

室內綠牆設計需求及模式探討

Interior Green Wall Design demand model Discussion

林玉貴*、翁彩瓊**

一、研究背景與動機

人類的最初應該是和大地自然和諧共生的，隨著工業化與經濟的發展，都市人口急遽的增加，在土地面積有限的狀況條件下，為滿足高密度人口的居住使用機能的需求，在都市中心的建築型態逐漸轉變成為密度高的立體建築物，用鋼筋混凝土的顏色將大地鋪蓋了過去，並視而不見的踐踏蹂躪著大地，完全遺忘了這土地曾經是柔軟並可以自由呼吸的。

近年來地球遭受到破壞，例如地球氣候異常、酸雨、臭氧層的破壞等等現象，有鑑於此，在1992年6月「地球高峰會議」之「廿一世紀議事議程」宣言所言，環境問題已從認識階段到了具體付諸行動階段，需採取有效的措施解決都市環境嚴重惡化的問題。在此之後在1993年聯合國成立了「永續發展委員會」，並展開全面性的地球環保運動，一直到1998年「京都環境會議」，更正式制定了各先進國家二氧化碳排放減量的目標，顯示了地球永續發展重要性。

台灣依循1998年「京都環境會議」以抑制二氧化碳排放減量為目標推動「綠建築指標」之實施，其中都市「綠化量指標」之執行，將更有效防止地球暖化。其中都市是最大負荷的發生源，所以我們就要強烈的要求城市必須朝向有益的環境方面去建設，並增加綠化空間，創造新的都市綠化空間，室內、室外、壁面、屋頂等等空間都是一種特殊綠化空間(新綠化空間設計指南1, 1998)。而在建築中導入植栽綠化每增加10%的綠化面積就可以減少8%的冷氣耗損(摩天大樓, 2004)，故在未來的建築型態模式的考量下，垂直的景觀處理迫切需要的。

現代人每天待在室內的時間約80%~90%(居家空氣大淨化, 2007)，長期待在空氣不良的室內容易讓人生病，根據南密西西比的美國太空總署約翰·史丹尼斯太空中心(JohnC. Sfenn; sSpaceCenter)研究發現，室內植物可以淨化封閉的實驗艙內的空氣(居家空氣大淨化, 2007)。故將綠色植物擺放在室內不但可以美化環境，還可以放鬆心情並減少壓力及疲勞感、改善空氣品質。室內綠牆因環境需求雖不及外環境植栽具有效用，但對於都市環境改善而言漸成必需，因此，探討如何滿足室內綠牆設計過程之必須內涵，則成為重要之探討議題。

二、研究目的

健康的都市生活中是少不了綠意的，在人口越來越密集的都市叢林裡，自然的綠意被人工建築所掩蓋，因此，在可供植栽的有限面積因素下，創造新的都市綠化空間是必要的需求。「綠牆」泛指在人造建物的表面上披各種草本、木本或蔓藤植物等等，又可成為直立式的花園。而垂直綠牆是都市景觀之驅勢，研究擬探討室內環境置入植栽綠牆之對應措施；日照、溫度、

*作者一，中華科技大學建築工程與環境設計研究所 碩士生

**作者二，中華科技大學建築工程與環境設計研究所 副教授

水分、介質均為綠植栽所需的基本需求(基礎栽培大全, 2008), 然而室內綠化卻面臨上述基礎植物存活需求因素全數缺乏之窘境, 故本研究擬定探討室內綠牆如何設計可滿足綠化之基本需求, 擬定目的包括:

- (一) 室內綠化環境基礎特質策略
- (二) 建立室內牆面綠化之設計模式

三、研究範圍與限制

近年來, 室內環境的品質受到大眾的重視, 自然的植物進入室內給了室內空間一種新的思維新的氣象, 室內空間是人居住的地方, 如何在這二者之間取的一個平衡點是必須先要探討的部份。而室內空間當然是以人類的居住環境為優先, 人感覺最舒適的溫度是 21.5°C 到 24°C (摩天大樓, 2004), 平均風速在 0.25m/s (新綠化空間設計指南 2, 1998)。

