

# 河川寬度影響因子分析

## Impact Factor Analysis of River Width

謝 慧 民\* — 台灣首府大學資訊與多媒體設計學系助理教授

王 筱 雯 — 國立成功大學水利及海洋工程學系助理教授

李 雅 歆 — 台灣首府大學資訊與多媒體設計學系專任助理

### 摘 要

沖積河川的河寬在流域規劃管理上是重要的，尤其運用數學模式計算流量歷線時常會輸入河寬的資料，影響河寬的因子如可被找出來，並了解其重要性，對爾後推估河寬的經驗公式建立將有莫大的幫助。本研究使用層級分析法分析九項影響河寬的因子權重係數，以了解各項因子的重要性，可提供迴歸經驗式的參考。由專家的 AHP 分析成果發現，河川坡度、平均年降雨量、集水區面積、地質條件影響河寬權重較大，被認為最不重要的是地表覆蓋率。

**關鍵詞：**河寬推估、層級分析法、河寬影響因子

### ABSTRACT

The river width of alluvial river is important on basin planning and management, especially river width is often used to calculate discharge hydrograph when using mathematical models. If the river width value is not correct, it will affect the accuracy of computed results. In this study, the Analytic Hierarchy Process was used to analyze nine weight factors that affect the river width in order to understand the importance of each factor. It can provide some reference for constructing empirical regression function on the future. The results of AHP analysis with experts show that river slope, average annual rainfall, watershed area, and geology have a larger impact weight of river width. The surface coverage is the least important.

**Keywords:** Rive Width Estimation, AHP, Impact Factor of River Width

---

\* 通訊作者，台灣首府大學資訊與多媒體設計學系助理教授，72153 台南市麻豆區南勢里 168 號，hmhsieh@tsu.edu.tw

### 一、緒論

河川寬度的形成，是常年降雨在地表形成流路後，呈現容納洪水流通時沖刷淤積的自然現象，常會隨著洪水量大小而調整，越下游河寬應該越大，以能容納其他支流流量的匯入與排送，所以河寬應與該點以上的集水面積有關；在上游陡坡時水流急促，所需河寬較小，下游緩坡時所需河寬較大來容納洪水量，因此河川坡度也是一個可能影響河寬的因素；地質條件也會影響泥砂量來源及大小，相對也左右河川寬度的大小，然而地質條件是較難量化的數據，但可以藉由專家問卷了解其重要性。

近幾十年台灣河川中、下游均以堤防保護，也造成河寬發展的侷限，如有河寬穩定的公式，則可以加以檢驗，並與上游量測河寬資料作比較。除了上述因子以外，其他地文參數如覆蓋率、中值粒徑、水文參數如年降雨量、計畫洪水量等也可能是影響穩定河寬的重要因素，除了有些數據可以用 GIS 求得或實際量測得到量化數據外，其他質化的因子只能藉助專家問卷調查以了解其重要性，但仍無法形成經驗公式提供使用。本文嘗試利用合理化公式及曼寧公式推導找出河寬影響因子，並加入其他可能影響河寬的其他因子，共九個獨立因子，使用層級分析法(簡稱 AHP，

Analytic Hierarchy Process)分析各種影響河寬的因子權重係數，提供單變數及多變數迴歸分析選擇變數的參考。

### 二、文獻回顧

河寬的估算方法，有關公式的相關研究文獻可整理為下列幾個類別：

#### 1. 基於物理機制推導的寬度公式

一個新的理論公式被推導出來(Noah 等, 2005):  $W = [\alpha(\alpha + 2)^{2/3}]^{3/8} Q^{3/8} S^{-3/16} n^{-3/8}$ , 其中  $\alpha$  是 width-to-depth ratio, 為可調參數,  $W$  是穩定河寬,  $Q$  是流量,  $S$  是能量坡降,  $n$  是曼寧  $n$  值, 不同河川套用不同的  $\alpha$  值。該論文有比較以往的公式及新發展公式差異性及與測量資料符合程度。Snyder et al. (2003) 也提出河寬與  $Q^{1/2}$  有關, 並與上游溪流沿程河寬(10m 以內) 做比較得到良好成果。Caissie, D. (2006) 在報告中提到河川流量與集水區面積兩個不同尺度下, 河寬與流量關係以往學者的研究都具有指數次方關係, 指數係數為 0.4-0.55 之間, 平攤流量與集水區面積有指數次方關係, 指數係數為 0.93, 平均年流量與集水區面積也有指數次方關係, 指數係數為 0.98, 平攤(bank full)河寬與集水區面積有指數次方關係, 指數係數為 0.46。

