

# 城市建成区发展屋顶农业的必要性及可行性

高统政, 丛沛桐\* (华南农业大学水利与土木工程学院, 广东广州 510642)

**摘要** 通过对国内外屋顶农业发展现状的比较, 分析了在城市中发展屋顶农业的必要性和可行性, 并对现阶段建设屋顶农业存在的问题进行了探讨, 以期屋顶农业的发展提供借鉴。

**关键词** 屋顶农业; 必要性; 可行性

**中图分类号** S-3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)26-0055-03

## Analysis on the Necessity and Feasibility of Developing Rooftop Agriculture in Urban Built-up Areas

GAO Tong-zheng, CONG Pei-tong\* (College of Water Conservancy and Civil Engineering, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642)

**Abstract** Through a comparison of the status quo of development of rooftop agriculture between China and other countries, the necessity and feasibility of developing rooftop agriculture in urban built-up areas were analyzed, and the problems of constructing rooftop agriculture in China were discussed at the present stage in order to provide reference for developing rooftop agriculture.

**Key words** Rooftop agriculture; Necessity; Feasibility

伴随着城市化进程的不断推进, 我国城市的人口及建筑规模不断扩大, 城镇化发展也必然带来一系列负面的生态与社会影响。城市化带来的首要问题是城市建设用地与传统耕地争地的矛盾, 其次是不不断增长的城市人口带来的环境污染、资源浪费、生态污染等问题<sup>[1]</sup>。屋顶空间作为建筑的“第五面”不断地被人们发掘利用, 这也将在未来一段时期内成为城市绿化的另一条有效途径, 拓展城市绿化模式, 增大城市绿化面积<sup>[2-3]</sup>。笔者通过对国内外屋顶农业发展现状进行比较, 探讨了建成区发展屋顶农业的必要性及可行性, 以期屋顶农业的健康发展提供借鉴。

## 1 城市公共建筑屋顶农场概述

**1.1 屋顶农业的概念** 屋顶农业, 是将各类作物的栽培环境搬到建筑的屋顶, 并具有一定规模的新型现代农业。它是一种不与大地土壤直接接触的、生态环保的新型农业种植模式<sup>[4]</sup>。其目的是充分利用城市公共建筑中常被人忽视的屋顶空间, 增加城市绿化总量, 改善城市空气质量, 美化城市生活环境, 在丰富城市居民生活的同时, 创造附加的经济价值。此外, 屋顶农业还具有保护屋顶结构层的作用, 延长屋顶使用寿命的同时, 还可以做到节能减排, 降低室内温度等功能。屋顶农业的出现有助于缓解城市热岛效应, 减小地表雨水径流量<sup>[5]</sup>。目前, 占城市用地 60% 以上的建筑屋顶空间的合理利用可有效缓解城市地面绿化面积少、费用高等问题, 这为扩大城市绿化量提供了新思路与新方向<sup>[4]</sup>。

## 1.2 国内外发展现状

**1.2.1 国外现状。** 国外对于屋顶农业的发展最早可以追溯到公元前 6 世纪的古巴比伦王国, 世界八大奇迹之一——巴比伦空中花园, 开创了屋顶农业的先河。德国是最早对屋顶

绿化进行系统研究的国家之一, 早在 1920 年, 柏林已经完成了大约 2 000 个屋面的植被化工程<sup>[6]</sup>。到 20 世纪 60 年代, 屋顶农业越来越受到重视, 西方发达国家相继尝试将屋顶农场引入城市。美国的纽约、旧金山、芝加哥等地都有屋顶农场, 同时部分州政府还对屋顶农业项目实施了一定的减税补贴<sup>[7-8]</sup>。与此同时, 德国、西班牙、日本等国家也不断地对屋顶农业可行性进行研究。在日本, 即便是东京银座这样繁华的城市中心, 也存在着一座屋顶农场——银座农园株式会社。为了增添城市活力与生机, 日本正在实施一项“屋顶农场”计划, 即在城市公共建筑屋顶上种植花卉、蔬菜、果树等作物。该计划的施行, 不仅丰富了城市景观层次, 还为工作之余的城市居民提供了新的休闲场所。

