

私立東海大學
景觀學系碩士班

碩士論文

Thesis for the Degree of Master
Department of Landscape Architecture
Tunghai University

指導教授：王小璘 博士

Advisor：Prof. Hsiao-Lin Wang Ph.D.

利用遙測技術於都市綠地之研究-以台中市為例
A Study on the Remote Sensing Technology for Urban Green
Land – A Case Study in Taichung City

研究生：林雅君

Graduate Student：Ya-Chun Lin

中華民國九十七年六月

June, 2008

利用遙測技術於都市綠地之研究-以台中市為例

指導教授：王小璘

研 究 生：林雅君

【中文摘要】

都市綠地對於環境、生態及人類生、心理皆有許多效益，但近年來，都市急速發展造成綠地與生物棲地縮減，環境議題，如：全球暖化、氣候異常等現象，也不斷浮現。因此，國際間紛紛提倡簽署「氣候變化綱要公約」、「京都議定書」以及相關綠化政策的推動，期以降低人類環境對自然生態的破壞。過去都市綠化側重於都市規劃的公園綠地之中，但綠地規劃量的不足，仍無法有效提昇都市整體之綠覆率，因此，都市規劃時應善用不同的開放空間予以綠化。

本研究欲瞭解台中市綠地資源之資訊，故嘗試以衛星遙感探測技術之商用軟體 ERDAS IMAGINE 8.7 進行台中市 SPOT-5 之遙測影像分類，並結合地理資訊系統進行編修與分析，探討都市綠化之情形，其目的在於，利用遙測資訊結合地理資訊系統，獲取台中市綠地之資訊，並探討現況都市綠化之情形及現有公園綠地是否符合法定之計畫量，提出都市潛在綠化之空間，以提供作為綠化決策時之參考。結果顯示：1. 遙測衛星資料，可實際瞭解都市植生分布情況。2. 台中市綠覆地分布不均，且多數公園綠地綠覆率未達法定之標準。3. 台中市都市公園綠地未達法定之規劃量。4. 公園綠地定額與實際數值仍有差距。5. 透過法規增加開放空間的綠化規範，亦能提升整體都市之綠化面積。

【關鍵字】 景觀生態、都市綠地、綠覆率、遙感探測、地理資訊系統

A Study on the Remote Sensing Technology for Urban Green Land— A Case Study in Taichung City

Supervisor: Hsiao-Lin Wang

Graduate: Ya-Chun Lin

【Abstract】

Urban green land has positive effects on the environment, ecology, and physiology and psychology of people. However, in the recent years, the rapid urban development has reduced green land and ecological habitats, and environmental issues, such as global warming and abnormal weathers, have emerged. Therefore, many nations have signed the United Nations Framework Convention on Climate Change, Tokyo Protocol, and other green policies, in order to reduce the damage on the natural ecology by mankind. In the past, the urban greening focuses on the park green land in the urban planning, yet insufficient amount of green land is unable to increase the overall green coverage of the cities. Therefore, greening should be implemented on different open spaces in urban planning.

This study aimed to investigate the green resources of Taichung City, such as park green land, farmland, and forests. It used ERDAS IMAGINE 8.7 of remote sensing technology to conduct remote sensing and image classification on SPOT-5 of Taichung City, and utilized Geographic Information Systems (GIS) for editing and analysis, in order to discuss the status of urban greening. Its objectives are to use remote sensing technology with GIS to obtain greening information of Taichung City, discuss the urban greening of Taichung City and whether its park green land meets the proposed area required by law, and proposes suggestions on potential greening spaces for references to decision-making on urban greening. The results showed that: 1) using remote sensing data could find out about the urban vegetation distribution; 2) Taichung City has uneven distribution of green coverage, and the green coverage of parks does not meet the legal standard; 3) the area of green land in parks does not meet the proposed area required by law; 4) the green land quota of parks (park green land per capita) is not equivalent to the actual amount; 5) increasing the greening of open spaces through legislation could enhance the urban greening area.

【Keyword】 Landscape Ecology, Urban Green Land, Percentage of Greenery Coverage, Remote Sensing, Geographic Information Systems

謝 誌

首先由衷的感謝指導老師王小璘教授悉心指導，帶我順利完成論文，因為有您時時督促、嚴謹的要求，讓我在邏輯思考、論文撰寫及求學態度皆得到很大的進步，豐富了己身的專業能力；老師對於學生的愛護不僅僅是課業方面，於生活上亦是給予鼓勵，同時提供良好的學習環境，在此謹於卷首表達深摯謝意。

感謝系所老師與助教在求學過程中，給予指導與協助，讓我在懵懂中成長，同時感謝口試委員們百忙之中，仍細心批閱論文，提供寶貴的意見，讓我的得以發現問題並釐清方向，使學生受益良多，在此深致謝意。

感謝諸多學長姐、學弟妹以及摯友們，在求學過程中給予支持與鼓勵，特別是一同努力的同學們，這段時間相互勉勵與打氣，至今，大家都帶著豐碩的果實，邁向另一個階段。研究生涯的點點滴滴，也都將成為我最美好的回憶。特別感謝逢甲大學都市計畫與空間資訊學系賴助教在遙測與地理資訊系統方面的指導，使我論文得以順利進行。

最後，感謝父母親二十多年來的養育與栽培，以及生活上的支持，讓我無憂無慮地完成學業生涯，感謝我最親愛的家人們，隨時隨地給予我支持與鼓勵，讓我能夠在你們的呵護下成人長大。

～謹以此論文給關心我的每一個人

謹誌

June, 2008

目錄

中文摘要	I
Abstract	II
謝誌	III
目錄	IV
圖目錄	V
表目錄	VII
附錄	IX
第一章 緒論	
第一節 研究動機與目的	1
第二節 研究內容與流程	3
第二章 相關理論與文獻回顧	
第一節 景觀生態學	5
第二節 都市生態學理論	8
第三節 生態城市相關理論	11
第四節 都市森林理論	14
第五節 綠化相關理論	17
第六節 綠化相關實測方法	32
第七節 綠化相關法規	37
第三章 研究方法	
第一節 實證基地選取	39
第二節 研究架構	39
第三節 名詞釋義	40
第四節 研究方法	40
第五節 研究限制	46
第四章 實證研究	
第一節 研究地區概況	47
第二節 影像分類結果	48
第三節 台中市各行政區綠化概況分析	49
第四節 台中市潛在綠化空間	73
第五節 綜合討論	77
第五章 結論與建議	
第一節 結論	80
第二節 建議	81
引用文獻	83

圖目錄

圖 1-2-1 研究流程圖	4
圖 2-1-1 踏腳石系統示意圖	7
圖 2-2-1 開放的都市生態系統	8
圖 2-2-2 都市生態保全與實質建設間之互動關係圖	9
圖 2-5-1 都市綠化之效益	30
圖 2-6-1 遙感探測應用流程	32
圖 2-6-2 植生的反射曲線	34
圖 2-6-3 大都會區常見的地物反射曲線	34
圖 3-1-1 台中市區位圖	39
圖 3-2-1 研究架構圖	39
圖 3-4-1 影像分類流程圖	43
圖 4-1-1 台中市行政分區圖	47
圖 4-3-1 台中市各行政區綠覆率(升冪排序)分析圖(1)	50
圖 4-3-2 台中市各行政區綠覆率(升冪排序)分析圖(2)	50
圖 4-3-3 植生分布圖與都市計畫圖套疊圖	51
圖 4-3-4 台中市各土地使用綠覆率分析圖	53
圖 4-3-5 中區綠覆率分布圖	53
圖 4-3-6 中區植生分布與衛星影像套疊	53
圖 4-3-7 台中市中區土地使用綠覆率分析圖	54
圖 4-3-8 東區綠覆率分布圖	55
圖 4-3-9 東區植生分布與衛星影像套疊	55
圖 4-3-10 中市東區土地使用綠覆率分析圖	56
圖 4-3-11 西區綠覆率分布圖	56
圖 4-3-12 西區植生分布與衛星影像套疊	56
圖 4-3-13 台中市西區土地使用綠覆率分析圖	57
圖 4-3-14 南區綠覆率分布圖	58
圖 4-3-15 南區植生分布與衛星影像套疊	58
圖 4-3-16 台中市南區土地使用綠覆率分析圖	59
圖 4-3-17 北區綠覆率分布圖	59
圖 4-3-18 北區植生分布與衛星影像套疊圖	59
圖 4-3-19 台中市北區土地使用綠覆率分析圖	60
圖 4-3-20 西屯區綠覆率分布圖	61
圖 4-3-21 西屯區植生分布與衛星影像套疊圖	61
圖 4-3-22 台中市西屯區土地使用綠覆率分析圖	62
圖 4-3-23 南屯區綠覆率分布圖	63
圖 4-3-24 南屯區植生分布與衛星影像套疊圖	63

圖 4-3-25 台中市南屯區土地使用綠覆率分析圖·····	64
圖 4-3-26 北屯區綠覆率分布圖·····	65
圖 4-3-27 北屯區植生分布與衛星影像套疊圖·····	65
圖 4-3-28 台中市北屯區土地使用綠覆率分析圖·····	66
圖 4-3-29 台中市各行政區公園綠地率(升冪排序)分析圖(1) ·····	68
圖 4-3-30 台中市各行政區公園綠地率(升冪排序)分析圖(2) ·····	68
圖 4-3-31 台中市各區公園綠地率(升冪排序)與綠覆率分析圖·····	68
圖 4-3-32 中區公園綠地分布圖·····	69
圖 4-3-33 中區公園綠地與衛星影像套疊·····	69
圖 4-3-34 東區公園綠地分布圖·····	69
圖 4-3-35 東區公園綠地與衛星影像套疊·····	69
圖 4-3-36 西區公園綠地分布圖·····	69
圖 4-3-37 西區公園綠地與衛星影像套疊·····	69
圖 4-3-38 南區公園綠地分布圖·····	69
圖 4-3-39 南區公園綠地與衛星影像套疊·····	69
圖 4-3-40 北區公園綠地分布圖·····	70
圖 4-3-41 北區公園綠地與衛星影像套疊·····	70
圖 4-3-42 西屯區公園綠地分布圖·····	70
圖 4-3-43 西屯區公園綠地與衛星影像套疊·····	70
圖 4-3-44 南屯區公園綠地分布圖·····	70
圖 4-3-45 南屯區公園綠地與衛星影像套疊·····	70
圖 4-3-46 北屯區公園綠地分布圖·····	70
圖 4-3-47 北屯區公園綠地與衛星影像套疊·····	70
圖 4-3-48 台中市各行政區每人享有公園綠地百分比圖·····	71
圖 4-3-49 台中市各行政區每人享有公園綠地(升冪排序)分析圖(1) ·····	72
圖 4-3-50 台中市各行政區每人享有公園綠地(升冪排序)分析圖(2) ·····	72
圖 4-3-51 台中市各區每人享有公園綠地(升冪排序)與人口密度分析圖·····	72
圖 4-5-1 台中市各區綠覆率(升冪排序)、公園綠地率與人口密度分析圖 ·····	77

表目錄

表 2-1-1 綠色生態的島嶼理論	6
表 2-3-1 生態城市定義表	12
表 2-4-1 森林最小面積的定義	14
表 2-4-2 都市森林之定義	15
表 2-5-1 公園綠地之定義彙整表	18
表 2-5-2 綠建築指標系統	19
表 2-5-3 公園必要量標準系數表	21
表 2-5-4 公園之數量及面積需求表	21
表 2-5-5 美、英、日、德等國對公園綠地必要量之標準表	22
表 2-5-6 每人享有公園綠地面積表	23
表 2-5-7 公園綠地的綠覆率參考標準	24
表 2-5-8 綠覆面積下列各種植物的比率參考標準	24
表 2-5-9 都市綠化量評估指標之量化方法表	25
表 2-5-10 不同年齡層之美國人所需種植用來吸收其每年所生產的 2.3 噸二氧化碳的樹木數量	26
表 2-5-11 不同年齡層之日本人所需種植用來吸收其每年所生產的 0.9 噸二氧化碳的樹木數量	26
表 2-5-12 綠地需要量之參考表	27
表 2-5-13 都市綠化之功能與效益表	28
表 3-4-1 SPOT XS 衛星原始影像的光譜波段區間	41
表 3-4-2 SPOT 系列衛星資料空間解析度與感測器光譜模式	41
表 3-4-3 本研究使用圖資表	42
表 3-4-4 誤差矩陣表	44
表 4-1-1 台中市各行政區面積與人口數	47
表 4-2-1 分類成果誤差矩陣表	48
表 4-2-2 使用者與生產者精度評估	48
表 4-3-1 各行政區綠覆面積與綠覆率統計表	49
表 4-3-2 台中市各土地使用綠覆率分析表	52
表 4-3-3 台中市中區土地使用綠覆率分析表	54
表 4-3-4 台中市東區土地使用綠覆率分析表	55
表 4-3-5 台中市西區土地使用綠覆率分析表	57
表 4-3-6 台中市南區土地使用綠覆率分析表	58
表 4-3-7 台中市北區土地使用綠覆率分析表	60
表 4-3-8 台中市西屯區土地使用綠覆率分析表	61
表 4-3-9 台中市南屯區土地使用綠覆率分析表	63
表 4-3-10 台中市北屯區土地使用綠覆率分析表	65

表 4-3-11 台中市公園綠地面積分析表·····	67
表 4-4-1 台北市、台中市、高雄市相關綠化規範比較表 ·····	74
表 4-4-2 台中市相關綠化規範分析表 ·····	76
表 4-5-1 90~96 年累積公園綠地開闢面積及每人享有公園綠地面積統計表 ···	78
表 4-5-2 都市計畫未開闢之公園綠地面積 ·····	78
表 4-5-3 潛在綠化空間效益換算表 ·····	79

附錄

附錄一 遙測衛星影像特性之比較·····	90
附錄二 國內外綠化相關法規彙整·····	91
附錄三 台中市 2008 年 1 月 5 號 SPOT-5 融合影像圖·····	98
附錄四 台中市建物分布圖·····	99
附錄五 台中市道路圖 ·····	100
附錄六 台中市遙測影像分類後植生分布圖 ·····	101
附錄七 台中公園綠地分布圖 ·····	104
附錄八 台中都市計畫圖 ·····	105

第一章 緒論

第一節 研究動機與目的

一、研究動機

(一)都市快速的發展，造成綠地面積的減縮

都市內的植生對於都市環境、生態及人類生、心理皆有許多效益，但都市急速發展，建築和人工地盤不斷增加，造成都市向外擴張、蔓延，侵略都市外圍的自然植生覆蓋，而都市內部殘餘的自然植生、人工植生因都市發展的需要與其他因素無法保存，都市內的植生覆蓋越來越少，連帶具有的效益減弱與消失，造成都市綠地空間與綠覆面積縮減，形成所謂的「水泥森林」；而道路的擴充更造成都市土地的破碎化，使原本有限的動植物棲地面積更為縮小，棲地之間的距離拉大，導致棲地形同孤島，棲地品質惡化(王小璘，2006)。

(二)全球暖化的危機

近年來，由於建築敷地無限擴張，都市綠地與生態棲地遭受破壞，環境議題持續發燒，如：全球暖化、酸雨、臭氧破壞、氣候異常等現象，已嚴重威脅人類生活環境。英國《自然》雜誌指出，近40年來，全球暖化使生態系統和自然環境發生改變，如：作物花期提前，候鳥提前來到澳大利亞，南極洲周圍磷蝦群和企鵝群減少，北極熊數量減少，巴塔哥尼亞冰原融化和西伯利亞松樹生長加速等。此外，報告並指出全球暖化主要是由人類大量排放二氧化碳等溫室氣體導致，自1970年以來，全球地表平均氣溫升高約 $0.5^{\circ}\text{C} \sim 0.6^{\circ}\text{C}$ ，對於氣候變化較敏感生態系統和自然環境有廣泛影響(註¹)。美國前副總統艾爾高爾(Al Gore)在「不願面對的真相」的紀錄片中則表示：「全球暖化造成的氣候危機需要我們採取大膽、快速及適當的行動」，並提出因應全球暖化的10件事(註²)，以減緩全球暖化之危機，其中除了包含：節約能源的使用、回收再利用…等項目，更包含了種植樹木，因為一棵樹的終生可以吸收一噸的二氧化碳，對於減少二氧化碳具有相當的成效。

(三)國際間各國綠地政策的推動，台灣應如何跟進？

因應相繼而來的環境議題，國際間紛紛提倡簽署「氣候變化綱要公約」、「京都議定書」以及相關綠化政策的推動；台灣雖因國際地位特殊，無法簽署聯合國氣候變化綱要公約與京都議定書，但於2006年9月制定「溫室氣體減量法(草案)」

註¹：經濟部產業溫室氣體減量資訊網 <http://proj.moeaidb.gov.tw/tigo/page4-1.asp>

註²：艾爾高爾(Al Gore)提出10件減緩全球暖化必須要做的事：(1)Change a light (2)Drive less (3)Recycle more (4)Check your tires(5) Use less hot water (6) Avoid products with a lot of packaging (7) Adjust your thermostat (8) Plant a tree (9) Turn off electronic devices(10)Spread the word! Encourage your friends to see An Inconvenient Truth(資料來源：總統府電子報，不願面對的真相英文官方網站)

期以善盡與國際共同保護地球環境的責任(註³)。各國綠地政策的推動，在歐洲屋頂綠化立法政策已促成上百萬平方米的屋頂綠化；奧地利的 Lin 市規定凡是因為開發而喪失的綠地，要以同等面積的屋頂花園彌補；德國 Stuttgart 市補助民眾 50% 建造空中花園的費用；亞洲各國如：東京，凡是面積超過 1,000 m² 的建築物屋頂，都必需挪出至少 20% 的面積進行綠化，政府也會以減稅方式鼓勵民眾或企業創造空中花園；中國大陸則已訂定「屋頂花園綠化規範」規定屋頂綠化基本要求、類型、種植設計與植物選擇和屋頂綠化技術；台灣在 1977 年台北市推動綠化屋頂和陽台的工作，由市府輔導市民利用自己有限空間從事綠化屋頂陽台，進而達到綠化都市之目的(王小璘，2006)，並於 1999 年推動綠建築標章後，推動綠建築九大指標系統評估，再再顯現各國對綠化政策之重視。而目前「輔導市民設置屋頂花園結構安全審核原則」已在 2002 年 6 月廢止。

(四)都市綠化量不足，應如何加強？

以都會區綠化而言，日本建設省在 1977 年所訂的「綠地主要計畫制定要項」中，計畫要以市街區面積之 30% 以上作為都市綠化的標準，我國「都市計畫法」第 45 條規定，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，其占用土地總面積不得少於全部計畫面積 10%，但各縣市統計要覽中，台北市(7.24%)、台中市(7.61%)、高雄市(7.0%)公園綠地規劃量皆不足，且至 2007 年止，台北市(5.11 m²/人)、台中市(4.79 m²/人)、高雄市(2006 年 4.47 m²/人)每人享有公園綠地不及 6 m²/人，相較於其他國家，我國都會地區綠地明顯不足。因此，都市應善用不同的開放空間予以綠化，不能僅只依賴公園綠地的綠化。

(五)如何透過都市綠化，有效減緩都市環境負荷？

研究指出，屋頂、壁面等進行植栽多層次的立體綠化，可增加都市綠覆率，提昇都市的生態系，緩和夏季都市地區之耗能及高溫現象與都市熱島效應之作用，並提升都市的自然性與保水性，減緩都市的雨水逕流，創造野鳥和昆蟲多樣化的生物棲地，作為遷移、築巢、覓食、休憩的生態跳島；屋頂綠化有助於減少屋頂表面所吸收之長幅射熱，降低屋頂溫度，進而減緩都市熱島效應(王小璘、許瑞銘，2005)；都市活動所帶來的熱量使氣溫增高惡化，僅靠簡單的綠化並不能有效的改善，應以立體化或全面性的方式來進行綠化，以減低環境的熱負荷狀況(李洋毅，2006)。廣增都市綠地、增加生物棲息之都會綠帶、綠廊，將是維護都市生態之最有效方法與策略(歐陽嶠暉，2001)；台灣的都會區內若能增加 10% 的綠地面積可降低溫度 0.13~0.28℃(林憲德等，1999)，因此如何增加都市綠量，減緩都市環境負荷，是都市規劃者應當重視的課題之一。

註³：環境資訊中心 <http://e-info.org.tw/node/14479>

二、研究目的

增加都市綠化量是維護都市生態最有效的方法，過去都市綠化側重於公園綠地之中，但綠地規劃量的不足，仍無法有效提昇都市整體之綠覆率，因此，私人庭院、街道等開放空間綠化更顯為重要。傳統上綠地資訊的取得，多以特定規劃區之小尺度為單元，運用人工實地調查以瞭解綠地現況，近年來，隨著空間資訊的進步，遙感探測與地理資訊系統已普遍應用於大面積的綠地調查和後續管理，可解決過去進行綠地調查與分析上的缺失與困難，且衛星遙感探測技術具有全面性、即時性及低成本之優點，再加上植生對於衛星遙測技術中近紅外光波段之反射強烈之特性，較航空照片更適合綠地資源調查之分析與應用。本研究欲瞭解綠地之資訊，故嘗試以生態城市理念、景觀生態學和都市林為理論，利用衛星遙感探測技術進行遙測影像分類，並結合地理資訊系統進行編修與分析，探討現況都市綠化之情形，其目的如下：

- (一)利用遙測資訊結合地理資訊系統，獲取綠地之資訊。
- (二)探討現況都市綠化之情形及現有公園綠地是否符合法定之計畫量。
- (三)提出都市潛在綠化之空間。
- (四)提供作為綠化決策時之參考。

第二節 研究內容與流程

一、研究內容

本研究針對研究目的進行相關文獻收集，透過文獻了解目前都市綠化現況、綠化效益、相關實測方法等，據此訂定研究架構，擬定研究方法；經由實證研究後，獲得研究結果，並依此結果進行分析與討論，提出結論與建議及後續研究方向。本研究內容主要分為五個部分，依序概述如下：

(一)緒論

說明本研究之研究動機、目的與確定主要議題。

(二)相關理論與文獻回顧

本研究將回顧景觀生態學、都市生態學、生態都市、綠化相關理論、綠化相關實測方法(遙感探測、地理資訊系統)及相關法規，作為本研究之理論基礎。

(三)研究方法

提出研究架構的概念與操作方法等，作為後續實證研究之基礎。

(四)實證研究

研究結果圖資展示及綜合分析說明與討論。

(五)結論與建議

主要內容包括研究結果重點摘要與研究結論，並依據研究結果提出建議，以及後續可供學者研究之方向。

二、研究流程

本研究分為五個階段，包含緒論、相關理論與文獻回顧、研究方法、實證研究及結論與建議，研究流程如下(圖 1-2-1)所示。

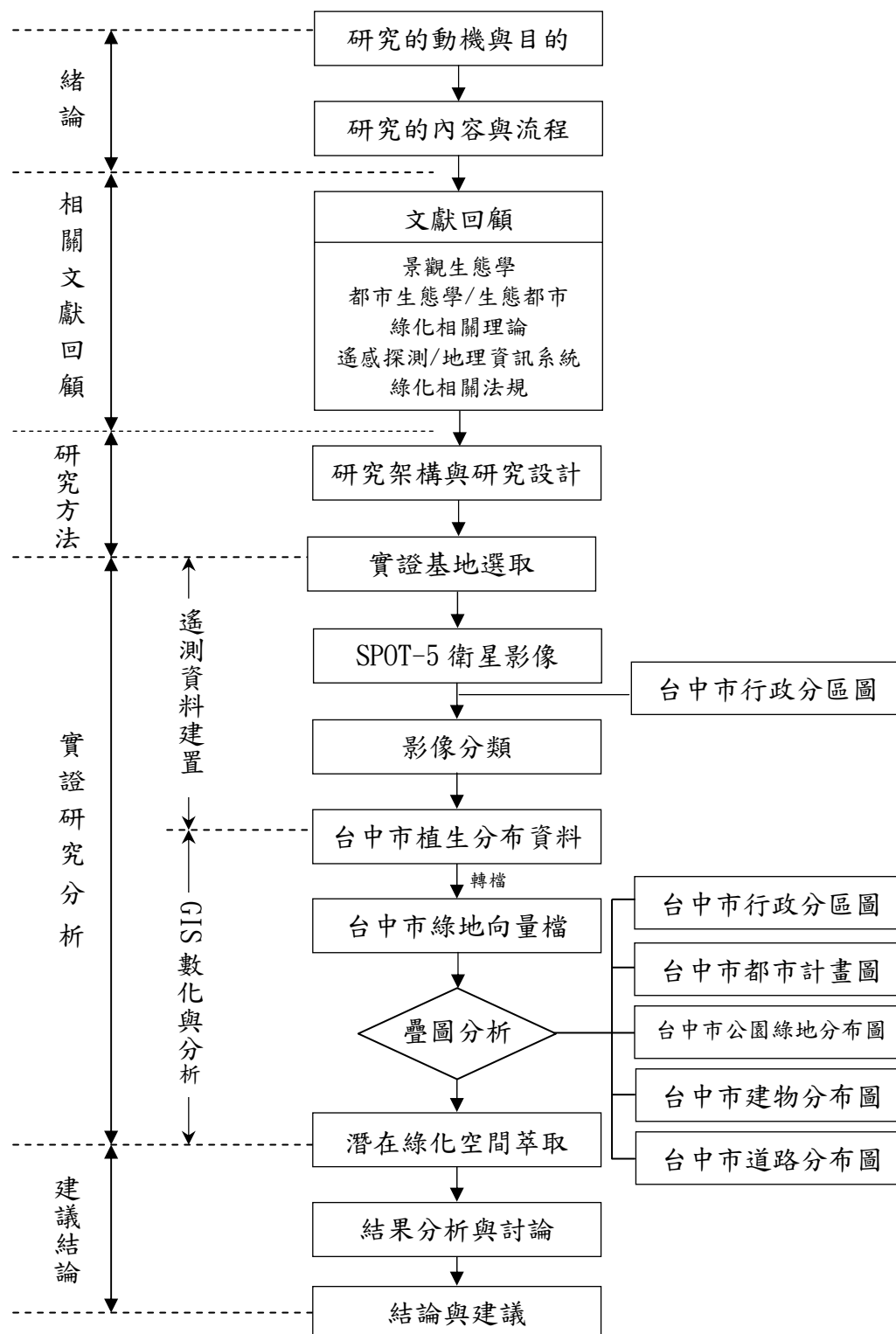


圖 1-2-1 研究流程圖

第二章 相關理論與文獻回顧

第一節 景觀生態學

一、景觀生態學發展與原理

景觀生態學 (landscape ecology) 一詞，主要從傳統歐洲的地理學、植物學以及航空攝影技術衍生而來，最早由德國地理學家 Carl Troll 於 1939 年所提出，是一門綜合各學科理論及應用方法的新興科學(林信輝、張俊彥，2005)，發展至今，範圍已擴大遍及許多相關領域，包括地理學、生態學、生物學、森林學、都市計劃領域等，隨著科技進步研究方法也有很大的改變，衍生出各種模型之應用、預測及 3S 技術應用等。

構成景觀的三元素包括嵌塊體(patch)、廊道(corridor)及基質(matrix)，以景觀生態學之觀點，任何景觀皆可視為這三種景觀元素所構成之土地嵌合體(land mosaic)。景觀生態學研究之內容即為探討景觀元素中之結構、功能與變遷。「景觀結構」(landscape structure)係指景觀元素之空間排列情況，不同生態系統或要素間的關係，「功能」指在景觀結構中的動物、植物、水、風力及其他物質之能量流動，「變化」係指生態嵌合體結構與功能隨時間的變化(林信輝、張俊彥，2005)。

二、景觀空間結構要素

從都市環境到自然環境中，空間的主要架構是由嵌塊體、廊道、基質所構成的，這三種空間單元組成了景觀空間結構，並影響其中各種自然的流動過程、動植物的遷徙與運動、人類的土地利用模式與功能等(肖篤寧，1993)。

(一)嵌塊體

依照Forman & Godron(1986)嵌塊體乃指「外觀上與周圍環境不同的非線性地表區域」，具有一定內部同質性之空間單元，例如：農田、村落、湖泊等(林信輝、張俊彥，2005)，是景觀空間比例尺上所能見到的最小均質單元(肖篤寧，1993)。而嵌塊體的大小、形狀、類型、異質性及其邊界特徵的形成大多與干擾有關。景觀組成單元由干擾嵌塊體、殘存嵌塊體、環境資源嵌塊體、引進嵌塊體、再生嵌塊體等。以都市而言，都市棲地大部分為都市計畫分區劃設，大部分為引進嵌塊體，而亦同時存在著少部分殘存及環境資源嵌塊體(王小璘、曾詠宜，2000)。

大型嵌塊體比小型嵌塊體內有更多的物種，能夠提供異質種群的存活率，更有多樣性。而小型嵌塊體不利於嵌塊體內部物種的生存和物種多樣性的保護，但小型嵌塊體佔地小，可分佈在人為景觀中，提供高景觀多樣性，發揮臨時棲息地的作用，所以小型嵌塊體可為景觀帶來大嵌塊體所不具備的優點，做為大嵌塊體的補充，最優景觀是由幾個大型自然植被嵌塊體組成，並與眾多分散在基質中的小嵌塊體相連，形成一個有機的景觀整體。嵌塊體數目愈多，景觀和物種的多樣性就愈高；嵌塊體數目少，就意味著物種生境的減少，物種滅絕的危險性增大，一般至少需要4-5個大型嵌塊體，對維持景觀結構及嵌塊體內物種的長期生存比

較適合(王軍等, 1999)。

島嶼生態空間異質效應, 則為嵌塊體結構概念的理論基礎, 在景觀三大結構單元中, 嵌塊體便是一種異質島嶼。Dramstad *et al.* (1996) 在研究景觀生態原則時, 亦將嵌塊體視為島嶼空間, 並以島嶼生態學理論應用於嵌塊體的研究之中。影響島嶼生物相的原因(林憲德, 1999), 如下表所示(表 2-1-1)：

表 2-1-1 綠色生態的島嶼理論

影響要因	內容	較好	較差
面積效應 (area effect)	由於綠地面積越大, 越可維持健全的動、植物群落, 而對生態較有助益。		
邊緣效果 (edge effect)	綠地外緣界線越長越容易受外來衝擊, 因此相同面積的綠地, 圓形優於細長方形優於長方形, 因此形狀完整的綠地較有易於生態環境。	 	 
距離效果 (distant effect)	綠地之間的距離愈接近愈容易進行物種的移動對植物群落的多樣性愈有利。因此, 綠地之間不應分斷太遠, 故規劃時需進行周圍綠地與生物棲地之調查避免地間距太遠影響生物與移動。	 	 
連結效果	眾多綠地以帶狀綠廊系統連結時, 可以促進物種的網狀移動, 同時都市內的綠廊與河川可擔負重要的綠色走廊。		

(資料來源: 林憲德, 1999)

(二) 廊道

「廊道」指景觀中與相鄰兩邊環境不同之線性或帶狀結構(林信輝, 張俊彥, 2005), 具有通道或屏障功能的線狀或帶狀嵌塊體(肖篤寧, 1993), 例如: 河流、道路、防風林帶等。廊道功能可分為五個, 分別為棲地、傳導、濾過、來源、藏匿, 寬度及連結度是控制廊道功能的主要因子。

都市綠地在都市景觀結構中常以植被嵌塊體型式被提及; 其中踏腳石系統(stopping stones)是位於兩個以上的大型嵌塊體之間, 由一連串的小型植被嵌塊體(棲地碎塊)所組成, 連結度高之踏腳石系統(圖2-1-1)具有類似於廊道的作用, 可提供物種活動的空間, 但是人類活動或自然擾動可能會阻斷踏腳石系統的連接作用(Dramstad *et al.*, 1996)。在Rubb *et al.* (2002)的研究中, 母體結點(mother nodes)通常是大型的綠地空間, 其對衛星結點的影響遠大於各衛星結點之間的相互影響; 而衛星結點(satellite nodes)是作為次要棲地的小型綠地空間。結點通常是作為中繼站的作用, 而不是遷移的最終目的地; 對於野生鳥類來說, 其可提供食物、淘汰弱鳥, 並使鳥類聚集以等待有利天氣的到來(Forman & Godron, 1986)。

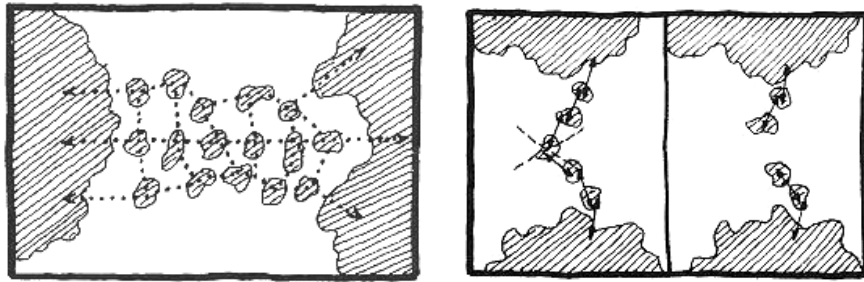


圖2-1-1 踏腳石系統示意圖

(資料來源:張俊彥等, 2001)

(三) 基質

「基質」指景觀中分布最廣、連續性最大的背景結構，例如：森林基質、城市基質(林信輝，張俊彥，2005)，相對面積高於景觀中其他任何嵌塊體類型的要素，它是景觀中最連續的部份，並形成景觀的背景。另一種說法則認為整體景觀係由相互作用的嵌塊體以重複形式組成，並具有高度空間異質性的區域(肖篤寧，1993)。

三、景觀生態學之應用

景觀生態學的觀念應用在綠地規劃上，側重於探討如何利用都市中因開發所造成的零碎綠地或空地綠地，即使如供車行之高架橋，透過其橋樑、橋墩與橋樑下之空間綠化，亦可構築成一個具有生態潛力的空間(王小璘，2003)。透過廊道(河川綠帶或綠園道等)連結起來，形成都市綠網，並在各嵌塊體(都市中之塊狀綠地)營造良好的生態環境，與市郊的綠地連結，構成一城鄉綠網，形成生物遷徙與覓食的路網，同時也增進都市環境之品質。此外，對於物種於各棲地間的遷移行為和棲地型態對於物種生態影響等方面的研究成果，也能提供規劃者相當有用的綠地規劃或棲地規劃原則(許芳毓，2005)。

近年來，景觀生態學之發展已由生態為主之敘述性研究朝向量化分析及實質規劃應用與驗證，尤其是有關土地利用規劃部分。例如：將景觀生態理念導入在都市(城鄉)綠地系統之規劃，建構都市生態之穩定與完整性(王秀娟，2002)。考量生態環境及景觀結構特性，應用於農村、鄉村或都市發展地區等，除達植生綠化之功能，尚兼具自然美觀、休閒遊樂之成效(林信輝、張俊彥，2005)。

四、景觀生態學相關研究

以景觀生態的概念應用於農林、鄉村、都市發展、景觀變遷之相關研究已日益增多；研究指出，都市廊道環境除了提供物種棲息外，亦提供都市市民高綠化量的休閒遊憩環境，有效發揮園道景觀生態功能(王小璘、吳慧儀，2001)，都市公園的研究中也發現，新增設之公園綠地和其他公園綠地之距離過遠，或其間沒有行道樹相互連繫，會造成連接度下降的情形(鄭亞嵐，2003)。吳俊堃(2004)於都市植物跳島可能性研究中發現，郊區植物向都會區傳播可能性最高的是在都市邊陲地區，因此建議都市綠地應以分區之概念，將自然植物傳播可能性較高的都

市邊陲綠地進行生態規劃設計，提供自然植物跳島的環境，以增加都市中之生態多樣性同時降低維護管理成本，而都市核心區公園綠地則以功能性的規劃手法，增加防災及降低都市熱島等功能。此外，方梅萍(2002)在景觀格局的研究中發現，台中市景觀格局面積轉移最多的為農業用地轉變為閒置地，其次為農業用地轉變為建築用地、建築用地轉變為閒置地，主要因為台中市都市快速發展，許多農業用地被轉做其他用途，農業用地廢耕呈現閒置狀態，導致農地面積快速消滅。

小結：

都市綠地就島嶼理論而言，為都市中島嶼的一種，而都市以人工地盤居多的基質環境具有異質性，對於棲息於都市綠地中之生物，即生存於人為形成島嶼之中，利用最小面積的概念，來了解都市綠地中的棲地應至少維持一定面積，以保障生物群的生存與繁殖；道路的分割將完整綠地(大嵌塊體)分割成破碎的綠地(小型嵌塊體)，然而小型嵌塊體佔地小，可分佈在人為景觀中，發揮臨時棲息地的作用，在都市中眾多分散的小型嵌塊體，能形成連結度高踏腳石系統，成為一個景觀整體，發揮都市綠地最大效益。

相關研究中顯示，在人為環境干擾下，自然生態環境已逐漸改變，都市不斷的開發利用，造成自然生態的不可回復性，因此，為維持都市生態與自然環境之平衡，都市開發過程中應適當的納入生態規劃理念，以確保人與自然間獲得平衡。

第二節 都市生態學理論

一、都市生態系統

「生態系統(ecosystem)」意指，自然群落與其環境的結構和功能系統，所探討的是生物間及四周環境的關係；而「都市生態系統」所探討的是在聚落中的人羣組織及其生存空間相互的生態關係，它是人羣組織及各種文化、人與環境等相互依賴的關係所產生之力量及其複雜的互惠現象，以整體環境而言，除了人為結構物和建築物，還包括自然資源如空氣、水、土壤、野生動物與植物等形成自然環境且依自然法則運轉(洪得娟，1997)。它與其周圍自然環境的互動關係是必須仰賴其他生態系統輸入各種維生資源以維持其運作，為一種開放系統(黃書禮，2000)。

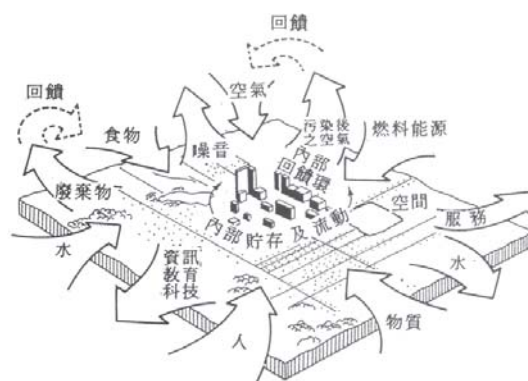


圖 2-2-1 開放的都市生態系統

(資料來源:黃書禮，2000)

二、都市生態的平衡

從都市形成的基本因素—自然、人、社會架構及生活網來檢視聚落是否呈平衡的發展，當人口無限增加，人類所賴以生存的環境不能滿足其需要時，首先發生的就是人口淘汰現象，而人口減少時，則架構及生活圈也因而縮小以維持新的平衡。於是在此新平衡之下，人類的需求日減，自然的供給力又逐漸恢復產生，如此循環不息，新的平衡現象也不斷出現(陳明竺，1992)。

人類在自然生態體系中，不僅只是食物鏈的一環，還扮演著一個複雜的角色，人類改變了自然環境，違背了自然戒律，經營了自然環境中一個「次」環境，城市正是這個「次」環境的最佳代表。因此人類對於都市大規模的開發與利用，正逐步走向破壞自我生存環境之生態危機(陳明竺，1992)。因此，廣增都市綠地、增加生物棲息之都會綠帶、綠廊，以維持都市中之生態體系，將是維持都市生態之最有效方法與策略(歐陽嶠暉，2001)。

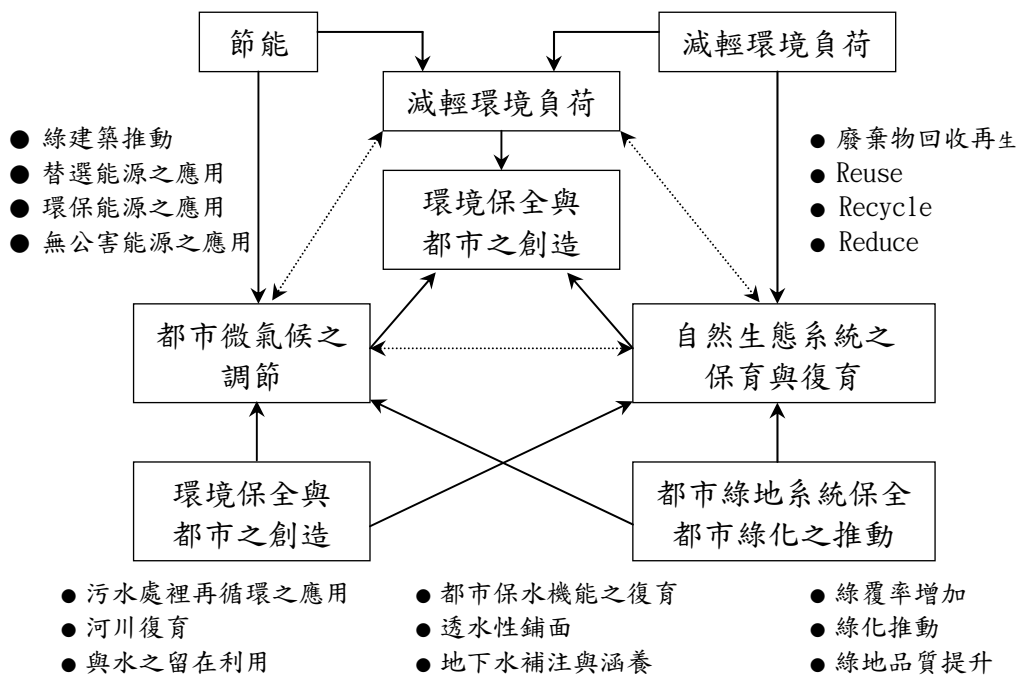


圖2-2-2 都市生態保全與實質建設間之互動關係圖

(資料來源：內政部營建署網站)

三、都市生態學之應用

都市生態學之發展自宏觀生態學角度觀之，應只視為一次系統，是在過去一直未被重視，也一直未能融入已開發之人工領域中，唯在能源危機後，對於可再生資源之重視，以及對於如何保護及恢復都市自然系統在理論、技術與方法上之不斷研發，加以70年代後「景觀生態學(landscape ecology)」理論，提供了人類以更寬廣、複雜、多元之角度來看待生物之多樣性環境並對其資源一一抽絲剝繭(顏文震，2003)。

