

# 常態化差異植生指數應用於都市綠地 品質管制之探討

吳振發\* 詹士樑\*\*

論文收件日期：九十二年四月十日

論文接受日期：九十二年十月五日

## 摘 要

都市綠地具有休閒遊憩、生態、環境品質改善等眾多功能，然而目前的都市計劃相關法規中，僅就都市綠地設置標準及屬「量」的綠覆率進行規範，並未對綠地品質進行管制。本研究目的在於建立都市綠地品質監測指標與提出管制構想，文中嘗試引用常態化差異植生植物指數(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)作為都市綠地品質管制指標，初步研究主題在於建構 NDVI與都市土地使用類別之關聯，做為未來引用NDVI指數進行都市綠地品質管制及相關研究時之參考。本研究以台北市中正紀念堂為研究地區，引用1994年8月SPOT 3衛星影像，配合1994年7月拍攝之航空像片基本圖與台北市1995年繪製完成之地形圖，運用IMAGE 8.3影像處理軟體進行NDVI值求算，以ArcView地理資訊軟體進行土地使用數化、土地使用類別面積計算，之後進行土地使用類別面積函數轉換、相關性分析、複迴歸分析等。研究結果顯示十種土地使用類別對NDVI值之解釋力為54.4%，並發現土地使用分類精細度、土地使用輔助辨識材料會影響研究的精確度。建立之NDVI與土地利用迴歸式進一步整合總量管制、單元管制等觀念可應用於區域尺度、公園綠地尺度之綠地品質管制，並以台北市為例，提出綠地品質管制相關條文修正建議。

關鍵詞：NDVI、都市綠地、綠地品質管制

\* 台北大學都市計劃研究所博士班研究生；chenfa@comemusic.com

\*\* 台北大學地政系副教授；slchan@mail.ntpu.edu.tw

# Normalized Difference Vegetation Index Approach for Monitoring Urban Green Space Quality

Chen-Fa Wu\*, Shih-Liang Chan\*\*

## Abstract

Urban green spaces contribute greatly to the quality of the living environment and the living quality of the inhabitants. However, appropriate indicators for monitoring the quality of green spaces are not applied in current urban planning regulations. The purpose of this paper is to understand the feasibility of setting up such indicators by means of NDVI. The National Chiang Kai-Shek Memorial Hall in Taipei City is chosen as the study area and the 1994 SPOT 3 satellite image, the 1994 aerial photographs, and the 1995 geographic maps of the area are used. A regression model is established for further discussion. The result of this study shows that the R-square of NDVI function is 54.4%, which means the relationship between NDVI and the land-use in the urban area needs further investigation. At the end of the study, we provide some suggestions for the modification of the planning related regulations of Taipei City based on the regression model and the concept of overall and unit control.

Keywords: Normalized Difference Vegetation Index, Urban green space, Green space quality control.

---

\* Ph.D. student, The Graduate Institute of Urban Planning, National Taipei University.

\*\* Associate professor, Dept. of Land Economics and Administration, National Taipei University.

## 一、前言

都市中綠地具有多項功能，包括改善人類生理健康、增進心理愉悅、提供休閒遊憩等，並對環境系統具有絕對之貢獻性，例如改善環境品質、淨化空氣、生態環境平衡、水土保持等，另外可作為重大災難之緊急避難空間。目前規範都市環境規劃之相關法規包括都市計畫法、都市計畫定期通盤檢討實施辦法、實施都市計畫地區建築基地綜合設計鼓勵辦法、都市計畫工業區毗臨土地變更處理原則、都市計畫工商綜合專用區審議規範等，各法規中已明訂綠地劃設之相關規範，然而在實際執行上，除消極性的檢驗開發面積與綠地面積是否符合規定外，並無法掌握綠地開發品質；換言之，不管是種植草坪、灌木或喬木，同樣稱為綠地，然而這三者在此間、遊憩、生態、視覺及都市環境品質改善上皆有顯著的差異，因此未來在現行法規的執行上，除了綠地面積數量管制外，如何積極有效的管制都市綠地開發品質，將是未來都市環境品質管制上立即面臨的問題。

本研究目的在於建立準確、易操作之都市綠地品質監測指標與管制機制，並據以提供相關法規之修正建議。在綠地植物生長品質監測上，衛星遙測已被廣泛的使用，透過不同波段直接偵察植物的變化，同時結合地面調查相關資料，可建立起生態空間發展模式，可應用於環境監測與生態系統功能評估。藉由衛星影像之光譜解析、時間解析與空間解析中取得之自然資源資訊，可瞭解植物的空間分佈狀況(Chung, 1998)。此外，常態化差異植生指數(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)為近紅外光的輻射值與可見光輻射值之差除以其和，計算方式容易，且能包含清楚植物判釋資訊，是一種測量植物生長之良好指標，除可監測植物生長之面積變化外，更可監測植物生長品質，可充分反應出植物生理特性，運用該指數進行植物與綠地的監測，具有高度的精確性。NDVI數值可由衛星影像計算取得，具有立即時效性與方便性，未來運用於都市綠地開發品質管制將是即時有效的工具。然而，目前尚未有相關研究指出如何應用常態化差異植生指數於都市綠地品質管制，本研究就此概念進行先期研究，初步研究主題將集中於建構土地使用類別與常態化差異植生指數間函數關係，可由土地使用類別面積分布狀況，推估常態化差異植生指數數值，並運用該指數進行地方性或區域性綠地品質管制，並可運用實際衛星影像資料進行綠地品質驗證。

基於此一研究動機與目的，本文第二部分將探討都市綠地與常態化差異植生指數之關係並回顧相關之研究，第三部分中說明研究設計以及所採用之資料，第四部份以台北市中正紀念堂為研究地區，引用衛星影像、航空像片基本圖與台北市地形

圖，進行NDVI值求算，以及土地使用數化、土地使用類別面積計算，並進行各土地使用類別面積函數轉換、相關性分析、複迴歸等分析驗證土地使用類別與常態化差異植生指數間函數關係。第五部分以總量管制、單元管制觀念，結合NDVI監測指數與本研究建立之迴歸式，以台北市為例提出綠地品質管制規則修訂之建議，最後為本文之結論與建議。

## 二、都市綠地與常態化差異植生指數

本節目的在於界定都市綠地範圍與目前相關法規於綠地品質管制上之缺陷，與可改善方向，導出本研究之主題。其次說明常態化差異植生指數作為都市綠地品質管制之適用性，以下分別就公園綠地相關法規與常態化差異植生指數之定義、計算方式、應用領域與相關研究進行說明。

### (一)公園綠地相關法規

全台灣都市計畫地區之公園綠地面積設置之規範，主要為都市計畫法與都市計畫定期通盤檢討實施辦法兩項(參見表一)，分別是依照土地面積與人口數進行公園綠地配置面積規定，對於公園綠地中設施、植栽類型與配置方式完全沒有規範，對於一般民眾所重視的綠地植物生長品質缺乏實質規範法條。另外，在台北市單行法規中關於公園綠地面積配置與設置原則規範法規主要有臺北市公園開發都市設計準則、臺北市山坡地開發建築都市設計準則、臺北市山坡地建築開發都市設計規範等(參見表一)，各單行法規中較詳細的規範公園綠地中喬木、草皮之綠覆率面積，以及擋土設施、護坡設施、建築基地開發之規劃設計理念與施工方法等，其共同的特點在於引用綠覆率作為公園綠地品質管制指標，然而臺北市公園開發都市設計準則中所提以樹木胸高直徑與樹冠直徑推算樹木覆蓋面積，該方法雖具有容易計算與應用之優點，然而其準確性較低，並且在實際檢核上較為困難或需花費大量人力；此外，相同的樹木胸高直徑與樹冠直徑，但不同植物種類所構成的綠地品質差異極大，例如常綠植物與落葉植物與秋天時所呈現的綠地品質有相當大的不同，因此引用綠覆率作為綠地品質管制指標有待商榷。

整體而言，現行的都市地區公園綠地面積與品質管制與檢核方法不盡理想，可進一步研究具方便性與準確性之計算與檢核方法，作為未來都市環境品質監控與綠環境營造之參考依據。

表一 公園綠地相關法規與條文

(續下頁)