植物種類繁多並非所有的物種都合適室內空間, 依照需光性可分陽性植物、陰性植物、中性植物, 而陽性植物需要充足的陽光, 不耐陰, 並不宜做室內植物; 而觀葉植物原生於高溫多濕的熱帶雨林中, 需光量較少, 喜歡在日照不足或有遮蔭的散漫柔和光照下生長, 這類植物耐陰性較強, 稱為陰性植物(薛聰賢, 1999)。

一般的綠牆模式類型特性可分為攀爬型牆面綠化、框格型植栽牆、口袋型植栽牆三大類(林等人, 2009)。攀爬型牆面綠化通常使用蔓藤類的植物, 而蔓藤類的植物通常都是貼牆的植物, 日後不需要時清除後, 總會存留痕跡在牆面上(章錦瑜, 1999), 故攀爬型牆面綠化不宜拿來做室內牆面的型式。

因此, 本研究的限制範圍內容包括:

- (一) 依一般人日常居住環境的舒適度及健康度為優先考量。
- (二) 以觀葉植物為主探討針對合適種植於室內牆面之植物種類。
- (三) 種植後不需常更換之植物種類。
- (四) 模組式器具的種植方式為主要的探討對象。

四、室內綠化牆因子策略

所有的綠色植物它的生長和發育的需求都是一樣的, 差異度僅在需求「量」包含陽光、空氣、水分、溫度等等, 而在室內空間的環境下, 何種植物及設備的需求, 才能營造適合室內綠牆所需要的生長環境。本研究以提供室內綠牆為基礎, 探討綠化基礎所需之因應對策, 建構室內綠牆建置之可行性。

(一) 室內植物種類

室內環境與室外環境有相當大的差異, 而並不是所有的植物都可以放置在室內的空間。「凡是適合於室內栽培和應用的綠色植物, 我們稱為室內植物(houseplants 或 indoorplants)」(李晔, 1989)。尤其是室內的光線, 故室內的植物會比室外的光線需求度還要低, 在空氣濕度上也需符合人居住的環境。而觀葉植物(foliageplants)原生於高溫多濕的熱帶雨林中, 需光量較少, 喜歡在日照不足或有遮蔭的散漫柔和光照下生長, 這類植物耐陰性較強(薛聰賢, 1999), 也稱之為陰性植物可以適應室內環境, 因此室內植物的種類通常都會以觀葉植物為主體。

凡植物的葉形、葉色美麗而具有觀賞價值者, 我們統稱為觀葉植物(薛聰賢, 1999)。觀葉植

物的耐陰性強，適合應用室內環境的綠化，而觀葉植物通常還是會開花，但觀葉的價值勝過於觀花的價值。但所有觀葉植物有上百種其中以需光性來說包含了陽性植物、陰性植物及中性植物而陽性植物需要充足的陽光不耐陰，並不宜做室內植物。若依生長狀態又包括有草本植物及木本植物，而草本植物的莖是柔軟易折且橫切面沒有年輪；反之，木本植物根莖、枝幹且為木質堅硬，橫切面有明顯年輪，又可分灌木類與喬木類 2 種，灌木通常指低矮之樹木，無明顯主幹，樹冠不定型，近似叢生植株高度二公尺以上為大灌木，二公尺以下為小灌木，喬木通常指主幹單一明顯之樹木，植株高度 18 公尺以上為大喬木、18~9 公尺之間為中喬木，9 公尺以下為小喬木(薛聰賢，1999)。故除了陽性植物，木本植物亦不合適種植在牆面上。