#### 2. 流量、砂濃度及縱坡度迴歸河寬公式

Yellow River institute of

Hydraulic research 利用流量、砂濃度及河川縱坡度迴歸平衡河寬公式及平面形狀 (Zhang Min 等, 2007), 但通常代表的流量大小就很難決定, 砂濃度更是很難在高流量的時候測得, 例如上游無水文站的地方, 實際使用時沒有這些量測數據時, 就無法推估河寬的數值了。

層級程序分析法相關的研究如區域兩型選取(葉惠中等, 2003)、廠商建立品牌形象(劉穎謙、陳耀茂, 2004)、綠色供應商之環境績效評估(楊錦洲等, 2005)、發展企業數位學習成效評鑑指標(鍾瑞國、楊寶華, 2006)、河川水域生態工程管理要項(鄭紹材等, 2006)、都市更新權利變換估價影響因子分析(賴碧瑩等, 2007)、評選供應商(李得盛等, 2008)、成本效益最佳化的設計變更方案(鄭元杰等, 2008)、政府公共支出決策因素(吳文弘等, 2009)、商品意象設計指標權重(李亞傑等, 2011)、玻璃建材評選之決策(陳振誠, 2012)、企業選擇策略聯盟伙伴(周貞慧等, 2012)等。河川河寬影響因子重要性之研究仍缺乏。

### 三、AHP 理論與分析方法

層級程序分析法發展的目的, 就是將複雜的問題系統化, 由不同的層面給予層級分解, 並透過量化的判斷, 尋得脈絡後加以綜合評估, 以提供決策者選擇適當方

案的充分資訊, 同時減少決策錯誤的風險性。在方法上, 層級程序分析法可將繁複的系統簡化成簡要之層級系統, 並彙集專家及決策者的意見, 以名目尺度(nominal scale)執行各因素間的成對比較(pairwise comparison), 再建立成對比較矩陣, 並求出特徵向量(eigenvector)及特徵值(eigenvalue), 以該特徵向量代表某一層級中各因素間的優先順序(priority)。一般而言, 層級結構常由兩個以上的層次所構成, 層級程序分析則是將各層次連接起來, 如此便可算出最低層次之各因素對整個層次的優先順序。層級程序分析法不僅能運用專家的意見解決複雜的決策問題, 同時亦可藉由成對比較矩陣及特徵向量來決定各影響因素之間的相對權重, 故頗具實用價值。AHP 要做的分析流程裡, 包括建立成對比較矩陣(Pairwise Comparison Matrix)、採用的尺度表定義、計算最大特徵值與特徵向量、一致性檢定(consistency)、替代方案的總加權值。

#### 3.1 建立推估河寬的層級架構

目前 AHP 主要可應用於解決以下十三類問題: 1. 決定優先次序; 2. 產生交替方案; 3. 選擇最佳方案; 4. 決定需求; 5. 分配資源; 6. 預測結果; 7. 衡量基效; 8. 系統設計; 9. 確保系統穩定; 10. 最佳化; 11.

