

DOI:10.11937/bfyy.201606020

上海地区屋顶绿化创新性设计及营建研究

贺 坤, 张 志 国, 白 露

(上海应用技术学院 生态技术与工程学院, 上海 201418)

摘 要:屋顶绿化是增加城市绿地面积和改善城市生态环境的重要手段。在分析目前上海市屋顶绿化中存在的问题的基础上,建议开展屋顶绿化系统专项规划的编制工作和设计方法、技术手段的创新。结合国内外已有研究成果和实践,介绍了休闲农场式屋顶绿化和生物生境式屋顶绿化2种新型屋顶绿化形式,并就轻型模块化容器屋顶绿化技术和屋顶雨水收集利用技术进行了详细的阐述,以期上海市屋顶绿化的创新提供理论指导。

关键词:屋顶绿化;景观设计;屋顶农场;生物生境

中图分类号:TU 986 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)06-0080-05

随着我国新型城镇化建设的不断推进,城市建筑物与基础设施的建设日益增多,建设用地对土地资源的巨大需求导致城市生态环境不断被破坏,城市绿化用地受到不断的挤压和割裂。屋顶绿化是在有限的城市空间中提高绿化率最有效的方式之一^[1],不仅可以改善城市气候、美化环境,缓解城市建设用地与绿化用地的矛盾,还可以通过零星的屋顶绿化把城市中公共绿地整合城市生态资源,构建城市绿色生境网络,对城市的生态稳定也具有重要意义。

近年来,国内学者对于屋顶绿化的规划设计、工程技术、生态效益评价等进行了深入的研究;对国外屋顶绿化先进国家的有关法规政策、技术经验等进行解读,为我国屋顶绿化政策的制定和技术研究提供参考^[2];结合具体的屋顶绿化案例,对屋顶绿化的设计、施工过程、植物选择等进行了详细的阐述^[3-4];从城市生态角度出发对屋顶绿化的生态效益以及屋顶绿化工程的绿色价值的评价方法进行了研究^[1,5]。但对屋顶绿化的创新性研究还略显不足,真正结合我国城市,特别是大城市特点的新型屋顶绿化形式和工程技术研究还比较少,导致屋顶绿化的发展受到了限制。现以上海市屋顶绿化为例,对屋顶绿化创新性设计和营建技术进行阐述,旨在为上海屋顶绿化的发展提供思路,促进生态型绿色城市的建设。

第一作者简介:贺坤(1982-),男,山东临朐人,博士,讲师,研究方向为园林规划设计及景观生态修复。E-mail:hekun@sit.edu.cn.

责任作者:张志国(1957-),男,博士,教授,现主要从事园林植物应用及景观设计等研究工作。E-mail:zgzhang@sit.edu.cn.

基金项目:上海市2015年度“科技创新行动计划”资助项目(15DZ1203706)。

收稿日期:2015-12-23

1 上海市屋顶绿化现状分析

上海作为一个现代化的大都市,城市人口越来越密集,城市生态环境的压力日趋增大,近年来,上海市政府要求以立体绿化作为城市绿化新的增长点和发展方向,全面推进本市立体绿化工作,屋顶绿化成为改善城区环境质量的有效手段。到目前为止已经建成的屋顶绿化面积大约有150 hm²,而在“十二五”期间还将新增100 hm²的屋顶绿化,上海市95%以上适宜屋顶绿化的新建公共建筑都将进行屋顶绿化^[6]。上海的屋顶绿化无论从技术设计方面,还是政策扶持方面都为其他城市做出了表率作用^[7]。