都市計畫法	第四十五條	公園、體育場所、綠地、廣場及兒童遊樂場，應依計畫人口密度及自然環境，作有系統之布置，除具有特殊情形外，其佔用土地總面積不得少於全部計畫面積百分之十。															
都市計畫定期通盤檢討實施辦法	第十六條	<p>間鄰公園每一計畫處所最小面積不得小於 五公頃。社區公園在十萬人口以上之計畫處所最小面積不得小於四公頃，人口在一萬人以下，且其外圍為空曠之山林或農地得免設置。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 五萬人口以下者，以每千人 一五公頃為準。</li> <li>2. 五萬至十萬人口者，超過五萬人口部分，每千人 一七五公頃為準。</li> <li>3. 十萬至二十萬人口者，超過十萬人口部分，以每千人 二公頃為準。</li> <li>4. 二十萬至五十萬人口者，超過二十萬人口部分，以每千人 二二公頃為準。</li> <li>5. 五十萬人口以上者，超過五十萬人口部分以每千人 二五公頃為準。</li> </ol>															
	第十七條	都市計畫通盤檢討變更土地使用分區規模達一公頃以上之地區、新市區建設地區或舊市區更新地區，應劃設不低於該等地區總面積百分之十之公園、綠地、廣場、體育場所、兒童遊樂場用地，並以整體開發方式興闢之。															
臺北市公園開發都市設計準則	第十條	<p>公園綠覆率應達百分之六十以上，其中喬木綠覆率應達百分之五十以上，喬木樹型應以開展型為主，草地綠覆率以達百分之二十以上為原則。但經本府指定為特殊主題性公園者，不在此限。</p> <p>喬木覆蓋面積數值依下表所列計算之：</p> <table border="1" data-bbox="562 1534 1236 1775"> <thead> <tr> <th>米高徑(cm)</th> <th>樹冠直徑(m)</th> <th>覆蓋計算(m<sup>2</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2-4</td> <td>1</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>5-7</td> <td>1.5</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>8-10</td> <td>1.5</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>大於10</td> <td>2</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>	米高徑(cm)	樹冠直徑(m)	覆蓋計算(m <sup>2</sup> )	2-4	1	5	5-7	1.5	10	8-10	1.5	15	大於10	2	20
米高徑(cm)	樹冠直徑(m)	覆蓋計算(m <sup>2</sup> )															
2-4	1	5															
5-7	1.5	10															
8-10	1.5	15															
大於10	2	20															

表一 公園綠地相關法規與條文

(承上頁)

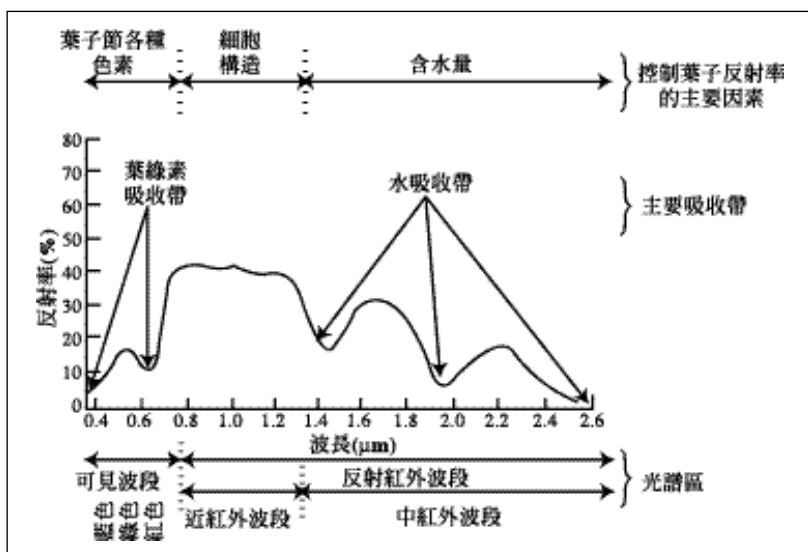
<p>臺北市山坡地開發建築都市設計準則</p>	<p>第十三條</p>	<p>擋土設施及護坡設施，應依下列規定綠化：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設置於公共空間及公眾視野可及之範圍者，應以自然工法或景觀式設計為原則。</li> <li>2. 與自然地形相延續之人工坡面，以配合相鄰自然地形整體設計為原則。</li> <li>3. 設施之立面，應利用植物之攀爬及懸垂等特性，進行垂直性綠化處理。但有妨害設施結構安全或特殊用途之虞者，不在此限。</li> <li>4. 自然邊坡及護坡設施之綠化植生，應配合坡地自然景觀，利用植物特性，進行具視覺層次性之坡面綠化及色彩處理。</li> </ol>
<p>臺北市山坡地建築開發都市設計規範</p>	<p>十三</p>	<p>基地綠化計畫，應依下列規定：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 基地綠化計畫應依緩衝綠帶、護坡功能性植栽、景觀植栽及人工地盤綠化等特性，分別設計，並應回植原基地植物二分之一之樹種，及配合基地周圍既有綠覆林相整體設計配置。</li> <li>2. 基地綠化計畫應就現有植栽調查，並以圖面標示其分佈位置。其基地內樹高十公尺以上或米高徑大於二十公分之單株喬木，或植物群聚面積達三百平方公尺且具良好林相之喬木樹林或特殊稀有灌叢、地被，以原地保存為原則。但確有移植需要者，得提出基地內移植復育計畫。</li> <li>3. 基地與毗鄰基地境界線留設之緩衝綠帶，其綠覆率應達百分之八十，且該部份喬木綠覆率以百分之七十為原則。</li> <li>4. 基地地表不得裸露，且基地綠覆面積內應栽植之喬木比率，須占總綠覆面積百分之五十以上。山坡地戶外停車場應順應地形、地貌分層設置，停車場週邊應設置寬度一公尺以上之植栽綠帶。停車場區內以喬木配合灌木及地被植物綠化為原則。</li> </ol>

## (二)常態化差異植生指數(Normalized Difference Vegetation Index)

植被在大約波長0.7 μm左右的光譜特性具有急劇變化的現象(如圖一)，原因是植物葉綠素(Chlorophyll)對於可見光(紅光、藍光)輻射具有大量吸收作用，而進行光合作用製造營養物質，所以可見光(紅光、藍光)是光合作用代表性波段，而海綿狀葉肉(Spongy mesophyll)組織則會對近紅外光產生可觀的反射作用，所以近紅外光是葉子健康狀況最靈敏的指標，其對不同植物差異及成長狀況的反應敏感，可指示植物光合作用是否正常進行，因此可從兩波範圍的輻射差值觀察的植被變化情形。因此應用此二波段所組成植物指數有數十種之多，但其中以常態化差異植生指數(Normalized Difference Vegetation Index，簡稱NDVI)的使用最為廣泛，常被用來監測植物成長狀況、健康情形及空間分佈，更進一步，可評估一生態系統的好壞及推估一地之生物量，是一計算容易且能包含清楚植物判釋資訊的組合公式，其公式如下：

$$NDVI = \frac{R_{NIR} - R_{VIS}}{R_{NIR} + R_{VIS}} \dots\dots\dots(1)$$

其中為近紅外光的輻射值，為可見光的輻射值。NDVI的範圍介於-1和+1之間，負值一般為雲、雪、水體和其它非植被地區，正值則代表植被覆蓋的地表，且指數愈高，植被愈密集。



圖一 植物光譜反射圖

資料來源：林裕彬等人，2001。

運用衛星影像於地面植物監測的方法，多以紅光及近紅外光轉換為各種植物指數來進行，其中常態化差異植生指數(NDVI)為目前植物監測上應用最廣的方法之一。Rundquist(2002)指出由衛星影像計算光譜植物指數(spectral vegetation indices)用以監測植物生物物理特徵之時間與空間變遷的方法，已被廣泛的運用，最常被使用的光譜植物指數為常態化差異植生指數(NDVI)，雖然該指數對大氣狀況與大地基值具有高度敏感性，但對植物生物量的微幅變化偵測不具高度敏感性，然而常態化差異植生指數仍被廣泛的引用，因為其值得求算十分容易。

