

# 牆面立體綠化技術現況調查之研究 (1/3)

內政部建築研究所自行研究報告  
中華民國 99 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究人員意見，不代表本機關意見)

# 牆面立體綠化技術現況調查之研究 (1/3)

研 究 人 員：高 嘉 隆 副 研 究 員

內政部建築研究所自行研究報告  
中華民國 99 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究人員意見，不代表本機關意見)

ARCHITECTURE AND BUILDING RESEARCH INSTITUTE  
MINISTRY OF THE INTERIOR  
RESEARCH PROJECT REPORT

# The Investigation Study of the Wall Vertical Greenery Technology(1/3)

BY

KAO CHIA LOONG

December , 2010

牆面立體綠化技術現況調查之研究(二)

內政部建築研究所自行研究報告

99

年度

## 目次

圖次.....	III
摘要.....	VIII
第一章 緒論 .....	1
第一節 研究緣起與目的 .....	1
第二節 研究方法 .....	3
第三節 收集之資料及文獻分析 .....	5
第二章 立體綠化概述與牆面綠化的形態.....	7
第一節 立體綠化的意義 .....	7
第二節 立體綠化的形式 .....	8
第三節 牆面綠化的形態 .....	18
第三章 國內外牆面立體綠化解析 .....	23
第一節 日本牆面垂直綠化 .....	19
第二節 歐美牆面垂直綠化 .....	42
第三節 國內牆面立體綠化解析 .....	57
第四章 結論與建議 .....	83
第一節 結論 .....	83
第二節 建議 .....	84
參考書目 .....	87
附錄.....	89

## 牆面立體綠化技術現況調查之研究(1/3)

## 圖次

圖 1-1	研究流程圖 .....	4
圖 2-1	複層綠化 .....	9
圖 2-2	橋體綠化 .....	9
圖 2-3	坡面綠化 .....	10
圖 2-4	假山綠化 .....	11
圖 2-5	河道綠化 .....	12
圖 2-6	花壇綠化 .....	12
圖 2-7	屋頂綠化 .....	13
圖 2-8	門庭綠化 .....	14
圖 2-9	欄杆綠化 .....	15
圖 2-10	棚架綠化 .....	16
圖 2-11	窗台綠化 .....	16
圖 2-12	牆面綠化 .....	17
圖 2-13	直接攀援型立體綠化示意圖 .....	18
圖 2-14	支架攀援型立體綠化示意圖 .....	19
圖 2-15	下垂型立體綠化示意圖 .....	20
圖 2-16	盆栽框架型立體綠化示意圖 .....	21
圖 2-17	牆前植栽立體綠化示意圖 .....	21
圖 3-1	立教大學 Morris Hall 的牆面立體綠化 .....	23
圖 3-2	成女學園的牆面立體綠化 .....	26
圖 3-3	AEON 與野店進行牆面立體綠化增加停車空間 .....	28
圖 3-4	AEON 與野店的牆面立體綠化維護管理完備 .	28
圖 3-5	剛完工的千種文化小劇場的牆面立體綠化.....	30

圖 3-6	完工 2 年後的千種文化小劇場的牆面立體綠化 .....	30
圖 3-7	東京國際展示場牆面立體綠化全景 .....	32
圖 3-8	東京國際展示場牆面立體綠化細部 .....	32
圖 3-9	大乘淑德學園淑德與野國中牆面立體綠化全景 .....	34
圖 3-10	大乘淑德學園淑德與野國中牆面立體綠化細部 .....	30
圖 3-11	電通總公司 Caretta 廣場前牆面立體綠化全景	36
圖 3-12	電通總公司 Caretta 廣場前牆面立體綠化施工 中及完工後對照圖 .....	36
圖 3-13	東京都板橋清潔工廠前牆面立體綠化正面全景 .....	38
圖 3-14	東京都板橋清潔工廠牆面立體綠化細部 .....	38
圖 3-15	鳥瞰福岡縣立國際中心 .....	40
圖 3-16	福岡縣立國際中心的牆面立體綠化 .....	40
圖 3-17	普里茨克親子動物園的牆面立體綠化 .....	43
圖 3-18	MFO 公園的牆面立體綠化 .....	43
圖 3-19	奧蘭多超級市場的牆面立體綠化 .....	46
圖 3-20	171 百老匯餐廳的牆面立體綠化 .....	46
圖 3-21	溫哥華水族館水族學習中心的牆面立體綠化..	49
圖 3-22	布利碼頭博物館的牆面立體綠化(1).....	51
圖 3-23	布利碼頭博物館的牆面立體綠化(2).....	51
圖 3-24	多倫多摩天農場的牆面立體綠化和屋頂綠化..	53
圖 3-25	多倫多摩天農場種植的植物 .....	53
圖 3-26	馬德里當代藝術博物館的牆面立體綠化(1).....	55



圖 3-27 馬德里當代藝術博物館的牆面立體綠化(2).....	55
圖 3-28 國立台北科技大學的牆面立體綠化 .....	57
圖 3-29 國立台北科技大學的牆面立體綠化細部 .....	59
圖 3-30 國立台北科技大學的牆面立體綠化上的牽牛花 .....	59
圖 3-31 法務部行政執行署宜蘭行政執行處的牆面立體綠 化(1).....	60
圖 3-32 法務部行政執行署宜蘭行政執行處的牆面立體綠 化(2).....	57
圖 3-33 2004 年改善完成時之牆面立體綠化 .....	63
圖 3-34 2010 年現況調查時之牆面立體綠化 .....	63
圖 3-35 以植栽槽種植黃金葛 .....	65
圖 3-36 以 PVC 網格讓植物繼續攀爬而上 .....	65
圖 3-37 勤美·誠品綠園道牆面立體綠化全景 .....	67
圖 3-38 勤美·誠品綠園道牆面立體綠化細部 .....	67
圖 3-39 高雄新光三越左營店牆面立體綠化全景 .....	69
圖 3-40 高雄新光三越左營店牆面立體綠化細部 .....	69
圖 3-41 南門市場正面牆面立體綠化(1).....	71
圖 3-42 南門市場正面牆面立體綠化(2).....	71
圖 3-43 捷運工地的牆面立體綠化枝葉稀疏 .....	73
圖 3-44 捷運工地的牆面立體綠化枝葉生長茂密 .....	73
圖 3-45 國立臺灣大學社會科學院新建工程牆面立體綠 化.....	75
圖 3-46 國立臺灣大學社會科學院新建工程牆面立體綠化 細部.....	75

圖 3-47 臺北市政府警察局士林分局新建工程牆面立體綠化.....	77
圖 3-48 臺北市政府警察局士林分局新建工程立體牆面立體綠化細部.....	77
圖 3-49 新民電力用戶服務及巡修中心新建工程立體綠化(1).....	79
圖 3-50 新民電力用戶服務及巡修中心新建工程立體綠化(2).....	79
圖 3-51 苗栗市政府新建工程牆面立體綠化 .....	81
圖 3-52 苗栗市政府新建工程牆面立體綠化細部 .....	81







## 摘 要

關鍵詞：綠建築、牆面立體綠化、施工圍籬綠化

### 一、研究緣起

自工業革命以後，人類生活型態產生了極大的變化，由農業社會進入工業社會，生活腳步加快，經濟發展起飛，為追求更多的生存環境與配合經濟的迅速發展，不斷與大自然爭奪生存空間，犧牲原有的自然森林，以因應都市與耕地的擴張，住宅、辦公大樓與工廠不斷的興建，使得城市的範圍逐漸的擴大，因而改變了土地的樣貌，由於都市叢林的興起，原有的綠地減少了，使土地變得不透水，直接改變土地在地球環境循環中的角色，並在無形中破壞了地球原始的綠色生態面貌。

由於都市的生活機能較佳，大批人口往都市集中，使得都市範圍逐步擴大。為因應人口的集中，建築物不斷的興建，而鋼筋水泥成了施工上不可或缺的建築材料，生活周邊大大小小的施工，都與鋼筋水泥脫不了關係，然而水泥裡大部分是有毒物質，且不利散熱，鋼筋水泥儼然已成為都市人及環境健康的殺手；隨著都市化程度越來越高，建築物不斷地增加，如同自然生態裡的外來物種般，不斷的增殖並且逐步吞噬原本美麗的自然環境。

1972 年聯合國斯德哥爾摩會議，引起世人對環境污染的高度重視，全世界綠建築思維的浪潮即未曾止息。自 1992 年第一次地球環境高峰會議以來，綠建築相關議題就不斷因應地球環境惡化的速率，展現其應有恢弘的範疇。綠建築是現代人們改善建築最好的選擇，如果能將一棟棟灰色的水泥建築加以綠化，使原本的灰色怪物轉變成為都市內的綠色島嶼，成為生物的生存樂園，不僅對環境有幫助，且能帶給人們健康、美麗的未來。以牆面立體綠化取代灰色

的建築物是一種新的思維。由於本所 98 及 99 年辦理「屋頂綠化建構技術之研究」，擬針對國內外現有建築屋頂工法案例依照其不同類型進行評估分析，並建立符合臺灣亞熱帶地區特色之本土化屋頂綠化建構工法技術，但對於牆面立體綠化部份卻尚未納入，故有關牆面立體綠化之現況、建構技術及其效益，有必要深入探討，俾與屋頂綠化建構技術之研究相互整合，作為修正綠建築解說與評估手冊綠化指標之參考。

為了有系統的進行牆面綠化之研究，本計畫將分三年實施：第一年擬針對國內外立體綠化相關技術現況進行調查研究；第二年進行牆面立體綠化工法建構之分析；第三年則進行不同牆面立體綠化之建構工法效益評估，以作為我國未來推行牆面立體綠化之參考。

## 二、研究方法及過程

依據上述研究目的，本研究的研究方法及過程概述如下：

### (一) 牆面立體綠化的特性及形態

牆面立體綠化主要特性是要降低夏季壁面吸收之日射量，抑制壁面溫度上升，並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之效果，及淨化空氣、水體、土壤，促進都市通風，降低噪音等生態效益，以改善都市的微氣候。牆面立體綠化的概念包括有可以明確感受到牆面地體綠化的意境，以同一種植物覆蓋高 1m 以上且連續 1 m<sup>2</sup> 以上，而且要面向道路。依據以上的概念，牆面立體綠化大略可以分成 6 種形態 1.直接攀援型 2.支架攀援型 3.下垂型.4.盆栽框架型 5. 牆前植栽。而立體綠化的成功，必須搭配適當的種植型態，才能達到促進環境生態降低都市熱島效應的目的。

### (二) 牆面立體綠化調查結果分析

由於牆面立體綠化的詳細資料收集不易，而且由其國內業主似乎不願意提供較深入的資料，因此各案例收集到的資料並不十分完整。本研究主要針對日本、歐美各國及台灣收集到 29 件案例，分別對各案例的案名、地點、建築物構造、新建或增建、完成時間、費用、尺寸大小、支撐架構、使用植物及綠化內容等進行文獻收集與現地查訪，並提出初步研究成果，以期提供一般民眾作為牆面立體綠化之參考。

### 三、重要發現

本研究共完成日本地區 9 件、歐美各國 8 件及臺灣地區 12 件案例對個案的案名、地點、建築物構造、新建或增建、完成時間、費用、尺寸大小、支撐架構、使用植物及綠化內容等進行調查分析，將可有效提供政府在推行制訂立體綠化相關政策之依據，以及消費者響應政府進行牆面立體綠化之參考。

由日本案例的介紹，可以看出在 20 世紀初期的牆面垂直綠化大多採用直接攀援於牆面上的綠化方式，只需於垂直牆面的地面，栽攀援型植栽，若干年後即可達成牆面綠化。隨著時代的演進，並為了改善直接攀援型牆面垂直綠化的缺點，於是常於外牆面上設置附加物，例如網狀的鐵絲網等，以讓攀援植栽形成網狀或面狀的綠化效果。另外利用金屬嵌板設置於建築物外牆，金屬嵌板固定於外牆或外牆底部的地面固定，於嵌板中放置培養土與植栽，以建立垂直綠化，由於此垂直綠化面積確實分離建築結構主體，因此，落實垂直綠化的植栽種類、造型景觀等等，運作將會相當大的自由度。

依據歐美國家牆面垂直綠化案例顯示，這些案例大都選用框格式或是嵌板式的綠化技術，框格式綠化是將金屬框格固定於外牆或外牆底部的地面固定，於框格中放置培養土與植栽，以建立垂直綠



化，由於此垂直綠化面積確實分離建築結構主體，因此，可以落實垂直綠化的植栽種類、造型景觀等目的。至於嵌板式的綠化技術乃指利用板塊狀物質組合而成，嵌板上可以設置放置攀援性植物的植栽穴，讓植物生長，並可以在工廠中依據確實之需要先行培養到一定階段後，再送到現地組裝。一般嵌板式的綠化技術需整合澆灌技術，由於它的組合方便，是目前最具發展潛力的垂直綠化技術。

依據國內牆面垂直綠化案例的訪查，可以看出直接攀援於牆面的牆面垂直綠化歷久彌新，並不會隨著時光流逝而不再受人重視，而為了改善直接攀援型牆面垂直綠化的缺點，於是常於外牆面上設置附加物，如 PVC 網格以讓攀援植栽形成網狀或面狀的綠化效果，其優點在於利用網狀附加物，讓植栽攀爬於其上，形成一道類似板面之隔牆，達到綠化、美化與節能省經費的目的。