1.1 屋顶绿化调研

为了解上海市屋顶绿化现状以及存在的主要问题,首先采用抽样调查的方式对上海市不同区15处屋顶绿

表1 屋顶绿化调研对象情况

Table 1 The research object about roof green in Shanghai

序号	名称	面积 /m ²	绿化 形式	功能 定位	使用情况 (是否允许游人参观)
1	万科蓝山居住小区屋顶绿化	10 000	草坪式	生态绿化	否
2	K11 艺术中心屋顶绿化	200	组合式	休闲观赏	是
3	黄浦区生活垃圾中转站屋顶绿化	4 000	花园式	观赏功能	是
4	上海邮政博物馆屋顶绿化	1 200	花园式	观赏功能	否
5	闵行区老年大学屋顶绿化	2 000	草坪式	生态绿化	是
6	闵行区绿化所屋顶绿化	200	花园式	休闲观赏	是
7	上海浦东软件园屋顶绿化	2 500	组合式	休闲观赏	是
8	仁济医院屋顶绿化	8 000	花园式	休闲观赏	是
9	华侨城办公楼屋顶绿化	2 000	草坪式	生态绿化	是
10	中国移动数据中心屋顶绿化	200	组合式	观赏功能	否
11	梦清馆屋顶绿化	400	组合式	休闲观赏	否
12	溢柯花园体验中心屋顶绿化	6 000	花园式	休闲观赏	是
13	南方国际屋顶绿化	500	花园式	生态绿化	否
14	申银大厦屋顶绿化	300	组合式	休闲观赏	是
15	海上海屋顶绿化	2 000	草坪式	生态绿化	否

化进行了详尽的调研分析,以屋顶绿化较好的静安区、普陀区、闵行区、徐汇区等为重点,对屋顶绿化的形式、功能定位以及使用情况进行了全面了解和分析。

1.2 屋顶绿化形式

通过对以上绿地的调研分析,并查阅相关的文献资料,上海现有的屋顶绿化从形式和功能定位上主要分为3类。

1.2.1 草坪式屋顶绿化 主要应用于住宅屋顶绿化、厂区园区屋顶绿化等,多种植景天科植物或者小型的地被、攀缘植物等(闵行区老年大学屋顶绿化、海上海屋顶绿化、万科蓝山居住小区屋顶绿化)。

1.2.2 组合式屋顶绿化 主要应用企事业单位、学校、部分公寓等,常作为休闲游赏空间。组合式屋顶花园面积一般较小,植物通常栽植于木质或者水泥容器中,以灌木和开花的小乔木为主(K11艺术中心屋顶绿化、梦清馆屋顶绿化等)。

1.2.3 花园式屋顶绿化 主要分布于建筑荷载较大的商场、酒店、企事业单位及学校的屋顶。布局形式与城市绿地类似,景观元素较为丰富,植物类型比较多样(溢柯花园屋顶绿化、上海邮政博物馆屋顶绿化等)。

1.3 屋顶绿化存在的主要问题

1.3.1 屋顶绿化出发点和形式单一 多数屋顶绿化以政府的推动为主,普通单位和群众缺乏对屋顶绿化建设的热情。政府推动的屋顶绿化受制于资金、技术和管理理念,仅仅局限于现有几种模式,最为复杂的花园式屋顶绿化是传统绿化在屋顶的再现,除防渗、承重之外与常规绿化基本相同。屋顶绿化在设计思路、理念和新技术、新材料的应用方面存在诸多不足,绿化质量难以保证。

1.3.2 绿化技术相对单一 屋顶绿化的基层处理基本采用欧式的保护层(防渗层、防根层)、储水层、基质层3层结构模式,技术相对单一,存在根系溢出、局部渗漏、基质土壤通气性差,植物种类单一等问题。由于施工及植物根系穿刺,绿化易对屋面结构产生破坏,需要严格的防渗程序和专业施工队伍。土层薄弱也导致植物生长不良、荷载超标、建设成本过高等一系列问题,屋顶绿化难以大面积推广。

1.3.3 屋顶绿化使用率低 对于大多数屋顶绿化而言,“养在深闺人未识”是普遍存在的问题,以研究调研的15处屋顶绿化为例,有将近一半的屋顶不对外开放,普通游人想进入屋顶参观休闲,多数会以安全原因被拒之门外。

1.4 上海市屋顶绿化创新性研究的基础

截至2014年底的相关统计,上海市共有2 900 hm²的闲置屋顶,其中超过70%有条件进行屋顶绿化,发展前景极其广阔。近年来,上海的经济优势不断吸引国内外先进绿化技术和人才进驻,带来了国际上先进的屋顶绿化方法和施工技术。同时,上海的绿化主管部门