NDVI值最早也是最廣泛的被應用植物辨識與遷移變遷上，Cihlar et al.(1996)利用AVHRR(Advanced Very High Resolution Radiometer)求算NDVI值，利用主成分分析經群落分析，以判別分析辨識加拿大植物覆類型分類；Namani and Running(1997)以平均成長季之NDVI值進行灌木及草地辨識，並以季節性NDVI值變化辨識落葉性與常綠性植物；Senay and Elliott(2000)結合極高解像輻射(AVHRR)衛星影像(解析度1000公尺)與高土地使用空間解析資料(解析度200公尺)，調查Oklahoma自然資源區域之植物空間與時間動態變化，監測不同植物之萌芽、生長、衰敗生長變化，結果發現不同植物之萌芽與衰敗的變化趨勢相似，生長期的NDVI有極大的差異。Rundquist(2002)以常態化差異植生指數監測綠色植物破碎(green vegetation fraction)的生物物理特徵，以1999年美國坎薩斯州(Kansas)Konza Prairie Biological Station生長季資料，以彩色數位照片估算綠色植物破碎度，光譜植物指數包括常態化差異植生指數、土壤修正植物指數(soil adjusted vegetation index)、常態化差異植生指數平方指數，以簡單迴歸分析法進行分析。結果顯示常態化差異植生指數、常態化差異植生指數平方指數與綠色植物破碎度具有高度相關性，並且六月的生長季節三種光譜植物指數的迴歸係數為0.89以上，其他月份為0.70以上。

運用NDVI植物指標於農作物相關研究包括：Smith et al.(1995)運用AVHRR影像資料計算NDVI值，用以監測澳洲地中海型氣候區之小麥產量變化，分析NDVI與小麥產量的關係，建立NDVI值及不同季節的降雨量之小麥產量的複迴歸模式。Higuchi et al.(2000)以衛星影像求算生長季節之NDVI值，配合實際觀察草地與水田的光譜反射、表面反射、土壤溶解性等，研究結果發現NDVI值與草地反射值具高度相關性，與水田的相關性較弱。Gupta et al.(2000)以AVHRR與Landsat TM之可見光與近紅外光波段觀察小麥、洋蔥、馬鈴薯、雞豆之生長季節，結果發現各種植物之AVHRR與Landsat TM之NDVI值相關性極高。

NDVI指數應用於環境品質的研究包括有：Stow et al.(1998)以SPOT與Landsat-TM計算NDVI值推估北極圈苔原區的二氧化碳流動；Veroustraete et al.(1996)以



NDVI值推估生態系統中碳的交換情形；Kerenyi and Putsay(2000)以熱紅外光譜指數(thermal infrared spectral indices)、蒸散相關之常態化差異植生指數估算地表蒸散情形，進一步推演估算地表溫度方程式；Wylie et al.(2002)以1995年Great Plains地區資料，建構面積指數(leaf area index, LAI)、吸收光合作用輻射量比例(fraction of absorbed photosynthetically active radiation)、生物量(biomass)等草地生物物理參數，以及其與地面輻射之常態化差異植生指數之相關性；Njoroge et al.(1999)以航空載具多光譜掃描器中的熱紅外光波段資料，結合現地微氣候資料，探討都市公園的綠色植物所產生的溫度梯度及都市公園造成空間上微氣候的空間不連續中，發現NDVI和地面溫度成負相關，而與淨輻射成正相關，而且一日中下午的NDVI值比上午低，與植物活動有關。Csiszar and Kerenyi(1995)以AVHRR影像討論植生指數與地面溫度變化關係，結果發現溫度變化與植生指數具高度相關性，同樣的相關性存在於NDVI與即時溫度監測，低NDVI值會增加高溫的產生。Lo and Faber(1997)結合由衛星影像所轉換的NDVI值及社經調查資料以主成份分析喬治亞州Athens-Clarks郡的都市環境的生活品質(quality of life)，認為NDVI值對生活品質有相當的影響力。吳振發等人(2000)利用Landsat-TM影像所轉換之NDVI及各項社經調查資料，並結合環境敏感地因子對於台北市都會區的生活品質作一初步的探討，發現NDVI對於生活品質有相當程度的影響，並指出可以NDVI值推估都市地區非生態敏感地之區位。

NDVI指數應用於生態環境的研究有：Gilabert et al.(1996)進行葉面積指數(LAI)測量實驗，指出NDVI與紅光波段與生物物理參數(葉面積指數、生物量)具統計相關性，可用以描述一些關於穀類覆蓋的生物氣候學部分。可由NDVI的球型模式推估葉面積指數，紅光波段的logarithmic方程式推估生物量。聶嘉慧等人(1999)研究台灣地區鳥類分佈，結果發現繁殖鳥類及特有種之物種豐富度皆集中於中等NDVI值及中度降雨量之範圍。

由相關研究之成果可證明常態化差異植生指數可用於區分不同植物類別，亦可分辨出同種植物類別之生長狀況，可精確的反應植物之生長品質，因此本研究將引用該指數作為研擬都市地區植物品質管制指標。

### 三、研究設計

本研究目的在於引用常態化差異植生指數做為都市綠地品質管制指標，首先必

需建構常態化差異植生指數與都市公園綠地土地使用類別之關係式，以下分別詳細說明本研究範圍選定、研究材料引用、分析方法與進行步驟，如圖二之研究過程圖所示。

## (一) 研究範圍

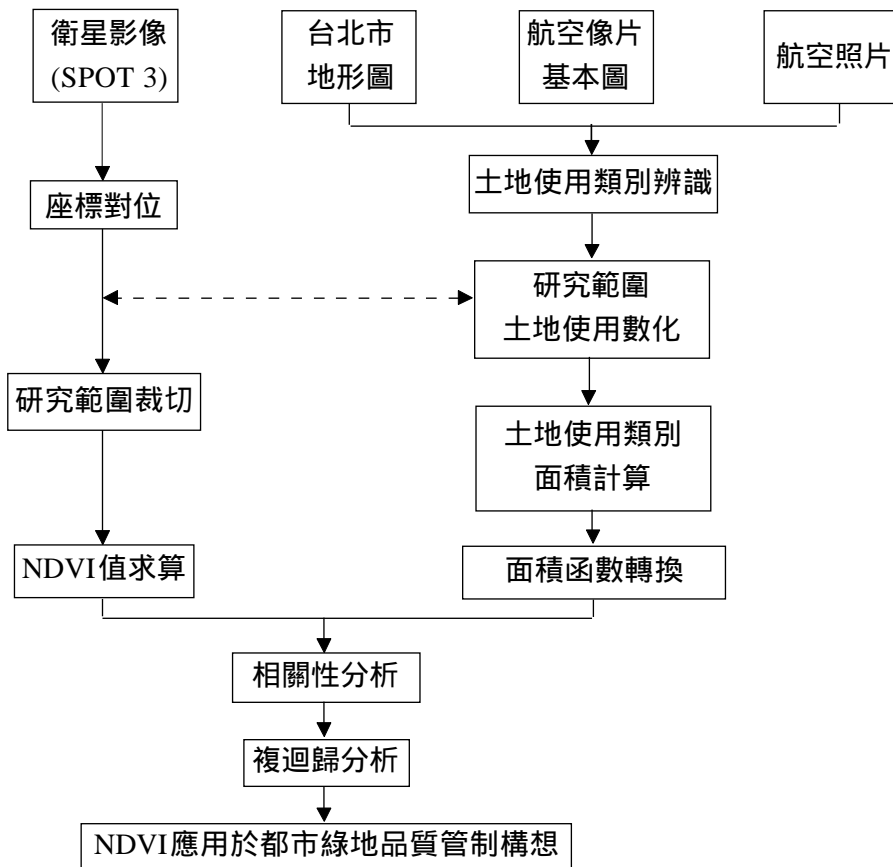
本研究目的在於建構NDVI植物指數與都市綠地土地使用之關係函數，而都市公園綠地一般構成元素多為喬木、灌木、花圃、建築物、硬鋪面、水體等，因此在研究範圍的選取上必須盡量涵蓋上述元素，並具多樣性，方足以驗證出NDVI植物指標於都市區域之適用性。另外為滿足統計上樣本數之要求及提高研究之精確度，本研究以大型的都市開放空間為研究範圍選取對象。基於上述理由，本研究選定中正紀念堂為研究範圍，如圖3所示，中正紀念堂園區位於台北市中正區，正門面臨中山南路、北側面臨信義路、南側面臨愛國東路，於民國六十六年十一月動工興建，到六十九年三月底完成，同年四月五日正式對外開放，總面積二十五萬平方公尺。整個園區的平面配置元素包括中正紀念堂、國家戲劇院、國家音樂廳、牌坊、迴廊、喬木、花壇、草地、水泥鋪面等，具備都市地區綠地空間所有可能的組成元素。

