

都市整建維護新思維--垂直綠化應用於社區整建維護

彭光輝*

摘 要

基地綠化為綠建築指標之一，然而既成都市發展地區建築物已經密集，如能鼓勵以自然或人為設計栽植蔓藤植物攀爬建築立面增加綠化量不失為良好策略，可降低壁面吸收之日射量，有效減少建築壁面熱負荷，進而調節室內環境舒適達到節約能源效果，且能淨化空氣、水體、土壤，具有促進都市通風，降低噪音及改善都市微氣候等生態效益。台灣目前尚未建構符合亞熱帶地區及本土化特色之垂直綠化規範，因此本文目的在探討如何推廣應用進而規範垂直植生綠化於都市社區的整建維護，以擴大綠建築效益及落實生態都市之理想。

本文藉由文獻回顧與前瞻設計觀點，首先介紹植生綠化與綠建築的關聯與發展，繼之說明植生綠化技術增加綠色空間及創造都市綠色網絡的重要性，再者分析植生綠化有待技術研發創新與規範的課題、應用技術及與都市整建維護的整合關聯，最後提出結論包括植生綠化系統的搭配使用、優先推廣自然澆灌及雨水回收系統、擴大高樓層集合住宅立面維護整建、配合修訂綠建築基準專章或訂定垂直植生綠化工法及維護管理要點，鼓勵推廣垂直植生綠化應用於既成都市建築及社區之整建維護，期能深化都市整建維護之更新成效。

關鍵詞：都市整建維護、垂直綠化、綠建築、生態都市

* 國立臺北科技大學建築與都市設計研究所教授 khpeng@ntut.edu.tw

一、前言

全球氣候變遷與地球暖化是目前最為嚴重的環境問題，各國無不以營造「低碳環境」為努力的目標，聯合國呼籲城鄉發展需以保護全球的環境、注重個體與周邊環境的親和以及創造健康與寧適的居住環境為前提，強調城鄉規劃必須考量生態平衡、保育、物種多樣化、資源回收再利用、能源再生與節能等永續發展議題，因此綠建築與生態都市儼然成為最重要的發展趨勢。台灣地區既有建築物約占全國建築物總量的 97%，普遍存在耗能、耗水及不符合環境生態等問題，經常造成能源之浪費（內政部建築研究所，2012），因此未來都市整建維護與環境規劃宜強調由綠建築到生態都市的發展。

本文探討垂直植生綠化乃基於「基地綠化」為綠建築指標之一，又鑑於既成都市發展地區建築物已經密集，除了鼓勵綠化建築空地及建築屋頂、陽台外，如能鼓勵栽植多年生的蔓藤植物攀爬建築立面增加綠化量不失為良好策略。垂直植生綠化具有增加都市綠化量、降低壁面吸收之日射量，有效減少建築壁面熱負荷，進而調節室內環境舒適並達到節約能源的效果，以及淨化空氣、水體、土壤，促進都市通風、降低噪音及改善都市微氣候等生態效益，同時兼具改善地區環境景觀。本文目的在探討如何推廣應用進而規範垂直植生綠化於都市的整建維護，以擴大綠建築效益及落實生態都市之理想。

臺灣於 2008 年推出之「生態城市綠建築推動方案」中，將綠建築及生態都市評估納入都市計畫通盤檢討實施辦法。2011 年 1 月修正發布之都市計畫定期通盤檢討實施辦法，已增加細部計畫通盤檢討時，應視需要擬定水與綠網絡系統串聯規劃設計原則之規定，顯示政府已認知並正視綠建築及綠色網絡對於生態都市的重要性。然而既成都市建築物與人造設施已經密集，究竟應如何結合綠建築及都市規劃應用於都市整建維護？又如何於既成都市建築外牆應用植生綠化技術以增加綠色空間及創造都市綠色網絡？

目前政府為有效推展都市更新事業之維護整建，有鼓勵建築外牆所謂「拉皮」或「挽面」之整建工程，如能配合都市整建維護之補助經費，將「牆面植生」列為「牆面拉皮」選項之一，或可兼具都市整建維護與生態景觀之效能。再者目前垂直綠化科技成本尚高，如能改良將其單元商品重新組構化，降低成本，並結合目前都市更新「整建維護」的推動機制，配合政府獎勵措施，逐步將此一融合設計與創新科技的綠色工法推展於都市更新地區，不失為落實生態都市的可能方式。本文藉由文獻回顧與前瞻設計，首先介紹植生綠化與綠建築的關聯與發展，繼之說明植生綠化技術增加綠色空間及創造都市綠色網絡的重要性，再者分析植生綠化有待技術研發創新與規範的課題、應用技術及與都市整建維護的整合，期能深化綠色都市整建維護之更新成效。

