

景觀生態規劃方案評選模式研究-分析階層程序(AHP)法應用¹

陳俊合²

摘要

傳統之規劃準則法(Planning Criteria Method)係使用相關規劃準則以評比規劃提案，對每一項規劃準則給予分數，最後加總各項得分作為整體分數為排序的依據，此方法簡單易操作，但規劃準則缺乏權重值的考量，極可能導致評價結果不夠精確。

分析階層程序(Alytic Hierarchy Process, AHP)法係美國匹茲堡大學教授沙提(Thomas L. Saaty)於1971年首創，此法係將繁雜問題系統簡化成明確之元素系統，在分析過程中，以特徵向量代表階層中某層次各元素間之優先率，再求出特徵值，作為評定以名目尺度執行的對偶比較矩陣其一致性強弱程度之依據。若符合一致性，則特徵向量所代表的優先率，便是作為決策或評選之依據。本文利用分析階層程序(AHP)法探討景觀生態規劃方案之評選模式，結果顯示景觀生態規劃方案評估架構五個構面權重依次為「嵌塊體數量適宜性」>「嵌塊體大小適宜性」>「廊道、連接度及網路系統適宜性」>「嵌塊體形狀適宜性」>「邊緣適宜性」，此模式可提供決策者客觀評選出較優之景觀生態規劃方案。

關鍵字：景觀生態、方案評選、AHP模式

¹ 本文係中華民國建築學會第二十二屆第一次建築研究成果發表會論文(獲【優秀論文發表獎】)增修稿，承與會人惠賜寶貴建議，特此致謝。

² 美國南加州大學(University of Southern California)訪問學者；德明財經科技大學不動產投資與經營學位學程副教授。
投稿日期：2014年04月28日；第一次修正：2014年08月25日；第二次修正：2014年09月15日；接受日期：2014年09月17日。

Evaluative Model of Projects of Landscape Ecological Planning- Application of AHP Method

Chun-Ho Chen

Associate Professor, Takming University of Science and Technology, Bachelor Program of Real Estate Investment and Management.

Abstract

Traditional Planning Criteria Method uses relational planning criteria to evaluate planning projects. It generally makes a score to each planning criterion and lists the order of different projects according to its total scores. That method is easy to operate. But on account of lacking weights consideration, the result will not objectively be accurate.

The Analytic Hierarchy Process (AHP) model was first established by Thomas L. Saaty in 1971. This method changes complex system into several simple element systems. During analytic process, it also uses eigen vector on behalf of priority of each element. If the result is in accordance with consistency, then the priority of several evaluation items can be determined on the basis of eigen value. The paper showed that five importance structural levels of the evaluative model of landscape ecological planning project according to the AHP method were in sequence "the suitability of number of patches", "the suitability of patch size", "the suitability of corridor, connectivity and the network system", "the suitability of patch shape", and "the suitability of edge". By this way, the superior can more objectively evaluate projects of landscape ecological planning and make decision.

Keywords: Landscape Ecology, Project Evaluation, AHP Model

一、緣起與目的

由於生態城市與永續發展等理念之推廣，景觀生態學及生態規劃設計等理論已受到社會大眾重視，透過景觀生態理論，可建構景觀生態規劃所需考量之重要指標，將景觀生態手法融入環境規劃層面。景觀是一具高度空間異質性之區域，彼此間相互作用並以一定的規律組成（陳彥良，2002）。Forman & Godron (1986)將景觀定義為由一組以相類似方式重複出現的，相互作用的生態系統所組成的異質性陸地區域。景觀生態學(landscape ecology)是生態學中最年輕的一個分支，它源自於地理學、植物學及土地管理的學科（方梅萍，2002）。

景觀計畫是行動的架構和方向，使景觀與因滿足人類需求而改變的生態法則得以協調。這些觀點描述出景觀規劃的創造性內容，其過程可分為四個階段：(1)調查與分析；(2)評估；(3)政策或設計的對策；(4)實施（林六合等，2002）。

景觀生態學提供景觀設計與規劃的框架，尤其是對於生態城市的規劃理念（鄧東波，2000）由於生態城市與永續發展等理念之推廣，景觀生態學及生態規劃設計等理論已受到社會大眾重視，透過景觀生態理論，可建構景觀生態規劃所需考量之重要指標，將景觀生態手法融入環境規劃層面。

傳統之規劃準則法(Planning Criteria Method)係使用相關規劃準則以評比規劃提案，為操作與計算之便利性考量，往往對每一項評估架構項目給予等權重，之後針對評估架構下之各項規劃準則予以評分，最後加總各項得分作為整體分數以供優先排序依據。此方法簡單易操作，但評估架構包含之準則項目泛以等權重計算，極可能輕忽主要因素對評價結果之關鍵影響，導致評價結果不夠精確。

分析階層程序(Analytic Hierarchy Process, AHP)法係美國匹茲堡大學教授沙提(Thomas L. Saaty)於1971年首創，此法係將繁雜問題系統簡化成明確之元素系統。在分析過程中，以特徵向量代表階層中某層次各元素間之優先率，再求出特徵值，作為評定以名目尺度執行的對偶比較矩陣其一致性強弱程度之依據。若符合一致性，則特徵向量所代表的優先率，便是作為決策或評選之依據。本文利用分析階層程序(AHP)法探討景觀生態規劃方案之評估架構及各評估項目之權重值，可提供決策者評選出客觀及較優之景觀生態規劃方案。

二、理論與方法³

本節分述景觀生態理論、規劃理念及AHP分析方法之主要內容：

(一)景觀生態理論、規劃理念及文獻回顧

景觀生態學將生態學中結構與功能關係的研究與地理學中人地互相作用過程的研究有機融合，形成了以不同時空尺度下格局與過程，人類作用為主導的景觀演化等概念為中心的理論框架，形成自然與人文因子相結合的景觀規劃與管理等實際應用領域（尚篤寧，1992）。

M. Antrop (2001) 指出景觀是一個研究在不同結構和尺度下的演替過程，加入景觀的概念可以幫助規劃者空間更理想的分配使用和提升環境狀態，其認為景觀生態和規劃間交集的部分是在探討土地使用、土地覆蓋、空間結構和景觀變遷。

R.J.M. Lenz和R. Stary (1995) 利用景觀生態學中之生物多樣性觀念進行農業景觀規劃，結果發現農地使用上如果能改變使用行為，將環境敏感地區或具有生態意義之區位變成樹林或牧草地，可以提高該區域之生態價值及多樣性。