**1.2.2 国内现状。** 在我国农村地区, 屋顶农业已经发展了相当长一段时间, 并取得了一系列成果。其中, 最为突出的是浙江绍兴县的农民彭秋生, 曾连续多年在屋顶种植水稻的他曾荣获“世界屋顶水稻最佳人物金奖”。经过 10 余年的摸索试验, 河北省石家庄市灵寿县县城的屋顶农场总面积在 20 万 m<sup>2</sup> 以上, 为屋顶闲置空间的充分利用及粮食生产开辟了一条新道路<sup>[3]</sup>。近几年, 屋顶农业在城市的健康发展中也越来越受到重视, 北京、上海、广州、深圳等城市相继出台了相应的施工技术规范。如东方园林南方联合设计集团在上海开创的“天空菜园(V-roof)”<sup>[9]</sup> 是国内较早进行城市屋顶农业实践的项目。其在权属清晰的创意产业园区、科技园区和商务园区开展屋顶农业实践, 在不影响现存城市绿化的前提下, 充分利用了城市消极空间, 并借鉴国外社区支持农业(CSA)模式为市民提供新鲜环保的蔬菜产品。

## 2 屋顶农业的类型

**2.1 营利性屋顶农业** 营利性屋顶农业主要出现在商业区及大型商场等公共建筑的屋顶, 这类建筑最突出的特点为屋顶面积大, 可进行规模化种植, 并形成相应的都市农业产业<sup>[10]</sup>。都市农业最普遍的模式为投资者首先对拟采用屋顶进行农业基础设施建设, 并种植适应屋顶环境的相应作物, 实行统一、精细化管理。营利性屋顶农业的出现, 不仅丰富

**基金项目** 广东省水利科技创新项目(2011-17); 2015 年广西科学研究与技术开发计划(1598017-12); 广州市科技计划项目资助(201605030009)。

**作者简介** 高统政(1993—), 男, 安徽六安人, 硕士研究生, 研究方向: 设施农业理论与生产技术。\* 通讯作者, 教授, 博士生导师, 从事水土水利信息化研究。

**收稿日期** 2017-07-19

了都市人群的休闲去处,还增加了城市的绿化面积,进一步促进城市环境的改善,并且发挥了一定程度的经济效益。

**2.2 非经营型屋顶农业** 非营利性屋顶农业通常出现在居住区、公司、校园及其他科研型场所的楼顶,用于休闲体验和科研试验,主要分为休闲型农场与科普型农场2类。

**2.2.1 休闲型农场。**休闲型屋顶农场在居住区、公司的楼顶较为普遍。该类型屋顶农场由居委会或物业进行代种植及后期管理,社区居民或公司员工也可参与种植与管理,农场产出按个人投入进行分配。休闲型屋顶农场能增强居住区居民或公司员工之间的沟通和互动,也增加了城市人群接触自然的机会,打破了现代城市生活的冷漠与单调,有助于促进人们的沟通和交流,同时能为城市居民与公司员工提供舒适优美的生活、工作环境。

**2.2.2 科普型农场。**科普型屋顶农场多出现在校园和科研院所建筑的屋顶,这类建筑多为多层建筑,建筑较为集中,且屋顶面积相对较大,适合开展屋顶种植。此外,还可根据实际条件将屋顶农场建设成不同用途的休闲、科研场所。中小校园屋顶农场可以举办各类科普活动,同时也可以作为学生课外休闲娱乐场地,让城市的孩子近距离地接触农业生产,改变他们对农业生产认识不足的现状。大学及科研院所的屋顶可以开发出一整套科研试验场地,合理解决试验场地限制的同时达到了科学研究的目的,同时节约了校园内土地资源。

