

【交通大學 世界第一個 DIY 綠花園／綠屋頂】

全世界第一個原型再利用回收寶特瓶為基座的綠花園／綠屋頂

國立交通大學 高正忠教授

網站: <http://diygreen.ev.nctu.edu.tw>

最後更新:2016/12/13

您是否想幫教室降溫且提供一個地方讓學生進行生態或環境教育?

您是否想種花種菜,但沒有一片地可實現?

您是否想為家人種無毒的蔬果,但沒有地可實現?

您是否想去郊外買個農地種,但苦惱沒有時間及體力去維護?

或您是否想建個不必經常維護的綠屋頂?

或是您想來玩玩裝置藝術?

讓我們幫您實現上述夢想,任何平坦地均可用來建置您的綠花園。

歡迎與我們合作!!!

DIY 綠花園／綠屋頂

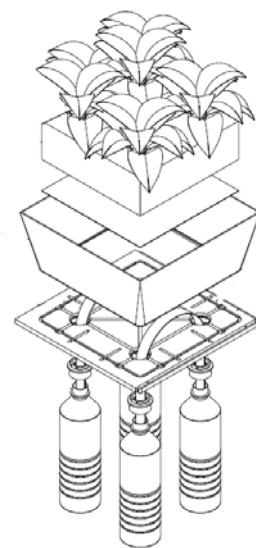
DIY 綠花園／綠屋頂是全世界第一個原型再利用回收寶特瓶為基座的綠花園／綠屋頂,它改善了傳統綠屋頂在台灣應用時的諸多缺點,包括不必先作防水且夜間也不會影響散熱,還可大量回收再利用寶特瓶,且一開始設計即是以



讓小孩及老人即可建置為主要目標之一,可自行輕易 DIY 組裝,建置時間短,模組化設計維護便利,隔熱效果更佳,重量也較輕,且可截留回收大部分



雨水再利用,減輕下游雨水系統的負荷及減少淹水,亦無污水問題,亦不限用於屋頂,任何平坦面均可建置,陽台或任何平坦水泥地均可,且可依需求彈性擴充,適種植物除了一般綠屋頂常種的耐旱植物,亦適合種植一些蔬菜、水果、蘭花及香草等,故也頗適合供建置食安基地。目前公開三種型式,分別為木框型、盆型、及可再利用回收容器型,另有以 3D 列印製作的裝置藝術。



盆型



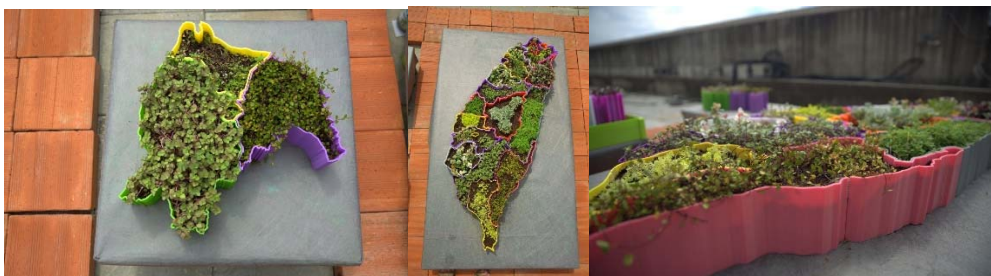
木框型(左方)(右方是 3D 列印的實驗盆件)



可再利用回收容器(坊間不少容器可回收再利用)



裝置藝術



傳統綠屋頂的優點及缺點

國內學界研究綠屋頂並不多，本人由於多年前在國外看到綠屋頂以及了解它的諸多效益，包括隔熱節能減碳、減少都市熱島效應、截留雨水減少雨水系統負載、吸附/截留空氣污染物、減少噪音、提供鳥類及小動物棲息地改善生態環境、保護屋頂延長其壽命提供綠地及開放性空間及美觀與增加建築價值等，且已在很多國家推動中，因而覺得頗適合在綠地面積不足的台灣推動，故本人的研究群開始投入一系列綠屋頂研究，但在進行一些較早期的綠屋頂研究時，本人發現了傳統綠屋頂的下列缺點：