John Linehan等人 (1995) 提出綠廊規劃要在空間和時間尺度下連接生態之結構與功能，需要選取適當的點，進行不同類型的連接配對，才能得到有效的資訊。

Katarina Lofvenhaft等人 (2002) 藉由景觀生態學中之生物多樣性理念實施於瑞士斯德哥爾摩之都市土地使用規劃，以航照圖繪出不同條件下之生態核心區、連接區及緩衝區，結果顯示在一建築物密集之都市地區，亦可以此方法規劃，進而提升都市之生物多樣性。

Lawrence A. Baschak 和 Rober D. Brown (1995) 導入景觀生態觀念探討架構一完整的規劃、設計及管理準則，運用於都市河道綠廊之規劃設計與管理上，其認為較為理想之生態網路空間結構必須在位置、地區及區域三個尺度下均衡發展。

Olaf Bastian (2000) 認為就景觀設計觀點，要在規劃過程中定義相關景觀的空間參考單元，並須發展一能有效符合社會及生態觀念最小參考單元之方法，所以導入景觀生態論述及限制於區域規劃中，並減緩自然科學和以人類為主的社經環境之衝突。

Jack Ahern等 (2002) 於該文「應用景觀生態理念及度量於永續景觀規劃」中提出，認為有關新的永續景觀規劃與管理的方法是必須的，以有效應用永續準則在景觀之規劃與管理層面上。該文並以美國Mill River Watershed為例，說明永續之景觀生態理念如何應用於實務規劃中，其將規劃分為兩個目標，主要目標是規劃水量、水質（水資源），多樣性（生態的保育），及提供安全的流動（交通運輸），而次要目標是幫助主要目標去維持完整生態及健康環境，將生態環境資訊與準則整合反映於規劃層面，以有效輔助與提升實質規劃之品質。

上述文獻觀點反映出景觀規劃在解決土地空間結構及其使用等問題，規劃時兼顧自然生態面之考量，並落實景觀生態理念已成為一種趨勢。運用景觀生態觀念於規劃上（Lawrence A. Baschak & Brown, 1995；R.J.M. Lenz & Stary, 1995；John Linehan, 1995；Olaf, 2000；Katarina等人, 2002）的確能減少人為開發利用與自然生態間之衝突，並發展出合適的空間分配與能流循環。有關景觀生態理論、景觀生態元素及灰關聯分析法之相關文獻彙整如表1。

³ 本節部分內容引自陳俊合(2007, a.)

表 1 景觀生態理論、景觀生態元素及灰關聯分析法相關文獻彙整表

篇名	作者	年份	內容概述
景觀生態學 (Landscape Ecology)	Forman & Godron	1986	以景觀尺度將整體景觀區分三種基本要素：1.嵌塊體；2.廊道；3.基質。其中以基質面積最大、連結度最完善且物流與能流作用產生頻繁。另廊道扮演連結分隔角色，對遷徙與流通有實質助益。嵌塊體內部可供定量生物棲息，且邊緣地帶可供外部環境進行物流及能流作用。
“Green Corridors”：A discussion Of A Planning Concept	D. Groome	1990	針對綠色廊道 (Green Corridors) 規劃觀念之探討，將綠色廊道能結合步道、自行車道等小徑。
都市景觀生態網路之規劃分析研究	蔡厚男、陳燕靜	1994	探討都市綠地體系之規劃，提出都市景觀生態網路之運作架構，但真正目標未完全達到。
Interactions Of Landscape And Culture	Z. Naveh	1995	提出新的文化景觀理念、工具和方法，連結景觀生態及倫理之系統知識與交互作用。
都市生態基本理念(The Basic Concept Of Urban Ecology)	Steven D. Garber	1997	都市生態基本理念之闡述，及探討自然環境和人文之平衡點。
生物多樣性與都市景觀生態規劃管理	蔡厚男、蔡淑婷	1998	提出如何落實生物多樣性之發展原則。
都市棲地調查與評估系統之研究	陳琦維、孔憲法	2000	參酌英國都市棲地政策，對都市棲地調查與評估系統提出本土性調查系統與架構原則。
從景觀生態觀點探討都市綠地之棲地規劃設計	凌德麟、李柏賢	2000	以景觀生態之理念探討都市綠地如何因應棲地之規劃，提出棲地規劃應考量之景觀生態原則及應用模式建立。
從景觀生態學觀點探討都市自然殘存嵌塊體對建立生態都市之意義—以台北市芝山岩為例	王秀娟、黃建儀、陳惠娟	2000	以台北市芝山岩為例從景觀生態學觀點探討都市自然殘存嵌塊體對建立生態都市之意義和扮演的角色及其影響性。
由景觀生態學觀點評估都市公園綠地區位之研究—以台中市東峰公園與豐樂公園為例	王小璘、曾詠宜	2001	應用模糊德爾菲法於景觀評估架構之研究，並研議都市嵌塊體之生態功能評估因子架構及實證研究。
由生態設計觀點評估都市基質之研究—以台中市東區及南屯區為例	王小璘、劉若瑜	2001	應用模糊德爾菲法於景觀評估架構之研究，並研議都市基質之生態功能評估因子架構及實證研究。
都市廊道景觀生態功能評估架構之研究—以台中市東光園道為例	王小璘、吳慧儀	2001	應用模糊德爾菲法於景觀評估架構之研究，並研議都市廊道之生態功能評估因子架構及實證研究。
景觀生態概念與指標應用於景觀規劃之探討	王敏先	2004	分析景觀生態及其計量方法於景觀及環境規劃之可行性，再整理及發展出一套適合景觀或環境規劃之景觀生態分析及規劃方法，並以台北市為例進行研究案例之操作。

表 1 景觀生態理論、景觀生態元素及灰關聯分析法相關文獻彙整表(續)

篇名	作者	年份	內容概述
從景觀生態學觀點探討都市土地使用合理性-以新竹科學園區為例	江友直	2006	透過景觀生態理論、生態網絡與都市土地使用之相關研究,建構完整性景觀生態網絡所需考量之重要指標,並藉由層級分析法 (Analytic Hierarchy Process; AHP) 建構景觀生態網絡之階層架構。以專家問卷訪談求取各項指標之權重,據以建立都市景觀生態網絡完整性評估體系,並運用於評估實例研究基地-新竹科學園區之現況環境,探討都市景觀生態網絡完整性與土地使用合理性之互動關係。
灰關聯分析法輔助設計方案評價模式之建構	王振瑋, 李穎杰	2006	建構以灰關聯分析法為基礎的設計方案評價模式,以7階評估尺度之語言變數進行評分,將決策者評斷結果經過聚集運算處理後,求得決策矩陣,依據灰關聯度的大小,作為最終評價的排序依據。
以灰關聯模式探討景觀生態方案之評選	陳俊合	2007	透過景觀生態理論,可建構景觀生態規劃所需考量之重要指標,將景觀生態手法融入環境規劃層面。以灰關聯模式建立較為客觀的景觀生態規劃方案之評選方式。
應用灰關聯模式評選景觀生態規劃方案	陳俊合	2007	探討利用整體性灰關聯度中之灰關聯序,以其灰關聯序之大小建立景觀生態規劃方案較為客觀之優先順序評選方式,可提供決策者評選出較優之景觀生態規劃方案。
都會區綠資源生態系統評估體系建構之研究	藍婉齡	2011	主要藉由「景觀生態學(Landscape Ecology)」及其所衍生之相關學理作為主要理論基礎,並參酌國內現行之綠化政策及都市環境議題,應用「層級分析法」則展現功能架構,以「效度問卷(Validity of Survey)」在模擬過程中對評估因子權重給予不同評價,藉以找出都會區綠資源生態評量系統之相關影響因子,以提供未來執行生態規劃之參酌。

