以平衡暴雨(balance storm)之概念來建構出雨型。Cheng 等(2001)提出以具自我相似性之高斯馬可夫設計暴雨之無因次雨型，該雨型視每一場降雨事件為一隨機歷程，考慮每個時刻之序列符合常態分佈，並以一階高斯馬可夫歷程敘述臨前水文條件的遺傳效應，故該雨型為具有最大概似度之雨型。

當面對一個重大決策時，往往都會有許多的替代方案出現，通常都是依據幾個準則加以評比，選擇一個或多數個替代方案。而層級分析法正是將複雜的問題加以系統化之方式，讓決策者可以有結構地分析問題，並決定替代方案之優先順序(鄧等，1989)。層級分析法係由美國賓州匹茲堡大學教授 Thomas L. Saaty 於 1971 年首先

發展出來的。主要是應用在不確定情況及具有多數個評估準則的決策問題上，其目的在於協助決策者面臨複雜且分歧的問題時，可藉由不同層級與因素的結構分解，並透過專家與決策者的意見評估，以名目尺度(nominal scale)進行各變量間相對重要程度的量化判斷，最後綜合各層級的權重關係，可獲得各替代方案之優勢程度(priority)，並取得最佳方案(Satty, 1980)。林等(1997)以層級分析法來計算決策支援系統的各項權重，並為地理資訊系統在權重問題上提供一個有效的方法。

三、研究方法

3.1 高斯馬可夫兩型資料

所謂設計雨型是代表在某種重現期距與延時狀況下，其虛擬降雨量在時間上的分佈情形。由於降雨分佈特性因地而異，因此在從事水工規劃設計時，必須針對該地區之設計雨型分佈特性有所了解後再進行規劃設計。高斯馬可夫設計雨型是由 Cheng 等(2001)及鄭等(1999)所發展的暴雨兩型模式，該模式利用隨機碎形具有尺度不變之特性，以高斯馬可夫歷程來模擬無因次降雨之時間分佈。由於該雨型具有滿足尖峰降雨及無因次時間分配等統計特性，因此可應用於不同區域與不同設計延時之暴雨事件。

本研究之主要目的是利用層級分析法來選取台灣北部地區具代表性的區域暴雨設計雨型，因此研究中蒐集了前人許等(1999)及 Cheng 等(2001)針對台灣北部地區各主要雨量測站所進行之高斯馬可夫兩型的研究結果，共計 22 站。

3.2 多變量統計分析

因子分析係由 Karl Pearson 所提出的一種多變量統計分析方法，其重要概念為

縮減一群具有內在相關的多變量資料，使其儘可能解釋原始資料之變方。因子分析之主要目的，為將較多之變量資料加以研究整理成為較少數之因子，除了可以有效地降低資料維度，粹取重要資訊外，亦可以消除各變量間之共線性關係，避免研究造成誤差。而因子負荷矩陣之結果，往往不容易加以解釋，故為了方便因子解釋，可藉由旋轉因子軸，使各個因子的意義變得比較清晰明確且亦於解釋及說明(Johnson & Wichern, 1982)。

群集分析是一種資料分類技術，起源於 1930 年代。其目的是利用資料本身所提供的資訊，根據距離或類似度來辨認事物之相似特性，並劃分為數個群集，使在同一群集內之事物具有高度的相似性，而在不同群集間之事物則具有相異性。群集之結果應使得群內變異小而群間變異大。

3.3 層級分析法

層級分析法係由美國賓州匹茲堡大學教授 Thomas L. Saaty 於 1971 年首先發展出來的。主要是應用在不確定情況及具有多數個評估準則的決策問題上，其目的在於協助決策者面臨複雜且分歧的問題時，可藉由不同層次與因素的結構分解，並透過專家與決策者的意見評估，以名目尺度進行各變量間相對重要程度的量化判斷，最後綜合各層次的權重關係，可獲得各替代方案之優勢程度，並取得最佳方案。

3.3.1 層次與因素

層級結構是層級分析法的骨架，至少由兩個以上之層次所構成，每一個層次只影響下一個層次，同時亦僅受上一個層次影響。故層級結構決定了不同層次間之支配關係，層次之多寡視端視問題的複雜程度而定，但每個層次內之因素不宜過多，