- (1) 防水措施的要求較嚴謹：由於處於地震帶及工程品質問題，屋頂漏水的情形在國內還頗常發生，但在國內即使一開始依標準作業程序作好防水措施，也不保證未來不會漏水，且一旦漏水不易馬上察覺；
- (2) 晚上散熱能力更差：在溫/寒帶區域的冬天綠屋頂如同在夏天隔熱的功能，亦可減少室內熱量向外散掉，因而有保暖的作用，可減少使用暖氣或減少其負荷，亦能節能。但台灣是濕熱的氣候，綠屋頂白天隔熱，但到了晚上應該可散熱的時候，傳統綠屋頂反而把熱悶在室內，尤其台灣夏天晚上室內仍頗悶熱，若反而把熱悶在室內，減緩夜間散熱，這反而會增加空調使用，這反而是一大缺點；
- (3) 建置較花時間人力：傳統覆土式綠屋頂需要專業人員施作，且防水覆土等作業均頗花時間，一層層施作，且必須現場施作，加上擔心後續漏水，故必須嚴謹施工，故需要較多時間與人力建置，且一般需專業人士建置；
- (4) 設置後不易移動，維護上亦較困難：傳統覆土式一旦鋪上綠屋頂即不易維護屋頂，且不易移動，若有漏水受潮等問題，也不易發現，等到室內出現受潮或漏水問題才發現時已頗晚，維修上亦頗不方便，必須挖起綠屋頂覆土層方能維護，故不便於維護；
- (5) 會有污水：澆水時必然會有一些水排出，會帶出含磷氮的污水，若有施肥，則水質會更差，甚至會有些土壤被帶出來。
- (6) 成本高：傳統綠屋頂由於需要防水及需要專業人員施作，故成本並不低，一般含防水措施每平方公尺約 5,500-5,800 元(自由時報, 2015)，即使未先作防水也需要約 3,200 元，若以 20 坪來估算，則建置費用約需要 20 萬元以上，若再加上自動澆灌及滴灌器材會更貴，故若沒有足夠的補助，接受度頗低，也因此目前大部分是公部門或企業建置，一般民眾建置的仍不多（不含高價位建築的空中花園）。有些地方政府也因而提高了補助費用，例如高雄市補助 49%最高 80 萬(自由時報, 2015)，但即使如此，接受度仍然不算高。

由於上述缺點，導致綠屋頂在國內不易推動。本人的研究群因而因而開發此 DIY 綠屋頂，且解決了一些關鍵性問題及開發了更多的創新元件。

DIY 綠花園／綠屋頂的特點

DIY 綠屋頂除了具有原綠屋頂的隔熱節能減碳、減少都市熱島效應、截留雨水減少雨水系統負載、吸附/截留空氣污染物、減少噪音、提供鳥類及小動物棲息地改善生態環境、保護屋頂延長其壽命提供綠地及開放性空間及美觀與增加建築價值等諸多效益，更具有以下特點：

(1) 無須加強防水及加強保護屋頂

- 水主要是由植物基質吸收或是進入下方容器中儲存，除了下大雨，一般只有少量會落在屋頂表面。降雨會落在屋頂表面的量比未設前更少，故能加強保護屋頂。
- 大雨多餘溢流雨水仍很容易可由屋頂表面流出，不會積水。
- 下方透氣層由於氣流流通，不會受潮。
- 下方由於有中空層，很容易檢視屋頂表面的情形。

(2) 可自行 DIY 組裝，建置時間短

- 可自行 DIY 組裝，小四以上學童及老人均可自行 DIY 組裝。(小一／小二組裝沒問題，雖然一位可能搬不太動有裝土的盆件，但二人合作沒問題)
- 不必全面覆土。
- 不必防水。
- 模組式建置。

(3) 夜間散熱效果佳

- 夜間散熱可由中空層散掉，不會如覆土式把熱悶住。
- 屋頂表面未曝露在陽光下，故不會那麼熱了，溫度由於未會比原裸屋頂低很多(原裸屋頂會吸熱)，夜間散熱更快。
- 因屋頂若通風，散熱效果會更好。