規劃；12. 解決衝突；13. 評估風險。

AHP 乃是藉由因素層級結構將複雜統或問題簡化，以利決策者有系統化的了解，其最簡單的方式是將問題或系統劃分為三個層級：最上層的為最終目標 ( Goal )、第二層為準則 ( Criteria )、和第三階層的選擇方案 ( Alternatives )。階層程序分析法之階層概要如圖 1 所示。

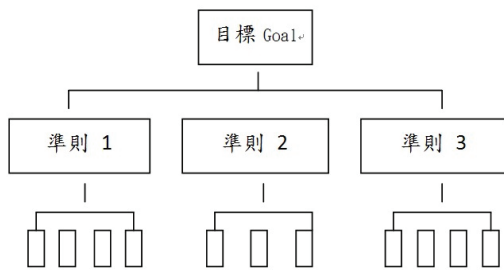


圖 1 階層程序分析法之階層概要圖

整個階層是由上往下發展的；第一層級的各判斷準則具有獨立性，而依照各個準則比較其下一層的不同選擇方案，其中分析計劃 ( Analytical Planning ) 的程序有兩種：一是可行性的計劃程序 ( Forward Process )，乃是依目前的實際情況擬定政策或實施的步驟。

另一為回溯式計劃程序 ( Backward Process )，乃是根據既定的目標來規劃所應有的政策或實施的步驟。此外，每一個層級的項目不宜超過七個，因為當比較項目超過七個時，人類在評比過程中易產生不一致性，以致影響各項目的權重，進而

影響決策。

### 3.2 蒐集 AHP 相關應用軟體及評估

較著名的 AHP 分析軟體 Expert Choice 專家決策分析軟體之最新版為 V. 11.5 版，Expert Choice 是進階決策支援軟體服務的領導廠商。從 IT 的投資組合管理到決策計畫進一步到供應商選擇，Expert Choice 能夠幫助公司組織做出更好的決策及改善盈虧結算線。

因為許多決策都太複雜或太重要，以致於決策者無法僅以直覺做出決策。例如：今日典型的預算決策都涉及有形與無形的策略目標、矛盾的利益關係者、數以百計可供選擇的提議、以及有限的資源。沒有單一的決策者能有意義地結合所有的訊息並且做明智的決定。

能夠綜合多樣的利益關係者的資訊與提供必要的能力加以分析、按優先順序處理、以及交流這些決策。本研究將使用購買的 Expert Choice 2000 來進行河寬影響因子之權重分析。

### 3.3 以 AHP 分析河寬影響因子之權重係數

專家問卷成果以 AHP 軟體 Expert Choice 分析河寬影響因子之權重係數，輸出計算過程的交叉評估權重。以住宅選擇為範例如表 1 所示，其中權重值高的地點 A 在多項評分佔優勢，因此得到綜合權值較高，是較佳的決策。



表 1 AHP 分析方案的加權係數成果參考範

	價格	面積	居住環境	綜合得分	綜合權值
	(0.136)	(0.238)	(2.625)		
地點 A	0.62	0.20	0.61	1.73317	0.577899
地點 B	0.28	0.49	0.27	0.86354	0.287934
地點 C	0.10	0.31	0.12	0.40238	0.134167

例表

#### 四、理論推導與問卷規劃

本專家問卷調查目的在了解影響河寬的影響因子權重大小，將藉由專家問卷成果，採 AHP 層級分析法求解各項因子的權重值。根據以往的研究成果，大多使用經驗式來推估河寬，而經驗式的變數也與河寬相關因子有關，因此我們運用這些經驗式推導出各自獨立，且與河寬有關的影響因子，並透過兩兩比較來決定影響因子的權重大小。

##### 4.1 河寬公式理論推導

推導公式主要是要將獨立的項拆解出來，以做 AHP 的分析，以下詳述理論推導及分析的過程：

一般河川治理規劃報告採用的計畫河寬推估公式為： $w = f_1(Q_p)$ ，其中  $Q_p$  是設計洪峰流量， $w$  為河寬；另外還有一個新的河寬理論公式(Noah J. Finnegan, 2005) 為  $W = [\alpha(\alpha + 2)^{2/3}]^{3/8} Q^{3/8} S^{-3/16} n^{-3/8}$ ，其中  $\alpha$  是 width-to-depth ratio 為可調參數， $w$  是穩定河寬， $Q$  是流量， $S$  是能量坡降， $n$  是曼寧  $n$  值，不同河川套用不同的  $\alpha$  值，