資料來源：1.陳彥良，2002。2.本研究彙整及補充增訂。

(二)AHP 分析方法

1.AHP之意義:

AHP係美國匹茲堡大學教授沙提(Thomas L. Saaty)於1971年首創。AHP法係將繁雜問題系統簡化為明確之元素系統。在分析過程中,以特徵向量代表階層中某層次之各元素間的優先率,再求出特徵值,作為評定以名目尺度執行的對偶比較矩陣一致性強弱程度之依據。若符合一致性,則特徵向量所代表的優先率,便是作為決策或評選之依據。

2.AHP之運用

藉由層級分析法可建構出目標階層結構(Objective Hierarchy Structure)。研擬目標階層結構一般可採之方法如相關文獻回顧、系統分析與實證分析等。本研究權重系統之建立,即以階層分析法,藉由專家學者對本研究所建立視覺景觀元素評估體系之認知,以類別尺度將評估要項及準則

做成對偶比率配置(Pairwise Ratio Allocation)，即每兩個因素成對比較再建立對偶比較倒數矩陣，進而求出特徵向量，此特徵向量則為某階層中各因素之相對重要程度及相對權重(Relative Weight)，再由此特徵向量求出特徵值，經由對偶矩陣的一致性檢定後，符合者則此矩陣之一致性可被接受。一致性檢定可發現有些問卷在進行對偶比較時，出現A因素較B因素重要，B因素較C因素重要，但A因素與C因素比較時卻出現C因素較A因素優的情況，因此這種互相矛盾的問卷可經一致性檢定來予以檢測。而通過檢定的問卷，其特徵向量則可成為評估權重的依據。

3.操作程序

(1)問題分析與羅列評估因素

問題經初步界定、分析後，將所有的相關因素全數列出，予以結構化，分類到不同的層次中。必須特別注意的是，應以因素間的相互關係及獨立程度為判斷。

(2)建立層級關係

每一層級之因素間最好具獨立性。一般將問題分解為以下四個層級：

A.最終目標；B.如何達到總目標的各項標的；C.決定各項標的之評估準則；D.列入考慮的實施方案。

其操作流程如圖1

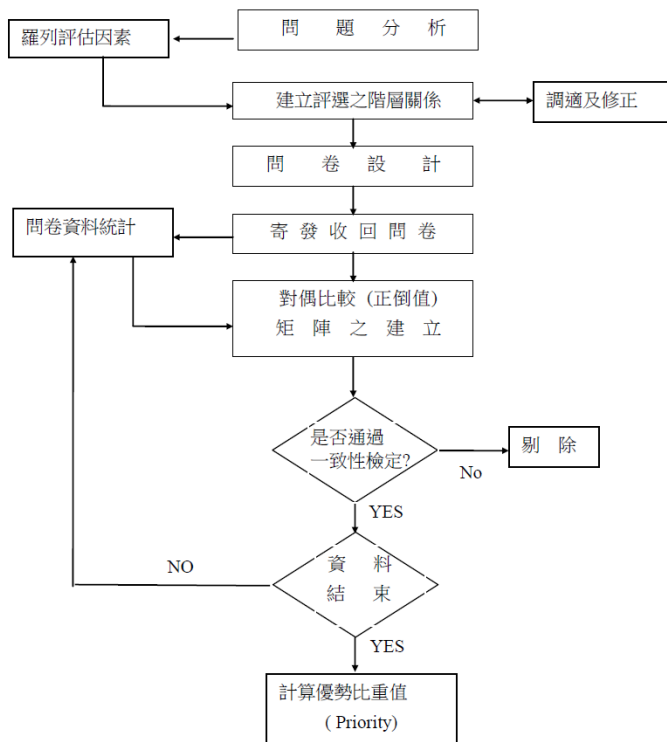


圖 1 AHP 法操作流程圖

4.一致性檢定

本研究一致性檢定主要有兩項：一為一致性指標(Consistency Index簡稱C.I.)，二為一致性比例(Consistency Ratio簡稱C.R.)⁴。

(1)一致性指標(C.I.)

C.I.： $(\lambda_{max}-n)/(n-1)$ 其中 λ_{max} 愈趨近於 n ，則一致性愈佳，亦使C.I.數值愈小愈具有一致性。

(2)一致性比例(C.R.)

C.R.：C.I./R.I.其中R.I.值為隨機指標(Random Index)，為一隨機產生倒數值矩陣(Reciprocal Matrix)之一致性指標，並且受階數影響，當階數 n 愈大，其值漸增；不同階數之R.I.值如下表所示。Saaty (1981)認為當一致性比率(C.R.)小於或等於0.1時，則此矩陣之一致性則可被接受，如表2。

表 2 隨機指標表

階數 n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

資料來源:Thomas L. Saaty(1980), pp21.

三、研究過程—景觀生態規劃之評估項目⁵

(一)景觀生態規劃內容

景觀生態規劃之步驟可概分為描述、模式化及評估三個階段，其規劃流程分別是聚焦、分析、調查、計畫以及綜合評估。此三階段中，藉由不同評估指標之運用，可提供規劃者環境變化及其隱含之訊息。景觀生態指標亦可藉由整體環境演化結果評估大空間尺度規劃案結果之生態效益是否高於規劃前，以提供規劃者選擇最適合的替選方案。

描述階段是分述景觀之構成及組態，定義景觀生態規劃的機能，及景觀元素在相異之生態系統間如何交互影響。調查分析階段在探討生態環境被影響的程度。計畫階段是在符合永續景觀生態規劃目標下去評估較合適之替選方案。生態評估指標可有助於空間設計概念，作為選擇規劃策略尺度之依據，並且評估規劃方案。綜合評估階段時，景觀生態指標可作為評估規劃前後的差異性及方案選擇時的評量標準，預防景觀生態中負面之衝擊，確保永續性功能。景觀生態理論、生態指標和生態規畫關係圖如圖2所示。

⁴ Saaty, T. L. 1980, The analytic hierarchy process, McGraw-Hill.