(4) 維護便利

- 模組化設計。
- 容易移動。
- 容易檢視。
- 維護方便且容易。

(5) 隔熱效果更佳

- 透氣的空氣層亦能增加隔熱的效果。
- 若通風良好時效果會更佳。

(6) 重量較輕

- 未全面覆土。
- 不必加防水層。

(7) 大量[原型再利用]回收寶特瓶

- 台灣一年寶特瓶回收重量，若全部以 600ml 的瓶子計約 45 億支 (http://recycle.epa.gov.tw/epa/rpaper/9806/01_policy_01.html)。

- 全世界都有類似的問題。
- 原型再利用是最環保的回收再利用方式，尤其是用在環境有益的地方，更增加其環境效益。

- (8) 截留回收雨水再利用：可收集雨水，除非是很大的雨，否則，大部分落在綠屋頂的雨水都能收集，供植物生長，亦減輕下游雨水系統之負荷。
- (9) 無污水問題：傳統綠屋頂會有雨水排出，故會帶出一些污水，而 DIY 綠屋頂由於大部分水都被寶特瓶貯留，不會溢流，故不會有此問題。
- (10) 不限用於屋頂，任何平坦面均可使用（陽台或平坦水泥地均可）。亦可依所擬建置的面積彈性擴充。
- (11) 可能適種植物：包括一般綠屋頂常種植物（如景天科多肉植物）（松葉景天、落地生根、萬年草等）、蔬菜（如皇宮菜、白莧菜、空心菜、甜 A 菜、小白菜、大葉韭菜、九層塔、辣椒、青蔥、地瓜葉、熱帶櫻草、野菜等）、香草（迷迭香、芳香萬壽菊、甜菊、魚腥草、黃金鼠尾草、義大利奧勒岡、齒葉薰衣草、越南芫荽、西洋接骨木、紫葉羅勒、薄荷、檸檬香蜂草、歐芹、紫蘇等）、武竹、天竺葵、天人菊等。（即將嚐試更多蔬菜水果）
- (12) 適用大多數的國內外寶特瓶（註：一些國家常用寶特瓶的瓶口與國內不同，未來亦將開發不同版本套蓋，以適用於更多寶特瓶）。

建置 DIY 綠花園／綠屋頂

若任何單位或個人有興趣建置 DIY 綠花園／綠屋頂，歡迎與我們聯絡，聯絡資訊如下列：

國立交通大學環境工程研究所
Institute of Environmental Engineering
National Chiao Tung University
IEV Room 301, 1001 University Road, Hsinchu, Taiwan 30010, R.O.C.

O +886-3-573-1947, -573-1869
F +886-3-573-1759
M +886-958-409-778 (高正忠教授)
A 30010 新竹市大學路1001號 環工館305室
E nctudiogreen@gmail.com
W http://diygreen.ev.nctu.edu.tw
LINE ID @bhc2966b (diygreen)

DIY 綠花園／綠屋頂
原型再利用回收寶特瓶
DIY Green garden/roof
Reuse recycled PET bottles



國立交通大學環境工程研究所
Institute of Environmental Engineering
National Chiao Tung University
1001 University Road, Hsinchu, Taiwan 30010, R.O.C.

O +886-3-573-1869
F +886-3-573-1759
H +886-3-572-5300
M +886-958-409-778
A 30010 新竹市大學路1001號 環工館305室
E jkcao@mail.nctu.edu.tw
W http://jkcao.ev.nctu.edu.tw
LINE ID jkcaotw
SKYPE jkcaosdtw
HANGOUT jkcao.tw@gmail.com
備有書班: http://book.nctu.edu.tw

高正忠 教授
Jehng-Jung Kao, Professor
| 永續環境系統分析 |




常見問與答集

[問]費用？

[答] 不會在坊間販賣(但可能會與各縣市部分廠商合作，協助沒時間 DIY 的建置)，而是採長期服務的方式，將採[交通大學技術服務]進行，這不是賣商品，而是希望提供長期服務找到更多同好一起玩一輩子，歡迎來與我們一起玩，將依個別情況決定，以下為參考費用。有二種組合：