和企业、科研单位等也不断吸取国际的先进经验,完善屋顶绿化技术,这些均成为上海市发展屋顶绿化的强大后盾。

上海世博会期间各国家馆纷纷建设并展示了屋顶绿化的先进技术,使得屋顶绿化理念在上海得到普遍的推广,在一定程度上促进了屋顶绿化的推广。2014年上海市政府办公厅转发《关于推进本市立体绿化发展的实施意见》,对立体绿化发展提出了相关的强制性要求,必将带动上海市立体绿化发展的崭新局面。

2 上海市屋顶绿化的创新性设计及营建技术

2.1 编制《城市屋顶绿化专项规划》

城市屋顶绿化专项规划应由政府绿化管理部门主导,对现有屋顶绿化的调研分析,摸清家底,分析优劣,查清各个区县现有屋顶绿化的分布、类型、总面积等。制定未来10年,重点是5年内的屋顶绿化发展目标,制定分区分类规划指标和布局,明确屋顶绿化的规划原则、规划目标、规划布局,制订近期立体绿化建设项目清单,提出实施规划的主要措施,作为下一步立体绿化工作开展的依据。

上海市及各个区县的屋顶绿化专项规划应该结合城市绿地系统总体规划的要求进行,作为城市生态空间规划的重要组成部分。其主要内容应该包括:上海市(区县)屋顶绿化现状统计及分析;屋顶绿化规划总体目标及指标;城市屋顶绿化总体布局规划;屋顶绿化分区、分类规划;屋顶绿化技术体系规划;屋顶绿化植物品种规划;近期建设规划以及规划实施保障措施等。

2.2 创新性屋顶绿化形式及技术

2.2.1 休闲农场式屋顶绿化 屋顶休闲农场是利用建筑屋顶进行农作物栽培以获得农产品的一种屋顶绿化形式^[8],将休闲农业引入屋顶,可以在满足屋顶绿化生态效益的基础上形成具有归属感的社会空间^[9]。屋顶休闲农场对城市生态环境的改善方面也与普通的屋顶绿化起到同样的作用。屋顶种植的蔬菜等由于运输距离较近、更加新鲜,更易受到周边居民的欢迎。而对于大楼内工作的人员来说,能够在工作之余,到屋顶农场进行游园休憩、种花种菜、品尝新鲜的蔬菜水果也是一件十分具有吸引力的事情。上海地区休闲农场式屋顶绿化建设的关键技术包括:种植作物的选择、土壤及基质的选择以及屋顶灌溉技术和病虫害防治等。1) 种植作物的选择:屋顶环境较地面环境要恶劣的多,为了减少养护管理的强度,提高收益,需要选择耐旱、耐寒、抗风、抗病虫害,能抵抗空气污染并需要较低养护管理要求的蔬菜、作物,适宜上海地区种植的作物蔬菜有:青菜、空心菜、茼蒿、茄子、香葱、辣椒等。2) 土壤及基质选择:屋顶农场的土壤和栽培基质不能太多、太重,否则会增加建筑的负荷,但太少也会被大风吹起,通常的做法是选用保水保肥的专用栽培基质或者轻质土壤。在屋

顶条件不允许直接铺设种植基质时,还需要专用的种植箱作为基本种植设备。种植箱内除栽培基质时,还可以掺入椰壳碎粒和蚯蚓粪等,增加土壤透水性和肥力,且比普通土壤更为清洁,容易为市民接受^[9]。3)屋顶灌溉技术:屋顶的作物、蔬菜需要适时灌溉,简单性的屋顶农场可以不设置排水和灌溉系统,蔬菜作物等靠雨水灌溉实现可持续生长。大型的屋顶农场则需要人工浇灌与自然降水相结合,在屋顶安装收集降水或灌溉水的蓄水池,水体过滤后可循环利用,采用渗灌或滴灌系统直接