⁵ 本節部分內容引自陳俊合(2007, a.)

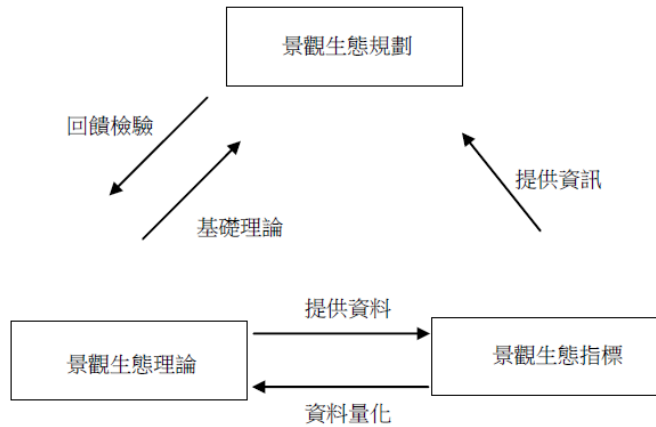


圖 2 景觀生態理論、生態指標和生態規畫關係圖

資料來源：陳俊合，2007, a

(二)景觀生態規劃評估項目

景觀生態理念於景觀規劃的評估內容可概分為嵌塊體大小、嵌塊體數量、邊緣、嵌塊體形狀、廊道與連接度、網路系統等項目，在各評估項目內各有評估指標可計算結果提供景觀生態規劃時描述定量相關可闡明之項目。

Dramstad等人(1996)的研究中以圖示說明景觀生態觀念運用於景觀規劃的基本原則，其主要內容包括：1.嵌塊體大小；2.嵌塊體數量；3.邊緣；4.嵌塊體形狀；5.廊道與連接度；6.網路系統。

- 1.嵌塊體大小：大嵌塊體能保存較完整之物種群體，亦能抵抗更多外來干擾，但假使因環境限制而無法容納大嵌塊體存在時，小嵌塊體之產生，就成為維持生態環境架構完善的途徑。多數小嵌塊體成為物種暫時棲息、遷移的踏石系統。
- 2.嵌塊體數量：物種族群可因嵌塊體數量越多，容納更多的物種而提高生物多樣性，避免物種受到外來干擾導致整體的滅絕。就數個同質嵌塊體結合成一較大之嵌塊體，相較多數小嵌塊對生態系統的保護而言，其是比較有益。
- 3.邊緣：邊緣效應是指環境是指相對於環境是嵌塊體內部的部分，邊界指的是嵌塊體外部的部分，而且人們看到以及感受邊界與內部環境之同時，同樣可以輕易體會出其中之差異。舉例來說，某垂直與水平之結構、寬度、各類物種構成之成分及其繁衍，並不同於內部環境所具備之各項條件，綜合上述條件即構成邊界效應（張俊彥等、2001）。
- 4.嵌塊體形狀：為增加整體環境中物種的交流作用的前提下，嵌塊體形狀必須要愈複雜，以提供更多的間隙與空間，讓嵌塊體內部物種、能流更容易與外界交流。
- 5.廊道與連接度：連接度在防止棲地喪失、破碎化是非常重要的，而廊道及踏石系統在連接度上擁有一個相當重要的地位。
- 6.網路系統：景觀的完整狀況可以從現存自然系統的連續性和經由廊道交錯所編織成的網路

系統，及其他的景觀生態因素所評估出來。

景觀生態規劃評估項目及評估指標彙整如表3：

表 3 景觀生態規劃評估項目及評估指標

評估項目	景觀生態評估指標(英文縮寫) ⁶	運用尺度
1.嵌塊體大小 適宜性	1. 最大嵌塊體面積指標 (LPI)	Patch
	2. 平均嵌塊體面積 (MPS)	Class
	3. 嵌塊體面積標準差 (PSSD)	Landscape
	4. 嵌塊體面積變異係數 (PSCV)	
	5. 核心區總面積指標 (TCAI)	
	5. Shannon多樣性指標 (SHDI)	
6. Shannon均勻度指標 (SHEI)		
3.邊緣 適宜性	1. 邊緣總長度 (TE)	Patch
	2. 邊緣密度 (ED)	Class Landscape
4.嵌塊體形狀 適宜性	1. 景觀形狀指標 (LSI)	Patch
	2. 平均嵌塊體形狀指標 (MSI)	Class
	3. 面積加權平均嵌塊體形狀指標 (AWMSI)	Landscape
5.廊道、連接度及 網路系統 適宜性	1. 雙對數迴歸分維指標 (DLFD)	Class
	2. 平均嵌塊體分維指標 (MPFD)	Landscape
	3. 面積加權平均嵌塊體分維指標 (AWMPFD)	
	4. 聚集度指標 (CONT)	
	5. 嵌塊體平均最近距離指標 (MNN)	
	6. 平均鄰近指標 (MPI)	

資料來源：1. Dramstad等人，1996。2.王敏先，2004。3.陳俊合，2007, a。

四、研究成果—AHP分析法應用於景觀生態規劃方案之評估架構及權重分配

(一)景觀生態規劃方案之評估階層架構

為提供決策者作抉擇，評估項目與因子必須結構關係明確，可依循下列原則：1.評估項目與因子具周延性，以涵蓋決策考量之重要特性；2.評估因子須具可操作性；3.評估因子階層清晰與明確，俾專家學者瞭解；4. 考量時間、人力與經費成本，評估因子不宜過多。基此，針對表4景觀生態規劃評估項目及評估指標，可將之轉化為AHP分析法評估架構中之評估項目，依據不同評估項目再細分為各項評估因子，評估階層結構如圖3所示。

6 景觀生態評估指標之值可由套裝軟體計算出，如常用之景觀格局分析軟體 FRAGSTATS，其常用的景觀生態指標公式詳列如附表。

(二)景觀生態規劃方案評估項目與評估因子之權重分配

本研究針對前述評估架構設計專家問卷⁷，以建立之二階層評估架構，分別邀請景觀、生態、建築、都市計畫、園藝等相關背景之15位專家學者進行問卷調查，以進行評估項目及評估因子之權重判定。回收問卷後另進行各問卷之一致性檢定，符合一致性檢定者計11份，有效率約73%，進而分析評估架構中各項評估項目及因子之相對重要性如表4。