二、垂直植生綠化與綠建築的發展

垂直綠化又稱植生牆、垂直花園、綠牆、花牆、活牆或生態牆，是將攀緣或蔓藤性植物以自然生長或藝術美學及垂直地面的方式種植，以利於植物生長所需必要元素與生長條件之各式垂直工程結構，提供植根不深的植物栽植於不同角度的牆面，以自然或管線澆灌等方式提供水分和養料以維持其生命，使植物莖葉直接或間接依附在建築表面。植生於建築物壁面之綠化，具有改善都市

景觀，增加綠覆率，有效降低室內溫度，達到生物多樣性環境與都市綠美化之功效。

1988年法國Blanc(2008)於巴黎發表植生牆創作後，開起了生態植生牆藝術化的推廣，如瑞士蘇黎世於2002年在MFO Park設置了巨型植生帷幕的金屬纜索繩網系統(MFO-Park, 2012)；日本於1990年代開發了盆器滴灌模組系統，制定了都市建築綠化計畫指南，又於2004年通過景觀法，與都市綠化法及屋外廣告物法併稱景觀三法，鼓勵建築設計的立體綠化，於2005年的愛知博覽會設置了巨型的「綠肺」植生牆，宣揚博覽會「愛、地球」宣言，強調環保與永續發展並展現了植生牆的現代綠化科技。美國西雅圖於2007年推行永續都市行動方案，也頒布綠效能指標，研究立體植生綠化科技，進行綠屋頂及綠牆之具體行動。2007年Blanc受邀於國家音樂廳發表台灣首座直立式花園，以台灣常見植栽品種建構「綠色交響詩」綠牆作品，引發國內對於植生牆的學習風潮。目前部分地方政府基於環境美化的需求，已有規範強制要求新建案工地之施工圍籬必須設置植生綠牆，除了兼具工地的安全圍塑功能外，亦能維護施工期間的環境及改善行人與都市的良性互動，顯見國內外對於綠建築垂直植生綠化應用於都市整建維護與環境規劃的正向發展趨勢。

台灣所稱之綠建築比較類似美國與加拿大所採用之綠建築系統，其實綠建築在不同國家有不同的名稱，日本稱為環境共生住宅(Environmental Symbiotic Housing)，歐洲國家稱其為生態建築(Ecological Building)或「永續建築」(Sustainable Building)。綜觀各國對綠建築的名稱、定義與內涵或有些許差異，然而對建築開發行為的訴求，不但強調從環境保育的角度出發，以全面化、系統化的永續建築規劃設計理念，減少環境負荷，達到與環境共生共榮共利的共識，也要求能源效率的提升與節能、資源與材料妥善利用、室內環境品質及符合環境的容受力。因此廣義的綠建築可以定義為：「以人類的健康舒適為基礎，追求與地球環境共生，及人類生活環境永續發展的建築設計」，狹義的綠建築係指「由建材生產到建築物規劃、設計、施工、使用、管理及拆除生命週期中，以消耗最少地球資源，使用最少能源及製造最少廢棄物的建築物。」

回顧台灣於1999年9月開始實施的綠建築制度係配合亞熱帶高溫高濕氣候特性，以生態(Ecology)、節能(Energy Saving)、減廢(Waste Reduction)、健康(Health)之需求，訂定早期綠建築之EEWH評估系統及標章制度，包括「綠化量」、「基地保水」、「水資源」、「日常節能」、「二氧化碳減量」、「廢棄物減量」及「污水垃圾改善」等七項指標的評估系統，繼之於2003年又增訂「生物多樣性」及「室內環境」等兩項指標，即一般所稱的「綠建築九大評估指標系統」，是以綠建築亦常被解釋為生態、節能、減廢、健康的建築。再者為推廣及提昇台灣綠建築水準，全面鼓勵民間企業採用綠建築設計，於2007年增訂「綠建築分級評估制度」，將綠建築等級由合格至最優等依序劃分為合格級、銅級、銀級、黃金級、鑽石級等五級，以能與國際趨勢同步並有效提升綠建築的落實。另為深耕綠建築政策，持續推動台灣之綠建築發展，同步緩和台灣都市熱島效應與環境品質惡化問題，已將綠建築節能環保概念，納入都市計畫管制層次，透過通盤檢討、都市設計審議及示範計畫，推廣綠建築建置生態社區及永續城市，遂於2008年推出「生態城市綠建築推動