隨著時代的演進，大型公共場所的業主也逐漸瞭解節能減碳、促進環境生態與降低都市熱島效應的重要性，也開始注重牆面垂直綠化，如勤美·誠品綠園道的綠化面積達到 1,850M<sup>2</sup>，而高雄新光三越左營店綠化面積則有 600 坪，除了為改變都市微氣候有所貢獻之外，對於企業形象的提升也頗有貢獻。

隨著 2007 年台中市政府環保局開始推動工地圍牆綠化開始，台北市政府於 2009 年 7 月 13 日修訂「臺北市建築物施工中妨礙交通及公共安全改善方案」，台北縣政府也於 2010 年 6 月 1 日起開始實施「臺北縣建築工程施工圍籬綠美化推動實施計畫」，全力推動圍牆綠化，另外高雄市、台南縣、台中縣、苗栗縣等城市都心多有活綠植物的工地圍籬案例。然工地圍籬綠化是否賞心悅目，在於施工單位能否用心照顧，如果不好好照顧或許會適得其反，不但破會都市景觀，也不能達到節能減碳的目的。

#### 四、主要建議事項

依據上述研究成果，本研究提出具體建議如下：

立即可行之建議

主辦機關：各縣市政府

協辦機關：各縣市政府環保局

自 2007 年台中市政府環保局開始推動工地圍籬綠化，陸續已有臺北縣、臺北市、高雄市、台南縣、臺中縣、苗栗縣跟進推廣，但仍有許多縣市仍未加入，推動工地圍籬綠化的工作仍有繼續推動的空間，在大力推動的同時，各縣市政府的環保局應加強稽查，各工地業主是否定期維護保養，以免植栽枯萎，造成都市亂象，失去了城市綠化與節能減碳的意義。

長期性建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

依本次研究調查結果可以發現，牆面立體綠化可以降低夏季壁面吸收之日射量，抑制壁面溫度上升，並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之效果，且可淨化空氣、水體、土壤，促進都市通風，降低噪音等生態效益，以改善都市的微氣候。建議營建署可配合綠建築基準專章之修訂，鼓勵一般建築物多多進行牆面立體綠化。

## ABSTRACT

Keywords: Green Building, Wall Vertical Greenery, Construction Fence Greenery

Recently ,Human being has destroyed environment to the global scale ,which has caused the global warming, acid rain, forest diminishing, Ozone layer depletion. Over 90% of buildings in Taiwan area belong to reinforced-concrete (RC) structures.

Because metropolis jungle's starting, the original green space reduced, causes the land becomes water-proof, changes the land in terrestrial environment circulation role directly, and was destroying the Earth primitive green ecology appearance imperceptibly. Along with higher urbanization degree, the building increases, is similar to unceasingly in natural ecology the external species, and the unceasing multiplication swallows originally the beautiful natural environment gradually.

The green Building is the one of the best choice for people to improve constructs, if can greenery a pessimistic cement construction, causes the pessimistic monster originally to transform into the metropolis the green islands, becomes biological the survival paradise, not only has the help to the environment, and can healthily take to the people, the beautiful future. By the wall vertical greenery substitution gray's building is one kind of new thought.

In the research we find 12 types of vertical greenery, in advance we also mention that there are 6 types of wall vertical greenery. We have investigated 29 cases of wall vertical greenery in overseas and Taiwan according to its document name, lotation, the building structure, newly built or the additional

construction, completed time, the expense, the size dimension, the support construction, the use plant and so on. The information can be an advice to improve for lack of greenery index of Green Building, except that this work can be a frame of reference when the government sets up the relevant polices.



## 第一章 緒論

### 第一節 研究緣起與目的

#### 一、研究緣起

自工業革命以後，人類生活型態產生了極大的變化，由農業社會進入工業社會，生活腳步加快，經濟發展起飛，為追求更多的生存環境與配合經濟的迅速發展，不斷與大自然爭奪生存空間，犧牲原有的自然森林，以因應都市與耕地的擴張，住宅、辦公大樓與工廠不斷的興建，使得城市的範圍逐漸的擴大，因而改變了土地的樣貌，由於都市叢林的興起，原有的綠地減少了，使土地變得不透水，直接改變土地在地球環境循環中的角色，並在無形中破壞了地球原始的綠色生態面貌。

尤其近百年來隨著人口快速增加、科技突飛猛進，機械的使用，使生活更加方便，導致人類毫不節制的消耗能源，使地球二氧化碳遽增，也使得氣溫年年上升，造成了氣候異常、地球沙漠化、都市高溫化及臭氧層破壞等現象。另一方面不當的都市建築政策，使居住環境急速惡化，例如都市人口過度集中、人造環境不透水化、建物通風不良、節能設計不當，造成能源浪費與都市氣候高溫化。為了應付日益炎熱的氣候，更加速了空調的使用，這不但威脅到人類的生存，更使生態多樣化的環境面臨嚴重破壞。

而這種因為人口過度集中於都市，並缺乏植物的栽植，城市充滿水泥建築與柏油路面，當太陽直射，地面沒有較多水分吸熱蒸發到空中，便會造成都市增加的溫度遠高於周圍的郊區，像一座熱島，形成所謂的「熱島效應 (Urban heat island effect)」。對居民而言，城市綠化是解決熱島效應的不二法門，而綠化不只是在地面種植花草樹木，也包括建築物的牆面綠化與屋頂綠化。對於公園綠地取得不易的都市而言，牆面綠化與屋頂綠化是增加綠化面積最有效的方

法，尤其是牆面綠化可以降低整棟樓房的溫度，比屋頂綠化僅能降低頂樓的溫度，更值得大力推廣。

## 二、研究目的

鑑於地球環境破壞日益嚴重，世界各國自 1970 年起陸續提出各項宣言及行動，在 1980 年由世界自然保護組織 (IUCN) 首次提出永續發展「Sustainable Development」的口號，呼籲全球重視地球之環境危機，並在 1992 年的「世界高峰會議」中簽署了「氣候變化公約」、「生物多樣性公約」，同時發表「森林原則」、「里約宣言」、「二十一世紀議程」等重要宣示；提倡永續環境、綠建築、永續建築...等等，以重視並保護地球環境。隨著這波潮流，國內在 1996 年成立「永續發展委員會」，並於 1999 年由內政部建築研究所正式推動「綠建築標章」，並訂定「綠建築評估指標」，此系統包括「生態、節能、減廢、健康」四大指標群與生物多樣化、綠化量、基地保水、日常節能、CO<sub>2</sub> 減量、廢棄物減量、室內環境、水資源、污水垃圾改善等 9 項指標，其中與綠化有關之指標達六項，可見綠化工作之重要性。

然因我國都市的高度發展，平面綠地面積較少，要有效增加綠化面積，必須朝向屋頂綠化與牆面垂直綠化發展。屋頂綠化因具有美化城市、增加保水性能及減少都市熱島效應等功能，近年來備受歐美先進國家重視，本所已於 96 及 97 年度「台灣綠建築生態指標群設計圖鑑」研究中，提出適用於屋頂綠化之植物圖鑑資料，以供國內設計推廣之用，並於 98 及 99 年辦理「屋頂綠化建構技術之研究」，擬針對國內外現有建築屋頂工法案例依照其不同類型進行評估分析，並建立符合臺灣亞熱帶地區特色之本土化屋頂綠化建構工法技術，但對於牆面立體綠化部份卻尚未納入，故有關牆面立體綠化之現況、建構技術及其效益，有必要深入探討，俾與屋頂綠化建構技術之研究相互整合，作為修正綠建築解說與評估手冊綠化指標之

參考。

為了有系統的進行牆面綠化之研究，本計畫將分三年實施：第一年擬針對國內外立體綠化相關技術現況進行調查研究；第二年進行牆面立體綠化工法建構之分析；第三年則進行不同牆面立體綠化之建構工法效益評估，以作為我國未來推行牆面立體綠化之參考。

## 第二節 研究方法

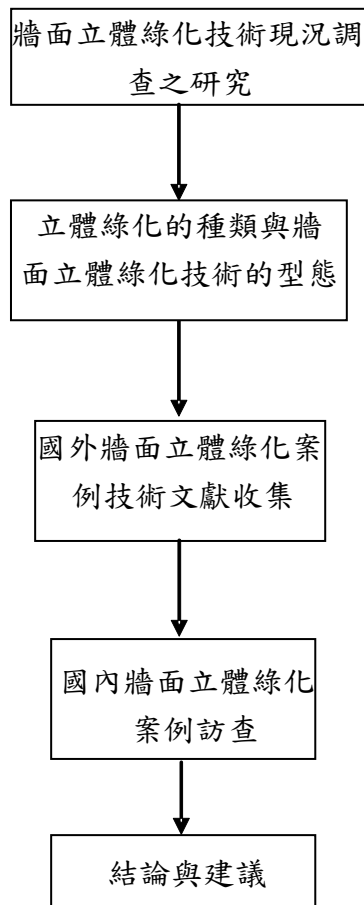
近年來，立體綠化已逐漸受到世界各國的重視，立體綠化技術也日新月異，其主要的功能除了促進都市生態環境改善、緩和建築表面溫度、延長建築使用壽命外，還可減少粉塵，降低噪音、增加空間綠化景觀及美化環境。在選擇立體綠化技術的時候，也應掌握下列原則：

- 1.堅持生物多樣性，提倡多種生物共生的原則。
- 2.重視發揮植物的生態效益，增加都市可視綠化量和綠覆率。
- 3.豐富都市景觀，建構都市的特色風貌。
- 4.展現節能減碳理念，建立都市節水型綠色空間。
- 5.實現生態效益、社會效益以及景觀效果的統合，既能展現自然景觀特徵，又能凸現都市地域特色和文化內涵。

有了以上的原則，本研究主要將針對於國內外的牆面立體綠化技術，進行有系統的收集及分類，相關研究內容規劃如下，研究計畫流程則如圖 1-1 所示：

- 1.收集國內外牆面立體綠化技術之相關文獻資料。
- 2.進行國內相關案例之現況訪查及資料彙整。





資料來源：本研究整理

圖 1-1 研究流程圖

### 第三節 收集之資料及文獻分析

依據本計畫研究之目的及研究內容，本計畫擬收集下列相關資料，結果將作為有關牆面立體綠化建構工法研究之參考。初步收集之資料項目如下：

- 立體綠化的種類與牆面立體綠化技術的型態
- 國外牆面立體綠化的案例技術文獻收集
- 國內牆面立體綠化的案例查訪與資料彙整

本計畫將彙整上述資料進行分析探討，詳細探討內容將於後面各章節說明。



## 第二章 立體綠化概述與牆面綠化的形態

目前立體綠化已逐漸普及，並得到廣泛的重視。大體上來講立體綠化實際上就是充分利用空間進行綠化，以大量增加綠化的面積。如喬木、灌木、草坪結合進行複層綠化，對牆面、屋頂實施綠化以使植物生長於建築物表面等形式，都可稱為立體綠化。而本研究所以討論的立體綠化主要是除了地面綠化、屋頂綠化等形式外的其他綠化方式，如牆面綠化。對於寸土寸金的台灣而言，充分的利用立體空間進行綠化，是目前綠化的重點，也是一個綠化、美化環境的新的途徑。

### 第一節 立體綠化的意義

立體綠化是指利用都市地面以上的各種不同造景條件，選擇各類適當的植物，栽植於人工創造的環境，使綠色植物覆蓋地面以上的各類建築物、構造物及其他空間結構的表面，利用植物向空間發展的綠化方式。進行立體綠化具有以下意義：

- 一、在土地日益稀少的都市，寸土寸金，土地的綠覆率又必須達一定標準的情形下，充分利用立體空間綠化，增加綠覆率，是一種有效解決問題的方法，不但可達到綠覆率的標準，也可以增加必需的硬體設備。
- 二、立體綠化可有效美化都市空間，增加都市綠化的數量，使綠化視線由平面擴大到立體空間，豐富都市的景觀。如果使城市綠化柔和的景觀與建築物實體輪廓配合，不但可以美化都市建築量體的輪廓，形成美麗的景觀，也可以使人感受到大自然綠化的感覺。
- 三、立體綠化不但可增加都市的綠化量，也可以有效改善都市的生態環境，提高都市的生活品質。而且立體綠化能調節都市的溫度、濕度，淨化空氣、水體、土壤，促進都市通風，降低噪音

等生態效益，以改善都市的微氣候。依據東京都環境局調查確認牆面綠化可以降低室溫，並且具有節能效果。

四、立體綠化的多樣性可滿足都市複雜地形條件的綠化要求。一般的都市都存在著複雜的地形條件，如平地、斜坡、河流、道路。採用立體綠也可以增加因護坡、橋樑、河道的穩定性，加強這些地形的安全感。

## 第二節 立體綠化的形式

立體綠化的形式很多，精緻的立體綠化設計手法與形式，不但令人賞心悅目也可以美化都市的景觀。立體綠化的設計手法與內容需要考量環境特徵、建築物型態、綠化功能的要求、並應結合植物的生長習性、體積大小、生命週期、成長速度、氣候特性、觀賞特點，選用適宜的種類與型式，亦應根據不同植物類型的特性來設計和製作對應的設備，如各式柵欄、框架、花架、栽植槽、吊掛容器等，使植物、建造物與環境之間體現建築與藝術的整合。根據立體綠化實施建造物的不同，立體綠化有下列幾種應用形式：