生態環境的架構並非只存在於荒野環境中，都會環境亦有其特殊生態系。景觀生態學概念之詮釋為：所有的物質，即使是在都市中，都應該要有連結(connection)。若將都會區視為一個生態系統，就能產生一個包含嵌塊體、廊道等、並可產生串連的模式，各城鎮可以在這個模式的概念下進行都市規劃。以開放空間系統而言，各國都市內的河川流域、林帶系統可視為都市生態系的重要結構，並形成連結，以提供生物的棲息地(陳明竺，1992)。

四、都市生態綠化之變遷與轉型

當都市保育(urban conservation)與鄉村保育(rural conservation)，已成熟並融入土地規劃價值體系後，都市發展之新型態已漸被定位在考量人類社群多元價值觀與多向度生活空間之規劃理想，它兼具保育了人造環境之和諧與平衡。而一種新向度思維之都市規劃方法與流程亦逐漸被蛻變出來，「生態都市化」或「都市生態化」被賦予新的空間生態系統任務，亦即生態都市主義(Ecourbanism)是一種重新詮釋過之規劃方法，它具有多元整合型之反制式化規劃準則之操作模式，強調在惡化之實質環境中兼具人類必要活動，應用上述前衛思維以達環境利用之可適性(陳明竺，1992)。

綜合言之，生態都市主義是融合了人類科技科學新知之便利，建構出一個兼顧生態並超脫傳統都市規劃與都市設計之機能性思維；當然，都市生態化很難單向以「生物」或「生態」考量來詮釋，它無疑需藉助於實質案例之操作以及對資源多樣化經營管理見證而賦予最好規劃方法(best practice)之應用。

五、都市生態學相關研究

都市環境乃為自然環境的一部份，由於人類的活動行為改變都市原來的生態平衡，自然環境不斷提供人類所需之物質，卻無得到回饋，導致環境不可回復性，而造成都市環境嚴重的破壞。陳子淳(2000)指出，都市生態系統之演替無論是系統新陳代謝或系統整體運作機制，大多異於自然生態系統，反映出都市偏重於經濟發展對自然環境造成影響癥結，未來都市生態系統之發展唯有兼顧保育與經濟發展，其系統能量流動所呈現之新陳代謝機制既符合生態之活動特性，系統運作之調節能力機制亦可吻合自然生態演替特性，林維君(2001)將生態理念融入河川廊道的研究進行實質規劃。

小結：

都市生態系統主要探討的是人與生存空間相互的生態關係，而都市系統的穩定源自於生態系統的平衡，然而生態系統的平衡須透過自然環境的復育、資源循環再生、確保都市綠地系統之保全、省能等，以減輕環境負荷來穩定都市中之生態系統，無論是「生態都市化」或「都市生態化」都是提倡都市永續經營的理念。近年來，隨著永續發展與生態城市理念的推廣，如何將景觀生態納入都市規劃之中，已成為專家學者重要的研究方向之一。

第三節 生態城市相關理論

一、生態城市發展緣起

「生態城市(ecocity)」的觀念乃源自於「永續發展(sustainable development)」。「永續發展」最早是由生態學家(1965)所提出，即所謂追求生態的永續性(ecological sustainability)，強調自然生態及其開發程度間的平衡關係(盧誌銘、黃啟峰，1995)。1987 聯合國的Brundtland Report「我們共同的未來」，提出前述永續性的概念，由於其概念上的模糊與難以否定的性質，讓經濟、社會以及環境的各種學科典範得到了一種象徵性的共識。1992 年在里約熱內盧的地球高峰會中所發表的「二十一世紀議程」，則首度讓環境問題成為一種全球性的論述，並具體提出各項議題，如：二氧化碳排放與溫室效應、南北不均衡發展與貧窮問題、生物多樣性的保護、水資源管理以及森林資源的快速消失等(楊沛儒，2001)。Miller(1992)，永續發展是指「目前與未來發展所需的自然資源，不致被耗盡或劣質化的經濟成長方式與活動」，依照「世界環境與發展委員會(WCED)」於1987年發行「我們共同的未來(Our Common Future)」一書(通稱Brundtland Report)，對於「永續發展」作以下之定義：「符於現代人的需求，但不致折損後續世代滿足其需求的能力的發展方式。」(邱文彥，2000)。

理想之「生態城市」概念溯於1987年，Register提出「生態城市(ecocity)」理想及Howard Odum定義永續發展之「生態城市」概念，藉由都市生態系統即能值特性之探討，由都市規劃觀點掌握都市發展與其外圍自然環境達成有機性平衡(organic balance)，建立資源永續利用，永續性發展之都市(楊敏芝，1998)。

二、生態都市之定義

由於都市環境受到工業發展帶來的污染及破壞，不但使得野生生物的生活棲地消失，甚至連人類的生活環境品質也隨之降低，因此生態都市的概念 1970 至 1980 年代間正式被提出，生態都市概念在於遵循生態學的原理建立起一個社會、經濟、自然協調發展，物質、能量、訊息高效率利用，生態系統良性循環的人類集居地。

「生態城市」名詞最早則是在 1971 年聯合國教科文組織的人與生物圈計畫(Man and the Biosphere Species Databases)討論中被提出。會議中建立城市生態規劃的五個原則，包括：1. 生態保護策略；2. 生態基礎設施；3. 居民的生活標準；4. 文化歷史之保存；5. 將自然融入城市(王如松，1991)。此後生態城市的發展構想與理念、意涵逐漸引起熱烈的討論，人類開始意識到生態系統受破壞之嚴重性與人類生活環境和生態互利共生的必要性(賴亦錚，2003)。

生態的都市構築在「道法自然」(design with nature)以及以都市生態結構為基盤之法則上，都市中人造之動線網路與終點應順應自然涵構模式，與自然生態系統之單元、通道及門戶相互結合，即能建構出較完整之生態都市結構。欲維持生態都市結構之永續運行，則必須有連續且緊密結合之綠化空間、都市生態綠化網路，供都市生態系作為存續之基盤(顏文震，2003)。

表 2-3-1 生態城市定義表

學者	年代	定義
Register R.	1987	生態城市是一個生態上健康的城市，但這樣的城市並不存在。生態城市的概括解釋為「生態城市追求人類和自然的健康與活力。」
王如松	1991	生態城市是一個理想的發展模式，希望在建構中科技與自然充分融合，在尊重生態原則條件下使人的創造力與生產力得到最大限度的發揮，而居民的身心健康與環境品質得到最大限度的保護。即遵循生態學原理建立起來的一類社會、經濟、自然協調發展，物質、能量、訊息高效率的利用，生態系統良性循環的人類集居地。
胡寶林	1998	生態城市的基本觀念是：在人文生態（居住、工作、文化設施、社會結構、政治層級、產業經濟）和自然生態兩方面都要力求地方性的分散或循環，以代替集中性的分配，其目標是讓城市的機器在輸入及輸出的需求和處理達到一種「循環代謝」的地步，也就是在全球永續發展前提下的地方自足循環的運作。
Liao C.M.	1997	生態城市即為擁有健康生態的城市並將經濟、社會、自然系統整合為高品質、低衝擊的生活。即居住、生計、遊憩與市民活動等皆可完全地整合在城市內，使居民減少開車，而在住家的步行距離範圍內即可獲得大部分的日常需求，應用較少的能源、較少的水源並生產較少的廢棄物。此外，可擁有與自然較為接近的居住環境，並且在城市內種植多數產物。
黃光宇、陳勇	2002	生態城市是社會和諧、經濟高效、生態良性循環的人類居住形式，是自然、城市與人融合為一個有機整體所形成的互惠共生結構。

(資料來源:賴亦錚, 2003)

三、生態城市發展

在過去數十年中，威脅人類生存的環境問題越來越嚴重，包括臭氧層破壞、全球溫暖化、酸雨、沙漠化、熱帶雨林減少、有害廢棄物越境運輸，以及海洋環境破壞等問題，情況日趨惡化，人類也逐漸意識到，地球環境終究是不可分割的，某一地區環境的破壞，極可能超越人為的界限或部門，而波及異地；現代人生存發展的模式，也密切影響到後續世代發展的機會與權益，因此，經濟發展、環境保護和資源管理，不得不以新的形式結合在一起，並以跨世代的觀點考量，才能因應此一環環相扣的危機(WCED, 1987; 王之佳、柯金良, 1992)。近十年來，「生態城市」或「永續性都市規劃」的概念，重新成為都市規劃領域討論的方向，許多具有生態意涵的城市規劃構想及案例，依據永續發展與生態原則提出另類的城鄉關係、交通運輸原則與土地利用模式，這些規劃設計論述的崛起，正是面對全球人口都市化，以及全球環境議題逐漸轉向都市環境面向的時勢，所提出的規劃構想與解決策略(楊沛儒, 2001)。同時，永續發展概念已成為許多國家調和經濟

發展、環境保護與社會公平正義之原則(永續發展研究推動委員會網站)。

人類的社會現在正是從工業文明走向生態文明的關鍵時刻。都市必定要朝向城鄉一體的發展趨勢，從社會文化角度切入，生態都市乃建立有自覺保護環境、促進人類自身發展機制，倡導具有生命意義和人性的生活方式，創造公正、平等、安全的社會環境，從人與自然系統角度來看，生態都市不僅促進人類自身健康，同時也注重自然生態的發展，即塑造一個人與自然相互適應、協同進化、共生共存的生態系統運作關係。總括來說，生態都市不僅僅出於保護環境、防止污染的目的，或是追求自然環境的優美，它是融合社會、經濟、技術與文化生態等方面的內容，強調在人與自然系統整體協調基礎上考量人類空間和經濟活動的模式發揮各種功能，以滿足人們物質及精神需求，即社會-經濟-自然複合共生系統的全面持續發展(顧大維，2004)。

近期城市規劃及環境保育之專業研究者，均以提昇都市生活品質為目標，著重於城市的「自淨」能力，即具有賴以生存及生態系統之回復力(register)(Odun, 1971)。如Burton(1983)年提出成適應具有由傷害災難中自我回復(recover from damage)的能力；另Ashton(1992)年提出「健康城市」(healthy city)概念，即闡述城市的規劃應朝向符合人類健康之生態環境，以對自然資源最小衝擊、土地使用和活動區位的彈性規劃與多樣性設計，即保持資源與人口成長平衡等概念導入，謀求生態系統平衡與永續發展。綜合生態城市的規劃目標如下：1. 減少對自然資源的衝擊，以達環境保護與生態系統平衡；2. 強化生態系統循環性，以達資源永續利用；3. 強化經濟開發與資源保存的平衡，提供適居性生活環境；4. 創造城是生態景觀特性，建構合理城市佈局、形態、基礎設施和交通網絡；5. 建立生態負荷指標系統，以保護固有資源及維護能源節約與生態系統穩定度(楊敏芝，1998)。

一個地區都市化的過程中，源自自然地區之綠地、森林逐漸減少乃至消失，生態聚落轉變，綠地、公園成為都市中的零星點綴，再加上都市高密度利用，導致都市熱島現象，而市民在所得提高及環境意識抬頭後，為了追求舒適之生活及清潔之空氣，逐漸嚮往綠色。都市綠化中「植栽」是組構城市景觀和城市生態系統中重要的元素，城市全面植栽綠化之功能，不但可調節都市氣候、涵養水源、改善土壤地質、增進動植物生態系統多樣性，強化景觀等功能(楊敏芝，1998)。綠地在生態都市中扮演的角色，除了生態、遊憩及淨化空氣外，還有生產者的角色，生產糧食(農地)及提供維生系統，使都市成為一個自給自足的循環體(顏文震，2003)。

四、生態城市相關研究

生態城市的基本概念亦為一個具健康的城市，即利用生態學的概念和方法建構一個城市，以達到生態保育、物種多樣性、資源有效利用、省能、省資源且重視開發與保育並重的環境。生態城市相關研究，如：吳孟勳(2001)藉由街道與城

市發展、生態理念及永續發展指標等國內外文獻之回顧，在生態共生理念考量下，依指標選取原則建構指標群，藉由專家學者訪談進行評估體系建構及評估指標之修定，建構生態街道評估體系，進行台南市街道之評估，楊沛儒(2001)應用數位化地圖資料及 GIS 工具，以基隆河流域 1980-2000 的空間過程及規劃，作為主要的研究對象，探討如何設計一個地景生態取向的城市規劃研究，賴奕錚(2003)依據系統分析與能值評估之結果，訂定相關指標，擬定台灣發展生態城市之策略，顧大維(2004)則是將國內外生態城市相關理論與作法進行歸納與整理，擬訂台灣地區未來發展生態城市的整體架構及評估指標，相關研究顯示出生態城市已逐漸成為未來都市發展之趨勢。

小結：

生態城市是以人為中心的經濟、社會、資源與環境密不可分的複合系統，生態城市的真正核心內涵在於人居生態環境的可持續發展；因此，在都市開發過程中，應適度考量生態方面的限制，並且在可接受的開發限制中，盡可能的節約使用自然資源，在生態、經濟與社會發展中取得平衡，才能確保都市的永續發展，資源的永續利用，達到適合人居的都市。

第四節 都市森林理論

一、都市森林之定義

以森林經濟學的觀點而言，森林為林木與林地的綜合體。而森林生態學則認為，森林為在一定土地上，以某種木本植物(喬木)為主的一定植群(vegetation)或植物群落(plant community)。我國森林法定義：森林係指林地及其群生竹、木之總稱。依其所有權之歸屬，分為國有林、公有林及私有林。森林以國有為原則。

《中國大百科全書》對森林定義，為以喬木為主體的植被類型，是林木、伴生植、動物及其環境的綜合體。不同的國家及組織對森林最小規模之定義不同，如表 2-4-1，但一些國際組織和國家關於森林最小面積的定義，其最小規模的範圍都在 0.1-0.5 公頃之間。林地尤其是人工化的都市森林必須達到一定規模才能有足夠的生物量，達到明顯改善環境的作用(劉建浩，2005)。

表 2-4-1 森林最小面積的定義

	國家或國家組織名稱	森林的最小面積(ha)
1	聯合國糧食組織	大於 0.5
2	聯合國芬蘭研究機構	不小於 0.3-1.0
3	德國	大於 0.1
4	日本	大於 0.3
5	美國	大於 0.4
6	義大利	大於 0.2

(資料來源:劉建浩，2005)

都市森林(urban forestry)，即是將都市和森林兩個看來相矛盾的事物聯繫在一起，是兩種不同生態相互融合形成的一種特殊的森林類型(劉建浩，2005)，其應涵蓋所有生活在都會區中的喬木、灌木、地被植物，其生長的型態可能是單株、數叢等，而來源可能是自然生長的、人工刻意栽培的、也可能是上述兩種的後代(韓可宗，1998)。國內外學者因研究的角度不同，對於都市森林的定義也有所差異，如表 2-4-2。本研究將都市森林之定義歸納為：「都市森林是都會區中所有植栽的總稱，為都市中地表所覆蓋之植栽，包含喬木、灌木、地被、生產作物等」。

都市森林的組成，包括：1. 行道樹：沿街道以及高速公路、鐵路、電源輸送路線路權(rights of way)所種植的植栽；2. 公園樹、庭園樹：種植在公園、廣場的植栽，以及種植在私人住宅庭園中的植栽；3. 遊憩森林：根據 Rowntree(1984)的論點，臨近人口聚集中心，供作遊憩使用的森林也可視為都市森林的一種；4. 其他：生長在都市中各種開放空間(含都市中荒廢尚未利用的各種空地、水道二側的腹地、保留地等)的植栽(Moll, 1988; Dreistadt *et al.*, 1990)。

表 2-4-2 都市森林之定義

學者	年代	定義
林文鎮 李遠欽	1986	都市林係指在人工環境為主之都市地域，對於市民生活環境之保全有效能之樹林。
Nosse	1986	都市是一人類高密度聚集居住的地方；森林是一地表有植栽覆蓋住的地方。而都市森林即是地表植栽覆蓋，且位於大量人類居住的區域之中。
Moll	1988	都市森林是一受人類所控制的森林。
Smardon	1988	都市森林是都會區中所有植栽的總稱。
Leccese	1989	都市森林是指在城市邊界內，針對所有行道樹、庭園樹以及公園樹的資料收集與調查。
Moll & Kollin	1993	都市森林是一個位於人類社區中，由植栽與其他自然資源所構成的生態系(ecosystem)。
韓可宗	1998	都市森林是生活在人類大量聚集的都會區中的所有植栽。
郭寶章	1999	都市林為都市綠化林木之總稱。
張慶費 等	1999	城市森林是以喬木為骨架，以木本植物為主體，藝術地再現地帶性群落特徵的程式綠地。
劉常富 等	2003	城市森林是指在城市及其周邊範圍內以喬木為主體，達到一定的規模和覆蓋度，能對周圍環境產生重要影響，並具有明顯的生態價值和人文景觀價值等的各種生物和非生物的綜合體。

(資料來源：韓可宗，1998；劉建浩，2005；本研究整理)

二、都市森林之特色

都市森林若能串連成綠色走廊(greenway)，則這些綠帶可做為連結都市與郊區的廊道，一方面提供了動植物連成一體的生態棲息地，擴大生物生存的腹地，增加了動植物體內基因交流機會，有助於生態系的平衡與穩定；另一方面則可構成一系列的遊憩場所，提供各種不同的休閒遊憩機會，增加都市居民與大自然的接觸，且有助於都市與鄉村的居民交流(Moll, 1988)，其構成效果即景觀生態學所提及之區塊、廊道與基質所構成之景觀整體。

若以樹木而言，都市中樹木覆蓋的平面比例能從 30%增加一倍至 60%，樹木的冠叢體積則會增加至三倍。因為冠叢是立體的，其是有長度、寬度、以及深度的，冠叢平面的增加一倍，將導致樹冠體積的增加三倍。也意味著，都市森林由樹冠所提供的各種功能，如樹葉吸附灰塵、樹冠涵養雨水量，其效力也將成長三倍(Moll, 1989)。然而，1990 年美國的報告指出：據估計屬於私人擁有的樹木大約是公共數目的 4~6 倍(Dreistadt *et al.*, 1990)，所以除了都市樹木外，都市森林中庭園樹也同樣扮演者重要的角色。

都市森林的健康情形、平均壽命以及是否能增加由樹冠覆蓋所形成的綠蔭面積，都與都市森林管理維護計畫有密切的聯繫。為了避免都市森林持續地減少，最重要原則：1. 每年所喪失的樹木為多少，就必須補植相等數量的樹木，這是維持不再減少的重要原則；2. 所補植的樹木必須符合某些條件，例如：在苗圃中受過良好照顧的品種，適合都市中特殊的生長環境，並且有生態上的考量，能儘量維持生態歧異度以及穩定；3. 都市環境中各種不利植栽生存、生長的因素或壓力必須減少；4. 在每棵樹的生命期間，都必須有定期完善的管理維護制度，其能給予植栽生存生長所必需的照料以及支援(Moll, 1987)。

四、都市森林相關研究

相關研究顯示，都市林相關變數與房屋交易總價間具有正向相關，代表都市林之整體效益確實可反應至房地產價格上，都市林之邊際價格為 2533.26 元(陳相如，2005)。因此，都市森林對於棲地的保育、環境品質的提升外更加提昇都市土地之價值。

小結：

美國林務署(forest service)於 1970 年才開始研究都市森林在社會及經濟上的效益，在此之前其研究的重點一直著眼在非都市環境中植栽的物理學及生理學(Gold, 1977)。然而，都市森林卻是有別於生長於自然地區的森林，適用於自然地區森林的管理維護對都市森林而言並不恰當(Clark & Kjeigren, 1989)。直到近幾年，學者專家才對都市中的植栽，以及都市中的環境是否有利於植栽生存、生長有逐漸的瞭解(Moll, 1989)。

隨著人類不斷的發展，土地資源變得以稀為貴，都市中各式的汙染使得環保意識的提升；持續價格上漲的各種能源，則促使人們注重各種能源的花費與節省。有鑑於此，德國、美國、荷蘭以及其他國家開始重新注意都市森林所扮演的角色，以及都市森林所提供的各種好處，這些國家甚至將都市森林納入土地使用的政策考量之中(Bartenstein, 1981)，以確保都市發展與植栽保育的平衡，避免由於人類的持續發展而破壞了珍貴豐富的自然資源—植物。相對之下，我國土地面積狹小，都市人口密集，都市森林在都市之中所扮演角色及其重要性更不可輕忽，且應積極保護綠地資源與利用潛在綠化之空間強化都市環境之綠化。

第五節 綠化相關理論

一、綠化與綠資源

「綠化」一詞引自日本，也稱為「Greening」，狹義的綠化，指在山區或平原林地，都市周邊郊區、市街之綠地；廣義的綠化為建造、保護與利用人類生存上不可或缺之森林與綠地，有強烈「綠資源」保育之意義。日本與台灣所稱之「綠化」均趨向狹義之解釋定位，即以「綠化」為保護與改善環境之植生措施(郭寶章，1999)。

「綠資源」包含兩大基本資源，一為土地資源又以綠地稱之，一為植物資源又以綠色植物稱之，「綠地」與「綠色植物」即構成綠資源；綠資源屬於自然資源中之植物資源，是生物性資源(biological resources)之一種，包括農作物、林木、牧草等，依土地為生產基盤之產物，故亦為一種土地資源，有強烈的物質特性，也有相當能量(energy)之供應利用，並均屬於可再生性(renewable)之資源；日本對綠資源定義，為以綠色植物為中心之生物群體，以及其生存之土地、水側與空間周邊之環境。近年來，綠化應用在環境保護方面，以人類居住之都市城鄉與工業區等環境地為主體(郭寶章，1999)。

本研究所指之都市綠化，即上節所提及之「都市森林中之植栽」，作為本研究探討都市綠化之範疇。

二、公園綠地

「綠地」一詞源自歐美，在歐美等先進國家均以開放地(open space)稱之(郭寶章，1999)。然而，公園綠地之定義，在不同國家地區以及不同專業領域學者，如：地理、園藝、景觀、建築、農業等，而有不同的觀點的詮釋，如表 2-5-1。依照我國現行法令與計畫體系之架構，都市「公園綠地」歸屬於都市計畫法定義之「公共設施」；都市計畫法四十二條訂定，都市計畫地區範圍內，應視實際情況，分別設置道路、公園、綠地、廣場、兒童等公共設施用地；第四十五條規定公園、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，其占用土地總面積不得少於全部計畫面積百分之十。

本研究所稱之都市「綠地」包含:建築體以外之空間、公園綠地、綠地綠帶、農作物、林木等植栽垂直投影之面積；其中，公園綠地，乃依據「都市計畫法第四十五條」所規定之內容，作為本研究公園綠地之定義。

表 2-5-1 公園綠地之定義彙整表

年代		定義
英國	1920	「開放地法」第 20 條，解釋「開放地」不論其四周有無圍繞物之存在，其土地之上應無建築物或現有建築物未達到土地上 1/20 之面積，其全部或一部份，設計成庭園或供遊憩之用途，或放任土地成自然狀態者，均稱為開放地。
	1962	所頒布之「都市及田園法」中，對開放空間解釋為，設置公園之土地，或為大眾遊憩目的所利用之土地，或為使用廢止之墓地等屬之。
美國加州		開放地定義為，具有自然美景之場所，保持自然狀態之土地，未施建築，在開放地之周邊鄰近地區市街之發展，包括現在及未來將會因此而獲效果增進，以及土地可供自然資源及景觀資源之維持與保存，其對都市發展及大眾之利用具有潛力之土地，均可視為開放地。
日本		日本用 Open space 代表綠地一詞，始於 1921 年由池田 宏所引進，其定義為都市內建築營造物等以外之空地，即指非建築之空地而言，包括公園、廣場、運動場、植物園及動物園等公共設施，建築周邊之空地亦屬之。
台灣	2002	都市計畫法第 42 條，將公園、綠地等稱之為公共設施用地。
王鑫	1983	公園(park)是供給大眾享受戶外之休養、觀賞、遊戲、遊憩、運動，一般可分為兩大類，一為自然公園，一為都市公園。
周桀	1986	廣義的都市公園，包括了街道安全島、散步道以及重要場所之廣場(plaza or open space)和大小公園。
黃永傑	1996	凡穩定保持著植生生長的土地，不論是自然植被或人工栽培的植物，均可稱為綠地。
黃南淵	1996	凡具保護、景觀、遊憩、防災等功能的開放空間均是綠地。
賴明洲	1996a	綠地可簡稱為綠化用地。
黃瑞祥	1996	綠地為能夠生產綠化功能的土地。
郭瓊瑩 王秀娟	1996	廣義的綠地，包括綠資源之生產綠地、自然公園、國家公園、風景區、森林遊樂區、水岸綠地與帶狀綠地；狹義的綠地，指建築物以外之開放空間。
郭寶章	1999	廣義的「綠地空間」泛指環境中存在的各式綠地，或可提供生態、景觀、防災、遊憩等功能之開放空間，綠地區別為公有綠地及私有綠地，公有者尚區分為公開、自然及公共綠地，而私有者區分為專用及共用綠地。
王小璘 何友鋒	1999	位於都市發展地區(都市計劃區)內，所有穩定保持著植物生長之土地或水域。其廣義定義係指可提供生態、景觀、防災、遊憩等功能之開放空間。

(資料來源:侯錦雄，1998；郭寶章 1999；本研究整理)

三、綠建築及綠屋頂

(一)綠建築

1999 年年內政部建築研究所在「綠建築解說與評估手冊」中，將「綠建築」定義為：「消耗最少地球資源，製造最少廢物的建築物」。綠建築指標系統整合，可歸納為生態(含生態基礎、綠化、基地保水等三項指標)、節能(含日常節能指標)、減廢(含 CO₂ 及廢棄物減量二指標)、健康(含水資源、污水及垃圾、室內環境三指標)等四大部分(林憲德，2005)(表 2-5-2)。

表 2-5-2 綠建築指標系統

指標群	大指標分類	技術數量 (項)	尺度	空間	操作 次數
生態 (17 項技術)	1. 生態基礎指標	6	大	外	先
	2. 綠化指標	6	↑	↑	↑
	3. 基地保水指標	5			
節能 (39 項技術)	4. 日常節能指標				
	4.1 建築外殼節能	8			
	4.2 建築通風節能	9			
	4.3 建築空調節能	13			
	4.4 建築照明節能	7			
	4.5 新能源利用	2			
減廢 (10 項技術)	5. CO ₂ 減量指標	5			
	6. 廢棄物減量指標	5			
衛生 (17 項技術)	7. 水資源指標	4			
	8. 污水垃圾改善指標	4	↓	↓	↓
	9. 室內環境指標	9	小	內	後

(資料來源：林憲德，2005)

(二)綠屋頂

1. 綠屋頂概念

綠屋頂有如通俗傳統的屋頂花園，但屋頂花園載重量大而且維護不易。綠屋頂主要求全面綠化以草本為主，簡易而量輕。綠屋頂在設計有下述重要因子需考量，包括：綠屋頂使用材料吸水飽和後的總重量、屋頂結構的承载力、防水層對水分及根系的抵抗力、使用材料的抗風剪力、屋頂排水系統之管理及植物材料的適宜性(陳瑞源，2003)。綠屋頂的應用因需求分為粗放和精緻兩種型態：

(1)粗放式綠屋頂系統

草類植被高約 5-10 公分，其組成為栽培土層、絕緣層、組根板層、防水膜保護層。

(2)精緻式綠屋頂系統

栽植層約 90 公分-5 公尺，其組成為栽培土層、不織布層、排水層、雨水貯留層、絕緣層、阻根板層、防水膜保護層。

2. 綠屋頂優點

(1) 生態優點

綠屋頂其最大生態利益是對暴雨雨水的貯留能力；綠屋頂上多樣性的植栽（草類或木本植物）可有較好的吸水及產生減少流速的摩擦阻力，使雨水多貯留於綠屋頂表面；綠屋頂紓解人工排水系統的壓力，由在舊城市的排水系統更新上可減少硬體設施的費用；綠屋頂減少暴雨量直接流入排水系統或溪流中，可減低沖刷及沉澱物的搬運；綠屋頂上的植被草毯可保護屋頂及栽培土層；在都市中大量不透水性的鋪面如混凝土、柏油、磁磚，形成都市熱島效應；多量的都市森林、綠屋頂可減低熱島效應，降低都市的氣溫，增加溼度；綠屋頂可結合都市中的綠色廊道網，提供野生動物的棲息區塊，或可成為一連串的中繼站，形成為野生動物遷移過度的連接網。

(2) 經濟利益

綠屋頂減少硬鋪面，或可減少蓄洪池之體積，綠屋頂的覆蓋可減低紫外線、高溫炎熱對屋頂預防水層的傷害，延長屋頂壽命。由於綠屋頂的自然溫度絕緣效果，建築物可保冬暖夏涼，節省能源使用，一層高建築物的綠屋頂，平均可節省冷氣花費 10~30%。在飛機場附近的綠屋頂可有效減低噪音。綠屋頂的使用可以把被遺忘無生命的空間加以有效應用。

(3) 心理利益：

綠屋頂可以幫助紓解遠離自然而造成的心理壓力，藉著融合自然與文化，我們可以經過設計來促使人類與生態健康的再生。透過綠屋頂的菜園，社區間的互動而使社區具有守望相助的社區感情。

(4) 美質利益：

除了減低能源及材料的使用，減少污染、保育棲息地、生態考量設計等優點外，綠屋頂富有生機的永續植物社群亦可滋養、增進社區的健康生活，從空中的俯視，綠屋頂賦與都市有生機的綠色景觀。

四、潛在綠化空間

依照我國法規規定，法定空地應予以綠化，包含：都市開放空間、建築基地法定空地等。Spreireger(1968)認為「開放空間」是指都市內或其他附近公園的綠地，通常它是比較自然而非正式的，且具有軟化都市僵硬的特質；Heckscher(1977)認為「開放空間」不限於公園或廣場，尚包括各區間大尺度的自然容貌，以及都市開放性的人工地盤；林進益(1986)認為「開放空間」係指都市中非建築實體，經由人為的塑造與設計，產生可讓人感覺出來包括特殊風格的生態文化空間，並且提供給大眾享受戶外之休養、觀賞、遊戲、遊憩等活動空間(王小璘，司徒世翰，1998)。然而，在高密度的都市環境中，產生各式多樣的人工空間，利用傳統的綠化技法，幾乎很難造成良好的綠化景觀，王兆基(1998)指出應用傳統綠化技法困難的空間稱為「特殊綠化空間」，其包括：建築物、土木構造附帶空間、不利植物生長環境之空間、迄今尚未被綠化空間、運用新技術可能綠化之

空間。然而，這些空間皆具有綠化之可能性，經常被忽略。

綜合上所述，可得知法定中規定綠化之開放空間，即建築體以外之空間。本研究所指之「潛在綠化空間」係指，都市開放中，可能被綠化但尚未綠化之空間，這些空間可能是私人的也可能是公共開放空間，可經由綠化可提升都市綠覆之空間。

五、都市綠化量評估指標

由國內外相關文獻可知，有關都市計量評估之指標包括：公園綠地必要量、都市公共綠地定額、都市綠地率、綠化覆蓋率（綠覆率、綠被率）、綠化系數指標等，分述如下，其計算公式如表 2-5-9 所示：

（一）公園綠地必要量

台灣地區土地資源有限，隨著人口增加，可利用地並未增加的條件下，開放空間亦相對減少。為了在都市規劃中保留公園綠地的空間，並發揮其功能，就必須從計量方面約束其最小量，以確保公園綠地長期效果。因此，都市計畫學所研擬公園綠地的必要量計算式（林進忠，1977），期以在有限的土地中達必須之公園綠地量，以維持都市生態之平衡。

由公式推算之公園必要量標準系數如表 2-5-3 所示。其次再按都市人口推算公園之數量及面積需求，如表 2-5-4 所示；此外，為求能將先進國家的經驗列為國內政策推動之參考，如表 2-5-5 為美、英、日、德等國對公園綠地必要量所訂定之標準。

表 2-5-3 公園必要量標準系數表

公園種類別	Ni	Ai	Si(m ²)	Ci(%)
普通公園	全人口	1/100	80	50
運動公園	13-50 歲(37%)	1/20	100	60
近鄰公園	全人口	1/50	50	50
兒童公園	2-12 歲(80%)	1/5	25	60

（資料來源：林進忠，1977）

註：Ni=公園種類別利用者數量；Ai=公園種類別同時利用率；Si=公園種類別利用者 1 人之活動面積；Ci=公園種類別有效面積率。

表 2-5-4 公園之數量及面積需求表

人口 (人)	兒童公園		近鄰公園		運動公園		普通公園	
	數量	面積 (ha)	數量	面積 (ha)	數量	面積 (ha)	數量	面積 (ha)
30,000	12	3	3	6	1	5	1	5
50,000	20	5	5	10	1	7	1	8
100,000	40	10	10	20	1	14	2	16
200,000	80	20	20	40	1	28	3	32
500,000	200	50	50	100	3	70	5	80

（資料來源：林進忠，1977）

表 2-5-5 美、英、日、德等國對公園綠地必要量之標準表

國別		公園必要量	年代	註	資料來源	
美國	總括而言	40.47 m ² /人	1923	人口≤50 萬	公園計畫與設計，美國育樂休養協會	
		20.47 m ² /人		人口≥50 萬		
		13.49 m ² /人		人口≥100 萬		
	分項而言	12 m ² /人	1955	校園及遊戲運動場	G. P. pepler	
		40 m ² /人		公園及公園道路		
		80 m ² /人		地方公園及遊戲運動場		
		20.24 m ² /人	1925	其中公園綠地 20.24 m ² /人 (4/5 運動場，1/5 一般公園)		庭園綠地 12.14 m ² /人
		32.38 m ² /人		1929		
		28.33 m ² /人				
		40.47 m ² /人				
德國	其中	20~30 m ² /人	1930	2F 地區 建蔽率:20~30%		
		17 m ² /人		3F 地區 建蔽率:30~40%		
		21 m ² /人		4F 地區 建蔽率:40~50%		
		25 m ² /人		5F 地區 建蔽率:50~60%		
		29 m ² /人				
日本	其中	2.3 m ² /人	1977	理想	賴明洲，1996b	
		0.89 m ² /人		東京		
		1.11 m ² /人		京都		
		1.31 m ² /人		橫濱		
		1.33 m ² /人		大阪市		
		2.58 m ² /人		神戶市		
		2.61 m ² /人		名古屋市		
大陸		3~5 m ² /人	1996	近期		
		7~11 m ² /人		遠期		
台北市		5 m ² /人	1998	理想值	網路資料 台北市政府	
		1.8 m ² /人		1995		實際值

(資料來源:侯錦雄，1998)

(二)都市公共綠地定額

都市公共綠地定額(quota for public open space)，即「都市中每人平均享有的公園綠地面積」，是衡量都市居民休閒遊憩用地水準的標誌。參與計算定額人口一般只包括都市居民(賴明洲，1996a)，都會區內公園綠地面積的認定是以各縣市統計要覽中，所統計之都會區內已完成開闢之公園綠地面積除以都會區總人口數計算結果。整體而言，政府的財務狀況以及對於公園綠地的重視程度會影響到此指標的表現，本指標可反映出都市生活環境品質之優良程度。

公園綠地亦屬於公共設施的一部份，如同都市之肺一般，它不僅僅是都市水泥叢林景觀緩衝地帶，更是提供都市居民休憩的重要據點。此外，公園綠地具有降低都市噪音、空氣污染及高溫效應的作用。國外許多重要都市中保留大面積公園綠地，藉以調節都市微氣候，並提供市民紓解壓力與休憩使用，例如美國紐約中央公園，加拿大溫哥華史坦力（Stanley）公園、日本東京上野公園等。因此，當都市發展造成綠地空間縮減的時候，就反映出該都市的生活品質較差，環境問題較為嚴重，影響都市系統的活力，對於永續發展是背道而馳。每人享有的公園綠地面積越大，對該都市邁向永續發展越有助益（行政院國家永續發展委員會全球資訊網）。然而，我國在綠地的政策上，受限於地狹人稠、可發展土地有限等不利條件下，以致於我國在「平均每人擁有公園綠地面積」的都市生活環境指標上，相較於世界各先進國家而言相距甚遠，如下(表 2-5-6)。

表 2-5-6 每人享有公園綠地面積表

地區/都市名	每人享有 公園綠地面(m ²)	地區/都市名	每人享有 公園綠地面(m ²)
台灣/台北	5.11(2007)	韓國/漢城	12.25(2001)
台灣/台中	4.79(2007)	日本/東京	5.34(2001)
台灣/高雄	7.47(2006)	美國/洛杉磯	16.51(1999)
中國大陸/香港	2.51(2002)	加拿大/溫哥華	22.45(2002)
中國大陸/上海	4.39(2001)	德國/漢堡	53.96(2002)
新加坡/新加坡	7.89(2001)	英國/倫敦	67.70(2002)

(資料來源:台北市主計處；各行政區統計資料；本研究整理)

(三)都市綠地率

都市綠地率(open space ratio)，指統計都市各種綠化用地總面積占統計面積的百分比，是反應都市環境質量的一項重要指標。計算綠地時，對都市建成區和郊區應分別統計，一般都市新建區的綠化用地面積不應低於總用地面積的 30%，舊城改建區的綠化用地面積不應低於總用地面積的 25%。行道樹和零星樹木不計入都市綠地率，其垂直投影面積計入都市綠化覆蓋率中(賴明洲，1996a)。

(四)都市綠化覆蓋率(綠覆率;綠被率)

都市綠化覆蓋率(percentage of greenery coverage)，以下稱「綠覆率」，係指都市用地範圍內植栽垂直投影面積所占的百分比，是評價都市或部分市區環境質量的標準之一(賴明洲，1996a)。

日本科學技術廳資源調查會，於 1977 年實施都市居民綠地意識調查，指出，當市區擁有綠地面積 20%時，有 90%的居民感到滿足，當綠地面積降至 15~20%時，只有 60%的居民感到滿足，而當綠地面積再降至 10~15%，則只剩下 30%的居民感到滿足。於是日本建設省在「綠地主要計畫制訂要項」中，計畫要以市街區面積之 30%以上做為都市綠化的標準(林憲德，2005)。

近年來，國際上對環境科學的研究逐步深入，並開始重視植物在環境保護方面的作用。學術界亦提出一個新的補充性的綠地指標—都市綠覆率，認為一般情況下，都市綠化覆蓋率不應低於 30%。現代遙測和電腦技術可以較準確地測算出綠化覆蓋率(賴明洲，1996a)；國內目前有法令明文規定之方式，係以不同等級之綠覆率為發展指標，其計算方式包含兩部份，一是以綠覆率控制植栽覆蓋的面積如表 2-5-7；另一則是依據綠覆面積大小，訂定種喬木、灌木、草花等所占之比率，以增加植栽種類的變化，如表 2-5-8(王小璘、何友鋒，1999)，各類公園綠地的綠覆率應以公園綠地所在的區位、用途、活動量等為考量因素，然而，鄰近都市商業中心者，因使用人次較多且活動頻率較高，故不適合設置大面積草地，相對在綠覆率的比例上亦應適當調整。

表 2-5-7 公園綠地的綠覆率參考標準

種 類	綠 覆 率	有 床 基 之 花 台
公園	60%	10%
綠地	60%	—
廣場	30%	—
兒童遊樂場	50%	—
體育場所	30%	—
建築物法定空地	70%	—

(資料來源：王小璘、何友鋒，1999)

表 2-5-8 綠覆面積下列各種植物的比率參考標準

綠 覆 面 積	喬 木	灌木及地被	其 它
1000-5000 m ²	> 1/3	> 1/3	> 1/3
5000-30000 m ²	> 1/4	> 1/2	> 1/4
30000 m ² 以上	> 1/5	> 3/5	> 1/5

(資料來源：王小璘、何友鋒，1999)

(五)綠化係數

綠化係數(green quotient)，係指綠化覆蓋面積占總面積的百分比。所謂綠化覆蓋面積包括喬木、灌木樹冠垂直投影面積、草坪花卉種植面積及垂直綠化面積。為評價綠化質量的一種指標(賴明洲，1996a)。

(六)綠視率

綠視率，係指地面上移動時視覺內立體所把握的綠量。人們對於綠色的滿足度，受綠視率影響大於綠覆率。多層次立體的植物群落不僅可以增加綠視率、增加單位面積內頁面積的量，其具有極大的生態效益；而使攀緣植物不爭綠化用地，又具有其他植物所能提供的生態功能，立體綠化是提高綠視率的極佳方式(王小璘、何友鋒，1999)

(七)葉面積係數

葉面積係數，係指植物的葉面積總和與其佔地面積的比值。葉面積係數大，光合作用率會提高(賴明洲，1996a)。

(八)都市生態環境指標

係指都市生態環境的改善，是由生態系統的能量轉化與物質循環所決定，環境的改善隨著綠化用地的增大和生物量增長而提高。

表 2-5-9 都市綠化量評估指標之量化方法表

都市綠化量評估指標	量化方法
公園綠地必要量	$P = (\sum N_i \times A_i \times S_i / C_i) \times 100\%$ P=公園必要量 N _i =公園種類別利用者數量 A _i =公園種類別同時利用率 S _i =公園種類別利用者 1 人之活動面積 C _i =公園種類別有效面積率
都市公共綠地定額	每人享有公園綠地面積=都會區內公園綠地面積/都會區總人口數
都市綠地率	$(\text{綠地面積} / \text{總佔地面積}) \times 100\%$
都市綠化覆蓋率	$(\text{都市用地範圍內植栽垂直投影面積} / \text{都市佔地總面積}) \times 100\%$
綠化係數	$(\text{綠化覆蓋面積} \times \text{總佔地面積}) \times 100\%$
綠視率	人移動時視覺內立體所把握的綠量
葉面積係數	$(\text{葉面積總和} / \text{佔地總面積}) \times 100\%$
都市生態環境指標	$(\text{綠化生物量係數} \times \text{綠地} / \text{總用地}) \times 100\%$