圖 3 景觀生態規劃方案評估階層架構圖

⁷ 層級分析法主要應用於不確定 (Uncertainty) 情況下及具有數個評估準則之決策問題，是將龐大繁雜的問題系統簡化為明確的元素階層系統，而後依據專家學者的意見進行評估，以名目尺度 (Nominal Scale) 進行各變項間相對重要程度之計算，最後綜合各層級的權重獲取結果。優點在易瞭解、具實用性，能擷取多數專家與決策者的意見，在數量化基礎下，經由一致性檢定，可顯示各專家學者意見之共識性有否偏差(藍婉齡，2011)。基此，專家學者問卷係就相關領域之專家學者尋求其專業認知及看法，由於各專業領域背景之差異，專家學者之成員對於問卷調查(評估因子之權重大小)結果也就有相當程度之影響，亦即不同專業領域的人數比例多寡也將成為決定權重值的關鍵影響因素之一。

表 4 景觀生態規劃方案評估項目與評估因子相對權重與重要性統計表

評估項目	權重(a)	重要性	評估因子	權重(b)	比例 ⁸	重要性
嵌塊體大小適宜性	0.289	2	最大嵌塊體面積指標 (LPI)	0.059	20.4%	7
			平均嵌塊體面積 (MPS) (公頃)	0.113	39.1%	1
			嵌塊體面積標準差 (PSSD)	0.063	21.8%	6
			嵌塊體面積變異係數 (PSCV)	0.021	7.3 %	17
			核心區總面積指標 (TCAI)	0.033	11.4 %	13
			嵌塊體數量 (NP)	0.101	34.9 %	2
			嵌塊體密度 (PD)	0.043	10.4 %	11
嵌塊體數量適宜性	0.413	1	嵌塊體豐富度 (PR)	0.091	22.0 %	3
			嵌塊體豐富度密度 (PRD)	0.057	13.8 %	8
			Shannon 多樣性指標 (SHDI)	0.082	19.9 %	4
			Shannon 均勻度指標 (SHEI)	0.039	9.4 %	12
邊緣適宜性	0.042	5	邊緣總長度 (TE)	0.027	64.3 %	15
			邊緣密度 (ED)	0.015	35.7 %	19
			景觀形狀指標 (LSI)	0.051	50.5 %	10
嵌塊體形狀適宜性	0.101	4	平均嵌塊體形狀指標 (MSI)	0.031	30.7 %	14
			面積加權平均嵌塊體形狀指標	0.019	18.8 %	18
廊道、連接度及網路系統適宜性	0.155	3	雙對數迴歸分維指標 (DLFD)	0.025	16.1 %	16
			嵌塊體平均最近距離指標	0.075	48.4 %	5
			平均鄰近指標 (MPI)	0.055	35.5 %	9

本研究採平均數方法綜合各領域專家學者之評分值並取至小數點第三位，以減少差異及提高評估結果之客觀性。專家學者問卷經一致性檢定與統計分析後，對景觀生態規劃方案之評估項目與評估因子之權重分配如下：

經平均數計算後，依據表4分析結果顯示「嵌塊體數量適宜性」對景觀生態規劃方案之評估最重要，「邊緣適宜性」之重要程度最低。其相對權重依序為「嵌塊體數量適宜性」，其權重分配為0.413最大；「嵌塊體大小適宜性」之權重分配為0.289次之；「廊道、連接度及網路系統適宜性」之權重分配為0.155；「嵌塊體形狀適宜性」之權重分配為0.101，而「邊緣適宜性」之權重分配為0.042最小。

就「嵌塊體大小適宜性」而言，則以「平均嵌塊體面積 (MPS)」之0.113影響最大，約佔39.1%；其次為「嵌塊體面積標準差 (PSSD)」之0.121次之，約佔21.8%；而後為「最大嵌塊體面積指標 (LPI)」之0.059，約佔20.4%。

就「嵌塊體數量適宜性」而言，則以「嵌塊體數量 (NP)」之0.101影響最大，約佔34.9%；其次為「嵌塊體豐富度 (PR)」之0.091次之，約佔22.0%；而後為「Shannon多樣性指標 (SHDI)」之0.082，約佔19.9%。

就「邊緣適宜性」而言，則以「邊緣總長度 (TE)」之0.027影響最大，約佔64.3%；其次為

⁸ 比例係指每一評估因子之權重[權重(b)]佔所屬評分項目權重[權重(a)]之比值再乘以100%。

「邊緣密度 (ED)」之0.015次之，約佔35.7%。

就「嵌塊體形狀適宜性」而言，則以「景觀形狀指標 (LSI)」之0.051影響最大，約佔50.5%；其次為「平均嵌塊體形狀指標 (MSI)」之0.031次之，約佔30.7%；而後為「面積加權平均嵌塊體形狀指標」之0.019，約佔18.8%。

就「廊道、連接度及網路系統適宜性」而言，則以「嵌塊體平均最近距離指標 (MNN)」之0.075影響最大，約佔48.4%；其次為「平均鄰近指標 (MPI)」之0.055次之，約佔35.5%；而後為「雙對數迴歸分維指標 (DLFD)」之0.025，約佔16.1%。

就19項評估因子之權重順序則依序為「平均嵌塊體面積 (MPS)」>「嵌塊體數量 (NP)」>「嵌塊體豐富度 (PR)」>「Shannon多樣性指標 (SHDI)」>「嵌塊體平均最近距離指標 (MNN)」>「嵌塊體面積標準差 (PSSD)」>「最大嵌塊體面積指標 (LPI)」>「嵌塊體豐富度密度 (PRD)」>「平均鄰近指標 (MPI)」>「景觀形狀指標 (LSI)」>「嵌塊體密度 (PD)」>「Shannon均勻度指標 (SHEI)」>「核心區總面積指標 (TCAI)」>「平均嵌塊體形狀指標 (MSI)」>「邊緣總長度 (TE)」>「雙對數迴歸分維指標 (DLFD)」>「嵌塊體面積變異係數 (PSCV)」>「面積加權平均嵌塊體形狀指標 (AWMSI)」>「邊緣密度 (ED)」。

由上述各項評估項目與評估因子之相對權重可知其對景觀生態規劃方案之影響與重要性，可做為景觀生態規劃方案決策與評選時之參考依據。

五、規劃方案模擬評估-AHP分析法於景觀生態規劃方案之評估應用

由前述得知AHP分析法於景觀生態規劃方案之評估項目與評估因子相對權重架構，今模擬二景觀生態規劃方案，說明如何藉由所建構之AHP評選模式以決定出較優之規劃方案。假定二景觀生態規劃方案之評估因子(景觀生態指標值)如表5。