### 3 屋顶农场建设的必要性与可行性

#### 3.1 必要性

##### 3.1.1 生态效益。

**3.1.1.1 缓解热岛效应。**城市热岛效应是指由于城市建筑密度高、硬化面积大、绿化面积少等原因导致的城市中心地带空气温度明显高于外围郊区的现象<sup>[11]</sup>。城市建成区大面积的硬化地面会散发大量热气,在近地面形成暖气团,由于较高的建筑密度,导致城市空气流通受阻,近地暖气团难以扩散,进而形成对人体有巨大损害的雾霾天气。此外,热岛效应还会增加城市酷热天气出现的频次,给城市人群的工作和生活带来严重影响,高温天气的出现易使人中暑、脱水,甚至死亡<sup>[12]</sup>。屋顶农业的出现改变了屋顶楼面的物理性质,减少了阳光对面层的直射。同时由于作物的蒸腾作用和光合作用可以有效吸收辐射热能,大大降低了屋顶的贮热量,从而缓解了城市热岛效应。

**3.1.1.2 降低噪声污染。**城市噪声主要来源为交通噪声、工业噪声、社会噪声和施工噪声。噪声不仅降低了城市居民的生活环境质量,还威胁了城市居民的身心健康,因此有必要采取相应的措施来减弱和消除噪音。屋顶农业中的农作物可以通过枝叶吸收和阻隔噪音,据测算40 m宽的林带可降低噪音10~15分贝<sup>[13]</sup>,因此在屋顶种植绿色植物是一种经济、环保的降噪方法。Steven等<sup>[14]</sup>研究发现,栽培基质也具备一定的降噪效果,当厚度为12 cm时,可降低约40分贝的噪音;当厚度达到20 cm时,可降低46~50分贝的噪音。

**3.1.1.3 改善水环境。**近几年,国内各中大型城市雨季城

市内涝问题频现,合理解决这一问题已刻不容缓。有多种方法可以做到截流城市降雨雨水,如修建蓄水池、地面铺装大孔混凝土、渗透性砌块等。由表1可知,增加城市绿化面积是最有效的方法是雨水截流。由于城市建设用地紧张,没有充足的土地可以用于城市绿化,屋顶农业无疑将成为扩大绿地面积最经济、最生态的方式。绿化面积的增大不仅可以改善城市生态和水环境,还在提升城市景观方面具备非常积极的影响。

表1 城市不同土地利用模式的地表径流系数<sup>[15]</sup>

Table 1 The runoff coefficient of different urban land utilization

序号 No.	土地利用方式 Land use pattern	径流系数 Runoff coefficient
1	高密度建筑模式	0.7~0.9
2	中等密度建筑模式	0.5~0.7
3	有大面积公园的低密度建筑模式	0.2~0.3
4	运动场地	0.1~0.3
5	公园	0~0.1

**3.1.1.4 提高空气质量。**由于城市人口密度较大、机动车及工厂数量较多,城市空气污染问题日趋严重,尤为突出的是雾霾天气的出现。严重的空气污染不仅会对人们的呼吸道系统、心血管系统产生危害,还会降低城市空气的能见度,影响交通安全。城市屋顶空间的有效利用将增加城市的绿化面积,成为城市上层空间的“空气净化器”。屋顶农业与地面绿化共同作用,可吸收空气中的CO<sub>2</sub>等气体、滞留可吸入颗粒物,增加空气中的氧气和负离子含量,提高空气质量,改善城市生活环境。

**3.1.2 经济效益。**屋顶农业将形成一层保护层,可有效避免建筑物屋顶受到昼夜温差、酸雨和紫外线等因素造成的不利影响。作物的栽培基质可作为楼面附加的隔热层,改善建筑室内空间的热环境,减少夏、冬两季空调的使用,降低能耗,也节约了费用支出。同时还可以吸收部分雨水,保护屋顶防水结构,延长建筑物的使用寿命。屋顶绿化具有只投入、不产出的天然劣势,而屋顶农业在合理运营情况下,可以收回建设成本甚至产生经济收益。因此,屋顶农业的经济效益更加明显。