Satty 建議最好不要超過七個，超出者可再分出另一個層次，以避免在評估時造成層次之不一致的矛盾現象而影響評估結果。

3.3.2 成偶比對矩陣

層級結構建立完成後，必需逐一評估在相同層次中各因素間之相對重要性。層級分析法係採用名目尺度作為成偶比對之評估指標，其劃分包括同等重要、稍重要、頗重要、極重要與絕對重要等五項基本尺度，並賦予名目尺度分別為 1、3、5、7、9 的衡量值；另外四項則介於五個基本尺度之間，並賦予 2、4、6、8 的衡量值。

成偶比對矩陣之建立，是將相同層次中各因素間之成偶比對評估值以矩陣方式來描述。假設某層次中有 n 個評比因素時，則需進行 $C(n,2)=n(n-1)/2$ 次成偶比對，且 $a_{ji}=1/a_{ij}$ ，而主對角線上之元素值為評比因素的自我比較，故主對角線上的元素數值均設為 1。且其形式如(1)所示。

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \Lambda & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \Lambda & a_{2n} \\ M & M & O & M \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \Lambda & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

3.3.3 優勢向量與最大特徵值

層次內各因素權重之大小，可利用成偶比對矩陣 A 計算求得，一般使用數值分析中常用的特徵值法求解優勢向量及最大特徵值。當成偶比對矩陣為一致性矩陣且 $a_{ij} = 1$ 時，則只會有一個特徵值 n ，其餘特徵值均為零，故最大特徵值為 n ，即 $\lambda_{\max} = n$ 。但在實際進行成偶比對矩陣時， a_{ij} 是依據決策者之主觀判斷而得，故比對過程中容許有些微的誤差存在，亦即雖然特徵值有微量變動，但只要滿足 $a_{ij}=1$ 且比對矩陣 A 為一致性矩陣，則其最大特徵值仍會趨

近於 n ，而其餘特徵值均為零。至於誤差在多少範圍內將不致影響結果的正確性，則須由一致性指標及一致性比率加以檢驗。因此，若比對矩陣 A 為一致性矩陣時，其優勢向量可依據 $AW = \lambda_{\max} W$ 求得，而一致性矩陣 A 的特徵值與特徵向量，可由下式的近似值求得，

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{A^k e}{e^T A^k e} = cW \quad (2)$$

其中 e 為單位行向量， c 為正值常數。因上式計算不易，需經由電腦計算方可求得精確結果。但若不需要絕對之精確度時，可以由下列近似求解方法求其優勢向量

$$w_i = \left(\prod_{j=1}^n a_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} / \sum_{i=1}^n \left(\prod_{j=1}^n a_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} \quad (3)$$

若不要求絕對之精確度時，最大特徵值可利用下列近似法求得

$$AW = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \Lambda & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \Lambda & a_{2n} \\ M & M & O & M \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \Lambda & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ M \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ M \\ w_n \end{bmatrix} = W \quad (4)$$

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \left(\frac{w_1'}{w_1} + \frac{w_2'}{w_2} + \Lambda + \frac{w_n'}{w_n} \right) \quad (5)$$

3.3.4 一致性指標與一致性比率

成偶比對矩陣 A 為正倒值矩陣，若其評估指標間無法完全一致時，會影響分析結果的正確性，因此必須進行一致性檢定。理論上成偶比對矩陣 A 之最大特徵值為 $\lambda_{\max} = n$ ，但在實際評估過程中所產生的實際比對矩陣並不一定滿足完全一致性，因此 Saaty 教授將最大特徵值 λ_{\max} 與評比因素個數 n 之間的差異值轉化為一致性指標，以用來評量一致性的高低，作為是否接受比對矩陣的參考，其形式如(6)所示。

$$C.I. = (\lambda_{\max} - n) / (n-1) \quad (6)$$

若一致性指標 $C.I.=0$ 表示前後判斷完全具一致性，而 $C.I.>0$ 則表示前後判斷並不連貫，Satty 教授建議一致性指標在 0.1 以下，即 $C.I. < 0.1$ ，為可容許之誤差，則實際比對矩陣是合理的，具有令人滿意的一致性。此外，由隨機方式所產生之正倒值矩陣的一致性指標稱為隨機指標(random index, R.I.)，其值隨著矩陣階數之增加而增加。其中矩陣階數為 1 至 11 的 R.I. 值，係以 500 個樣本所求得之平均值，階數為 12 至 15 的 R.I. 值，則用 100 個樣本所求得之平均值。在相同階數的矩陣下，一致性指標 C.I. 值與隨機指標 R.I. 值的比值稱為一致性比率，其形式如(10)所示。

$$C.R. = C.I. / R.I. \quad (7)$$

Saaty 教授認為，一致性比率在 0.1 以下是合理的，即 $C.R. < 0.1$ ，若超過此水準，則建議應重新修正評估以改善一致性比率。一致性指標與一致性比率除了用於單一比對矩陣之一致性檢定外，亦可用於整個層級結構的一致性評估。