## (二) 研究資料

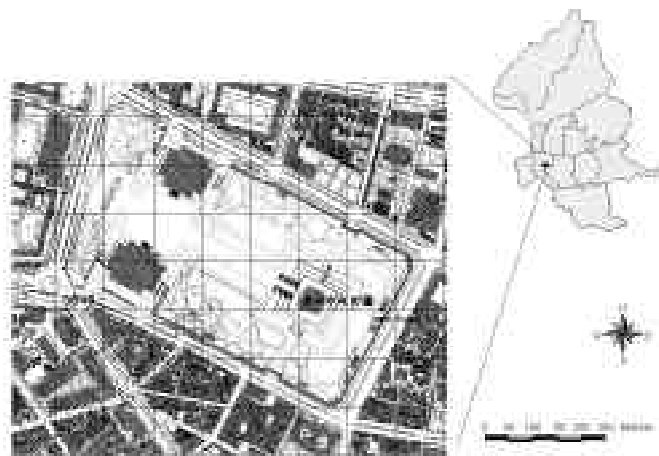
本研究由衛星影像求算NDVI值，並以航空相片基本圖、地形圖等輔助土地使用類別辨識，本研究之研究材料包括上述三項，以下分別詳細說明。

### 1. 衛星影像

本研究將由衛星影像中求算常態化差異植生指數，本研究使用 1994年8月16日 SPOT 衛星影像，購買於中央大學太空及遙測研究中心，影像處理等級為 Level10，為經幾何、輻射、地面控制點與數位地形模型校正處理之影像。SPOT 為一個太陽同步衛星，平均航高為 832 公里，通過赤道的時間為當地時間上午 10 點 30 分，通過台灣上空約為 10 點 45 分。軌道與赤道傾斜角  $98.77^\circ$ ，繞地球一圈週期約 101.4 分，一天可轉 14.2 圈，每 26 天通過同一地區，SPOT 衛星一天內所繞行的軌道，在赤道相鄰兩軌道最大距離 108.6 公里，全球共有 369 個軌道。SPOT 衛星上有兩套 HRV (High Resolution Visible) 感測器，每一套具多光譜態 (XS) 及全色態 (Pan) 感測能力。多光譜之三個波段分別為綠光段 (XS1:  $0.5 \mu\text{m} - 0.59 \mu\text{m}$ )，紅光段 (XS2:  $0.61 \mu\text{m} - 0.68 \mu\text{m}$ ) 與近紅外光段 (XS3:  $0.79 \mu\text{m} - 0.89 \mu\text{m}$ )。全色態的波長範圍在  $0.57 \mu\text{m} - 0.73 \mu\text{m}$ 。全色態之地面解析度為 10 公尺，多光



圖二 操作步驟示意圖



圖三 研究範圍位置圖

譜態為20公尺，經處理後地面解析度為12.5公尺。

## 2. 航空像片基本圖

內政部為因應台灣地區經濟建設發展需要，於六十五年度至七十一年度，以航空攝影測量正射投影方法測製台灣地區像片基本圖，其比例尺在海拔一千公尺以下之平地及山坡地為五千分之一，一千公尺以上之高山地區為一萬分之一，並於七十二年度至七十六年度、七十七年度至八十三年度以分期分區方式辦理台灣地區基本圖第一次及第二次修測計畫，分別完成基本圖修測二、三幅。平面控制採聯勤測量署於民國69年檢測三角點成果，以南投縣埔里虎子山三角點為原點，原點座標為東經120。58'25.9750"、北緯23。58'32.3400"，投影方式為橫麥卡托，經差二度分帶，中央子午線東經121。配合衛星影像之拍攝時間，本研究引用83年拍攝之五千分之一台北市地區像片基本圖。

## 3. 台北市政府地形圖

國土資訊系統中的基本地形圖資料庫包括了1/1000、1/5000、1/25000之三種常用比例尺的數值地形圖，其中前者僅涵蓋都市地區，後二者則涵蓋全台灣地區。台北市屬都會地區，全部測製1/1000比例尺之數值地形圖，另利用1/1000比例尺數值地形圖縮編1/5000、1/10000、1/25000之比例尺之數值地形圖。台北市政府於八十年度開始重新測製1/1000地形圖，採航空測量數值法方式，於八十四年度全部辦理完成。台北市歷年來辦理數值地形圖資料更新之方法有二種：以地面測量方式實施地形圖修測更新作業，或航空攝影測量作大面積修測更新作業。其中以地面測量方式實施地形圖修測更新作業，通常用於配合都市計畫通盤檢討及新擬定都市計畫地區實施更新作業，或實施全市地形圖更新作業。以航空攝影測量作大面積更新作業，則是由於重大工程的完成或大面積地區的重劃及都市更新，需作地形圖修測更新作業，例如台北市境內北二高的完工、基隆河截彎取直部份及內湖第四期重劃區等區域完成，以航空攝影測量辦理全區大規模的更新(李國基，2001)。因此，本研究配合衛星影像之拍攝時間，引用台北市政府84年測製完成之1/1000地形圖。

### (三)方法與步驟

本研究操作的步驟可區分為四大步驟，分別為常態化差異植生指數求算、土地使用類別面積計算、相關性分析、複迴歸分析等，以下就各步驟操作方法與流程分別進行詳細說明。

## 1. 常態化差異植生指數求算

### (1) 研究假設

衛星影像乃是藉由感測器接收太陽光通過大氣層，經地面反射，再經過大氣層之地表訊息之成像，因此運用衛星影像進行相關研究前必須經過濛氣校正、幾何校正、地面高度校正等程序，本研究引用中央大學太空及遙測研究中心之衛星影像資料，其影像資料已進行各項必要之處理，然而仍難免以存有大氣條件、感測器所產生的微誤差，本研究前提假設感測器與大氣環境所產生的誤差於影像取得的前置作業中已完全去除。

### (2) 指數求算

本研究將引用1994年8月16日SPOT衛星經Level10處理地面解析度為12.5公尺之影像進行都市地區綠地衡量指標萃取，以Image8.3衛星影像處理軟體進行綠光段(XS1：0.5  $\mu\text{m}$  - 0.59  $\mu\text{m}$ )，紅光段(XS2：0.61  $\mu\text{m}$  - 0.68  $\mu\text{m}$ )與近紅外光段(XS3：0.79  $\mu\text{m}$  - 0.89  $\mu\text{m}$ )等三波段影像之融合，其次進行大地座標對位，研究區域範圍確立與影像裁切，最後進行研究範圍之常態化差異植生指數求取。

## 2. 土地使用類別面積計算

由於本研究之時間點設定於民國84年，為求土地使用類別辨識上之精確性，研究進行過程中分別引用台北市政府於民國84年完成比例尺為1/1000地形圖、農林航測所比例尺1/5000於民國83年7月拍攝之航空像片基本圖以及蒐集之航空照片，相互對照進行研究區地面辨識，並將辨識結果以ArcView地理資訊系統軟體進行土地使用別數化，數化區域、座標系統與衛星影像相符。由於NDVI值由衛星影像之波段資料求算而得，衛星影像資料屬於網格(raster)資料，且經處理後地面解析度為12.5m  $\times$  12.5m，也就是說每一12.5m  $\times$  12.5m的網格中可求得一NDVI值。因此在土地使用類別面積計算上，分別逐一以12.5m  $\times$  12.5m對應於NDVI值的網格對數化後為向量式(vector)資料進行裁切，最後計算每一網格內各類型土地使用面積，作為後續相關性分析與複迴歸分析之基礎資料。

