

2011年第9屆兩岸四地工程師(廣州)論壇: “構建幸福城市, 共享綠色生活”

2011年11月17-19日, 中國廣州

## 探討城市建築的屋頂綠化及農業

許俊民 博士

香港薄扶林道 香港大學機械工程系

電郵: cmhui@hku.hk; 電話: (852) 2859-2123; 網址: <http://web.hku.hk/~cmhui>

### 摘要

世界上許多城市正在努力改善城市綠化和促進都市農業, 以提高可持續性。通過推展綠色屋頂及都市農業, 是有可能為城市建築實現環境、社會和經濟的可持續性, 因為它可以有助於緩解環境問題, 增強社區功能和發展城市糧食系統。本文介紹了一項研究, 探討屋頂綠化及都市農業應用在像香港般的城市之情況。探討了屋頂都市農業的好處和潛力, 並簡單描述在世界上的一些實際例子經驗。研究了城市建築的特點和限制, 也探討了香港的實際情況。希望這研究資料可以幫助促進可持續建築和城市環境。

**關鍵字:** 城市建築, 屋頂綠化, 都市農業, 香港。

## Green roof farming for buildings in urban cities

Dr. Sam C. M. Hui

Department of Mechanical Engineering, The University of Hong Kong, Pokfulam Road, Hong Kong.

E-mail: cmhui@hku.hk; Tel: (852) 2859-2123; Web: <http://web.hku.hk/~cmhui>

### ABSTRACT

Many urban cities in the world are trying to enhance sustainability by improving urban greenery and promoting urban farming. By installing green roofs with urban farming, it is possible to achieve environmental, social and economic sustainability for the buildings in urban cities because it can contribute to the mitigation of environmental problems, enhancement of community functions and development of urban food systems. This paper describes a research to investigate green roof urban farming for urban cities like Hong Kong. The benefits and potential of rooftop urban farming are examined; some experiences and examples in the world are described. The characteristics and constraints of urban cities are studied and the practical situation in Hong Kong is evaluated. It is hoped that the research information will be useful to promoting sustainable buildings and environment in urban cities.

**Keywords:** Urban buildings, green roof, urban farming, Hong Kong.

### 1. 引言

聯合國的研究指出[1], 越來越多人將居住在城市地區, 而世界上城市化水平將由 2009 年的 50% 提高至 2050 年的 69%。到了 2050 年, 城市居民在較發達地區將佔 86% 的人口, 在非發達地區亦佔 66% 的人口。這樣對維護生態平衡, 協調人與自然之間的關係, 帶來了相當大的壓力。怎樣構建幸福城市, 共享綠色生活, 正正是大家都十分關心的重要問題。

現今世界上許多城市為了應付人口增加都提高了建築密度, 因此城市熱島和缺乏綠化空間的問題在城市日益嚴重, 影響深遠。一些城市正試圖提高城市綠化和促進都市農業, 以改進城市的可持續發展。通過推展綠色屋頂和促進城市農業, 是有可能實現建築及城市在環境、社會和經濟上的可持續性, 因為它可以有助於緩解環境問題, 增強社區功能和發展城市糧食系統[2]。圖 1 顯示綠化屋頂及農業如何幫助可持續建築和城市環境[3]。為了

實現綠色生產的城市, 鼓勵離家較近的地方種植食物, 可以幫助提高對糧食生產的認識和讚賞。這種認識將有助於建立尊重對我們賴以生存之地球和環境。所以我們要探討促進這方面的發展和應用。

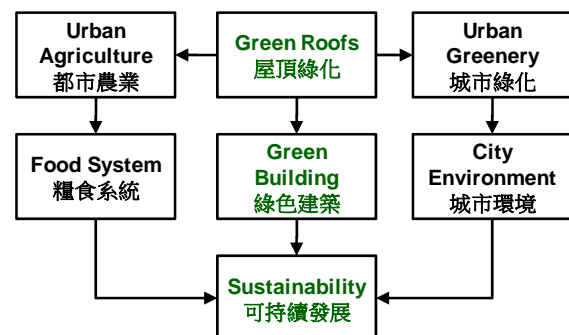


圖 1 綠化屋頂如何幫助可持續建築和城市環境[3]