表 5 二景觀生態規劃方案之評估因子(景觀生態指標值)表

評估項目	權重(a)	評估因子	權重(b)	規劃方案 1	規劃方案 2
嵌塊體大小適宜性	0.289	最大嵌塊體面積指標 (LPI)	0.059	13.7	15.2
		平均嵌塊體面積 (MPS) (公頃)	0.113	0.18	0.15
		嵌塊體面積標準差 (PSSD)	0.063	0.026	0.038
		嵌塊體面積變異係數 (PSCV)	0.021	21.3619	19.2571
		核心區總面積指標 (TCAI)	0.033	37	43
		嵌塊體數量 (NP)	0.101	226	237
		嵌塊體密度 (PD)	0.043	5.3264	4.7916
嵌塊體數量適宜性	0.413	嵌塊體豐富度 (PR)	0.091	45	37
		嵌塊體豐富度密度 (PRD)	0.057	0.5731	0.6392

表 5 二景觀生態規劃方案之評估因子(景觀生態指標值)表(續)

評估項目	權重(a)	評估因子	權重(b)	規劃方案 1	規劃方案 2
邊緣適宜性	0.042	Shannon 多樣性指標 (SHDI)	0.082	1.375	1.629
		Shannon 均勻度指標 (SHEI)	0.039	0.46	0.52
		邊緣總長度 (TE)	0.027	3851	3729
		邊緣密度 (ED)	0.015	75.3917	63.8729
		景觀形狀指標 (LSI)	0.051	1.63	1.59
嵌塊體形狀適宜性	0.101	平均嵌塊體形狀指標 (MSI)	0.031	1.5683	1.4378
		面積加權平均嵌塊體形狀指標 (AWMSI)	0.019	1.958329	1.739865
廊道、連接度及網路系統適宜性	0.155	雙對數迴歸分維指標 (DLFD)	0.025	1.47658	1.53769
		嵌塊體平均最近距離指標(MNN)	0.075	42.68	36.59
		平均鄰近指標 (MPI)	0.055	173.56	162.83

假定邀請5位專家學者對於二景觀生態規劃方案各評估因子之評定分數如表6及表7。

表 6 AHP 專家學者對規劃方案 1 各評估因子之評定分數彙整表

評估因子	權重 (W)	專家學者1 (P1)	專家學者2 (P2)	專家學者3 (P3)	專家學者4 (P4)	專家學者5 (P5)	平均分數 [A=(P1+P2+P3+P4+P5)/5]	加權分數 (WA=A*W)
嵌塊體大小適宜性	0.289	76	83	73	71	77	76.000	21.964
嵌塊體數量適宜性	0.413	69	76	81	72	82	76.000	31.388
邊緣適宜性	0.042	71	70	75	78	75	73.800	3.100
嵌塊體形狀適宜性	0.101	70	74	79	71	77	74.200	7.494
廊道、連接度及網路	0.155	86	82	80	83	79	82.000	12.710
規劃方案 1 總分								76.6558

表 7 AHP 專家學者對規劃方案 2 各評估因子之評定分數彙整表

評估因子	權重 (W)	專家學者 1 (P1)	專家學 者2 (P2)	專家學者 3 (P3)	專家學 者4 (P4)	專家學 者5 (P5)	平均分數 [A=(P1+P2 +P3+P4+P 5)/5]	加權分 數 (WA= A*W)
嵌塊體大小 適宜性	0.289	73	81	71	73	75	74.600	21.559
嵌塊體數量 適宜性	0.413	71	78	83	75	85	78.400	32.379
邊緣適宜性	0.042	73	72	73	79	70	73.400	3.083
嵌塊體形狀 適宜性	0.101	72	76	73	73	75	73.800	7.454
廊道、連接 度及網	0.155	84	81	82	85	82	82.800	12.834
規劃方案 2 總分								77.3092

由表6及表7之計算後得知，規劃方案1之總分為76.6558分，規劃方案2之總分為77.3092分，故在本研究所研議出之景觀生態規劃方案評估模式下，規劃方案2總分 > 規劃方案1總分，所以規劃方案2為較優之景觀生態規劃方案。

六、結論與建議

景觀規劃具有環境保護與美化之理念，主要探討人跟自然間之和諧共生方式，景觀生態學是探討空間結構影響生態發展之過程，所以景觀生態學可成為景觀生態規劃之重要基礎，將景觀生態理念與手法應用於規劃上不僅可評估規劃對環境所產生之影響，而規劃結果亦可檢驗景觀生態學中之原理(陳俊合，2007, a)。

本研究結論可綜整成以下幾點：

- (一)景觀生態規劃方案評估架構可用「嵌塊體大小適宜性」、「嵌塊體數量適宜性」、「邊緣適宜性」、「嵌塊體形狀適宜性」及「廊道、連接度及網路系統適宜性」五個構面加以操作。其中「嵌塊體大小適宜性」構面之評估準則有「最大嵌塊體面積指標、平均嵌塊體面積、嵌塊體面積標準差、嵌塊體面積變異係數、核心區總面積指標」；「嵌塊體數量適宜性」構面之評估準則有「嵌塊體數量、嵌塊體密度、嵌塊體豐富度、嵌塊體豐富度密度、Shannon 多樣性指標、Shannon 均勻度指標」；「邊緣適宜性」構面之評估準則有「邊緣總長度、邊緣密度」；「嵌塊體形狀適宜性」構面之評估準則有「景觀形狀指標、平均嵌塊體形狀指標、面積加權平均嵌塊體形狀指標」；「廊道、連接度及網路系統適宜性」構面之評估準則有「雙對數迴歸分維指標、嵌塊體平均最近距離指標、平均鄰近指標」。

- (二)經由 A.H.P.分析法的權重分析，可得知景觀生態規劃方案評估構面之重要性分別為：「嵌塊體數量適宜性」、「嵌塊體大小適宜性」、「廊道、連接度及網路系統適宜性」、「嵌塊體形狀適宜性」及「邊緣適宜性」。
- (三)經由 A.H.P.分析法的權重分析，可得知知景觀生態規劃方案評估因子最重要的五項如下：「平均嵌塊體面積 (MPS) (公頃)」、「嵌塊體數量 (NP)」、「嵌塊體豐富度 (PR)」、「Shannon 多樣性指標 (SHDI)」、「嵌塊體平均最近距離指標」。最不重要的三項如下：「邊緣密度 (ED)」、「面積加權平均嵌塊體形狀指標 (AWMSI)」、「嵌塊體面積變異係數 (PSCV)」。
- (四)A.H.P.分析法所求得之評估構面權重分配值係藉由專家學者對景觀生態規劃方案評估架構體系之認知，以類別尺度將評估項目及評估因子做成對偶比率配置(Pair-wise Ratio Allocation)，進而求出特徵向量，此特徵向量表示所屬階層中各因子之相對重要程度及其相對權重(Relative Weight)。故受訪專家學者之背景差異與人數比例多寡也將成為決定權重值的關鍵影響因素之一。
- (五)項評估構面之權重分配值可提供後續景觀生態規劃方案評選時，各評分構面之相對權重比例，可改進現階段普遍使用之各評估項目皆以等權重計分方式，以突顯方案中關鍵影響項目之重要性，客觀地反映出被評選方案之優先順序，提供決策者在評定景觀生態規劃方案優選順序時之參考。