在农作物根部进行精确灌溉,避免土壤表面灌溉水分较易蒸发、土壤理化结构破坏的问题,同时也能达到节约用水的目的。4)病虫害防治:因为农场建在建筑的屋顶,相对独立的环境降低了病虫害的传播速度,使得病虫害防治也更为可控。屋顶小规模的健康生态圈不仅可以有效降低病虫害发生的几率,即使在已发生病虫害的情况下,也可以有效降低病虫害的传播速度^[9]。为保证蔬菜作物的品质,病虫害防治应该采用生物和物理杀虫设备,如粘虫板、灭虫灯等。



图1 农场式屋顶绿化

Fig. 1 The picture of farm on green roof

2.2.2 生物生境式屋顶绿化 屋顶生物生境是指通过系统化的景观设计和生境营建使绿色屋顶成为一个有效的生态整体,在城市局部区域形成微气候环境,为蝴蝶、蜜蜂等提供栖息、繁殖或暂时停留的中转站,为小型两栖或哺乳动物提供短暂的“避难所”,为鸟类提供迁徙的踏脚石,成为野生动植物新的活动场所。基于生境理念营建的绿色屋顶可以为不同的鸟类和高达254种甲虫提供栖息地^[10],作为潜在的生物多样性场地,屋顶绿化较公园绿地等需要更少植物和能源,可在“水泥森林”中承担“小绿洲”的作用。生物生境式屋顶绿化设计和营建的关键技术包括以下4方面。1)确定目标物种:受屋顶高度、面积、空间分布的限制,能够将绿色屋顶作为栖息生境的目标物种主要以有较大活动能力的鸟类、昆虫类(蜜蜂、蝴蝶以及各类鸣虫等)为主,也可以包括一部分小型的哺乳类和两栖类动物。2)土壤地形营造:绿色屋顶生物生境营造应该选用具有较大的孔隙度、较高保水性的轻质有机土壤,以减少屋面载荷,容纳尽量多的动物栖息。通过塑造多变的地形环境或者结合景观构筑物的高差变化,进行小尺度的竖向营造,可在屋顶创造各种小气候,并在局部地区形成集水区,为多种生物提供栖息环境。3)植物选择及群落设计:绿色屋顶选择的植物应该首先要满足目标物种的需求,并应该需要较少的维护成本。因此,应该首先选取上海地区的原生树种。此外,一些昆虫及其幼虫对取食的植物有专一性,它们更喜欢芳香类或者蜜源植物;而鸟类更喜欢浆

果或者坚果类树种,两栖类动物和鱼类则希望能生活在相对潮湿的草丛中或有遮阳的水草环境中。4)水体景观营造:水体对生物多样性起着重要作用,水池、溪流等皆可为动物提供栖息地,还是许多昆虫和两栖类动物生命史的过渡空间,因此在绿色屋顶设计和建造各种类型的水体也是屋顶能否成为生物栖息生境的关键因素。受屋顶承重、防漏等因素的限制,水体的尺度不应该太大,深在15 cm以内的浅水池以及各类景观化制作的水钵、水槽、水箱等盛水装置以及喷泉和类似的结构,均可以绿色屋顶中使用,可以更好的吸引鸟类和其它昆虫类等动物前来。

2.3 创新性屋顶绿化工程技术

2.3.1 模块化组合容器屋顶绿化技术 近年来,一种利用模块化栽植容器在屋顶进行组合绿化的技术发展迅速。模块化的种植容器通过一系列的不同高度、不同体积、不同颜色的栽植容器,进行艺术化、景观化的组合,解决了传统花盆、花箱不能栽植乔木的弊端,使屋顶绿化的设计、建设和管理变得简单、使用、经济、环保。模块化组合容器屋顶绿化有的技术要点包括:1)容器可以随意组合,无论是平面组合还是立体空间的组合,都可以方便实现;2)容器的高度可以调节,种植土壤的深度可以根据乔木、灌木以及地被花卉等的不同生长需求进行调节,一些栽植容器还可以作为水生植物种植容器;3)容器的尺寸和形式多样,不同尺寸的模块之间可以形成高矮错落的植物群落景观,其中的一些容器还可组合成具有休息功能和娱乐功能的座椅等景观设施;4)容器

材料主要使用轻质、可重复利用、抗风防潮、亲水等能力强的新型材料,根据季节的不同可以随时变换绿化植物,复合生态型城市建设的理念。模块化容器屋顶绿化技术突破了传统屋顶绿化的诸多限制,使得屋顶绿化能