但所有觀葉植物有上百種其中以需光性來說包含了陽性植物、陰性植物及中性植物而陽性植物需要充足的陽光不耐陰，並不宜做室內植物。

茲將國內出版的觀葉植物做綜合整理分析如下：

表一 需光及需水性植物分類表

需水性 需光性	不耐旱	普通	耐旱	合適位置 (依光源在上方為例)
全日照		朱蕉類、變葉木、白雪木、蚌蘭、紫錦草、彩葉芋	龍舌蘭、酒瓶蘭、百合竹、紅雀珊瑚、到手香	上段
半日照	吊竹草、竹芋類、石菖蒲、腎蕨	星點木類、紅邊竹蕉、常春藤、福祿桐、鵝掌藤、五爪木、八角金盤、嫣紅蔓、波斯紅草、灰姑娘、彩葉木類、薜荔、椒草類、吊蘭、沿階草、武竹、小紅楓、黃金葛、鳳梨類、鹿角蕨、兔腳蕨、酢醬草、血葉蘭、紫絨藤、棕櫚類	虎尾蘭類、馬拉巴栗、綠之鈴類	中段
耐陰	網紋草、冷水花、觀葉秋海棠、虎耳草、觀音蓮、白鶴芋、山蘇花、卷柏、金線蓮	粗肋草類、黛粉葉類、蔓綠絨類、火鶴花、合果芋、星點蔓、咖啡		下段

資料來源：本研究案整理

(二) 介質

「介質」，是指供植物生長的媒介物質，具有固定植物，供給水分、空氣及養分等的功能，而土壤是介質中的一種，培養土則是用兩種以上的不同介質混合成的又可稱做無土介質(張育森，2008)。

無土介質的種類非常多又可分為「有機無土介質」及「無機無土介質」兩類：「有機無土介質」如泥炭土、水苔、蛇木屑、樹皮、椰纖等等，或者是「無機無土介質」如蛭石、珍珠石、發泡煉石等等，故綜合整理常見介質分析如下(表二)：

表二 介質分析表

種類	保水性	通氣性	無菌	清潔度	含肥量	Ph 質	輕量化
泥炭苔	○	○	○	○	×	5.5	△
水苔	○	○	×	△	△	5.5	△
蛇木屑	○	○	×	△	○	6	△
珍珠石	○	○	○	△	○	7	○
蛭石	○	○	○	△	○	7-9	○
發泡煉石	○	○	○	△	△	差異大	○
椰纖	○	○	△	△	×	5.8~6.5	△
岩棉	○	○	△	△	×	-	△
說明：○佳 △適中 ×差							

資料來源：本研究案整理

介質是由兩種或兩種以上成分依照不同的比例混和成的，其物理化學的特性通常會比單獨使用來得好，所以藉由混合不同的介質獲得更適用室內植物栽培的介質。耐陰的觀葉植物常生長在落葉多的森林底層，土質較為鬆軟，通氣性好，故需模擬這樣的土壤特性(室內觀葉植物種植活用百科，2008)。除了要符合觀葉植物上的特性外，室內的環境較戶外封閉不通風，因此使用的介質最好都是使用清潔乾淨的介質，一般自然土壤透氣性不好，有時候還有污穢、惡臭、腐敗菌的問題，故不合適放置在室內。種植在垂直面上的介質需讓植物根部能夠延伸、生長，輕量化，本身必須是不能燃燒的物質，且不會本身的自重及澆灌時發生收縮減量、侵蝕、崩潰和飛落等現象(屋頂牆面綠化技術指南，2004)。故需選擇透氣性好、輕量土壤、保水性佳的人工土壤。

以上述之分析泥炭土、蛭石、珍珠石這三類保水性及通氣性佳 Ph 質適中、且無菌，依照不同的比例推薦配方(表三)。

表三 配方分析表

泥炭土：蛭石：珍珠石	適用地方
1：1：1	一般植物的栽培及較為耐旱的植物
2：1：1	蕨類植物及喜歡潮濕的植物
2：2：1	播種扦插及喜歡潮濕的植物
2：1：2	根部需要通氣良好的植物及土壤改良或著是介質中需要添加土壤時使用