方案」，以期能節能減碳，適度減少都市熱島效應影響，達到國土永續建設目標，因此推動綠建築是當前政府的既定政策，如何擴大綠建築的施作方式與應用範圍，創造更大的環境效益，更是當前發展綠建築領域的要務。

三、垂直植生綠化的效益與課題

由於都市內密集的建築與人造設施，各種人為環境大量使用不透水材質鋪面及吸收較多的太陽輻射，深色屋頂、牆壁、地面，參差不齊的建築物間以及建築物與地面之間多次的反射與吸收，加上都市每天釋放大量如空調、汽機車排放熱量、空氣污染等人為廢熱，形成都市熱島效應。回顧台灣過去數十年來的經濟快速發展及高度工業化，能源使用增加約 20 倍，單位面積能源的消耗率，在人口總數超過一千萬的國家中高居首位，所產生的熱島效應可能是全世界最顯著的地區。台灣地區受到熱島效應的影響範圍越來越為明顯，也可能是導致區域性氣候改變的原因，應是當前迫切的環境問題（劉紹臣等，2003）。鑑於綠色植物之樹冠可吸收或反射 80%~90% 太陽長波輻射熱，葉片的蒸散作用亦可消耗部份熱量，因此本文以為從事都市整建維護時，如能適度增加都市立體綠化面積，將可更有效降低都市熱島效應。

相關研究（Blanc, 2008; Kingsbury & Dunnett, 2008; 林憲德，2010；尹道鑑、蔡仁惠，2009；黃世孟，2008；彭光輝，2012）顯示垂直植生綠化系統具有景觀效果，尚能提升都市之自然性、舒適性與藝術性，且由於其形式簡潔、維護方便亦能提升設置意願，甚具生態都市之推廣價值，並可帶來可觀的觀光效益。林憲德（2010）指出牆面綠化可以有效降低牆面表面溫度 10~14°C，使室內降低 2.0~2.4°C，減少空調的負荷，具有節約能源之效果。以台灣冷氣一噸為例計算，續運轉一天 24 小時所耗電費約 60 元。若以冷房溫度設定提高 1°C，約可節省 6% 的電費，若以辦公大樓之營運計算，可節省之電費將相當可觀。日本都市綠化技術開發機構實驗顯示，實施壁面綠化可緩和酸雨及紫外線破壞建築物之牆體及防水層，並可提高建築物之耐久性。

植生綠化與綠建築九大指標息息相關，尤其對於增加綠化量、生物多樣性、基地保水等指標有直接關聯。過去台灣較少以積極性之綠色設計觀點設計建築物，鮮少將植栽視為建築元素及以整體都市景觀的角度考量垂直植生綠化的效果。本文經由文獻分析歸納垂直植生綠化對於建築及都市整建維護具有下列之效益：

- 1.防塵、降溫、防噪、節能：垂直綠化能裝飾和改善室內微氣候，有植生綠化牆面的室內溫度比無植生綠化牆面的室內溫度降低 3°C~4°C，濕度也相應地增加 20%~30%，且能隔離噪音、吸收灰塵，降低污染。
- 2.增進美觀、立體視覺佳：植生綠化可垂直設置於牆面，能塑造環境整體美觀及創意空間效果，具有社會教育功能。由於室外三維之立體視覺效果，具有鮮明的美意與廣告效果。
- 3.心理正面的影響：植生綠化牆可經由綠化技術改善，將植物多樣的色彩、形式、質感等的配合呈現自然的美感，除具景觀效益外，更可改變居民之心理感受，紓解水泥空間造成的壓力。

