

立體栽培水分管理與應用

陳光堯

國立屏東科技大學 熱帶農業暨國際合作系 助理教授

stanley@mail.npust.edu.tw

前言

綠色植栽是生活環境中最常見及重要的景觀元素之一，除了能產生視覺及知覺上的美學效果外，更具有淨化空氣及調節溫、濕度等實質功能。隨著全球人口快速成長，綠地遽減且人口過度集中於都市，如何在單調水泥建築中添加與創造植栽空間，以美化環境、降低都市熱島效應及提升居住品質，是現代化生活必備的環境要件。此外，大氣中二氧化碳含量逐年高升，已導致全球氣候極端及水資源短缺等問題，正確的植栽用水管理能有效促進生長，節省水、電資源，並提升整體產值；台灣地處亞熱帶地區，在山多水急、地狹人稠的情況下，更應積極發展「立體栽培」技術，充分利用自然資源，同時以兼顧節能與環保之「水分管理」模式，促進產業之永續發展。

目前國內外研發出之各式立體植栽系統（綠牆、活牆、植生牆、生態牆、呼吸綠牆、植物綠牆、垂直花園、垂直農場等），基本概念源自美國伊利諾大學香檳校區 Dr. Stanley Hart White 教授於 1938 取得之“Vegetation-Bearing Architectonic Structure and System”專利 (U.S. Patent 2,113.523)，而“Green wall”及“Vertical garden”等概念之具體應用，更於 1980 年代起由法國人 Mr. Patrick Blanc 將之發揚光大，今日不論在牆體結構、植株支撐、介質種類、應用類型上已逐漸成熟且具多樣性；近年來相關技術更成功運用在各式花卉果菜之生產上，使「立體栽培」成功扮演「都市綠美化」與「農業生產」之雙重角色。

植栽需水量與水分管理

植物體中百分之 70 以上由水分組成，而生理過程與生化反應中更需大量水分參與，植栽需水量依種類、大小、生長情況及光照、溫濕度、空氣流動量、季節變換等環境因素而改變；一般系統使用定時器控制馬達，如此定量給水方式容易造成介質含水量極端化，長期過濕或缺水均嚴重影響植株生育，甚或造成死亡，

此外也易發生積水、漫流、滋生青苔、汙染環境等現象；解決此類問題之關鍵在於能否機動性供水，理想的水分管理方式必須以植栽感受為考慮觀點，做到全時適量給水，以維持介質含水量在田間容水量（field capacity）與萎凋點（wilting coefficient）之間，因此不產生重力水滴漏也沒有乾枯現象，使植栽在最適介質含水量下迅速成長。

「水往上流」原理與應用

植物根系在介質中吸收水分與養分，然後一路運送至莖部、葉部，水分經氣孔進入大氣，此一「水往上流」現象乃因蒸散作用、根壓產生之水勢落差（water potential gradient）所造成，其中水分子本身之內聚力（cohesion）及其與介質間產生之吸附力（adhesion）則可產生毛細現象（capillary rise）。大自然中水勢（water potential, Ψ ）的形成乃由重力勢（gravitational potential, Ψ_g ）、滲透勢（osmotic potential, Ψ_o ）、介質勢（matric potential, Ψ_m ）加總而產生，而水分在根系與介質間或地上部與大氣間，均依水勢高低由高處向低處移動；水塔降水、馬達噴水、逆滲透 RO 水、毛細現象等都是水勢應用的具體表現。

屏科大「植物環控生理研究室」研發之「主動式盆栽供水裝置」（圖 1），採用密閉式負壓供水技術，使水分在非毛細結構中進行毛細移動，同時產生水勢落差，造成水溶液由低處（高水勢）向高處（低水勢）移動，達到全時適量供水之目的；同時具備介質含水量穩定、水分與養分主動補給、不使用電力、無馬達強迫給水、無堵塞、無溢流、不乾枯等特點，為一兼具省水、節能、環保之供水系統，目前已成功應用於各式立體栽培（圖 2）、花卉與種苗生產（圖 3）、室內外造園景觀（圖 4）等系統中，更具備推廣至溫、網室蔬果栽種系統，並與自動化設施結合之發展條件。

