

生态循环农业建筑一体化模式研究

赵子芸 卢晓宇

(海口经济学院, 海南海口 571132)

摘要: 随着城市化进程的加快, 土地资源紧缺, 耕地面积减少。尽管农业耕作技术逐步提升, 但大部分城市还需从其他地区购买农产品, 农产量依旧不高。因此, 引入生态农业理念逐渐成为现代都市建设的重点, 在建筑中融合农业来达到生态的良性循环是现代农业的一个新理念, 这种新型模式不但可以提高城市的生态环境, 同时还能提高产量, 产生较大的经济效益。本文通过文献研究法、案例研究法发现通过气培法、水培法、鱼菜共生的技术手段将农业与建筑的附加空间、围护结构与内部空间结合, 可以实现生态循环。这种模式有利于达到动物、植物与微生物之间的生态平衡, 降低城市碳排放, 提高农作物产量。

关键词: 生态循环; 农业建筑; 一体化

一、生态循环建筑农业一体化的重要性

目前, 我国的设施农业普遍存在着分散化, 规模小的特点。这就导致运输成本较大, 与低碳生活、低成本消费理念相违背。同时, 随着城镇化建设, 土地资源日益减少, 一些城市中耕地面积急剧减少, 对城市农产品的供给带来巨大的挑战。生态循环农业建筑一体化的模式是利用大量城市建筑立面集成农业种植设施, 在几乎不占用水平面积的情况下进行农作物生产, 因此, 在城市中发展农业建筑一体化对解决上述问题具有重要价值:

(一) 实现规模化种植及高效管理, 减少物流运输距离

冯贵秀等人认为生态循环农业建筑一体化能够实现从加生产到餐桌的距离最近, 既能做到食材的即收即食, 也能保证其新鲜度和最大化的营养, 同时也能保证食材的安全, 达到生态、健康的供应。可以将窗台、阳台、建筑内外墙、地下室、小庭院、屋顶设计为农场, 这种模式不仅提升建筑利用率, 促进统一高效管理, 还能生产有机食材, 缩短食物供应路程, 为家庭提供部份食物。

(二) 保持城市生态平衡, 促进资源的循环利用

都市农业与城市绿化间最大的不同是, 都市农业可以回收并利用生活中产生的垃圾在这种建筑模式中, 可以构建一个完整的农业生态系统和微生物循环系统。例如, 可以把人们生活中产生的生活垃圾、养殖的动物粪便、秸秆等利用沼气进行处理, 使其产生出沼气, 沼液和沼渣, 沼气可以作为燃料, 沼液可以用于养殖和种植, 沼渣可以作为肥料等, 再将这些用于农作物栽培和生长过程中。通过这样的良性循环模式, 既能保护环境, 又能提高粮食的供应, 也能提高农作物的产量。

(三) 推动绿色建筑发展, 营造舒适生活环境

叶雨朦与刘向峰对垂直农业建筑表皮原型模块进行了实验测试, 实验结果表明垂直农业建筑表皮在夏季有很好的降温增湿效益。白天建筑外墙外表面最高温度降低范围为 $3.4 \sim 11.2^{\circ}\text{C}$ 。这有利于降低建筑热能耗, 达到节能减排的目的, 同时从某种程度上可以降低生活成本, 营造低碳生活。

二、生态循环建筑农业一体化的空间整合

(一) 建筑内部空间的农业生态形式

该模式主要是指在建筑物内使用地面、阳台以及门窗、墙面等空间和场所来种植作物, 不仅起到改善室内环境, 优化空间景观的作用, 还解决了城市的粮食供应问题。如称为“城市农业时代广场”的德施尔德农场, 每年因特色的绿色农业空间吸引四面八方的游客前来参观游览。该农场利用原建筑顶楼空间改造成室内农场。农场拥有一个面积约为 1200m^2 的顶层温室和有 370 平米的室内进行养鱼, 一年可以产出大约 50 吨的蔬菜以及 20 吨的鱼。

此外, 除有大棚、养鱼场等设施外, 农场中还设有会客区域, 并设有可俯瞰城市风景的楼顶露台, 如今, 这个农场已成了这个城市中的一道亮丽风景线。

(二) 建筑围护结构的农业生态形式

农田与建筑周边防护空间一体化是指在建筑物的外部构造(建筑及房间各面的围挡如外墙、屋顶)及其周围的围护结构上进行种植作物。常用的是将植物沿着建筑立面攀扶、固定、贴植、垂吊形成垂直面的绿化。为了解决过度使用能源与水泥而形成热岛效应, 卡洛拉蒂事务所希望透过绿色建筑设计, 再结合绿植、高效化的农场、太阳能等概念, 为市民提供一个宜人的绿色场所。因此, 将建筑整个立面采用垂直无土水耕农场来替代传统高层建筑的表皮。整个建筑高 218 米, 其中有 1 万平方米用于作物种植, 该农场一年可以产出食物 270 吨, 可以为 4 万人提供食品。同时建筑内部有办公, 农场超市, 绿色食堂。因此, 该建筑就能实现自给, 形成了从最初的种植、管理、收获、出售, 到最后食用的完整链条。这种模式最大限度地扩大了城市绿化范围, 提高绿化覆盖率。通过垂直农业也可以丰富建筑立面形式及景观效果。