1. 基盤組：含基盤(25x25cm)+套蓋+保護層不織布+引水條+墊片+長尾夾，不含上方的盆件，須自行製作框件（網站有提供教材），或收集可再利用容器建置（需要一個燒洞器）；
2. 盆件組：含基盤組及 16 個盆件+底層不織布+長尾夾共九項材料。

若屬社區(有成立管理委員會者)/學校等，公部門應該都有一些經費可申請補助，唯各部會及各縣市補助方案不同，需自行洽各補助單位。

以下為推廣期間盆件組優惠服務費用(原定價:每平方公尺 3150 元):

(不含運費、植物、土壤基質、肥料及滴/澆灌設施．．．等)

(若只須基盤組再請與我們聯絡)

- 一平方體驗組：2520 元(含八項材料)；(每戶或每單位限一次)
 - 擴充費用：非營利單位及個人每平方公尺 2680 元，營利單位為 2835 元。
- 各縣市非營利單位或家戶前幾個 >12.5 平方公尺的專案另有優惠,歡迎洽詢。

非營利單位及家戶個人滿 12.5 平方公尺另有專案優惠，請洽我們。

若是公益單位或是打算買來作公益捐贈(例如捐贈學校)，再請告知，亦會提供專案優惠。

在我退休前(約還有 8 年)都可提供必要的服務，退休後應該也仍可服務，不過，那時候沒有學生協助，能提供的服務會較有限，歡迎與我一起玩，玩一輩子，呵！

[問]可以用於建置食安基地種蔬菜嗎？

[答]可以，因盆高有 15 cm，故可種不少蔬菜及水果。

[問]需要建置很大的面積嗎？

[答]不必，可依個別需求決定，可隨時彈性擴充。

[問]會被颱風吹走嗎？

[答] 一般颱風很難吹倒它。因為

1. 颱風來時，寶特瓶水是滿的。
2. 基盤是一片扣一片成一大片。團結力量大，不容易被吹倒。

3. 上方盆件的土/植物也頗重。且也是一個靠一個，不容易被吹倒。即使較弱最旁的盆件，由於受風面會被擋住，故也是很難被風吹倒。

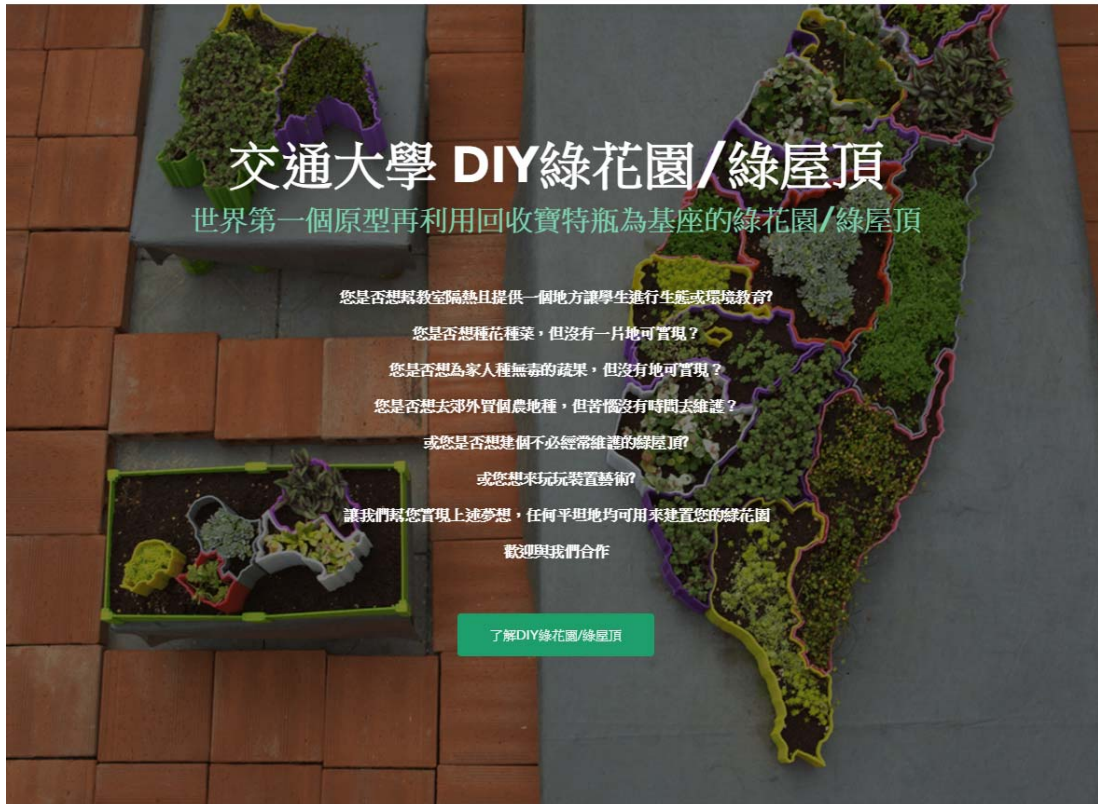
依 105 年 9 月 26-28 讓全台放假的梅姬颱風(中颱)經驗，幾乎沒有任何損壞，即使最旁盆件亦未被移動。雖然仍未被任何[強烈]颱風吹過，但應亦不太容易被吹倒。