資料來源：張育森，2008

(三) 人工照明

室內植物的生長與發育取決於生理作用是否能夠順利進行，在這些生理作用中，以光合作用最為重要。光是植物生長重要的環境因子之一，由光合作用將光能轉化成化學能，在供植物生長及發育時的養份，盡而控制植物生長形態。栽培植物所需求的光源不一定要自然光不可，任何發光物體，只要光質符合植物所進行光合作用時的需要，都有可以被利用，所以人工光可選擇的種類相當多，EX:白熾燈、螢光燈、水銀燈、複金屬燈．．．等等，但若是光源的光質不符合植物所需的光，植物發育困難，甚至會枯萎，所以光源的選擇對植物會有很大的影響。室內綠化設計一般使用耐陰性強的植物，但要注意的是耐陰性強的植物未必討厭明亮的地方，只是多半在陰暗的地方也能生存。光線是植物進行光合作用、製造有機物質的能量來源。光線對植物生育甚為重要，光線除了影響光合作用之外，種子發芽、莖生長、開花、葉綠素合成、蒸散作用、向光性以及植物型態上的改變等等都與光線有關（李咩，1989）。

太陽的不同顏色的光具有不同的波長稱為光質。光質對植物光合作用的影響，實際上是指不同顏色的光對光合作用的影響，植物的光合作用強度是因光質而異的(林嘉雄，2006)。太陽光主要由紅、橙、黃、綠、青、藍、紫等七種光譜成分組成，其次是紅外線和紫外線。不同光譜成分對觀葉植物的生理活動有不同作用。觀葉植物的光合作用主要吸收紅光和橙光，其次是藍光和紫光。紫光和紫外線主要為觀葉植物色素的形成提供能量。紅外線有促進觀葉植物枝條伸長的作用，紫外線則能抑制觀葉植物枝條的伸長生長。這些單色光所組成的複合光譜，依照組合的強度不同，比例也不同，逐產生不同品質的可是光，稱為光質。植物能感受到的光譜介於400nm 至 700nm 波長範圍為主(林嘉雄，2006)，植物體內和光線吸收的有相關的色素如葉綠素與光敏素等，一般光合作用所需要的波長大概是400~700nm 部分的能量，而不同波長對植物也有不同的影響(表四)，故在室內可選擇合適的植物來種植。

表四 波長對植物影響

光譜顏色波長 及範圍	波長(nm)	影響
遠紫外線 100-280	200~280	對植物有影響且是有害的
中紫外線	280~315	對植物的成長與生理過程有特別反應
近紫外線	315~400	僅少部分被葉綠素吸收
紫 400-450 藍 450-480	400~520	大量被葉綠素所吸收，影響光合作用
綠 480-550 黃 550-600	520~610	包括綠光、黃光及橘光帶，色素吸收差
橙 600-640 紅 640-750	610~720	吸收率低於400~520nm，但同樣影響光合作用
近紅外線	720~1000	吸收率低，主要刺激細胞成長，影響開花及種子發芽
紅外線以外範圍	>1000	吸收的光能都轉換成熱能

資料來源：本研究案整理

在目前建築照明的市場上，有各式各樣的人工光源，了解各種人工光源的特性及效率，有助於適合植物之人工光源之選擇。人工光源種類眾多，特別挑了市場主流為主的光源，白熾燈、螢光燈、LED 燈及複金屬燈分析。觀賞植物是要種植在綠牆上，綠牆的人工光源設置通常不能設置在近處，一方面為的是美觀，另一方面是因為若太近容易產生熱能導致植物的葉面枯黃，所以影響植物生長除了波長以外還有距離的因素，故綜合整理分析如下(表五)：

表五 適合植物的人工光源分析表

種類	特性	1 公尺照度	是否適合植物
白熾燈	因為連續光譜偏紅光色，演色性佳，光衰現象也不明顯，也是影響植物最重要的波長	200lux	不適合 (1012 年禁用)
螢光燈	螢光燈，俗稱日光燈，基本的藍光、紅光並不多，演色性差。後來開發出新燈管，為三波長燈管，針對人類三種可視光都加強，所以同時也符合了植物的生長所需光質，由藍色(452nm)、綠色(543nm)及紅色(611nm)三個光譜所組合起來	100lux	不適合
複金屬燈	釋放的光集中在藍光還有綠光及紅光，其演色性也佳	200~400lux	適合
LED 燈	主要光為藍光及綠光，綠光會被植物的葉子反射，所以吸收率差。依發光波長的可見光 450~680nm	400lux	適合