### 一、複層綠化

立體種植可以在有限的面積內，以最大限度增加葉面面積係數，提高綠化質量。這是根據生態學的要求，充分利用植物在環境中不同的生態位置，合理的利用不同的能源，發揮最大的生態效益。

### 二、橋體綠化

橋體綠化對於交通環境和都市形象的改善具有重要的意義，對於高架橋的立柱、燈柱等粗大的柱形物體，可選用纏繞類或吸附類攀援植物盤繞或包裹柱型物體，形成綠柱。橋體表面可以使用藤本植物進行綠化的佈置，必要時採用各種固定措施或設置人工植栽槽；這種綠化形式屬於低養護強度的綠化，使用的植物應具有一定的耐旱和抗污染能力。



資料來源：毛龍生等，2002。

圖 2-1 複層綠化



資料來源：毛龍生等，2002。

圖 2-2 橋體綠化

### 三、坡面、台地綠化

坡面、台地綠化是都市立體綠化，特別是地形、地貌複雜多變的山地都市綠化的重要項目，坡面綠化包括城市範圍內地形起伏較大的自然緩坡、陡坡、岩面及路基邊坡等的綠化。



資料來源：鄭明仁，2010。

圖 2-3 坡面綠化

### 四、假山與枯樹綠化

在假山、山石的局部使用攀援植物攀附其上，使山石生姿，更富自然情趣。也可以用類似於石頭公園的佈置方式栽植一些岩生植物，也會使假山石充滿生機。對於一些需要保護的枯樹亦可用纏繞藤本植物來進行綠化。



資料來源：本研究拍攝。

圖 2-4 假山綠化

### 五、河道綠化

河道綠化不僅可以提高城市綠地的綠覆率，增加城市的景觀美感，對城市的防洪與水土保持等意義重大。綠化城市河道可以營造特殊濱水環境，形成一種濱水景觀。

### 六、立體花壇

立體花壇是花卉佈置和植物造景的特殊形式，具有幾何輪廓或不規則自然形體的立體造型，一般會依藝術構思的不同要求，使用不同色彩的景觀花、葉植物以構成立體造型，它可以根據不同的要求和環境特點，設計成不同的造型。





資料來源：毛龍生等，2002。

圖 2-5 河道綠化



資料來源：[bbs.ylstudy.com/viewthrea...3Dreplies/](http://bbs.ylstudy.com/viewthrea...3Dreplies/)

圖 2-6 花壇綠化

## 七、屋頂綠化

屋頂綠化常見的有屋頂花園、屋頂覆蓋、屋頂種植式、綠化屋頂棚架式綠化等形式。在屋頂載重範圍許可內，可鋪設培養土的平面屋頂，選擇草本植物作植草式植栽或者匍匐、攀援類植物作地被式栽培，形成綠色地毯。而屋頂不能鋪設土層者，可以種植攀援植物，任其在屋面蔓延覆蓋。



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 2-7 屋頂綠化

## 八、門庭綠化

庭廊與大門綠化是建築物綠美化的一部分，常選用攀援植物種植於廊的兩側並設置相應攀附物使植物攀附而上並覆蓋廊頂形成形成綠廊；除此之外，也可以在廊頂設置植栽槽，選用攀援類植物，使枝蔓向下垂掛，形成垂吊裝飾。另外在門樑上用攀援植物綠化可以形成綠門，大門的綠化包括台階的綠化，在不影響大門功能的基礎上綠化整個大門，可以形成良好的大門景觀。



資料來源：毛龍生等，2002。

圖 2-8 門庭綠化

### 九、籬笆與欄杆綠化

籬笆與欄杆綠化是植物借助於各種結構物攀援生長，用來維護和劃分空間區域的綠化形式。主要作用是分隔道路與庭園，創造幽靜的環境，或保護建築物和花木不受破壞。欄杆的綠化主要是使植物攀援、披垂或依靠籬垣柵欄形成綠牆、花牆、綠籬、綠欄。這類綠化除發揮生態效益外，比單純的籬笆或欄杆更顯自然、和諧，更具生命力。



資料來源：毛龍生等，2002。

圖 2-9 欄杆綠化

#### 十、花架、棚架綠化

花架、棚架是在公共綠地最常見、結構造型最豐富的構造物之一。生長茂盛、枝葉茂密，開花結果的攀援植物是花架、棚架綠化中最常使用的植物材料，棚架也可以用一些盆栽植物懸掛的方式進行綠化。

#### 十一、陽台、窗台綠化

陽台、窗台綠化是最容易實現的立體綠化方式，所以是城市及家庭綠化的重要方式，目前很多建築在建造時，就會設置花槽及花架以利綠化的進行。陽台、窗台綠化除選用盆栽外，常用繩索、金屬線材、木條或竹竿構成一定形式的網棚或支架，並選用纏繞化卷攀型植物攀附形成綠棚或綠屏。陽台、窗台綠化亦應充分考慮建築



資料來源：毛龍生等，2002。

圖 2-10 棚架綠化



資料來源：毛龍生等，2002。

圖 2-11 窗台綠化

物的載重能力，切勿配置過重的槽體。栽植用的土壤應盡可能選擇輕質、保水較佳的腐植土及適當的植物種類。

## 十二、牆面綠化

牆面綠化是立體綠化中一種重要的形式，是立體綠化中佔地面積最少，而綠化面積最大的一種形式。牆面綠化主要是對建築物牆面以及各種周圍實體表面進行綠化，其中攀援類牆面綠化是利用攀援類植物吸附、纏繞、捲鬚、鉤刺等特性，使其在生長過程中依附在建築物的垂直表面，牆面綠化除具有生態功能外，也是建築外牆牆面的一種裝置藝術。

牆面綠化除了直接附壁的形式外，也可以在牆面安裝條狀或網狀支架供植物攀附，使許多植物都可藉支架綠化牆面。攀援類牆面綠化的問題在於不僅會對牆面造成一定破壞，而且需要很長時間才



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 2-12 牆面綠化

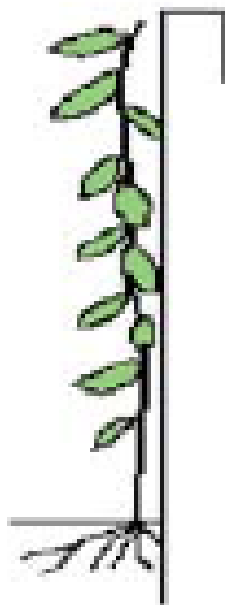
能佈滿整個牆壁，綠化速度緩慢，綠化高度也有一定的限制。利用支架進行牆面綠化是近年來新興的牆面綠化技術，在牆壁外表面建立構架支援容器模組，基質裝入容器，形成垂直於水平面的種植土層，容器內植入適當的植物，完成壁面綠化。這一類牆面綠化不僅必須有構架支撐，而且多數需有配套的灌溉系統。

### 第三節 牆面綠化的形態

牆面立體綠化的概念包括有可以明確感受到牆面立體綠化的意境，以植物覆蓋高 1m 以上且連續 1 m<sup>2</sup>以上，而且要面向道路。依據以上的概念，牆面立體綠化大略可以分成以下 6 種形態：

#### 一、直接攀援型

攀爬並覆蓋牆面的形態。原則上是直接附著牆面，不須特別的設備。以一般住宅最多。

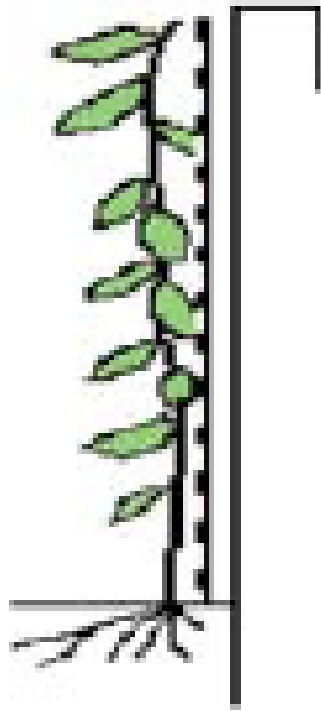


資料來源：東京都環境局，2006。

圖 2-13 直接攀援型立體綠化示意圖

## 二、支架攀援型：

設置網或支架等支撐體，使植物可以纏繞並覆蓋牆面的形態。原則上不直接附著牆面。可用於處理景觀上強調或標誌等效果，也可以用在小面積的綠化。



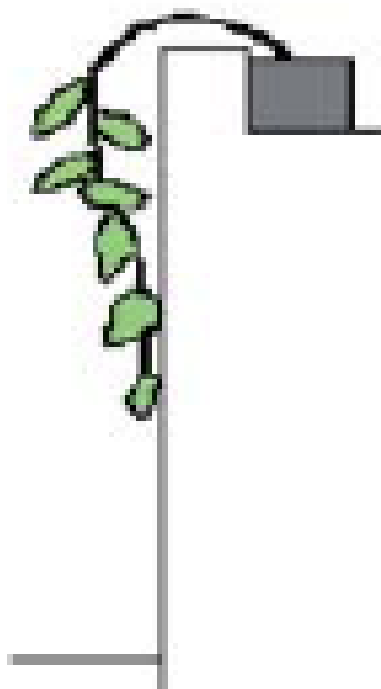
資料來源：東京都環境局，2006。

圖 2-14 支架攀援型立體綠化示意圖

## 三、下垂型

在牆面上方或屋頂上放置盆栽，讓植物下垂以覆蓋牆面的形態。原則上不直接附著牆面。可利用的植物不多，所以實例也不多。





資料來源：東

京都環境局，2006。

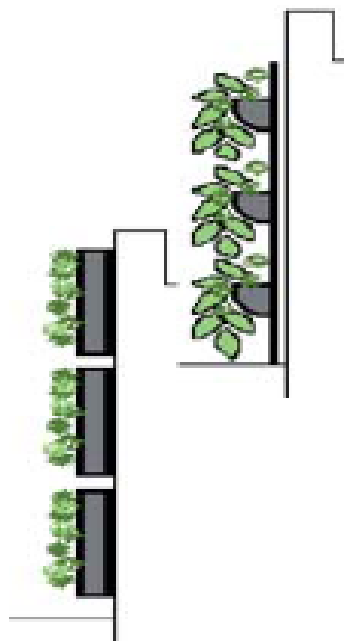
圖 2-15 下垂型立體綠化示意圖

#### 四、盆栽框架型

盆栽框架型是將植物種在牆面上所設置的盆栽中，讓植物可以攀爬或下垂以覆蓋牆面的形態。框架型是在牆面設置基座，將植物直接種入生長的形態。兩者都是在牆面直接或用輔助資材等栽種花等多樣植物，相當具有高設計性。

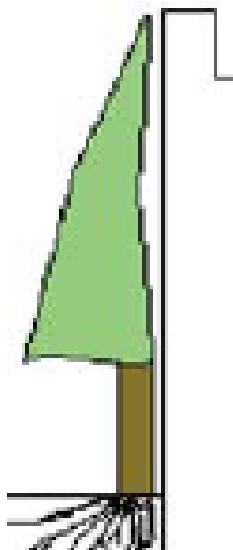
#### 五、牆前植栽

在靠近牆的位置種植木本類，以覆蓋牆面的形態。日本有許多數種都可適用，這種方式在歐洲等都很盛行。



資料來源：東京都環境局，2006。

圖 2-16 盆栽框架型立體綠化示意圖



資料來源：東京都環境局，2006。

圖 2-17 牆前植栽立體綠化示意圖

#### 六、嵌板格架型

嵌板格架型是提早於廠商的苗圃培育幼苗，再組裝鎖定於外壁的金屬架構，每單元並裝置滴管化給水，為使每單元給水均勻並避免不溢流、污染滴漏，分列導流排水，並設有造霧、噴灑，兼顧有施肥及預防病蟲用藥的噴灑機制。

### 第三章 國內外牆面立體綠化解析

前一章介紹的各種立體綠化的方式有其設置的優點及種植的方式，惟牆面立體綠化是可以利用最小的空間，發揮最大的綠化效益，尤其是在寸土寸金的都市地區，充分的運用牆面立體綠化，不但可以發揮阻絕噪音、減少灰塵、降低室內溫度、美化市容，更可以達到建築開發綠覆率的要求，使土地發揮最大的使用。以下各節將介紹國內外牆面立體綠化的種植方式及其技術。

#### 第一節 日本牆面垂直綠化

日本牆面立體綠化的發展歷史悠久，本研究收集到的技術大致可以分為直接攀援型、支架攀援型、框格型等，以下將分別介紹：



資料來源：東京都環境局，2006。

圖 3-1 立教大學 Morris Hall 的牆面立體綠化

立教大學	
地點：東京都豐島區西池袋	建築物構造：鋼筋水泥紅磚構造
新建或增建：增建	完成時間：1924（大正 13）年
費用：	尺寸大小：
支撐架構：直接攀援	使用植物：地錦、日本常春藤、亞洲絡石
綠化內容概述	
<p>立教大學 Morris Hall 建於 1918（大正 7）年，是一棟二層樓的鋼筋水泥紅磚建築物，建築群被指定為東京都歷史建築物，為日本大規模紅磚構造建築的代表。紅色磚瓦與綠色攀緣植物交織層疊，醞釀出懷舊復古的氛圍。本館（Morris Hall）的牆面綠化有八十多年的歷史，是 1924（大正 13）年為慶祝籃球社贏得第一屆聯賽冠軍所種的紀念牆面綠化植物。</p> <p>本處之牆面綠化除了一年兩次僱請專門業者修剪管理之外，大學職員每天都會進行目視檢查。特別是要注意的是如果地錦攀入本館建築物最具盛名的時鐘裡，就會造成時鐘故障，因此絕對不可輕忽每天的檢查工作。</p> <p>此外，由於立教大學的建築群被指定為東京都歷史建築物，因此無法大幅整修，留下許多木製窗框。這樣的構造使得地錦很容易攀入，所以日常檢查工作更不可或缺。</p>	