[問]如何加水？

[答]可由上方或盆件底部加水

- 上方澆水或是雨水，盆件底部是中空的，水會流入下方寶特瓶中。
- 由盆件底部加水，為隱藏式底部澆灌系統。

亦可用定時器設計自動加水。目前正開發(1)手機加水：透過 wifi 控制；(2)依土壤濕度加水：採用 IoT 元件及 wifi。



交通大學 DIY綠花園/綠屋頂

世界第一個原型再利用回收寶特瓶為基座的綠花園/綠屋頂

您是否想幫教室隔熱且提供一個地方讓學生進行生態或環境教育?

您是否想種花種菜，但沒有一片地可實現？

您是否想為家人種無毒的蔬果，但沒有地可實現？

您是否想去郊外買個農地種，但苦惱沒有時間去維護？

或您是否想建個不必經常維護的綠屋頂？

或您想來玩玩裝置藝術？

讓我們幫您實現上述夢想，任何平坦地均可用來建置您的綠花園

歡迎與我們合作

[了解DIY綠花園/綠屋頂](#)

DIY綠花園/綠屋頂

DIY / 原型再利用 [回收寶特瓶] 為底座 / 免防水 / 夜間散熱 / 隔熱降溫節能減碳 / 回收雨水再利用



什麼是DIY綠花園/綠屋頂？

DIY綠花園/綠屋頂是世界第一個原型再利用回收寶特瓶為基座，搭配套件，可DIY建置(小四以上即能建置)綠花園或綠屋頂供種植花草及蔬果，且可彈性擴充，也易於維護，不必作防水，適用任何平坦面，不限用於屋頂。



改善環境品質

可隔熱降低室內溫度，節能減碳，減少熱島效應降低城市氣溫，亦回收載流雨水減少下流雨水系統負荷，減少淹水，也不會污水問題，更可吸附空氣污染物，減少噪音，增加綠地及提供棲息地改善生態環境。



改善居住品質

沒有傳統綠屋頂影響散熱的問題，夜間散熱效果佳，且可形成保護層延長屋頂壽命，也讓本來不易活動的屋頂變成可親近的活動空間，可供種植花草增加美觀及提供觀賞及休憩的空間，亦可供建置家庭或社區式食安基地或開心農場，全家共同栽種同樂。



適種植物

可種植香草、蔬菜、水果、蘭花、引蝶植物、野菜、一般綠屋頂常見植物。

【交通大學 世界第一個 DIY 綠花園／綠屋頂】媒體報導

非凡新聞 <https://www.youtube.com/watch?v=yfDagLNCmMY>



自由時報 <http://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/1858548>



聯合新聞網 <http://udn.com/news/story/9/2028756>



中華日報 http://www.cdns.com.tw/news.php?n_id=0&nc_id=123303