- 4.增加綠覆率、節約土地：垂直綠化可以充分利用空間，打造三維空間之綠色網絡，提高綠化覆蓋率。
- 5.創造生物多樣性環境：垂直植生綠化牆面可支持數十種甲蟲和蜘蛛的生長環境，這些甲蟲和蜘蛛又是提供鳥類的最佳食物，對於都市生態環境的營造有正面影響。
- 6.房地產市場的增值：垂直綠化的建築物雖較一般建築物成本略高，卻能增加房地產市場的增值及節省能源消費支出；從生活環境長期品質而言，具有正面增值效益。
7. 研究改善措施與規範法制化：經由持續研究與實務操作，提出垂直綠化的改善措施與規範法制化建議，作為推廣綠建築及法制化的參考。

為了填補綠建築效益的完整性，超越現行效益評估指標範圍，強化社會人文藝術與社區營造的效益，本文歸納了一些有待技術研發創新或訂定相關規範的課題，提供推廣綠建築的參考：

- 1.結構體的安全疑慮：植生牆於既有牆面增添施作，雖然改善了都市景觀與建築節能，惟與相關都市規劃及建築設計法規之相容性及安全性，尤其台灣每逢夏季常遇颱風侵襲，相關之結構安全有待進一步調整與制度化，以確保材質與固定技術的穩固安全。
- 2.綠建築評估簡算得分：宜提出有效的垂直綠化對節能減碳之綠建築評估簡算得分影響，以利垂直綠化之推廣。
- 3.創新材料與開發不同型式的綠色單元模組：為推廣植生綠化牆，有效降低建置與維護成本是必要的措施，因此需要發展出強度高、耐久性長、耐候性佳、生物相容性高之植生綠化壁面系統。
- 4.適合台灣地區居民期望及本土地域性綠建築之綠化方式：為強化植生綠化牆給予社區民眾正面的身心影響，關於居民對於植生綠牆的美學及心理感受，植物的成長過程所帶給人類心理正面的影響為何，應有系統性的研究與觀察，以利社區發展。
- 5.營建圍籬再利用：如何有效推廣垂直植生綠化應用於營建前之建築空地與營建過程中的圍籬綠美化，以及相關公共工程建設，並保留至完工後仍可使用而非僅拆除，亦為重要環境課題，應審慎處理。
- 6.給排水系統：為維護植物健康生長，相關之給水、排水系統的敷設與穩定度等均應有良好之設計、施工與管理維護；給水系統與雨水儲留系統之結合，排水系統避免汙染環境，都是優質垂直植生綠化成功的要件，也是重要課題。
- 7.後續管理維護：有效的管理維護關乎垂直植生綠化能否得以持續，植栽的澆灌、病蟲害的管理、植物的馴化、換植等等工作，如完全依賴專業廠商，則所費不貲，因此教育推廣有其必要性，保固等相關措施亦應納入管理。

從文獻上，前述之課題及其可能衍生後續諸如設計者應如何承擔的專業責任、驗收的品質標準、接管後之長期維護風險的承擔等問題，除了有待主管機制的加速健全法制化外，亦亟需藉助學術界與實務界的通力合作，結合土木工程

程、材料、建築、都市設計及法學素養之跨領域整合研究，期望垂直植生單元系統能具備完整穩定的供水系統，使植栽生長良好，長期維持生態美觀效果，降低後續維護成本及可資遵循的法令規範。

四、垂直植生綠化的應用技術

垂直植生綠化的技術應用，首須考慮牆面綠化空間的環境特性及綠化植栽之挑選，本研究顯示與建築物垂直植生綠化技術最直接相關的元素包括植物因素、垂直綠化技術系統和建築物外部因素，相關項目與影響因素如下表一：

表一 建築物垂直植生綠化相關的元素與影響因素

項目	因子	次因子
植栽因素	種類	地被、觀花、觀葉、藤蔓
	生長特性	耐風、耐旱、耐濕、耐酸、耐寒、耐蔭、耐貧瘠、耐高溫、抗鹽、抗塵
	生態特性	誘鳥、誘蝶、誘蟲
	栽植方式	1. 一次種植，無須維護 2. 分批種植，後續定期維護
	維護方式	修剪、供水、排水、施肥、防病蟲害
	生長期	開花期、結果期
	感官因素	視覺(色彩)、嗅覺(香味)、觸覺(質感)
垂直綠化技術系統	攀爬式	直接攀爬牆面型、支撐架攀爬型
	懸掛式	牆面直接下垂型、支撐架下垂型
	模組式	網格全面連結型、植栽單元分槽型
建築物外部因素	建築物類型	三合院(傳統建築)、透天厝、連棟建築、公寓住宅(無電梯)、電梯大樓
	綠化部位	屋頂、外牆面、陽台、門口、窗台、圍籬
	影響因素	空間因子：座向、樓層、周圍建物影響(排煙孔、反射鏡、風洞效應) 氣候因子：日照、風力、溫度、濕度、雨量
	外牆附加物	冷氣空調、鐵窗、遮雨棚、廣告招牌、管線、外牆吊掛物等
	社區環境	濱海社區、平原社區、河岸社區、山區聚落
	外牆材質	木材、RC、磚造、磁磚、洗石子、水泥、鋼骨結構等
	災害	颱風、地震、火災