## 3. 相關性分析

本研究將以常態化差異植生指數為因變數，單位面積(12.5m  $\times$  12.5m)內各土地使用類別面積為自變數，為求兩變數間具有最佳的配適度，乃將自變數分別採取一次項、平方根、二次項、三次項、自然對數等變數變換，與因變數進行相關性分析，將相關係數最高者，視為兩變數間具有最佳之配適度，以此關係進行複迴歸分析。

#### 4. 複迴歸分析

以常態化差異植生指數為因變數，各因變數以其與自變數間具有最佳之配適度之數值為土地使用類別面積之因變數數值，進行複迴歸分析。

### 四、結果與討論

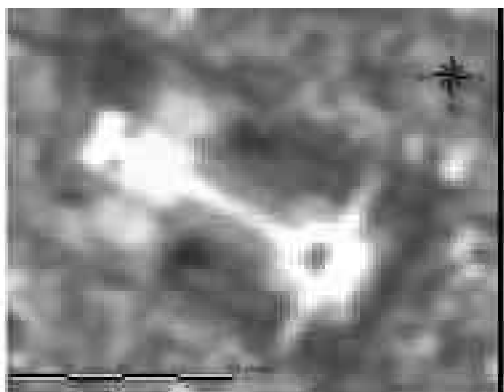
依循研究步驟，以下分別就 NDVI值計算、土地使用分類與數化、相關性分析、複迴歸分析、第二次分類、第二次複迴歸分析、模式驗證之結果進行敘述。

#### (一) NDVI值計算

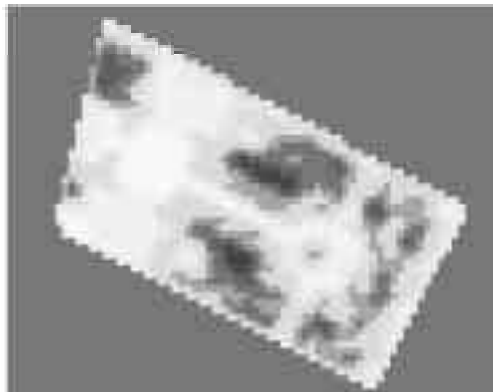
本研究以Image8.3衛星影像處理軟體，讀取中正紀念堂1994年8月16日SPOT衛星影像(圖四)，進行大地座標定位及NDVI值求算(圖五)。研究區NDVI值之樣本數1722，最高值為0.25，最小值為-0.27，平均值為-0.05，標準差為0.11。

#### (二) 土地使用分類與數化

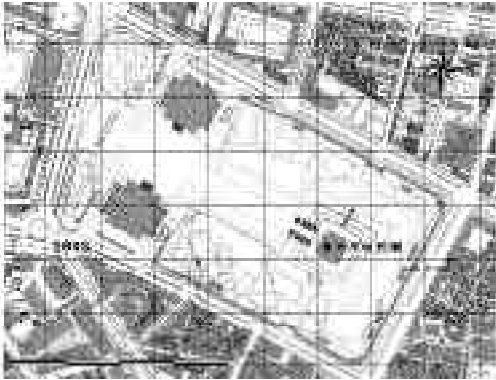
進行土地使用類別區分時，由於研究的時間為1994年，距離現今已有九年時間，因此分別引用同年度之衛星影像(圖四)、地形圖(圖六)、航照圖(圖七)、照片等圖像彼此交互校對，待確認無誤後，方進行土地使用數化，數化結果如圖八所示，土地使用的類別共區分為五種類別，分別為植物、建築物、水池、柏油路以及水泥鋪面五種，面積分別為143,577.20、22,185.88、6,815.44、40,698.7、66,252.87平方公尺(表二)。



圖四 中正紀念堂SPOT衛星影像



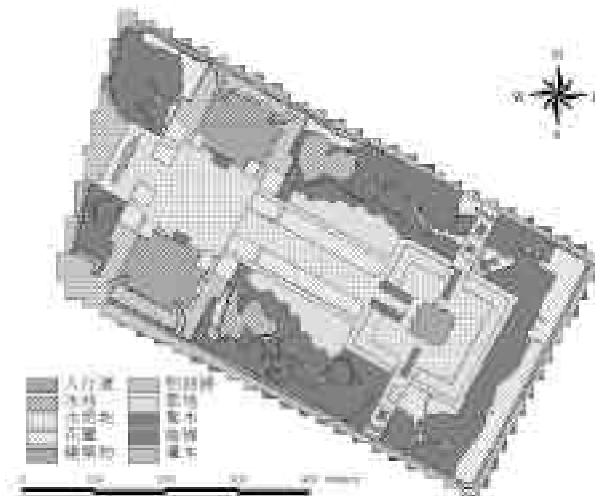
圖五 中正紀念堂NDVI值分布圖



圖六 中正紀念堂地形圖



圖七 中正紀念堂航空相片基本圖



圖八 中正紀念堂數化圖

柏油路	建築物	水池	水泥鋪面	植物
40698.7	22,185.88	6,815.44	66,252.87	143,577.2

### (三) 相關性分析

本研究依現地土地使用狀況共劃分出柏油路、建築物、水池、水泥鋪面、植物等五個因變數，分別進行根號、平方、三次方、自然對數等函數轉換，再分別與

自變數NDVI值進行Pearson相關性分析，用以尋找出自變數與因變數之最佳配適關係，結果顯示柏油路、建築物面積一次式與NDVI值具最大負相關性，植物面積一次式與NDVI值具最大正相關性；水池面積自然對數值與NDVI值具最大負相關，水泥鋪面面積的三次方與NDVI值具最大負相關(參見表三)。

#### (四)複迴歸分析

線性模式驗證結果顯示整個迴歸式的F值為277.107， $p < 0.01$ ，表示模式效果顯著(參見表四)。五種土地使用類別對NDVI值的迴歸係數 $R^2$ 為0.457，修正自由度後的 $R_a^2$ (adjusted  $R^2$ )為0.445。由迴歸係數的t值與t值顯著水準(Sig. T)檢討自變數於迴歸式中的顯著性(參見表五)，結果發現柏油路、建築物、植物、水池等自變數皆達顯著，僅水泥鋪面t值為1.525，且t值顯著水準Sig. T  $> 0.05$ ，未達顯著水準，但是上一步驟相關性分析時顯示水泥鋪面與NDVI值相關性達顯著水準，於迴歸模式中卻不顯著，其可能的原因為自變數間具有高度的線性重合情形，應進行更細緻的分類，避免自變數間線性重合發生，影響迴歸式效力。整體而言，由五種土地使用類別建立的迴歸式，解釋力為44.5%，其中柏油路、建築物、水池、水泥鋪面等變數面積增加對NDVI值具有降低效果，植物面積增加有助於常態化差異植生指數值之提升。

表三 土地使用分類與NDVI值相關性分析表

函數	柏油路	建築物	水池	水泥鋪面	植物
X	-0.307*	-0.294*	0.031	-0.285*	0.632*
X <sup>1/2</sup>	-0.307*	-0.292*	0.031	-0.285*	0.632*
X <sup>2</sup>	-0.291*	-0.278*	0.023	-0.327*	0.597*
X <sup>3</sup>	-0.277*	-0.269*	0.018	-0.343*	0.570*
lnX	-0.206*	-0.249*	-0.295*	-0.277*	0.415*

\*表示 $P < 0.05$ 。

表四 變異數分析表

變異來源	自由度	平方和	均方值	F統計量	P值
模式	5	9.905	1.981	277.107	0.000
誤差	1716	12.268	0.0071		
總合	1721	22.173			