## 2. 屋頂綠化及農業

近年來，在許多國家地區，屋頂綠化的應用正越來越流行，因為它可以使城市變得更加宜居。屋頂綠化是在屋頂上安裝的植被系統，也是一個很有用的可持續發展建築技術[4]。他們可以提供綠色空間，緩解城市熱島效應，降低空氣質量問題，加強雨水管理和生物多樣性。事實上，屋頂綠化提供了廣泛的好處，從美化城市到生態環境，從空間運用到社區活動，都可以作出積極貢獻。若果情況許可，屋頂綠化還可以提供耕地來生產本地蔬菜和糧食，或是用來進行休閒都市農業。

都市農業的好處很多，橫跨經濟、社會和環境等各方面。例如，它有利於城市綠化，控制空氣污染，增加濕度，降低溫度，並減少車輛進城提供食物。其實，城市的屋頂蔬菜花園是能夠加強城市農業活動，可以改善市民營養和保障糧食安全，同時也能減少依賴能源密集型的全球糧食經濟。表 1 總結了屋頂綠化的城市農業在可持續發展背景下的主要好處。

表 1 屋頂綠化的城市農業的主要好處

<b>環境可持續性：</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- 減少食物運輸</li><li>- 減少廢物的產生，更少的包裝</li><li>- 回收有機廢物的堆肥</li><li>- 緩解城市熱島</li><li>- 增加生物多樣性</li><li>- 改善空氣質量</li><li>- 改善城市雨水管理</li><li>- 隔音和吸音</li></ul>
<b>社會可持續性：</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- 提供社區綠地和花園</li><li>- 提供社區的積極參與</li><li>- 提供教育機會</li><li>- 增強社會包容：提供新鮮食物給窮人</li><li>- 增加本地就業</li><li>- 提供美化市容的空間，可作運動和娛樂</li><li>- 增強審美價值</li></ul>
<b>經濟可持續發展：</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- 增加當地的糧食生產和銷售</li><li>- 增強地方糧食安全</li><li>- 促進銷售有機蔬菜和食品</li><li>- 提供開放空間，可增加物業價值</li><li>- 提高屋頂的耐久性</li><li>- 降低建築冷負荷和能源成本</li><li>- 增加屋頂的壽命</li><li>- 可提供發展生物燃料</li></ul>

通過在合適的建築上建立可種植食用農產品的屋頂花園或農場，可以使綠化屋頂更具價值和意義。與非農業屋頂綠化相比，屋頂農業有更多不同效益，同時也有不同的設計要求和實施的考慮。總言之，綠化屋頂農業設計可分為四個主要目的：

- 食品生產
- 休憩活動
- 重新使用廢物(例如堆肥，雨水)
- 教育的機會

屋頂和天台空間是城市裡一個目前未開發的資源，如果有合理的設計和安排，是可以充分發揮其潛力的。在一些建築物的頂部可能會有其他重要設備，例如空調製冷設備、水箱、電梯機房、電視天線和配水管道等。為了克服一些空間障礙，是要確定適當的屋頂空間及位置來

進行綠化的。在香港，許多學校建築、工業樓宇、政府樓宇、商場和體育館，都有空置的屋頂空間，可以發展成為屋頂綠化和城市農場，因為這些位置都是全天暴露在陽光下，最適合種植綠化植物和蔬菜。

## 3. 在香港推展城市綠化

在香港，屋頂綠化近年來備受關注，其實是有原因的。據研究指出，屋頂綠化可以幫助減輕城市熱島，並把大自然帶回市區。他們不僅可以幫助降低城市溫度和減少建築能源消耗，還能提高城市美觀，以及減少污染物濃度和噪音。圖 2 展示一些香港屋頂綠化的例子。其實，一些住宅建築的景觀型式的平台花園，也可以稱得上是綠化屋頂或屋頂花園，這些平台花園在香港較為普遍。