資料來源：本研究案整理

(四) 澆灌系統

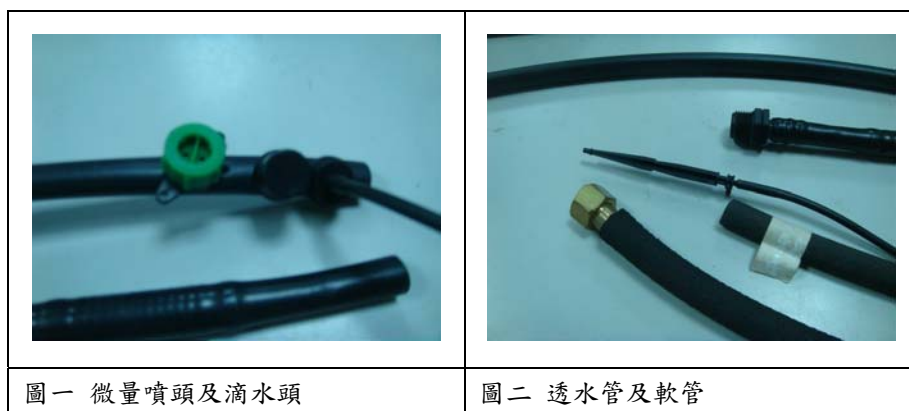
自動澆灌設施所要滿足的是植物的需水性，而影響澆灌設計最重要的考量點就是植物的型態(鄭世政，2002)及盆器的型式。澆灌可分為噴灌及滴灌 2 種系統，「噴灌」是以人工設備，提供壓力，利用水的「噴」型態所產生的灌溉方式(林秉杰，2006)；而滴灌系統用來將水送至植物根部區域，它採用一種小型噴頭，將水一滴一滴非常緩慢的送至土壤中，滴灌系統也稱微噴灌，依韋氏大辭典，微噴灌乃指流速緩慢或以水滴之方式達到灌溉功能(Pete Melby，2002)。

依照室內綠牆的型式通常需使用高效率節能的省水設備，而且需選擇水不能飛濺出來且不能發生種植土被侵蝕崩潰的現象(屋頂牆面綠化技術指南，2004)，故滴流及滲出型的滴灌系統設備，才不會影響室內的環境。

滴灌系統出了可將水送至植物根部不會飛濺出來以外，材料也較便宜，故可降低成本且，因其具有使用水量小，對水源較不浪費且對根系及表土的傷害極小等等之優點。灌溉系統的設計及構成的設備功能需求：

1. 微量噴頭及滴水頭

2. 過濾器、加肥器
3. 透水管及軟管
4. 分水器及配件



影響滴灌系統的主要原因為土壤及植物的需水量，而土壤特性決定灑水的頻率，決定水量噴灑的多寡是根據周遭溫濕度變化及植物的需水量(Pete Melby, 2002)。土壤的類型會造成流速的差異，依據常用之需水量計算公式如下：

$$\text{加侖/每日} \times 7 = \text{加侖/每週}$$

$$\frac{\text{加侖/每週}}{\text{灑水次數}} = \text{每次灑水週期水量}$$

$$\frac{\text{每次灑水週期水量}}{\text{每次灑水週期時間}} = 1 \text{ 加侖/日之滴灌頭數量}$$

若以 1 加侖/日的滴灌噴頭計算，算式如下：

灑水頻率土壤類型是重要的因素，以混合介質來說每週二次，以 1 加侖/日 (3.7L/日) 的滴灌頭的噴頭來計算，每次以 2-3 小時為限(Pete Melby, 2002)。

$$\frac{\text{每次灑水週期水量}}{2(\text{每一灑水週期時間})} = 1 \text{ 個滴灌頭}$$

$$\text{每次灑水週期水量} = 2(7.4\text{L}) \text{ 加侖/每週}$$

$$\frac{\text{加侖/每週}}{2(\text{每週灑水次數})} = 2(7.4\text{L}) (\text{每次灑水週期水量})$$

$$\text{加侖/每週} = 4(17.8\text{L}) (\text{加侖/每週})$$

$$4(17.8\text{L}) (\text{加侖/每週}) / 7 \text{ 天} = 0.57(2.1\text{L})(\text{加侖/每日})$$