上述影響因素中，以牆面微氣候之風環境尤須謹慎研究，必須對上昇風、下降風和漩渦等複雜現象作適當處理，避免建築側面的剝離風；另如日照會依牆座落面向的不同、周邊環境狀況、牆面色彩而影響照度，進而必須慎選植物；再者如溫度的變化，須注意季節溫度變化，亦應避免與金屬類、混凝土、石頭、磁磚等傳熱率較高及吸熱率較高的黑色系外裝材料混合。垂直綠化植栽之挑選，宜優先考慮原生植物，注意垂直種植的牢固性、耐乾旱、耐潮濕、可以適當厚度貼於牆面生長、在牆面上容易保養維護繁殖與更新換代、能維持長期間的綠化、少病蟲害、耐貧瘠等特性。

壁面綠化設置技術種類甚多，除了上述攀爬式、懸掛式、模組式，從相關文獻及案例分析，垂直綠化類型大致可以分為兩類，一是粗放自然生長類，再

依植物生長特性可細分為向上攀爬和向下懸垂兩種型態，為較普遍簡易的作法；二是基盤設計組合類，再依基盤組合方式可細分為網格全面連結型和植栽單元分槽型兩種型態，這是目前公共空間或建築較為通常的作法，這類型又可因其特性分為兩種類型，包括環境景觀裝置藝術化型（如台北科技大學的綠色大門），以及植物搭配表現特色藝術型（如國家音樂廳的作品）。本文依據設置植生牆構法與特徵，分成六種形式比較如下表二：

表二 垂直綠化技術類型與案例

案例地點	台北科大新生南路材資館	台北國家音樂廳	台中市勤美誠品綠園道	台北科大綠色大門	台中八錢鍋物	台中迪卡儂運動休閒用品量販中心
技術種類	牆面自然攀爬	不織布毛氈	無土栽培框格方式	FRP 壁面綠化系統	植生管式綠牆	1. 連續性植生綠牆 2. 藤蔓式綠牆
施作日期	1980 年	2007 年	2008 年	2010 年	2012 年 5 月	2012 年 5 月
綠化樓層	5	2	16	8	2	3
建築物用途	大學建築	國家音樂廳	百貨商場	大學建築	餐廳	量販商場
綠化類型	附著吸盤的植物沿牆面自然攀爬	植栽於毛氈層上之無土栽培	植栽槽掛接於壁面嵌板	植物種植在不織布製成之土壤包再放入 FRP 箱體	植栽種植於植生管內	植栽槽採連續開放式栽培
容器材質	無	不織布毛氈	不鏽鋼、不織布	FRP、不織布	HDPE 連通管	鍍鋅鐵、椰纖毯
容器尺寸	無	厚度：5cm 不鏽鋼固定層：4cm Pvc 防水層：1cm 毛氈層：0.3cm 重量：15kg/m ²	厚度：22cm 尺寸：50x80 cm 重量：75 kg/m ² (含輕質介質、植栽)	厚度：6cm 寬度：30cm	長度：125cm 孔徑：9-12cm 重量：50kg/m ² (包含介質、植栽)	尺寸：220x120cm 重量：50kg/m ²
規模	約 1,200 m ²	約 160 m ²	1,850 m ²	1,000 m ²	125 m ²	2,000 m ²
估計單價 (NTD/m ²)	3,000 以下	50,000-60,000	40,000-45,000	8,000	16,000-20,000	畫素式：8,000 藤蔓式：5,000
澆灌系統	雨水自然澆灌	滴流管	滴流管	滲透型點滴管 雨水回收澆灌	自動獨立式滴灌	自動滴灌
排水系統	自然滲透	回收排水槽	排水金屬橫槽	自然滲透	回收集水槽	排水槽
植栽種類	地錦、薜荔	合果芋等台灣常用植物 51 種	非洲鳳仙花、馬纓丹紅葉鐵莖、馬纓丹、波士頓腎蕨、黃葉金露花	地錦、炮仗花、珊瑚藤、薜荔	細葉雪茄花、腎蕨、變葉木	黃金金露花、波士頓腎蕨、武竹、山蘇、袖珍椰子、越橘葉蔓榕、斑葉鵝掌藤、三星果藤、大鄧伯花、金銀花