學校法人 成女學園國中、高中	
地點：東京都新宿區富久町	建築物構造：鋼筋水泥構造
新建或增建：原有	完成時間：1926（大正 15）年
費用：	尺寸大小：
支撐架構：直接攀援	使用植物：日本常春藤（由於常春藤近年出現剝離牆面的情形，因此已清除）
綠化內容概述	
<p>在牆面綠化完成時，並沒有關於地錦的栽種紀錄，詳細狀況不明，在昭和初期的照片中也沒有攀爬地錦的模樣。而昭和十幾年畢業的校友卻表示記憶中有栽種地錦，因此推測這些地錦是由往來的野鳥散播種子，自由生長而成，並非人為刻意栽種的。</p> <p>這棟建築物如今依舊是學園中學學生們放鬆休憩的空間，學生們可以在學生大廳及美術教室等場所相互交流，在這裡從春天到夏天都有暖暖的日光穿過欣欣向榮的綠葉傾洩而下，撫慰人心。到了夏天，牆面綠化效果又能隔絕戶外的高溫，讓室內空間涼爽舒適。</p> <p>在經歷了悠久的時間洗禮，這棟建築物已經成為該校的象徵，並深受畢業生的喜愛與支持。</p> <p>因為本牆面綠化已成為學校的珍貴資產，因此每年都需要進行定期修剪等維護管理的工作，此一修剪工作亦可避免植物攀爬到隔壁一般校舍的牆面上。</p>	



資料來源：東京都環境局，2006。

圖 3-2 成女學園的牆面立體綠化

AEON 與野店	
地點：埼玉市中央區本町西	建築物構造：
新建或增建：增建	完成時間：
費用：	尺寸大小：
支撐架構：支架攀援	使用植物：混合種植卡羅萊納茉莉、凌霄花、藍西番蓮、蔓性玫瑰、加那利常春藤等
綠化內容概述	
<p>在 AEON 與野店購物中心建築外圍水泥牆面上設置輔助植物攀登成長的框架（1,000x2,000 的鋼網結合椰殼纖維墊），可保持適當水分，再加上椰殼很適合氣根生長，因此能透過氣根促進攀援型植物的成長。此外，鋼網也能促進支架攀援型的植物生長。</p> <p>使用的土壤大多為自然土壤，不過部分商業設施前方的窗邊綠化所建造的大型簡易盆栽，則使用人工輕量土壤。由於綠化計畫可計入牆面綠化面積的關係，因此將其當成公司理念的一環，表現出重視環保、節能減碳與貢獻社會的概念。此外，採用牆面綠化之後，還可以確保足夠的停車空間，是其一大優點。</p> <p>由於本牆面綠化新近完工不久，維護保養相當完備，定期有專職人員負責巡視查察，因此維護管理做得相當完備。</p>	





資料來源：東京都環境局，2006。

圖 3-3 AEON 與野店進行牆面立體綠化增加停車空間



資料來源：東京都環境局，2006。

圖 3-4 AEON 與野店的牆面立體綠化維護管理完備

千種小劇場	
地點：名古屋市千種區千種	建築物構造：鋼筋水泥構造、部分鋼骨構造
新建或增建：	完成時間：
費用：	尺寸大小：
支撐架構：支架攀援	使用植物：加那利常春藤、白玉常春藤、銀葉常春藤、厚萼凌霄、藍西番蓮、薜荔、地錦、十字蔓
綠化內容概述	
<p>名古屋市千種文化小劇場的牆面立體綠化榮獲第三屆屋頂、牆面、特殊綠化技術大賽之牆面、特殊綠化部門國土交通大臣賞（財團法人都市綠化技術開發機構）、平成 15（2003）年度名古屋市都市景觀賞，並入圍第三十五屆中部建築賞等，是目前日本頗具代表性的牆面立體綠化建築物。</p> <p>牆面立體綠化系統與前述 AEON 與野店一樣，在建築物的東面與南面攀附八種、三百九十三條攀緣植物。在設施完成後的幾年內，攀附於大半設施牆面的是生長速度較快的厚萼凌霄、藍西番蓮等優勢種；未來則預計以常春藤為主。管理成本較低的常春藤可以避免未來維護管理費高漲的問題。</p> <p>基本上成長狀況相當順利，但有時候植物會攀附在窗口處，雖然這種情形很少，但還是要定期修剪管理（以本案例為參考範例，可開發避免樹芽生長至窗口處並將其引導至他處的「預防延伸板」）。</p>	



資料來源：東京都環境局，2006。

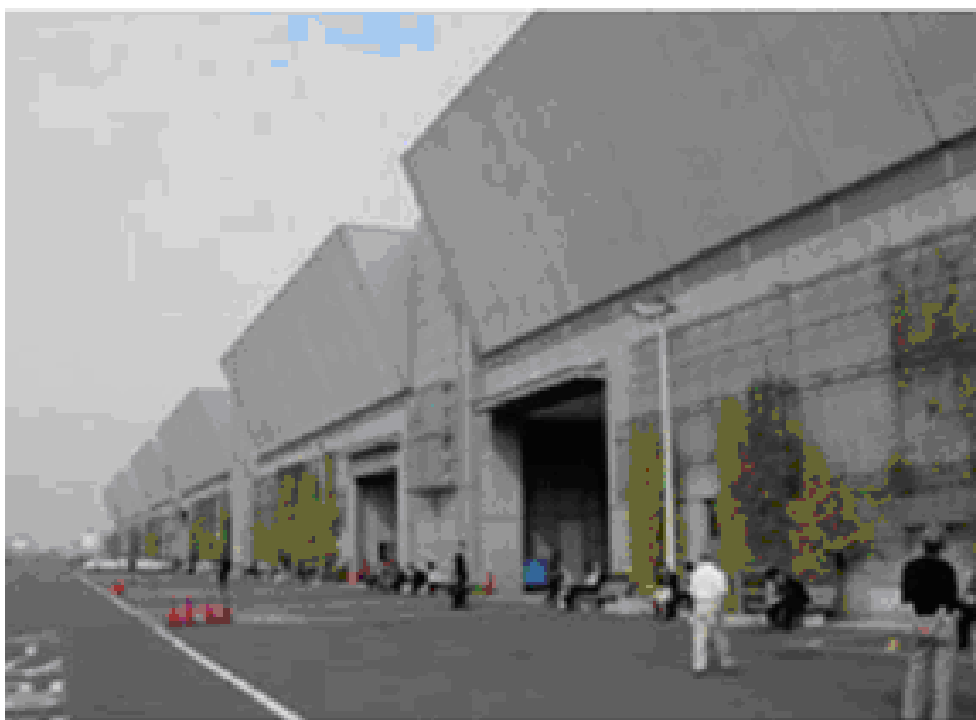
圖 3-5 剛完工的千種文化小劇場的牆面立體綠化



資料來源：東京都環境局，2006。

圖 3-6 完工 2 年後の千種文化小劇場的牆面立體綠化

東京國際展示場	
地點：東京都江東區	建築物構造：
新建或增建：	完成時間：
費用：	尺寸大小：
支撐架構：支架攀援	使用植物：卡羅萊納茉莉、十字蔓、川木通、亞洲絡石、南五味子、石月
綠化內容概述	
<p>株式會社東京國際展示場的外部牆面綠化係採用網狀攀援的型式，在離牆面三十公分處設置（直接固定於牆面）導引攀緣植物生長的網狀輕量桁架（鋁製）與不鏽鋼線。植栽底土基本上為天然土壤，小部分使用深三十公分的人工輕量土壤。</p> <p>澆灌方式則設置滴灌型自動澆水裝置。由於場館鄰近海邊，因此也設置可清洗植物表面的灑水型澆水裝置，以避免潮害。檢修工作自行實施，植栽管理則委外處理。</p> <p>由於設置第二年發生了川木通大量枯死的事件，因此改種亞洲絡石。此外，竣工至今經歷過幾個颱風的侵襲，並未發生潮害狀況。</p>	



資料來源：東京都環境局，2006。

圖 3-7 東京國際展示場牆面立體綠化全景



資料來源：東京都環境局，2006。

圖 3-8 東京國際展示場牆面立體綠化細部

淑德與野國中	
地點：埼玉市中央區上落合	建築物構造：
新建或增建：	完成時間：
費用：	尺寸大小：
支撐架構：支架攀援	使用植物：卡羅萊納茉莉、十字蔓、川木通、亞洲絡石、南五味子、石月
綠化內容概述	
<p>大乘淑德學園淑德與野國中教室梁柱的景觀綠化係採用置地型、人工輕量土壤的花盆植栽導引植物生長至鐵絲網處，設計概念為校方所提出的「與自然共生」之其中一環，與屋頂的環保花園合而為一，以期發揮建築的景觀美化與親近植物的教育效果。由於完工不久，因此現階段並未特別實施植栽修剪及施肥等管理。</p>	



資料來源：東京都環境局，2006。

圖 3-9 大乘淑德學園淑德與野國中牆面立體綠化全景



資料來源：東京都環境局，2006。

圖 3-10 大乘淑德學園淑德與野國中牆面立體綠化細部

株式會社電通總公司	
地點：東京都港區東新橋	建築物構造：
新建或增建：新建	完成時間：
費用：	尺寸大小：約一百三十平方公尺
支撐架構：框格	使用植物：常春藤、石月、亞洲絡石
綠化內容概述	
<p>電通總公司 Caretta 廣場前，將植栽框格（1,320mm×2,025mm 的薄板框格結合不鏽鋼花架）設置於都道高架道路的水泥牆面，再將人工輕量土壤（有機質系加土壤活力劑）放在以不織布包覆的花架中，利用地腳螺栓固定。澆灌則使用自動滴灌系統。</p> <p>在建設新公司大樓時，將牆面綠化融入提升公司形象的一環，並設計在與電通總公司大樓前方的商業設施空間面對面的牆面上。由於該空地為圍繞建築物的公共用地，充分在前方景觀中增添綠色元素。</p> <p>由於種植處屬於低日照場所，因此生長狀況比預期緩慢。加上此處經常舉辦各式活動，維護管理受到限制。此外，此區域屬於長區間灑水性質，灑水系統需要加強流量末端的灑水量，以使後端植物獲得足夠的水量。</p>	