以上是依照一個 1 加侖/日(3.7L/日) 的滴灌頭的噴頭來計算一日的需水量，灑水週期長短及水量的多寡，只是一個估算值，必需視植栽種類、盆器型式及室內溫度、濕度等等，隨時依現場的環境狀況調整。

(五) 空調、通風及造霧設備系統

室內完全沒有空氣流通的話，空氣在葉子附近滯留，氧氣和二氧化碳的比例出現變化，就會妨礙正常植物的生理。故溫度的高低與風對於綠色植物生育關係十分的密切，無論光合作用和所有的代謝反應，無一不受到影響。不適當的溫度會造成植物的傷害，而不通風的熱空氣也會導致葉子乾涸與脫水，在者溫度變化快速也會使植物受損。

1. 空調設備系統

植物生長所需的適溫範圍隨種類而異，一般溫帶地區原產的植物約在 20℃ 左右，高山和冷涼地區原產者，其適溫在 10~15℃ 之間，至於熱帶地區原產者，則喜歡 25℃ 或以上的高溫(李晔，1989)，故多數的植物都能在攝氏 18~24℃ 的溫度範圍內生長，而人感覺的舒適度 21.5℃ 到 24℃ 相似(摩天大樓，2004)。

2. 通風設備系統

對植物而言吹微風是最理想的，吹在植物上的風速最好是 0.5m/s 程度(新綠化空間設計指南 2，1998)，不但不容易發生蟲害，還能促進蒸散，不會降低光合作用等等，而一般人類日常居住的範圍內舒適的平均風速卻是在 0.25m/s 以下(新綠化空間設計指南 2，1998)。故在設計空調的出風口位置時就需避開人活動的範圍，但也不能直接吹在葉面上，在無風狀態的地方，可考慮使用空氣攪拌機，讓空氣可以流動。

3. 造霧設備系統

綠色植物最主要的成份是水分，約佔鮮重 80-95%。水不只是光合作用的原料，植物體內各種代謝作用多在水溶液中進行。水分同時也是養分吸收和運輸的媒介，植物並藉蒸散作用(水蒸氣經由葉表氣孔逸散出去的現象)影響部分水分和養分的吸收及運輸以及調節植物體之溫度(李晔，1989)。空氣中的高濕度會提高土壤中的濕度，成為根腐爛的原因。此外，低濕度的話有些植物會發生乾燥傷害(新綠化空間設計指南 2 技術手冊，1998)。空氣中的濕度不但會影響人類健康，對於室內植物的健康也是重要的，對一般植物與人的環境而言，理想中的濕度介於 35% 到 65% 之間(居家空氣大淨化 2007)。對觀葉植物來說理想的濕度最好是在 60~70% 之間(新綠化空間設計指南 2 技術手冊，1998)。解決濕度的方法包括，利用加濕器加濕、利用噴霧器、灑水器製造葉水(新綠化空間設計指南 2 技術手冊，1998)。

(六) 植生槽類型

目前市面植栽牆系統多樣化，廠商以不同的角度及環境適用性開發新的產品。而盆器的大小影響植物的大小及滴灌的配置方式。而室內綠牆設計偏向細緻化且可近觀的設計，為應不同環境需求選擇適合的產品系統，本研究即分析國內目前相關綠牆相關產品資料之差異性，茲列表說明如下：