(資料來源:本研究整理)

六、都市環境綠化之效益

都會區中之植物，存在於都市公園綠地、廣場、行道樹及私人庭園中等，都市環境綠化之功能與效益的發生，是與植物本身的物理與生理有密切的關聯，植物本身除了具有環境保護、提供動靜及靜態活動場所的功能等，由於其生理的特性，在食物鏈中扮演著生產者的角色、提供食物，又在大氣循環中扮演固碳、氮的角色，淨化空氣、涵養土壤與水源等。本段即透過植物原理與特性，來了解植物在都市之效益及存在之必要性。

(一)植物在自然環境之效益

地球上的生命是依靠著太陽的能量生存著，而光合作用(photosynthesis)是唯一能捕捉此能量的重要生物途徑(註⁴)。綠色植物之枝葉可吸收及反射部份之輻射，再由蒸散作用可消耗大量之熱能，降低局部地區之氣溫，亦可調節大氣之濕度，透過光合作用更可補充大氣中因生物呼吸及工業燃燒所消耗之 O₂ 及消除

註⁴：清華大學生命科學系連結網站 <http://life.nthu.edu.tw/~lslty/phy/photosys.htm>

此等作用產生之 CO₂ (柳樁, 1986), 植物通過光合作用等生物過程製造有機物, 為生態系統中各種生物的生活提供物質和能量。光合作用的光反應中最終產物為高能量的化合物 ATP、NADPH、O₂; 暗反應則合成醣類, 供植物呼吸作用使用。

美國(1991)一份報告估計, 每一英畝由植物所製造出的生物量(biomass) 乾重為 27 噸; 每一英畝(約 4046.85 m²)土地上的植物在其體內吸收固定了 12 噸的碳。地球上每個人一生當中都會產生許多的二氧化碳, 其來源包含了產生消耗石化燃料的動力機械、燃燒石油的所產生的電能、石化原料所製造出的產品等, 皆需要依靠植物的轉換產生氧氣。各國人民所產生的二氧化碳量的數量也不一樣, 其中以美國每年每人所產生的二氧化碳為最多, 達 2.3 噸, 其次是加拿大 1.8 噸, 前蘇聯 1.6 噸, 西歐 0.9 噸, 日本 0.9 噸, 中國大陸 0.2 噸, 印尼 0.1 噸(韓可宗, 1998)。以美國為例, 一個剛出生的嬰兒要種植並妥善照顧 45 棵樹苗, 才能平衡他的二氧化碳; 一位 20 歲的青年則要種植 80 棵樹苗; 50 歲的人則要種植 550 棵樹苗, 若改種胸高直徑(dbh)1 英吋或 3 英吋的小樹時, 則要種植的數量就會比較少(Rowntree & Nowak, 1991), 如表 2-5-10。若以亞洲中的日本為例, 則不同年齡層所需種植的樹木數量, 如表 2-5-11。

表 2-5-10 不同年齡層之美國人所需種植用來吸收其每年所生產的 2.3 噸二氧化碳的樹木數量

年齡	樹苗	數量(顆)	
		胸高直徑 1 英吋之小樹	胸高直徑 3 英吋之小樹
0	45	40	30
10	60	50	35
20	80	65	40
30	120	85	50
40	210	135	70
50	550	255	95

(資料來源: Rowntree & Nowak, 1991)

表 2-5-11 不同年齡層之日本人所需種植用來吸收其每年所生產的 0.9 噸二氧化碳的樹木數量

年齡	樹苗	數量(顆)	
		胸高直徑 1 英吋之小樹	胸高直徑 3 英吋之小樹
0	18	16	12
10	23	20	14
20	31	25	16
30	47	23	20
40	82	53	27
50	215	100	37

(資料來源: 韓可宗, 1998)

公園綠地具有環境機能是因為這些自然資源的作用機制，如：植物吸收二氧化碳吐出氧氣的光合作用、蒸散作用增加環境濕度、葉片吸音作用、提供生物棲息場所等。此外，藉由綠地對環境的調節機制，以瞭解綠地面積的需求量，如下表所示(表 2-5-12)。

表 2-5-12 綠地需要量之參考表

綠地作用	研究之數據	綠地需要量
吸收 CO ₂ 放出 O ₂	每公頃闊葉林在生長季節一天可消耗 1 噸 CO ₂ ，放出 0.73 噸 O ₂ ；成人每天呼出 CO ₂ 為 0.9kg，吸收為 0.75kg	10 m ² (林地)/人
	每 m ² 草坪一小時可吸收 CO ₂ 為 1.5g；成人每天呼出為 CO ₂ 38g	25 m ² (草皮)/人
	由人排出的 CO ₂ 為工業燃燒及其他途徑排出 CO ₂ 總量的 1/10	100 m ² (林地)/人 250 m ² (草皮)/人
減塵	每公頃青剛櫟林一年吸塵 68 噸；一株刺槐一次可蒙塵 2.156 kg	11 m ² (林)/人 75 m ² (草皮)/人
	每公頃樹林平均每天吸收 SO ₂ 為 1.5 kg	420 m ² (林)/人
吸收 SO ₂	每公頃柳杉林，每年吸收 SO ₂ 為 20kg	160 m ² (柳杉林)/人
	100 km ² 的紫花苜蓿，每年可減少大氣中 SO ₂ 為 600 噸以上	150 m ² (地被)/人
調節溫濕度	高溫季節；綠地內氣較非綠地低 3~5℃，夏季綠地內比非綠地地區相對濕度大 10~20%，綠地調節溫度的範圍，可達 10 至 20 倍樹高之距離	根據都市地形、氣候、合理組織綠地，使其均勻分布
減弱噪音	林帶降低噪音比空地上同距離的自然衰退量多 10~15dB，綠化的街道比不綠化的街道減少噪音 8~10dB	根據噪音源位置受噪音強度而定
殺菌	每公頃圓柏林，一天能分泌 30kg 殺菌素，可消除一天都市的細菌。 公共場所含菌量比公園或街道高數倍至 25 倍	綠化愈多，分泌的殺菌素愈多，其空氣則愈清潔
視覺美質	綠視率人在地面行動時視覺內立體看得見並可把握的綠量	綠視率 25%，有 80% 的人滿意綠色環境

(資料來源：張志傑，1992)

(二)植物在人為環境之效益

植栽具有色彩、型態、氣味及時間等特性，而有感官能之效果，並且界定空間形式、遮蔽不良景觀，可促進都市之美感；而樹冠能形成遮蔭，減少地表及周圍建築物反射的太陽輻射，降低溫度；枝葉與植物體對於噪音亦有吸收反射及阻擋音波擴散之功效；複層植栽具防止落雨後侵蝕效果，環境綠化更提供都市之活動場所，有助於身、心靈之平衡。諸多學者提出由都市綠化所帶來之功能與效益，如表 2-5-13。

表 2-5-13 都市綠化之功能與效益表

作者	年代	功能與效益	
廖日京	1985	綠化充分則可調節微氣候，淨化空氣，保健心身，減低噪音，供給蔭涼，防止土地下沉，又以自然色彩與柔美的形狀來軟化建築物抖，以達生態平衡之目的。	
林文鎮 李遠欽	1986	環境調節	補充氧氣、淨化空氣、減輕噪音。
		調節局部氣候	變化氣溫、增加濕度、防風、對降雨與爭發之影響。
		都市景觀	都市林其本身之自然美，可與都市建造物之人工性相互配合，使都市具有季節感…等。
		戶外遊樂	提供居民日常生活中之遊憩場所。
		防止災害	防止火災延燒、做為災害發生時之避難場所。
		其他效能	水源涵養、治山防洪、防潮防霧、保護農工產業…等。
內山 正雄	1987	心理保全效果	審美的效果、自然感受效果、精神面的放鬆效果。
		環境保全效果	都市型態規劃誘導效果、地域生態系保全效果、微氣候調節效果、公害防治緩衝效果、有視線視覺誘導作用、有遮蔽效果。
		防災效果	災害防止效果、避難效果。
		利用效果	休閒 娛樂放鬆效果、教育效果。
韓可宗	1998	動態主	降低溫度、吸收二氧化碳、節省能源、增加濕度、淨化空氣、調節微氣候、增加濕度、緩和噪音、遮擋令人厭煩之物、提供遊憩機會。
		動態	改善都市水文、水土保持、生態穩定
		靜態	有益人體生理健康、有益人們心理狀況、治療緩和身心不適。
		社會	加強社會意識、提升社會安全。
		經濟	成本上的節省、經濟上的增值、休閒遊憩上的價值、人們意願上的價值。
賴明洲	1996a	生態保護	保護生態敏感區、提供生物物種遷徙之廊道、淨化空氣、改善都市之微氣候。
		環境保護	保護特殊珍稀之地景環境、提供視覺方面於月享受、蓄水保土、都市發生災害時之避難場地。
		休閒遊憩	紓解身心壓力、提供多樣休閒活動機會。
		環境教育	
		社會文化認同之傳承	
侯錦雄	1998	生態功能	保護生態敏感區、提供生物遷徙之廊道、淨化空氣、改善都市微氣候等生態保護的機能。

(資料來源:本研究整理)

表 2-5-13 都市綠化之功能與效益表(續)

作者	年代	功能與效益
侯錦雄	1998	環境保護
		保護珍稀之地景環境、提供視覺愉悅的享受、蓄水保土及作為都市發生災害時之避難場所等環境保護機能。
		休閒遊憩
		紓解身心壓力、提供多樣活動機會的休閒遊憩機能。
		環境教育
		提供自然學習的場所，培養正確的環境知識以及愛護環境潛能等環境教育機能。
		文化傳承
		由於城市的生命原本就是連綿不斷的歷史延續，文明越進步根植於環境中的人類文明就越深厚；而歷史文物、史蹟的流傳正是公園所能達到的另依種呈現方式。
王小璘	1999a	公園之於都市猶如肺之於人體，具有淨化空氣、紓解擁擠、提供動靜及靜態的活動場所，有助於身心平衡，並可透過社會活動，建立社區意識及人際關係，有助於社會之和協及互助合作情誼之建立。
歐陽 嶠暉	2001	生態系充實效果、綠覆率增加擴及都市生態系、省能源效果、都市環境提升效果、生活環境的提升、安全性的保全、舒適性提升之效果。
		生態功能
王秀娟	2002	復舊土地、回覆地力、保護生態敏感區、提供生物棲地、覓食環境與遷移路徑。
		環境保護功能
		淨化空氣、水體與土壤、改善都市環境微氣候、防災避難、蓄水保土。
		景觀功能
		保護具特殊空間美質之自然環境、提供具相當空間美質生活環境與視野景觀。
		生產功能
		農、林、漁、牧生產功能。
		社會人文功能
		提供戶外集合活動、社交之場所、加強社會意識、培養環境美學基礎、凝塑環境文化共識、建立開放、民主之生活環境觀。
		休閒遊憩功能
		紓解身心壓力、提供多樣活動機會
		環境教育功能
		提供自然學習的場所、培養正確的環保意識、激發愛護環境潛能。

(資料來源:本研究整理)

都市之綠化，由於綠覆率的增加，可達緩和都市氣溫，創造廣域的舒適環境，達到提升都市生活品質(歐陽嶠暉，2001)；並透過綠交通設計而減少燃料使用，達到省能源之地球環境保護目標。同時防止都市水災、噪音、並防止火災延燒、淨化空氣、調整日光照射之多層作用，達到周邊環境保護之效益，如圖 2-5-1 所示。

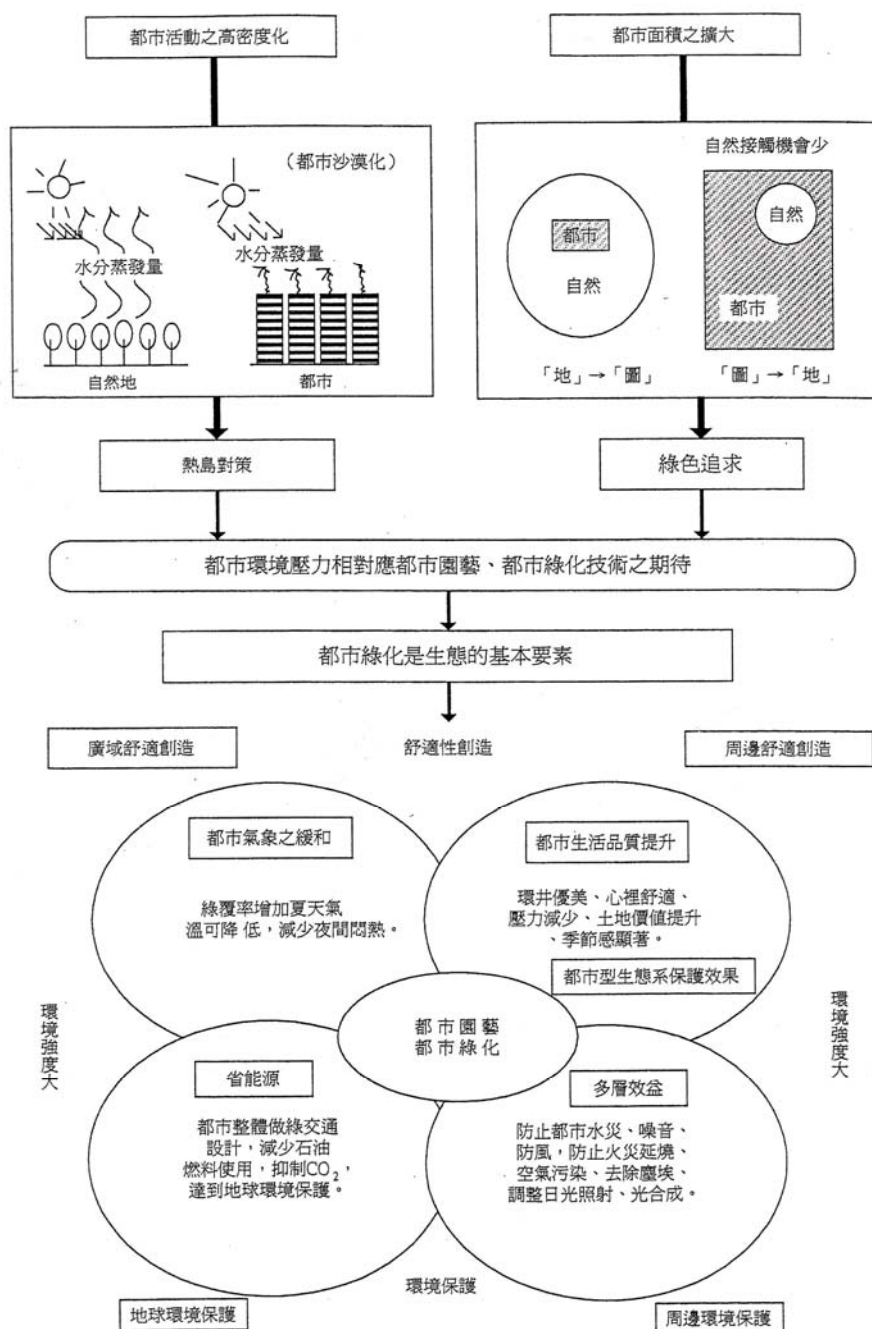


圖 2-5-1 都市綠化之效益

(資料來源:歐陽嶠暉, 2001)

七、綠化相關研究

由綠化相關研究指出，建築物的屋頂及壁面的綠化，可降冷氣機的負荷，因建築物之熱貫流負荷由太陽的輻射熱被壁面及屋頂等構造物所吸收，再呈現熱而放出於室內，建築物的屋頂及壁面的表面溫度，在夏季達 50°C – 60°C ，但若經綠化，約可保持與大氣同一溫度，可減輕自屋內上部下來的輻射熱(王小璘，許瑞銘，2005；王小璘，2006；歐陽嶠暉，2001)，張簡宏裕(2002)以鵝掌藤為例，探討屋頂覆土植栽對日射熱能之熱收支，研究中顯示植物層所提供之隔熱效果約

佔了 80 %之總日射熱能，土壤層所提供之熱阻機制約佔了 20 % 之總日射熱能，陸建華(1999)研究出有綠化住宅年可減少 514.6 公斤的 CO₂ 排放量，且若全國新建築屋頂平台綠化約減電力一億二千萬元，23,143 公噸的 CO₂ 排放。高國峰(2000)藉由表面溫度、氣候狀況及熱流等的分析，得知綠化植栽無論是對單一建築物或是都市建築群的表面溫度，均有明顯的降溫及緩和作用，在爬藤立面傳熱的觀測上，以受陽側的密爬藤分佈情形為例，其傳熱率的值為 4.48(w/m².K)，換算熱阻為 0.22，就隔熱效果而言，等效於 1B 磚牆之構造。

王小璘(1999a)於都市綠化量視覺評估之研究中顯示，當植栽密度在 13%時的景觀，當植栽密度在 13%時的景觀環境，不論是何種植栽類型，皆是最不受人喜好的，而隨著植栽密度的增加，觀賞者的景觀偏好隨之提高，同時證實了綠視率 25%為受人喜愛的綠色環境中綠量指標的臨界值，蘇瑋佳(2001)則是探討立面綠化中，植栽設計細部屬性對消費者偏好之影響，找出適合缺乏綠化空間之都市商業街道的綠化原則，徐正杰(2003)針對地表的透水與否及市區綠覆面的綠化效果，探討其影響微氣候的情形，進而提出改善高溫化與微氣候的策略，張習賓(2006)探討定量的植栽特性與定性的景觀美質與認知之間的關係，歸納出定量的植栽配置準則，吳黛岑(2007)運用算流體力學(CFD)之研究方式建立「植栽體與建築體」的數值模擬，探討都市室外環境植栽對於微氣候影響，簡玲雅(2007)運用 2005 年之航照圖進行影像自動辨識綠覆地，研究綠地與綠覆地率之現況，並探討台中市都市發展歷程對於綠覆地率之影響要因；此外，林憲德等人(1998)，研究顯示透過植栽綠化將可平衡建築物 CO₂ 排放，且透過規範建築容積率，樓層高度及建蔽率以留設更多綠地面積才能符合永續都市建築觀點，林孟儒(2002)以都市二氧化碳分佈型態，計算出各分區二氧化碳減量相對應之植栽種類單位及綠化所需面積，並提出未來各分區之綠化規範以及綠覆率修訂策略等，期以符合都市二氧化碳減量趨勢，進而朝向都市環境永續之目標。諸多綠化之相關研究皆可證明綠化植栽的保持與增加，對都市與建築的環境有實質的助益。

小結：

綠化可達到物理性、化學性、生物性及心理之效果，是現代居住環境品質重要指標與概念，綠意盎然的城鄉規劃可以使人感到滿足，促成身心的健康，此外，由相關研究中，可瞭解植栽綠化的貢獻。

綠化在都市中扮演著重要的角色，且為都市生態系統中重要的一個基礎設施，綠化分佈的數量、型態以及連結度，皆會影響都市維生系統的循環及完整性，破碎的綠化將導致生態功能的衰弱，因此，設置各種型態的綠地(如：公園綠地綠化、屋頂綠化、建築立面綠化、街道綠化等)，除了提供不同物種的生存需求、提升人類生活環境品質，並能聯繫都市與郊區的綠地資源，擴大生物棲地，促使人為環境與自然環境的平衡。因此，本研究之重點，即為透過都市潛在綠化空間之綠化，提昇都市綠化環境。

第六節 綠化相關實測方法

一、遙感探測

(一) 遙感探測定義與原理

Remote Sensing 於 1960 年由美國學者 Evelyn L. Pruitt 所提出之科學名詞，民國 60 年代末期經濟部的遙測推動小組將其譯為「遙感探測」，簡稱「遙測」。遙測(remote sensing, RS)是以人造衛星或飛機為載台(platform)，利用電磁波感測器，以不必接觸物體，同時透過攝影或掃描的方式，接收及計測從物體反射出來或自物體本身放射出來的電磁波之能量，予以量化之後，依物體空間分佈的相對關係及訊號的時序先後加以記錄並儲存，經過電腦適當的處理之後轉變成影像，再透過人腦的判斷，確定目標物或物理現象的屬性以及目標物之間的關係或者物理現象的成因或演變過程的一門科學(潘國樑，2006)，遙感探測應用流程如下圖所示(圖 2-6-1)。

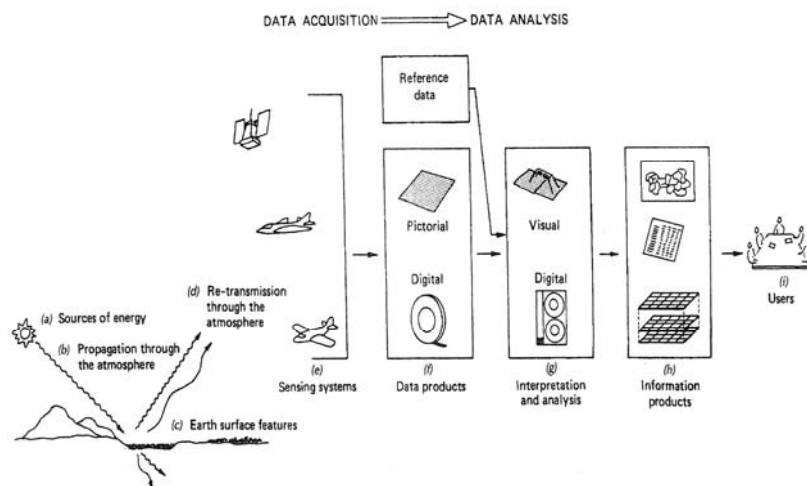


圖 2-6-1 遙感探測應用流程

(資料來源:劉致亨, 2007)

遙測大致可分為影像取得、影像處理及影像判釋等三大部分，分述如下：

1. 影像取得(image acquisition)

影像取得(image acquisition)乃透過載台搭載感測器接收地表物體反射太陽光之輻射，或是物體本身放出之輻射、微波等，轉換成數據資料，進入第二部分的處理階段。影像取得方式可分為被動式(passive)與主動式(active)遙測系統；被動式即為光學攝像衛星，主動式即為雷達攝像衛星，其中雷達探測系統又以合成孔徑雷達為主，稱為 SAR(Synthetic Aperture Radar)影像(劉致亨, 2007)。

2. 影像處理

遙測影像以大面積廣泛地擷取地面資料，但大量的資料對於研究者而言並非完全適用，因此必須透過某些影像處理(image processing)步驟，求取對研究有意義的數據或圖像。可分成前處理、揚顯處理及分類處理(潘國樑，2006)：

(1) 前處理(preprocessing)

前處理(preprocessing)可由原廠或影像經銷商加以處理，包含幾何校正、影像正攝化等。

(2) 揚顯處理

在遙測影像中，因為儀器、大氣以及其他的因素，常會造成所獲得的原始影像往往偏暗，造成判釋上有所不易，為了使影像能夠容易且確實的判釋，將原始的灰階值重新分配，充份利用灰階值的範圍，以利展示，這一處理過程稱為影像增揚(enhancement)。

影像增揚的目的主要是為突顯目標物與非目標物之間的光譜差異，透過增揚的動作將影像轉換為方便人工判讀的影像，例如影像灰度的轉換、色彩轉換、HSI轉換等。另一方面，為了方便特徵粹取(feature extraction)之工作。

(3) 分類處理

分類處理(classification)，係指將各種地表覆蓋不同的光譜反射特性作為分類的依據，使用者便可由具有複雜資訊的衛星影像中取得所需的資料。常見之分類法可概分為監督式分類與非監督式分類兩類：

a. 監督式(supervised classification)

由已知地表類別光譜特性來做影像分類，分為訓練階段及分類階段二個階段。在訓練階段中，需先進行影像中的類別分析與判識，以進行各訓練區的圈選。因為訓練區的圈選對於分類的好壞具有甚大的影響，因此應儘可能讓訓練區較為勻質(homogeneous)。在分類階段，則可利用最小距離法(minimum distance classifier)、最大概似分類法(maximum likelihood classifier)、決策樹法(decision tree)等分類器(classifier)進行。最後進行精度的驗證，以確定其分類成果是否可以使用，檢驗成果所使用的精度分析，常使用誤差矩陣(Error Matrix)進行分析。監督式分類的結果一般而言精確度較高，且對於分類結果類別較容易掌握。然而並非所有的遙測影像，皆能事先得知或取得實際地面上地類覆蓋的情況與光譜特性，因此，使用監督式分類有應用上的困難。此時，非監督式分類提供一項選擇(郭麟霖，2000)。

b. 非監督式分類(unsupervised classification)

最常見的即ISODATA分類法，屬於反覆式(迭代)分類法，由各類別的初始值經反覆的修正而達到分類目的。在ISODATA分類法中，僅需人為訂定欲分類的類別數以及迭代的條件限制，即可透過電腦軟體進行分類的工作。

3. 影像判釋(image interpretation)

衛星影像判釋的基本方法可分為下列(潘國樑，2006)：

(1) 直接判釋

判釋人員直接辨認影像上的物體或現象。

(3) 比對判釋

預先建立一套地物的影像特徵，編製成標圖樣，根據標準圖樣與未知物體做比對，影像特徵類似者歸於同一類。

(4) 推理判釋

需要邏輯的思考與判斷，利用物體的相關性或人類行為的習慣性，間接推理。

(二) 遙測衛星影像種類

目前較為通用的環境遙測衛星及其感測器作一簡要的說明(詳見附錄一)。

(三)應用遙測影像萃取植生覆蓋資料

由前述可知遙測影像乃透過衛星上之感測器廣泛收集地表物體的輻射資訊，再透過一連串之影像處理的方式(影像特徵增顯或影像分類)取得目標資訊。因此，若研究者欲由遙測影像取得研究目的所需的資訊，首先應了解研究目標物的光譜特性。

1. 植物的光譜特性

地物均有自己獨特的光譜反射與輻射特性。相同的物體具有相同的光譜特徵，不同的物體由於組成物質的不同以及結構的不同而有不同的光譜特徵。因此，可根據各物體不同的光譜特徵，由遙測感測器所接收到的光譜資訊來識別不同的物體。

植物在可見光區($0.4\mu\text{m} \sim 0.7\mu\text{m}$)由於色素的強烈吸收(圖 2-6-2)，因此反射率整體而言不高。而植物葉中的葉綠素在 $0.45\mu\text{m}$ (紅光)以及 $0.67\mu\text{m}$ (藍光)處，對電磁波有較強的吸收，使得相較起來在 $0.5\mu\text{m} \sim 0.6\mu\text{m}$ 處呈現較高的反射率，而這項特性使得植物葉片呈現綠色。而植物的葉肉細胞其細胞壁與細胞間隙折射率不同，導致多重反射，使得植物在近紅外波段($0.74\mu\text{m} \sim 1.3\mu\text{m}$)時呈現高反射率。所有的健康綠色植物的基本光譜特徵皆很相似，雖然隨綠色植物的種類、構造的不同，其反射光譜的光量也有所不同，但其形狀變化基本上是相似的(陳述彭、趙英時，1992)。都會區常見的地物反射曲線，如圖 2-6-3，其中混凝土在不同波長的反射率都很高，只有在近紅外光的地方比植生稍低；而與其相反的是柏油路面，它在各個波長都很低；但相較之下，仍以水體為最差的反射體(潘國樑，2006)。

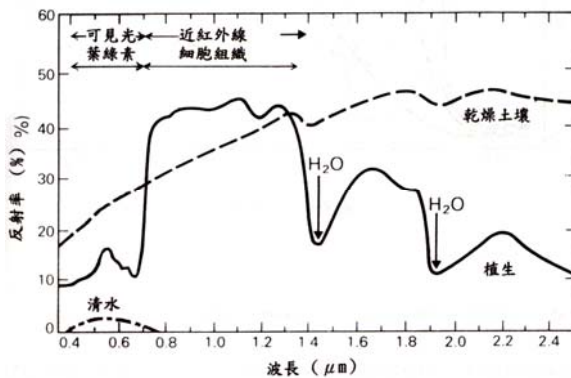


圖 2-6-2 植生的反射曲線

(資料來源:Goetz *et al.*, 1983)

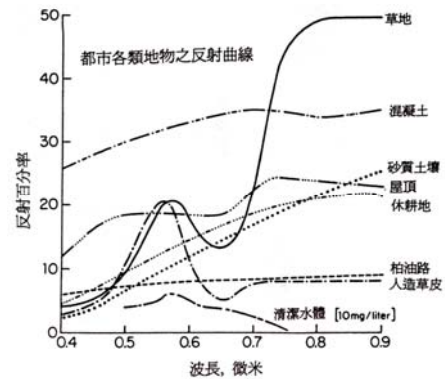


圖 2-6-3 大都會區常見的地物反射曲線

(資料來源: 潘國樑，2006)

2. 植生指數

前述提到，當了解某地物之光譜特徵後，我們便可透過特徵萃取的方法萃取出遙測影像的光譜特徵，進而取得影像中目標地物的資訊。而植生指數便是利用植物的吸收紅光反射近紅外光的光譜特性，來萃取影像中的光譜特徵進而獲得植物資訊的一項指標。在眾多的植生指數中，以常態化差異植生指標(Normalized

Difference Vegetation Index, NDVI)最常被使用(謝漢欽、鄭祈全, 1995、Fung & Siu, 2000; 呂秀慧, 2001、江中豪, 2002、吳振發、詹士樑, 2003、劉振榮等, 2003)。常態化差異植生指標的計算公式如下：

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R}, -1 < NDVI < 1$$

其中 IR 為近紅外光波段之數值, R 為紅光波段之數值。理論上當某像素之 NDVI 大於 0, 則此像素可能為植生, 值越接近於 1, 表示植生的生長情形越好或生物量越大。岩石、土壤在紅光及近紅外光之波段反射強度相似, 因此其 NDVI 值在零附近, 而水、雲與雪在紅光的反射強度較近紅外光強烈, 因此 NDVI 值負值。但由於衛星影像會受到大氣等因素的干擾, 使植生覆蓋的門檻值可能有所偏差, 使用者可利用前人之建議值來判釋植生。

除了透過 NDVI 指數判視植生分布外, 不少學者利用 NDVI 指數與都市綠地品質或都市環境品質進行相關性分析, 試圖以 NDVI 指數視為都市環境品質或綠化程度的指標 (Fung & Siu, 2000; 江中豪, 2002; 吳振發、詹士樑, 2003)。

3. 植生覆蓋資料之萃取

植生覆蓋資料萃取乃指將衛星影像中之植生區域及非植生區域加以區分, 以取得研究所需的植生覆蓋情況。

二、地理資訊系統

地理資訊系統(Geographic Information Systems), 簡稱GIS, 可整合點、線、面等各種空間資料及屬性資料, 以電腦為輔助基礎, 進行空間資料的建立、存取、管理、分析及展示等, 並可依特殊用途與其他資料相連結, 而作更廣泛的應用(周天穎等, 2000), 可說用來將空間資料轉化為資訊的工具。

(一)資料格式

GIS 可分為兩個主要部份探討, 一為空間資料(spatial data); 另一為屬性資料(attribute data)。空間即其地理區位(geographic location), 是至地理空間上的相對位置, 通常以座標的方式來表示, 如經緯度或是臺灣常用之橫麥卡脫座標等; 屬性資料是只描述性的資料, 描述空間的特性, 由文、數字構成, 且隨時間的變化而變化, 一般是以關聯式資料庫(relational database)來加以儲存。

此種資料數量龐大、複雜, 難以文字或數學公式來表達他的分佈、配置與差異, 因此藉由電腦功能整合各種空間資料及屬性資料, 建立一個完整資料庫, 透過共通的標準編碼、資料檔的欄位格式、網路系統架構及有效的資料管理制度, 將散佈於各單位間之資料整合, 以達資源共享目的(周天穎等, 2000)。

(二)特性與功能

GIS 領域之學者對於GIS 有不同的見解與定義, 但從GIS基本功能來做個瞭解, 陳泰弘(2001)整理之特性與功能, 如下：

1. 輸入、編輯、轉換資料

GIS的資料來源可以是數化糾正後的影像圖、航測圖、GPS(衛星定位)、傳統地圖、或是經由實際測量調查而得之。

2. 可存取、查詢資料

由於地圖是真實世界的縮影，但是一般查詢地圖時只需查看某些特定的主題(例如氣候圖、地形圖、都市計畫圖等)，而非鉅細靡遺的各類事物，所以GIS 便可以詢問方式、設定條件的方式查詢及存取所需資料。

3. 空間分析

透過關聯式資料庫的轉換連結，GIS可對圖上物體的屬性資料執行分類、比較、計算，並透過座標資料的連結，將不同主題的地圖層層套疊，以作更複雜的分析模擬。

4. 圖資展示

GIS除了可將處理後的資料產製出新的數值地圖，並可同時展示屬性表格、統計圖表、圖形、以及相片等，使用者可將所需資料製作成主題圖的形式展出。

5. 資料輸出功能，GIS資料輸出方式可經由繪圖機及印表機列印出。

三、遙感探測與地理資訊系統應用於都市綠化之相關研究

近年來，隨著遙感探測技術廣泛應用與商業衛星日益普及，有更多的衛星影像可供作研究選擇，同時對於空間資訊研究開啟新的方向，如：鄧東波(2001)應用遙測資料分析都市綠地空間分佈，結合地理統計方法與景觀生態學原理探討都市綠地；江中豪(2002)，利用遙測影像植生指標之運算，推估都市街廓現況之綠覆率，並將都市地區綠化程度現況，與目前土地使用分區之綠覆率等都市綠化程度指標相比較，探討現況與法規間之差異，以提供未來都市綠地規劃參考應用；許芳毓(2005)，利用 SPOT 衛星影像萃取出台南市之植生覆蓋資料，並提出了一項利用景觀結構指標以及雷達圖的破碎化辨識方法，以此方法分析了台南市各行政分區的植生指標變化，再以分析的結果提出各行政分區的綠化策略；蔡娜文(2002)，利用高解析度衛星影像，分析都市建成區土地覆蓋類別，比較傳統衛星影像分類之成效；相關研究中皆指出遙測可精確將植生分類，由於植生在判釋過程中，植生種類如水稻田、草地、林地容易造成混淆，吳政庭(2004)、鄭丁元(2006)，利用紋理資訊輔助遙測影像判識，以解決水稻田在與其它植生(草地、林地)判釋時之混淆情形，提高分類成果精準度；劉其揮(2005)，結合遙測與地理資訊系統於都市發展研究，進而提出都市未來可能發展之方向與趨勢。

另外，地理資訊系統方面之應用，方梅萍(2002)以景觀生態學為理念，地理資訊系統為工具，輔以馬可夫鏈模式及景觀多樣性指數，建立台中市 73、83 年景觀格局資料庫，以瞭解台中市景觀格局變遷之空間分佈情形，並據此分析台中市景觀格局變遷之趨勢與影響因素，郭柏嚴(2000)、吳崇銘(2007)，採用移動觀測法利用地理資訊軟體進行環框分析與網格分析，找出影響公園環境相關因子，

包括：樓地板密度、人口密度、綠覆率、鋪面密度等。研究結果顯示不透水人工鋪面，將導致公園內部溫度上升，遙測技術與地理資訊之應用日趨廣增；李洋毅(2006)，藉由不同綠化形態的使用下，以測量溫差變化與周邊土地使用的關係程度，利用數據資料針對不同綠化類型提出影響的迴歸公式，之後搭配地理資訊以3D-GIS 視覺化模擬出空間內綠化形態影響之範圍，探討綠化形態對都市熱島效應之影響效果。

小結：

隨著空間資訊科技的進步，航空遙測照片判釋及衛星影像資訊的萃取、應用之普及化，使得大尺度的資源調查、分析已能輔助各種都市格局發展、景觀規劃、土地使用變遷等景觀學應用相關議題；而衛星遙感探測之技術具有全面性、即時性及低成本之優點，再加上植生綠地對於衛星遙測技術中近紅外光波段之反射強烈之特性，同時利用地理資訊系統進行資料的處理與管理，可提昇遙測影像的操作性與應用性，較航空照片更適合景觀學上的綠地資源調查分析之應用。

第七節 綠化相關法規

綠化是評價都市環境的重要指標與概念，強化都市綠化工作，除了理念的實踐外，需要政策與法規的配合且具體落實才能達成。本節針對國內、外綠化相關法規進行蒐集整理(詳見附錄二)與探討分析，以瞭解現階段都市綠化政策及相關法令之規範層面，作為本研究之參考依據。

一、國內現行綠化法規

國內都市綠化法規繁多，且分散善於各類型的法規當中(詳見附錄三)，故本文將各依區域規範尺度分為「綱要性指導計畫」、「都市與都市設計相關規範」以及「建築基地設計相關規範」等三個層級，進行說明：

(一)綱要性指導計畫

我國現行之國土計畫體系由上而下依序為「國土綜合開發計畫」、「區域計畫」與「縣(市)綜合發展計畫」等規劃體系進行土地使用管制。上位之國土綜合開發計畫乃具有綱要性指導原則，以作為協調部門計劃與指導下位計畫之功能，但長久以來缺乏法源基礎，其中「縣市綜合發展計畫」尚無法定地位，使整個國土空間發展規劃至今仍面臨相當多的問題，致使綠化管制更是難以依循。

為了解決上述的問題，內政部營建署於民國 91 年提出「國土計畫法(草案)」，以確立國土空間發展架構，期能更有效的將區域資源整合，並以「綠色矽島」之理念為願景，確保國土永續發展，對於國內綠化資源之發展能有更為明確之規範及方向。

(二)都市計畫與都市設計相關規範

都市計畫法為改善居民生活環境，並促進市、鎮、鄉街有計畫之均衡發展所制定，包括市鎮計畫、鄉街計畫以及特定區計畫等，是最直接影響都市的配置以及規劃發展；而都市設計更直接影響都市市容、公共開放空間等景觀，具有塑造都市特色，提升環境品質之功能，其內容與建築設計、都市規劃並不相同。

(三)建築基地設計相關規範

近年來國際間對綠化議題的重視程度不斷升高，我國政府也致力發展「綠建築」的相關研究，使綠建築政策能有效推廣、宣導、實際操作及落實執行，並更進一步執行建築基地空間綠化，其建築基地設計相關規範。

二、國外相關綠化法規

在日本的案例中可發現，針對私人屋頂、牆面、陽台空間綠化多以獎勵或協助的方式進行，並積極進行綠化推廣及宣導工作，與民間業主合作開發新綠化技術，而歐洲國家早已針對建築基地內進行綠化規範，近年來，其他較具規模的城市如北京市於1990年7月起開始實施「北京市城市綠化條例」；上海市於2007年起開始實施「上海市綠化條例」，其中皆針對都市不同土地使用進行綠化規範，可發現這些開發中或已開發中的國家，對於綠化環境之重視。

第三章 研究方法

第一節 實證基地選取

台中市位於台灣的中心位置，地處於南北交通最重要的樞紐，為「台灣之心」，長期來致力於都市「綠空間」的打造，擁有完整的綠地系統，特別是綠園道系統構成大台中綠色網路，並經評選為最適合居住的城市；近年來，台中市工商業迅速發展，人口急劇增加，已形成工商型態的大都市。然而，在有限的土地面積下，都市飽和度促使都市不斷向外擴張，造成居住環境品質下降，此時公園、綠地空間就更顯為重要。



圖 3-1-1 台中市區位圖

因此，本研究基於下述原因，以台中市為實證研究基地，包括：

- 一、基地鄰近，相關資料取得容易。
- 二、具有完善的綠地系統，易於進行綠地的萃取與比較。
- 三、擁有完整的建成區，且都市邊緣地區尚未開發，具有潛力發展綠化空間。

第二節 研究架構

目前現有法令多以綠覆率為都市綠化發展指標，而都市中公園綠地與綠覆率是評價都市生活環境品質與環境質量的重要指標，隨者電腦技術的跟進，其可透過衛星遙測(RS)取得都市植生綠覆面積資料，並藉由地理資訊系統(GIS)進行分析探討，以了解都市整體綠量，進而得知都市綠量是否足夠，在不足的情形下，則可透過潛在綠化空間增加都市綠化量來彌補都市綠覆率之不足。其研究架構如下所示(圖 3-2-1)。

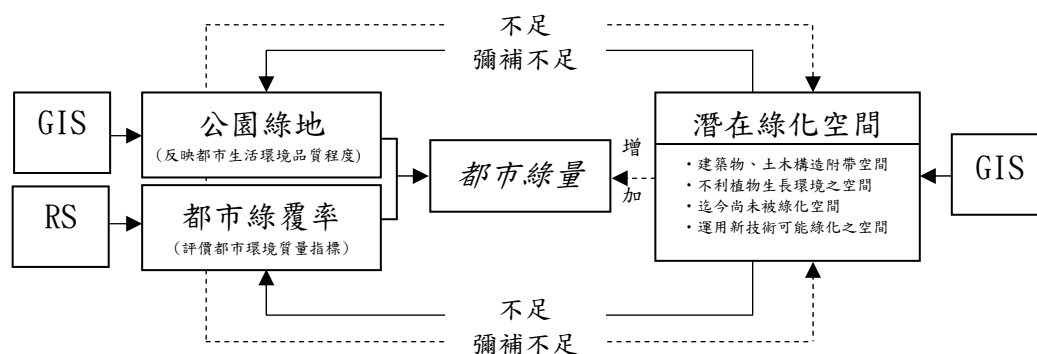


圖 3-2-1 研究架構圖

第三節 名詞釋義

一、都市植生覆蓋

植生覆蓋(vegetation)是指地表的植物分布空間，地表的植物可能包括喬木、灌木、地被等，不論是單植、列植、叢植，人工栽培或自然生長，也不論生長在哪個位置，公園植栽、行道樹、校園植栽、屋頂綠化、庭園綠化等等，皆可稱為植生覆蓋(許芳毓，2005)。而都市植生覆蓋所指的是位於都市區域中植物分布的空間，亦可以都市森林作為都市中植物群的總稱(韓可宗，1998)。而本研究探討都市地表之植物生長範圍的變化情形，並不考慮植物的各項屬性，如：樹種、樹高、樹冠等，僅以都市植生覆蓋稱之，意指由植栽垂直投影之面積作為植物生長的地表範圍。