結論

台灣「立體栽培」技術在都市綠美化與農業生產上之應用正積極發展當中，使用自然、高效能之「水分管理」方式，能有效促進植栽生育、降低環境衝擊、全面增加產能，進而提升為綠色環保、永續經營之產業，期能為台灣精緻農業開創美好的未來。

參考文獻

1. 黃敏展. 1998. 水分與生長. 亞熱帶花卉學總論 第四章 環境與生長. 國立中興大學園藝系. pp. 79-82.
2. 陳光堯. 2012. 主動式盆栽供水裝置. 中華民國專利. 發明第I379268號.
3. 陳光堯. 2013. 恆定省水栽培對蝴蝶蘭種苗品質之影響. “提昇臺灣花卉國際競爭力”研討會專刊. 台灣園藝協會、嘉義大學園藝學系. pp. 35-48.
4. Hindle, Richard L. 2012. Reconstructing the 'Vegetation-Bearing Architectonic Structure and System (1938). Graham Foundation. www.grahamfoundation.org/grantees/4834-reconstructing-the-vegetation-bearing-architectonic-structure-and-system-1938. Retrieved October 25, 2013.
5. Hindle, Richard L. 2012. A Vertical Garden: Origins of the Vegetation-Bearing Architectonic Structure and System (1938), *Studies in the History of Gardens & Designed Landscapes: An International Quarterly*, 32:2, 99-110.
6. Kang, S. W., S. G. Seo, and C. H. Pak. 2009. Capillary wick width and water absorption properties of growing media and growth of chrysanthemum and poinsettia cultured in C-channel subirrigation system. *Kor. J. Hort. Technol.* 27(1):86-92.
7. Nobel, P. S. 2005. Water. In: Nobel, P. S. (ed) *Physicochemical and Environmental Plant Physiology*, 3rd Ed. Chapter 2. Elsevier Academic Press. Burlington, Massachusetts. pp. 45-97.
8. Taiz, L. and E. Zeiger. 2010. Water Balance of Plants. In: Taiz, L. and E. Zeiger (eds) *Plant Physiology*, 5th Ed. Chapter 4. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts. pp. 85-105.
9. "Vertical gardens a green solution for urban setting". *The Times of India*. Bennett, Coleman & Co., Ltd. Feb 14, 2013. http://articles.timesofindia.indiatimes.com/2013-02-14/pune/37099689_1_vertical-gardens-private-garden-conventional-garden. Retrieved October 25, 2013.

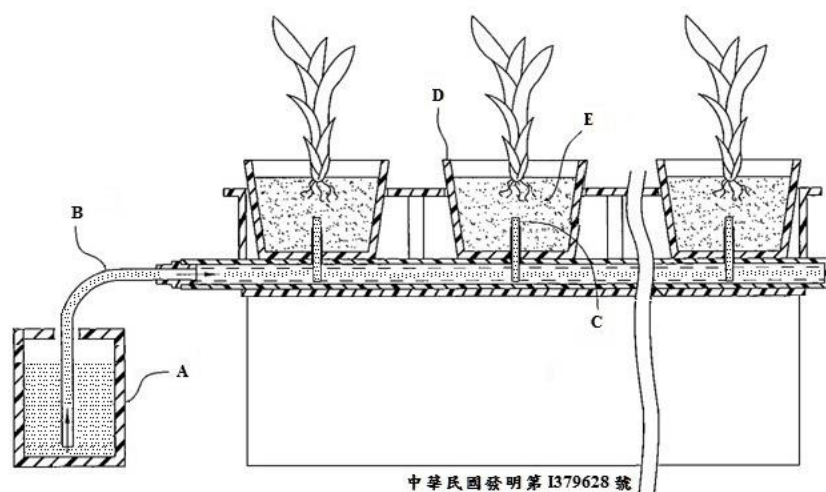


圖 1. 「主動式盆栽供水裝置」專利示意圖。A：儲水裝置；B：供水管線；C：汲水元件；D：盆器；E：生長介質。



圖 2.「水往上流」技術應用於植生綠牆與立體栽培。



圖 3.「水往上流」技術應用於各式花卉與種苗生產。



圖 4.「水往上流」技術應用於室內外造園及景觀設計。