

綠屋頂的功能／台灣綠屋頂暨立體綠化協會 副秘書長 江育賢整理



台達電子屋頂(使用盆鉢型綠屋頂)

照片：周理事宗毅（金碩實業）

施工：何常務理事有為（創世紀工程）

「綠屋頂」是消除熱島效應的最好方法。

「綠屋頂」還有許多對於環保的重要優點，譬如：

- 1.生態綠化屋頂，可以營造生物棲地，健全都市的生態綠網。
- 2.可以減少降雨產生的地表逕流，減緩都市排水系統的壓力，協助都市雨洪問題的防範。
- 3.可以進行農業生產，作為永續城市之基礎
- 4.可以大量減少空調的耗能，並減碳及固碳。

當然「綠屋頂」還有潔淨空氣、潔化雨水、提升生活品質、療癒復健、保護建築物的等等優點，這也是我們推廣綠屋頂與綠牆的主要原因。

以下簡略說明綠屋頂功效：



圓山飯店(使用盆鉢型綠屋頂)

照片與施工：育材模型（股）公司



一、調節都市氣候，減緩或消除都市熱島效應與增溫

我們台灣位於亞熱帶，原本氣溫就不是很低，更有百分之70以上的人口居住在城市中，所以「熱島效應」對於我們的「生活舒適度」與「節能減碳」都產生非常重大的影響，嚴重程度大於緯度比較高的國家。

1998年成大西拉雅實驗室量測都市熱島效應數據：
台中、高雄、台南台北與幾個都會區的數據分別在3.2至4.9℃之間。
熱島效應除了在白天讓民眾更顯得懊熱難耐之外，對於夜間增溫更很明顯。

中研院劉紹臣博士就研究50年以來，熱島效應的影響。用夜間最低溫高過25℃作為要開冷氣的標準，發現以前一年只有35天，到2005年已經超過100天了，可見所引起的空調耗能與產生的排碳是非常嚴重的。

有什麼方式可以消除都市熱島效應呢？

對環境最好的方式是建立「綠屋頂」，
可讓植物來調節氣溫，
可讓植物以遮蓋「熱容量高」的水泥，
可讓植物消除車輛排放的廢氣以及車輛產生的溫度。

綠屋頂可利用植物反射日光、遮陽、轉化能量與蒸散水分來消除熱島效應。

聯合國「環境研究計畫」明確指出，當城市綠屋頂達到70%時，可減少整個城市8成的二氧化碳含量，並且都市熱島效應將會消失。



七賢國中（高雄市都發局屋頂綠化示範點）

照片：周理事宗毅（金碩實業）

施工：何常務理事有為（創世紀工程）



二、節能減碳

在台灣，綠屋頂的節能減碳原因有幾個方面：

- 1.直接對建築物的隔熱效果，對頂樓住戶隔熱與保溫，減少空調耗能。
- 2.減緩或消除都市熱島效應，能減少全城市 3°C 至 5°C 冷氣空調耗能。
- 3.植物的固碳。

第1，對建築物的隔熱效果。

頂樓住戶因為隔熱效果，夏季約可減少 3°C 的冷氣空調耗能，

冬天也約可減少 3°C 的暖氣空調耗能。

大家都知道買房子要避免有西曬牆，因為夏天家裡不論白天或晚上的溫度都會很高，這是混凝土的吸熱與放熱所造成；

然而臺灣夏季屋頂水平的日射量卻是西面牆的2倍，讓頂樓住戶無論是白天或夜間的室溫，都比外面的溫度高2到 5°C ，就容易造成冷氣空調的負擔。

內政部建築研究所比較有沒有作屋頂綠化的實驗結果：

有綠屋頂的頂樓住戶，可省下百分之40的夏季用電量。

另外，在冬天，屋頂混凝土在晚上將室內熱量不停傳出室外，但如果有綠屋頂的隔溫，能讓室內多保溫 3℃，能減少暖氣的使用。

第 2，因綠屋頂減緩與消除都市熱島效應，能減少全城市 3℃至 5℃冷氣空調耗能。

熱島效應可讓人口最多的台北造成約 4.9℃的增溫，冷氣空調的廢熱又蓄積在城中，讓溫度更高，造成更大的空調負擔外，也讓空調機具的效率變差，這是惡性循環。如果沒有熱島效應所額外增加的溫度，我們電力也不用負擔這額外的 4.9℃。