資料來源：東京都環境局，2006。

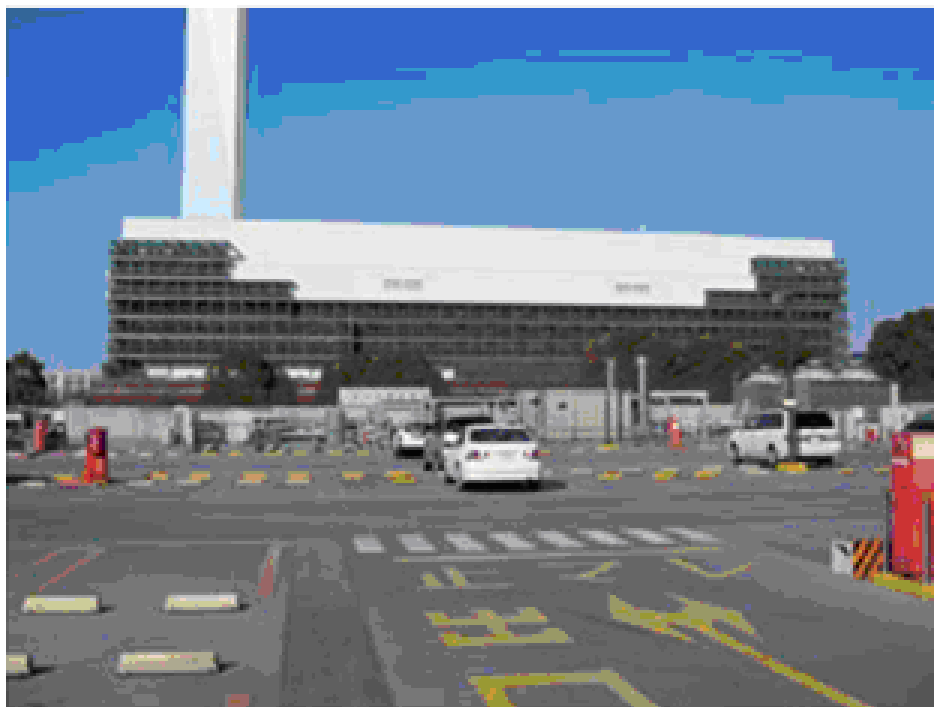
圖 3-11 電通總公司 Caretta 廣場前牆面立體綠化全景



資料來源：東京都環境局，2006。

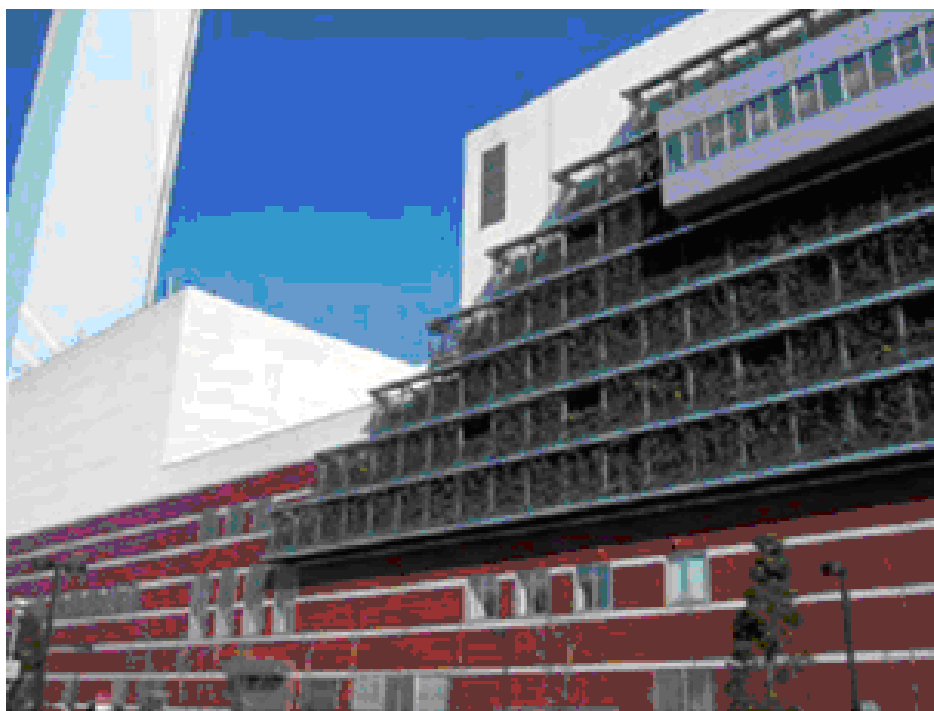
圖 3-12 電通總公司 Caretta 廣場前牆面立體綠化施工中及完工後對照

東京都板橋清潔工廠	
地點：東京都板橋區高島平	建築物構造：
新建或增建：增建	完成時間：
費用：	尺寸大小：兩千平方公尺
支撐架構：框格	使用植物：加那利常春藤、石月、亞洲絡石
綠化內容概述	
<p>在東京二十三區清潔一部事務組合板橋清潔工廠前（三面）以鋼框固定（已設置管理用的通道）栽種植物的薄板（1,850x2,150 公厘）與不鏽鋼花架。使用的培土為人工輕量土壤（回收原料：廢紙再生炭），放在以不織布包覆的花架中。</p> <p>設置目的為改善景觀與維護生態系統，由於為先進的牆面綠化設施，因此經常被當成範例廣泛介紹。綠化面積約兩千平方公尺。</p> <p>目前生長狀況大致良好，日常管理由設施業主負責。</p>	



資料來源：東京都環境局，2006。

圖 3-13 東京都板橋清潔工廠前牆面立體綠化正面全景



資料來源：東京都環境局，2006。

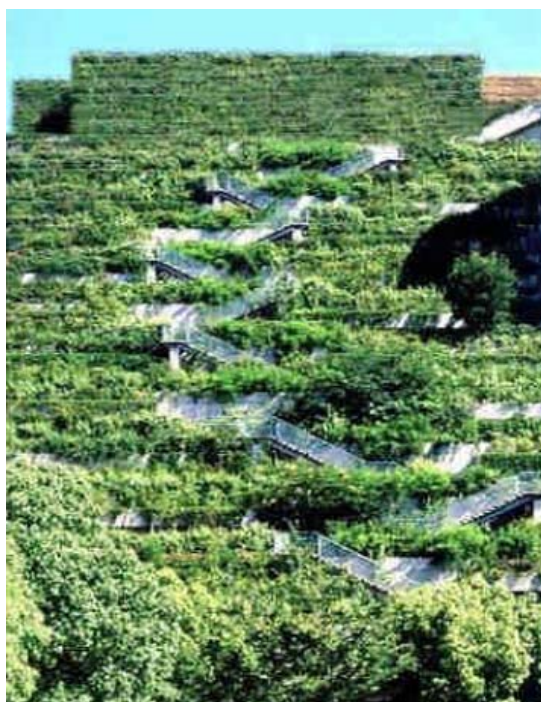
圖 3-14 東京都板橋清潔工廠牆面立體綠化細部

福岡縣立國際中心	
地點：福岡市中央區天神地區	建築物構造：
新建或增建：新建	完成時間：
費用：	尺寸大小：
支撐架構：	使用植物：
綠化內容概述	
<p>位於福岡市中央區天神地區的福岡縣立國際中心，該棟建築物規劃設計階段，詳細考量過樓層分別退縮形成平台或陽台，以利建築物上落實大量栽植綠化的思維，從遠處眺望建築景觀，如同建築外牆的垂直綠化。</p> <p>建築物內有辦公樓、商店等民間設施以及福岡交響樂演奏禮堂、國際會議中心等具有國際性、文化性、資訊性的公共設施。為了打造臺階狀牆面立體綠化與建築南側的公園連為一體的綠化空間，設計者有意把整個建築的 1/4 處理為地下空間，把地上 1~13 層（60m）的臺階狀建築物設計成牆面綠化及屋頂綠化。</p>	



資料來源：周志承等，2009。

圖 3-15 鳥瞰福岡縣立國際中心



資料來源：周志承等，2009。

圖 3-16 福岡縣立國際中心的牆面立體綠化

由以上案例的介紹，可以看出在 20 世紀初期的牆面垂直綠化大多採用直接攀援於牆面上的綠化方式，如立教大學和學校法人成女學園國中、高中，這是最傳統施做方式，只需於垂直牆面的地面，栽攀援型植栽，若干年後即可達成牆面綠化。這種綠化方式尤其必須注意植栽會不會傷害到壁面，造成結構的損壞和漏水的情形。

隨著時代的演進，並為了改善直接攀援型牆面垂直綠化的缺點，於是常於外牆面上設置附加物，例如網狀的鐵絲網等，以讓攀援植栽形成網狀或面狀的綠化效果。如 AEON 與野店、千種小劇場、東京國際展示場、淑德與野國中等案例皆是，其優點在於利用網狀附加物，讓植栽攀爬於其上，形成一道類似板面之隔牆，達到綠化、美化與節能省經費的效果。

另外利用金屬嵌板設置於建築物外牆，金屬嵌板固定於外牆或外牆底部的地面固定，於嵌板中放置培養土與植栽，以建立垂直綠化，由於此垂直綠化面積確實分離建築結構主體，因此，落實垂直綠化的植栽種類、造型景觀等等，運作將會相當大的自由度，如株式會社電通總公司、東京都板橋清潔工廠等屬之。

## 第二節 歐美牆面垂直綠化

歐美發展牆面垂直綠化的時間也很久遠，本研究只收集較為新進的案例來說明，並加強各國發展牆面立體綠化與綠建築的關聯與最新的施作案例。

林肯公園動物園的普里茨克親子動物園	
地點：芝加哥	建築物構造：
新建或增建：新建	完成時間：2004 年
費用：7,800 美元	尺寸大小：4,000 平方英尺
支撐架構：框格	使用植物：Vitis Riparia; Riverbank Grape
綠化內容概述	
<p>為北美洲的森林與其中的生物建立一個的自然、富於想像力、多種感覺的經驗，並提供不同年齡層的孩童一個多樣化的學習機會與經驗。本案例採用 4 毫米不鏽鋼水平的鋼絲和 4 毫米垂直的鋼管柱組成矩形的網格垂直綠化。整個系統容易拆卸或組裝，並且方便植物於牆面之維護與管理。</p> <p>本案在面向動物園大樓西邊的葡萄藤綠牆系統完成了以下幾個目標：作為一個自然的遮棚，以控制夏日午後建築物的熱得量。在秋天葡萄藤落葉以後，使建築物在冬天可以從自然界得到熱得量。由建築物向外看，由於綠牆的構築，讓整個動物園融入周邊的森林環境。</p>	



資料來源：Green Roofs for Healthy Cities and greenscreen®, 2008。

圖 3-17 普里茨克親子動物園的牆面立體綠化



資料來源：Green Roofs for Healthy Cities and greenscreen®, 2008。

圖 3-18 MFO 公園的牆面立體綠化



MFO 公園	
地點：瑞士，蘇黎世	建築物構造：
新建或增建：增建	完成時間：2002 年 5 月
費用：180,000 美元(材料)	尺寸大小：37,500 平方英尺
支撐架構：框格	使用植物：Fallopia aubertii、 Vitis coignetiae、 Campsis radicans、 Celastrus orbiculatus、 Ampelopsis brevipedunculata
綠化內容概述	
<p>本案是設在工業區的一個綠色環境，在那裡人們不必離開城市就可以放鬆心情並且享用午餐。它也可作為夏日露天電影院或其他節日慶祝活動的場所。</p> <p>垂直牆面綠化結構物的高度必須與它周邊工廠一樣是 56 英尺。因此要找到適合這面綠牆的植物特別得困難，所以整面牆分成好幾層，利用植栽槽種植不同的植物。最底層種植 Ampelopsis brevipedunculata 最多可以長到 20 英尺，第二層種植 Campsis radicans、Celastrus orbiculatus 可以長到 43 英尺。第三層種植 Fallopia aubertii、Vitis coignetiae 可以長到 56 英尺。</p>	

奧蘭多超級市場	
地點：美國佛州奧蘭多東部	建築物構造：
新建或增建：新建	完成時間：1998 年 3 月 5 日
費用：426,000 美元	尺寸大小：100,175 平方英尺
支撐架構：嵌板	使用植物：Confederate Jasmine, trachelospermum jasminoides
綠化內容概述	
<p>本案設計方案包括外在磚牆精緻的表面處理與在該牆面前設置一個被稱為是奧蘭多蒼翠茂盛環境的綠牆，這道綠牆使用很厚的開花藤蔓，高度從 16-90 英尺，以獲得預期的效果。</p> <p>第 2 個目標是使大樓的外面與內部整合。中間的用餐區與遊戲區類似一個巨大的綠房子和 2 個叢林濕地，且從天井外部導入一條小溪流經用餐區。</p> <p>植生棚架包括超過 2,000 片的綠色帷幕嵌板，分佈在面積約為 830,000 平方英尺賣場的外側及入口。藤蔓植物在穿入綠色帷幕嵌板前必需要長到 7 英尺長，在開幕前要提前 1 周到 1 個月就栽種。</p> <p>這個偉大的綠色工程對開發者來說是一個新的冒險，他們拒絕使用華麗昂貴的外牆裝飾提案，而採用整合綠牆與地形的設計方法。</p>	



資料來源：Green Roofs for Healthy Cities and greenscreen®, 2008。

圖 3-19 奧蘭多超級市場的牆面立體綠化



資料來源：Green Roofs for Healthy Cities and greenscreen®, 2008。

圖 3-20 171 百老匯餐廳的牆面立體綠化

171 百老匯餐廳	
地點：紐約市	建築物構造：
新建或增建：增建	完成時間：2007 年 10 月
費用：每平方英尺 110 美元	尺寸大小：300 平方英尺
支撐架構：嵌板	使用植物：Pothos、Climbing jade Philodendren、 Aglonema
綠化內容概述	
<p>本餐廳要創造一個輕鬆高格調的用餐環境，因此決定採用綠牆。綠牆可以提高格調、使人更容易親近並可以降低噪音，亦可以改善餐廳內的空氣品質及提升餐廳內的溼度。</p> <p>設計方式是在這一道牆最初為參差不齊的老舊磚牆前，安裝托架的 GLT 以配合參差不齊的老舊磚牆。</p> <p>為使牆的底部與通往吧台的樓梯頂部高度相同，建立了腳架並修改樓梯才可以把嵌板提升到適當的位置，牆的下方設置了一個可容納 240 加侖水量的水槽，作為本綠牆的灌溉系統。</p>	

溫哥華水族館水族學習中心	
地點：加拿大溫哥華	建築物構造：
新建或增建：增建	完成時間：2006 年 9 月
費用：每平方英尺 100 美元	尺寸大小：500 平方英尺
支撐架構：嵌板	使用植物： <i>Dryopteris expansa</i> Spiny Wood Fern、 <i>Fragaria vesca</i> Woodland Strawberry
綠化內容概述	
<p>溫哥華水族館的教育計畫與解說活動每年教導 100 萬人有關水中生物、雨林和綠建築的知識。從基地透視圖來看，新建築增加了一個懸崖或陡坡。因此一片代表峽谷牆面的植物生態系統和外在的垂直牆面相配合，可吸引昆蟲、鳥類和蝴蝶，以整合成設計團隊想要確定遊客可以看到永續綠建築的設計手法。</p> <p>設計團隊大膽採用了一個新的植生外牆設計手法，設置了北美洲第一個模組化的植生牆。在完成此一被證明是優良的植生牆設計之前，有多種慣用的設計方法被提出，但最後採用 G-Sky 公司提供的植生牆所需要的所有元件—嵌板、灌溉系統、原生植物、生長介質，及整合系統的安裝與維護。</p> <p>G-Sky 公司的下包 Sharp &amp; Diamond's 公司原先提出 15 件使用植物名單包括蕨類、草坪、八寶、常年生的野花及長年生的地衣，G-Sky 公司利用試種上述植物以篩選出適合本計畫的植物，而使得整個計畫</p>	