(三) 附加功能空间的农业生态形式

建设附加空间与农业种植相结合, 其具体体现为温室种植、都市农场等, 是一种在城区内开辟出一块特殊的耕地来种植作物的一种方式, 比如采摘园和农家乐。Machou Architects Group 建筑事务所为迪拜设计了全球最大的城市农业园区。把这座城市与外界联系的最主要的公路变成为生产粮食的绿地(eco-valley)。在维持原有桥梁及道路通行情况下, 原有的高速通道被设置在地下面以下, 地面之上设置了二十五公里长的都市农业场地, 占地约 350 公顷。共有 32 个温室大棚用于种植农业, 培养农作物, 同时, 场地中还有一些构筑物包括分拣车间、冷库、育苗实验室, 农业研究室和办公室等。

三、生态循环建筑农业一体化技术应用

(一) 生态循环技术运用

“生态循环技术”是将种植、畜禽、渔业等与加工业相结合的管理模式, 运用多种微生物科学的关键技术, 在农林牧渔等多个行业之间建立起完整的生态链条, 以达到缓解环境污染、提升生产效益的目的。如“空中菜园-三生永和循环农业建筑”, 这个建筑占地仅 300 余平方米, 就创造了 3500 多平方米的蔬菜用地。指的是利用地下室空间养鱼, 一层饲养鸡鸭鹅等家禽, 二层以上的空间用于居住、环绕建筑外墙种植农作物。首先, 楼里居民所排出的污水, 会被转化为液体肥料, 用以灌溉每层楼中种植的水果和蔬菜, 或是通过根部和土壤的过滤, 又成了清洁的用于养鱼

的水源。其次，水中富含磷等营养物质，可再次流入建筑管网的系统中去浇灌蔬菜，如此往复最大限度的节省了水源。再次，经过处理的生活废物还可以用作立体农场的化肥和土地改良剂。最后，一层饲养的家禽产生的粪便进行处理后可以作为垂直农场的有机化肥，有利于进行土壤改良和作物营养供给。这种有机的循环方式，不使用化肥、杀虫剂、添加剂，并注重生态的平衡。

(二) 建筑立体技术运用

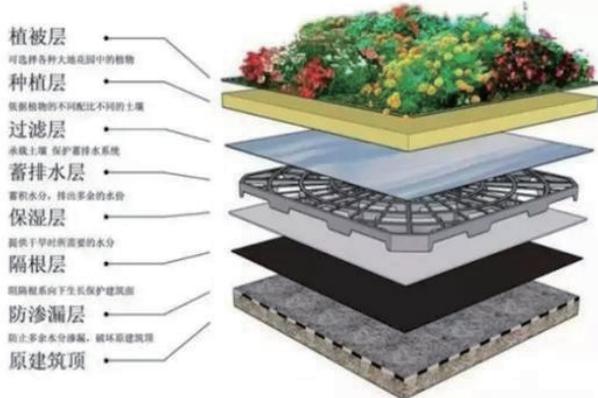


图 1：屋面水平种植技术

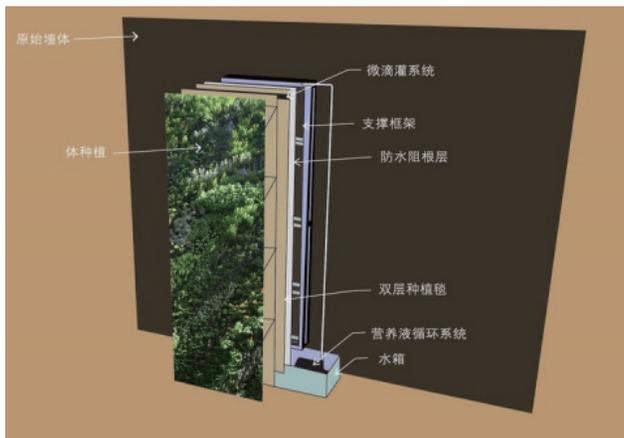


图 2：墙面垂直种植技术

目前，在建筑中有两种立体的种植方式：一是利用建筑物的三维技术用在建筑物的顶部或地板，二是利用建筑物的立面进行绿植。在屋顶绿化施工中，应选择适合植物生长的结构层，主要有植被、基质和过滤等层，还有阻根防刺层、防水层等。