二、綠覆面積：本研究所指之綠覆面積，即為「都市中植栽垂直投影之面積」。

三、綠覆率：本研究所指之綠覆率，即為「都市中植栽，包括：喬木、灌木、草花等之垂直投影面積與法定空地所占之百分比」。

四、公園綠地率：本研究所指之公園綠地率，為都市計畫中劃設之公園綠地面積與區域面積所占之百分比。

第四節 研究方法

一、研究資料

本研究擬以遙測衛星影像進行都市植生覆蓋之判釋，以取得台中市綠覆面積資料，探討台中市各區綠覆率與公園綠地狀況。此外，亦針對潛在綠化空間進行探討，研究資料分述如下：

(一)衛星遙測影像

本研究採用台中市 2008 年 1 月 5 號 SPOT-5 融合影像(詳見附錄三)，含紅、綠、藍三個波段，購買於國立中央大學太空及遙測研究中心，影像等級為 Level3，已經過幾何、輻射校正處理之影像，地面解析度為 2.5M。

SPOT(Systeme Probatoire d' Observation de la Terre)是法國於 1986 年 2 月發射的高性能地球觀測衛星，它搭載二台高解析度感測器 HRV(High Resolution Visible imaging system)，具有通過斜視進行立體觀測等優點。1986 年 2 月發射了 SPOT-1 號至 2002 年已發射至 SPOT-5 衛星，但 SPOT-1 於 2004 年停止運轉，SPOT-3 於 1996 年毀損，目前 SPOT-2、4、5 仍運作正常(許芳毓，2005)，此衛星屬於光學影像，夜晚或天候不佳、有雲層時就無法接收(周崇聖，2006)，以下資料摘自中央大學太空及遙測研究中心。

SPOT 系列衛星為太陽同步衛星，平均航高 832 公里，通過赤道的時間為當地時間上午十點三十分，通過台灣上空約為十點四十五分。軌道與赤道傾斜角 98.77° ，繞地球一圈週期約 101.4 分，一天可轉 14.2 圈，每二十六天通過同一地區，SPOT 衛星一天內所繞行的軌道，在赤道相鄰兩軌道最大距離 2823.6 公里，全球共有 369 個軌道(Track)。

SPOT-1~3 衛星上有兩組 HRV 感測器，每一組感測器分別擁有多光譜態(XS)及全色態(PAN)兩種模式。該影像由綠光、紅光與近紅外光等三個波段組成，其光譜波段區間(表 3-4-1)。SPOT-4 號衛星，於 1998 年 3 月 24 日發射升空，其最大的特點在於新增的短波紅外線波段(SWIR, Short-Wave Infrared)、以及一個專用於地表植被分析研究的儀器 VI(Vegetation Instrument)。

表 3-4-1 SPOT XS 衛星原始影像的光譜波段區間

光譜波段	SPOT XS 衛星原始影像
綠光波段	0.5 μm -0.59 μm
紅光波段	0.61 μm -0.68 μm
近紅外光波段	0.50 μm - 0.73 μm

(資料來源：楊龍士等，2006)

SPOT-5 號衛星於 2002 年 5 月 4 日發射升空，擁有三種光學儀器分別為兩個 HRG、VI、以及 HRS。而每一個 HRG 儀器分別擁有兩個全光譜影像(HM)、一個多光譜影像(HI)、以及一個短波紅外線波段(SWIR)影像。其中，HM 有 12000 個 CCD 空間解析度為 5 公尺，HI 有 6000 個 CCD 空間解析度為 10 公尺，而 SWIR 則有 3000 個 CCD 空間解析度為 20 公尺。若利用兩組 HRG 感測器同時拍攝 HM 資料，再經過影像融合處理可以提昇其空間解析度到 2.5 公尺，稱為超解像模式(Supermode)影像，而像幅寬度仍維持為 60 公里，是目前中高解析度衛星中，幅寬最廣之衛星資料。

在定位精度方面，過去 SPOT-1~4 衛星利用載體軌道參數所得到之絕對定位誤差約為 1000 公尺，而 SPOT-5 衛星利用 Star Tracker 與 DORIS 系統進行姿態與軌道位置之定位，在未使用地面控制點且為平坦地形之絕對定位精度已可提高到 50 公尺。表 3-4-2 為 SPOT 系列衛星資料空間解析度與感測器光譜模式。

表 3-4-2 SPOT 系列衛星資料空間解析度與感測器光譜模式

衛星代號	感測器	光譜模式	空間解析度
SPOT-1~3	HRV	全色態 PAN	10 m
		多光譜態 XS	20 m
SPOT-4	HRV	單色態 M	10 m
		多光譜態 XI	20 m
SPOT-5 (本研究採用之影像)	HRG	全色態 HM	5 m
		超解像模式 THR	2.5 m
		多光譜態 HI	10 m

(資料來源：中央大學太空及遙測研究中心)

(二)台中市相關圖資

本研究使用台中市相關圖資，包括：台中市行政分區圖、都市計畫圖等(詳見附錄三~八)，用於探討台中市行政區域劃分及疊圖分析時之參考資料。

表 3-4-3 本研究使用圖資表

圖名	檔案格式	本研究之應用	資料來源
台中市 2008/1/5 號 SPOT-5 衛星影像圖	*.img	透過衛星影像萃取植生分布之資訊，轉換為*.shp 格式，作為綠覆地分之資料	購買於中央大學太空及遙測研究中心
台中市行政分區圖	*.shp	各行政區界分析之依據	台中市政府
台中市都市計畫圖	*.shp	藉由都市計畫圖了解各使用分區綠化狀況，並取得公園綠地分布資料進行疊圖分析	台中市政府
台中市建物分布圖	*.shp	屋頂面積資料取得之依據	台中市政府
台中市道路圖	*.shp	道路面積資料取得之依據	台中市政府

(資料來源:本研究整理)

二、研究工具

(一)ERDAS IMAGINE 8.7 軟體

由美國 Erdas 公司發行，以處理遙感探測與地理資訊系統影像資料為主的軟體，其功能包含影像資料的展示(Viewer)、資料輸入與輸出格式的轉換(Import/Export)、影像處理(Interpreter)、影像分類(Classifier)等功能。本研究主要以 Erdas Imagine 8.7 進行影像分類。

(二)ArcGIS Desktop 9.2 軟體

本研究使用 ArcGIS Desktop 9.2 進行編修、轉檔、疊圖及成果展示等工具。

三、植生覆蓋資料之粹取

本研究參考潘國樑(2006)，將植生資料萃取分為三個步驟，包括:影像增揚處理、影像分類、精確度評估等，其內容說明如下:

(一)影像前處理

本研究所購買之衛星影像已經過幾何、輻射校正處理。故影像前處理部份，則利用 Erdas Imagine 8.7 軟體進行原始影像的裁切及影像增揚，影像增揚採用對比增揚(Contrast Enhancement)中的標準差線性增揚(Standard Deviation Contrast Stretch)，利用標準偏差來修正影像的展示效果，以改善影像的清晰度方便後續影像判釋之工作。

(二)影像分類

本研究使用監督式分類法中常用的最大概似分類法進行影像分類。最大概似分類法，是假設每個地物類別出現機率相同，且為常態分佈，由Signatures所提供每種地物的統計資料，以機率密度函數來計算像元與其相似度，即各類別的機率高低，得到相似度最大的類別，像元即為此類別。

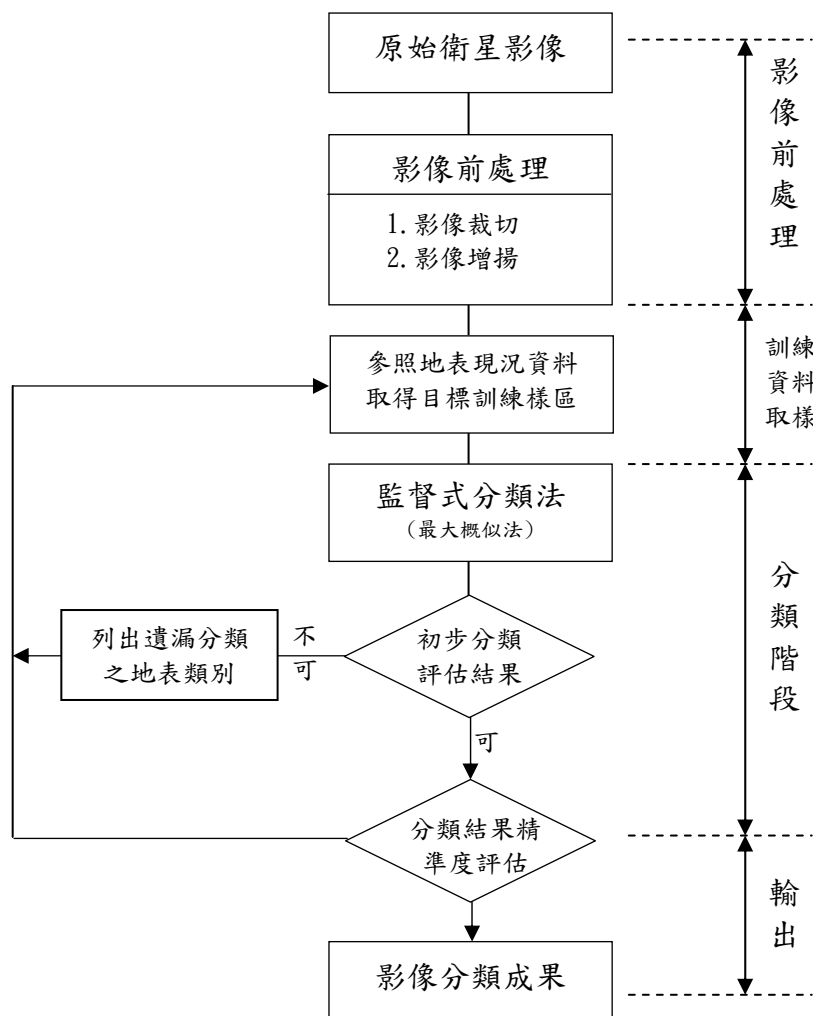


圖 3-4-1 影像分類流程圖

(三)分類精確度評估

光譜影像的分類精準度評估 (Assessment of Classification Accuracy)，指在影像分類完成後，依據所蒐集的地面真實現況參考資料(Reference Data)，評估分類後影像之準確性(楊龍士等，2006)。一般常以誤差矩陣(The Error Matrix)來表示評估之結果。

1. 檢核點樣本數

依據統計學理論，若母體未知，而為了能準確地推估母體數目，且在一定的誤差界線之下，若屬於大樣本時(一般以大於30為基礎)，可假設其為常態分布，由下列公式求算出所應抽取的樣本數(張紘炬，1988)。Congalton(1991)建議抽取的樣本數以大於250為佳。

$$n = P(1 - P) \left(\frac{Z^2 / \alpha}{e} \right)$$

n=樣本數

P=樣本比例

e=可容忍誤差值

2. 誤差矩陣

上述所提抽取的樣本數，運用於影像分類精準度評估過程時，即所需檢核的像元數目，而此像元數目則依據所分類影像的像元數多寡而定，亦即，影像分類準確度的評估乃以一個像元的大小為基礎單位，經由以隨機方式抽取檢核的像元（又稱檢核點）後，輔以現地調查資料或土地覆蓋等相關的輔助圖形資料，逐一的加以校對每一個檢點後，可產生一統計表，稱為誤差矩陣（楊龍士等，2006），此矩陣中，行(column)為參考資料的檢核點數，列(row)為檢核資料（表3-4-4）。

表3-4-4 誤差矩陣表

分類後 土地覆 蓋類別	參考資料(地面真實資料)					生產者 精確度
	類別A	類別B	類別C	類別D	列總計	
類別A	X_{11}	X_{12}	...	X_{1n}	$\sum_{i=1}^n X_{1i}$	$\frac{X_{11}}{\sum_{i=1}^n X_{1i}} \times 100\%$
類別B	X_{21}	X_{22}	...	X_{2n}	$\sum_{i=1}^n X_{2i}$	$\frac{X_{21}}{\sum_{i=1}^n X_{2i}} \times 100\%$
類別C	$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
類別D	X_{n1}	X_{n2}	...	X_{nn}	$\sum_{i=1}^n X_{ni}$	$\frac{X_{n1}}{\sum_{i=1}^n X_{ni}} \times 100\%$
行總計	$\sum_{i=1}^n X_{i1}$	$\sum_{i=1}^n X_{i2}$	...	$\sum_{i=1}^n X_{in}$	—	—
使用者 精確度	$\frac{X_{11}}{\sum_{i=1}^n X_{i1}} \times 100\%$	$\frac{X_{12}}{\sum_{i=1}^n X_{i2}} \times 100\%$	...	$\frac{X_{1n}}{\sum_{i=1}^n X_{in}} \times 100\%$	—	—

（資料來源：楊龍士等，2006）

3. 誤差矩陣之指標

誤差矩陣所使用的指標分別有使用者精確度(Users Accuracy)、生產者精確度(Producers Accuracy)、總體精確度(Overall Accuracy)與Kappa統計值四種，本研究透過誤差分析矩陣使用得指標進行精確度探討，其指標分述如下：

(1) 使用者精確度(Users Accuracy)

使用者精確度，指分類後的各土地覆蓋類別，對應到地面真實參考資料時，真正為該種類別的百分比；亦即依據每一種分類，將對角線的數值，除以列所有數值相加之和，所產生的百分位數，公式如下：

$$\text{User's Accuracy} = \frac{X_{ii}}{\sum X_{+i}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{〔公式1〕}$$

亦即該類別的漏授誤差(Omission Error)，表示該類別在分類時被錯誤分類的數量有多少，其公式定義如下：

$$\text{誤授誤差} = 1 - \text{User's Accuracy}$$

(2)生產者精確度(Producers Accuracy)

生產者精確度，指屬於某一個真實地面參考資料的土地覆蓋類別之檢核點，有部分檢核點被錯誤分類，而被正確分類的像元數之百分比，將誤差矩陣中對同一種類分類，對角線的數值，除以行中所有數值相加之和，公式如下：

$$\text{Producer's Accuracy} = \frac{X_{ii}}{\sum X_{i+}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{〔公式2〕}$$

亦即該類別的漏授誤差(Omission Error)，表示該類別在分類時被遺漏的數量有多少，其公式定義如下：

$$\text{漏授誤差} = 1 - \text{Producer's Accuracy}$$

(3)總體精確度(Overall Accuracy)

代表分類後正確的土地覆蓋類別檢核點總數除以總抽取的檢核點數，所產生的百分比，亦即在誤判矩陣中對角線的所有數值加總除以全部樣本的總和，所產生的百分位數，公式如下：

$$\text{Overall Accuracy} = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ii}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{〔公式3〕}$$

(4)Kappa統計值

為了更能表現影像分類的誤差性，可藉由誤差矩陣相互運算而產生Kappa統計值，Kappa指標考慮自動分類和參考資料間及取樣和參數分類的一致性。一般而言，Kappa介於0~1之間，Kappa值越大表示分類精準度越高。

$$Kappa = \frac{\text{總體準確度} - \text{期望準確度}}{1 - \text{期望準確度}} = \frac{N - \sum_{i=1}^n X_{ii}}{N^2 - \sum_{i=1}^n (X_{i+} \times X_{+i})} \dots \text{〔公式4〕}$$

n=類別

N=類別個數的總和(指檢核點數)

X_{ii} =誤差矩陣對角元素

X_{i+} =類別的列總和

X_{+i} =類別的行總和

四、台中市各行政區綠化概況分析

本研究由衛星影像圖取得台中市植生覆蓋資料，轉為綠地向量檔後，利用GIS進行綠覆面積與綠覆率分析，並與都市計畫圖進行套疊分析。另外，依據都市計畫圖取得公園綠地面積，進行台中市公園綠地分析。

五、潛在綠化空間之萃取

經由各行政區綠化概況分析後，本研究將針對都市綠化法規中，開放空間進行潛在綠化空間萃取，其中屋頂綠化以台中市建物分布圖為依據(詳見附錄四)，道路面積計算則以台中市道路圖為依據(詳見附錄五)，以瞭解各區中含有多少可綠化之空間，以提供未來進行綠化空間之改善與推動。

第五節 研究限制

一、本研究使用 2008 年 1 月所拍攝之衛星影像為研究材料，故本研究數據僅能呈現 2008 年所拍攝當時之影像。

二、衛星取得影像時，由於太陽角度的關係，高於地表之物體所產生的陰影(如：高樓所產生的陰影)，將相鄰較低的事物遮蔽，不利於判釋。另外，在影像分類的過程中，由於水稻生長有季節性的變化，休耕中的水稻田、旱田上無生長植栽，其光譜反應與其他類別，如：道路、地面的光譜反應相近，因此在影像判釋時容易造成混淆。故本研究將休耕中的水稻田、旱田歸納為裸露地，並視為可被綠化，但非全年綠化之空間。

三、透過衛星影像近紅外光特性能取得植生分布、密度資料，但無法取得植栽立體層次(複層)的資料。

第四章 實證研究

第一節 研究地區概況

台中市位於台灣中部的台中盆地，四周均與台中縣接壤，位於東經 120.4° ，北緯 24.09° 之位置，東西寬度 14.2 km ，南北長度 11.3 km ，土地總面積為 163.4256 km^2 ，其中都市計畫用地面積 126.1017 km^2 ，約占全市面積之 77.16% ，是台灣第三大都市，僅次於台北市及高雄市，同時也是台中彰化都會區的核心都市，因人文薈萃，而有「文化城」的美譽。

全市分為中、東、南、北、西、西屯、北屯、南屯等八個行政區(圖 4-1-1)，總人口為 1,056,993 人，人口密度為 $6,467.73\text{ 人/km}^2$ (表 4-1-1)，其中以中區土地面積最小人口密度大，人口分布多集中於市中心區域，隨著與市中心之距離愈遠，人口密度愈趨降低。



圖 4-1-1 台中市行政分區圖

表 4-1-1 台中市各行政區面積與人口數

台中市行政區	(A)		(B)	(C)	
	土地面積		人口數	人口密度*	
	區域面積 (m ²)	佔總面積 (%)	(2008 年 1 月底)	(人/K m ²)	
台中市	163425600	100	1, 056, 993	6, 467. 73	
中區	880300	0. 54	23, 984	27, 245. 26	
東區	9285500	5. 68	73, 866	7, 954. 98	
西區	5704200	3. 49	117, 010	20, 512. 96	
南區	6810100	4. 17	110, 469	16, 202. 55	
北區	6937600	4. 25	147, 514	21, 262. 97	
西屯區	39846700	24. 38	198, 064	4, 970. 65	
南屯區	31257800	19. 13	146, 191	4, 676. 94	
北屯區	62703400	38. 37	239, 895	3, 825. 87	
北屯區	不含大坑風景區	16105562. 44	9. 86	175, 472	10, 895. 09
	大坑風景區	46597837. 56	28. 51	64, 423	1, 382. 53

(資料來源：2008 台中市政府網站；本研究整理*)

第二節 影像分類結果

一、影像分類

經由人工選取各 20 個植生、非植生訓練樣區，以監督式分類法的最大概似法進行影像分類後，再進行影像精準度評估，取得植生覆蓋資料(詳見附錄六)。由於以台中市的尺度無法看出細部的分布情況，因此本研究再以台中市行政分區圖進行疊圖分析，得到台中市各行政區綠覆面積資料，以作為後續疊圖分析之依據。

二、精準度評估結果

影像分類成果以電腦隨機抽樣 256 個檢核點，輔以衛星影像圖資，以人工判釋方法逐一的校對每一個檢點後，產生誤差矩陣表(表 4-2-1)，進行使用者、生產者、總體精準度與 Kappa 統計值之計算。

1. 誤差矩陣

經由誤差矩陣表，取得使用者、生產者精準度，如下(表 4-2-1)。

表 4-2-1 分類成果誤差矩陣表

分類後類別	參考資料				生產者精度
	未經分類	植生	非植生	列總計	
未經分類	95	4	0	99	-
植生	0	74	6	80	92.50
非植生	0	2	75	77	97.40
行總計	95	80	81	256	
使用者精度	-	92.50	92.59		

(資料來源：本研究整理)

2. 精確度指標計算

由〔公式 1〕、〔公式 2〕計算出使用者與生產者精確度，如下(表 4-2-2)。

表 4-2-2 使用者與生產者精度評估

分類後類別	使用者精度 (Users Accuracy)	生產者精度 (Producers Accuracy)
未分類	-	-
植生	$74/80 \times 100 = 92.50\%$	$74/80 \times 100 = 92.50\%$
非植生	$75/77 \times 100 = 97.40\%$	$75/81 \times 100 = 92.59\%$

(資料來源：本研究整理)

由〔公式 3〕計算，總體精準度： $(95+74+75)/256 \times 100 = 95\%$

由〔公式 4〕計算，Kappa 統計值：未經分類=0.9358；植生=0.8909；非植生=0.9620；總體 Kappa 值為 $0.9294 = 93\%$

經由各精準度指標計算結果，整體精確度為 95%，總體 Kappa 統計值為 0.9294，故影像分類精確度為 93%。

第三節 台中市各行政區綠化概況分析

本研究將台中市各行政區綠化概況分為二部份進行探討，一為台中市綠覆率現況分析；二為台中市公園綠地現況分析，內容分述如下：

一、台中市綠覆率現況分析

(一)各行政區綠覆面積與綠覆率

經由影像分類後取得都市植生覆蓋資料，計算各行政區綠覆面積(D)與綠覆率(E)，得到數據如下(表 4-3-1)。

由表 4-3-1 得知，台中市整體綠覆面積為 78,180,957.81 m²，綠覆率為 47.84%。各行政區綠覆率以升冪排序為，中區(3.82%)、西區(16.31%)、北區(16.87%)、東區(17.15%)、南區(27.45%)、西屯區(38.57%)、南屯區(39.73%)、北屯區(含大坑)(71.44%)；以中區最低，北屯區(含大坑)最高(圖 4-3-1)。

若將大坑地區另外計算，各行政區綠覆率以升冪排序為，中區(3.82%)、西區(16.31%)、北區(16.87%)、東區(17.15%)、南區(27.45%)、北屯區(不含大坑風景區)(29.25%)、西屯區(38.57%)、南屯區(39.73%)、北屯區(含大坑風景區)(71.44%)；其中仍以中區最低，北屯區(含大坑風景區)最高，但北屯區(不含大坑風景區)排名由最高降至第六順位(圖 4-3-2)，結果顯示，北屯區整體綠覆率最高，最主要原因為大坑風景區的劃設提升整體綠覆率。

表 4-3-1 各行政區綠覆面積與綠覆率統計表

行政區	類別	(A)	(D)	(D/A)=E
		區域面積(m ²)	綠覆面積(m ²)	綠覆率(%)
台中市		163425600	78180957.81	47.84
中區		880300	33608.47	3.82
東區		9285500	1592120.04	17.15
西區		5704200	930103.95	16.31
南區		6810100	1869322.34	27.45
北區		6937600	1170165.76	16.87
西屯區		39846700	15369209.52	38.57
南屯區		31257800	12419090.42	39.73
北屯區		62703400	44797337.31	71.44
北屯區	不含大坑風景區	16105562.44	4710750.48	29.25
	大坑風景區	46597837.56	40086586.83	86.03

(資料來源：本研究整理)

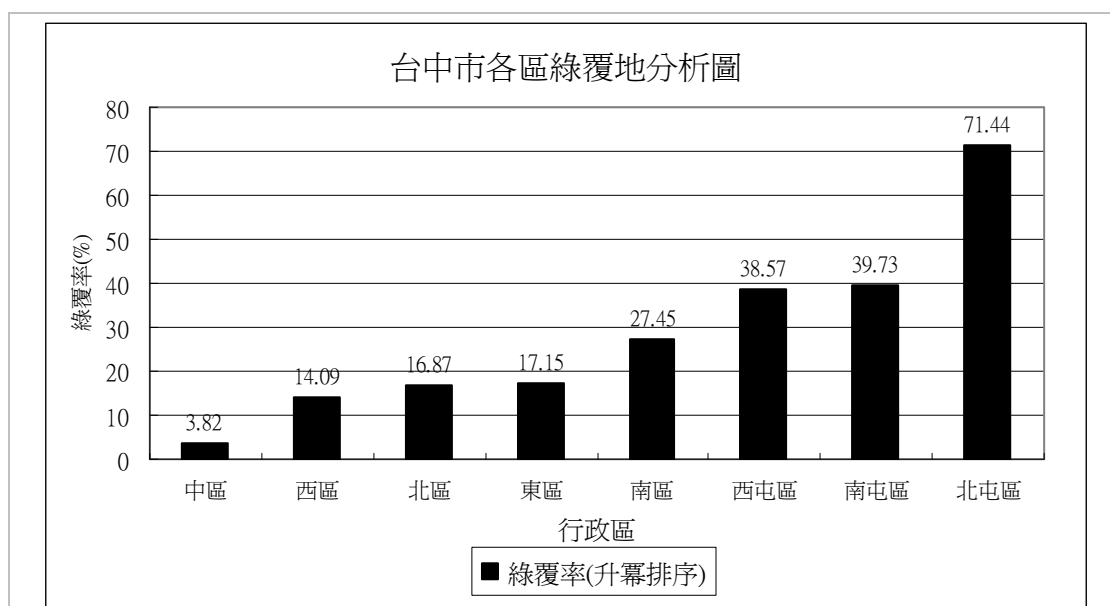


圖 4-3-1 台中市各行政區綠覆率(升冪排序)分析圖(1)

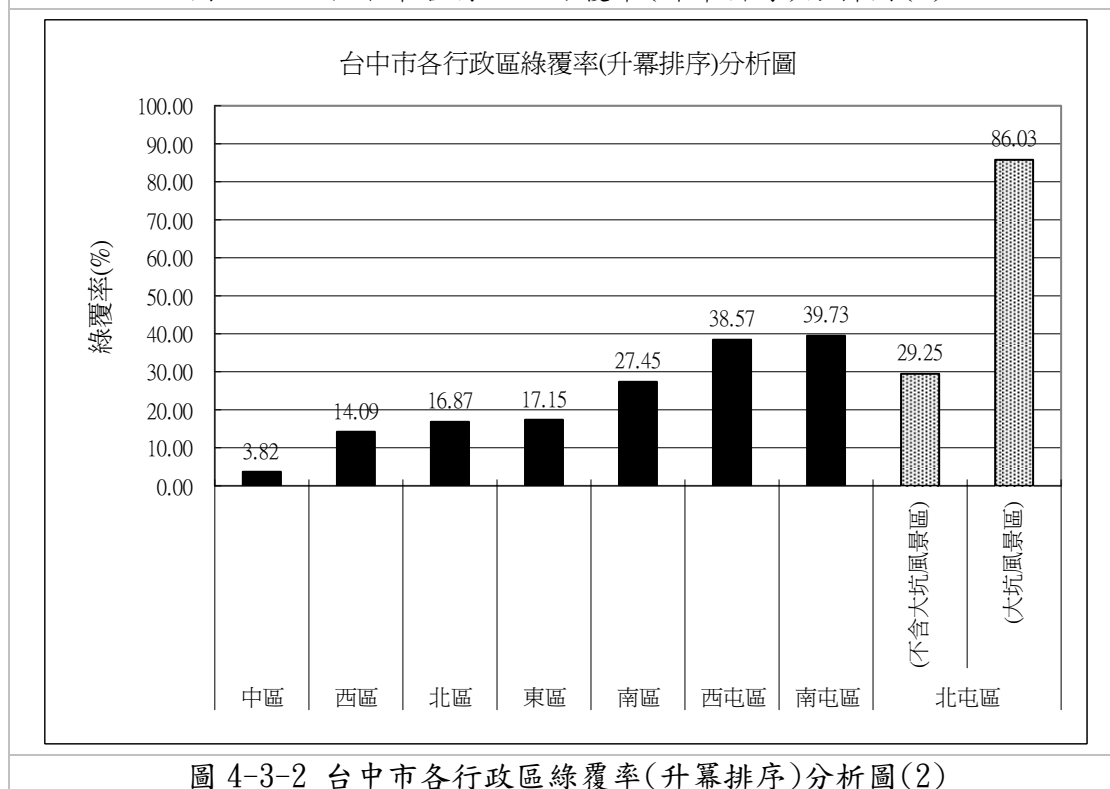


圖 4-3-2 台中市各行政區綠覆率(升冪排序)分析圖(2)

另外，將植生分布圖與都市計畫圖套疊(圖 4-3-3)，以了解台中市各土地使用分區之綠化情形，得到數據如下(表 4-3-2)，由表 4-3-2 得知住宅區綠覆率為 20.01%、商業區綠覆率為 16.41%、工業區綠覆率為 29.85%、新市政中心區綠覆率為 19.37%、公共設施用地綠覆率為 48.98%，其中綠覆率以風景區(96.34%)、公園(87.30%)、園道(72.94%)所佔比率較高，結果顯示，台中市整體綠覆率主要分布於公園綠地為主(圖 4-3-4)。

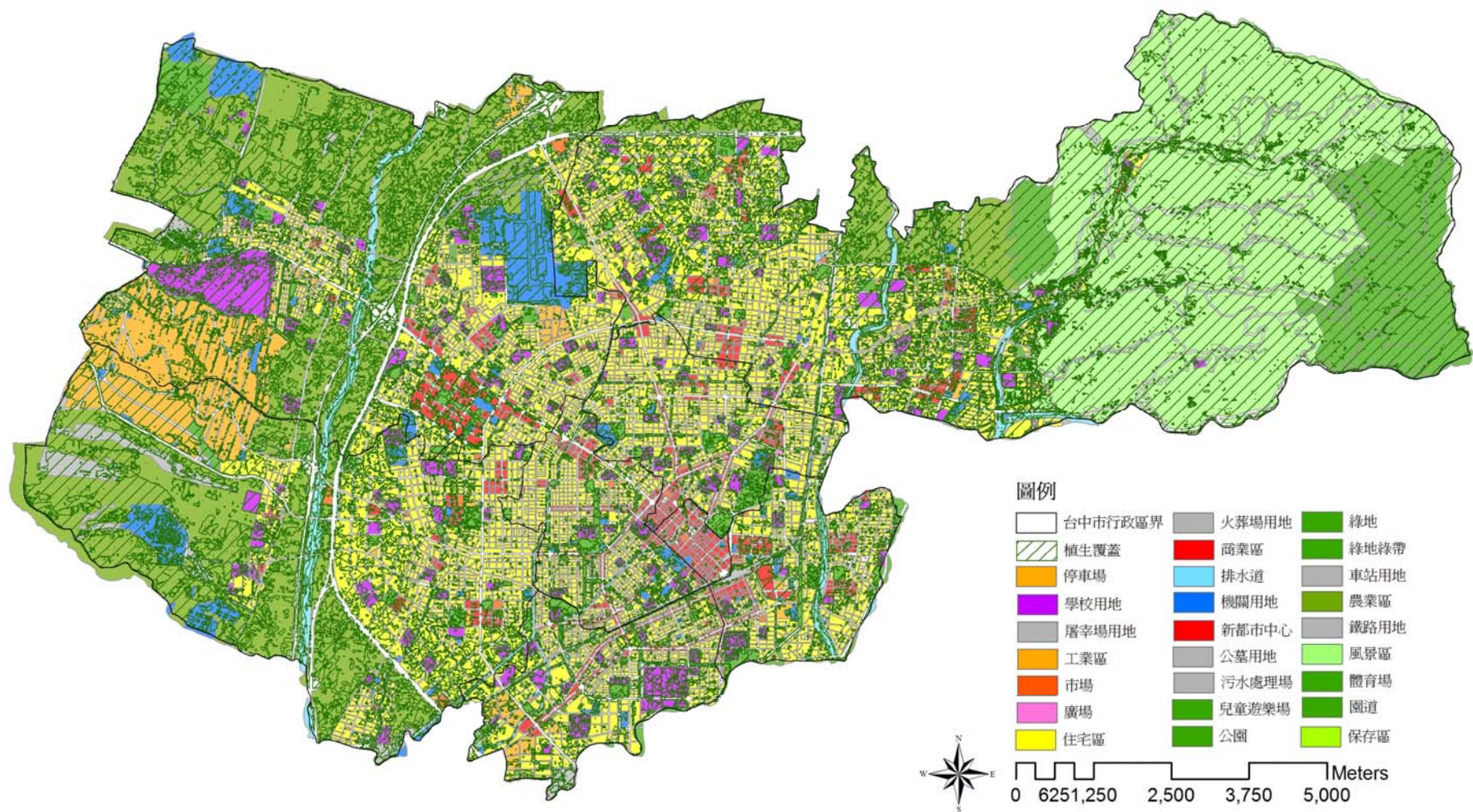


圖 4-3-3 植生分布圖與都市計畫圖套疊圖

表 4-3-2 台中市各土地使用綠覆率分析表

土地使用類別		土地使用面積(m ²)	綠覆面積(m ²)	綠覆率(%)
住宅區	住	29026848.56	5417548.038	18.66
	住一	3228889.97	896586.92	27.77
	住二	3307142.88	571227.96	17.27
	住三	2027992.47	642305.51	31.67
	住四	64968.50	5873.55	9.04
	小計	37655842.39	7533541.98	20.01
商業區		4782544.60	784857.61	16.41
工業區		6594736.93	1968450.46	29.85
新市政中心區		535482.14	103707.66	19.37
公共設施用地	公園、公兼兒	10520196.59	9183730.49	87.30
	綠地	454809.30	288796.16	63.50
	園道	447599.43	326467.34	72.94
	兒童遊戲場	773388.18	406494.93	52.56
	體育場	487218.62	171744.22	35.25
	廣場、廣兼停	84394.88	35783.93	42.40
	停車場	705817.39	263124.93	37.28
	市場	535482.14	82371.71	15.38
	道路	21978872.58	4810269.66	21.89
	機關用地	4647370.48	2681761.14	57.70
	學校用地	7339669.05	3824804.42	52.11
	文教區	307121.78	190195.23	61.93
	加油站	94594.31	28216.93	29.83
	車站用地	2025.45	230.94	11.40
	社教機構	74536.44	37356.67	50.12
	郵政用地	33302.77	4290.56	12.88
	鐵路用地	355416.61	131453.08	36.99
	電力事業	275428.32	54391.05	19.75
	其他	1470.67	322.85	21.95
	公墓用地	999804.44	690176.67	69.03
	火葬場用地	12051.90	1381.37	11.46
	垃圾處理場	501708.20	330909.56	65.96
	屠宰場用地	40814.08	11416.25	27.97
	污水處理場	292412.84	171138.31	58.53
	自來水機構	35892.99	5675.70	15.81
	變電所用地	268672.26	152720.79	56.84
	衛生醫療機構	80167.59	38954.51	48.59
	交通事業用地	3068298.88	1658635.26	54.06
	小計	51350239.30	25150696.59	48.98
合計				

(資料來源：本研究整理)

表 4-3-2 台中市各土地使用綠覆率分析表(續)

土地使用類別	土地使用面積(m ²)	綠覆面積(m ²)	綠覆率(%)
農業區	29290702.11	15469897.80	52.82
保存區	49133.37	15089.99	30.71
風景區	25498252.04	24563886.85	96.34
河川用地	3526831.08	1467388.68	41.61
其它	4141836.04	2349957.36	56.74
總 計	163425600.00	78180957.81	47.84

(資料來源：本研究整理)

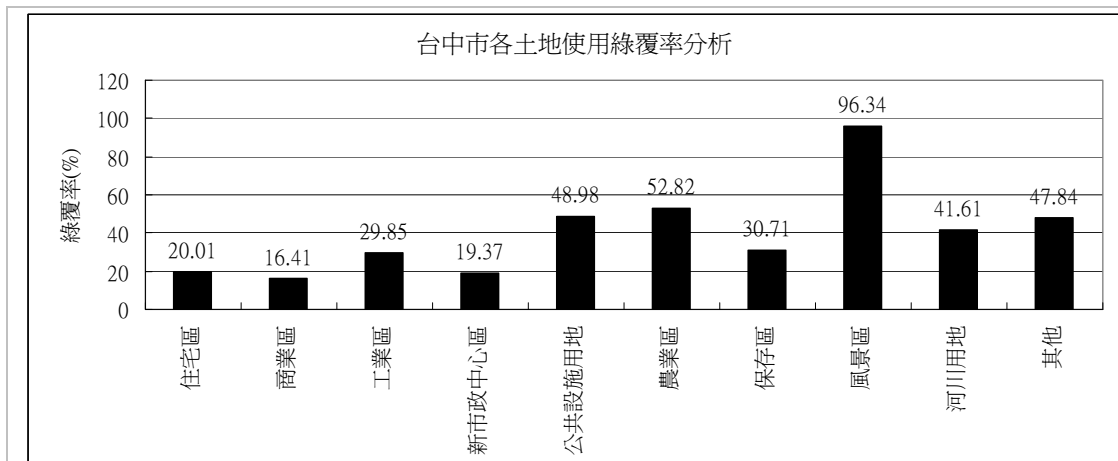


圖 4-3-4 台中市各土地使用綠覆率分析圖

(二)台中市各行政區土地使用分區綠化分布情形

依據都市計畫土地使用類別與台中市各行政區植生分布套疊，同時利用衛星影像圖進行比對，以輔助平面資料分析之缺失，以瞭解各分區土地使用中綠化分布之情形，結果分述如下：

1. 中區

由圖 4-3-5、6 得知，中區商業區居多，無劃設公園綠地，僅有部分沿河川用地的帶狀綠化空間，且植栽並不茂盛，土地使用面積以道路及商業區最高，但兩者的綠覆率均不高(道路 3.59%；商業區 1.42%)，故造成綠覆率最低(表 4-3-3、圖 4-3-7)。

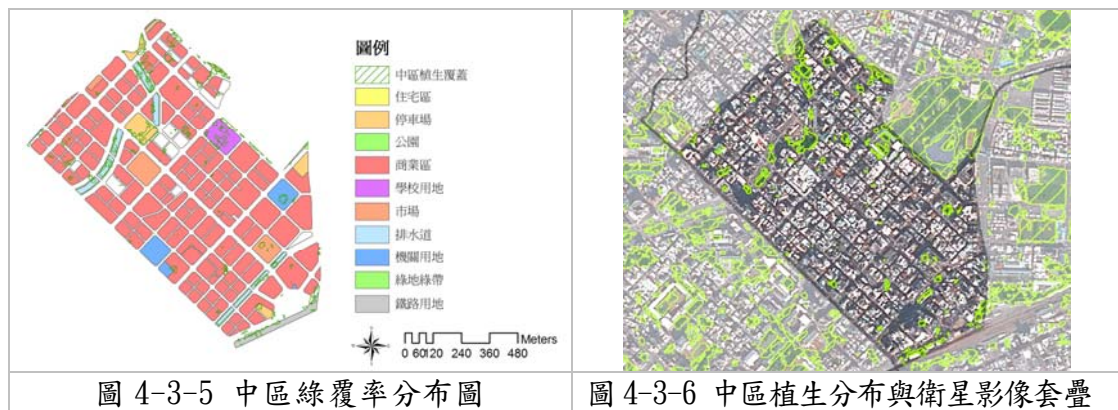


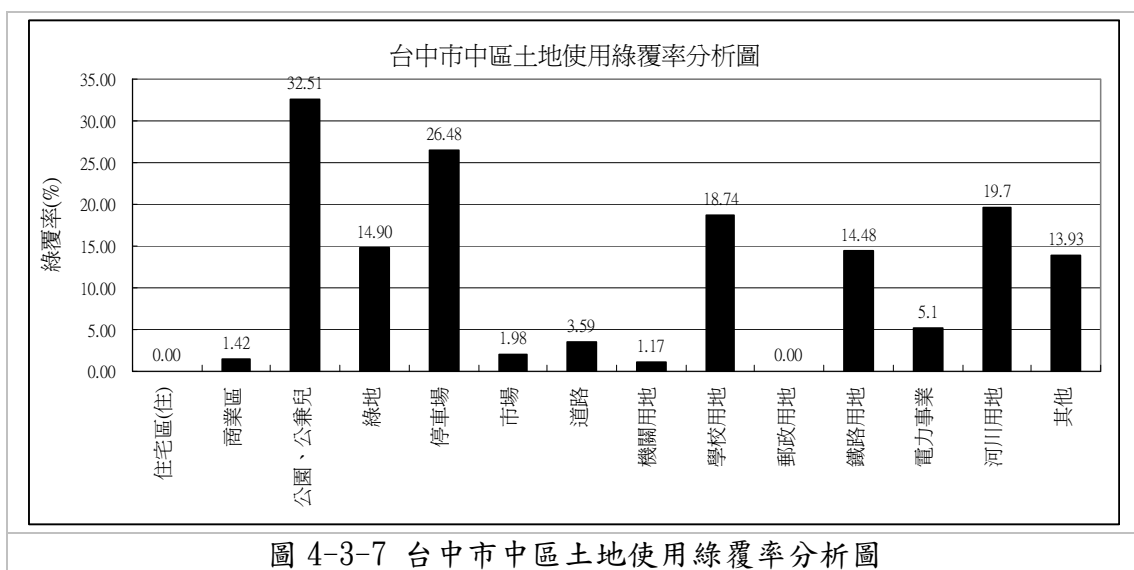
圖 4-3-5 中區綠覆率分布圖

圖 4-3-6 中區植生分布與衛星影像套疊

表 4-3-3 台中市中區土地使用綠覆率分析表

	土地使用類別	土地使用 面積(m ²)	綠覆面積(m ²)	綠覆率(%)
中區	住宅區(住)	26.04	0.00	0.00
	商業區	481250.33	6827.83	1.42
	公園、公兼兒	540.31	175.64	32.51
	綠地	6751.60	1006.32	14.90
	停車場	21272.41	5631.99	26.48
	公共設施用地	22199.54	440.33	1.98
	市場	265058.79	9511.84	3.59
	機關用地	13503.21	157.45	1.17
	學校用地	13642.65	2556.05	18.74
	郵政用地	253.55	0.00	0.00
	鐵路用地	10312.72	1493.31	14.48
	電力事業	18083.88	922.29	5.10
	河川用地	18528.24	3649.18	19.70
	其他	8876.74	1236.24	13.93
	總面積	880300.00	33608.47	3.82

(資料來源：本研究整理)