順利成功。劍蕨與教鞭草成長非常快速，但是它們的快速成長與根部的結球造成植栽槽內部的額外壓力，BC省原生植物八寶的藤蔓則被風或每天數以百計的學生觸摸而損壞。經過最後的分析，地衣、蕨類和野花被選為適合栽種的植物，綠牆嵌板在栽植房內預先培養，運送到水族館後，在一天內完成組裝成為植生綠牆。



資料來源：Green Roofs for Healthy Cities and greenscreen®, 2008。

圖 3-21 溫哥華水族館水族學習中心的牆面立體綠化

布利碼頭博物館	
地點：法國巴黎	建築物構造：
新建或增建：新建	完成時間：2006 年
費用：	尺寸大小：
支撐架構：	使用植物：
綠化內容概述	
<p>法國巴黎於 2006 年斥資 2.3 億歐元（約 100 億台幣）興建布利碼頭博物館，成立後讓充滿奢華、時尚的巴黎，增添了濃濃的文化氣息。該博物館是一座專為亞洲、非洲、大洋洲與美洲的文明與藝術建立的博物館。收藏來自世界各地的原始藝術作品約 30 萬件，強調西方世界之外的人類文明藝術。博物館最令人驚奇的除了它的內在館藏之外，外在的滿牆綠意更是令人嘖嘖稱奇，多達 180 棵高 15 公尺的大樹，掩蔽了主體建築，1 萬 5,000 株植物與蕨類攀爬其上，形成全球最高的綠圍牆，與人類原始文明似乎有韻味地相互呼應。</p> <p>建築師 Jean Nouvel 設計的布利碼頭博物館，結合布利碼頭博物館的花園佔地 18,000 平方公尺，180 棵高達 15 公尺的大樹，將主建物完全掩蔽，並擁有一面全球最高的綠色圍牆，1 萬 5,000 株植物與蕨類攀爬其上，成為另類的奇觀，另有一處直徑 16 公尺的玻璃櫃，放置 9,000 件樂器。</p>	



資料來源：周志承等，2009。

圖 3-22 布利碼頭博物館的牆面立體綠化(1)



資料來源：周志承等，2009。

圖 3-23 布利碼頭博物館的牆面立體綠化(2)

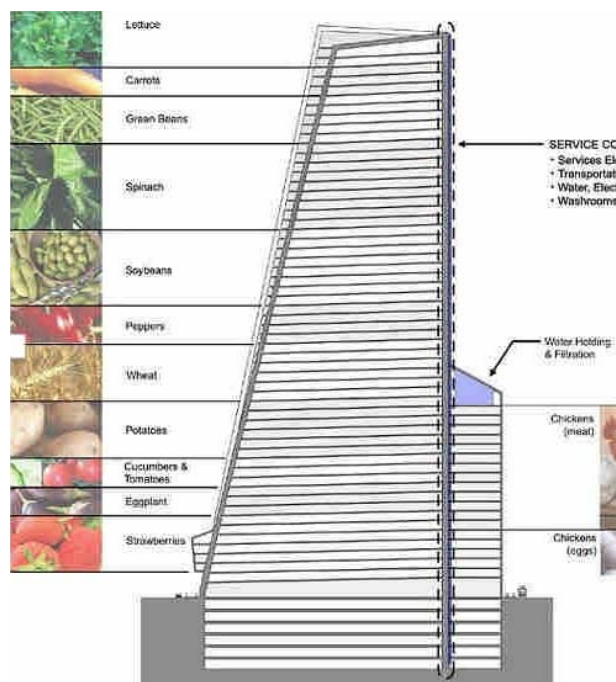


多倫多摩天農場	
地點：加拿大多倫多	建築物構造：
新建或增建：	完成時間：
費用：	尺寸大小：
支撐架構：	使用植物：lettuce, green beam, soy beam, pupples, potato
綠化內容概述	
<p>這棟高為 714 英尺（約 218 米）的摩天大樓位於多倫多市中央。加拿大在對生態牆和垂直花園的利益性和美觀性結合方面做得相當精彩。這棟 58 層高的樓房占地僅 1.32 公頃，但垂直花園的設計相稱于擁有 800 萬平方英尺（約 74 萬平方米）的綠化面積。據說這些植物每年平均能夠產生 2,300 萬美元的收入。</p>	



資料來源：周志承等，2009。

圖 3-24 多倫多摩天農場的牆面立體綠化和屋頂綠化



資料來源：周志承等，2009。

圖 3-25 多倫多摩天農場種植的植物

馬德里當代藝術博物館	
地點：西班牙馬德里	建築物構造：
新建或增建：	完成時間：
費用：	尺寸大小：
支撐架構：	使用植物：
綠化內容概述	
<p>這是帕特裡克·布朗克的另一巨作，由於這面生態牆，馬德里當代藝術博物館成為當地一個著名的旅遊景點。這面高 24 米的牆上種有 250 種不同植物，大約有 15,000 棵。充滿生命力的綠色植物種植在老舊的牆面上，顯得更加特別和引人入勝。</p>	



資料來源：周志承等，2009。

圖 3-26 馬德里當代藝術博物館的牆面立體綠化(1)



資料來源：周志承等，2009。

圖 3-27 馬德里當代藝術博物館的牆面立體綠化(2)

依據歐美國家牆面垂直綠化案例顯示，這些案例大都選用框格式或是嵌板式的綠化技術，如上節所示框格式綠化是將金屬框格固定於外牆或外牆底部的地面固定，於框格中放置培養土與植栽，以建立立體綠化，由於此立體綠化面積確實分離建築結構主體，因此，對於落實立體綠化的植栽種類、造型景觀等等，運作將會相當大的自由度，如普里茨克親子動物園、MFO 公園、奧蘭多超級市場等。

至於嵌板式的綠化技術乃指利用板塊狀物質組合而成，嵌板上可以設置放置攀援性植物的植栽穴，讓植物生長，並可以在工廠中依據確實之需要先行培養到一定階段後，再送到現地組裝。一般嵌板式的綠化技術需整合澆灌技術，如 171 百老匯餐廳及溫哥華水族館水族學習中心等。

### 第三節 國內牆面立體綠化解析

在前一章介紹了各種立體綠化的形式及牆面立體綠化的種植的方式，與國外牆面立體綠化一樣，它可以利用最小的空間，發揮最大的綠化效益，所以我國牆面立體綠化除了運用於一般牆面立體綠化，更朝向工地圍籬的綠化發展，使得工地圍籬不再呆板，也提供路過的行人賞心悅目的感覺，並可以美化市容，增加都市的綠覆率，縮短人們與工地圍籬的距離，改變都市的樣貌。我國牆面立體綠化的展現出多樣化的發展，其種植方式大致可以分為直接攀援型、支架攀援型、容器模組型、鋼樑鐵條鑲嵌格架等，以下將介紹我國牆面立體綠化的種植方式及其技術。



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-28 國立台北科技大學的牆面立體綠化

國立台北科技大學	
地點：台北市忠孝東路3段1號	建築物構造：鋼筋水泥構造
新建或增建：增建	完成時間：1980 年左右
方位：座東朝西	尺寸大小：
支撐架構：直接攀援	使用植物：爬牆虎、牽牛花等
綠化內容概述	
<p>國立台北科技大學的綠牆是屬於生態校園發展的一環，可追溯至1980 年左右，當時的總務長是孫國順教授，其出發點是要增加人文角落，改善校園的環境。這種人文的關懷在生態環境之發展上扮演了深層結構的角色，此亦即於 2003 年後，人文與科學學院的教授們希望將生態校園改為人文生態校園的原因。</p> <p>1980 年學校購置了大量的石頭、在榕園及校園其他角落佈置水景，並於面臨新生南路之幾棟大樓（光華館、土木館、材資館）牆面上種植多樣的爬藤，此築有鳥巢的綠籬成為對外的生態校園意象。雖然在日後的建物更新中有部分被不在意地清除，甚至目前它的命運也沒有明確的保障。至於多樣植物的榕園水景至今仍是在此區人文活動的重要據點。</p>	



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-29 國立台北科技大學的牆面立體綠化細部



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-30 國立台北科技大學的牆面立體綠化上的牽牛花



法務部行政執行署宜蘭行政執行處	
地點：宜蘭市中山路二段 261 號	建築物構造：加強磚造
新建或增建：增建	完成時間：2008 年
方位：各方向都有	尺寸大小：
支撐架構：直接攀援	使用植物：爬牆虎
綠化內容概述	
<p>法務部行政執行署宜蘭行政執行處位於宜蘭縣宜蘭市，於民國 90 年 1 月 1 日成立，初期辦公廳舍係以租用為主，至民國 97 年 9 月 22 日完成自有化辦公廳舍整修工程後，即遷移至宜蘭市中山路 2 段 261 號內，繼續為民眾服務。</p> <p>遷入現址後，該處劉仁明處長，於辦公室四週及圍牆以直接攀援的方式種植爬牆虎，以降低室內溫度及美化環境，並達到節能減碳的目的。</p> <p>該垂直牆面綠化原以人工使用自來水澆灌，在本所補助該處進行綠建築更新診斷與改造計畫之雨水回收再利用後，即可採用雨水澆灌，減少自來水用量。</p>	



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-31 法務部行政執行署宜蘭行政執行處的牆面立體綠化(1)



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-32 法務部行政執行署宜蘭行政執行處的牆面立體綠化(2)

內政部警政署	
地點：台北市忠孝東路一段 7 號	建築物構造：鋼筋混凝土
新建或增建：增建	完成時間：2004 年
方位：座南朝北	尺寸大小：135M
支撐架構：支架攀援	使用植物：
綠化內容概述	
<p>內政部警政署在 93 年接受本所補助綠色廳舍暨學校改善工程，將四周因安全問題而構築得十分堅固卻顯得生硬的圍牆，藉本計畫之改善在圍牆外側以木格柵加上爬藤類植物的形式加強綠化，一方面推廣木構造於綠建築之應用，另一方面為警政署增添視覺軟化效果，破除原本過度生硬的印象。</p> <p>改善圍牆長度約 135m，於原二丁掛面磚圍牆外加掛木格柵，並設置植栽槽供四季開花之爬藤植物攀附（計有炮杖花、山素英、軟枝黃蟬、蒜香藤、珊瑚藤等共 800 株），及裝設自動澆灌及照明系統，在提供生物活動棲地之同時，亦達到美觀之功能。</p> <p>經本研究至現場進行現況調查，木格柵極照明燈具仍維護良好，但已換成竹子類的植物，生長良好，可見該署仍有盡心維護，並仍然使用自來水之自動澆灌系統。人員負責巡視查察，因此維護管理做得相當完備。</p>	



資料來源：綠色廳舍暨學校改善工程，2004。

圖 3-33 2004 年改善完成時之牆面立體綠化



資料來源：本研究拍攝，2010。

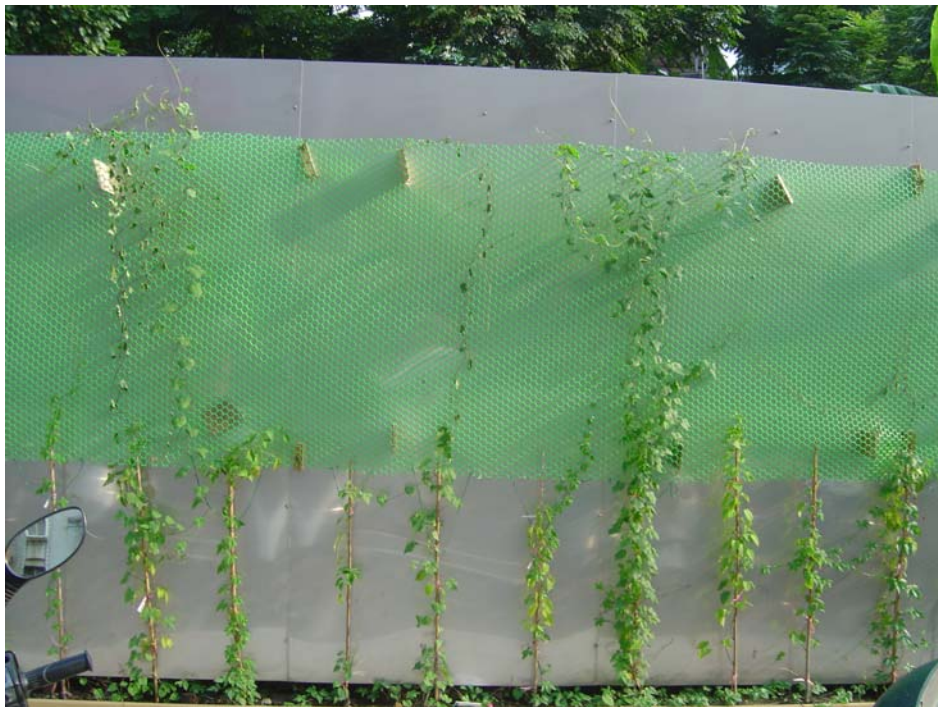
圖 3-34 2010 年現況調查時之牆面立體綠化

<p>行政院衛生署雙和醫院</p>	
地點：台北縣中和市中正路 291 號	建築物構造：
新建或增建：新建	完成時間：2010 年
方位：座北朝南	尺寸大小：
支撐架構：直接攀援	使用植物：黃金葛
<p>綠化內容概述</p>	
<p>雙和醫院於 97 年 7 月 1 日正式開院服務，即致力於完備各類醫療服務，逐步開放病床，招募各界專業人才，除一般門急住診服務，還包含健康管理中心、傳統醫學科、癌症中心、放射治療中心、核子醫學科等，提供民眾完整的醫療服務。目前開放總病床數 675 床，其中包含急性一般病房 491 床、加護病房 54 床、洗腎治療床 50 床等。</p> <p>由於院方逐步擴充設備，擴大醫療服務範圍，使得院內停車空間愈顯不足，為提供員工停車空間，院方在該院圓通路側門對面山坡下，開闢一片簡易的停車空間，外牆為不鏽鋼鋼板做成的圍籬，並設有自動進出閘門。為進行牆面綠化工程，以設置植栽槽種植黃金葛，在植物種植初期以竹子固定使其攀援而上，圍籬上方則設有 PVC 網格讓其繼續攀爬，且為了避免植物直接碰觸高溫的圍籬，在 PVC 網格與不鏽鋼圍籬之間放置木塊，以使其順利生長，澆灌方式則採用人工使用自來水澆灌。</p>	