參考文獻

- 王小璘、曾詠宜，2001，由景觀生態學觀點評估都市公園綠地區位之研究—以台中市東峰公園與豐樂公園為例，第三屆造園景觀與環境規劃設計研究成果研討會論文集：323-334。
- 王秀娟、黃建儀、陳惠娟，2000，〈從景觀生態學觀點探討都市自然殘存嵌塊體對建立生態都市之意義—以台北市芝山岩為例〉。《第四屆國土規劃實務論壇》。
- 王敏先，2004，《景觀生態概念與指標應用於景觀規劃之探討》。台北：中國文化大學景觀研究所碩士論文。
- 王振琇，李穎杰，2006，〈灰關聯分析法輔助設計方案評價模式之建構〉。《設計學研究》第9卷第1期：43-62。
- 方梅萍，2001，《台中市景觀格局的變遷及其影響因素之研究》。台中：東海大學景觀學研究所碩士論文。
- 江友直，2006，《從景觀生態學觀點探討都市土地使用合理性-以新竹科學園區為例》。彰化：明道管理學院環境規劃暨設計研究所。
- 江金山、吳佩玲，1988，《灰色系統基本方法》。台北：高立圖書有限公司。
- 尚篤寧主編，1992，《景觀生態學理論、方法及應用》。台北：地景出版社。
- 林六合、何仁群、傅冬雲，2002，〈景觀環境法(草案)之先期研究(一)〉。《現代營建月刊》第265期：51-60。
- 柯凱天，1996，《灰關聯度之研究分析與其應用》。台北：大同工學院電機工程研究所碩士論文。
- 凌德麟、李柏賢，2000，〈從景觀生態觀點探討都市綠地之棲地規劃設計〉。《第三屆造園景觀與環境規

劃設計成果研討會論文集》。

- 陳俊合，2012，〈應用 AHP 模式評選景觀生態規劃方案〉，永續景觀設計與綠色資材發展研討會，明道大學景觀設計學系，65 頁。
- 陳俊合，2010，〈景觀生態規劃方案評估架構及權重之研究〉，中華民國建築學會第二十二屆第一次建築研究成果發表會論文[本文獲【優秀論文發表獎】]，65-80 頁。
- 陳俊合，2007, a.，〈應用灰關聯模式評選景觀生態規劃方案〉，《規劃學報》，第三十四期，29-48 頁。
- 陳俊合，2007, b.，〈以灰關聯模式探討景觀生態方案之評選〉。《2007 跨文化創意與環境規劃研討會論文集》，台北：輔仁大學：283-296。
- 陳彥良，2002，《以景觀生態學觀點探討都市生態網路之研究-以台中市為例》。台中：東海大學景觀學系碩士論文。
- 陳琦維、孔憲法，2000，〈都市棲地調查與評估系統之研究〉。《第四屆國土規劃實務論壇》。
- 傅立，1992，《灰色系統理論及其應用》。北京：科學技術出版社。
- 溫坤禮等，2003，《灰關聯模型方法與應用》。台北：高立圖書有限公司。
- 溫坤禮等，2006，《MATLAB 在灰色系統理論的應用》。台北：全華科技圖書股份有限公司。
- 溫坤禮、黃宜豐、陳繁雄、李元秉、連志峰、賴家瑞編著，2002，《灰預測原理與應用》。台北：全華科技圖書股份有限公司。
- 張偉哲、溫坤禮、張廷政，2000，《灰關聯模型方法與應用》。台北：高立圖書有限公司。
- 蔡厚男、陳燕靜，1994，《都市景觀生態網路之規劃分析研究》。國科會研究報告。
- 蔡厚男、蔡淑婷，1998，〈生物多樣性與都市景觀生態規劃管理〉。《植栽、生態與保育》，台北：田園城市文化事業有限公司
- 鄧東波，2000，《從景觀生態學觀點探討都市綠地-以台北市信義計畫區為例》。台北：中國文化大學地學研究所碩士論文。
- 藍婉齡，2011，《都會區綠資源生態系統評估體系建構之研究》。台中：景觀與遊憩研究所碩士論文。
- Leitão, A.B., and Ahem, J., 2002, "Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning." *Landscape and Urban Planning*, 59:65-93.
- Dramstad, W.E., Olson, J.D. and Forman, R.T.T., 1996, *Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning*. Harvard University Graduate School of Design, 18.
- Dreistadt, S.H., Dahlstn, D.L. and Frankie, G.W., 1990, "Urban forests and insect ecology." *BioScience*, 40(3):192-198.
- Deng, H., Yeh, C. H. and Willis, R. J., 2000, "Inter-company comparison using modified TOPSIS with objective weights." *Computers & Operations Research*, 27.
- Groome, D., 1990, "Green Corridors: A discussion of A Planning Concept." *Landscape and Urban Planning*, 19:383-387.
- Forman, R.T.T. and Gordon, M., 1986, *Landscape Ecology*. New York: John Wiley & Sons.
- Hwang, C. L. and Yoon, K., 1981, *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Berlin: Springer-Verlag.

- Linehan, J., Gross, M., and Finn, J., 1995, "Greenway planning: developing a landscape ecological network approach." *Landscape and Urban Planning*, 33:179-193.
- Löfvenhaft, K., Björn, C., and Ihse, M., 2002, "Biotope patterns in urban areas: a conceptual model integrating biodiversity issues in spatial planning." *Landscape and Urban Planning*, 58:223-240.
- Baschak, L.A., and Brown, R.D., 1995, "An ecological framework for planning, design and management of urban river greenways." *Landscape and Urban Planning*, 33:211-225.
- Antrop, M., 2001, "The language of landscape ecologists and planners -- A comparative content analysis of concepts used in landscape ecology." *Landscape and Urban Planning*, 55:163-173.
- Bastian, O., 2000, "Landscape classification in Saxony(Germany) -- a tool for holistic regional planning." *Landscape and Urban Planning*, 50:145-155.
- Lenz, R.J.M., and Stary, R., 1995, "Landscape diversity and land use planning: a case study in Bavaria." *Landscape and Urban Planning*, 31:387-398.
- Saaty, T.L., 1987, "Concepts, Theory, and Techniques - Rank Generation, Preservation, and Reversal in the Analytic Hierarchy Decision Process." *Decision Sciences*, 18:157-177.
- Saaty, T. L. 1980, *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
- Garber, S.D., 1997, "The Basic Concept Of Urban Ecology." 永續生態城鄉發展理念與策略研討會論文集，內政部營建署、財團法人七星農業發展基金會、中國文化大學環境設計學院景觀學系。
- Dramstad, W.E., Olson, J.D., and Forman, R.T.T. 著；張俊彥、洪佳君、曾新嫻譯，2001，〈景觀建築及土地使用計畫之景觀生態原則〉。台北：地景企業股份有限公司。