2. 東區

由圖 4-3-8、9 得知，東區部分都市計畫劃設之商業區及干城商業區尚未開發，保留大面積綠地及埤塘，部分河川綠化，增加區域綠覆率。土地使用面積以道路及住宅區(住)較高，但兩者的綠覆率均不高(道路 11.99%；住宅區(住)7.93%)(表 4-3-4、圖 4-3-10)。

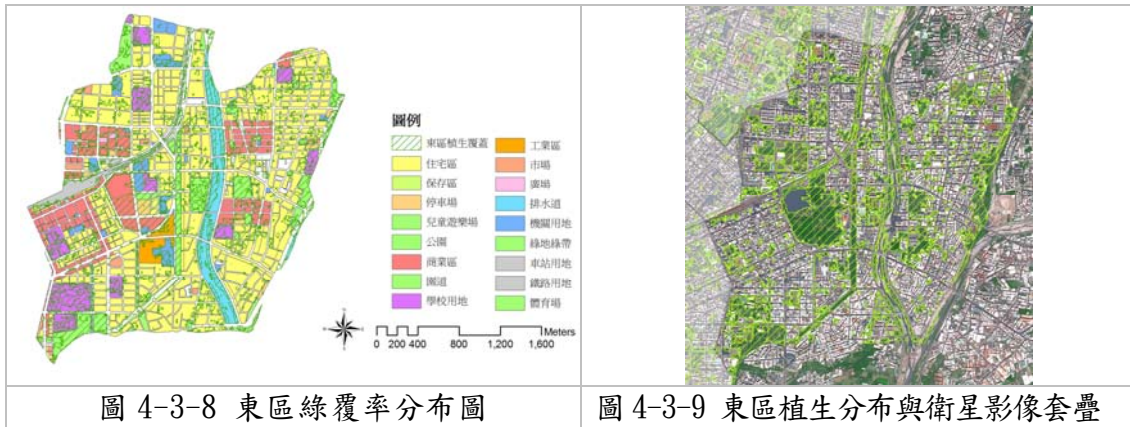


表 4-3-4 台中市東區土地使用綠覆率分析表

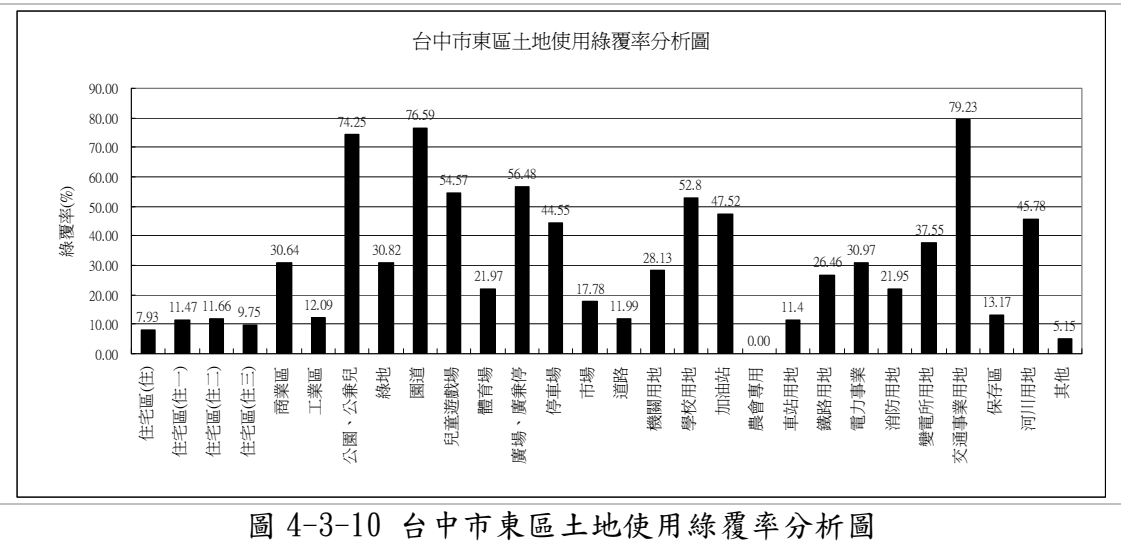
土地使用類別		土地使用 面積(m ²)	綠覆面積(m ²)	綠覆率(%)
東區	住	1009962.72	80054.07	7.93
	住宅區			
	住一	720109.91	82583.07	11.47
	住二	781632.40	91121.25	11.66
	住三	109188.24	10646.26	9.75
	商業區	619770.95	189874.78	30.64
	工業區	75519.04	9133.54	12.09
	公園、公兼兒	220266.31	163558.64	74.25
	綠地	11598.88	3574.96	30.82
	園道	71167.22	54507.97	76.59
	兒童遊戲場	119255.78	65078.00	54.57
	體育場	55805.93	12263.07	21.97
	廣場、廣兼停	14169.60	8003.16	56.48
	停車場	76056.00	33880.98	44.55
	公共設施用地			
	市場	50655.10	9051.07	17.87
	道路	1492857.07	178967.13	11.99
	機關用地	135534.89	38131.12	28.13
	學校用地	382247.50	201820.44	52.80
	加油站	7300.66	3469.04	47.52
	農會專用	2029.75	0.00	0.00
	車站用地	2025.45	230.94	11.40
	鐵路用地	139349.87	36867.58	26.46
	電力事業	14606.56	4524.34	30.97
	消防用地	1470.67	322.86	21.95
	變電所用地	2074.52	779.06	37.55
	交通事業用地	35753.57	28327.20	79.23

(資料來源：本研究整理)

表 4-3-4 台中市東區土地使用綠覆率分析表(續)

	土地使用類別	土地使用面積(m ²)	綠覆面積(m ²)	綠覆率(%)
東區	保存區	3145.02	414.14	13.17
	河川用地	304507.44	139414.73	45.78
	其他	2827438.95	145520.62	5.15
	總面積	9285500.00	1592120.04	17.15

(資料來源：本研究整理)



3. 西區

由圖 4-3-11、12 得知，西區綠面積集中在綠園道所構成的綠帶上，尚有部分由河川所構成的綠帶，但不明顯，而綠園道中的公園綠地建地與設施物多，造成綠覆率偏低。土地使用面積以道路及住宅區(住)較高(表 4-3-5、圖 4-3-13)。

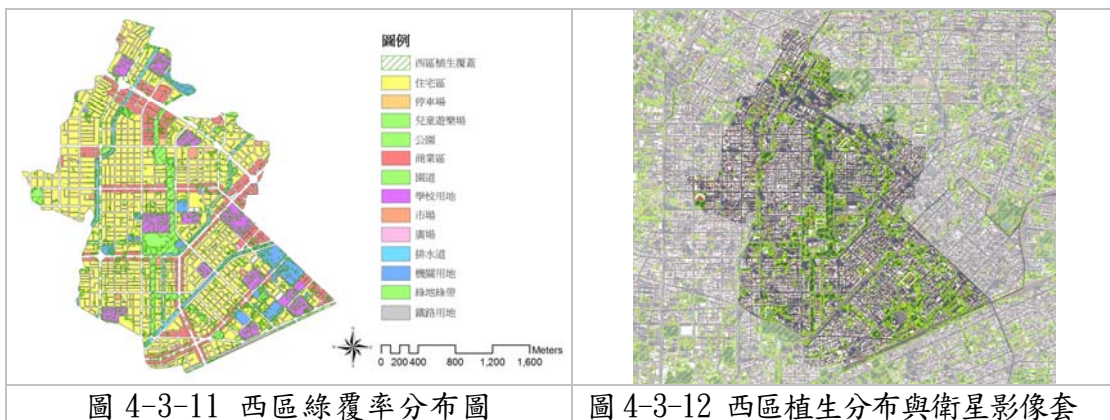


表 4-3-5 台中市西區土地使用綠覆率分析表

土地使用類別		土地使用 面積(m ²)	綠覆面積(m ²)	綠覆率(%)
西區 公共設施 用地	住宅區(住)	2689443.72	165120.52	6.14
	住宅區(住一)	10693.49	335.19	3.13
	商業區	579587.55	35363.56	6.10
	公園、公兼兒	196915.14	120087.57	60.98
	綠地	28900.18	13235.24	45.80
	園道	118959.85	89454.91	75.20
	兒童遊戲場	5498.32	3387.22	61.60
	廣場、廣兼停	3632.21	938.12	25.83
	停車場	34937.87	10105.12	28.92
	市場	41302.35	243.83	0.59
	道路	1818912.37	215424.53	11.84
	機關用地	154735.82	40080.44	25.98
	學校用地	437771.13	174392.08	39.84
	加油站	4073.46	1009.33	24.78
	郵政用地	15610.76	3060.64	19.61
	鐵路用地	39838.15	8482.81	21.29
	電力事業	12419.21	1449.77	11.67
	衛生醫療機構	119056.18	11613.08	9.75
	河川用地	148239.81	49324.45	33.26
	其他	6327.57	1680.61	26.56
	總面積	5704200.00	944789.02	16.56

(資料來源：本研究整理)

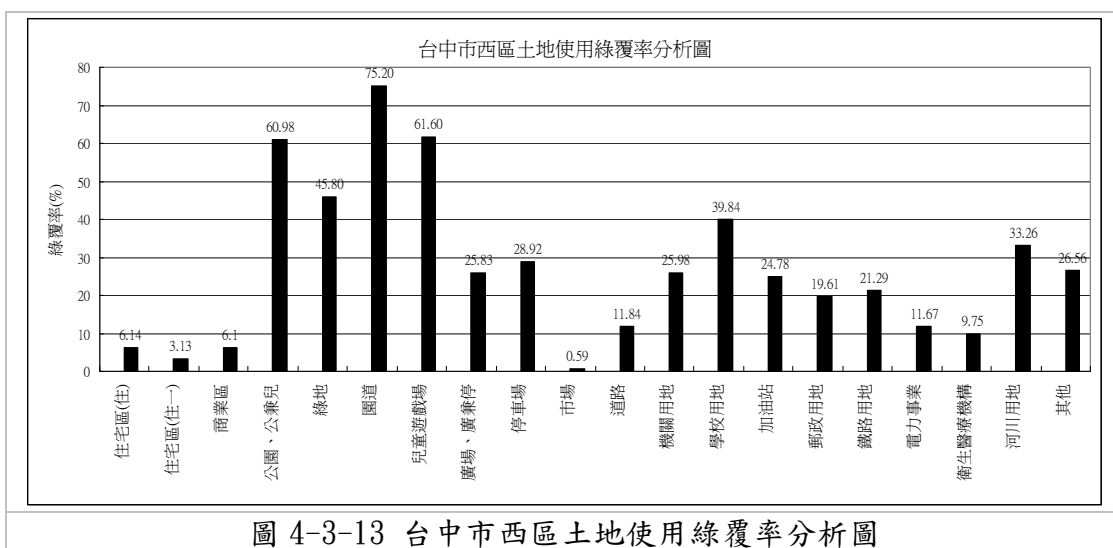


圖 4-3-13 台中市西區土地使用綠覆率分析圖

4. 南區

由圖 4-3-14、15 得知，南區以公園及學校所提供的綠覆面積為主，由衛星影像圖顯示，部分劃設的綠園道中斷規劃不完善，部分較寬帶狀空間，如鐵道、道路尚未綠化。土地使用面積以公園及學校占多數，公園綠覆率為 80.82%，學校及文教區綠覆率分別為 43.56%、55.99%(表 4-3-6、圖 4-3-16)。

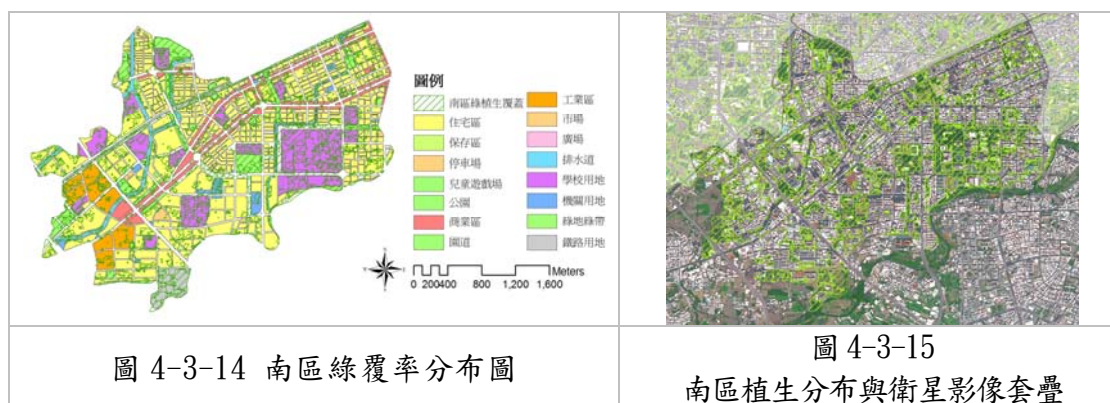


表 4-3-6 台中市南區土地使用綠覆率分析表

土地使用類別		土地使用面積(m ²)	綠覆面積(m ²)	綠覆率(%)
南區	住宅區(住)	3117273.84	402471.64	12.91
	住宅區(住二)	8580.09	1022.23	11.91
	商業區	415575.86	39210.94	9.44
	工業區	327759.24	52708.41	16.08
	公園、公兼兒	271666.26	219547.74	80.82
	綠地	16868.44	8904.37	52.79
	園道	113396.23	66383.68	58.54
	兒童遊戲場	45779.57	0.00	0.00
	廣場、廣兼停	962.00	86.63	9.01
	停車場	41250.15	7034.80	17.05
	公市場	29016.66	8376.94	28.87
	共道路	1826859.00	8376.94	0.46
	設機關用地	76221.33	17261.24	22.65
	施學校用地	959845.57	418066.05	43.56
	用文教區	38418.39	21511.77	55.99
	地加油站	5580.13	928.38	16.64
	郵政用地	1077.03	39.13	3.63
	鐵路用地	75698.62	30016.05	39.65
	電力事業	10876.81	577.26	5.31
	污水處理場	135750.34	92618.08	68.23
	變電所用地	3732.06	0.00	0.00
	衛生醫療機構	5846.47	5.48	0.09

(資料來源：本研究整理)

表 4-3-6 台中市南區土地使用綠覆率分析表(續)

	土地使用類別	土地使用面積(m ²)	綠覆面積(m ²)	綠覆率(%)
南區	保存區	3970.21	72.72	1.83
	河川用地	215851.55	76764.28	35.56
	其他	7755.85	1337.57	17.25
	總面積	6810100.00	1869322.34	27.45

(資料來源：本研究整理)

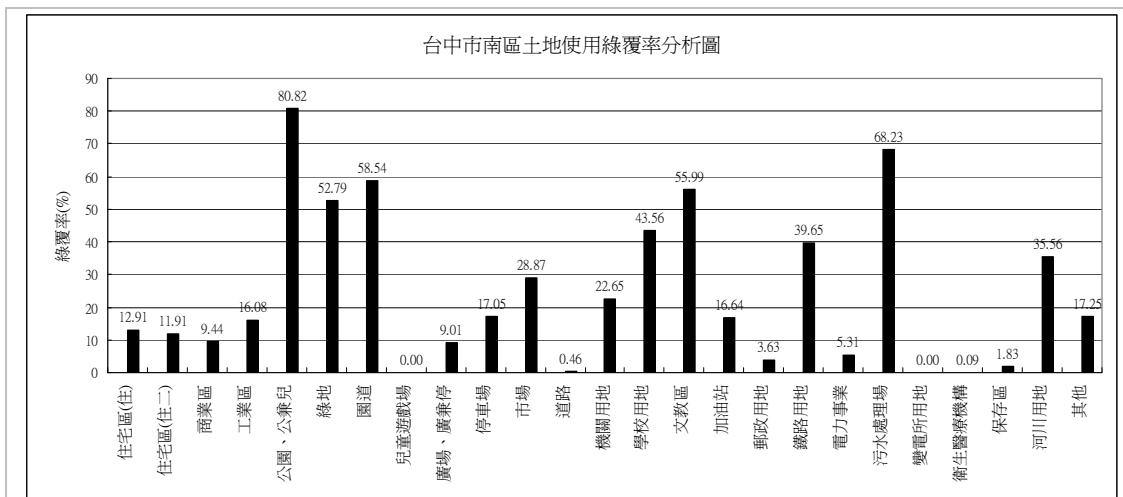


圖 4-3-16 台中市南區土地使用綠覆率分析圖

5. 北區

由圖 4-3-17、18 得知，北區大型的公園綠地由綠園道串連，部分綠化由道路及河川綠化所提供，現況體育場周邊多為私人住宅，綠覆不高。土地使用面積以住宅區、學校及公園占多數，但其中住宅區綠覆率為 5.41%尚不高，因此建議住宅區應加強綠化規範，此外，道路及商業區之綠覆率亦偏低，應需加強綠化(表 4-3-7、圖 4-3-19)。

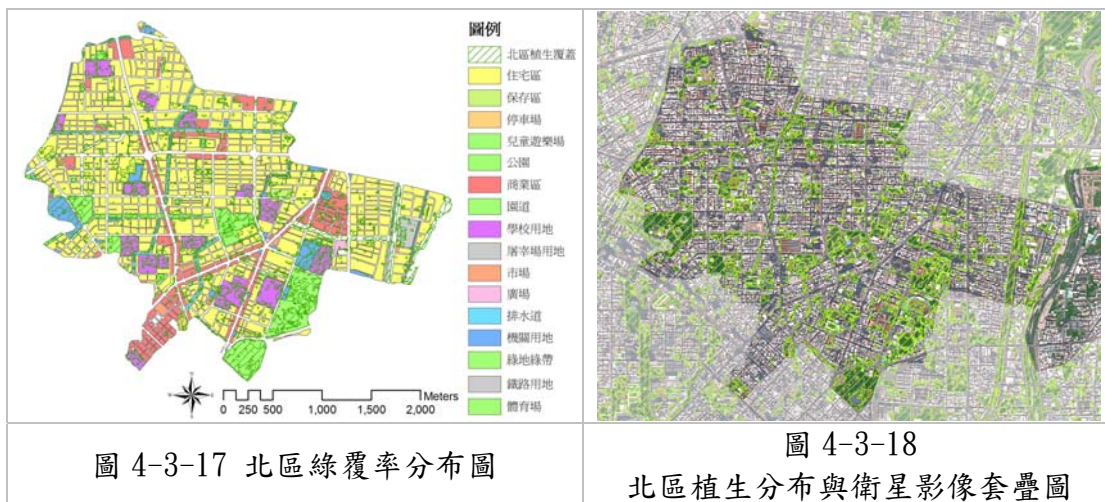
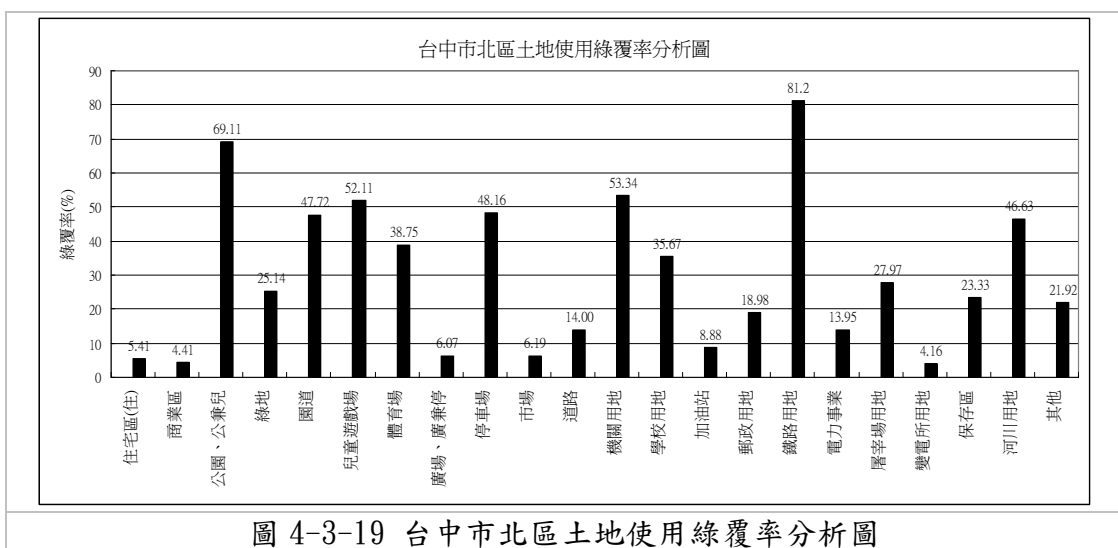


表 4-3-7 台中市北區土地使用綠覆率分析表

土地使用類別		土地使用 面積(m ²)	綠覆面積(m ²)	綠覆率(%)
北區	住宅區(住)	3496505.83	189083.75	5.41
	商業區	602131.58	26543.02	4.41
	公園、公兼兒	281209.71	194335.84	69.11
	綠地	14237.18	3579.02	25.14
	園道	48942.70	23353.65	47.72
	兒童遊戲場	32318.04	16841.14	52.11
	體育場	213044.71	82553.05	38.75
	廣場、廣兼停	14521.60	881.93	6.07
	停車場	48587.20	23397.38	48.16
	市場	42244.04	2615.50	6.19
	道路	1922517.33	38764.50	2.02
	機關用地	143015.18	76285.53	53.34
	學校用地	503216.81	179483.11	35.67
	加油站	11247.96	999.25	8.88
	郵政用地	4689.15	890.15	18.98
	鐵路用地	21896.83	17779.57	81.20
	電力事業	20531.16	2864.53	13.95
	屠宰場用地	40814.09	11416.24	27.97
	變電所用地	2335.07	97.06	4.16
	保存區	16434.30	3834.15	23.33
	河川用地	132916.55	61972.55	46.63
	其他	675757.02	212594.86	31.46
	總面積	6937600.00	1170165.76	16.87

(資料來源：本研究整理)



6. 西屯區

由圖 4-3-20、21 得知，西屯區由於部分土地尚未開發，且保留大面積的農業用地。土地使用面積以農業區占多數，綠覆率多集中於，大型公園(72.14%)、學校(63.70%)、農業區(51.20%)、河川用地(50.37%)及尚未開發的土地(如：機關用地、山坡地)(表 4-3-8、圖 4-3-22)。

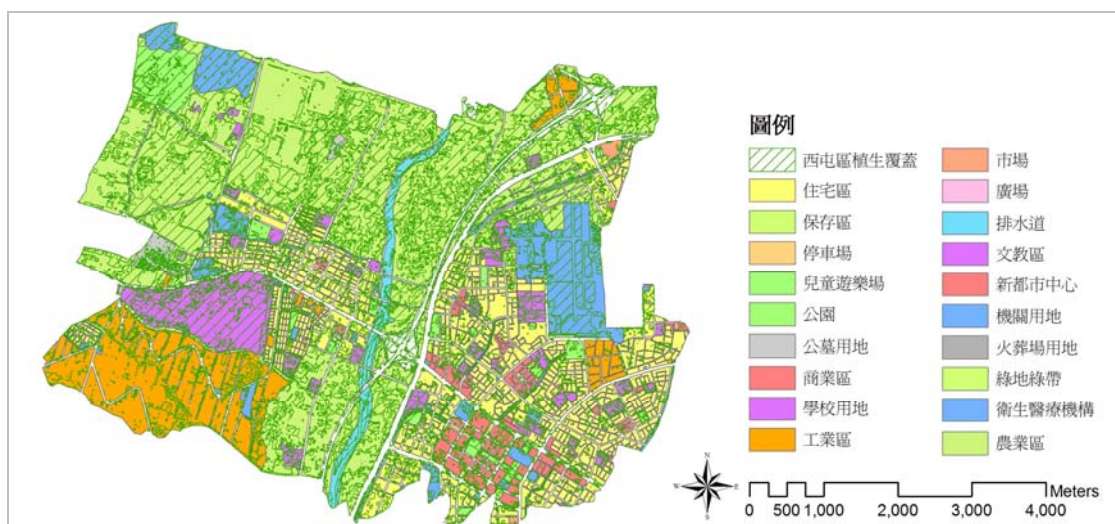


圖 4-3-20 西屯區綠覆率分布圖



圖 4-3-21 西屯區植生分布與衛星影像套疊圖

表 4-3-8 台中市西屯區土地使用綠覆率分析表

土地使用類別		土地使用 面積(m ²)	綠覆面積(m ²)	綠覆率(%)
西屯區	住	4471020.56	514923.51	11.52
	住一	820371.13	156038.80	19.02
	住二	345457.14	71653.03	20.74
	住三	531298.04	88175.92	16.60
	住四	51851.86	4566.19	8.81

(資料來源：本研究整理)

表 4-3-8 台中市西屯區土地使用綠覆率分析表(續)

土地使用類別		土地使用 面積(m ²)	綠覆面積(m ²)	綠覆率(%)
西屯區	商業區	509887.02	35112.91	6.89
	工業區	3633308.77	591822.99	16.29
	新市政中心區	593897.37	103656.24	17.45
	公園、公兼兒	1092967.49	788510.79	72.14
	綠地	176725.49	114368.68	64.72
	兒童遊戲場	159936.50	78569.51	49.13
	廣場、廣兼停	17359.63	11925.58	68.70
	停車場	134083.40	35725.75	26.64
	市場	122630.02	14097.14	11.50
	公共設施用地	5367139.83	1113339.97	20.74
	道路	2352892.20	1467849.59	62.38
	機關用地	2575675.07	1640586.62	63.7
	學校用地	68643.96	39465.49	57.49
	文教區	20431.43	2186.42	10.7
	加油站	6380.09	300.66	4.71
	電力事業	121303.09	27486.19	22.66
	公墓用地	286921.14	134064.35	46.73
	火葬場用地	12051.90	1381.38	11.46
	自來水機構	1063.68	485.05	45.6
	變電所用地	9509.37	1042.10	10.96
	衛生醫療機構	203697.06	139031.70	68.25
	交通事業用地	44414.00	10627.27	23.93
	農業區	14358750.65	7351525.19	51.2
	保存區	11332.09	3198.90	28.23
	河川用地	971759.84	489459.87	50.37
	其他	773940.18	338031.73	43.68
	總面積	39846700.00	15369209.52	38.57

(資料來源：本研究整理)

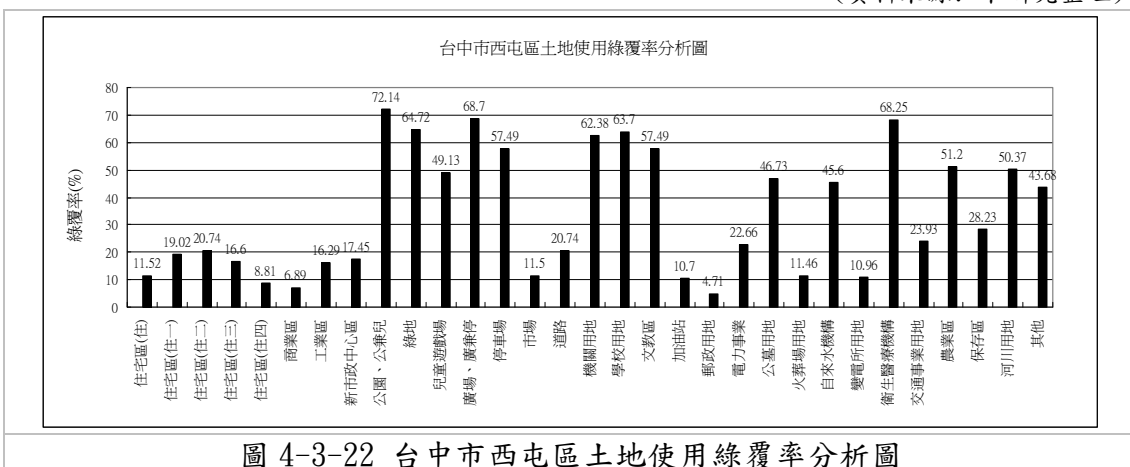


圖 4-3-22 台中市西屯區土地使用綠覆率分析圖

7. 南屯區

由圖 4-3-23、24 得知，南屯區與西屯區同樣皆有多數土地尚未開發，保留大面積農業用地，加上大度山台地，提升整體綠覆率。土地使用面積以農業區占多數(表 4-3-9、圖 4-3-25)。

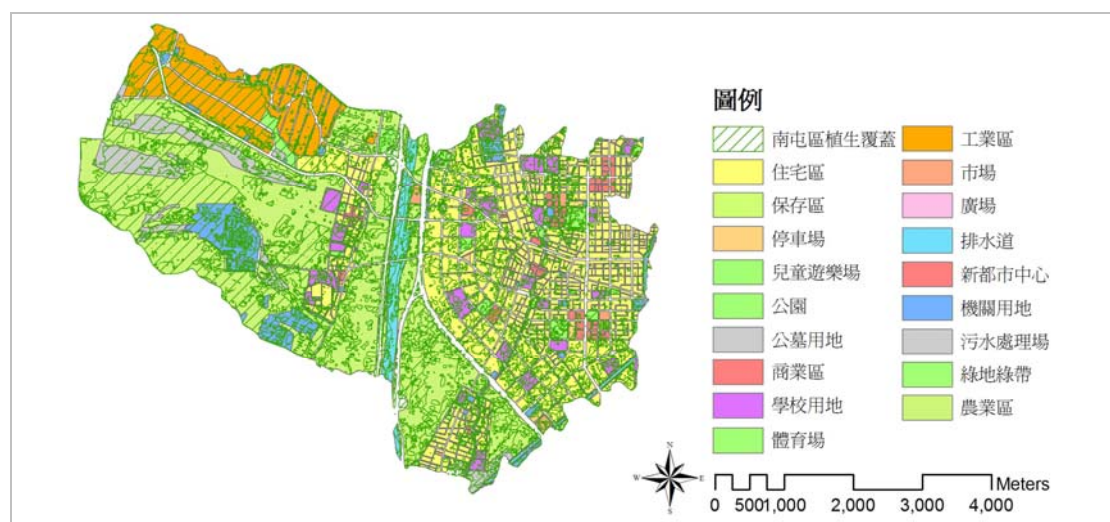


圖 4-3-23 南屯區綠覆率分布圖



圖 4-3-24 南屯區植生分布與衛星影像套疊圖

表 4-3-9 台中市南屯區土地使用綠覆率分析表

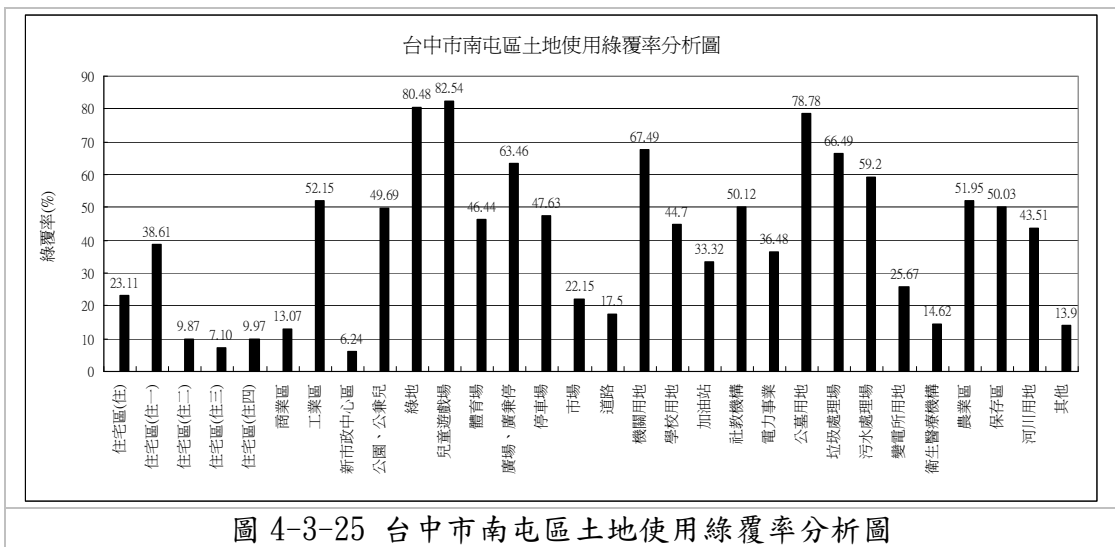
土地使用類別		土地使用 面積(m ²)	綠覆面積(m ²)	綠覆率(%)
南屯區	住	5745544.16	1327737.10	23.11
	住一	636826.46	245896.25	38.61
	住二	974569.52	96151.39	9.87
	住三	216317.60	216317.60	100.00
	住四	13116.66	1307.37	9.97

(資料來源：本研究整理)

表 4-3-9 台中市南屯區土地使用綠覆率分析表(續)

	土地使用類別	土地使用	綠覆面積(m ²)	綠覆率(%)
		面積(m ²)		
南 屯 區	商業區	423750.15	55402.64	13.07
	工業區	2500656.47	1304061.80	52.15
	新市政中心區	824.11	51.44	6.24
	公園、公兼兒	314034.67	156048.88	49.69
	綠地	147649.10	118832.73	80.48
	兒童遊戲場	105885.59	87393.70	82.54
	體育場	88544.43	41122.22	46.44
	廣場、廣兼停	4751.41	3015.35	63.46
	停車場	154765.95	73707.90	47.63
	市場	139356.06	30870.77	22.15
	道路	3628012.92	634731.67	17.50
	機關用地	1112280.74	750676.15	67.49
	學校用地	1096495.65	490110.81	44.70
	加油站	21418.00	7135.54	33.32
	農業區	10115294.85	5255026.40	51.95
	保存區	12438.68	6222.67	50.03
	河川用地	813273.82	353832.49	43.51
	其他	1634125.55	428104.45	26.20
	總面積	31257800.00	12419090.42	39.73

(資料來源：本研究整理)



8. 北屯區

由圖 4-3-26、27 得知，北屯區大部分原因為大坑風景區中劃設大面積的公園用地，加上西屯區部分農業用地，而提升整體綠覆率。土地使用面積以公園及風景區占多數(表 4-3-10、圖 4-3-28)。

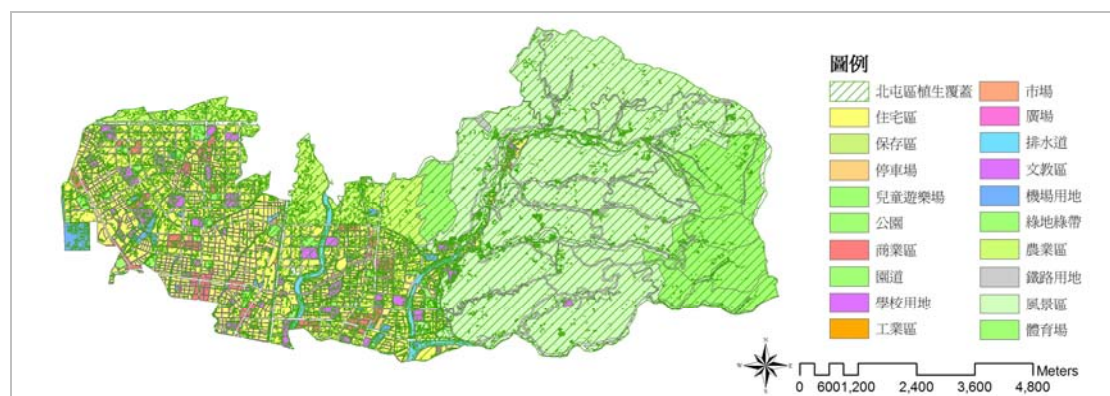


圖 4-3-26 北屯區綠覆率分布圖

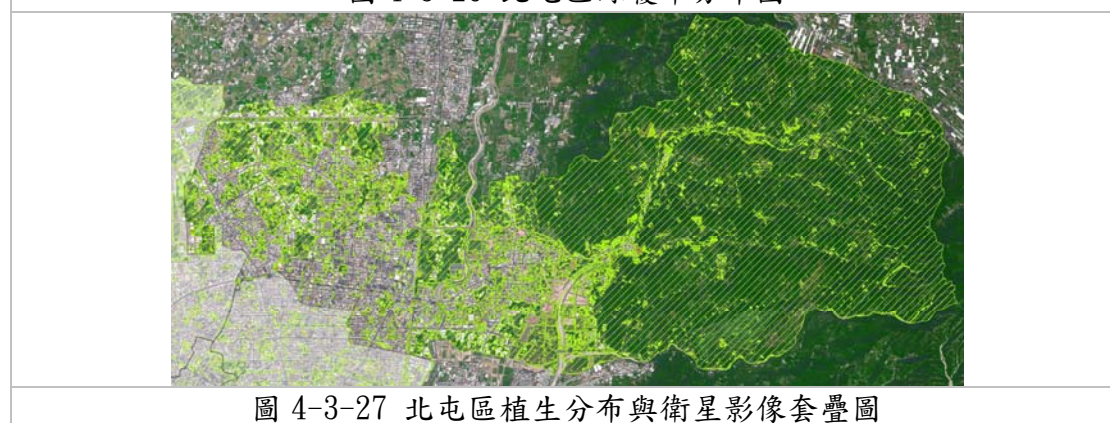


圖 4-3-27 北屯區植生分布與衛星影像套疊圖

表 4-3-10 台中市北屯區土地使用綠覆率分析表

土地使用類別		土地使用 面積(m ²)	綠覆面積 (m ²)	綠覆率(%)
北屯區	住	8458585.65	2723865.119	32.20
	住宅區			
	住一	1030931.73	411722.0805	39.94
	住二	1179978.51	311156.5841	26.37
	住三	1161793.43	528125.5352	45.46
	商業區	1146708.44	396521.8565	34.58
	工業區	11063.94	881.283445	7.97
	公園、公兼兒	7882023.03	7516583.98	95.36
	綠地	41955.59	25156.95757	59.96
	園道	95052.66	92686.36851	97.51
	兒童遊戲場	239318.78	132046.375	55.18
	體育場	129823.5	35805.89605	27.58
	廣場、廣兼停	26987.57	10909.61737	40.42
	停車場	190257.56	71991.02221	37.84
	市場	87713.21	16620.04956	18.95
	道路	5657515.26	2139420.28	37.82
	機關用地	572480.41	287984.0153	50.30
	學校用地	1364649.95	717558.7215	52.58

(資料來源：本研究整理)

表 4-3-10 台中市北屯區土地使用綠覆率分析表(續)

土地使用類別		土地使用 面積(m ²)	綠覆面積 (m ²)	綠覆率(%)
北屯區	文教區	200059.39	129217.9808	64.59
	加油站	24542.65	12488.97547	50.89
	郵政用地	522.58	0.00	0.00
	鐵路用地	67607.26	36813.85178	54.45
	電力事業	61411.52	7627.500537	12.42
	公墓用地	75106.59	73684.30377	98.11
	污水處理場	278.14	278.057484	99.97
	變電所用地	6362.63	708.609565	11.14
	農業區	3710702.59	2819134.506	75.97
	保存區	1813.06	1347.382462	74.32
	風景區	25250523.04	24483034.47	96.96
	河川用地	796161.31	288889.5102	36.29
	其他	3231470.02	1525076.409	47.19
	總面積	62703400.00	44797337.31	71.44

(資料來源：本研究整理)

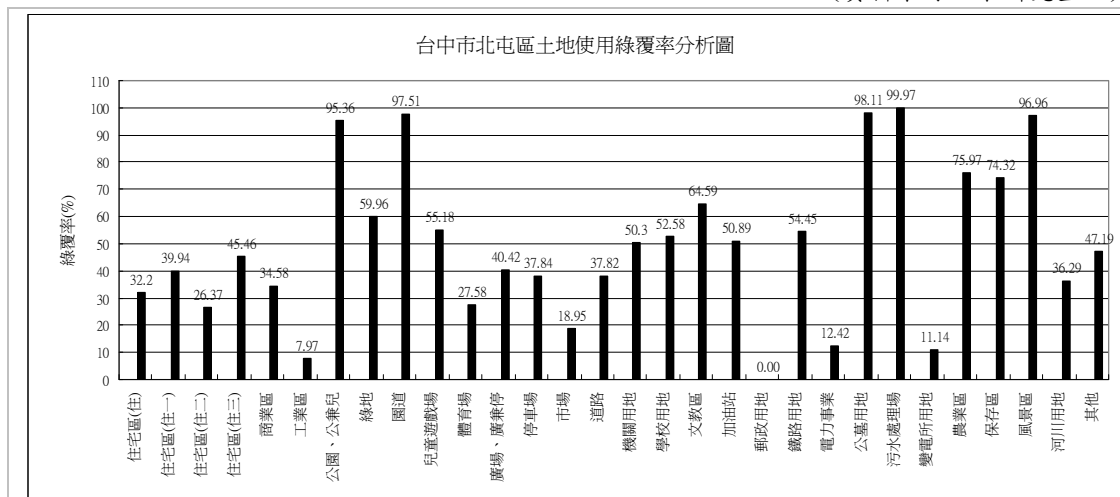


圖 4-3-28 台中市北屯區土地使用綠覆率分析圖

二、台中市公園綠地現況分析

本研究依據台中市都市計畫圖，取得公園綠地圖(詳見附錄七)，求得公園綠地圖面積(F)、台中市都市綠地率(G)與公共綠地定額(H)(即每人享有公園綠地面積)之數值，並進行各分區綠地量之探討，得到數據如下(表 4-3-11)。

(一)都市綠地率

由表 4-3-11 得知，台中市都市計畫中公園綠地面積為 12,429,423.61 m²，綠地率為 7.61%，尚未達到都市計畫法定之計畫量。都市計畫法第四十五條規定「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，其占用土地總面積不得少於全部計畫面積百分之十。」結果顯示，若台中市都市計畫中公園綠地率全部開闢與 10%之門檻值，仍不足 2.39%。

各行政區之公園綠地率以升冪排序為，中區(0.83%)、南屯區(2.11%)、西屯區(3.63%)、東區(5.30%)、西區(6.20%)、南區(6.59%)、北區(8.71%)、北屯區(13.42%)；以中區最低，北屯區最高(含大坑風景區)(圖 4-3-29)，其中除了北屯區(含大坑風景區)符合法規標準外，其餘各區公園綠地率皆在法規標準之下。