表五 NDVI值之土地使用迴歸分析表

因子	符號方向	迴歸係數	標準化係數	T值	顯著性機率
柏油路	-	0.0009802	0.414	9.165	0.000
建築物	-	0.0011116	0.371	9.873	0.000
水池	-	0.006958	0.053	2.061	0.039
水泥鋪面	-	0.0001625	0.093	1.525	0.127
植物	+	0.00000003943	0.449	8.692	0.000
截距項		-0.0008463		-0.056	0.956

$R_a^2 = 0.445$  ,  $F=277.107$  ,  $P=0.000$ 。

### (五)第二次分類

第一次複迴歸分析結果可得知迴歸式中的變數可能存有線性重合的情形，此外所得之迴歸式總解釋變異量僅44.5%，未來在NDVI值推估上可能產生較大偏誤，為降低偏誤，本研究進行土地使用類別重新分類，將五種類別重新數化與分類為十種類別，分別是將「水泥鋪面」區分為水泥地與階梯，將「植物」類別重分為人行道、喬木、花圃、灌木、草地等類別，其中中正紀念堂周圍的人行道，根據航照圖與舊照片顯示，紀念堂內的榕樹等大型喬木，枝幹越過圍牆延伸至人行道之上，遮蓋面積最多者達2公尺之多，另外人行道遠離圍牆，靠馬路側種植高約2公尺，寬約1公尺之小型喬木，於航照圖中看來，單純人行道之面積已剩不多，因此於第一次分類時，歸為植物類別；第二次重新分類時，將大型喬木覆蓋於人行道面積者歸為喬木類別，人行道上種植的小型喬木者歸為花圃，完全無植物遮蓋物者歸為人行道類別。所謂喬木，定義為2公尺以上喬木覆蓋面積超過85%區域，花圃是指包含2公尺以下喬木、灌木、草花、草地交互組合種植區域，灌木是指僅種植灌木無其他植栽者，草地是指僅種植草皮之區域。十種土地使用分類中喬木面積最大為72,535.6788平方公尺，其次為水泥地鋪面有63,721.4268平方公尺，灌木面積1,280.7256平方公尺最少(表六)。

### (六)第二次相關性分析

進行複迴歸分析前，必需確認因變數與各自變數間之最佳配適關係，以增加迴歸式之解釋力，本研究將十種土地使用類別面積分別以根號、平方、三次方、對數等方式進行轉換，並分別與NDVI值進行Pearson相關性分析，結果顯示柏油路、喬

木的一次式函數型態與NDVI值正相關性最高，建築物、階梯則是負相關性最高；草地的面積開平方值與NDVI值相關性較高；水泥地面積三次方值與NDVI值的負相關性值最高，灌木面積三次方值與NDVI值正相關值最高；水池面積的自然對數值與NDVI值負相關性值最高(參見表七)。

### (七) 第二次複迴歸分析

迴歸模式檢定結果 F統計量為 206.694， $p < 0.01$ (參見表八)，顯示模式效果顯著，十種土地使用類別對 NDVI值的解釋程度  $R^2$ 為0.547，修正自由度後的  $R_a^2$

表六 重分類後土地使用面積統計表

類 別	總面積( 平方公尺 )
人行道	7,081.7348
水池	6,815.4402
水泥地	63,721.4268
花圃	35,924.4775
建築物	22,185.8801
柏油路	40,698.7005
草地	19,672.8776
喬木	72,535.6788
階梯	2,531.4468
灌木	1,280.7256

表七 土地使用與NDVI值相關性分析

函數	柏油路	水泥地	建築物	人行道	喬木	花圃	灌木	水池	階梯	草地
X	-0.307*	-0.272*	-0.294*	-0.043	0.551*	-0.047	0.022	0.031	-0.106*	0.260*
X <sup>1/2</sup>	-0.307*	-0.272*	-0.292*	-0.043	0.550*	-0.046	0.022	0.031	-0.106*	0.279*
X <sup>2</sup>	-0.291*	-0.314*	-0.278*	-0.03	0.517*	-0.033	0.054*	0.023	-0.090*	0.267*
X <sup>3</sup>	-0.277*	-0.330*	-0.269*	-0.023	0.492*	-0.028	0.060*	0.018	-0.081*	0.260*
lnX	-0.206*	-0.257*	-0.249*	0.042	0.342*	0.034	0.211	-0.295*	-0.159	0.118

\*表示 $P < 0.05$ 。

為0.544，較第一次五種土地使用類別之  $R^2$  為0.457，修正自由度後的  $R_a^2$  為0.445高。另以迴歸係數的t值與t值顯著水準(Sig. T)檢討自變數於迴歸式中的顯著性(參見表九)，其中人行道之t值為1.965，t值顯著水準Sig. T值為0.05未達顯著水準，其他九種土地使用類別皆達顯著水準。相較於第一次分類之迴歸模式，顯示出變數間線性重合的情形較第一次分類低。

第二次迴歸模式之總解釋力為 54.4%，其中喬木、灌木、草地面積的增加對NDVI值的提升具有正面效果，其中草地面積增加對NDVI值提升的效果最佳；其他土地使用類別面積增加會造成NDVI值下降，水池面積增加對NDVI值造成的影響最大。

本研究建立之NDVI值於都市綠地環境之迴歸式乃採用第二次分類複迴歸分析結果，迴歸式為：

$$\begin{aligned}
 \text{NDVI值} = & 0.009701 + 0.0007250\text{草地}^{**} + 0.000312\text{喬木}^{**} \\
 & (0.731) \quad (3.415) \quad (3.331) \\
 & + 0.00000007773\text{灌木}^* - 0.009274\text{水池}^{**} - 0.001161\text{建築物}^{**} \\
 & (2.545) \quad (3.083) \quad (11.697) \\
 & - 0.001423\text{階梯}^{**} - 0.00101\text{柏油路}^{**} - 0.000292\text{人行道} \\
 & (7.124) \quad (10.520) \quad (1.965) \\
 & - 0.00000004282\text{水泥地}^{**} - 0.0004982\text{花園}^{**} \\
 & (10.534) \quad (4.930)
 \end{aligned}$$

$R_a^2 = 0.544$ ， $F = 206.694$ ， $P = 0.000$ 。

\* 表示 $P < 0.05$ ，\*\*表示 $P < 0.01$ ，( )內為t值。

表八 重分類變異數分析表

變異來源	自由度	平方和	均方值	F統計量	P值
模式	10	12.131	1.213	206.694	0.000
誤差	1711	10.042	0.0059		
總合	1721	22.173			

表九 重分類NDVI值之土地使用複迴歸分析表

因子	符號方向	迴歸係數	標準化係數	T值	顯著性機率
柏油路	-	0.00101	0.427	10.520	0.000
水泥地	-	0.00000004282	0.463	10.534	0.000
建築物	-	0.001161	0.386	11.697	0.000
人行道	-	0.000292	0.038	1.965	0.050
喬木	+	0.000312	0.167	3.331	0.001
花圃	-	0.0004982	0.196	4.930	0.000
灌木	+	0.00000007773	0.043	2.545	0.011
草地	+	0.000725	0.116	3.415	0.001
水池	-	0.009.274	0.071	3.083	0.002
階梯	-	0.001423	0.141	7.124	0.000
截距項		0.009701		0.731	0.465

$R_a^2 = 0.544$  ,  $F=206.694$  ,  $P=0.000$ 。

### (八) 模式驗證

本研究於中正紀念堂 1,722 個研究樣本，隨機選取五十個樣本資料進行模式驗證，分別依照各樣本網格(12.5m × 12.5m)中不同土地使用分布面積，帶入本研究建立之迴歸式，求算之NDVI值分別與實測值進行比對，檢討模式之精確性。經實際計算後發現本研究所建立之迴歸式平均誤差率為27.89%，顯示該迴歸式之精確度為72.11%。

本研究的目的改善目前僅以「量」管制都市綠地面積的方式，建立綠地「品質」的監測指標與管制機制，本文前半部重點在於闡述常態化差異植生指數應用於都市綠地品質管制之適用性，以及驗證都市綠地中常見之土地使用類別與NDVI值之迴歸式，作為本文下半部份討論都市綠地品質管制機制之基礎，下一節將進一步討論常態化差異植生指數應用於都市綠地品質管制之構想與作法。