據中研院的環境變遷研究中心研究指出，台灣的增溫大於全球增溫的主要原因是「都市熱島效應」。

台大林炯明博士研究指出，就台灣而言，若以夏季 30℃為計算基準，氣溫每升高 1℃，就增加 60 萬千瓦的耗電量，相當為核一廠的 1 部主機發電量。

可見氣溫每升高 1℃，消耗多少能源，造成多大之排碳量。

台電各發電廠有以下資訊：

林口發電廠的燃煤機組總發電量為 60 萬千瓦，大林發電廠的燃煤機組總發電量也是 60 萬千瓦，換句話說，沒有 1℃的增溫，等於我們可以少一座燃煤發電廠，除發電更乾淨外，也減少買煤運來的航運耗能。

第 3，植物的固碳

大部份的綠色植物，經光合作用，可吸收二氧化碳，轉為有機酸與醣類來儲存。因此只要屋頂的植物持續成長，也就會繼續吸收二氧化碳。

綠屋頂也減少降雨所產生的地表逕流的功能，可減緩都市排水系統的壓力，達到防災與減災的效果。此外，以生態綠化的觀念來施作綠屋頂，可以營造生物的微棲地，更能健全都市的生態綠網。



三重臨江仙社區－新北市綠能屋頂示範社區
結合雨水回收與滴灌系統
照片與設計：新北市低碳社區規畫師江育賢

三、減少降雨產生的地表逕流，減緩排水道系統的負荷

國科會氣候變遷團隊在去年底「台灣氣候變遷科學報告（2011）」說明，台灣夏季雨量將增加百分之2至26%，降雨強度也會增加，讓我們很擔心未來的防洪管理。根據成大林憲德教授之前的調查：

台北市已開發區的透水地表面積，只有16%。高水泥化而不透水的城市，雨水多無法被植物或是土壤介質所吸收或滯留，因此很容易造成都市雨洪問題。



成大的魔法學校（使用盆鉢型綠屋頂）
照片：周理事宗毅（金碩實業）
施工：何常務理事有為（創世紀工程）

李理事長有田談到去年代表「台灣綠屋頂暨立體綠化協會」參加「美國世界綠屋頂年會」時，該年大會主要就是討論綠屋頂的防洪效果。綠屋頂的土壤介質、植物或其他設備，能控制降雨直接進入排水系統的速度，來減少暴雨的逕流量與尖峰流出率，因此綠屋頂降低了城市雨排系統的壓力，避免都市雨洪。

美國2001年超量的降雨，除了造成淹水外，因為排水系統超載，混雜到污水，

結果將污水帶流到「密西根湖」產生大規模的污染，這是雨洪會產生的環保問題。在德國也是非常重視綠屋頂的保水，德國研究：綠屋頂 10 公分厚的土壤介質，就可以吸收高達 35 公釐的雨水。

我們迫切需要解決全球暖化所造成的問題，但研究顯示這不是一時就可以達到理想的結果，須要長時間而且持續的努力。然而全球暖化所造成的異常氣候，我們正在面對，因此「適應」與「防災」是很重要的課題。

如果一塊基地要開發，確保此開發不會造成環境的負擔是很重要的觀念，其中，基地的保留雨水能力要和開發前一樣，不能造成多餘的地表逕流，讓生命財產損失以及污染環境，或是沖失保貴的土壤資源。



三重崇德里－新北市綠能屋頂示範社區
照片與設計：樹花園股份有限公司
施工：藍理事梁文（藍山園藝有限公司）

四、生物棲地與建全都市生態綠網

台灣城市早年在開發時，忽略自然生態的保護，不經意的把動物、植物與生態都趕出城市，把城市變成爲一片灰色。

我們少了與自然的接觸、認識與學習的機會，甚至會開始害怕昆蟲、飛鳥等，人類就將自己困在毫無生氣、環境不良的水泥叢林中。

我曾協助 10 餘次的社區環保相關補助計畫，都會設計「屋頂農場」與「雨水回收系統」外，也特別會設置「屋頂的水生植物池」，因爲池水可以讓一些昆蟲與

飛鳥來飲用，能強化綠屋頂作為生態跳島的功能。



三重臨江仙社區－新北市綠能屋頂示範社區
薄層公共空間型綠屋頂，並有6處水生植物池
照片與設計：新北市低碳社區規畫師江育賢

今年協會與樹花園公司進行環保局的北部6縣市的生態綠化專案，很幸運能跟台大植物標本館長郭城孟老師來學習生態綠化，也希望用生態綠化的觀念或方式來營造綠屋頂，屋頂自然會成為當地物種的棲地，也能將郊區未開發的生態引入城中，讓生態綠屋頂成為都市與自然環境的一個連結，帶給我們一個和諧共好生活環境。