表六 綠牆型式、特性及案例表

型式	無土介質	不銹鋼框架	單元植栽槽
材質 尺寸 重量	不織布 完成面厚度:5cm 不銹鋼金屬層:4cm PVC 防水層:1cm 毛氈層:0.3cm 重量:15 kg/m ²	金屬+不織布 尺寸:200x15x22cmTH 每小格:16x7cm 重量:每單元 30KG(介質、植栽)	PE 塑膠 尺寸:50x50xTH 7cm 每小格:10X5cm 重量:約 7kg
說明	■栽植密度較高，適合精緻空間。 ■優點：量體輕薄。 ■缺點：維生系統需極高的維護，固定補充養分，國外專利品價格較高，植栽更換費工。	■工法粗曠適合大型空間大面積展示。 ■優點：植栽覆土多，可選灌木類植栽；植栽根系互相牽繞，不易掉落，滴灌可均勻滲透盤體。 ■缺點：植栽更換費工，水有植栽葉面流出問題。	■栽植密度較高，適合精緻空間。 ■優點：植栽更換簡易。 ■缺點：土方量較少，植物以草本為主，故不建議置放室外。滴灌溢流口位於前方，水易從植栽葉面流出，造成下方植物缺水現象。
盆器照片			
案例照片			
案例	國家音樂廳	台中勤美誠品	新光三越 A4 館
澆灌方式	滴灌系統補充養分與水分	滴灌(溢流)	滴灌(均勻滲透)

資料來源：本研究案整理

表七 綠牆型式、特性及案例表(二)

型式	單元植栽槽			
材質 尺寸 重量	PP 塑膠 尺寸:14.4x14.2x15.8cm 重量:約 60kg/m ²	PE 塑膠 尺寸:9x20xTH 13cm 量:40kg/m ² (50 株植栽) 尺寸:8x8xTH 15cm 重量:60kg/m ² (100 株植栽)	發泡性聚苯乙烯(EPS) 尺寸:80x90x17cmTH, 圓形開口 R=9.5cm 重量:40KG 以內	PP 塑膠 尺寸:44.2*28.3x8.5cmTH 重量:約 40kg/m ² 尺寸:13.4x14.6x18cmTH 重量:約 60kg/m ²
說明	■ 單體式較為精緻，栽植密度較高，可近距離觀看。 ■ 優點：單體式植栽更換迅速。 ■ 缺點：價格昂貴，所有的構件及土壤必須一起選購。	■ 單體式植栽可近距離觀看。 ■ 優點：水平種植防止土壤沖刷流失；蓄水空間避免植栽乾枯，且可使澆灌次數降低。 ■ 缺點：植栽選擇以三吋盆為主，需定期維護更換，以維持良好樣貌。盆器體積較大，需選擇擴展植栽遮蓋。	■ 單體式植栽可近距離觀看。 ■ 優點：質量輕；單體式植栽更換迅速優點與區塊式多介質優點，介質量大並提供根系發展空間。均勻給水、不溢流。 ■ 缺點：口徑小，選擇植物以草本為主。材質易外露，需選擇葉面開展植物。材質有防火疑慮。	單體式植栽可近距離觀看。 優點：獨立的滴頭及排水系統，植物病菌不會交叉感染，成面薄，可雙面施作面。 缺點：植栽選擇以三吋盆為，介質不足，需定期維護更換，以維持良好樣貌。預留排水孔多且小，阻塞機會增加。
盆器照片				
案例照片				
案例	內政部建築研究所	捷運市政府	老圃造園 2F	台積電
澆灌方式	滴灌(溢流)	滴灌(溢流)	自動循環澆灌(溢流)	滴灌(獨立回水系統)

資料來源：本研究案整理

以上述的資料目前市面上模組式的規格尺寸多數皆以 3 吋盆植物的大小為主要的尺寸需求，故植物大小受限於此。

五、討論

(一) 植栽環境特性需求：

依據研究了解各類植物特性，室內生長環境有別於室外，故需考慮植物需光及需水性與室內環境的平衡值。然因種植在牆面上的特殊需求，仍必須考慮：

1. 種植位置的選擇需配合人工照明，距離光源較近的位置可選擇全日照的植物種類，反之，耐陰性植物種類就可種植在離光源較遠的位置。
2. 室內環境較封閉且不通風，需使用清潔乾淨的介質(如蛇木屑、珍珠石、蛭石)，減低污穢、惡臭、腐敗菌的問題，並考量其保水性、通氣性、Ph 質、無菌等室內環境需求基礎要項。
3. 選擇介質上其保水性、通氣性、無菌、清潔度差異性不大，故可選擇觀葉植物適合的 PH 值。