以上牆面自然攀爬型係以傳統方式使用如地錦（俗稱爬山虎）等有附著吸盤的植物沿著牆面攀登，栽種於土壤層依靠雨水及空氣中之濕氣而自然生長。生長較慢，每年成長速度約一至二公尺，遇平滑類和易高溫化的牆材則無法攀登。支撐架攀爬型之大苗可以人工網綁固定，栽種如長春藤類之下垂性植物，附著吸盤的植物也可以藉著牆面前支撐架材料附著攀登。因以牆面前支撐架與牆體間距離產生的空氣層，可以達到較佳的隔熱效果。再者牆面植栽槽型係以植栽槽與牆面一體成型的植栽基礎，直接將植栽槽安置在牆上，嵌板安置完成即完成綠化。若牆體結構堅固，可施作於較高樓層，植物選擇雖較不受限制，但造價成本較高，且必須考慮施作完成後的維護保養與更替植栽問題。至於無土栽培型可直接將植栽插置在毛氈層上，藉以提供植物所需的水分與礦物質，植物可沿不織布自然生長，此方式必須挑選不需土壤介質也能生長的植物，較適合在氣候穩定的地區施作。本文就上述各類型植生技術的施作與維護管理等

項目，共分為五等級分類如表三：

表三 垂直植生綠化技術類型等級分類表

等級	供水量	組構	植栽數量	施工價格(每㎡)	案例
★	很少量	吸附型或附生型	1~2種	3,000以下	台北科大材資館自然攀爬
★★	少量	攀爬架或懸垂型	3~5種	3,000~5,000	台北科大綠色大門
★★★	中量	框架土袋或蜂巢隔板框格填土	5~10種	5,000~10,000	台中迪卡儂運動休閒用品量販中心
★★★★	多量	植栽槽、盆栽(板)、黑軟盆、不織布	10~30種	10,000~20,000	台中八錢鍋物
★★★★★	很多量	植栽槽、盆栽(板)、黑軟盆、不織布	30種以上	20,000以上	台北國家音樂廳 台中勤美誠品綠園道

備註：★符號越多，代表在技術施作與維護管理等級愈高，反之則愈低。

如上表所示，牆面植栽槽與盆栽對於植物有較多選擇機會，並可預先栽培，無需生長期；至於自然攀爬方式之施工維護容易，但需要較長之生長期；牆面植栽槽與無土栽培技術之維護管理不易，因此需要較高之維護管理成本。

五、垂直植生綠化與都市整建維護整合

未來都市環境規劃的趨勢是強調共生的生態都市為主，推動永續生態都市的目的在於確保生態環境可以永續健康的發展，實現社會生態化、經濟生態化、自然生態化以及「社會-經濟-自然」複合生態化，提倡「人、住家、社區、都市、自然」的共存。為了創造都市老舊社區的生態環境，對於改善老舊建築物立面的生態綠化，不但可加速老舊社區的環境改善，使之成為都市綠網中具有三維立體的生態跳島，更有助於以既有建築為原點向都市社區的人工化做生態蔓延。以社會推廣教育意義，這種生態蔓延不只是實質生態環境的擴散，更應該是生態思維上的延續，因為生態環境建設的基礎本是來自於人們生態觀念的成熟，社區是家戶生活的基本單元，如能透過社區型的教育性生態建構過程，扮演生態思想之原點，藉由創造老舊建築物立面綠化的生態景觀可以傳達生態思維，進一步達成綠色生態都市之目標。本文以為若能以老舊社區維護整建機會結合建築物立面綠化，至少有下列效益：