**3.1.3 社会效益。**随着城市的高速建设,城市绿化用地与建设用地的矛盾日益突出。据统计,我国城市建成区人均公园绿地面积约12.64 m<sup>2</sup>,其中多数城市的绿化率不足30%<sup>[16]</sup>。在城市公共建筑中建设屋顶农场可以增加城市绿化面积,缓解城市人均绿地面积不足的现状,协调城市建筑物与城市绿化争地的矛盾。城市建筑的屋顶多为裸露、光秃的混凝土,部分建筑物的屋顶还存在反射炫目光线的现象,造成严重的光污染。研究表明,注视绿色有助于缓解视觉疲劳,提升工作效率和工作热情<sup>[17]</sup>。此外,城市屋顶农业还可作为生态景观,丰富城市景观层次,为城市居民提供一个接近农耕文化、释放工作压力的自然场所。

#### 3.2 可行性

**3.2.1 具备相应资源。**农业生产必须具备以下3项资源:

空间资源、水肥资源、劳动力资源。都市农业中最紧缺的是空间资源,将城市建设用地用于发展农业明显不符合经济学法则,但屋顶空间的有效利用可以合理解决这一困局。城市建筑屋顶面积占城市用地面积 60% 以上<sup>[4]</sup>,是一个存量巨大且尚未得到充分利用的空间资源,将建筑屋顶用于屋顶农业开发可有效扩大城市绿量,改善城市居民生活环境。

**3.2.2 存在实践支持。**自 20 世纪 60 年代以来,屋顶农业在西方发达国家得到了迅猛发展。目前美国、英国等国家已经在政府办公楼、医院和学校等城市公共建筑推广屋顶农业,并对从事屋顶农业的机构或团体实行相应的补贴制度<sup>[18]</sup>。日本实施的“屋顶农场”计划也极大地促进了屋顶农业的发展,京都农业试验场为此已着手在都立医院和政府会议楼等公共建筑的屋顶上开始花卉、果树和蔬菜的栽培试验<sup>[1]</sup>。作为发展中国家的古巴,其首都哈瓦那的都市农业发展独树一帜。古巴政府在失去前苏联的食物供给的“特殊时期”进行了一系列的自救措施,促使古巴的都市农业得到了提前发展<sup>[19]</sup>。

**3.2.3 拥有市民认可。**许多城市居民都有在自家的阳台种植花草的习惯,将其作为一种业余休闲活动,同时也美化环境。发展屋顶农业,不仅可以美化城市环境、丰富城市景观层次,还可以促进城市居民之间的交流,增进邻里之间的感情。屋顶农业在提高居民生活质量的同时可节约生活开支,社会认可度高,非常受城市居民欢迎。

**3.2.4 符合发展趋势。**随着现代农业的进一步发展,农业已不仅仅局限在农村地区,越来越多的发达国家已经尝试将农业引入城市,并出台各种激励政策来鼓励现代农业在城市中的发展。近几年,我国部分大城市也做了相关的实践,北京、上海、广州、深圳等城市已经出台了相应的施工技术规范,保证屋顶农业在城市中健康有序发展。

## 4 屋顶农业存在的问题

**4.1 缺乏技术保障** 屋顶农业的技术保障关系到屋顶农业能否正常运行,由于屋顶农业与大田农业存在很大差异,因此要求建设屋顶农业的工程程序更加严谨细致。屋顶农业建设在保证不破坏屋顶原有结构层的前提下,应该注意防水、排水和蓄水等问题,优化技术规程。此外,屋顶农业中基质的种植和作物品种的选择也会存在较大差异,不合适的种植基质会导致作物生长不良,根系具有较强穿透力的作物可能会对屋顶结构产生破坏,造成安全隐患<sup>[20]</sup>。

**4.2 建设费用制约** 屋顶农业的成本包括初期建设成本及后期的管理、维护成本,由于现有技术的限制,屋顶农业的建设费用仍然相对较高。屋顶农业想要真正落地实施,成本必须控制在更容易接受的范围内。降低初期建设成本,可以通过让技术提供者充分竞争,打破技术和市场垄断来实现<sup>[21]</sup>。此外,还可以通过精细化管理和优化技术方案来降低后期的