則其所推導的河寬推估公式可歸納為：

$w = f_2(Q, S, n)$ 。因此與河寬有關的公式大多與洪峰流量  $Q_p$  及流量  $Q$  有關。

我們使用常用的洪峰流量  $Q_p$  及流量  $Q$  之推估公式，來推導河寬及其影響因子，這兩種公式為計算  $Q_p$  的「合理化公式」及計算  $Q$  的「曼寧公式」，將其個別的影響變數代入上述河寬推估公式，可以推導出河寬的影響變數有哪些。

然而 AHP 分析之影響變數(參數)因子必需為互相獨立，因此兩公式推導出的影響因子也必需互相獨立。以下為合理化公式分析尖峰流量  $Q_p$  及曼寧公式分析流量  $Q$  之影響變數推導過程：

##### 1. 合理化公式

$$Q_p = CIA \dots\dots\dots(1)$$

其中， $C$ ：逕流係數 Runoff coefficient；

$I$ ：集流時間內的平均降雨強度 (mm/hr)；

$A$ ：集水區面積(Km<sup>2</sup>)。

與  $I$  有關且易取得數據的變數為「平均年降雨量」，即因為平均年降雨量  $P_y$  有水文年報的資料，可直接獲取及分析基本水文特性，所以可間接用來推導  $Q_p$  與哪些基本變數有關。以下為年降雨量  $P_y$  約略的推估公式：

$$P_y = 2 \times \sum_{i=1}^m (I_i \times T_{c_i}) \dots\dots\dots(2)$$

其中， $P_y$ ：平均年降雨量(mm)；

$T_c$ ：集流時間(hr)；

$m$ ：年平均颱風及暴雨次數。

$I_i$ ：集流時間內平均降雨強度(mm)。

所以  $I = f(P_y, T_c)$ ，且  $T_c = g(A)$ ，代入合理化公式推導得到  $Q_b = f(P_y, A)$ ，所以大尺度來看， $Q_b$  相關影響變數為平均年降雨量  $P_y$  及集水區面積  $A$  等兩個因子。

## 2. 曼寧公式

$$\begin{aligned}
 Q &= A_h \cdot V \dots\dots\dots(3) \\
 &= A_h \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S_f^{1/2} \\
 &= f(d_{50}, S_f, w, h)
 \end{aligned}$$

其中， $A_h$ ：通水面積( $m^2$ )；

$V$ ：流速(m/sec)；

$n$ ：河道曼寧  $n$  值；

$R$ ：水力半徑(m)；

$S_f$ ：水力坡降，與河川坡度  $S_r$  有關；

$d_{50}$ ：河川平均粒徑大小，與  $n$  值有關；

$w$ ：河寬 (m)；

$h$ ：水深，與地表逕流量  $Q_b$  有關。

地表逕流量  $Q_b = f(\text{平均降雨強度, 地表坡度, 地表曼寧 } n \text{ 值或覆蓋率}) = f(I, S_f, C_l)$   
 $= f(P_y, T_c, S_f, C_l) = f(P_y, A, S_f, C_l)$

其中， $S_f$ ：地表坡度；

$C_l$ ：地表覆蓋率。

將地表逕流量公式融入曼寧公式中，

得到  $Q = f(d_{50}, S_r, w, P_y, A, S_f, C_l)$ 。所以小尺度來看，河川流量  $Q$  的相關變數為河川粒徑大小  $d_{50}$ ，河川坡度  $S_r$ ，平均年降雨量  $P_y$ ，上游集水區面積  $A$ ，地表坡度  $S_f$ ，地表覆蓋率  $C_l$ ，以及河寬  $w$ 。

所以綜合以上分析成果，大小尺度的流量相等列式，得到河寬  $w = f(P_y, A, d_{50}, S_r, S_f, C_l)$ ，有六項獨立因子成為形成可能河寬的自然因素，然而除了水力條件以外，河道或集水區都有砂的生產及砂的傳遞，這些材料與集水區的地質條件有關。因此將自然因素分為水文特性及地文特性等兩種，共細分為七項變數(或參數)因子，其中平均年降雨量列為水文特性，其餘則屬於地文特性。