- 1.創造立體複層生態空間：社區的空間結構與生態層級應有多樣化的組合次序，且空間地盤的漸進分層應符合各種生物差異層次的生存環境，藉由開放空間至建築立面綠化之草本環境的不同層次，調節氣候與生態棲息的變化，以物種與環境元素的搭配，想像不同的時段、季節變化下的生物轉換，以改善都市社區中生物多樣化、生機盎然的居住環境。社區居民可以在精緻的生態環境中看見各種環境因子的相互作用，既節能又增加社區生活的情趣。
- 2.都市社區的人文生態觀：生態的意義並非全盤仿造自然，都市環境的濃縮自然亦是建構在人為的基礎上，因此，都市中的生態應該是自然物種與都市人文生活的結合。例如台北是典型的區域城市型都會社區，百分之七十以上住

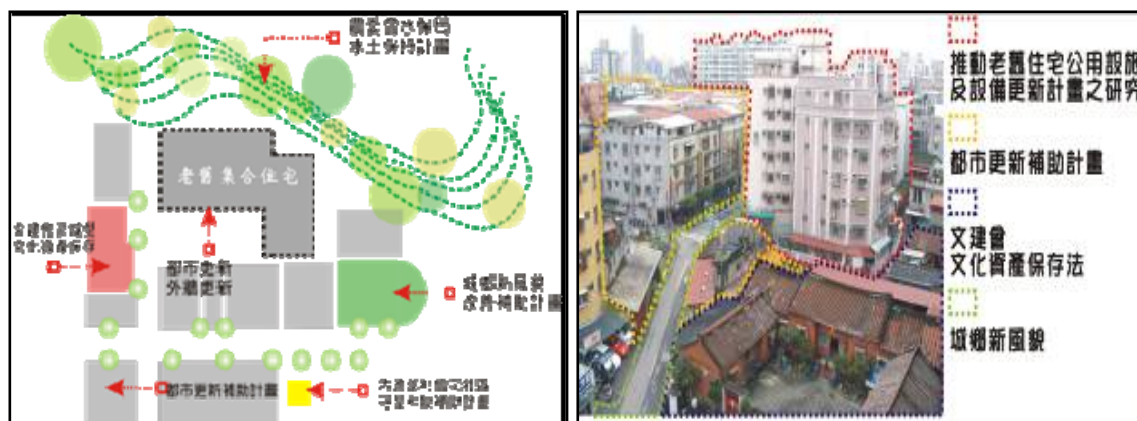
家為舊有建築物，在居大不易的都市空間，宜跳脫傳統平面綠美化景觀的窠臼，將既有社區建築物立面予以綠美化的人文活動融入生態環境之中，可促使社區居民拾回自然環境之生態循環的角色。

- 3.改善綠壁及透水鋪面：都市環境中充斥著人工地盤，社區可扮演都市自然生態的斑塊，以有限的空間創造最大的綠色資源，降低都市熱島效應。社區也是以人為本的活動空間，可藉由都市維護整建與綠色生態的結合，以有限的經費創造無限的綠意，建構具有綠意與創意的都市願景。

根據國內目前實施之都市更新計畫，其相關計畫內容、補助對象與補助項目分析，列舉相關計畫如下：

- 1.都市更新維護方面：新北市都市更新整建維護補助計畫、臺北市都市更新整建維護補助計畫、臺北市都市更新整建維護(拉皮)規劃設計及實施經費補助、高雄市都市發展局補助國宅社區公共設施維護作業。
- 2.公共環境維護方面：創造台灣城鄉風貌示範計畫。
- 3.文化場域保存維護方面：區域型文化資產環境保存及活化計畫。
- 4.社區安全方面：推動全民拼治安行動方案－建構治安社區指導計畫。
- 5.住宅消防安全方面：集合住宅消防安全設備定期檢查補助辦法等計畫或規範。

圖一與圖二是整理自國內執行中的更新計畫方案（彭光輝、丁育群，2008），其種類不一，分別以平面模擬及空照示意顯示計畫範圍與內容，從圖面可以很清楚瞭解目前國內所辦理的補助計畫方案。補助範圍與內容大多為建築外觀與外部環境區域的維護整建，因此如能與垂直植生綠化技術共同整合推廣運用，可以創造都市整建維護與生態環境再生的雙贏。



圖一、二：都市老舊建築相關更新計畫之平面模擬及空照示意整合圖

六、結論

現代化都市土地使用密度過高、綠地稀少零碎，造成都市熱島效應。垂直植生綠化可增加綠化量降低都市熱島效應、改善戶外及室內空氣品質、美化都市景觀、降低室內溫度、提升能源效率、保護建築結構、降低噪音及市場效益