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-35 以植栽槽種植黃金葛



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-36 以 PVC 網格讓植物繼續攀爬而上

勤美·誠品綠園道	
地點：台中市西區公益路 68 號	建築物構造：鋼筋混凝土
新建或增建：增建	完成時間：2008 年
方位：東、西、北向	尺寸大小：1350M <sup>2</sup>
支撐架構：鋼樑鐵條鑲嵌格架	使用植物：馬纓丹、黃金露華等
綠化內容概述	
<p>勤美·誠品綠園道可說是舊有建築物活化再利用的典範，勤美建設將現有老舊停車場及廢棄商場重新改裝，將在垂直的立面上與綠園道交會並傳達綠建築之環境意向，並在一個老舊建築物上重新整理給予新的生命。</p> <p>勤美·誠品綠園道經過精心設計，室內外均有環保綠色植生牆裝置藝術，懷著尊重土地的心，勤美·誠品綠園道把每一株因為這棟大樓拔起的樹還給大地，還給大自然原本應有的價值。</p> <p>室外大樓牆面由 15 萬棵綠色植栽妝點出一片片溫暖的城市綠意，每面採用 650 座水滴式噴霧系統，讓豐富潤澤的綠意透過牆面向上延展至立地建築的 3 面環保綠色植生牆，是號稱全亞洲面積最大的環保綠色植生牆。</p> <p>勤美·誠品綠園道對面是 8,000 多坪的台中市市民廣場，完整綠色草坪，與綠園道互相呼應，對於改善都市環境生態、減緩熱島效應頗有助益。</p>	



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-37 勤美·誠品綠園道牆面立體綠化全景



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-38 勤美·誠品綠園道牆面立體綠化細部



高雄新光三越左營店	
地點：高雄市左營區高鐵路 123 號	建築物構造：鋼骨鋼筋混凝土
新建或增建：新建	完成時間： 2010 年
方位：西、北向	尺寸大小：600 坪
支撐架構：鋼樑鐵條鑲嵌格架	使用植物：山蘇、電信蘭、錫蘭月下珠等
綠化內容概述	
<p>依據世界節能綠化之趨勢，新光三越高雄左營店以符合綠建築標章的角度來規劃，是全台唯一擁有 12,000 坪綠化面積，超過 70,000 棵花木的百貨公司，不論是建構全台最大的牆面立體綠化(面積約 600 坪)、7 樓四季花果園或是全館綠化植栽及露台，新光三越高雄左營店本館的綠覆率高達 75%(遠超過高雄市建築基地實施綠化審查辦法的 65%)，再加上佔地超過 6,500 坪的幸福公園，讓來此的民眾享有現代都市人最渴望的優質自然享受。</p> <p>另外雨水及中水再生系統的設置，每年有 10,950 噸可提供用於植物灌溉的回收水，以及採光、照明節能、綠建材、大型動力設備電動機加裝變頻器等節能環保措施，建構出一棟對環境友善，創造美麗生活的環境。而佔地 6,500 坪的幸福公園內，還可看到由四季花草組成，全台第一大、亞洲第三大，直徑長達 15 公尺的巨大花鐘，相當適合民眾散步、談心。</p>	



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-39 高雄新光三越左營店牆面立體綠化全景



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-40 高雄新光三越左營店牆面立體綠化細部

南門市場	
地點：台北市羅斯福路一段 8 號	建築物構造：鋼筋混凝土
新建或增建：增建	完成時間：2010 年
方位：座東朝西	尺寸大小：
支撐架構：容器模組型	使用植物：
綠化內容概述	
<p>南門市場成立於民國前 5 年，民國 71 年 7 月改建綜合行政大樓，72 年 6 月重新開業。綜合行政大樓包括南門市場自治會、臺北市市場處、臺北市中正區戶政事務所、財政部臺北市國稅局中正稽徵所、臺北市稅捐稽徵處中正分處、臺北市中正區公所、臺北市政府環境保護局中正區清潔隊、臺北市政府警察局文康中心、臺北市都市更新處及臺北市政府都市發展局南門辦公處等單位。</p> <p>南門市場為配合 2010 年台北國際花卉博覽會的舉辦，提升整體市容及環境美化，及兼具環保、節能減碳、與環境共生的意涵，特別在大樓二樓外牆及一樓柱體設置牆面立體綠化，目前維護得宜，生長良好，不但能達到促進都市環境生態的目的，也能為臺北市政府吸引過往行人，打響 2010 年台北國際花卉博覽會名號的目的。</p>	



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-41 南門市場正面牆面立體綠化(1)



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-42 南門市場正面牆面立體綠化(2)

<p>台北市南京東路5段88號前捷運工地</p>	
地點：台北市南京東路5段88號前	建築物構造：工程圍籬
新建或增建：增建	完成時間：
方位：座北朝南	尺寸大小：
支撐架構：容器模組型	使用植物：
<p>綠化內容概述</p>	
<p>臺北市政府的工程圍籬綠美化活動，緣起為推動「台北城市花園」及響應2010舉辦「台北國際花卉博覽會」，台北市建管處於98年7月13日修訂「臺北市建築物施工中妨礙交通及公共安全改善方案」，規定凡在99年6月底前仍繼續施工之建築工地，面臨10公尺以上道路之圍籬必須有二分之一的綠化植栽，未達10公尺得以彩繪、帆布、貼紙等方式美化，以改變一般人對建築工地吵雜、髒亂、嫌惡的刻板印象，讓工地也有可愛、可親性的面相，並達到美化市容及節能減碳的目的。</p> <p>本捷運工地所採用盆栽容器模型組合，植物生長狀況良莠不齊，有的盆栽樹葉稀疏，有的則生長茂密缺乏修剪，有待主管單位嚴加督促，以達到美化市容及節能減碳的目的。</p>	



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-43 捷運工地的牆面立體綠化枝葉稀疏



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-44 捷運工地的牆面立體綠化枝葉生長茂密

國立臺灣大學社會科學院新建工程	
地點：臺北市羅斯福路四段一號	建築物構造：鋼筋混凝土
新建或增建：新建	完成時間：2010年
方位：座北朝南	尺寸大小：
支撐架構：容器模組型	使用植物：黃金葛等
綠化內容概述	
<p>為響應臺北市政府的工程圍籬綠美化活動，國立臺灣大學社會科學院新建工程依據台北市建管處於98年7月13日修訂「臺北市建築物施工中妨礙交通及公共安全改善方案」，規定凡在99年6月底前仍繼續施工之建築工地，面臨10公尺以上道路之圍籬必須有二分之一的綠化植栽，因本基地面對辛亥路，路寬超過10公尺，因此依規定設置二分之一的綠化植栽。</p> <p>本綠牆係採用鋼架放置盆栽，綠牆分成數個區段，採用不同植物的組合，綠牆採用自動澆灌方式，由現場勘查來看，植物生長良好，顯見施工單位的細心照顧。</p>	



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-45 國立臺灣大學社會科學院新建工程牆面立體綠化



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-46 國立臺灣大學社會科學院新建工程牆面立體綠化細部



臺北市政府警察局士林分局新建工程	
地點：臺北市士林區小北街與文林路口	建築物構造：鋼筋混凝土
新建或增建：新建	完成時間：2009年
方位：座西朝東	尺寸大小：
支撐架構：容器模組型	使用植物：
綠化內容概述	
<p>為響應臺北市政府的工程圍籬綠美化活動，國立臺灣大學社會科學院新建工程依據台北市建管處於98年7月13日修訂「臺北市建築物施工中妨礙交通及公共安全改善方案」，規定凡在99年6月底前仍繼續施工之建築工地，面臨10公尺以上道路之圍籬必須有二分之一的綠化植栽，因本基地面對文林路，路寬超過10公尺，因此依規定設置二分之一的綠化植栽。</p> <p>本綠牆係採用鋼架放置盆栽並以鋼絲置於正面，以防盆栽掉落，綠牆分成2個部分，採用自動澆灌方式，由現場勘查來看，植物生長狀況不甚良好，除了可能因施工單位無暇照顧，盆栽前以鋼絲圍著，不易更換植栽，也是一個原因。</p>	



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-47 臺北市政府警察局士林分局新建工程牆面立體綠化



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-48 臺北市政府警察局士林分局新建工程立體牆面立體綠化細部

<p>新民電力用戶服務及巡修中心暨附設地下配電變電設施聯合大樓</p> <p>新建工程</p>	
<p>地點：板橋市縣民大道二段與民權路交口</p>	<p>建築物構造：鋼骨鋼筋混凝土</p>
<p>新建或增建：新建</p>	<p>完成時間：2010年</p>
<p>方位：南、北向</p>	<p>尺寸大小：</p>
<p>支撐架構：容器模組型</p>	<p>使用植物：黃金葛</p>
<p>綠化內容概述</p>	
<p>為推動「台北縣花園城市」並促進市容觀瞻及響應縣政推動低碳政策，自99年6月1日起開始實施「臺北縣建築工程施工圍籬綠美化推動實施計畫」，自該計畫實施日起新開工之建築工程或既有建築工程均應配合辦理，凡臨接10m(含)以上道路、公園、綠地、廣場要有1/2以上圍籬面積採用密集植栽方式綠化，臨接未達10m道路，須進行圍籬綠美化。因本基地面對新民路，路寬超過10公尺，因此依規定設置二分之一的綠化植栽。</p> <p>本綠牆係採用鋼架放置盆栽，栽種的植物均為黃金葛，綠牆分成數個部分，採用自動澆灌方式，由現場勘查來看，植物生長狀況良好，由於屬開架式的植栽放置方式，容易更換，所以植栽枝葉茂密，且井然有序，可見施工單位精心維護。</p>	



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-49 新民電力用戶服務及巡修中心新建工程立體綠化(1)



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-50 新民電力用戶服務及巡修中心新建工程立體綠化(2)

苗栗縣政府新建工程	
地點：苗栗市自治路	建築物構造：鋼筋混凝土
新建或增建：新建	完成時間：2010年
方位：座北朝南	尺寸大小：
支撐架構：容器模組型	使用植物：
綠化內容概述	
<p>自從 2007 年台中市政府環保局開始推動工地綠圍籬，並於 2008 年 12 月率先制定自治條例，規範必須配合設置圍籬綠化的施工地點，違者並將開罰。2009 年起相繼在台北市、高雄市、台南縣、台中縣及苗栗縣等城市都心多有活綠化植栽佈置的工地案例。</p> <p>本工地綠牆係採用鋼架放置盆栽，栽種的多樣不同的植物，綠牆分成數個部分，採用自動澆灌方式，由現場勘查來看，植物生長極為茂盛，甚至有植栽過長，缺乏修剪維護的狀況，應屬施工單位缺乏維護所致。</p>	



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-51 苗栗市政府新建工程牆面立體綠化



資料來源：本研究拍攝，2010。

圖 3-52 苗栗市政府新建工程牆面立體綠化細部

由以上案例的介紹，可以看出直接攀援於牆面的牆面垂直綠化歷久彌新，並不會隨著時光流逝而不再受人重視，國立台北科技大學及法務部行政執行署宜蘭行政執行處，就是使用這種方式，只需於垂直牆面的地面，栽種攀援型植物，在短短數年之後，即可看到成果，時間越久，所創造出來的綠化效果越佳。使用這種綠化方式，因係直接攀附於牆面，必須注意植栽會不會傷害到壁面，造成結構的損壞和漏水的情形。為了改善直接攀援型牆面垂直綠化的缺點，於是常於外牆面上設置附加物，如 PVC 網格以讓攀援植栽形成網狀或面狀的綠化效果，其優點在於利用網狀附加物，讓植栽攀爬於其上，形成一道類似板面之隔牆，達到綠化、美化與節能省經費的目的，如內政部警政署及行政院衛生署雙和醫院。

隨著時代的演進，大型公共場所的業主也逐漸瞭解節能減碳、促進環境生態與降低都市熱島效應的重要性，也開始注重牆面垂直綠化，如勤美·誠品綠園道的綠化面積達到 1,850M<sup>2</sup>，而高雄新光三越左營店綠化面積則有 600 坪，除了為改變都市微氣候有所貢獻之外，對於企業形象的提升也頗有貢獻。