河寬除了自然因素以外，還有人為因素干擾，包括採砂或高灘地種植之「河川土地利用」，以及堤防、護岸、排水設施、蓄水設施之「防洪排水設施」，共兩項因子加入。所以河寬影響參數因子層級分析成果共 9 項，經由文獻整理及專家意見的選取，依照 AHP 的架構分為四個層級因素(如表 2 所示)：

(一) 第一層因素

「河寬」為本研究的主題。

(二) 第二層因素

影響河寬概分為「自然因素」、「人為因素」等兩大類。

### (三) 第三層因素

自然因素可概分為水文特性及地文特性兩種，人為因素比較複雜，但也可以概分為河川土地利用、防洪排水設施兩類，因此此層架構因素歸納出關鍵指標共有：「水文特性」、「地文特性」、「河川土地利用」、「防洪排水設施」等四項關鍵構面，並由此發展第四層次指標。

1. 水文特性:包括降雨、漫地流、河川逕流及河川水位等有水的因子，但概括說其源頭都是降雨造成的。
2. 地文特性: 包括河川坡度、地表坡度、河床粒徑、地表植生、地質及集水區大小都是可能的因子。
3. 河川土地利用:包括採砂、高灘地種植、漁塭等影響河川穩定的措施等，第四層將不再細分。
4. 防洪排水設施:包括水庫、堤防、攔砂壩等影響水流的河川結構物等，第四層將不再細分。

### (四) 第四層因素

隨著第三層因素，第四層分為「平均年降雨量」、「集水區面積」、「河川粒徑大小」、「河川坡度」、「地表坡度」、「地表覆蓋率」、「地質條件」等。其中只有平均年降雨量屬於水文特性、其餘為地文特性的延伸。

表 2 河寬影響參數因子層級分析成果表

第一層目標	第二層參數分類評估	第三層參數評估	第四層參數因子
河寬	自然因素	水文特性	平均年降雨量
		地文特性	集水區面積 河川粒徑大小 河川坡度 地表坡度 地表覆蓋率 地質條件
	人為因素	河川土地利用	
		防洪排水設施	

## 4.2 問卷規劃與實施

問卷並以 AHP 層級分析法來進行，將複雜問題系統層級化，使之成為系統層級化，成為簡單明確的層級架構關係，再透過分析評比，找出各個層級因素的重要程度、優先順序、相對差異性。

專家問卷成果是要證實專家的意見是否跟實際經驗公式的項目相符合，並了解其重要性，以上。本次 AHP 問卷調查的專家學者歸納為三類，即公立大專院校、私立大專院校和其他機關。使用 e-mail 詢問填問卷意願，其中公立大專院校有 17 人，私立大專院校有 14 人，其他機關有 3 人，共 39 人，如表 3 所示。

表 3 AHP 問卷之專家所屬單位統計表

項次	單位	專家人數
1	公立大專院校	17
2	私立大專院校	18
3	其他機關	4

經由專家問卷調查所得結果，採用 AHP 加以分析，求得各關鍵因素的權重。個人填卷權重分析成果，再以算術平均計

算，可得到各項因子平均的權重值。

### 五、河寬影響因子問卷分析成果

本研究以河寬影響因子為討論議題，受測對象來自公立大專院校、私立大專院校、其他機關，e-mail 詢問 39 人，回應要填寫問卷者有 22 人，問卷列印後以一般郵件寄出 22 份，共回收 19 份，其中多份經一再與受測者聯繫作答，使問卷的一致性符合要求，確認有效問卷為 19 份，詳如表 4 所示。

表 4 問卷發放回收統計表

受測對象	發放份數	回收份數	回收率	有效問卷	有效問卷率
公立大專院校	10	8	80%	8	100%
私立大專院校	9	9	100%	9	100%
其他機關	3	2	66.7%	2	100%
總計	22	19	86%	19	100%

逐一利用 Expert Choice 2000 軟體進行 AHP 的分析，再以 Microsoft Excel 算出各權重值之平均值，得到河寬各項關鍵因素的權重，套入 AHP 的架構內如圖 2 所示。