若將大坑地區另外計算，各行政區公園綠地率以升冪排序為，中區(0.83%)、南屯區(2.11%)、西屯區(3.63%)、北屯區(不含大坑風景區)(4.12%)、東區(5.30%)、西區(6.20%)、南區(6.59%)、北區(8.71%)、北屯區(大坑風景區)(16.63%)；其中大坑地區公園綠地率為 16.63%，而北屯區(不含大坑風景區)公園綠地率降低至 4.12%，低於法規標準(圖 4-3-30)，結果顯示，北屯區公園綠地率最高，主要原因為大坑風景區中劃設大面積的公園綠地。

進一步將台中市各區公園綠地率(升冪排序)與綠覆率比較分析，結果顯示，公園綠地與綠覆率比呈現對比狀態，南屯區與西屯區公園綠地率僅高於中區，然而綠覆率僅次於北屯區(大坑地區)(圖 4-3-31)。因此，將各行政區公園綠地分布圖與自然色衛星影像套疊比對(圖 4-3-32~47)，以瞭解公園綠地分布現況之情形，結果顯示，中區區域面積小，住宅建地密集，僅有數條形狀狹長的綠帶，無大型開放綠地，故公園綠地率最低；東區、西區、南區、北區公園綠地以日據時期保存的綠園道串連大型公園為主，及周邊零散的公園綠地區塊為輔，由衛星影像圖亦可發現大型公園綠地中公園設施多，植生綠覆地小，僅有北區的植物園與台中公園植生綠覆面積較多；西屯區與南屯區的土地面積僅次於北屯區，但公園綠地率少，經由衛星影像圖比對後，發現部分土地尚未開發，且保有大面積農地，故公園綠地率並不高；北屯區公園綠地為全市最高，因大坑風景區中劃設大面積的公園綠地，故提高整區之公園綠地率。

表 4-3-11 台中市公園綠地面積分析表

類別	(A)	(B)	(C)	(F)	(F/A)=G	(F/B)=H
行政區	區域面積 (m ²)	人口數 (2008 年 1 月底)	人口密度 (人/K m ²)	公園綠地 面積(m ²)	公園 綠地 率(%)	每人享有 公園 綠地面積 (m ² /人)
台中市	163425600	1,056,993	6,467.73	12429423.61	7.61 [*]	11.76
中區	880300	23,984	27,245.26	7291.92	0.83 [*]	0.30
東區	9285500	73,866	7,954.98	492263.76	5.30 [*]	6.66
西區	5704200	117,010	20,512.96	353905.77	6.20 [*]	3.02
南區	6810100	110,469	16,202.55	448672.50	6.59 [*]	4.06
北區	6937600	147,514	21,262.97	604274.02	8.71 [*]	4.10
西屯區	39846700	198,064	4,970.65	1446989.10	3.63 [*]	7.31
南屯區	31257800	146,191	4,676.94	660865.22	2.11 [*]	4.52
北屯區	62703400	239,895	3,825.87	8415161.33	13.42	35.08
北屯區 不含 大坑風 景區	16105562.44	175,472	10,895.09	663958.29	4.12 [*]	3.78
北屯區 大坑風 景區	46597837.56	64,423	1,382.53	7751203.04	16.63	120.32

註：^{*}未達都市計畫 10%之計畫量。

(資料來源：本研究整理)

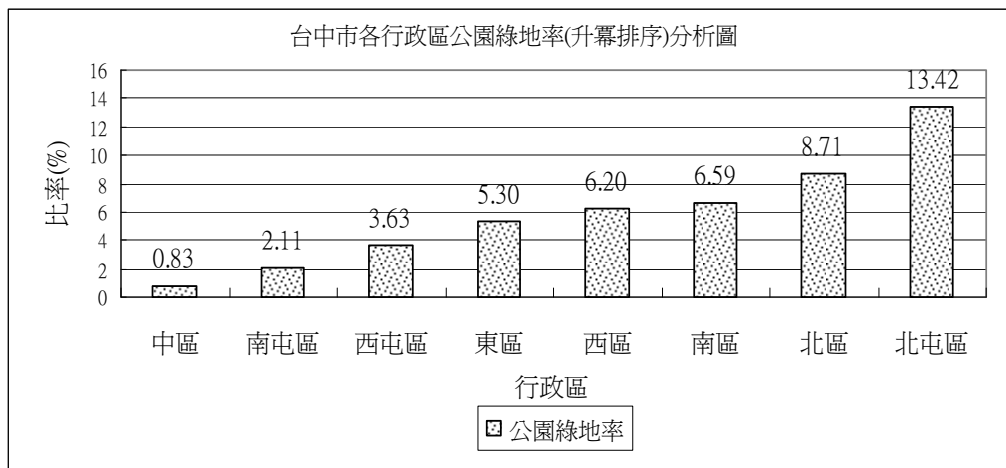


圖 4-3-29 台中市各行政區公園綠地率(升冪排序)分析圖(1)

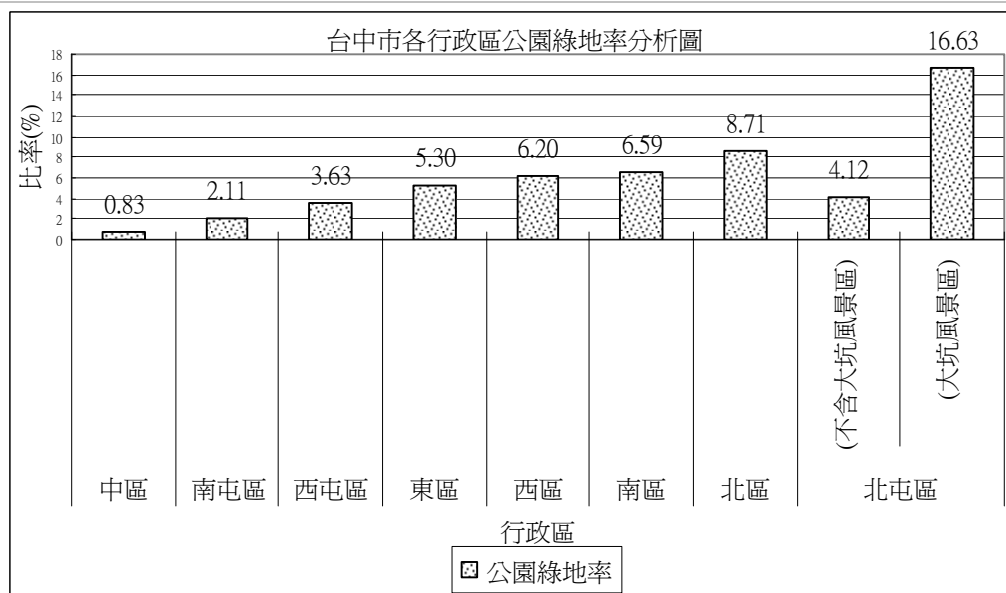


圖 4-3-30 台中市各行政區公園綠地率(升冪排序)分析圖(2)

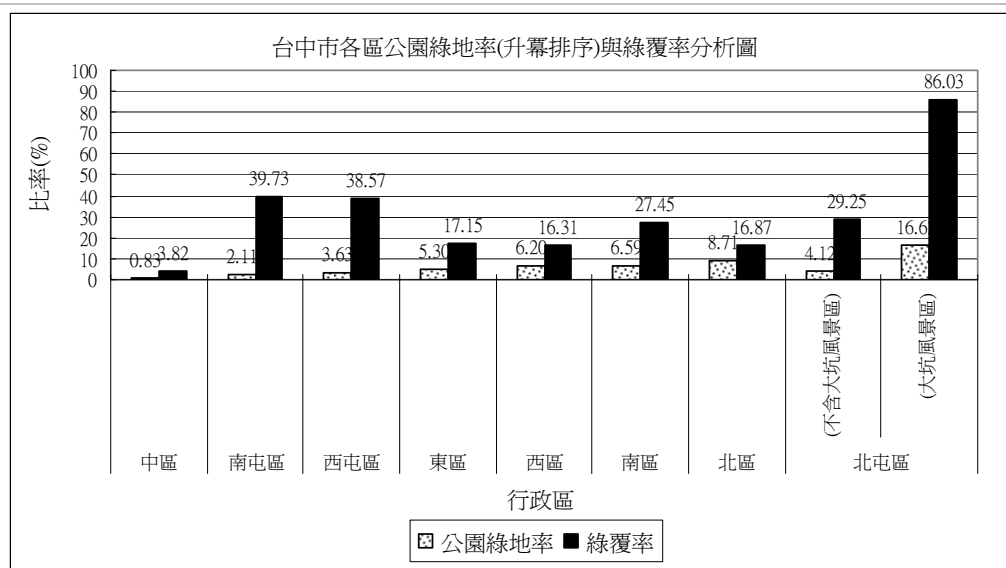


圖 4-3-31 台中市各區公園綠地率(升冪排序)與綠覆率分析圖

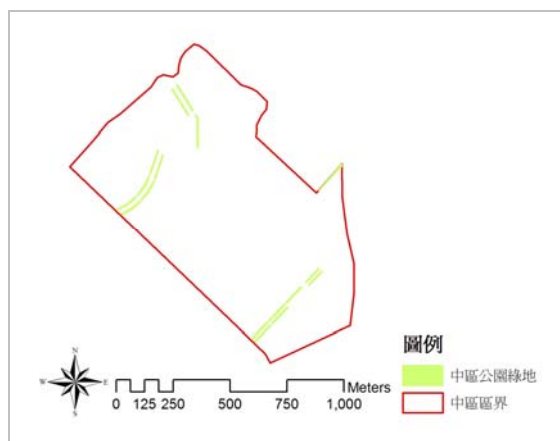


圖 4-3-32 中區公園綠地分布圖



圖 4-3-33 中區公園綠地與衛星影像套疊



圖 4-3-34 東區公園綠地分布圖



圖 4-3-35 東區公園綠地與衛星影像套疊



圖 4-3-36 西區公園綠地分布圖



圖 4-3-37 西區公園綠地與衛星影像套疊

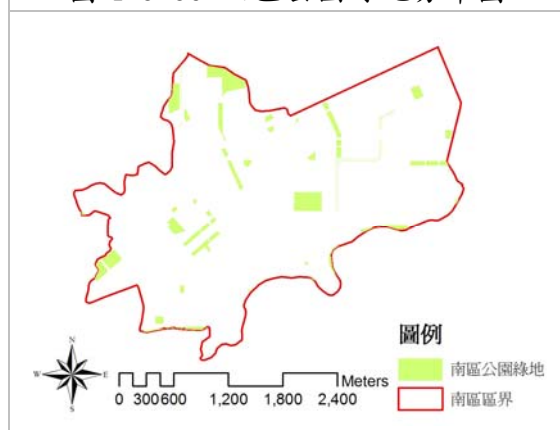


圖 4-3-38 南區公園綠地分布圖



圖 4-3-39 南區公園綠地與衛星影像套疊

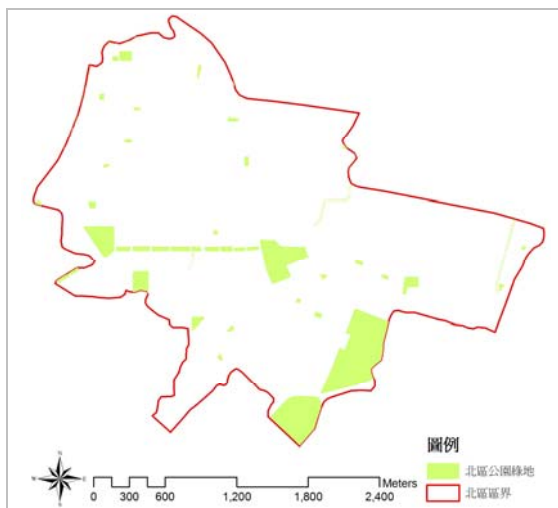


圖 4-3-40 北區公園綠地分布圖



圖 4-3-41 北區公園綠地與衛星影像套疊

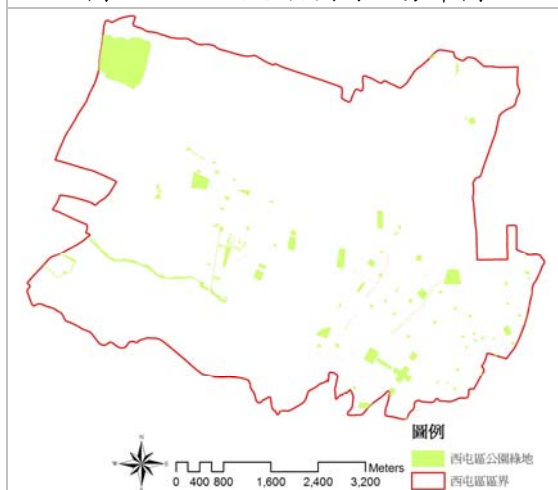


圖 4-3-42 西屯區公園綠地分布圖



圖 4-3-43 西屯區公園綠地與
衛星影像套疊

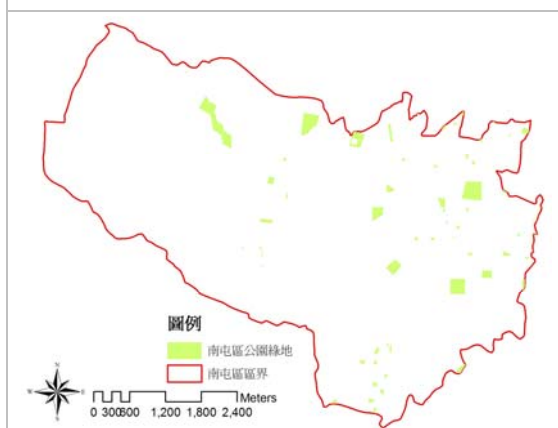


圖 4-3-44 南屯區公園綠地分布圖



圖 4-3-45 南屯區公園綠地與
衛星影像套疊

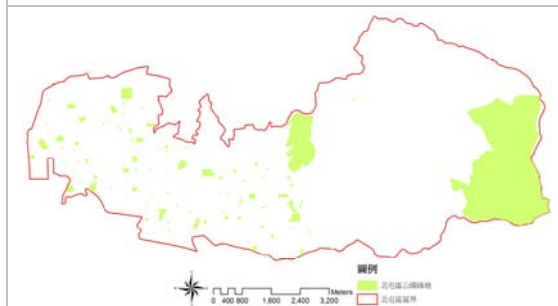


圖 4-3-46 北屯區公園綠地分布圖

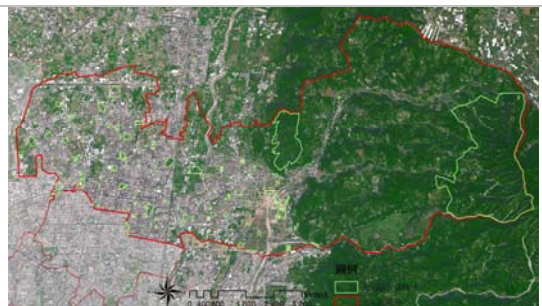


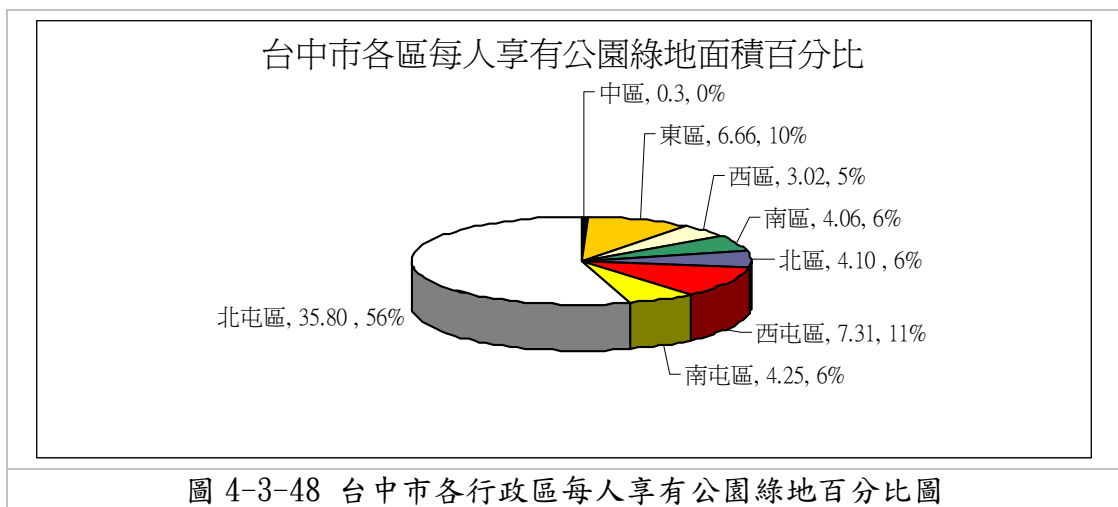
圖 4-3-47 北屯區公園綠地與
衛星影像套疊

(二)公園綠地定額(即每人享有公園綠地面積)

由表 4-3-11 得知，若都市計畫中之公園綠地全部開闢，台中市每人享有公園綠地面積為 $11.76 \text{ m}^2/\text{人}$ 。各行政區每人享有公園綠地面積以升冪排序依序為，中區($0.30 \text{ m}^2/\text{人}$)、西區($3.02 \text{ m}^2/\text{人}$)、南區($4.06 \text{ m}^2/\text{人}$)、北區($4.10 \text{ m}^2/\text{人}$)、南屯區($4.52 \text{ m}^2/\text{人}$)、東區($6.66 \text{ m}^2/\text{人}$)、西屯區($7.31 \text{ m}^2/\text{人}$)、北屯區(含大坑風景區)($35.08 \text{ m}^2/\text{人}$)；以中區最低，北屯區(含大坑風景區)最高(圖 4-3-49)。

若將大坑地區另外計算，各行政區公園綠地率以升冪排序為，中區($0.30 \text{ m}^2/\text{人}$)、西區($3.02 \text{ m}^2/\text{人}$)、北屯區(不含大坑風景區)($3.78 \text{ m}^2/\text{人}$)、南區($4.06 \text{ m}^2/\text{人}$)、北區($4.10 \text{ m}^2/\text{人}$)、南屯區($4.52 \text{ m}^2/\text{人}$)、東區($6.66 \text{ m}^2/\text{人}$)、西屯區($7.31 \text{ m}^2/\text{人}$)、北屯區(大坑風景區)($120.32 \text{ m}^2/\text{人}$)；以中區最低，北屯區(大坑風景區)最高(圖 4-3-50)，其中北屯區(不含大坑風景區)由 $35.08 \text{ m}^2/\text{人}$ 降低至 $3.78 \text{ m}^2/\text{人}$ 。

另外，將人口密度與公園綠地率進行比較(圖 4-3-51)，結果顯示，中區人口密度最高，但每人享有的公園綠地面積最低，而北屯區(大坑地區)人口密度最低，每人享有公園綠地面積最高。可能原因為，中區為早期發展之地區，土地範圍小且人口集中，公園綠地多規劃在周邊地區，導致現有公園綠地缺乏，相對之下每人享有公園綠地面積降低；而北屯區因大坑風景區提升地區公園綠地率，使每人享有公園綠地面積為全市最高。



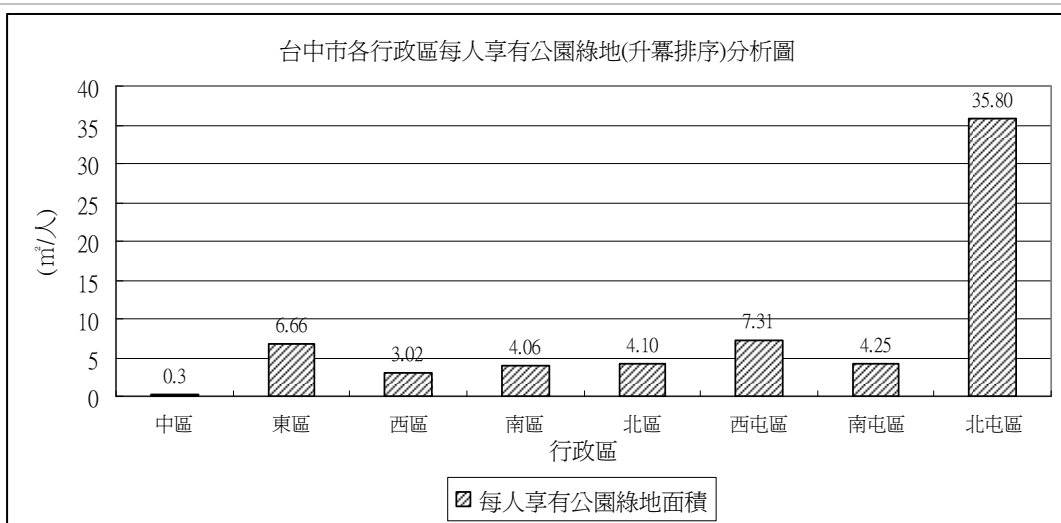


圖 4-3-49 台中市各行政區每人享有公園綠地(升冪排序)分析圖(1)

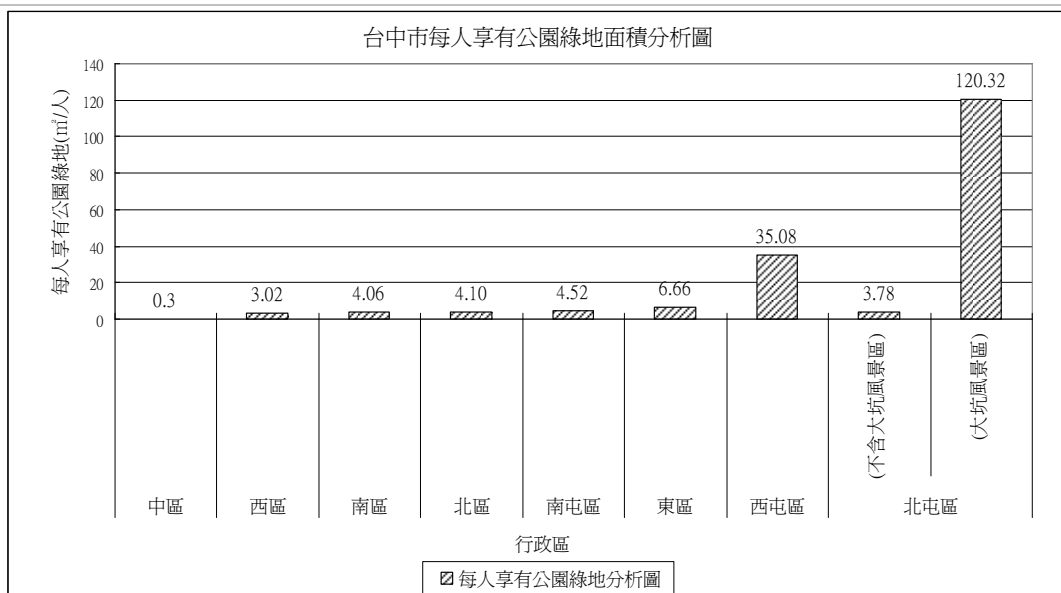


圖 4-3-50 台中市各行政區每人享有公園綠地(升冪排序)分析圖(2)

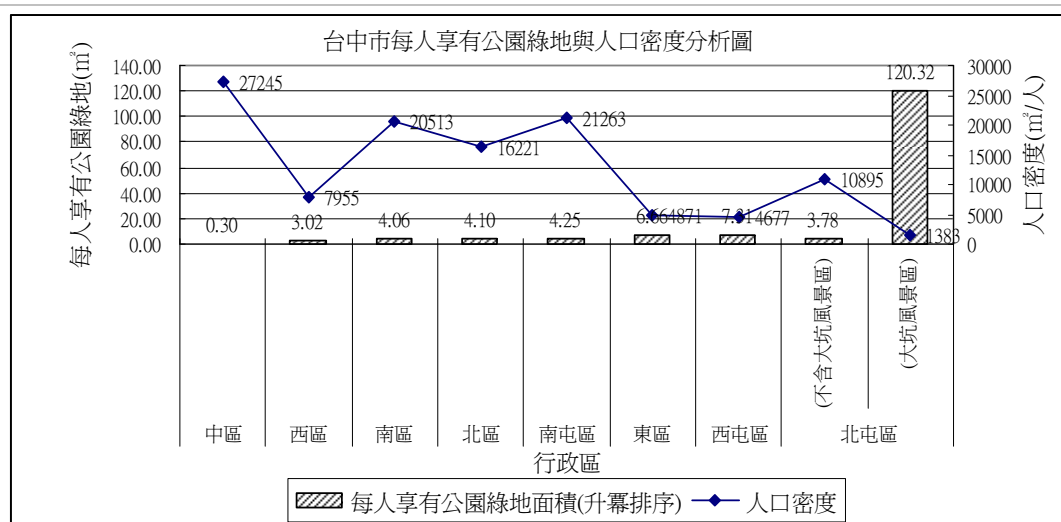


圖 4-3-51 台中市各區每人享有公園綠地(升冪排序)與人口密度分析圖

第四節 台中市潛在綠化空間

本研究進一步將台中市相關綠化規範與其他縣市進行比較(表 4-4-1)，以了解不同法規之規範下，台中市含有多少潛在綠化之空間，以提供未來進行綠化空間之改善與推動。

相關綠化規範，因為地方自治的關係，各縣市有所不同，以台北市而言，開放空間綠化規定於「公園開發都市設計準則」及「建築物及法定空地綠化」中，另行區域性都市設計準則(如：信義計畫區都市設計審議、台北市木柵二期重劃區都市設計準則等)；台中市則針對全市擬定「都市設計準則」，並另行區域性都市設計準則(如：新市政專用區都市設計審議、干城地區都市設計審議)；高雄市則是擬定於「高雄市建築基地實施綠化審查辦法」中，並另行區域性都市設計準則(如：凹子底地區細部計畫、內惟埤文化園區特定區都市設計規範等)。

由表 4-3-12 得知，在公園綠化方面台北市與台中市規定之綠覆率(60%)相同，但台北市在綠覆率的計算中以分層的方式另外規定喬木(50%)與草皮(20%)的綠覆率；高雄市則無明確規範。在廣場、綠地、法定空地等開放空間方面，台北市的規範中屬第一類建築(65%)，台中市則是分別針對廣場(40%)、綠地(80%)、法定空地(40%)及停車場進行綠化規範，高雄市則規定開放空間綠化(65%)，且分別規定喬木(1/3 以上)、草地及地被(1/3 以上)、灌木(1/3)以下。在學校綠化方面，台北市的規範中屬第二類建築(50%)，第二類建築尚包含新開闢之公有建築物、一個街廓為單元申請之建築基地、基地面積在住宅區為 1,500 m² 以上，商業區為 2,000 m² 以上，工業區為 3,000 m² 以上三建築基地，綠覆率需達 50%，台中市則是視基地面積及使用現況分別定之，高雄市則無詳細說明。又依據建築物及法定空地綠化實施要點台北市根據建築物或基地的規模及種類分為三類(65%、50%、30%)，高雄市則是不分建築物種類，統一規定開放空間綠化(65%)。另外，台北市則規定第三類建築綠覆率需 30%以及屋頂花園(1/4)或女兒牆內綠化規範，與台中市、高雄市不同；高雄市則是擬定捷運(廠)站之法定空地(60%)、高架橋綠化及機場設施應予以綠化，且另外針對重點地區環境景觀改造擬定獎勵制度，包含未建築閒置空地率美化、建築物外觀綠美化、建築基地開放空間或空地率美化等。

植栽計算方式中喬木(以米之高徑計算)、灌木(加計 50%)台北市、台中市、高雄市皆相同，地被草花(3/4)台北市、高雄市相同，台中市則是以被覆面積計算；植草磚(1/3)台北市、高雄市相同，台中市則為 1/2 計算；蔓性植物台北市以實際面積計算、台中市無明確說明、高雄市則是加計 50%；另外，台北市則規範觀賞性水池或溪水不論有無水生植物，均以其面積 1/3 折算為綠覆面。

表 4-4-1 台北市、台中市、高雄市相關綠化規範比較表

類別		台北市	台中市	高雄市
都市設計層面	公園	60%* (喬木 50%、草地 20%)	60%*	
	廣場		40%*	
	綠地		80%*	
	學校		應視基地面積及使用 現況分別定之	
	法定空地		40%*	
	停車場		3~6 個停車位應有一 株中型喬木，車位行 間設置淨寬 1M 以上 之植栽槽，停車場四 周應有 0.5~1M 以上 之緩衝植栽帶或植栽 槽	
	景觀 植被 栽植	喬木	米之高徑計算	
		灌木	加計 50%	
		地被	以被覆面積計算	
		植草磚	1/2	
建築基地層面	建築基地綠化	第一類建築 65%* 第二類建築 50%* 第三類建築 30%*		
	屋頂花園	1/4 或女兒牆內側寬 50CM、深 1/4 之花台		
	喬木	米之高徑計算		米之高徑計算；原喬 木保留增加 50%
	灌木	加計 50%		加計 50%
	蔓性植物	以實際面積計算		加計 50%
	草花地被	3/4		3/4
	植草磚	1/3		1/3
	水池	1/3		
	開放空間	陽台及花台以綠覆部 分計算；屋頂花園以 綠覆部份 1/3 計算		65%*(喬木>1/3 以 上、草地及地被>1/3 以上、灌木及其他綠 化<1/3)
	捷運(廠)站			法定空地 60%*；沿道 路側需種植喬木；高 架軌道予以綠化；機 廠設施與周邊 6M 之 景觀植栽帶
其他	獎勵制度			獎勵重點地區環境景 觀改造

註：*綠覆率

(資料來源：本研究整理)

第一類建築：依綜合設計放寬規定應留設之開放空間及應綠化之空地。

第二類建築：1. 新開闢之公有建築物及公私立各級學校；2. 以一個街廊為單元申請之建築基地；3. 基地面積在住宅區為一千五百平方公尺以上，商業區為二千平方公尺以上，工業區為三千平方公尺以上三建築基地。

第三類建築：其他之建築基地。

以台中市的綠化規範所得台中市綠化面積為 12,426,931.69 m²(表 4-4-2)。本研究由前述台北市、台中市、高雄市三個都會區開放空間綠化法規中，公園以台中市原有的 60%為標準、廣場以高雄市開放空間 65%為標準、綠地以台中市原有 80%為標準、學校以台北市第二類建築物 50%為標準、法定空地以台北市第一類建築 65%為標準(法定空地為建造房屋應保留之空地，故本研究以住宅區及商業區各類土地使用依建蔽率之規定所留設之開放空間計算之)，另外，將公有建築及公私立學校以台北市第二類建築 50%為標準、道路及停車場則以高雄市開放空間 65%為標準、屋頂花園則是以台中市建物若全市的屋頂皆以 1/4 進行綠化為標準，綜合出一個最高綠化標準，得到數據如表 4-3-14，並與台中市原有綠化法規進行比較(表 4-4-2)。

由表 4-4-2 得知，除了公園及綠地的綠化標準維持不變，其餘皆提高法規標準，則台中市尚有 21,746,364.55 m²(2174.64 公頃)的潛在綠化空間。其中，廣場的綠化面積由原來的 33,757.75 m²提高到 54,856.35 m²潛在未綠化空間尚有 21,098,60 m²；住宅區法定空地由原來的 3,840,915.51 m²提高到 7,656,547.23 m²潛在未綠化空間尚有 3,815,631.72 m²；商業區法定空地由原來的 761,849.0 m²提高到 1,238,004.64 m²潛在未綠化空間尚有 476,155.64 m²；公有建築及公私立學校分別以 50%為標準進行綠化，尚存在 1,350,242.14 m²、1,338,188.40 m²的潛在綠化空間；道路及停車場已 65%為標準進行綠化，尚存在 14,286,267.18 m²、458,781.30 m²的潛在綠化空間；假設台中市建築物屋頂全面進行 1/4 綠化，尚有 6,373,821.87 m²的潛在綠化空間，約 637 公頃，相當於 60 座台中公園。結果顯示，由法規增加開放空間的綠化規範，亦能提升整體都市之綠化面積。

表 4-4-2 台中市相關綠化規範分析表

				台中市相關綠化規範			綜合台北市、台中市、 高雄市相關綠化法規		潛在綠化 空間(m ²)
類別				面積(m ²) (1)	綠覆率規範(%) (2)	綠化面積(m ²) (1)×(2)=(3)	綠覆率規範(%) (4)	綠化面積(m ²) (1)×(4)=(5)	(5)-(1)
都市 設計 層面	開放 空間	法定 空地(註 ⁵)	公園(含兒童遊戲場、體育場)	11780803.39	60	7068482.03	60	7068482.03	0.00
			廣場	84394.38	40	33757.75	65	54856.35	21098.60
			綠地(含園道)	902408.73	80	721926.98	80	721926.98	0.00
			學校(公私立學校及文教用地)(註 ⁵)	2676376.79	視基地面積及使用 現況分別定之	0.00	50	1338188.40	1338188.40
			住宅區	8708054.57	30	2612416.37	65	5660235.47	3047819.10
			住一	968666.99	40	387466.80	65	629634.19	242167.39
			住二	1157500.01	40	463000.00	65	752375.01	289375.01
			住三	912596.61	40	365038.64	65	593187.80	228149.16
			住四	32484.25	40	12993.70	65	21114.76	8121.06
			商業區	1030893.21	40	412357.28	65	670080.59	3815631.72
			商一	162427.50	40	64971.00	65	105577.88	257723.31
			商二	374316.63	40	149726.65	65	243305.81	40606.88
			商三	125413.79	40	50165.52	65	81518.96	93579.16
			商四	211571.38	40	84628.55	65	137521.40	31353.44
			停車場	705817.39	3~6 個停車位應有一株 中型喬木，車位行間設 置淨寬 1M 以上之植栽 槽，停車場四周應有 0.5~1M 以上之緩衝植 栽帶或植栽槽	0.00	65	458781.30	458781.30
			景觀 植栽	尚無詳細 數據計算	米之高徑計算、加 50 %、以被覆面積計算、1/2	尚無詳細 數據計算	尚無詳細 數據計算	尚無詳細 數據計算	尚無詳細 數據計算
			喬木、灌木、地被、植草磚	尚無詳細 數據計算	米之高徑計算、加 50 %、以被覆面積計算、1/2	尚無詳細 數據計算	尚無詳細 數據計算	尚無詳細 數據計算	尚無詳細 數據計算
建 築 基 地 層 面	建築及 法定空 地	公有建築物(機關用地及其他公共設施)(註 ⁶)	公有建築物(機關用地及其他公共設施)(註 ⁶)	2700484.28	0	0.00	50	1350242.14	1350242.14
			開放空間(道路)	21978872.58	0	0.00	65	14286267.18	14286267.18
			開放空間(屋頂花園)(註 ⁷)	25495287.49	0	0.00	25	6373821.87	6373821.87
			喬木、灌木、蔓性植物、草花地被、植草磚、水池	尚無詳細 數據計算	尚無詳細 數據計算	尚無詳細 數據計算	尚無詳細 數據計算	尚無詳細 數據計算	尚無詳細 數據計算
			合 計			12426931.69		34173296.24	21746364.55

註⁵：公私立學校之開放空間面積以文教區建蔽率 35%計算之

(資料來源：本研究整理)

註⁶：住宅區及商業區開放空間面積以台中市建築物之建蔽率計算之(建蔽率：住一 30%、住二 35%、住三 45%、住四 50%、商一 55%、商二、三 65%、商四 75%，其他住宅區及商業區本研究以 30%計算之)。註⁷：公有建築物之開放空間面積以行政區建蔽率 35%計算之。註⁸：屋頂花園面積以建築物屋頂面積計算之。

第五節 綜合討論

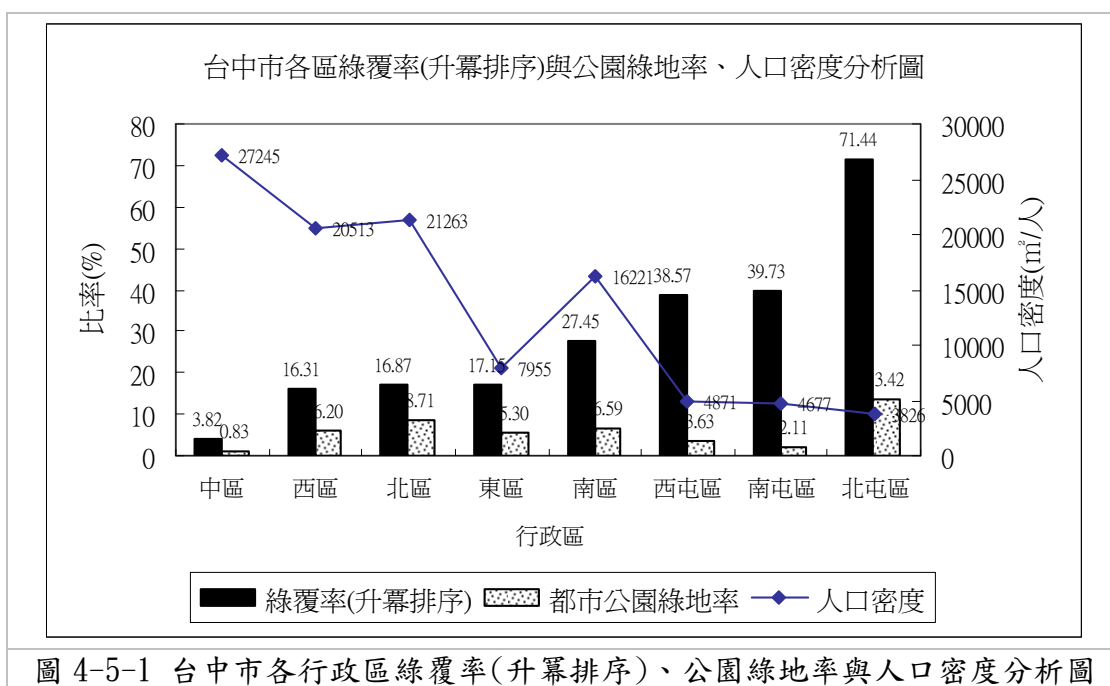
一、遙測技術方面討論

本研究利用遙測衛星影像進行植生及非植生區之分類，同時配合地理資訊系統或相關統計軟體的輔助運用，作為展示數據資料之工具；在影像分類過程中，由於分類項目較為單純，因此，能確實掌握都市平面綠化量的分布，取得植生覆蓋資料，適合進行大面積都市綠地分析。若影像分類較為複雜或透過遙測無法取得之資訊，仍須配合人工調查與實地測定技術，以瞭解綠地資源的土地使用現況。另外，本研究在植生覆蓋資料萃取時並未將常態化差異植生指標(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)納入討論。

二、台中市各行政區綠化概況

台中市各行政區綠覆率(升冪排序)、綠地率與人口密度進行比較(圖4-5-1)，得知都市綠覆率、公園綠地率與每人享有公園綠地面積，皆為北屯區(含大坑風景區)最高，中區最低，而人口密度卻以北屯區(含大坑風景區)最低，中區最高，顯示台中市綠覆率由市中心區向外遞增，人口密度則反之，綠覆率分布並不平均。

就景觀生態學的觀念而言，具有台中市後花園之稱的大坑風景區提供都市內外自然環境的延續，同時扮演著城鄉間綠地系統串連的角色，但由於大坑風景區地處偏遠，較無法提供作為居民平時休閒活動之場所；而市中心區帶狀開放空間(綠園道系統)，除提供物種棲息環境維持都市生態的和環境的綠美化，亦提供都市居民高綠量的休閒遊憩環境，有效的發揮了園道之景觀生態功能；相較之下園道系統更具遊憩發展潛力。台中市擁有全台灣獨一無二的都市園道系統，但研究中發現部分園道規劃中斷不完善，應加強補足，以確保都市綠廊帶開放空間之生態功能。



另外，台中市公園綠覆(87%)，已達都市設計綠覆規範標準(60%)，但綠地綠覆率(63%)、園道綠覆率(72%)皆未達都市設計規範標準(80%)；各行政區土地使用中，中區公園綠覆率(32.51%)、綠地綠覆率(14.90%)，東區綠地綠覆率(30.82%)、園道綠覆率(76.59%)，西區綠地綠覆率(45.80%)、園道綠覆率(75.20%)，南區綠地綠覆率(52.79%)、園道綠覆率(58.54%)、北區綠地綠覆率(25.14%)、園道綠覆率(47.72%)皆未達都市設計法定標準，西屯區(63%)、北屯區(59.96%)綠地綠覆率皆未達都市設計法定標準，南屯區公園綠覆率(49.69%)未達都市設計法定標準。

都市公共綠地定額，即「都市中每人平均享有的公園綠地面積」，是衡量都市居民休閒遊憩用地水準的指標。其計算方式為「都會區內已完成開闢之公園綠地面積除以都會區總人口數」；依據台中市政府網站所統計，截至2007年台中市已開闢或開闢中的公園、綠地、廣場、兒童遊樂場等共208處5,061,000平方公尺，每人享有公園綠地面積為約4.79平方公尺(表4-5-1)。將台中市都市計畫中所劃設之公園綠地面積(12,429,423.61 m²)扣除現有已開闢之公園面積(5,061,000 m²)，可見都市計畫中尚有7,368,423.61 m²的公園綠地面積未開闢(表4-5-2)。

由上述結果得知，台中市各行政區中多數的公園、綠地皆未達綠覆率之標準，即使都市計畫所劃設之公園綠地面積全部開闢仍不合法規所規範之面積，顯示，公園綠地規劃的數量並不代表實際的綠化量，都市綠化不能僅只依賴公園綠地的綠化，應針對不同的土地使用類別，予以訂定綠化規範，才能確保都市平面綠化達一定之數量。

表 4-5-1 90~96 年累積公園綠地開闢面積及每人享有公園綠地面積統計表

年度	年度開闢面積 (公頃)	累積開闢面積 (公頃)	每一市民平均 享有公園綠地 面積 (m ²)	人口數
90	2.08	485.43	4.94	983,614
91	6.5	491.93	4.94	996,706
92	5.5	497.43	4.93	1,009,387
93	0.47	497.9	4.88	1,021,292
94	2.84	500.75	4.85	1,032,778
95	2.2358	503	4.81	1,044,392
96	3.0999	506.1	4.79	1,055,898

(資料來源:台中市政府網站)