管理、维护成本。

**4.3 缺乏政策支持** 现阶段政府尚未规定屋顶农业的所有权问题,也未将这项工作纳入城市规划、园林绿化等部门的工作程序中,在投资、审批、补偿等方面还缺乏相应的政策、法规,这对屋顶农业的推广起到了一定阻碍作用。相关政策、法规的制定将调动开发商及业主的积极性,有利于屋顶农业的建设及后期管理和维护。

## 5 展望

屋顶农业作为一种新型农业模式,在生态、经济、社会等方面发挥着积极影响,并逐步在各大、中型城市中得到发展。这些实践尝试不仅改善了城市生态环境,还为城市居民提供了新的休闲场所,提高生活质量。随着技术水平的提升和相关政策、法规的出台,屋顶农业将会得到更进一步发展,做到更加的平价、生态、环保。

## 参考文献

- [1] 黄小柱. 屋顶农业发展探析[J]. 现代农业科技, 2010(9): 316-317.
- [2] 廖妍珍. 我国屋顶农场的现状分析与关键技术研究[J]. 山西建筑, 2010, 36(12): 346-347.
- [3] 罗艳红, 李海燕. 我国低层建筑中屋顶菜园的研究现状[C]//中国环境科学学会. 中国环境科学学会学术年会论文集(第四卷). 北京: 中国环境科学学会, 2011.
- [4] 谭天鹰. 关于北京屋顶绿化的探讨[J]. 建筑科学, 2007, 23(8): 14-19.
- [5] 周璇子, 赵纪军, 赵斌. 屋顶农场——生产性的绿色屋顶[C]//中国风景园林学会. 中国风景园林学会 2014 年会论文集(下册). 北京: 中国风景园林学会, 2014.
- [6] 戎安. 德国城市建筑环境大面积植被化[J]. 世界建筑, 2002(12): 59-62.
- [7] 戴希刚, 黄航, 杨守伟, 等. 武汉市屋顶农业调查研究: 以武汉市汉阳十里铺社区为例[J]. 江汉大学学报(自然科学版), 2011(2): 100-104.
- [8] 王加留. 发展屋顶农业是扩大城市绿地面积的捷径[J]. 中华建设, 2012(4): 132-133.
- [9] 朱胜萱, 高宁. 屋顶农场的意义及实践: 以上海“天空菜园”系列为例[J]. 风景园林, 2013(3): 24-27.
- [10] 公超. 浅析屋顶农业的必要性及可行性[C]//中国风景园林学会. 中国风景园林学会 2013 年会论文集(下册). 北京: 中国风景园林学会, 2013.
- [11] 白杨, 王晓云, 姜海梅, 等. 城市热岛效应研究进展[J]. 气象与环境学报, 2013, 29(2): 101-106.
- [12] 付雪婷, 薛静, 王青. 城市热岛效应与健康[J]. 国外医学(医学地理分册), 2004, 25(1): 43-45, 50.
- [13] 和晓艳. 屋顶绿化的相关技术研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2013.
- [14] STEVEN P, WIEDITZ I. Key steps to developing local green roof infrastructure roof markets[C]//First Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference. Chicago: The Cardinal Group, 2003.
- [15] OSMUNDSON T H. Roof Gardens: History, Design, and Construction[M]. London: W. W. Norton & Company Inc, 1999.
- [16] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 中国城市建设统计年鉴(2013 年)[M]. 北京: 中国计划出版社, 2014.
- [17] 杨章庆. 建筑第五面: 屋顶花园[J]. 科技信息, 2009(7): 359, 388.
- [18] 郭江琳. 屋顶农业探讨[J]. 河南农业, 2012(9): 15.
- [19] 刘娟娟. 我国城市建成区都市农业可行性及策略研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2011.
- [20] 曹爱新. 我国屋顶绿化的面临的问题以及对策[C]//中国可持续发展研究会. 2011 中国可持续发展论坛 2011 年专刊(一). 北京: 中国可持续发展研究会, 2011.
- [21] 赵玉民, 黄正. 屋顶农业研究[J]. 现代经济探讨, 2017(1): 64-68.