附表 景觀格局分析軟體 FRAGSTATS 常用之景觀生態指標及其公式

景觀生態指標	縮寫	公式	描述
1.最大嵌塊體指標	LPI	$LPI = \frac{Max(a_1, \dots, a_n)}{A} (100)$	(a_1, \dots, a_n) 代表每一個嵌塊體的面積，A 為整體景觀的總面積
2.平均嵌塊體面積	MPS	$MPS = \frac{A}{N} 10^6$	A 代表景觀中所有嵌塊體的總面積，N 表示嵌塊體總數
3.嵌塊體面積標準差	PSSD	$PSSD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n [a_{ij} - \left(\frac{A}{N}\right)]^2}{N}} \times 10^6$	a_{ij} 為景觀中每一個嵌塊體的面積，A 代表景觀中所有嵌塊體的總面積，N 表示嵌塊體總數
4.嵌塊體面積變異係數	PSCV	$PSCV = \frac{PSSD}{MPS} (100)$	PSSD 表示嵌塊體面積的標準差，MPS 代表平均嵌塊體面積
5.核心區總面積指標	TCAI	$TCAI = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij}^c}{A} (100)$	a_{ij} 為景觀中每一個嵌塊體的核心區面積總和，A 代表景觀中所有嵌塊體的總面積
6.嵌塊體數量	NP	NP=N	N 為景觀中嵌塊體的總數
7.嵌塊體密度	PD	PD=N/A	N 為景觀中嵌塊體的總數，A 為景觀中之總面積
8.嵌塊體豐富度	PR	PR=m	M 為景觀中嵌塊體類別總數
9.嵌塊體豐富密度	PRD	$PRD = \frac{m}{A} \times 10^6$	M 為景觀中嵌塊體類別總數，A 為景觀中之總面積
10.Shannon 多樣性指標	SHDI	$SHDI = - \sum_{i=1}^m [P_i \ln(P_i)]$	P_i 為嵌塊體類型，i 為景觀中所佔的比例，m 表示嵌塊體在景觀中的數量
11.Shannon 均勻度指標	SHEI	$SHEI = - \frac{\sum_{i=1}^m (p_i \ln p_i)}{\ln m}$	P_i 為嵌塊體類型，i 為景觀中所佔的比例，m 表示嵌塊體在景觀中的數量當數值愈接近於 0 時，表示整體景觀由少數幾種類型所組成，所以愈不均勻；而數值愈接近於 1，則表示整體景觀組成愈均勻，意即表示各類嵌塊體在整體景觀中所佔的比例相當。
12.邊緣總長度	TE	TE=E	E 為景觀中所有邊緣總長度(米)
13.邊緣密度	ED	$ED = \frac{E}{A} \times 10^6$	E 為景觀中所有邊緣總長度，A 為景觀中之總面積
14.景觀形狀指標	LSI	$LSI = \frac{0.25E}{\sqrt{A}}$	當景觀中只有一個正方形嵌塊體時，LSI=1；當景觀中嵌塊體形狀不規則或是較偏離正方形時，LSI 值會增大

景觀生態指標	縮寫	公式	描述
15.平均嵌塊體形狀指標	MSI	$MSI = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left(\frac{0.25 P_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}} \right)}{N}$	當景觀中所有嵌塊體均為正方形時，MSI=1；當嵌塊體形狀不規則或是較偏離正方形時，MSI 值會增加
16.面積加權平均嵌塊體形狀指標	AWMSI	$AWMSI = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[\left(\frac{0.25 P_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}} \right) \left(\frac{a_{ij}}{A} \right) \right]}{A}$	P_{ij} 為每一個嵌塊體的周長， a_{ij} 為景觀中每一個嵌塊體的面積，A 代表景觀中所有嵌塊體的總面積
17.雙對數回歸分維指標	DLFD	$DLFD = \frac{2}{\frac{\left\{ N \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n [\ln(P_{ij}) \ln(a_{ij})] \right\} - \left[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln(a_{ij}) \right]^2}{\left\{ N \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n [\ln(P_{ij}^2)] \right\} - \left[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln(P_{ij}) \right]^2}}$	對二維空間的嵌塊體而言，分維數大於 1 表示偏離歐幾里得幾何形狀(如正方形或矩形)，當嵌塊體邊緣形狀極為複雜時，DLFD 趨於 2
18.平均嵌塊體分維指標	MPFD	$MPFD = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[\frac{2 \ln(0.25 P_{ij})}{\ln(a_{ij})} \right]}{N}$	P_{ij} 為每一個嵌塊體的周長， a_{ij} 為景觀中每一個嵌塊體的面積，A 代表景觀中所有嵌塊體的總面積 其為嵌塊體分維指標之平均值，其值代表整體景觀嵌塊體形狀的複雜度
19.面積加權平均嵌塊體分維指標	AWMPFD	$AWMPFD = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left[\frac{2 \ln(0.25 P_{ij})}{\ln(a_{ij})} \right] \left(\frac{a_{ij}}{A} \right)$	P_{ij} 為每一個嵌塊體的周長， a_{ij} 為景觀中每一個嵌塊體的面積，A 代表景觀中所有嵌塊體的總面積
20.聚集度指標	CONT	$CONT = \left[1 + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{P_{ij} \ln(P_{ij})}{2 \ln(m)} \right] (100)$	m 為嵌塊體類型總數， P_{ij} 是隨機選擇的兩個相鄰屬於類型 i 和類型 j 的機率。聚集度指數通常測量同一類型嵌塊體的聚集程度，但其值還受到類型總數和其均勻度影響
21.嵌塊體平均最近距離指標	MNN	$MNN = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n h_{ij}}{N'}$	h_{ij} 代表景觀中每一個嵌塊體和其鄰近嵌塊體距離的總和，N' 為具有相臨嵌塊體之嵌塊體的總數
22.平均鄰近指標	MPI	$MPI = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{s=1}^n \frac{a_{ijs}}{h_{ijs}^2}}{n_i}$	其值愈大表示兩嵌塊體相鄰程度愈近，其值愈小表示兩嵌塊體的分離度高

資料來源：陳俊合，2007, a。