由專家問卷分析結果，河寬影響因子權重大於 0.12 的項目依序為河川坡度、平均年降雨量、集水區面積、地質條件，是屬於被專家認為比較重要的因子；被認為最不重要的是地表覆蓋率。但各專家問卷分析算出的較重要因子權重差異頗大，平均年降雨量從 0.050 到 0.303；集水區面積從 0.035 到 0.246；河川坡度從 0.087 到 0.284；地質條件從 0.050 到 0.294。

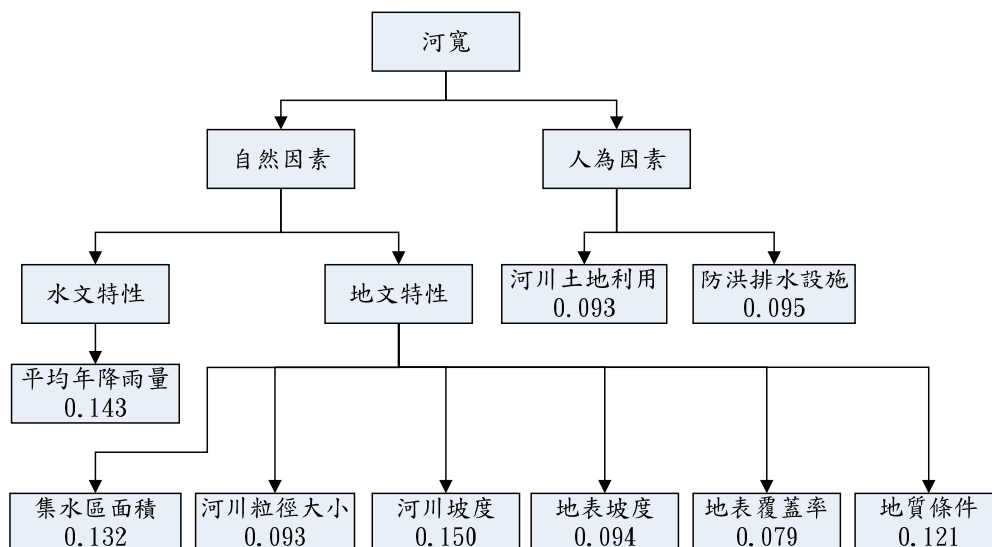


圖 2 河寬影響因子 AHP 權重分配圖



由專家的 AHP 分析成果發現，河川坡度、平均年降雨量、集水區面積、地質條件影響河寬權重較大，被認為最不重要的是地表覆蓋率。

因本研究使用了集水區概念的合理化公式及河川流量的曼寧公式，所以需要以其他經驗公式來討論本研究成果的實用性。以下都是基於小尺度概念以河川為基礎的經驗公式探討，Snyder et al. (2003) 提出河寬與  $Q^{1/2}$  有關，由上述之推導分析得到與流量有關的因子包含河川粒徑大小、河川坡度、平均年降雨量、上游集水區面積、地表坡度、地表覆蓋率以及河寬，因此河寬影響因子除了地質條件外，其他權重較大的因子都已考慮了。而 Noah J. Finnegan(2005)的理論公式  $W = [\alpha(\alpha + 2)^{2/3}]^{3/8} Q^{3/8} S^{-3/16} n^{3/8}$ ，則與流量、河川坡度、河川平均粒徑大小有關，也是除了地質條件外，其他權重較大的因子都已考慮了。由其他河川寬度經驗公式的影響因子分析與本文一致，除了地質條件難以量化放進公式外，權重較大的因子都有考慮進來了。另外，Caissie, D. (2006)在報告中也提到，平攤(bankfull)河寬與集水區面積有指數次方關係，指數係數為 0.46，權重較大的集水區面積已被考慮在此公式中。由上述分析，本研究成果極具有參考價值。