隨著 2007 年台中市政府環保局開始推動工地圍牆綠化開始，台北市政府於 2009 年 7 月 13 日修訂「臺北市建築物施工中妨礙交通及公共安全改善方案」，台北縣政府也於 2010 年 6 月 1 日起開始實施「臺北縣建築工程施工圍籬綠美化推動實施計畫」，全力推動圍牆綠化，另外高雄市、台南縣、台中縣、苗栗縣等城市都心多有活綠植物的工地圍籬案例。然工地圍籬綠化是否賞心悅目，在於施工單位能否用心照顧，如果不好好照顧或許會適得其反，不但破會都市景觀，也不能達到節能減碳的目的。

## 第四章 結論與建議

本研究已依據原規劃時程，完成日本地區 9 件案例、歐美各國 8 件案例及台灣地區 12 件案例的文獻收集與現地查訪，分別對各案例的案名、地點、建築物構造、新建或增建、完成時間、費用、尺寸大小、支撐架構、使用植物及綠化內容等進行文獻收集與現地查訪，並提出初步研究成果，以期提供一般民眾作為牆面立體綠化之參考。

### 第一節 結論

- 一、直接攀援型牆面立體綠化的設置首先應先確定牆體之防水及結構安全無虞，因為攀援型植物攀爬於設置的牆面後，即無法再做整修與維護；且攀援植物可能會由窗台或其他開口部進入建築物內，因此必須做好維護保養的工作。
- 二、支架攀援型或框格型容器模組型牆面垂直綠化係利用支架或框格固定於牆面，使攀援植物隨著支架攀爬生長，可使植物隨著預先設定的造型生長，並可避免植物破壞牆體，其優點在於利用框格附加物，讓植栽攀爬於其上，形成一道隔牆，達到綠化、美化與節能省經費的效果。
- 三、嵌板式牆面垂直綠化係利用板塊狀物質組合而成，嵌板上可以設置放置攀援性植物的植栽穴，讓植物生長，並可以在工廠中依據確實之需要先行培養到一定階段後，再送到現地組裝。
- 四、容器模組型牆面垂直綠化的組成包括容器、介質、灌溉、架構及植栽，可分為單格盆或連結聚合盤，由於此類型的植栽更換容易且均搭配有給排水系統，在本研究中可以看出頗受工地圍籬綠化的喜愛。



- 五、鋼樑鐵條鑲嵌格架牆面垂直綠化，植栽單元採用無土栽培框格方式，應用泥炭土、蛭石及珍珠石等混合介質，在工廠中依據確實之需要先行培養到一定階段後，再送到現地組裝鎖釘於高樓外壁，每單元並裝置滴灌化給水，分列導流排水。為避免灰塵累積葉面並使植栽保持乾淨濕潤，並從葉面上設有造霧、噴灑，兼有施肥及病蟲害預防用藥的噴灑機制。
- 六、隨著時代的演進，牆面垂直綠化的技術也日新月異，由直接攀援型、支架攀援型或框格型、嵌板式、容器模組型及鋼樑鐵條鑲嵌格架牆面垂直綠化，綠化的功能也從單純的降低室內溫度、噪音防治、減少粉塵演變到美化、裝飾及造景等功能。
- 七、牆面垂直綠化的設置應結合完善的澆灌系統與養分提供系統；植物亦應定時維護、修剪與更新，以保持牆面垂直綠化的整體性與美觀。

## 第二節 建議

### 建議一

持續推廣圍籬綠化，並加強督導考核，以發揮城市綠化及節能減碳效益：立即可行建議

主辦機關：各縣市政府

協辦機關：各縣市政府環保局

自 2007 年台中市政府環保局開始推動工地圍籬綠化，陸續已有臺北縣、臺北市、高雄市、台南縣、臺中縣、苗栗縣跟進推廣，但仍有許多縣市仍未加入，推動工地圍籬綠化的工作仍有繼續推動的空間，在大力推動的同時，各縣市政府的環保局應加強稽查，各

工地業主是否定期維護保養，以免植栽枯萎，造成都市亂象，失去了城市綠化與節能減碳的意義。

## 建議二

加強牆面垂直綠化之推廣：中長期建議

主辦機關：內政部營建署

協辦機關：內政部建築研究所

依本次研究調查結果可以發現，牆面立體綠化可以降低夏季壁面吸收之日射量，抑制壁面溫度上升，並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之效果，且可淨化空氣、水體、土壤，促進都市通風，降低噪音等生態效益，以改善都市的微氣候。建議營建署可配合綠建築基準專章之修正，鼓勵一般建築物多多進行牆面立體綠化。



## 參考書目

1. 李叡明、賴明洲，最先端的綠化技術，1995年5月。
2. 毛龍生、王曉村、劉廣，人工地面植物造景·垂直綠化，2002年9月。
3. 王世學、曲英華、王隆謙，地面綠化手冊，2003年9月。
4. 劉雲俊，建築與綠化，2003年11月。
5. 張寶鑫，城市立體綠化，2004年1月。
6. 東京都環境局，壁面綠化指南，2006年3月。
7. 內政部建築研究所，綠建築解說與評估手冊—2007年更新版，2007年1月。
8. Green Roofs for Healthy Cities and greenscreen®，Introduction to Green Walls Technology, Benefits & Design，2008年9月。
9. 周志承、蔡宗勳、郭志成，從綠建築角度探討垂直綠牆之研究，2009年12月。
10. 台北市錫瑠環境綠化基金會，節能減碳綠工法~綠屋頂及綠牆交流討論及推廣展示資料活動資料，2009年11月。
11. 臺北市政府都市發展局，2010 臺北市工程圍籬綠美化評選專刊，2010年。



## 期中會議紀錄處理情形

時間：99年8月20日（星期五）上午9時30分

地點：本所簡報室

主持人：鄭組長元良

<p>李組長中原</p> <p>1. 第二章之立體綠化概述建議濃縮為一節，原第三節可另置於第三章，並由立體綠化進一步深入探討牆面綠化的功能、意義、形式、種類及其植物品質與架構等問題。</p> <p>2. 國外牆面綠化之解析可否增加政策(規定、獎勵、稅制等)及國外相關網站推動牆面立體綠化的作法。</p> <p>3. 提供錫瑠基金會去年辦理節能減碳綠工法—綠屋頂及綠牆交流討論及推廣展示活動資料一份，內有王銘琪組長所撰「立面綠化植生綠牆之發展淺介」一文供參。</p>	<p>謝謝委員指教。</p> <p>已將立體綠化概述議濃縮為一節，並將加入立體綠化的形態。</p> <p>囿於時間有限，本建議將納入後續研究之參考。</p> <p>謝謝委員。已將該文作為本研究之參考資料。</p>
<p>周教授鼎金</p> <p>1. 建議後續能搜集牆面綠化對於室內降溫效果之實測等相關研究數據、圖表，以供參考。</p>	<p>囿於時間有限，本建議將納入後續研究之參考。</p>
<p>陳教授炯堯</p> <p>1. 報告書內有關立體綠化建構工法之資料收集較為缺乏，建議適當修正研究內容。</p> <p>2. 建議從基本資料中整理數據，如綠化允許面積、溫度調整量、保水計算等在水平面與垂直面上的比較，尤其應著重成本與效益評估模式之建立。</p>	<p>謝謝委員指教。</p> <p>有關立體綠化建構工法之分析已列入下年度之研究範圍。</p> <p>囿於時間有限，本建議將納入後續研究之參考。</p>
<p>鄭教授明仁</p> <p>1. P.8「有研究顯示實施立體綠化的建築物的</p>	<p>謝謝委員指教。已於報告書中修正</p>

<p>室溫比無立體綠化建築物的室溫要低2—3°C」建議加註相關研究之來源出處。</p> <p>2. 國外案例採格式化方式表達，立意甚佳；建議未來國內案例亦採格式化方式呈現，且格式內容可再酌增基本資料(如：地點、建案名稱、植栽種類特性等)。</p> <p>3.文中 P.10 坡面、台地綠化，有較佳的案例(如水里玉管處旁的堤防綠化)相片會更好。</p> <p>蕭教授江碧：</p> <p>1.本報告列出立體綠化的十二種形式，牆面綠化是十二種之一，本題目既然是牆面綠化技術，就無需花太多內容提到其他類型的綠化。</p> <p>2.國內之案例有台北科技大學、台南遠東集團之宏遠興業股份有限公司之綠化可做參考。</p>	<p>。</p> <p>謝謝委員指教。國內案例亦採格式化方式表達，並納入相關收集資料。</p> <p>。</p> <p>謝謝委員提供相片，已將照片更換。</p> <p>。</p> <p>謝謝委員指教，已將立體綠化形式濃縮為一節。</p> <p>。</p> <p>囿於時間有限，台北科技大學已納入本研究範圍。</p>
---	---

### 期末會議紀錄處理情形

時間：99 年 12 月 10 日(星期五)上午 9 時 30 分

地點：本所簡報室

主持人：鄭組長元良

<p>中華民國全國建築師公會代表：</p> <p>1.本年度研究內容建議增加各案例方位及費用之蒐集，俾供更具實際參考價值。</p> <p>2.第二年計畫建議整併第三年計畫，第二年(100 年)計畫內容含：</p> <p>(1) 工地圍籬之分析—使用水源、取代鐵圍籬之可行性、廢棄物之產生與處理方式</p>	<p>謝謝委員指教。國內各案列已加入其方位，至各工法之單位面積費用已列為明年研究之項目。</p> <p>囿於時間有限，本建議將納入後續年度研究之參考。</p>
--	---

<p>、提高綠化遮蔽率及降低設施物之視覺效果與分析有遮蓋及無遮蓋區域之植栽手法。</p> <p>(2) 工法效益應扣除設施物所產生之 CO<sub>2</sub> 排放量。</p> <p>(3) 各立體綠化工法之設置成本、維護管理之分析。</p> <p>(4) 依都會地區與鄉村地區，提出不同工法之效益分析。</p> <p>3. 第三年(101 年)研究內容建議為國內各案例綠化生長狀況之追蹤評估，並提出建議事項。</p> <p>林教授芳銘：</p> <p>1. 本研究立體綠化資料蒐集豐富完整，並已進行適用性比較分析，具有實際應用之參考價值。</p> <p>2. 建議後續研究繼續進行各項具體效益(例如節能、景觀)之比較分析。</p> <p>周教授鼎金</p> <p>1. 已完成國內外案例蒐集與分析，研究成果具有參考價值。</p> <p>2. 後續建議進行維護管理相關課題之研究，供相關單位應用參考。</p> <p>陳教授炯堯</p> <p>本案雖已訂定目標為提供修正綠建築解說與評估手冊綠化指標之參考，但整體論述內容缺乏與現行綠建築評估指標之連結，如基地保水或綠化量等指標之計算內容。</p> <p>梁教授漢溪：</p> <p>1. 工地圍籬綠化乃屬臨時性綠化，與永久性牆面綠化應有區別。</p>	<p>囿於時間有限，本建議將納入後續年度研究之參考。</p> <p>謝謝委員指教。</p> <p>謝謝委員指教。本建議將納入第三年之研究範圍。</p> <p>謝謝委員指教。</p> <p>謝謝委員指教。本建議將納入第三年之研究範圍。</p> <p>囿於時間有限，有關基地保水或綠化量等指標之計算內容部分，將納入後續研究之參考。</p> <p>謝謝委員提醒。</p>
---	--



<p>2.本研究係屬延續性計畫，未來宜先界定主軸，即考量研究方向為維護管理與效益成本分析，或穩定性與安全性之探討等。</p> <p>3.建議提供營建署法令修正之方向，如綠建築基準專章或建築外殼耗能檢討。</p> <p>蕭教授江碧：</p> <p>1.研究成果稱立體綠化分 12 種應用形式，惟本研究名稱為牆面綠化，與上述 12 種有何關聯。</p> <p>2.所舉牆面綠化 6 種形態，應否包括離牆面有足夠通風功能之花架式綠化。</p> <p>3.不同案例是否可再加強牆面綠化之功能。</p> <p>4.本計畫為三年期之研究計畫，本年度應屬第一年，請說明本年達到之成果及三年計畫中每年成果為何。</p> <p>鄭組長元良：</p> <p>1.建議蒐集各案例之通風及採光情形，以分析各牆面綠化植栽對建築通風及採光之影響。</p> <p>2.本研究第 2 年部分，除進行牆面立體綠化工法之分析外，同時應提出適宜栽種之植物以供參考。</p>	<p>謝謝委員指教。本研究第二年將探討各工法之穩定性與安全性，第三年將進行維護管理與效益成本之分析。</p> <p>已修正建議請營建署從綠建築基準專章著手修正。</p> <p>立體綠化包括牆面綠化、屋頂綠化、籬笆與欄杆綠化等 12 種常見的形式，而立體綠化又可分為直接攀援型、支架攀援型、盆栽框架型等 6 種形態。</p> <p>此依形式應可歸納為盆栽框架型。</p> <p>本研究各案例已有牆面綠化功能之介紹。</p> <p>本研究第一年之成果為完成國內外案例蒐集與分析，其他年度亦會每年提出成果報告。</p> <p>本研究將列入第二年度之研究範圍。</p> <p>遵示辦理。</p>
---	---