## 五、常態化差異植生指數應用於都市綠地品質管制構想

以下提出本研究將常態化差異植生指數應用於都市綠地品質管制之構想，並以台北市為例，建議其相關法規未來可修正內容。

## (一) 管制構想

隨著國民所得提升，國人對於都市生活品質之要求越來越高，更顯都市綠地空間之重要性，其中綠地空間規劃設計與綠地品質管制將影響綠地功能之展現。目前國內綠地品質管制主要為都市計畫法、都市計畫定期通盤檢討實施辦法及直轄市之管制規則，管制方式仍以綠覆率為管制指標，其優點在於管制綠地面積數量，但無法監控綠地品質。因此，本研究提出以常態化差異植生指數作為綠地品質管制指標，該指標透過衛星影像進行公園綠地植物品質監測，擁有高度精確性、即時性與方便性，可精確的掌握各公園綠地植物生長狀況，以及地區環境綠資源空間分布與品質。

常態化差異植生指數應用於都市綠地品質管制之實施方式，可分別引用「總量管制」與「單元管制」觀念進行(參見表十)。目前「總量管制」的觀念被廣泛的應用於土地開發、環境品質管制、行政管理相關措施，所謂的總量管制是指在一定區域範圍內，為使受管制項目符合預期目標水準，對於該區域內管制對象進行總體數量限制措施。常態化差異植生指數應用於都市綠地品質管制方式，可運用總量管制觀念，擬定都市或縣市總量管制標準，其次依都市或縣市範圍內不同分區發展狀況，分別研擬不同標準之管制水準。此外，為確認每一公園綠地擁有一定的品質，可引用「單元管制」的觀念，限定每一公園綠地必須維持一定水準之指數值，用以規範公園綠地之綠資源品質。常態化差異植生指數可應用於綠地品質管制，若同時結合目前對公園綠地面積實施的「綠覆率」管制方式，不僅可掌握綠地的「數量」，更可掌握綠地的「品質」，達到質與量兼顧的雙重效益。

表十 綠地品質管制方式分析表

管制方式	公園綠地	市鎮計畫、鄉街計畫、特定區計畫	都市計畫區域計畫
單元管制			-
總量管制	-		

：適宜 - ：不適宜

依上述管制構想，未來公園綠地相關管制計畫與法規修正時可將此觀念引入進行規範，例如研擬區域計畫時可指定某一環境品質較佳的年份為基準年，依此年份之整體常態化差異植生指數之平均值為以後綠地品質總量管制標準，依此總量管制標準研擬區域內各縣市不同的綠地品質管制水準。各縣市政府依循區域計畫研擬下之管制水準，依縣市內各行政區發展之差異，擬定各區域之管制目標與標準，進一

步結合「綠覆率」的觀念規範各市鎮計畫、鄉街計畫或特定區計畫之綠地面積比例與綠資源品質水準。各市鎮研擬相關計畫時依循同樣的觀念管制綠地規劃與開發，可同時結合「單元綠地」品質管制與「綠覆率」的觀念，規範每一公園綠地之綠地配置比例與品質水準。

## (二) 台北市綠地品質管制規則修訂

目前台北市政府為保存與維護良好的都市生態環境，分別訂定台北市公園開發都市設計準則、臺北市山坡地開發建築都市設計準則、台北市山坡地建築開發都市計設規範等相關條文、臺北市山坡地開發建築要點等相關法規，並研訂綠色生態城市綱要計畫、親山親水計畫、地區環境改造等相關計畫，目的在於建構台北市良好的生活品質與生態環境，如前所述，這些法規與計畫中僅以綠覆率規範綠地建設數量，對於綠地品質則無法可管。因此，本研究初步檢討台北市現行與公園綠地直接相關的台北市公園開發都市設計準則、台北市山坡地建築開發都市計設規範相關條文(參見表十一)中，加入綠地品質管制觀念。並建議於台北市公園開發都市設計準則第十條中加入「公園綠地品質之常態化差異植生指數值(NDVI)應大於等於特定年所屬行政區之總平均值」，所謂特定年應由台北市政府考量歷年都市變化趨勢、保育觀念的興起年期或保育政策重大轉變時間點等，以世代平等的觀念，限定台北市未來的綠環境品質應與過去的某一特定年相同，這一特定年份之綠資源足以證明台北市屬於生態城市。另外於台北市山坡地建築開發都市計設規範第十三項第三點關於與鄰近基地緩衝綠帶設置規範中加入需維持「常態化差異植生指數值為開發前之百分之七十為原則」，以及第四點中規範綠覆率面積中喬木應栽種比率中，加入「常態化差異植生指數值應為開發前之百分之五十以上」之限定。

公園綠地品質對於台灣地區擁擠的都市環境而言相當重要，因此在都市計畫相關法規中規範每一計畫區應保有一定的面積的綠覆率，然而現有的規範方式精確性較低，且較無法真實的反應出公園綠地環境品質。本研究結果發現可應用常態化差異植生植物指數(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)作為都市綠地品質管制指標，另藉由本研究建立之迴歸式，僅需測量各土地使用類別面積分布狀況，可推估出常態化差異植生指數數值，作為綠地品質量度之基礎，並可運用實際衛星影像資料進行管制前後綠地品質檢討與驗證。除此之外，綠地品質管制的執行機制上，可結合區域性綠地品質總量管制與公園綠地單元管制的觀念加以管制，於實際操作層面上，以台北市為例，可配合現有「綠覆率」的綠地面積管制方式，於現行都市綠地相關法令中加入綠地品質管制限制，使現行法令的管制效力能同時兼顧「量」與「質」的管制。

表十一 台北市綠地品質管制相關法規修正條文內容

<p>臺北市 公園開 發都市 設計準 則</p>	<p>第十條</p>	<p>公園綠覆率應達百分之六十以上，其中喬木綠覆率應達百分之五十以上，喬木樹型應以開展型為主，草地綠覆率以達百分之二十以上為原則。但經本府指定為特殊主題性公園者，不在此限。</p> <p>喬木覆蓋面積數值依下表所列計算之：</p> <table border="1" data-bbox="411 486 1122 707"> <thead> <tr> <th>米高徑(cm)</th> <th>樹冠直徑(m)</th> <th>覆蓋計算(m<sup>2</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2-4</td> <td>1</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>5-7</td> <td>1.5</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>8-10</td> <td>1.5</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>大於10</td> <td>2</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table> <p>公園綠地品質之常態化差異植生指數值(NDVI)應大於等於特定年所屬行政區之總平均值。</p> <table border="1" data-bbox="415 815 1122 1128"> <thead> <tr> <th>區 別</th> <th>NDVI值</th> <th>區 別</th> <th>NDVI值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>松山區</td> <td></td> <td>文山區</td> <td></td> </tr> <tr> <td>大安區</td> <td></td> <td>南港區</td> <td></td> </tr> <tr> <td>中正區</td> <td></td> <td>內湖區</td> <td></td> </tr> <tr> <td>萬華區</td> <td></td> <td>士林區</td> <td></td> </tr> <tr> <td>大同區</td> <td></td> <td>北投區</td> <td></td> </tr> <tr> <td>中山區</td> <td></td> <td>信義區</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	米高徑(cm)	樹冠直徑(m)	覆蓋計算(m <sup>2</sup> )	2-4	1	5	5-7	1.5	10	8-10	1.5	15	大於10	2	20	區 別	NDVI值	區 別	NDVI值	松山區		文山區		大安區		南港區		中正區		內湖區		萬華區		士林區		大同區		北投區		中山區		信義區	
米高徑(cm)	樹冠直徑(m)	覆蓋計算(m <sup>2</sup> )																																											
2-4	1	5																																											
5-7	1.5	10																																											
8-10	1.5	15																																											
大於10	2	20																																											
區 別	NDVI值	區 別	NDVI值																																										
松山區		文山區																																											
大安區		南港區																																											
中正區		內湖區																																											
萬華區		士林區																																											
大同區		北投區																																											
中山區		信義區																																											
<p>臺北市 山坡地 建築開 發都市 設計規 範</p>	<p>十三</p>	<p>基地綠化計畫，應依下列規定：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 基地綠化計畫應依緩衝綠帶、護坡功能性植栽、景觀植栽及人工地盤綠化等特性，分別設計，並應回植原基地植物二分之一之樹種，及配合基地周圍既有綠覆林相整體設計配置。</li> <li>2. 基地綠化計畫應就現有植栽調查，並以圖面標示其分佈位置。其基地內樹高十公尺以上或米高徑大於二十公分之單株喬木，或植物群聚面積達三百平方公尺且具良好林相之喬木樹林或特殊稀有灌叢、地被，以原地保存為原則。但確有移植之需要者，得提出基地內移植復育計畫。</li> <li>3. 基地與毗鄰基地境界線留設之緩衝綠帶，其綠覆率應達百分之八十，且該部份喬木綠覆率以百分之七十為原則，常態化差異植生指數值為開發前之百分之七十為原則。</li> <li>4. 基地地表不得裸露，且基地綠覆面積內應栽植之喬木比率，須占總綠覆面積百分之五十以上，常態化差異植生指數值應為開發前之百分之五十以上。山坡地戶外停車場應順應地形、地貌分層設置，停車場週透應設置寬度一公尺以上之植栽綠帶。停車場區內以喬木配合灌木及地被植物綠化為原則。</li> </ol>																																											