## 六、結論

專家 AHP 分析成果發現，以河川坡度、平均年降雨量、集水區面積、地質條件影響河寬權重較大，權重依序為 0.150、0.143、0.132、0.121，屬於比較重要的因子，被認為最不重要的是地表覆蓋率，權重只有 0.079。權重成果並與前人研究公式的變數項做比較，獲得良好印證，此成果可作為單變數或複變數迴歸分析選擇變數的參考。

## 謝 誌

本文係國科會專題研究計畫「台灣西部河川子集水區平均河寬推估之研究」(NSC 98-2221-E-434 -006 -)之研究成果，承蒙國科會經費之補助使本研究得以順利完成，謹致謝忱。

## 參 考 文 獻

1. Caissie, D.,2006, River discharge and channel width relationships for New Brunswick rivers, Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2637,Fisheries and Oceans Gulf Region Oceans and Science Branch,Canada.
2. Noah J. Finnegan, Gerard Roe, David R. Montgomery and Bernard Hallet , 2005, Controls on the channel width of rivers: Implications for modeling fluvial incision of bedrock. Geological Society of American. 33; no. 3; p. 229-232; DOI: 10.1130/G21171.1
3. Snyder, N.P., Whipple, K.X.,

- Tucker, G.E., and Merritts, D.J., 2003, Channel response to tectonic forcing; field analysis of stream morphology and hydrology in the Mendocino triple junction region, northern California: *Geomorphology*, v. 53, p. 97-127.
4. Tamlin M. Pavelsky and Laurence C. Smith, 2008, RivWidth: A Software Tool for the Calculation of River Widths From Remotely Sensed Imagery, *IEEE GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING LETTERS*, VOL. 5, NO. 1, p.70-73.
  5. Zhang Min, Li Yong, Wang Weihong, Hou Zhijun, Luo Liquan, 2007, The Investigation on Equilibrium River Width in Alluvial River, The 3rd International Yellow River Forum.
  6. 李得盛、黃柏堯, 2008, "應用模糊層級分析法評選供應商之研究", *計量管理期刊* vol. 5, no. 13, page 39~56。
  7. 楊錦洲、林文燦、賴張揚、葉子明, 2005, "綠色供應商之環境績效評估", 中華民國品質學會第42屆年會暨第12屆全國品質管理研討會。
  8. 劉穎謙、陳耀茂, 2004, "利用AHP探討廠商建立品牌形象之決策分析—以高科技產業為例", 第10屆全國品質管理研討會論文集, A3-7, 65-77頁。
  9. 鍾瑞國、楊寶華, 2006, 發展企業數位學習成效評鑑指標之研究, *人力資源管理學報*, 6卷1期, p.123-140。
  10. 吳文弘、盧惠伶、李仁棻, 2009, 影響政府公共支出決策因素之研究, *商業現代化學刊*, 5卷1期, p43-54。
  11. 陳振誠、江哲銘、陳文亮、王佑萱、李訓谷, 2012, 以層級程序分析法應用在玻璃建材評選之決策分析, *建築學報*, 79期, p 67-83。
  12. 鄭元杰、李婉萍、林玉華, 2008, Evaluation of Design Change Alternative Cases Using an AHP Approach to Evaluate Component Relationships of a Product, *工業工程學刊*, 25卷5期, p.358-367。
  13. 周貞慧、張弘宗、梁金樹, 2012, 應用模糊AHP Extent分析法於企業選擇策略聯盟伙伴, *臺北海洋技術學院學報*, 5卷1期, p.199-219。
  14. 賴碧瑩、官佳萱, 2007, 都市更新權利變換估價影響因子分析, *土地問題研究季刊*, 6卷4期, p.43-57。
  15. 李亞傑、何明泉, 2011, 商品意象設計指標權重之研究, *設計學報*, 16卷1期, p.41-64。
  16. 葉惠中、侯如真, 2003, 層級分析法應用於區域兩型選取之研究, *華岡農科學報*, 12期, p.27-45。
  17. 鄭紹材、李浩榕, 2006, 以AHP建置河川水域生態工程管理要項之研究, *建築學報*, 57期, p.69-82。

投稿 102.03.19
修改 102.05.07
定稿 102.05.10