四、結果與討論

4.1 因子分析

本研究將台灣北部地區 22 個主要雨量測站之高斯馬可夫雨型資料，以各測站設計雨型的 24 個時段為變量，採用標準化後之相關係數矩陣，利用因子分析法求得相關係數矩陣之特徵值及特徵向量，特徵值及其變異數百分比之結果如表一所示。

4.2 群集分析

本研究利用階層分群法找出具有相似高斯馬可夫雨型特性之降雨測站。研究中採用階層分群法中之最小變方法，對各降雨測站之高斯馬可夫設計暴雨雨型進行分類，以求得雨型特性具有均一性的地區。研究中利用經因子分析法所選出的五個因

子為分類特徵，計算各特徵間之歐氏距離，將台灣北部地區之高斯馬可夫設計雨型區分成三個具均一性的區域，而各測站之分群結果如圖一所示。

4.3 層級分析法

本研究利用 AHP 法來選取台灣北部地區具代表性的區域暴雨設計雨型，將問題簡化成為一個包含三個層次的層級結構，其中第一層次為本研究的最終目標，即選取具代表性之高斯馬可夫區域雨型；第二層次為研究中所選取的評估基準，亦即經因子分析後所選取的五個主要因子；第三層次為研究中可供選擇的替代方案，即 6 個具均一性的高斯馬可夫雨型。

在決策問題中獲得優先順序的第一步是利用成對排序比較來設定成偶比對矩陣。一般而言，成偶比對矩陣皆透過問卷調查或專家訪問等結果，並以幾何平均數來替代不同專家與學者的共識，但該方法常因取樣不足或樣本誤差而造成結果失真。本研究為避免上述問題，計算層級結構中之成偶比對矩陣，乃是採用因子之特徵值與因子得點等精確數值，透過兩兩比較分析，利用差距值比例或是差距值本身，配合重要性門檻值的比較，即可求得該成偶比對矩陣。以第二層次的成偶比對矩陣為例，第一特徵值為 8.582，第二特徵值為 4.880，則其差距值比例為 0.759。研究中選取 0.5 為重要性門檻值，並採用無條件進入方式計算兩個評比因素間之相對重要性，結果顯示對於選取具代表性的區域暴雨設計雨型而言，第一因子比第二因子重要，而其相對重要性座落於同等重要與稍重要之間，即其名目尺度衡量值為 2。

另外，以第三層次的因子之成偶比對矩陣為例，石門站之因子得點為 3.504，坪林站之因子得點為 4.769，則其差

距值為 1.265。研究中選取 0.5 為重要性門檻值，並採用四捨五入方式計算兩個評比因素間之相對重要性，結果顯示對於第一因子而言，坪林測站的雨型比石門測站的雨型重要，而其相對重要性為稍重要，即其名目尺度衡量值為 3。

當成偶比對矩陣建立後，即可利用優勢向量的近似求解法求取各層級因素之權重。就一致性檢定而言，分別對五個因子所建立的成偶比對矩陣之一致性指標與一致性比例皆小於 0.1，顯示在六個評估因素下替代方案的成對比較前後具有一致性。最後，研究中再進行整體層級結構的一致性檢定，其一致性比例為 0.015，因為該值亦小於 0.1，顯示本研究的整個層級結構是滿足一致性檢定，其層級結構評估結果為可以接受。

當各層級內評估因素之優勢向量獲得後，即可進行整體層級優勢向量的計算，最後依據各替代方案之優勢向量大小來局決定最終目標的最適替代方案。本研究的整體層級結構之優勢向量，以群集 1 為例，冬山站之優勢向量為 0.18，石門站為 0.10，三峽站為 0.18，大豹站為 0.16，坪林站為 0.20，大豹站為 0.18，其中坪林站具有最大的優勢向量。所以，若以單一測站之高斯馬可夫暴雨設計雨型來代表台灣北部地區內群集 1 之區域代表雨型，應選取坪林測站之高斯馬可夫暴雨設計雨型。同理群集 2 及群集 3 之整體層級結構之優勢向量，應選台北站為群集 2 之區域代表雨型；烏嘴山站為群集 3 之區域代表雨型。另外，因為優勢向量的總和為 1，其代表各評估因素間的相對權重，因此我們亦可以選取所有替代方案中的暴雨雨型，利用加權平均的方法來計算台灣北部地區內群集 1、群集 2 及群集 3 之區域代表雨型。其結果如表二至表四所示。