瑞士的巴塞爾市將「綠屋頂」作為城市生物多樣性重要策略。

巴塞爾市的研究顯示，這些「微棲地」提供100多種甲蟲和蜘蛛的生長環境；

而綠屋頂也能成為復育植物的場所，幾年前我因環保署黃士漢先生的指導而開始接觸環保，當時我協助新莊某社區進行低碳示範計畫時，就在屋頂種植許多台北縣政府所培育出的原生植物，其中有2區是種植台灣稀有植物「華他卡藤」。



五、農業生產

全球劇烈的氣候異常，必然定危及農糧的正常供給，前幾年已不定時發生了農糧危機，因此永續的觀念下，可以利用屋頂來從事農業生產，綠屋頂可以成爲永續都市的基礎。

古巴在1990年因石油危機面臨餵養人民的問題，於是他們在城市地面、牆面與屋頂找尋空地種植食物，來進行農業生產，終於順利渡過危機。

現在日本有許多城市農夫利用屋頂種植水稻或養蜜蜂等，而美國芝加哥的市政府大樓種植原生植物後，除了吸引了昆蟲與飛鳥來居住外，更有蜜蜂來築巢。還因此雇用2名蜂農來照顧蜂巢與採收蜂蜜。



三重臨江仙社區－新北市綠能屋頂示範社區

木地板下面是原有的管線，將原本屋頂難以利用的管線區變爲有機菜園與攀附果園。

照片與設計：新北市低碳社區規畫師江育賢



綠屋頂可以作為果園和農場，
譬如：百香果與絲瓜的混合瓜果園，
或種九層塔、地瓜葉、小白菜、辣椒 等有機蔬菜，
社區也可實地教育自己的孩童，
關於「食物里程」與「節能減碳」等觀念。



上圖是：新莊大道星光社區的低碳示範社區的屋頂（照片與設計：江育賢）
下圖：育材模型股份有限公司提供（照片與施工）



綠屋頂農場要注意土壤介質的保護，因屋頂風大，日照也強，要加一層細卵石，
薄薄一層就可以了，可避免珍貴的土資源被風吹走，也避免太大的蒸散作用造成
土壤水份的迅速損失。

總之，在屋頂上從事農業生產，
可以吃到健康食物，
可以享受運動與舒展筋骨，
可以獲得田園樂趣，
可以進行親子的娛樂與教育，
可以得到和鄰居交流的機會，
可以減碳節能來保護環境，
也可以解決糧食短缺的問題。

全球不定時發生農糧不足，糧食不足夠分配給所有人口，如果先進國家多一份自足的能力，貧窮地區的人們就多一份得到糧食機會。

六、淨化空氣與水質

植物對於空氣與水中的有害物質，可以轉化或進行過濾。首先對於有機揮發物，植物可利用「本身酵素的作用」以及「根部的共生菌」來分解不同的有機揮發物，譬如：氨、甲醛、甲苯、二甲苯、二氧化硫、三氯乙烯。

另外，對於雨水中的污染物，植物也可以吸收處理雨水中的氮、磷等物質。

七、綠屋頂能保護建築物

綠屋頂的覆蓋可保護建築物構件不受陽光的曝曬，減低紫外線對屋頂防水層的傷害，又綠屋頂讓建築物的日夜溫度變化量低，減少構件反覆的熱脹冷縮量，因此延長屋頂的使用年限。

根據德國的經驗與研究顯示，一般屋頂防水層使用年限約為 10 至 15 年，但綠屋頂比傳統式屋頂可延長 2 至 3 倍的時間。

八、提升生活品質與療癒復健

芝加哥市長戴利表示，綠屋頂是在每棟建築屋上建構一座公園，強調以往屋頂是大家當作負債的閒置空間，可以因綠屋頂而變成環境的資產。

綠屋頂不需要使用額外的土地，可以增加集合住宅的公共空間，在設計薄層公共空間型的綠屋頂時，除小喬木、灌木、藤本與地被植物外，步道不妨採用耐踐踏草皮，讓綠色步道帶領社區居民進入與自然共好的環境裡。

屋頂的綠色環境更可以緩和人們的壓力與焦慮，彰化彰濱工業區的秀傳醫院即在樓頂設置綠屋頂，療癒病人、家屬或員工的身心，減低他們的壓力與負面情緒。



秀傳醫院的屋頂（照片、設計與施工：樹花園股份有限公司）