(二) 照明設計：

室內空間種植室內觀賞植物來美化環境並不難，但室內空間並無植物所需的陽光、空氣及水，故必須營造適合觀賞植物生長的空間。

1. 室內植栽牆設計需輔以人工照明，儘量搭配自然光源利用之設計(如天窗或靠近玻璃透光面)，可減低人工照明的需求。
2. 設計若加以情境式照明模式，可同步增加空間趣味性。

(三) 植栽澆灌：

1. 灑水週期長短及水量的多寡，僅為一般環境，其變因包括：溫度、濕度及風速等等，需隨時視現場的環境狀況調整。
2. 大面積天窗採光之設計將使室內溫度、濕度環境影響較大。
3. 人工空調於植栽空間利用的方式(如分離式或中央空調)是否具有外氣導入，或是空調週期時間(假期化夜間空調狀態)等，將影響氣流流量與新鮮外氣量，對於植栽灑水設計將有極大影響度。

六、建議

綠屋頂的隔熱部份已經有很多實驗證明是有效益的。而室內綠牆設計將可利用植物隔熱、隔音、清淨空氣、調節濕度等特性，創造減低室外不佳環境之影響，也可因其設計模式，具有調適心情、修飾空間、營造氣氛等的用途和優點。研究歸納出室內綠牆適用的植栽模式，提出可供未來深入研究之思考方向：

(一) 配合雨水回收系統，經收集貯存利用，減少以自來水澆灌之環保特性彰顯。

(二) 目前許多植物飆漲具有淨化空氣之效能，若輔以綠牆，並藉由設備監控檢討，當可印證對空間之相對效益，提升室內植栽功能。

(三) 檢討導入建築技術規則中為都市設計可行之規則與規範。

七、參考文獻

1. 日本財團法人都市技術開發機構，王兆基譯，1998《新綠化空間設計指南(一)》，地景企業股份有限公司
2. 居家空氣大淨化，Dr. B. C. Wolverton 著，白敬帆譯，2007，蘋果屋出版社
3. 摩天大樓生物氣候設計入門，楊經文著，施植明譯，2004，木馬文化
4. 基礎栽培大全，花草遊戲編輯部編著，2008，城邦文化事業股份有限公司
5. 新綠化空間設計指南(2)技術手冊，洪得娟譯，2002，地景企業股份有限公司

6. 台灣花卉實用圖鑑第4輯觀葉植物 256 種，薛聰賢，1999，台灣普綠有限公司出版部
7. 台灣花卉實用圖鑑第5輯觀葉植物 225 種，薛聰賢，1999，台灣普綠有限公司出版部
8. 植栽著根特性對建築屋頂及壁面綠化之設計探討--以減低結構影響性為目標，林玉貴、翁彩瓊、楊斐娜、陳亦文，2009，中華民國建築學會第二十一屆第一次建築研究成果發表會論文集
9. 造園季刊 32，立面之綠美化，章錦瑜，1999
10. 室內植物，李晔，1989，淑馨出版社
11. 室內觀葉植物種植活用百科，陳坤燦、花草遊戲編輯部著，2008，漂亮家居
12. 屋頂牆面綠化技術指南，[日]財團法人 都市綠化技術開發機構編著譚琦 姜洪濤 譯，2004，中國建築工業出版社
13. 綠屋頂適用栽培介質的選擇與應用，張育森，2008，綠屋頂推廣交流討論會 P10-21
14. 照明光譜波段對室內環境之植物生長特性探討，林嘉雄，2006，樹德科技大學應用設計研究所碩士論文
15. 人工光源之照度及色溫對視覺感知影響與照明方式調查研究-以住宅客廳為例，李厚強，2002，中原大學室內設計學系碩士學位論文
16. 建築與室內裝修階段照明系統節能方式之差異性研究-以台北市辦公空間為例，周釗彤，2001，中原大學室內設計學系碩士學位論文
17. 圖解噴灌設計與施工，Pete Melby 著，戴來福譯，2002，地景企業股份有限公司
18. PC-Based 自動化澆灌系統之設計研究，林秉杰，2006，義守大學機械與自動化工程學系研究所碩士論文
19. 自動噴灑灌溉系統在景觀方面應用之研究，鄭世政，2001，國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文