等功能，且能為都市創造生態景觀的創意空間。妥善規劃與維護的壁面綠化植物不會破壞現代建築的牆體結構，且會成為牆面保護層並調節溼氣，延長建築生命週期。再者如能配合目前都市更新在整建維護的推動機制及相關鼓勵措施，逐步將此一融合設計與創新科技的綠建築推展於都市更新地區，可再造綠色都市的新樣貌。

垂直植生綠化科技使得建築外牆除了磁磚、水泥、石材等材料外，又多了一項兼具永續環保與綠色美學的前瞻技術可供應用，整合了都市設計、建築設計、土木營造、園藝與材料科技、自動澆灌機電系統與法制規範等專業，可以塑造創意空間與生態都市。本文提出以下幾點供有興趣者之研究參考：

- 1.將不同之垂直植生綠化系統搭配使用，各取其優點設計，或者植栽槽可分段分層施作實驗，提高自然植物成長速率。
- 2.宜朝向植物可自體再生循環設計與環境共生理念，並以自然澆灌為優先考量，配合雨水回收系統，將多餘的水分循環再利用，降低維護管理，解除民眾之疑慮，持續推廣施作。
- 3.檢討實質的隔熱效能問題及調節濕氣的效果，依建築環境選擇效能較優的類型推廣。
- 4.可擴大施作於高樓層集合住宅立面維護整建案例，持續落實壁面綠化系統。
- 5.宜推廣地方政府全面推動工地圍籬綠化，並宜加強稽查各工地業主是否定期維護保養，以免植栽枯萎失去綠化與節能減碳的意義。
- 6.中央主管機關宜配合綠建築基準專章之修訂，或訂定垂直植生綠化工法及維護管理要點，鼓勵推廣垂直植生綠化於應用於既成建築及社區之整建維護。
- 7.宜檢討相關建築及計畫法規，對於應用垂直植生綠化於外牆增設的立面，如何明確的規範與標準鼓勵業主應用垂直植生綠化，兼具防止二次施作外牆整修之浪費或投機方法，使建管主管機關據以執行。
- 8.有系統的進行垂直植生綠化之研究，針對國內外垂直植生綠化相關技術進行調查、建構綠化工法分析及進行不同垂直植生綠化技術與效益評估。

參考文獻

- Blanc, P., (2008), *The Vertical Garden: From Nature to the City*, New York: Norton
- Dunnett, N. & Kingsbury, N. (2008), *Planting Green Roofs and Living Wall*, London: Timber Press
- MFO-Park, (2012), retrieved from Wikipedia, the free encyclopedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/MFO-Park>.
- 尹道鑑、蔡仁惠，(2009)，既有建築壁面綠化系統初探，中華民國建築學會第二十一屆第二次建築研究成果發表會論文集，台北
- 內政部建築研究所，(2012)，內政部建築研究所 102 年度「建築節能與綠廳舍改善補助計畫」申請須知，台北
- 內政部建築研究資訊服務網，<http://www.abri.gov.tw>
- 內政部營建署市鄉規劃局，<http://www.tcd.gov.tw>

- 內政部營建署都市更新E化平台，<http://recity.cpami.gov.tw>，國內外更新案例
- 內政部營建署網站，<http://www.cpami.gov.tw>
- 周志承、蔡宗勳、郭志成，(2009)，從綠建築角度探討垂直綠牆之研究，第六屆台灣建築論壇—921震災10週年回顧及展望，中華民國建築師公會全國聯合會，台北
- 林憲德，(2010)，屋頂綠化與牆面綠化 <http://www.risecare.com/>昇活網
- 彭光輝，(2010)，以植生牆單元科技結合綠色都市更新整建維護機制推動研究，國科會，台北 (NSC 98-2218-E-027 -012 -)
- 彭光輝，(2012)，綠建築垂直植生綠化應用於都市整建維護，台灣環境與土地法學雜誌，第四期，臺北
- 彭光輝、丁育群，(2009)，推動老舊住宅社區公用設施及設備更新計畫之研究，行政院經濟建設委員會，台北
- 黃世孟，(2008)，建築物的垂直綠化與風土外牆設計，高雄大學都市發展與建築研究所，高雄
- 劉紹臣、劉振榮、林傳堯、許乾忠、林文澤，(2003)，台灣西部平原熱島效應，看守台灣，冬，台北