五、結論與建議

1. 本研究利用因子分析法，萃取出台灣北部地區之高斯馬可夫雨型的五個主要成份，其累積變異數約可說明原來總變異程度之 86%。
2. 研究中並利用五個主要因子為分類特徵，將 22 個高斯馬可夫設計雨型區分成三個具均一性的群集，其中第一群集有 6 個測站；第二群集有 9 個測站；第三群集有 7 個測站。
3. 均一特性的區域應以單一且具代表性的雨型來代表。因此，本研究利用層級分析法將問題簡化為一個包含三個層次的層級結構，其中第一層次為選取具代表性之區域雨型；第二層次為五個主要因子的評估因素；第三層次為 6 個可供選擇之高斯馬可夫雨型替代方案。
4. 本研究於成偶比對矩陣之計算，是利用五個主要因子的特徵值與因子得點，以其差距值比例或差距值本身，配合重要性門檻值來計算成偶比對矩陣。此法可避免因人為取樣不足或樣本誤差而造成結果失真。
5. 本研究分別針對每個層次架構及整體層級結構進行一致性檢定，其一致性比例皆小於 0.1，顯示每個層次架構及整體層級結構均滿足一致性檢定，即研究中之所有評估過程中所作的判斷是合理且可以接受。
6. 本研究以第一群集的 6 個測站為例說明，利用層級分析法計算求得每個高斯馬可夫雨型之整體層級優勢向量，其中坪林站具有最大的優勢向量。
7. 若以單一測站之高斯馬可夫暴雨設計雨型來代表台灣北部地區內群集 1 之區域代表雨型，應選取坪林測站之高斯馬可夫暴雨設計雨型。
8. 若同時考量所有暴雨設計雨型對研究區域之重要性與貢獻性，可選取該 6 個高斯

馬可夫暴雨設計雨型,利用優勢向量之權重以加權平均方式計算台灣北部地區內群集 1 之區域代表雨型。

六、參考文獻

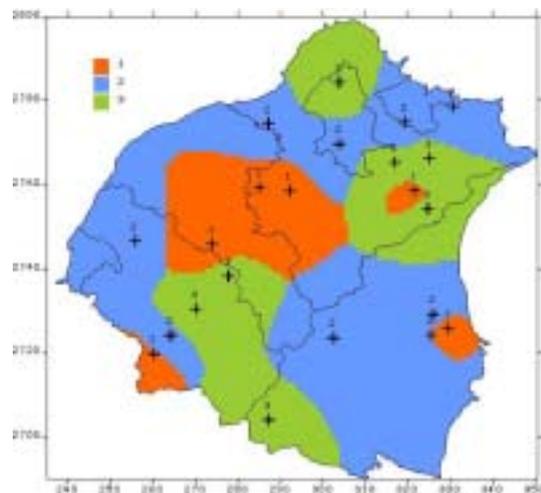
1. 許恩菁(1999) 設計暴雨雨型序率模式之研究, 國立台灣大學農業工程學研究所碩士論文。
2. 楊道昌(1994) 台灣南部地區區域流量延時曲線之研究, 國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文。
3. 葉惠中(1991) 主成份、群集及判別分析法應用於台灣中部地區降雨空間分佈之研究, 國立台灣大學農業工程學研究所碩士論文。
4. 鄧振源、曾國雄(1989) 層級分析法(AHP)的內涵特性與應用(上)。中國統計學報 27(6): 5-22。
5. 鄭克聲、許恩菁、葉惠中(1999) 具隨機碎形特性之設計暴雨雨型。台灣水利 47(3): 43-54。
6. Cheng, K.S., I. Hueter, E.C. Hsu, and H.C. Yeh. (2001) A scale-invariant Gauss-Markov model for design storm hyetographs. J. Am. Water Resour. Assoc. 37(3):723-736.
7. Huff, F.A. (1967) Time distribution of rainfall in heavy storms. Water Resour. Res. 3(4):1007-1019.
8. Johnson, R.A. and D.W. Wichern. (1982) Applied Multivariate Statistical Analysis. Prentice-Hall. p.361-400.
9. Keifer, C.J. and H.H. Chu. (1957) Synthetic storm pattern for drainage design. J. Hydraulics Div. ASCE 83:(HY4) 1-25.
10. Pilgrim, D.H. and I. Cordery. (1975) Rainfall temporal patterns for design floods, J. Hydraulics Div. ASCE 101:(HY1) 81-95.
11. Rao, D.V. and D. Clapp. (1986) Rainfall

Analysis for Northern Florida, Part I: 24-hour to 10-day Maximum Rainfall Data. Tech. Pub. SJ 86-3. St. Johns River Water Management District, Palatka, Florida.