更合理的利用和分配城市上层空间,创造与周围环境协调的城市景观,使城市空间变得更自然、更人性化,为城市的居民开拓更多的休闲空间,增添生活情调,在上海地区具有极大的推广潜力。



图2 模块化组合容器屋顶

Fig. 2 The picture of container garden on green roof

2.3.2 雨水收集利用屋顶绿化技术 绿色屋顶可以缓和由于城市化而日益增长的雨水径流峰值、容量和速度,是一种有效的雨水管理设施。屋顶绿化建设可以保证建筑屋顶 63% 的雨水的再利用,甚至 98% 的雨水可以被保留起来。建造绿色屋顶可以在没有灌溉的情况下呈现城市花园景观,植物种植在不到 2 个月就可以呈现不错的效果^[11]。雨水收集型屋顶绿化技术主要是指在屋顶或地面设置雨水调蓄池,通过收集经过屋顶景观植物和土壤净化处理的雨水,作为绿化浇灌和景观用水来源,多余的雨水可以用于其它绿地的浇灌和水景,节省大笔的资金投入。屋顶的雨水收集利用系统一般有以下部分组成:在屋顶过滤层下方的排水层内铺设的雨水收集管;设置在屋顶的雨水收集储存池,或者设置在地面的雨水调蓄池;雨水浇灌补充水管和浇灌水泵,屋顶绿化浇灌管网(太阳能自动喷灌系统)等(图 1)。雨水的收集和利用符合上海可持续发展的战略,有助于节约型城市和循环经济的建设。对于一些简单的草坪式屋顶绿化而言,在屋面设计简单的雨水收集系统,再结合太阳能技术设计相应的自动喷灌系统,完全可以满足屋顶

绿化植物的需求。而从长远来看,大面积屋顶绿化收集的雨水甚至可以满足部分小区、园区等单位的绿化用水,具有较高的生态和经济价值。

3 结论与展望

屋顶绿化是增加城市绿地面积,提高城市园林生态效益的有效手段,也是现今各大城市大力提倡和推广的新型绿化方式。上海市的屋顶绿化经过 10 余年的发展,已经到了有“量变”到“质变”的关键时期,在新的城市发展形势下结合城市绿地系统总体规划开展分区分类的屋顶绿化专项规划,借鉴国外的发展经验和先进技术,在屋顶绿化的设计和技术创新方面走在全国前列,进一步发挥对其他城市的示范作用,是摆在城市绿化管理者和研究者面前的重要课题。现在实地调研分析的基础上,介绍了屋顶休闲农场、屋顶生物生境等新型屋顶绿化形式,并结合屋顶绿化技术的更新介绍了模块化容器屋顶绿化技术和屋顶绿化雨水收集利用技术,希望能为上海市的屋顶绿化发展提供一定的参考。

参考文献

- [1] 王亮,杜博,申玲. 城市建筑物屋面绿化工程的绿色价值评价研究[J]. 中国园林, 2011(9): 65-69.
- [2] 赵红霞,姜太昊. 韩国屋顶绿化的激励制度和技术[J]. 中国园林, 2013(2): 113-117.
- [3] 闫荣,万晓林. 商务办公环境中的屋顶花园:北京华业国际中心屋顶花园设计与施工[J]. 中国园林, 2011, 27(4): 97-100.
- [4] 张金锋. 浙江嘉兴忆江南酒店会所屋顶绿化设计方案探讨[J]. 农业科技与信息(现代园林), 2009(2): 9-12.
- [5] 殷丽峰,李树华. 屋顶花园的功能与效益[J]. 园林, 2008(1): 24-25.
- [6] 陆月星. 上海“十二五”期间将建立体绿化 150 万平方米质[EB/OL]. 东方网 <http://house.enorth.com.cn/system/2013/05/16/010965505.shtml>. 2013-05-16.
- [7] 杨程程. 屋顶绿化综合评价模型的建立与应用研究[D]. 上海:上海交通大学, 2012.
- [8] 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.