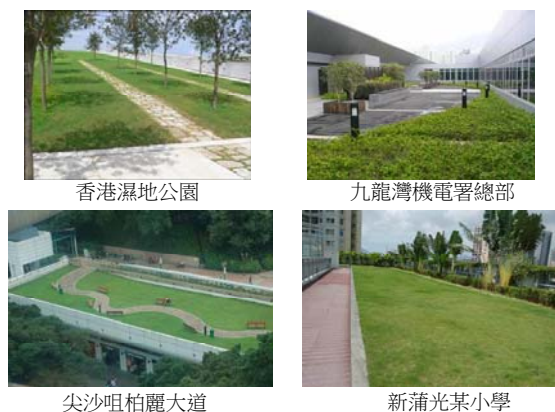


圖 2 香港屋頂綠化的例子

但是，要在香港推展城市綠化並不容易，因為香港城市的建築密度極高，每個角落都填補了建築物和道路。香港的人口都集中在中心城區周邊地區內(維多利亞港兩岸)和一些新市鎮。人口最稠密的地区是觀塘區，密度超過每平方公里 54000 人，一些住宅區甚至超過每平方公里 100000 人。有限的土地是綠化活動面臨的最大困難局面，因此，屋頂綠化和綜合建築綠化成為人口稠密的城市地區比較有效的選擇。

為了解高密度城市推展建築綠化所引出的環境和社會問題，筆者在最近幾年進行了一些學術研究，希望深入探討其中利弊和機會，以便找出更合理的推動政策和方法[3, 5]。例如，表 2 展示香港天台城市農業的優點和機會的分析結果。通過這些研究資料，可以幫助人們更有效地運用屋頂和天台空間。

表 2 香港天台城市農業的 SWOT 分析[3]

<b>優勢 (Strengths)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 新鮮的食物，安全和降低運輸成本</li><li>- 提供許多對環境及社會的福利</li><li>- 更好地利用屋頂空間 (可以有很多功能)</li></ul>
<b>弱點 (Weaknesses)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 缺乏屋頂農業的空間</li><li>- 農業被視為日漸衰落行業</li><li>- 都市農業缺乏研究與發展</li></ul>
<b>機會 (Opportunities)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 對有機及安全的食品需求不斷增長</li><li>- 可以發揮社區及休閒農業的優點</li><li>- 需要管理和康復不少舊式樓宇</li></ul>
<b>威脅 (Threats)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 缺乏相關信息和機會</li><li>- 缺乏都市農業相關的研究數據</li><li>- 颱風襲擊及空氣污染</li></ul>

為了引證當中的綠化效果和測試新技術，筆者在香港一所小學進行了一些屋頂綠化和城市農業的試驗性研究。

圖 3 顯示了一個小學禮堂的屋頂，採用了以下的可持續技術：(1) 收集雨水用來灌溉植物；(2) 從微型風力渦輪機發電力來推動水泵；(3) 通過堆肥來提供種植的肥料。希望通過研究屋頂綠化以及這些可持續技術，可以幫助推展城市綠化和環保綠建築。有關這些研究的詳細情況和其他屋頂綠化的參考資料可以到以下網站瀏覽：<http://www.hku.hk/bse/greenroof/>

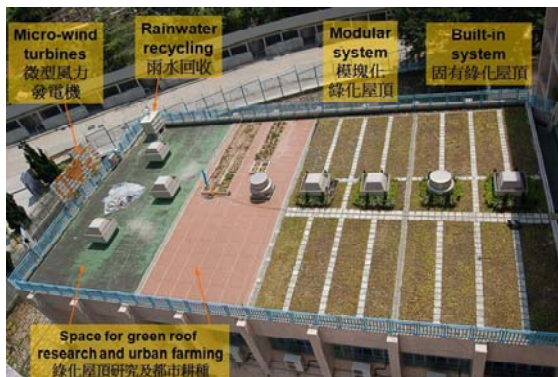


圖 3 在香港一所小學進行的屋頂綠化和城市農業的試驗性研究(<http://www.hku.hk/bse/greenroof/>)