表 4-5-2 都市計畫未開闢之公園綠地面積

公園綠地類別	面積 (m ²)
現有都市計畫劃設之公園綠地面積	12429423.61
現有已開闢之公園綠地面積	5061000.00
都市計畫中未開闢之公園綠地面積	7368423.61

(資料來源:台中市政府網站；本研究整理)

三、台中市潛在綠化空間

本研究將台中市綠化相關法規與台北市、高雄市綠化法規進行比較，乃因台北、台中、高雄三個都市已有實施都市設計的實質工作，且三個都市皆屬於都會型城市，都市規模與類型較為相似。若為鄉村類型的地區則應有另外的參考標準。

潛在綠化空間中，屋頂花園綠化面積計算則是假設：「台中市建築物屋頂面，不論屋頂形態(包含:斜面、平面)，皆進行 1/4 綠化」，所得之數據較為粗略，故僅供參考之，未來建議可進一步將平屋頂與斜屋頂面分類，進行討論。

此外，本研究依據張志傑(1992)，綠地需要量之參考表，求得潛在綠化空間效益換算表(表 2-5-3)。由表 2-5-3 得知，假設台中市存在 21,746,364.55 m² (2,174.64 公頃)潛在綠化空間，將其視為生長季節的闊葉林，一天將可消耗 2,174.64 噸的 CO₂，放出 1,587.49 噸 O₂，提供 2,174,636.5(10 m²林地)/人，約為兩倍台中市人口；若視為草坪每小時則可吸收 32,619,546.83g 的 CO₂，提供 869,854.6(25 m²草皮/人)，約為台中市 82.29%人口；若視為青剛櫟依年可吸塵 147,875.52 噸，提供 1,976,942.2(11 m²林)/人或 289,951.53(75 m²草皮)/人；若視為樹林平均每天吸收 SO₂ 為 3,261.96kg，提供 51,777.1(420 m²林)/人；若視為柳杉林，每年吸收 SO₂ 為 43492.8kg，提供 135,914.8；若視為紫花苜蓿每年將可減少大氣中 130.4784 噸的 SO₂，提供；若視為園柏林，一天能分泌 65239.2kg 殺菌素，可消除 2174.64 天的都市細菌；由於上述的換算較為粗略，故僅供參考。

我國於 2006 年正式推動溫室氣體減量法(草案)，明訂直轄市、縣(市)主管機關應配合推動溫室氣體減量政策方案及行動計畫，訂修溫室氣體減量執行計畫，並推動之(草案第十條)。上述的換算中可得知綠地淨化空氣的效益，以作為未來都市綠化推行之參考。

表 4-5-3 潛在綠化空間效益換算表

綠地作用	綠地需要量*		潛在綠化空間效益換算	
	項目	數據	研究數據	效益
吸收 CO ₂ 放出 O ₂	每公頃闊葉林在生長季節一天可消耗 1 噸 CO ₂ ，放出 0.73 噸 O ₂	10 m ² (林地)/人	2,174.64 噸 CO ₂ 1,587.49 噸 O ₂	2,174,636.5 (10 m ² 林地/人)
	每平方公尺草坪一小時可吸收 CO ₂ 為 1.5 g；成人每天呼出為 CO ₂ 38g	25 m ² (草皮)/人	32,619,546.83g	869,854.6 (25 m ² 草皮/人)
減塵	每公頃青剛櫟林一年吸塵 68 噸	11 m ² (林)/人 75 m ² (草皮)/人	147,875.52 噸	1,976,942.2 (11 m ² 林/人) 289,951.53 (75 m ² 草皮/人)
吸收 SO ₂	每公頃樹林平均每天吸收 SO ₂ 為 1.5 kg	420 m ² (林)/人	3,261.96kg/天	51,777.1 (420 m ² 林/人)
	每公頃柳杉林，每年吸收 SO ₂ 為 20kg	160 m ² (柳林)/人	43492.8kg/年	135,914.8 (160 m ² 柳林/人)
	100 km ² 的紫花苜蓿，每年可減少大氣中 SO ₂ 為 600 噸以上	150 m ² (地被)/人	130.4784 噸	144,975.8 (150 m ² 地被/人)
殺菌	每公頃園柏林，一天能分泌 30kg 殺菌素，可消除一天都市的細菌。		652,390,936.5kg	

(資料來源：張志傑，1992*；本研究整理)

第五章 結論與建議

第一節 結論

本研究主要利用遙測衛星影像近紅外光之特性，以監督式分類法取得植生覆蓋資料，得其結果後與行政區界、都市計畫圖等圖資相互套疊分析，探討台中市綠覆率與都市公園綠地之現況，並提出潛在綠化之空間。根據上述結果分析，得到以下結論：

一、遙測衛星影像分類

(一)遙測衛星資料，可實際瞭解都市植生分布情況

本研究採用 SPOT-5 衛星影像，進行植生資料之萃取，經由精準度評估後，影像分類成果整體精準度達 95%，Kappa 值整體精準度達 93%。由於分類項目較為單純，因此，能確實掌握都市平面綠量的分布，取得台中市植生覆蓋資料。

二、台中市各行政區綠化概況

(一)台中市綠覆地分布不均，且多數公園綠地綠覆率未達法定之標準

綠覆率(含大坑)以北屯區最高，其次為南屯區、西屯區，中區最低，然而將其人口密度納入比較，卻發現中區人口密度最高，北屯區最低，其次為南屯區、西屯區。顯示，台中市各行政區綠覆地分布集中於都市邊緣地區，市中心區相對最少，呈現綠覆地分布不均之現象，且除了公園綠覆率已達都市設計綠覆規範標準外，綠地綠覆率及園道綠覆率皆未達都市設計規範標準。

各行政區土地使用中，中區公園綠覆率、綠地綠覆率未達都市設計法定標準，東區、西區、南區、北區綠地及園道之綠覆率未達都市設計法定標準，西屯區綠地綠覆率、北屯區綠地綠覆率未達都市設計法定標準，南屯區公園綠覆率未達都市設計法定標準。結果顯示，各行政區中多數的公園、綠地綠覆率皆未達法定之標準。

(二)台中市都市公園綠地未達法定之規劃量

由都市計畫圖中取得台中市公園綠地面積來看，目前台中市整體都市綠地率(7.61%)，尚未達到都市計畫法第四十五條規定「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，其占用土地總面積不得少於全部計畫面積百分之十。」之計畫量，即使台中市都市計畫所劃設之公園綠地面積全部開闢，尚差距 2.39%，仍不合法規所規範之面積。

(三)公園綠地定額(即每人享有公園綠地面積)與實際數值仍有差距

若根據都市計畫中規定之公園綠地全部開闢，台中市每人享有公園綠地面積為 11.76%，但至 2007 年 12 月止，台中市每人享有公園綠地面積為 4.97%，可見都市計畫所提供之數值仍有相當落差。

三、台中市潛在綠化空間

(一)透過法規增加開放空間的綠化規範，亦能提升整體都市之綠化面積

假設台中市公有建築基地(50%)、公私立學校(50%)、道路(65%)、停車場(65%)及屋頂花園(1/4 綠化)皆實施綠化規範，同時提高廣場(65%)、法定空地(65%)等

綠化標準，則台中市尚潛在 21,746,364.55 m²(2,174.64 公頃)的面積可做為綠化空間，其中假設屋頂花園進行 1/4 綠化，約 637 公頃，相當於 60 座台中公園。此外，本研究依據張志傑(1992)，綠地需要量之參考表，求得潛在綠化空間效益換算表(表 4-5-3)，得知潛在空間綠化之效益，以作為都市綠化之參考。

第二節 建議

一、都市綠覆率低之地區應重點綠化

研究發現，中區人口密度最高，但都市綠覆率最低；北屯區(含大坑)人口密度最低，但都市綠覆率最高，故未來應針對綠覆率低的地區，加強生態綠化。

此外，各行政區土地使用分區綠化分析中發現：「中區」土地使用以商業為主且建築物分布密度高，因此建議未來中區應加強商業區綠化規範；「東區」土地使用以道路及住宅區居多，但兩者綠覆率皆不高，因此建議加強道路及住宅區綠化，以串連現有東光綠園道，形塑道路綠網空間；「西區」綠覆率多集中於綠園道所構成的帶狀空間中，但部分園道建物及設施物多，仍會影響綠帶的串連，故建議減少設施物的增加，同時增加週邊住宅區及道路之綠覆率，以提高區域環境之綠覆率；「南區」以公園及學校所提供的綠覆面積為主，由衛星影像圖顯示，部分由西區所延伸到南區的綠園道中斷規劃不完善，而部分較寬的帶狀空間(如：鐵道、道路)尚未綠化，因此建議加強此方面之綠化；「北區」由衛星影像圖顯示，公園綠地大多由綠園道所串連，形成良好的綠網系統，但住宅區綠覆率為 5.41%尚不高，因此建議住宅區應加強綠化規範，此外北區道路及商業區之綠覆率亦偏低，應需加強綠化；「西屯區」綠覆率多集中於，大型公園、學校、農業區、河川用地及尚未開發的土地(如：機關用地、山坡地)，而「南屯區」綠覆率亦集中於農業區，因此建議兩區之農地應加以保護，避免不當的土地變更，導致都市周圍的綠地縮減；「北屯區」綠覆率集中於大坑風景區，因此建議加強都市邊陲地帶的綠地規劃串連大坑風景區，期以將大坑風景區之生態導入都市，此外北屯區之工業區及部份公家機關用地綠覆率偏低，因此建議加強此方面之綠化規範。

二、加強公園綠地綠化規範，且依據土地使用型態，訂定不同綠化規範

研究結果顯示，台中市各行政區中多數公園、綠地綠覆率並未達法定標準，且都市計畫開闢之公園綠地數量，並不符合法規所規劃之計量，未來都市計畫通盤檢討時，應加強公園綠地方面之檢討，且依據土地使用型態，訂定適合的綠化規範。另外，高雄市針對捷運用地實施綠化規範，並推動重點地區環境景觀改造都市更新補助實施方案，以促進永續城市等政策之推動，可做為未來台中市之參考。

三、善用不同的開放空間予以生態綠化

相關理論指出，生長在都市各種開放空間的植栽(如：沿街道、高速公路、鐵路、公園、庭園等種植的植栽)具有提昇都市環境品質之功能，這些開放空間皆能成為潛力綠化空間。研究結果顯示，都市計畫之公園綠地量無法反映出實際之綠化量，因此都市綠化不能僅只依賴公園綠地的規劃，應善用不同的開放空間(如：重大建設、捷運站、機場、道路或整體開發之地區等)予以綠化，以提昇整體都市綠化，確保都市生態環境之永續。

四、都市設計之綠化規範，應考量複層植栽之效益

由於綠覆面積屬於平面綠量，缺乏三度空間的立體考量，無法發揮複層植栽之功效(王小璘，1999 a)，故建議未來台中市綠化計算方式應將植栽分層做計算，以發揮植栽立體層次之效益。

五、加強都市綠園道之串連與保護

園道不僅具有串連都市公園及開放空間的功能，使都市整體公園綠地形成一個完整的系統，提升都市環境的品質，更因其具有線形空間的特質及其與周圍土地使用的互動關係，成了市民平時及假日重要的休閒場所(王小璘，1999b)，但研究中發現部分園道連接性不足，建議未來應加強補足，並予以立法保護，以確保及塑造生態廊道的完整性。

六、都市農業用地之保留

都市計畫中設置農業用地，其目的除了生產用途外，具防止都市擴充及做為都市緩衝綠帶之功效。研究發現，台中市屯區尚保留大面積農業用地尚未開發，確實具有提昇都市綠覆率之效果，且農地作物具有時間動態變化，在不同時間提供不同之綠覆率。然而，現今土地變更多將農地轉為建地，造成都市建地不斷擴充，農地的減少相對的綠覆率也將減少，未來應更加重視農業用地所帶來之綠化效益，利用綠覆率規範來控制土地變更之情形，以避免都市土地的擴張。

七、後續研究建議

(一)都市植生密度之探討

本研究使用遙測衛星影像取得植生覆蓋資料，進行都市現況綠化探討，但研究過程中並未將植生密度納入考量，故建議未來可納入植生密度(NDVI)，探討都市植生密度(NDVI)與綠化量之關係

(二)立體面綠化相關研究之探討

利用遙測衛星影像取得之植生覆蓋資料，為二度空間(平面)資料，無法取得垂直面之植生資料，如：壁面綠化，垂直綠化亦具有提升都市之綠視率及生態效果，故建議未來可進行垂直綠化之相關研究。

(三)潛在綠化空間形式與生態效益之探討

都市中潛在綠化空間具有提昇都市綠覆率之效果，然而綠化空間設置位置、面積、數量、大小等，亦影響綠化效果，故建議未來可探討潛在綠化空間之形式與生態環境效果之關係。

引用文獻

一、中文部份

1. 王小璘，1999a，都市綠量視覺評估之研究，設計學報第四卷第一期，pp. 61-89。
2. 王小璘，1999b，台中市東光興大休閒道設計的哲學思想—為文化城塑造一個「文化的園道」，造園季刊第三十、三十一期，pp. 15-24。
3. 王小璘，2003，都市道路景觀生態之綠化，造園季刊第四十八期，pp. 19-30。
4. 王小璘，2006，景觀及生態節能設計，環境綠化第四十五期，pp. 18-26。
5. 王小璘，司徒世翰，1998，都市開放空間及其活動型態之探討-以台中市都市開放空間為例，設計學報第三卷第一期。
6. 王小璘、何友鋒，1999，公園綠地規劃設計準則研究，內政部營建署委託，中華民國國家公園學會，台北。
7. 王小璘、吳慧儀，2001，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，造園學報第七卷第二期，pp. 99-119。
8. 王小璘、林沛毅，2004，以景觀生態學觀點探討棲地模擬模型-以台中市大坑地區為例，設計學報第九卷第二期，pp. 47-68。
9. 王小璘、曾詠宜，2000，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成果研討會論文集，pp. 381-395。
10. 王小璘、曾詠宜，2003，都市公園綠地區位景觀生態評估之研究，設計學報第八卷第三期，pp. 53-77。
11. 王小璘，許瑞銘，2005，屋頂綠化熱效益之研究，中華民國建築學會第十七屆第二次建築研討會成果發表會論文集，pp. A229-L11。
12. 王之佳、柯金良(譯)，1992，我們共同的未來，台灣地球日出版社，台北。
13. 內山正雄，1987，都市綠地的計畫與設計，彰國社，東京。
14. 王兆基(譯)，1998，新綠化空間設計指南(1)普及手冊，地景企業股份有限公司，台北。
15. 王如松，1991，走向生態城-城市生態學及其發展策略，都市與計劃第十八卷第一期，pp. 1-17。
16. 王秀娟，2002，綠地計畫之理論與實證，田園城市出版，台北。
17. 王軍、傅伯杰、陳利項，1999，景觀生態規劃的原理與方法，資源科學第二十一卷第二期，pp. 71-76。
18. 王敏先，2004，景觀生態概念與指標應用於景觀規劃之探討，碩士論文，中國文化大學環境設計學院景觀研究所，台北。
19. 王 鑫，1983，公園系統之架構，中華民國都市計畫學會年會論文集。
20. 方梅萍，2002，台中市景觀格局的變遷及其影響因素之研究，碩士論文，東海大學景觀學研究所，台中。
21. 江中豪，2001，應用遙測影像於都市地區綠化程度評估之研究，碩士論文，中國文化大學建築及都市計劃研究所，台北。
22. 池體演，1997，2007版圖解營建法規，實力圖書出版企業有限公司，台北。
23. 肖篤寧，1993，試論景觀生態學的基礎理論與方法特點，景觀生態學:景觀生態學理論、方法及應用，肖篤寧(編)，pp. 31-47，地景企業，台北。
24. 李洋毅，2006，綠化形態對都市熱島效應影響效果之研究，碩士論文，銘傳

- 大學媒體空間設計研究所，桃園。
25. 呂秀慧，2001，頭前溪流域植生覆蓋變遷之研究，碩士論文，國立交通大學土木工程學研究所，新竹。
 26. 吳孟勳，2001，生態街道與城市永續發展之探討，碩士論文，國立成功大學都市計劃研究所，台南。
 27. 吳政庭，2004，多元尺度影像與半變異元紋理法於都市水稻田分類之研究，碩士論文，逢甲大學土地管理學研究所，台中。
 28. 吳俊堃，2004，都市植物跳島可能性研究-台北市區廢棄地植物與自然綠地植物相似度調查，碩士論文，中國文化大學景觀學研究所，台北。
 29. 吳崇銘，2007，公園對於周圍街廓熱環境影響之研究，碩士論文，朝陽科技大學建築及都市設計研究所，台中。
 30. 吳振發、詹士樑，2003，常態化差異植生指數應用於都市綠地品質管制之探討，台灣土地研究第六卷第二期，pp. 17-42。
 31. 吳黛岑，2007，集合住宅中庭植栽微氣候之數值模擬研究，碩士論文，國立成功大學建築學研究所，台南。
 32. 周 桀，1986，都市公園遊憩效益之研究，碩士論文，中興大學都市計劃研究所，台中。
 33. 周天穎、葉美伶、袁嵐焜，2000，地理資訊系統理論與實務，逢甲大學地理資訊中心，台中。
 34. 周崇聖，2006，遙測應用於不明廢棄物非法棄置場址調查辨識之研究，碩士論文，中央大學環境工程研究所，桃園。
 35. 邱文彥，2000，海岸管理：理論與實務，五南圖書公司，台北。
 36. 林文鎮、李遠欽，1986，都市林規劃與營造之探討，造園季刊第一卷第四期，pp. 17~20。
 37. 林向斌，2005，以景觀生態法分析都市綠地變遷之研究-以桃園市、八德市、龜山鄉為例，碩士論文，銘傳大學媒體空間設計研究所，桃園。
 38. 林美湘，2007，都市發展中公園綠地之規劃-以花蓮市為例，碩士論文，東華大學公共行政研究所，花蓮。
 39. 林孟儒，2002，因應全球二氧化碳減量生態趨勢之都市綠化政策研究-以台北市為例，碩士論文，台北科技大學建築與都市設計研究所，台北。
 40. 林進益，1986，公園綠地基本型態之探討，造園季刊第一卷第三期，pp. 5~10。
 41. 林進忠，1977，公園計畫與設計，正中書局，台北。
 42. 林維君，2001，以生態觀點為基礎的河流道規劃-以基隆河為例，碩士論文，台北大學資源管理研究所，台北。
 43. 林憲德、李魁鵬，1998，平衡建築物 CO2 排放量之都市綠化政策，第十一屆建築研究成果發表會論文集，中華民國建築學會，pp. 5-8。
 44. 林憲德、李魁鵬、林立人、郭曉青、陳子謙，1999，臺灣四大都會區都市熱島效應實測解析(2)-夏季都市熱島時空分佈特性之初步解析，建築學報第三十一期，pp. 75-90。
 45. 林憲德，2005，綠建築解說與評估手冊(2005 更新版)，內政部建築研究所，台北。
 46. 林信輝、張俊彥，2005，景觀生態與植生工程規劃設計，明文書局，台北。
 47. 洪得娟，1995，邁向生態都市-都市景觀之構成與發展，第八屆建築研究成果發表會論文集。

48. 洪得娟，1997，都市公園綠覆地影響因素之研究，博士論文，台灣大學園藝學研究所，台北。
49. 洪得娟(譯)，1998，新綠化空間設計指南(2)技術手冊，地景企業，台北。
50. 柳 樅，1986，綠化對環境保育之重要性，造園季刊第一卷第四期，pp. 14~15。
51. 侯錦雄，1998，公園綠地規劃準則研擬，內政部營建署委託，東海大學景觀學系，台中。
52. 胡寶林，1998，都市生活的希望，中山學術文化基金會中山文庫，台灣書局，台北。
53. 高國峯，2000，利用紅外線熱像技術觀測環境綠化效果，碩士論文，台灣科技大學工程技術研究所，台北。
54. 許芳毓，2005，都市植被破碎度與綠化策略之研究-以台南市為例，碩士論文，成功大學都市計畫學研究所，台南。
55. 陳子淳，2000，都會區都市生態系統演替機制之研究，博士論文，台北大學都市計劃研究所，台北。
56. 陳明竺，1992，都市設計，六合出版社，台北。
57. 陳相如，2005，都市林特徵價格之研究-以台南市東區為例，碩士論文，成功大學都市計劃研究所，台南。
58. 陳述彭、趙英時，1992，遙感地學分析，中國文化大學出版，台北。
59. 陸建華，1999，建築綠化節約能源效能之 CO2 減量能力之研究，內政部建築研究所，台北。
60. 陳泰弘，2001，以多視景虛擬實境建立網際三維地理資訊系統之研究，碩士論文，中山大學海洋環境及工程研究所。
61. 陳瑞源，2003，將屋頂外皮膚歸還自然-綠屋頂介紹，造園季刊第四十六期，pp. 39~42。
62. 黃光宇、陳勇，2002，生態都市理論與規劃設計方法，科學出版社。
63. 黃永桀，1996，如何界定公園綠地之定義與系統，全國公園綠地研討會會議資料集，pp. 46-58，內政部營建署，台北。
64. 黃南淵，1996，全國公園綠地研討會會議資料集，pp. 7-9，內政部營建署，台北。
65. 黃瑞祥，1996，如何促進公園綠地民眾參與及推廣，全國公園綠地研討會會議資料集，pp. 179-178，內政部營建署，台北。
66. 黃書禮，2000，生態土地使用規劃，詹氏書局，台北。
67. 徐正杰，2003，都市環境的綠化與透水效果對於微氣候之影響-以花蓮市區為例，碩士論文，東華大學環境政策研究所，花蓮。
68. 郭柏巖，2000，都市公園微氣候觀測解析，碩士論文，成功大學建築學研究所，台南。
69. 郭瓊瑩，2000，台灣公園綠地資源前瞻性，公園綠地季刊創刊號，pp. 5-53。
70. 郭瓊瑩、王秀娟，1996，我們的公園綠地，內政部營建署，台北。
71. 郭寶章，1999，綠化環境與保育，新時代林業，中華造林事業協會，台北。
72. 郭麟霖，2000，寒帶沼地高光譜影像分類之研究，碩士論文，交通大學土木工程學系研究所，新竹。
73. 張志傑，1992，環境生態，科技圖書，台北。
74. 張紘炬，1988，統計學，華泰文化，台北。
75. 張俊彥，洪佳君，曾心嫻(譯)，2001，景觀建築及土地使用計畫之景觀生態

原則，地景企業，台北。

76. 張俊彥，1999，以景觀生態學中嵌塊體形狀進行鄉村公園綠地之規劃評估，休閒、遊憩、觀光研究成果研討會論文集，pp. 139-157。
77. 張習賓，2006，鄰里公園綠化環境景觀偏好之研究-以台中市公園為例，碩士論文，逢甲大學都市計畫研究所，台中。
78. 張簡宏裕，2002，屋頂覆土植栽之熱收支研究-以鵝掌藤植栽為例，碩士論文，台灣大學營建工程研究所，台北。
79. 張慶費、徐絨娣，1999，城市森林建設的意義和途徑探討，大自然探索第十八卷第二期，pp. 82-86。
80. 劉其輝，2005，結合遙測與地理資訊系統於都市發展之研究，國立政治大學地政學系碩士論文。
81. 楊沛儒，2001，地景生態城市規劃-基隆河流域 1980~2000 的都市發展、地景變遷及水文效應，博士論文，台灣大學建築與城鄉研究所，台北。
82. 楊敏芝，1998，生態城市(Ecocity)-由景觀生態學論城市設計的生態觀，中華民國建築學會 1988 建築研究成果發表會論文集，pp. 253-258。
83. 楊龍士、雷祖強、周天穎，2006，遙感探測理論與分析實務，逢甲大學地理資訊中心，台中。
84. 劉建浩，2005，城市森林概念及其內涵辨析，造園季刊第五十六期，pp. 41-44。
85. 劉致亨，2007，遙測學分班講義，逢甲大學地理資訊系統研究中心，台中。
86. 劉振榮、方繼祥、林唐煌、陳萬金、黃國禎、黃世任、郭武盛、郭宗華、林文偉，2003，遙測資料在台灣地區植被分類之研究及應用，農委會 92 年度科技研究計劃研究報告。
87. 劉常富、李海梅、何興元、陳瑋、徐文鋒、趙桂玲、寧祝華，2003，城市森林概念探析，生態學雜誌第二十二卷第五期，pp. 146-149。
88. 蔡厚男、呂慧穎，2003，都市化對景觀碎裂影響之碎形分析，中國園藝第四十九卷第二期，pp. 233-248。
89. 蔡娜文，2002，利用高解析度衛星影像於都市土地覆蓋之研究，碩士論文，中國文化大學地學研究所，台北。
90. 蔣 銘，2003，國土規劃與「國土計畫法」(草案)推動之現況、問題與對策，公職試訊第五期，pp. 1-9。
91. 潘國樑，2006，遙測學大綱，科技圖書，台北。
92. 廖日京，1985，綠化綜談，造園季刊第一卷第二期，pp. 40-47。
93. 歐陽嶠暉，2001，都市環境學，詹氏書局，台北。
94. 鄭丁元，2006，高解析度衛星影像於水稻田坵塊萃取之研究，碩士論文，逢甲大學環境資訊科技研究所，台中。
95. 鄭亞嵐，2003，都市公園綠地連接度與鳥類群聚度關係之研究，碩士論文，台灣大學園藝學研究所，台北。
96. 鄧東波，2001，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，碩士論文，中國文化大學地學研究所地理組，台北。
97. 韓可宗，1998，都市森林理論與應用，地景企業，台北。
98. 賴奕錚，2003，以生態城市觀點檢視台灣城市發展之環境課題，碩士論文，台北大學都市計畫研究所，台北。
99. 賴明洲，1996a，環保公園綠化手冊，行政院環保署委託，東海大學景觀學系，台中。

100. 賴明洲，1996b，如何嚴定公園綠地發展指標，全國公園綠地研討會會議資料集，pp. 59-67，內政部營建署，台北。
101. 盧誌銘、黃啟峰，1995，全球永續發展的緣起與發展，工業污染防治第五十六期，pp. 1-21。
102. 謝漢欽、鄭祈全，1995，福山地區多期 SPOT 影像植生綠度分析，林業研究季刊第十卷第一期，pp. 105-120。
103. 顏文震，2003，綠化空間發展策略之研究，碩士論文，逢甲大學建築及都市計畫研究所，台中。
104. 簡玲雅，2007，台中市綠覆地之現況與影響要因之研究，碩士論文，中興大學園藝學研究所，台中。
105. 蘇瑋佳，2001，以立面綠化設計改善都市商業街道視覺品質之模式研究，碩士論文，中興大學園藝學系，台中。
105. 顧大維，2004，台灣地區因應生態城市發展之對策架構的探討，碩士論文，淡江大學建築學研究所，台北。

二、英文部分

1. Ashton, J., 1992, *Healthy Cities*, Buckingham: Open University Press。
2. Bartenstein, F., 1981, The future of urban forestry, *Journal of Arboriculture*, Vol. 7, No. 10, pp. 261-267。
3. Burton, M., 1983, Understanding mental health services: theory and practice, *Critical Social Policy*, Vol. 3, No. 7, pp. 54 - 74。
4. Congalton, R., 1991, A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data, No. 37, pp. 35-46。
5. Clark, J. R. & R. K. Kjeigren, 1989, Conceptual and management considerations for the development of urban tree planning, *Journal of Arboriculture*, Vol. 15, No. 10, pp. 229-236。
6. Dreistadt, S. H., Dahlsten, D. L. & G. W. Frankie, 1990, Urban forest and insect ecology, *BioScience*, Vol. 40, No. 3, pp. 192-198。
7. Dramstad, W. E., Olson, J. D. and R. T. T. Forman, 1996, *Landscape ecological Principles in landscape architecture and land-use planning*, Harvard University Graduate School of Design。
8. Forman, R. T. T. & S. k. Collong, 1997, Nature conserved in changing Landscape with and without spatial planning, *Landscape and Urban Plannig*, No. 37, pp. 129-1。
9. Forman, R. T. T. & M. Godron, 1986, *Landscape Ecology*, New York, Wiley。
10. Fung, T. & W. Siu, 2000, Environmental quality and its change, an analysis using NDVI, *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 21, No. 5, pp. 1011-1024。
11. Gold, S. M., 1977, Social and economic benefits of trees in cities, *Journal of Forestry*, Feb., pp. 84-87。
12. Goetz, A. F. H., Rock, B. N. & L. C. Rowan, 1983, Remote sensing for exploration and an overview, *Economic Geology*, No. 79, pp. 573-590。

13. Heckscher, A., 1977, Open Space: The Life of American Cities, New York, Harper & Row.
14. Leccese, M., 1989, Can we save the urban tree, Landscape Architecture, Vol. 79, Sep., pp. 44-49.
15. Lillesand, T. M. & R. W. Kiefer, 2000, Remote Sensing and Image Interpretation, New York, John Wiley & Sons, Inc.
16. Miller, G. T. J., 1992, Living in the Environment. 7th Ed., Belmont, CA, Wadsworth Publishing.
17. Moll, G. & C. Kollin, 1993, A new way to see our city forests, American Forests, Vol. 99, Sep. /Oct., pp. 29.
18. Moll, G., 1987, Improving the health of the urban forest, American Forest, vol. 93, Dec., pp. 61-64.
19. Moll, G., 1988, Anatomy of the urban forest, American Forest, Vol. 94, July. /Aug., pp. 22.
20. Moll, G., 1989, Designing the ecological city, American Forests, Vol. 95, March. /April., pp. 61-64.
21. Odum, E. P., 1971, Fundamentals of ecology. W. B. Saunders Company, Philadelphia, Pennsylvania. 3rd edition, 574p.
22. Nosse, R. A., 1986, The urban forest can be a pest, Journal of Arboriculture, Vol. 12, No. 1, pp. 24-25.
23. Register, R., 2002, Ecocities: Building Cities in Balance with Nature, California, Berkeley Hills Books.
24. Rowntree, R. A. & D. J. Nowak, 1991, Quantifying the role of urban forest in removing atmospheric carbon dioxide, Journal of Arboriculture, vol. 17, No. 10, pp. 269-275.
25. Smardon, R. C., 1988, Perception and aesthetics of the urban environment: Review of the role of vegetation, Landscape and Urban Planning, Vol. 15, pp. 85-106.
26. Spreireger, P. D., 1968, On the Art of Design Cities: Selected Essays of Elbert, Cambridge, Mass., M. I. Press.

三、網站資料

1. 台中市政府網站 <http://www.tccg.gov.tw/>
2. 台中市都市設計審議資訊系統 <http://www.urbandesign.taipei.gov.tw/>
3. 台北市政府工務局 <http://pwb.taipei.gov.tw/index.php?act=list&cid=60>
4. 高雄市政府營建管理處
<http://build.kcg.gov.tw/law/darchrule.asp?dfield1=12>
5. 內政部營建署 <http://www.cpami.gov.tw/web/index.php>
6. 全國法規資料庫 <http://law.moj.gov.tw/>
7. 國土計畫法(草案) <http://www.tcd.gov.tw/TCD/law-3.htm>
8. 經濟部產業溫室氣體減量資訊網
<http://proj.moeaidb.gov.tw/tigo/page4-1.asp>
9. 行政院國家永續發展委員會全球資訊網

- <http://sta.epa.gov.tw/NSDN/index.asp>
10. 行政院國家科學委員會-永續發展研究推動委員會網站
<http://www.nsc.gov.tw/csdr/>
11. 環境資訊中心 <http://e-info.org.tw/node/14479>
12. 總統府電子報 <http://www.tier.org.tw/energymonthly/200612/40.pdf>
13. 清華大學生命科學系連結網站
<http://life.nthu.edu.tw/~lslty/phy/photosys.htm>
14. 不願面對的真相英文官方網站 <http://www.climatecrisis.net/>
15. 國立中央大學太空及遙測中心
<http://www.csr.sr.ncu.edu.tw/chin.ver/c5query/procedure.php>

附錄一 遙測衛星影像特性之比較

附表1-遙測衛星影像特性之比較表

類別		項目/內容				
福衛二號 (FORMOSAT-2)	軌道高度	891(公里)，太陽同步軌道，每日通過台灣海峽上空二次。				
	光譜解析度	影像種類	波段(μm)	對地解析度(近垂直觀測)	感測器	
		全色態(黑白)影像(PAN)	0.52-0.82 μm	2m	RSI	
		多光譜(彩色)影像(MS)	藍 0.45-0.52，綠 0.52-0.60，紅 0.63-0.69，近紅外 0.76-0.90	8m		
	應用領域	全色態(黑白)影像(Panchromatic)	可依據物體形狀、邊緣、色彩對比及紋理等影像特性，作為判釋地表物體之依據，如建物、稻田、道路等。			
		多光譜(彩色)影像(Multi-Spectral)	不同地物對不同光譜有不同之反射特性，可用反射差異探討地表目標物可能特徵，有效提昇對地表使用類別之判讀效率與成果。例如：近紅外光對於植被之反射特別敏銳，可用來進行農作物或森林之相關應用。			
法國史波特 衛星(SPOT)	軌道高度	832 (公里)，太陽同步衛星，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。				
	衛星代號	影像種類	波段(μm)	對地解析度(近垂直觀測)	感測器	
	光譜解析度	SPOT-1~3	全色態(PAN)	0.50-0.73 μm	10m	HRV
			多光譜態(XS)	0.50-0.59 (XS1)，0.61-0.68(XS2)，0.79-0.89(XS3)	20m	
		SPOT-4	單色態(M)	0.61-0.68	10m	HRV
		多光譜態(XI)	1.58-1.75	20m		
	SPOT-5		全色態(HM)	0.48-0.71	5m	HRG
			超解像模式(THR)	1.58-1.75	2.5m	
			多光譜態 HI	0.50-0.59，0.61-0.68，0.79-0.89	10m	
IKONOS	軌道高度	681(公里)，太陽同步軌道，每 98 分鐘繞行地球一圈。				
	光譜解析度	影像種類	波段(μm)	對地解析度(近垂直觀測)	感測器	
		PAN	0.45-0.90	1m	HRV	
		MSS	藍 0.45-0.52，綠 0.52-0.60，紅 0.63-0.69，近紅外 0.76-0.90	4m		
	PAN	0.45-0.90	1m			
Quickbird	軌道高度	450(公里)，太陽同步軌道。				
	光譜解析度	影像種類	波段(μm)	對地解析度(近垂直觀測)	感測器	
		PAN	0.45-0.90	0.61m	2.44m	
		MSS	0.45-0.52，0.52-0.60，0.63-0.69，0.76-0.90	2.44m		
		PAN	0.45-0.90	0.61m		
	MSS	0.45-0.52，0.52-0.60，0.63-0.69，0.76-0.90	2.44m			
ERS-1/2	軌道高度	785(公里)，太陽同步軌道。				
	光譜解析度	影像種類	波段	對地解析度(近垂直觀測)	感測器	
		C-band	5.6cm	25m	SAR	
		多光譜態 HI	0.50-0.59，0.61-0.68，0.79-0.89	10m		

(資料來源：國立中央大學太空及遙測中心；國家太空中心；本研究整理)

附錄二 國內外綠化相關法規彙整

附表2-國內相關綠化法規表

法規名稱		內文															
都市計畫法		第 45 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，其占用土地總面積不得少於全部計畫面積 10%。															
都市計畫法層面	變更台中市都市計畫(新市政中心專用區)細部計畫(第二次通盤檢討)	14. 景觀與綠化： (5)本計畫區各種專用區之建築法定空地，應依下列規定實施綠化： A. 公園綠地之綠覆面積所占比例不得小於 60%，其中有床基之花壇面積不得超過綠覆面積 10%。 B. 公園、綠地應植樹冠高 4 公尺以上之喬木，面積不得少於 30%，且根部應保留適當之透水性表面。 C. 建築基地之法定空地包括採綜合設計放寬規定所應留設之開放空間，應以集中留設為原則，該空地面積每滿 64 m ² 應至少植喬木一棵，樹冠離地面淨高 2 公尺以上，且該空地綠覆所占面積不得小於該空地面積 50%。 D. 種植樹木之樹冠垂直投影面積可計入綠覆面積。 E. 本地區供公眾使用之建築物，其屋頂應予實施綠化為屋頂花園，並應於竣工前綠化完成，始得申領使用執照。															
土地使用分區層面	公園開發都市設計準則	第十條 公園之綠化計畫，依下列規定： 一、園內植物應具備喬木、灌木、地被、草花及草坪之植栽類型，並以複四、公園綠覆率應達 60%以上，其中喬木綠覆率應達 50%以上，喬木樹型應以開展型為主，草地綠覆率以達 20%以上為原則。但經本府指定為特殊主題性公園者，不在此限。 五、喬木覆蓋面積數值依下表所列計算之： <table><tr><th>米高徑 (cm)</th><th>樹冠直徑(m)</th><th>覆蓋計算 (m²)</th></tr><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></table>	米高徑 (cm)	樹冠直徑(m)	覆蓋計算 (m ²)	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 ²)														
2-4	1	5															
5-7	1.5	10															
8-10	1.5	15															
大於 10	2	20															
台北市		六、鋪面採用非人工材料之透水性構造，且面積不超過基地總面積 40%者，其面積之 20%得計入綠覆率。 七、公園基地位於二個以上生物棲所時，應以生態走廊方式相互串聯，並以複層植栽方式結合周邊景觀元素綠化之。 八、平面停車場及其車道週邊應設置寬度一公尺以上之植栽綠帶，且場區腹地以喬木配合灌木或地被植物綠化為原則。 九、低層建築物以適當高度之土丘降低其量體感，高層樓建築物以壁面綠化之手法，軟化視線所及之低樓層量體為原則。															
	山坡地開發建築都市設計準則	第十四條 基地之綠化，應依下列規定： 一、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，配合基地周圍既有綠覆林相，予以設計，並應回植原基地植物 1/3 之樹種。 三、於基地與毗鄰之建築基地間沿境界線留設之緩衝綠帶，其綠覆率應達 80%以上，其中喬木綠覆率以達 70%以上為原則。 四、基地地表不得裸露，且基地綠覆面積內應栽植之喬木比率，應占總綠覆面積 50%以上。基地之戶外停車場，應順應地形及地貌分層設置，停車場週邊應設置寬度一公尺以上之植栽綠帶；停車場內之綠化，以栽植喬木配合灌木及地被植物為原則。															

(資料來源:全國法規資料庫；台北市、台中市、高雄市政府網站；本研究整理)

附表2-國內相關綠化法規表(續)

法規名稱

內容

景觀及開放空間

(四)法定空地：

1. 開放空間、庭院及空地，應栽植花、草、樹木予以綠化。

2. 綠化之開放空間、庭院及空地，其不透水鋪面所佔面積應在 1/2 以下，但屋頂、室內及地下開放空間不在此限。

景觀植栽

(一)植栽綠美化選種原則：

1. 植栽綠化內容應包含喬木、灌木、草花、地被植物及草坪，且以複層式植栽方式綠化為原則。

2. 同一區段之植栽綠化以 1-2 種主要喬木為主，輔以適當的小喬木和灌木，線路路段中主要喬木、灌木採取互相交替的方式，達到逐步轉移，自然過渡的效果。

7. 「綠覆面」係指包括喬木、灌木樹冠垂直投影面積、草坪花卉種植面積及垂直綠化面積。綠覆面之計算如下：

(1) 「綠覆率」指綠覆面與法定空地之百分比。

(2)採用喬木栽植時綠覆面之計算方法如下表所示。

(3)灌木以實際面積加 50%計算。

(4)地被植物以被覆面計算。

(5)以植草磚築造者，綠覆面以鋪設植草磚面積 1/2 計算。

	樹高(m)	樹冠直徑(m)	綠覆面(m ²)
樹冠開展	4-8	2-5	9.6
	8-15	5-10	44
	15 以上	10 以上	78
樹冠直立	4-8	2 以下	3.14
	8-15	2-5	9.6
	15 以上	5-10	44

(二)道路植栽綠化原則：

1. 在留設二公尺（含）以上寬度之人行步道應規劃含喬木之植栽空間。

4. 橋樑下方及其可資綠化之空間應予綠化。

(三)開放空間及停車場植栽綠化原則：

1. 開放空間

(2)應予綠化之公園、廣場、綠地、學校及法定空地等區域，其綠覆率、植栽性質、植栽設置原則應依表 4-5 之規定。

用地別	最小綠覆率(%)	植栽性質	植栽設置原則
公 園	60	1. 植栽應選擇枝葉茂密且具遮蔭效果之植物。 2. 應選擇不同花期之植物。 3. 應選擇誘鳥、誘蝶之植物。	每 25 m ² 應至少栽植開展型樹冠之喬木一棵。
廣 場	40	1. 植栽應選擇枝葉茂密且具遮蔭效果之植物。 2. 應選擇耐污染之樹種。	每 64 m ² 應至少栽植開展型樹冠之喬木一棵。
綠 地	80	1. 應選擇不同花期之植物。	每 25 m ² 應至少栽植開展型樹冠之喬木一棵。

土地
使用
分區
層面

台
中
市

都
市
設
計
準
則

(資料來源:全國法規資料庫；台北市、台中市、高雄市政府網站；本研究整理)

附表2-國內相關綠化法規表(續)

法規名稱		內容	
都市設計準則	學 校	應視基地面積及使用現況分別定之。	1. 學校基地面積每 100 m ² 應栽植喬木一棵。 2. 周圍宜種植可供遮蔭之中大型喬木。
	法 定 空 地	40	1. 植栽應選擇枝葉茂密且具遮蔭效果之植物。 2. 應選擇耐污染之樹種。

行政區：

1. 公園用地之綠覆率應大於 80%，每滿 50 m²，應至少栽植喬木一株。
2. 20m、10m、4m 建築退縮線法定退縮空間之行道樹採喬灌木混合栽植方式，每滿 64 m²，應至少栽植喬木一株。
3. 人行道上之綠覆面積不得小於 40%，每滿 64 m²，應至少栽植喬木一株。
4. 建築基地法定空地植栽之綠覆面積不得小於 50%，每滿 64 m²，應至少栽植喬木一株。
5. 屋頂花園枝綠化以淺根性喬木、灌木及草本花卉為原則，綠化面積不得小於 40%。