## 六、結論與建議

常態化差異值指數應用於實質都市綠地品質管制之推動上，建議初期應建立更精細的迴歸預測模式，並進行多次現地驗證，以建立該指數與迴歸預測式之可信度；其次應建構操作方法與手冊，提供公、私部門作為相關開發計畫審核與遵循依據；並於都市計畫法、都市計畫定期通盤檢討辦法及相關法規中融入以指標管制綠地品質之觀念，建立其法定地位與管制依據。

本研究屬於先驅性研究，在研究進行過程中發現研究的方法與過程仍有改進空間，以下就本研究進行過程中所遭遇的問題與困難，提出說明與檢討，以為後續研究之參考與依循。

1. 資料年期與工具：為詳細辨識地面資料，必須同時整合衛星影像、航照、地面調查等不同空間尺度之觀察資料，交互驗證後，方能準確的辨識出土地使用類別。然而台灣現階段尚未全面性、大比例的建置航空相片資料，或者因軍事考量而無法取得所需航空像片圖，增加研究上之困難度。本研究以解析度較低的像片基本圖為土地使用分類辨識的輔助資料，在地物辨識上仍有困難。建議未來將研究年份與現階段時間點相配合，另結合衛星影像、航空相片圖、地面觀察等資料，將有助於都市綠地中小面積土地使用別之辨識。
2. 分類與數化：本研究首先將中正紀念堂之土地使用五種類別，所得迴歸式之解釋力為44.5%，在迴歸解釋力不佳情形下，土地使用類別重新分為十種類型，所得迴歸式之解釋力提升為54.4%，且各變數之相關性與理論上相符。因此，未來進行更深入、詳細研究時，都市綠地中土地使用分類應更為仔細與精確，以提升迴歸式之解釋力與預測能力。此一問題未來可以嘗試透過 Neural Network、GA或加上邏輯推論來改善，提高識別分類之精確度。
3. 像素(pixel)相關性：SPOT衛星影像取像過程中乃是拍攝成像後，經校正與處理後成為12.5m × 12.5m解析度之網格影像，並非逐一掃描或拍攝每一像素(pixel)，以致於每一像素之光譜值將受鄰近區域影響，所以由影像轉換之NDVI值同樣會受鄰近區域之地貌所影響，因此未來進行更深入的複迴歸分析時，應將鄰近區域之地貌或NDVI值一併列入考量。

未來將常態化差異植生指數應用於綠環境品質管制上，可區分為觀念提倡與推廣、實際操作方法研擬與建構、計畫與法規內容修正等三階段進行。本研究僅在於觀念與初步指數值估算方式的提出，後續將進入觀念的提倡與推廣，以及實際操作方法與法規修正方向的討論，待此觀念與指數計算方式普遍被接受後，再推動相關



法令與計畫之修正。

## 參考文獻

- 吳振發、鄧東波、林裕彬，(2000)，台北市行政區生活素質比較之研究，《第三屆造園景觀與環境規劃設計成果研究會論文集》，台中市。
- 林裕彬、鄧東波、吳振發，(2001)，利用衛星影像探討都市綠地空間之碎形現象，《社區規劃與環境改造研討會論文集》，台北市。
- 聶嘉慧、李培芬、丁宗蘇、張琪如，(1999)，台灣繁殖鳥類之種豐富度分佈型態，《中華民國野鳥學會第二屆鳥類研討會》。
- Chung, Y.L. (1998), "Using remote sensing information in distribution of Betel Nut in Neipu Hsian Pingtung count", The second surveying and mapping of cross-strait and the seventeenth surveying science and application symposium, pp962-972.
- Cihlar, J., Ly, H., and Xiao, Q. (1996), "Land cover classification with AVHR multichannel composites in northern environments", Remote sensing of environment, 58(1): 36-51.
- Csiszar, I. and Kerényi, J. (1995), "The effect of the vegetation index on the daily variation of the active surface temperature", Advance Space Research 16(10): 177-180.
- Gilbert, M.A., Soledad, G. and Joaquin, M. (1996), "Analyses of spectral-biophysical relationships for a corn canopy", Remote Sensing of Environment, 55(1): 11-20.
- Gupta R. K., Vijayan, D., Prasad, T. S., and Tirumaladevi, N. C. (2000), "Role of bandwidth in computation of NDVI from Landsat TM and NOAA AVHRR bands", Advance Space Research, 26(7): 1141-1144.
- Higuchi A, Kondoh, A., and Kishi, S. (2000), "Relationship among the surface albedo, spectral reflectance of canopy, and evaporative fraction at grassland and paddy field", Advance Space Research, 26(7): 1043-1046.
- Kerényi J. and Putsay, M. (2000), "Investigation of land surface temperature algorithms using NOAA AVHRR images", Advance Space Research, 26(7): 1077-1080.
- Lo, C. P. and Faber, B. J. (1997), "Integration of Landsat Thematic Mapper and census data for quality of life assessment", Remote Sensing of Environment, 62(2): 143-157.
- Namani, R. and Running, S. (1997), "Land cover characterization using multitemporal red,

- near-IR, and thermal-IR data from NOAA/AVHRR", *Ecological Application*, 7(1): 79-90.
- Njoroge, J.B., Nakamura, A., and Morimoto, Y. (1999), "Thermal based functional evaluation of urban vegetation", *Journal of Environment Science*, 22(2): 252-256.
- Rundquist, C. (2002), "The influence of canopy green vegetation fraction on spectral measurements over native tallgrass prairie", *Remote Sensing of Environment*, 81(1): 129-135.
- Schott, J. R. and Volchok, W. J. (1985), "Thematic mapper thermal infrared calibration", *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 60(10): 1225-1232.
- Senay G. B. and Elliott, R. L. (2000), "Combining AVHRR-NDVI and landscape data to describe temporal and spatial dynamics of vegetation", *Forest Ecology and Management*, 128(1-2): 83-91.
- Smith, R. C. G., Adams, J., Stephens, D. J. and Hick, P. T. (1995), "Forecasting wheat yield in a Mediterranean-type environment from the NOAA satellite", *Australian Journal of Agricultural Research*, 46(1): 113-125.
- Stow, D., A. Hope, Boynton, W., Phinn, S., Walker, D., and Auerbach, N., (1998), "Satellite-derived vegetation index and cover type maps for estimate carbon dioxide flux for arctic tundra regions", *Geomorphology*, 21(3-4): 313-327.
- Veroustraete, Patyn, F.J., and Myneni R.B. (1996), "Estimating net ecosystem exchange of carbon using the normalize difference vegetation index and an ecosystem model", *Remote Sensing of Environment*, 58(1): 115-130.
- Wylie B. K., Meyer, D. J., Tieszen, L. L., and Mannel, S. (2002), "Satellite mapping of surface biophysical parameters at the biome scale over the North American grasslands a case study", *Remote sensing of environment*, 79(2): 266-278.