#### 4. 世界城市的經驗

為了說明在城市如何進行屋頂種植和天台農業，以下選出了不同國家城市一些有趣的實際例子。這些屋頂種植方法從利用簡單的容器，到在屋頂表面覆蓋土壤；範圍包括小型的社區發展，也可以建立大型糧食生產的商業企業。

- 紐約市的鷹街屋頂農場([www.rooftopfarms.org](http://www.rooftopfarms.org))(見圖 5): 位於紐約市布魯克林區，一個 600 平方米的有機花園倉庫屋頂。消費者對新鮮本地有機食品的需求不斷增長，創造了新的市場，屋頂農場為城市生產糧食，供應食堂及菜市場。

- 東京市的六本木新城屋頂農場 ([www.roppongihills.com](http://www.roppongihills.com))(見圖 6): 它是建在東京市中心一個重建地區的實驗屋頂農場。在六本木山新城的低層屋頂部分，設置示範稻田和菜地(這也成為該建築減輕地震的自重)。這面積 130 平方米的農地每年可以生產 40 公斤大米年糕。

- 台灣台北市的容器天台花園農場和種植箱應用組合 (<http://photo.xuite.net/yiutsay>) (見圖 7): 在屋頂的公共空間運用有效的種植方法推廣屋頂農場，例如應用多個組合種植箱可組成農地或綠牆，搭棚架種植蕃茄、加高層次栽培、單箱加網底水盤種植小黃瓜、南瓜等，小空間搭小框架，也能享受田園樂。

#### 5. 總結

在當今世界，越來越多的屋頂可以被利用，發揮綠化和農業的作用，以改善城市環境，提高城市生活的質量。屋頂城市農業是一種新的觀念來達到可持續宜居城市。雖然在城市種植糧食會有一些限制，但它可以提供許多環境、社會和經濟效益。研究發現，香港有很好的潛力，可以促進屋頂城市農業。據了解，在世界上的許多城市，屋頂綠化的農業運動，才剛剛開始，最重要的是要認真考慮技術問題和當地的條件。大家需要進一步努力，以開發設計準則和增強實踐經驗。



(來源: <http://blog.anandaharvest.org>)

圖 5 紐約市的鷹街屋頂農場



(來源: [www.greenroofs.com](http://www.greenroofs.com))

圖 6 日本東京六本木山的稻田和菜地



(來源: <http://photo.xuite.net/yiutsay>)

圖 7。台灣台北的容器天台花園農場(組合種植箱)

#### 參考資料

- [1] UN. 2010. *World Urbanization Prospects, the 2009 Revision: Highlights*, Population Division, Department of Economic and Social Affairs, United Nations (UN), New York.
- [2] Mougeot, L. J. A., 2006. *Growing Better Cities: Urban Agriculture for Sustainable Development*, International Development Research Centre, Ottawa, Ontario, Canada.
- [3] Hui, S. C. M., 2011. Green roof urban farming for buildings in high-density urban cities, Invited paper for the *Hainan China World Green Roof Conference 2011*, 18-21 March 2011, Hainan (Haikuo, Boao and Sanya), China, 9 pages.
- [4] Dunnett, N. and Kingsbury, N., 2008. *Planting Green Roofs and Living Walls*, Revised and Updated Edition, Timber Press, Oregon.
- [5] Hui, S. C. M., 2010. Development of technical guidelines for green roof systems in Hong Kong, In *Proceedings of Joint Symposium 2010 on Low Carbon High Performance Buildings*, 23 November 2010, Hong Kong, 8 pages.