12. Satty, T.L. (1980) The Analytic Hierarchy Process. McGraw Hill. p. 3-71.

表一、各因子特徵值及變異數百分比表

因子	特徵值	百分比	累積百分比
1	8.582	35.8	35.8
2	4.880	20.3	56.1
3	3.660	15.2	71.3
4	1.882	7.9	79.2
5	1.555	6.5	85.7
6	0.725	3.0	88.7
7	0.531	2.2	90.9
8	0.514	2.1	93.0
9	0.324	1.4	94.4
10	0.293	1.2	95.6
11	0.265	1.1	96.7
12	0.223	0.9	97.6
13	0.192	0.8	98.4
14	0.157	0.7	99.1
15	0.086	0.4	99.5
16	0.059	0.2	99.7
17	0.034	0.1	99.8
18	0.019	0.1	99.9
19	0.007	0.1	99.9
20	0.007	0.0	100.0
21	0.005	0.0	100.0
22	0.000	0.0	100.0
23	0.000	0.0	100.0
24	0.000	0.0	100.0



圖一、分群結果圖

表二、群集 1 之整體層級結構之優勢向量與一致性比例

	第一因子	第二因子	第三因子	第四因子	第五因子	整體優勢向量
測站 6	0.0477	0.1879	0.4978	0.2925	0.1605	0.1762
測站 9	0.1271	0.0481	0.0581	0.1367	0.1605	0.0999
測站 10	0.1601	0.3548	0.0581	0.0903	0.0709	0.1786
測站 11	0.1188	0.3316	0.0516	0.1722	0.1249	0.1601
測站 12	0.3113	0.0295	0.1672	0.2068	0.1500	0.2074
測站 20	0.2350	0.0481	0.1672	0.1014	0.3332	0.1778
最大特徵值	6.0906	6.0990	6.0695	6.1401	6.1155	整體一致性比例
一致性指標	0.0181	0.0198	0.0139	0.0280	0.0231	
一致性比例	0.0146	0.0160	0.0112	0.0226	0.0186	0.015

表三、群集 2 之整體層級結構之優勢向量與一致性比例

	第一因子	第二因子	第三因子	第四因子	第五因子	整體優勢向量
測站 2	0.0346	0.0481	0.0580	0.0280	0.0412	0.0415
測站 4	0.1133	0.1564	0.0673	0.1130	0.3125	0.1263
測站 5	0.0435	0.0817	0.0825	0.0533	0.0476	0.0596
測站 7	0.0652	0.1923	0.3024	0.1478	0.1935	0.1460
測站 8	0.2549	0.0829	0.0213	0.1413	0.1935	0.1661
測站 15	0.3655	0.0205	0.0646	0.0650	0.0761	0.2017
測站 16	0.0567	0.1564	0.0588	0.1220	0.0705	0.0848
測站 18	0.0470	0.0143	0.0112	0.1817	0.0412	0.0417
測站 19	0.0194	0.2473	0.3338	0.1478	0.0238	0.1323
最大特徵值	9.2628	9.2855	9.7492	9.1413	9.1164	整體一致性比例
一致性指標	0.0329	0.0357	0.0937	0.0177	0.0145	
一致性比例	0.0227	0.0246	0.0646	0.0122	0.0100	0.029

表四、群集 3 之整體層級結構之優勢向量與一致性比例

	第一因子	第二因子	第三因子	第四因子	第五因子	整體優勢向量
測站 1	0.0566	0.0357	0.1085	0.1023	0.0674	0.0639
測站 3	0.1576	0.1402	0.1412	0.0834	0.2170	0.1494
測站 13	0.1576	0.0346	0.1251	0.0691	0.1576	0.1184
測站 14	0.0443	0.0369	0.2501	0.0188	0.0430	0.0751
測站 17	0.1627	0.1323	0.2266	0.2102	0.0720	0.1644
測站 21	0.0389	0.4921	0.0235	0.4330	0.0546	0.1660
測站 22	0.3824	0.1282	0.1251	0.0834	0.3884	0.2628
最大特徵值	7.0837	7.1955	7.1128	7.2783	7.0920	整體一致性比例
一致性指標	0.0140	0.0326	0.0188	0.0464	0.0153	
一致性比例	0.0106	0.0247	0.0142	0.0351	0.0116	0.016