农业种植竖墙需要种植系统，这样才能把植物连在种植基质里，让植物生长起来。选择合理的种植方案，选择轻巧高效的栽培基质以及系统配套技术，是其技术的关键所在。例如，可以利用植物的自然攀爬特性，使其自然生长并形成攀爬状态，包括植物自下而上的自然攀爬；摆式是将装有植物的盆直接放置在阳台、窗台或墙壁上和栅栏上。袋式垂直绿化则采用毛毡、椰子纤维、无纺布等应用于防水墙，接着直接铺设柔软的植物生长介质，再将袋子缝在这些介质上，用材料、种植植物等填充到袋子里，达到垂直绿化。模块式种植技术是利用构件的方式将植株种在不锈钢板等框架中，并通过不同形态的单构件进行科学的叠加、连接，从而达到墙体的绿化效果。其结构层次为：钢结构支架，种植植物底板，种植基质，植物种植，以及自动灌溉系统。例如，法国的 PATRICK BLANC 曾提出了一种典型的垂直种植技术，也就是无土栽培，这个系统的承重主要是由不锈钢的框架，把大约 15 mm

厚的防水根挡板固定在框架上。防水阻根板的外侧是多层种植垫，虹吸能力非常强，它的存在可以让灌溉水均匀分布给农作物或植物。该技术采用 LED 光源产生必要的波长，为农作物的生长提供必要的条件，并节省能源，由于植物的基本需求都实现了自动化，日常维护的需要大大减少。

(三) 农业技术运用

1. 鱼菜共生

“鱼菜共生” (Aquaculture) 是一种将传统农业水耕栽培模式和传统的水产养殖模式相融合的农业生产模式，通过科学的设计，实现了养鱼无需更换水源，不用担忧水质的问题，种菜不用施肥也能正常生长的生态共生效果。例如，深圳南头城中村的“天空农场”，就是一座城中村式的综合性的生产公共设施空间，拥有一个集雨水收集、都市农业及社区营造于一体的“鱼菜共生”系统，选用 PVC 作为装置的主材料；侧网使用农田的爬藤蔓，空洞比较大，便于瓜果的下垂悬挂。顶部是一种防鸟的网，既能保护瓜果免于受到鸟类的侵害，也能方便收集雨水。据预计，在一个夏季，可回收雨水 300 吨，养殖鱼类 200 余尾，收获瓜果 200 余斤。

这是因为，在常规的饲养模式下，水体中的氨氮浓度由于鱼的不断排泄会不断增加，同时水中的毒性也会越来越多。在鱼类-蔬菜的共生体系中，养殖鱼类的水经微生物处理后分解出亚硝酸根和硝酸盐。硝酸盐可以被植物直接吸收。因此，蔬菜与鱼类的共生可以实现生态、植物、微生物等的平衡。这是一个长期循环，零排放的生产模式。是解决农业生态问题的有效途径。

2. 水培法

水培法使植物根部与营养液直接接触，同时可以获得氧气，有效去除土壤中的细菌和有害物质，从而实现真正的绿色食品生产。由于植物的根部浸入营养液中，传感器可以轻松监测植物的生长情况以及营养液中的营养成分。它最大的优点是可以在任何地方组装。

3. 气培法

气雾栽培是一种将营养液中的营养物质喷射到植株根系上的一种新栽培方式，这种无土栽培方式为农作物供应必需的水分和养分。气雾种植就是把植株放入一个封闭的培养空间中（槽、箱或床）内，将其根部暴露于培养器内，并利用喷雾设备将培养液喷雾至根表面，降低作物的硝酸盐含量。气雾种植是最节水节肥的一种垂直种植方式，可以促进作物的生长或避免化学肥料的使用。只要有电、有水、有光，就可以进行气雾栽培，最大限度进行立体种植农作物，并不会出现土壤污垢或其他污染，可以达到工厂式的洁净生产。

参考文献：

- [1] 冯贵秀, 耿荟良, 杨亚晨等. 未来都市农业建筑形态的设计与研究 [J]. 价值工程, 2018, 37 (25): 268-269.
- [2] 叶雨朦, 刘向峰. 垂直农业建筑表皮降温增湿效益研究 [J]. 建筑节能 (中英文), 2023, 51 (02): 32-40
- [3] 王磊, 刘畅, 冯莎莎. 建筑与农业种植一体化模式的应用 [J]. 工业建筑, 2023, 53 (04): 219.
- [4] 中农富通长三角规划所. 循环农业创新农业生产模式生态循环绘就农业新蓝图 [EB/OL] (2020-11-27). https://www.sohu.com/a/434713144_120537338
- [5] 张紫艳. 都市农业理念背景下的建筑生态设计研究 [J]. 现代农业研究, 2020, 26 (05): 119-120.