商業區：

1. 公園用地之綠覆率應大於 60%，每滿 50 m²，應至少栽植喬木一株。
2. 指定 20m、10m、4m 建築退縮線法定退縮空間之綠覆面積不得小於 40%，每滿 64 m²，至少栽植喬木一株。
3. 廣場上植栽之綠覆率不得小於 40%，每滿 64 m²，應至少栽植喬木一株。
4. 建築基地法定空地植栽之綠覆面積不得小於 50%，每滿 64 m²，應至少栽植喬木一株。

住宅區：

1. 公園用地之綠覆率應大於 80%，每滿 50 m²，應至少栽植喬木一株。
2. 指定 20m、10m、4m 建築退縮線法定退縮空間之綠覆面積不得小於 40%，每滿 64 m²，應至少栽植喬木一株。
3. 人行道上之綠覆率不得小於 40%，每滿 64 m²，應至少栽植喬木一株。
4. 廣場上植栽之綠覆率不得小於 40%，每滿 64 m²，應至少栽植
5. 建築基地法定空地植栽之綠覆面積不得小於 50%，每滿 64 m²，應至少栽植喬木一株。
6. 停車場停車格應全面鋪植地被，其綠覆率面積扣除地被面積之外，不得小於 30%，每滿 64 m²，應至少栽植喬木一株。

休閒遊憩區：

1. 指定 20m、10m、4m 建築退縮線法定退縮空間之綠覆面積不得小於 40%，每滿 64 m²，應至少栽植喬木一株。
2. 建築基地法定空地植栽之綠覆面積不得小於 40%，每滿 64 m²，應至少栽植喬木一株。
3. 交通用地之綠覆率面積不得小於 40%，每滿 64 m²，應至少栽植喬木一株。

土地
使用
分區
層面

台
中
市

新市政
專用區
都市設
計審議
規範一
植栽設
計準則

(資料來源:全國法規資料庫；台北市、台中市、高雄市政府網站；本研究整理)

附表2-國內相關綠化法規表(續)

法規名稱		內容
土地 使用 分區 層面	高雄市	凹子底地區細部計畫(第3次通盤檢討) 94 1208 公告)
		四、退縮地植栽系統之訂定: 臨接計畫道路退縮地兩側喬木植栽時,除車道路口外,每隔4-6公尺需植一株,其米高徑應大於6公分以上,或樹高以3-5公尺以上為原則,自然展開達1.5公尺以上之容器苗,除植栽配置和樹種如附圖四,建議以台灣原生植物為主要選擇樹種。
		五、公共設施 (一)公園綠覆率不得小於75%。 (二)廣場綠覆率應達30%以上。
		六、基地保水及綠化 (二)基地綠化: 1.本區建築基地綠覆率應達75%以上。 2.綠覆率之計算依「高雄市建築基地實施綠化審查辦法」及都市設計會相關決議事項辦理。
		高雄市内惟埤文化園區特定區都市設計規範(92.3.4)
		(二)退縮地設計規定 1.退縮地喬木植栽時(設計)米高徑應大於11公分,全區退縮地植栽樹配置如附圖一。
土地 使用 分區 層面	高雄市	變更高雄市都市計畫(塩埕地區)細部計畫(第三次通盤檢討)
		九、基地綠化 (二)透天類型建築物以每戶種植一科喬木為原則,採總量管制自由配置,惟基地無法種植喬木者,得以立面或屋頂綠化方式辦理。
		四、開放空間設計規定 4.植栽:每宗基地至少種植一棵喬木,植栽穴之間應鋪設具透水性之植草磚或種植草皮。植栽穴應與地面平整。退縮地應設置長寬150公分植栽穴,並以自建築線起設置為原則。退縮地植栽樹種詳圖9-4-1規定辦理。
		九、基地綠化與保水 (一)建築基地綠化:本地區建築基地留設之空地應予以綠化,且其綠覆率應達75%以上,公園綠地應達80%,學校應達60%以上,有關綠覆率之計算依「高雄市建築基地實施綠化審查辦法」及都設會相關決議事項辦理。
土地 使用 分區 層面	高雄市	變更高雄市楠梓區(國立高雄大學鄰近地區)細部計畫通盤檢討案計畫書
		七、本區建築基地之綠覆率不得小於75%。
土地 使用 分區 層面	高雄市	灣子內地區細部計畫(第三次通盤檢討)案
		申請補助項目: 一、未建築閒置空地美綠化(包含圍籬) 二、建築物本體景觀改善 (一)立面修繕工程(同一建築物非臨補助街面之側面得納入補助範圍) (二)外觀美綠化工程 三、夜間照明 四、建築物外部空間景觀改善 (一)無遮簷人行道之退縮地鋪面、植栽、街道家具等改善 (二)騎樓人行空間處理 (三)基地開放空間或空地美綠化 (四)公有人行道與退縮地共構處理 (五)無障礙人行空間
土地 使用 分區 層面	高雄市	高雄市獎勵重點地區環境景觀改造都市更新補助實施方案
		(五)無障礙人行空間

(資料來源:全國法規資料庫;台北市、台中市、高雄市政府網站;本研究整理)

附表2-國內相關綠化法規表(續)

法規名稱		內容												
土地 使用 分區 層面	高雄市 捷運場 (廠)站 都市設 計規範	四、捷運場(廠)站路外用地法定空地之綠覆率原則不得低於百分之六十。 唯情況特殊者，不在此限，但仍須視情況予以適當立體綠化，以美化 都市景觀。 五、捷運場(廠)站路外用地之地面層應距道路境界線至少三公呎始得建 築，該退縮地得為法定空地，並須予綠化或美化，但因用地不足或位 於公園、學校及機關用地內之捷運設施不在此限。 七、捷運場(廠)站路外用地沿道路側應栽植至少一列之喬木，植株間距不 得大於八公尺，喬木的樹種選擇以遮蔭型式為主，並搭配灌木栽植形 成完整植栽群落。但因捷運設施功能需求或用地不足者不在此限。 二十三、高架軌道之設置宜予以適當綠化或美化，以創造良好之都市環境 。 二十五、機廠設施須與周邊土地保持適當距離，並設置至少六米之景觀植 栽帶，以作為適當區隔，其景觀植栽帶得設置步道。												
	建築技術規 則施工篇	第 302 條 建築基地之綠化，除應符合其直轄市、縣（市）主管建築機關之綠化 相關規定外，其綠化總二氧化碳固定量應大於其二分之一法定空地面積與 左表二氧化碳固定量基準值之乘積。 <table><tr><td>使用分區或用地</td><td>二氧化碳固定量基準值 （公斤/平方公尺）</td></tr><tr><td>學校用地</td><td>500</td></tr><tr><td>商業區、工業區</td><td>300</td></tr><tr><td>前二類以外之建築基地</td><td>400</td></tr></table>	使用分區或用地	二氧化碳固定量基準值 （公斤/平方公尺）	學校用地	500	商業區、工業區	300	前二類以外之建築基地	400				
使用分區或用地	二氧化碳固定量基準值 （公斤/平方公尺）													
學校用地	500													
商業區、工業區	300													
前二類以外之建築基地	400													
建築 基地 層面	國民住宅社 區規劃及住 宅設計規則	第 12 條 國民住宅地區之公共設施面積，依左表標準規劃。但都市計畫已有規定 者，從其定： <table><tr><td>規劃標準/ 設施名稱</td><td>每千人口面積 （公頃）</td><td>每處最小面積 （公頃）</td><td>最大服務半徑 （公尺）</td></tr><tr><td>兒童遊樂場</td><td>0.08</td><td>0.1</td><td>300</td></tr><tr><td>公園(綠地)</td><td>0.15</td><td>0.2</td><td>800</td></tr></table>	規劃標準/ 設施名稱	每千人口面積 （公頃）	每處最小面積 （公頃）	最大服務半徑 （公尺）	兒童遊樂場	0.08	0.1	300	公園(綠地)	0.15	0.2	800
	規劃標準/ 設施名稱	每千人口面積 （公頃）	每處最小面積 （公頃）	最大服務半徑 （公尺）										
兒童遊樂場	0.08	0.1	300											
公園(綠地)	0.15	0.2	800											
建築物 及法定 空地綠 化實施 要點	台北市	一、台北市政府(以下簡稱本府)為推動都市綠化，以增進市容觀瞻，特 訂定本要點： 二、台北市之建築基地均應適用本要點，且依下列三類建築基地分別適 用其綠化規定： 第一類：依綜合設計放寬規定應留設之開放空間及應綠化之空地。 第二類： (一)新開闢之公有建築物及公私立各級學校。 (二)以一個街廓為單元申請之建築基地。 (三)基地面積在住宅區為一千五百平方公尺以上，商業區為二千平方尺 以上，工業區為三千平方公尺以上三建築基地。 第三類：其他之建築基地。 三、第一類建築基地之綠化，依左列規定辦理： (一)綠覆率應達百分之六十五以上。 (二)開放空間及應綠化之空地設置人行步道者，其面臨道路之步行專用 道上應栽植喬木作為行道樹， 四、第二類建築基地之綠化，依下列規定辦理： (一)建築物應留設之法定空地以集中留設為原則，綠覆率應達百分之五 十以上。												

(資料來源:全國法規資料庫; 台北市、台中市、高雄市政府網站; 本研究整理)

附表2-國內相關綠化法規表(續)

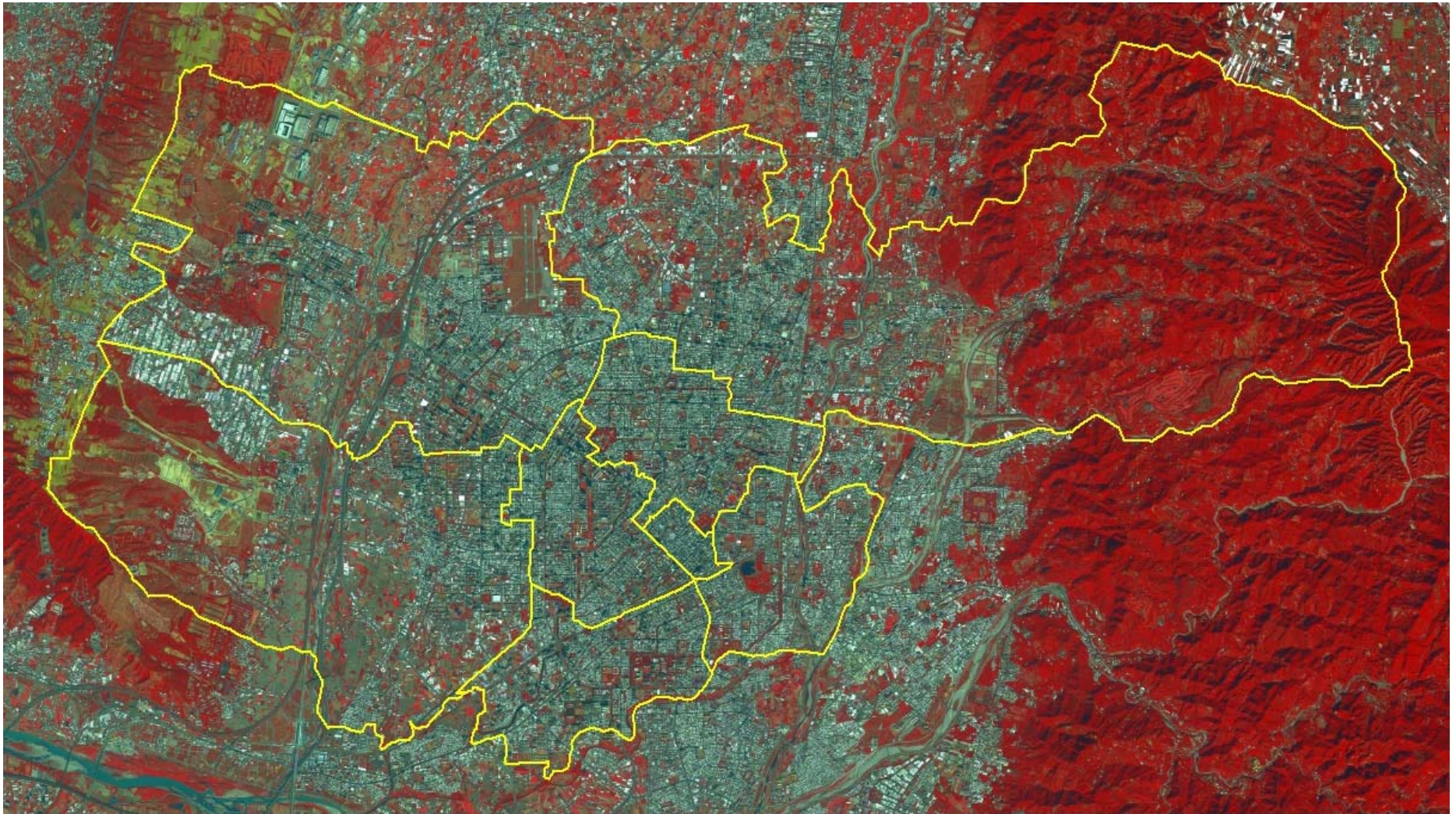
	法規名稱	內容
台北市	建築物及法定空地綠化實施要點	第三類建築基地綠化，其綠覆率應達百分之三十以上。 九、建築物可選擇於屋頂設置花圃或女兒牆設置花台，二項擇一設置，屋頂花圃面積應占屋頂平台四分之一以上，女兒牆應於上方內側設置五十公分寬之花台，深度可達屋面，總長度應達建築物四週女兒牆全長四分之一。 十、屋頂突出物之牆面應植蔓藤植物設置花台綠化。 十二、本要點所稱「綠覆面」指植物枝葉覆蓋於建築物及基地內外地面之面積；所稱「綠覆率」指綠覆面與法定空地之百分比，綠覆面之計算基準如左： (一)喬木採用栽植時米之高徑之計算法。 (二)灌木以實際面積加百分之五十計算。 (三)草地、地被及草花以被覆面積計算之，核發使用執照前至少其被覆面積應植栽四分之三以上，以照片上枝葉面積計算之。 (四)蔓性植物以花廊、柵籬或綠壁方式攀佈者，平面部份依實際被覆面積計算，以花廊支柱數為蔓性植物株數，綠覆面以花廊面積計算。 (五)停車場以植草磚築造者，綠覆面以鋪設植草磚面積三分之一計算，但核發使用執照時，植草磚內之草皮應生長良好。 (六)觀賞性水池或溪水不論有無水生植物均以其面積三分之一折算為綠覆面。 (七)建築物之陽台及花台綠化者；綠覆面積以綠覆部份全部計算，屋頂花圃之綠覆面積以綠覆部份三分之一計算。
	高雄市建築基地實施綠化審查辦法(91.01.21)	第三條:本辦法所稱綠覆面，指植物枝葉水平投影於地面形成之投影面積；所稱綠覆率，指綠覆面占開放空間及應綠化空地合計面積之百分比。 第四條:綠覆面之計算基準如下： 一、喬木栽植時米高徑之計算基準如附表一。但原有喬木保留者，每株之綠覆面得增加 50%計算之。原有喬木之認定，以在原地生長多年，並報經本府工務局認可者為限。 二、灌木及蔓性植物以實際面積加 50%計算。 三、草花及地被以實際被覆面積計算之。核發使用執照前被覆栽植面積應達 3/4 以上。 四、以植草磚鋪設者，綠覆面以鋪設植草磚面積 1/3 計算。但核發使用執照時，植草磚內之草皮應生長良好。 第五條:開放空間及應綠化之空地，依下列規定辦理綠化： 一、綠覆率應達 65%以上。 二、汽車車道與綠化空間應以高 90 公分以上之綠籬隔離。 第六條:綠化採用之植物種類，應以適合本地環境生長者為原則，由建築師視實際需要設計，樹種參考如附表二。 第七條:綠覆面積內應植栽之種類比例如下： 一、喬木綠覆面應占 1/3 以上。 二、草花及地被綠覆面應占 1/3 以上。 三、灌木及其他綠覆面應少於 1/3。 第九條:在草地上興建之遊憩設施等構造物，於計算綠覆面時應予以扣除。

(資料來源:全國法規資料庫；台北市、台中市、高雄市政府網站；本研究整理)

附表3-國外相關綠化法規表

類別	國家	執行單位	空間	措施/事業名稱/概要	
引導、限制、事業計畫	日本	東京都新宿區土木部綠化課	目的空間	〈推動綠化示範地區〉 區長為了保護及培育相關措施，經認為有其必要時，得指定區域綠化示範地區(根據新宿區綠化之條例規定)。	
	德國	曼哈姆市建設局	屋頂平台	〈德國聯邦建設法-曼哈姆市綠化條例〉 在市中心街的指定區域內，關於新建的建築物、增建及改建時，均適用此例，而在建築物屋頂及平台必須鋪設草皮或園藝植物綠化，綠化的層面必須完全用植栽加以被覆。如果使用盆栽，則綠覆率須達 60% 的面積。關於此條例是沒有任何特例可以更改。	
	韓國	漢城特別市綠地處		〈韓國建築法及施行令-漢城特別市建築條例〉 在韓國面積 165 m ² 以上的土地興建建物時，必須要遵照漢城特別市、直轄市、道路或建設部所指定的市郡條例基準，為了防止公害必須以造景、植樹或其他必要措施確保綠地。	
放寬措施	容積率	美國	紐約市	人工地盤	〈獎勵制度〉 開發者設置公共的休憩空間(開放空間、廣場等)以補償方式將容積放寬，使建築面積得以加大。
	綠化標準		東京都世田谷區生活環境部水與綠化課	屋頂牆面	〈公共設施綠化推行綱要〉 關於公共設施，規定以基地面積的 20%(僅地表部份)或 30% 的綠化空間(包含屋頂、壁面)為綠化標準。壁面綠化時，綠化面積至少達 1/2；屋頂綠化時則須以全面積來認定有效綠化面積(依據世田谷區自然性環境的保護與恢復相關條例)。
		日本	東京都台東區建築部建築課	屋頂牆面陽台	〈建築綠化推進綱要-台東區綠化條例〉 有效綠化面積是以綠化面積乘以有效係數來計算，但是在道路面，高低差超過 5 公尺部份及高架橋等綠化覆蓋於上部時，也可以算入有效係數以內，以有效綠化面積來計算(根據台東區綠化之條例)。
			東京都品川區土木不公園綠地課	屋頂陽台	綠地計畫書手冊 基地面積在 300 m ² 以上之建築物，設定面對道路路面綠化(長度)及基地內綠化(面積)兩個綠化標準，但如果地表部分的綠化無法達到這個標準時，也承認二樓以上在接近道路面及陽台屋頂上予以倍量綠化補足不足的部份。
協助措施	日本	(財)東京都公園協會公意部綠化基金課	屋頂牆面	〈東京都都市綠化基金設置綱要〉 公司、福利設施、醫院、學校等的法人，推動都市綠化事業的各種團體，活用建築物從事牆面的綠化事業以及大樓的屋頂綠化事業時，以綠化事業經費的二分之一為上限，在基金的年度預算範圍內提供協助	

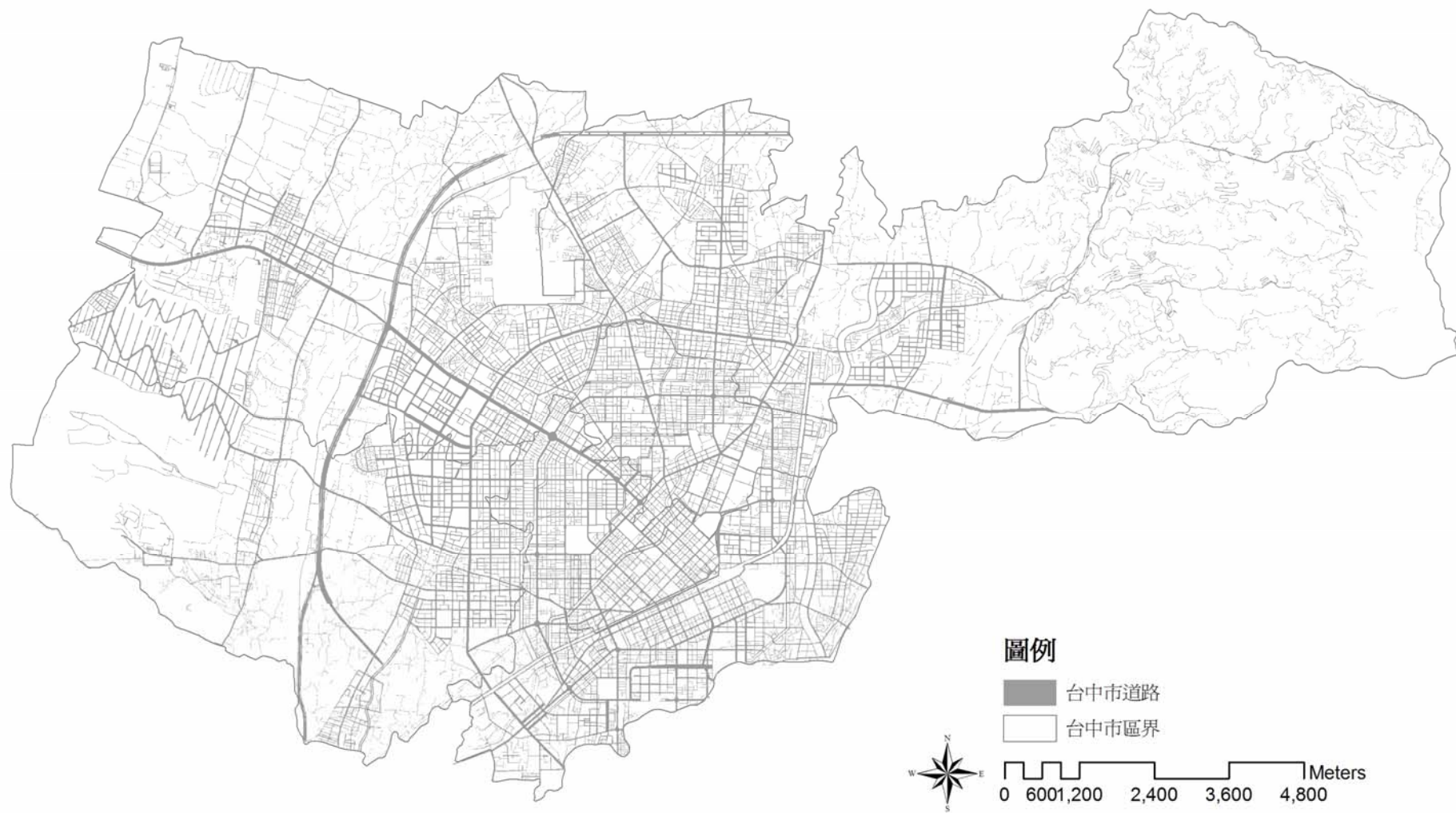
(資料來源：王兆基，1998；洪得娟，1998；本研究整理)



附錄三 台中市2008年1月5號SPOT-5融合影像圖



附錄四 台中市建物分布圖



圖例

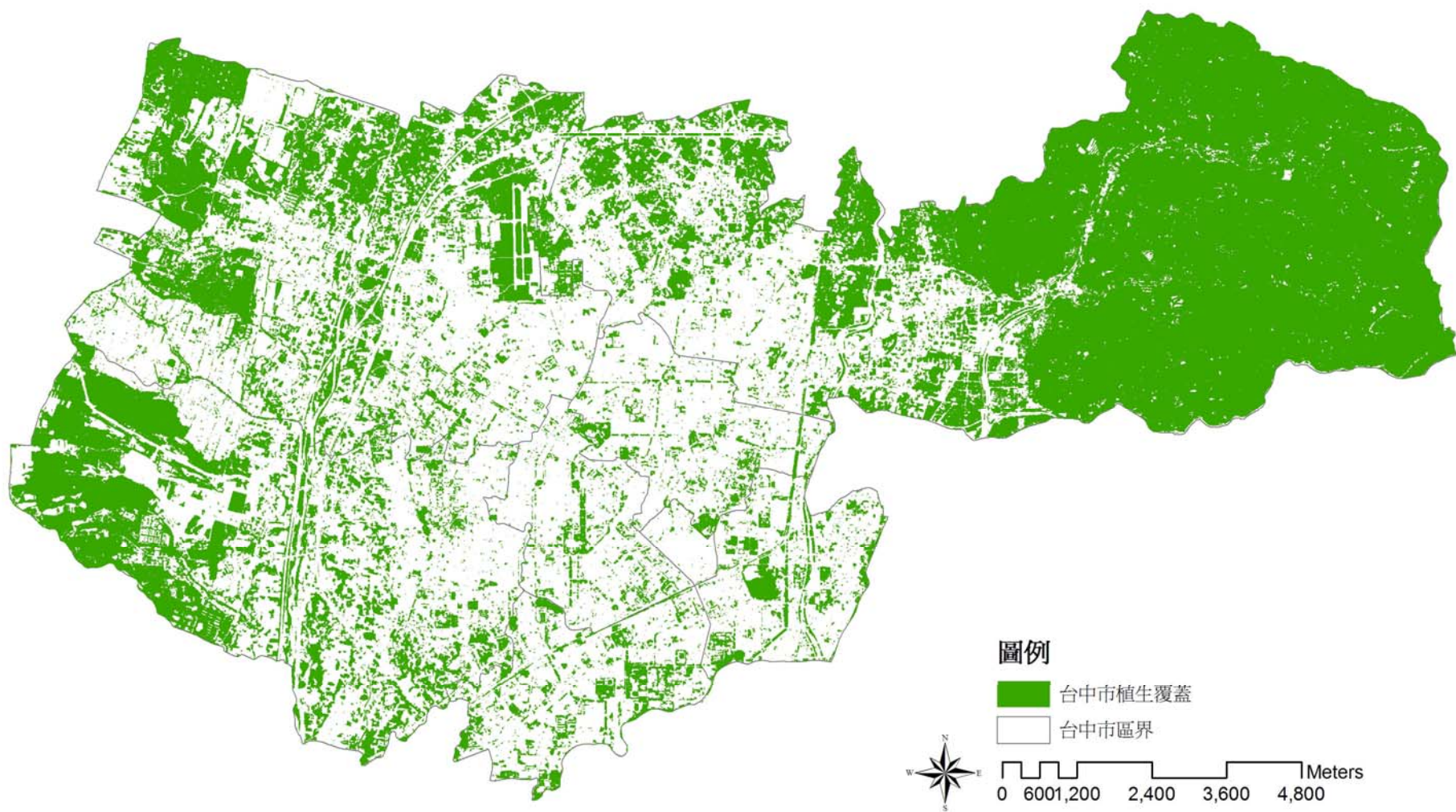
台中市道路

台中市區界

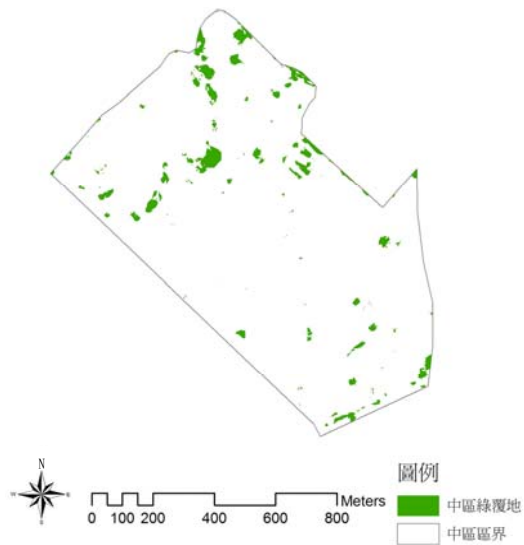


0 600 1,200 2,400 3,600 4,800 Meters

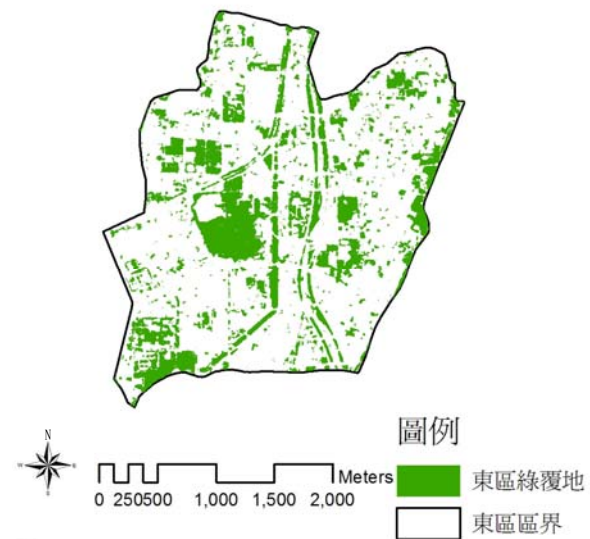
附錄五 台中市道路圖



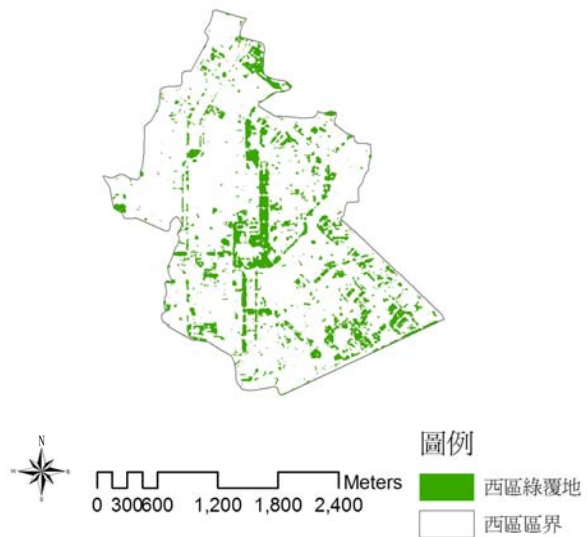
附錄六 台中市遙測影像分類後植生分布圖



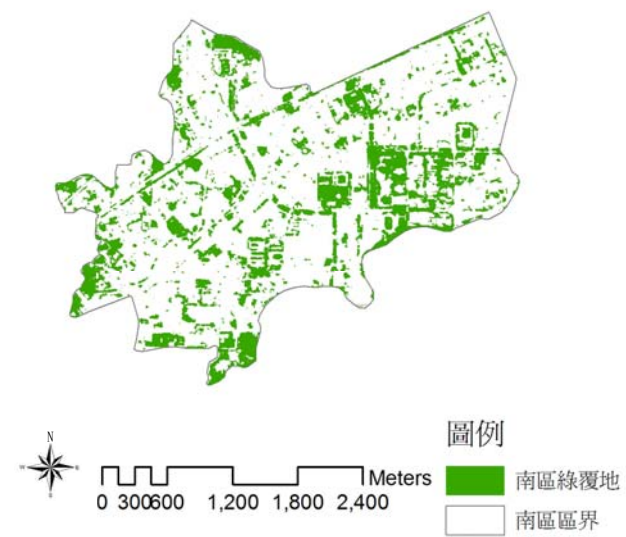
台中市中區綠覆面分布圖



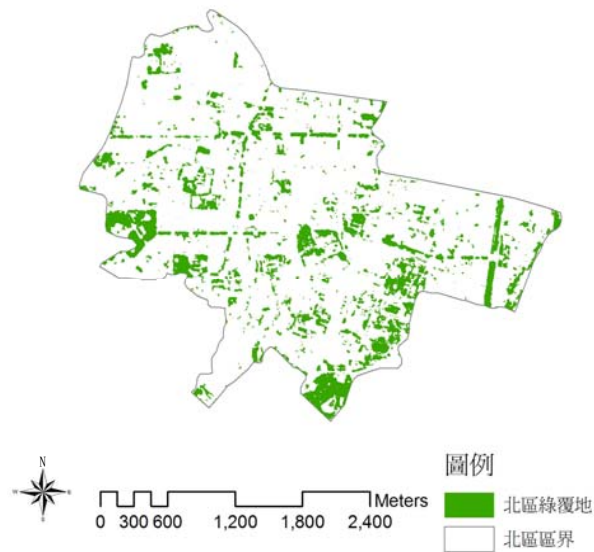
台中市東區綠覆面分布圖



台中市西區綠覆面分布圖



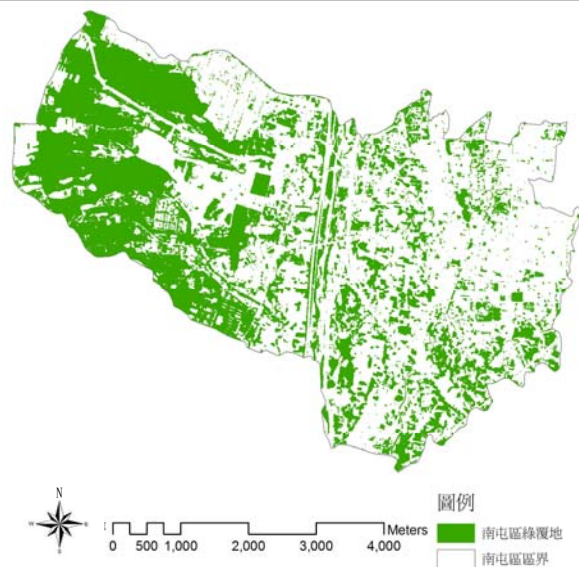
台中市南區綠覆面分布圖



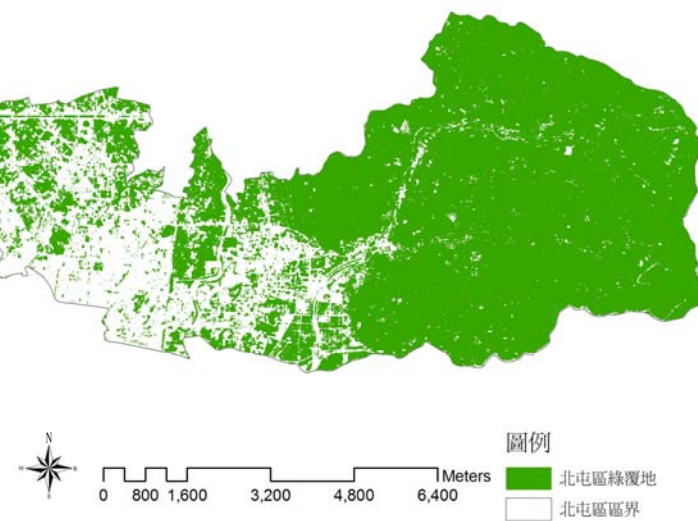
台中市北區綠覆地分布圖



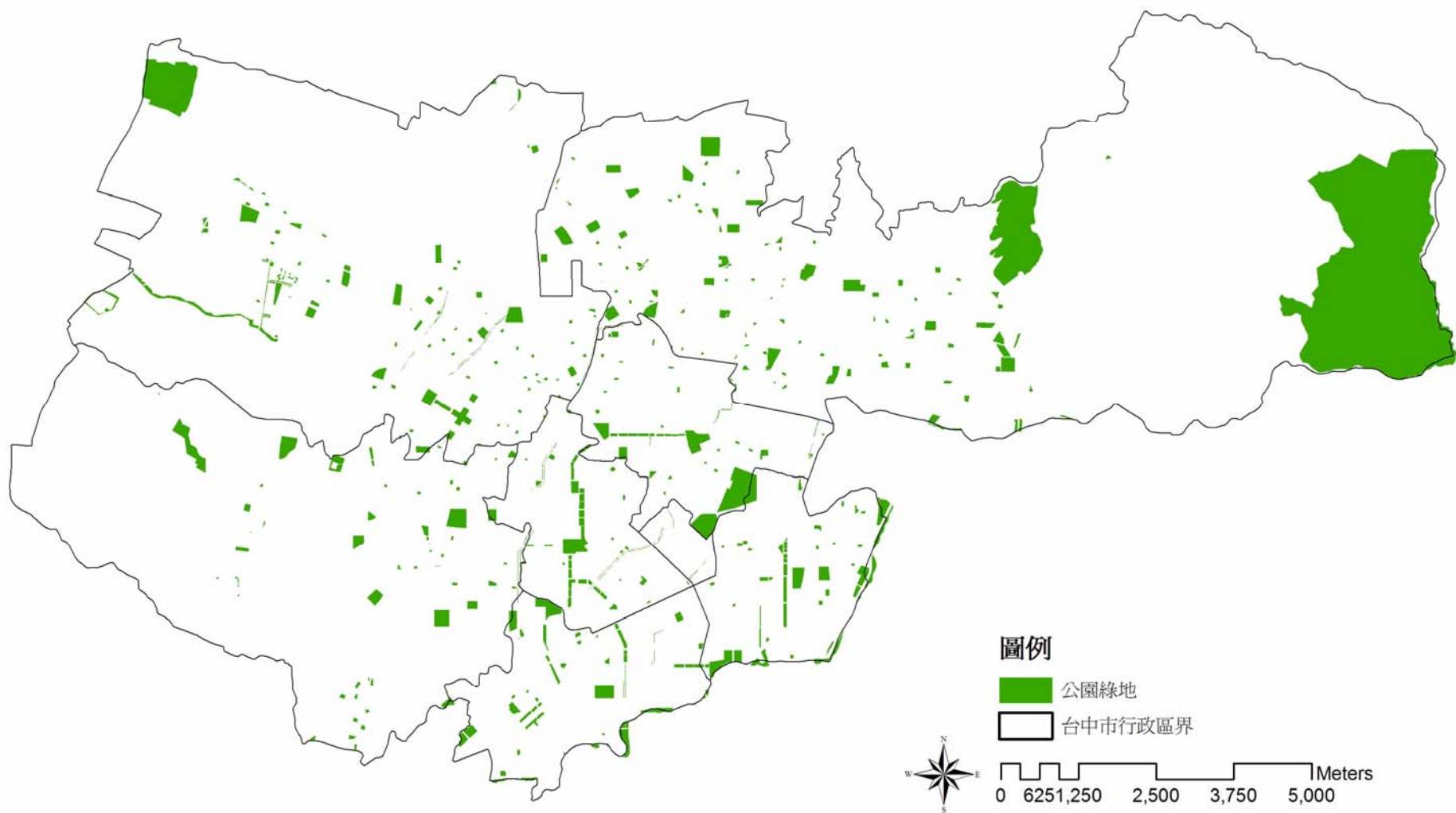
台中市西屯區綠覆地分布圖



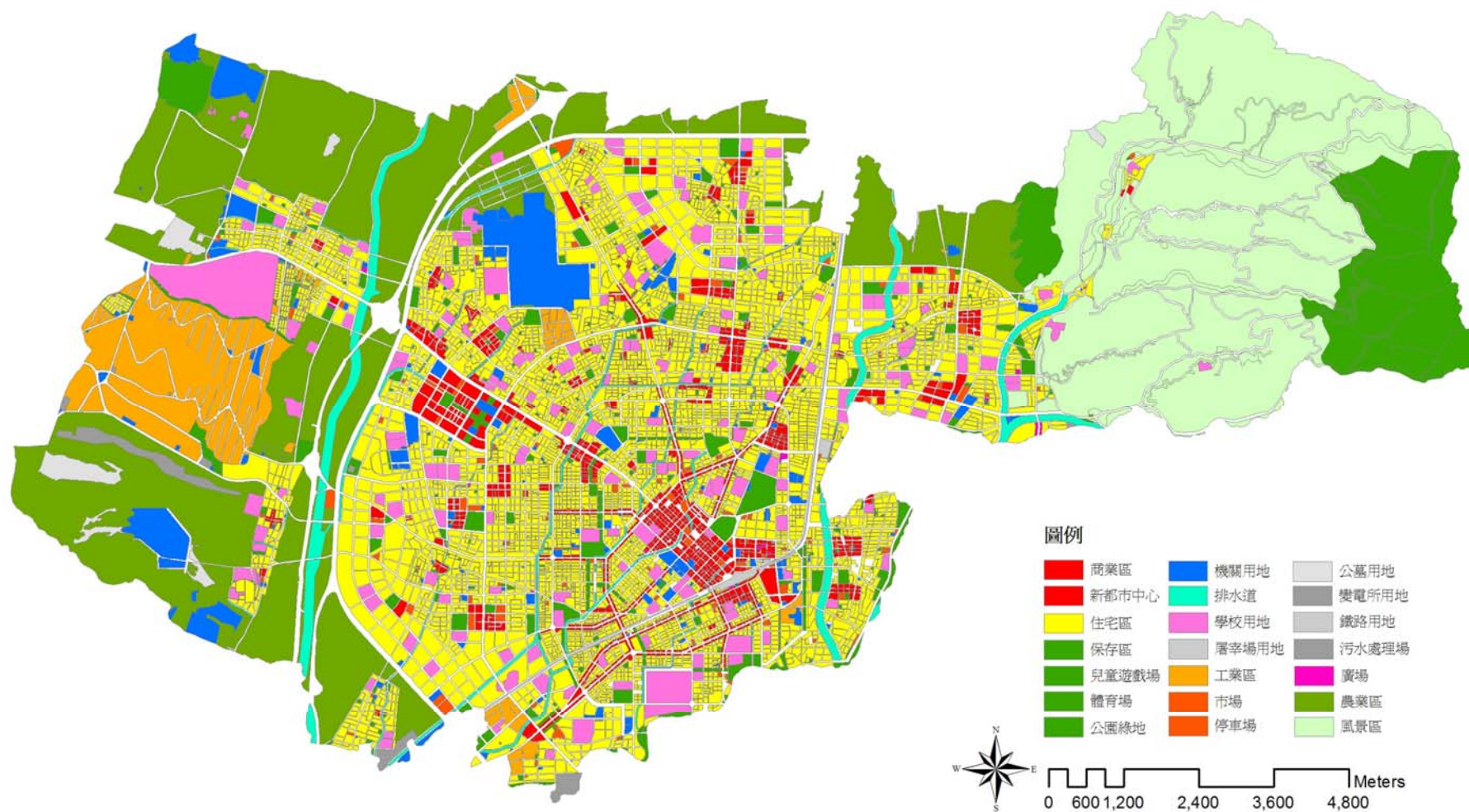
台中市南屯區綠覆地分布圖



台中市北屯區綠覆地分布圖



附錄七 台中公園綠地分布圖



附錄八 台中都市計畫圖