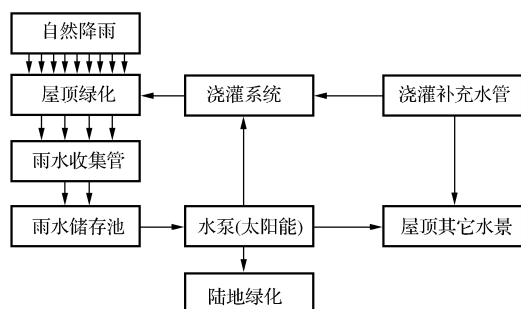


图3 屋顶绿化雨水收集利用技术设计

Fig. 3 The diagram of rainwater collection technology on green roof

DOI:10.11937/bfyy.201606021

黄瓜灰霉病菌拮抗菌 BBC-3 的 筛选、鉴定及抑菌特性

仇艳肖^{1,2}, 程辉彩¹, 周竞^{1,2}, 尹淑丽¹, 张根伟¹, 张丽萍¹

(1. 河北省科学院 生物研究所, 河北 石家庄 050081; 2. 石家庄四药有限公司, 河北 石家庄 052165)

摘要:以黄瓜根际土壤为分离对象,采用稀释平板法分离到 1 株对黄瓜灰霉病抑菌作用明显的拮抗菌 BBC-3,利用对峙培养法和平板扩散法对其抑菌特性进行鉴定。结果表明:经过形态特征、生理生化及 16S rDNA 序列分析,BBC-3 鉴定为短芽孢杆菌(*Brevibacillus brevis*);该菌具有广谱抗菌活性,对所选 14 种植物病原菌均有较强抑制作用。该菌产生的抗菌物质对高温、酸碱及光照稳定性强,对蛋白不敏感,常温及 4℃ 储存 6 个月抑菌活性大于 80%。

关键词:黄瓜灰霉病;短芽孢杆菌;筛选;鉴定;抑菌特性

中图分类号:S 436.421.1⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)06-0084-05

灰霉病由灰葡萄孢(*Botrytis cinerea*)侵染引起,是果蔬生产和贮藏中的重要病害。灰葡萄孢能广泛侵染蔬菜、瓜果、谷物等多种经济作物和粮食作物,造成严重

的经济损失^[1]。对于黄瓜灰霉病,若防治不当,可造成减产 30%~50%,严重时可导致减产 80%^[2-3]。目前,生产上防治黄瓜灰霉病的方法主要是喷施化学农药,虽然在短期内能起到很好的防治效果,但长期使用,不仅会造成环境污染、农药残留,危害人类健康,破坏生态平衡;而且灰霉病菌遗传变异大,适应性强,长期大量使用易使病原菌产生严重的抗药性,从而使其防治效果大大下降^[4-5]。国内外学者在抗病育种和农业措施方面也做了大量工作,但由于缺乏有效抗原和农业技术不完善,防治效果都不尽如人意。

第一作者简介:仇艳肖(1984-),女,硕士,助理研究员,研究方向为应用微生物。E-mail:412817295@qq.com.

责任作者:张丽萍(1969-),女,硕士,研究员,研究方向为应用微生物。E-mail:lizzie-69@163.com.

基金项目:河北省重点基础研究资助项目(13966503D);河北省科学院资助项目(15302)。

收稿日期:2015-12-18

[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] BAUMANN N. Ground-nesting birds on green roofs in Switzerland; preliminary observations[J]. Urban Habitats,2006(4):37-50.

[11] MARIE. 北美的屋顶绿化的市场发展趋势与案例分析[EB/OL]. <http://news.dichan.sina.com.cn/business/2010/08/18/201293.html>. 2010-08-18.

The Innovative Design and Construction of Roof Greening in Shanghai

HE Kun,ZHANG Zhiguo,BAI Lu

(School of Ecological Technology and Engineering,Shanghai Institute of Technology,Shanghai 201418)

Abstract:Roof greening is regarded as an important method to increase urban green land and improve the urban ecological environment. Based on the analysis of the problems in Shanghai roof greening,it was necessary to carry out the plan of roof greening system and to make some innovations on the designing and technology. Combining with domestic and foreign existing research results and practice,two new roof green models,the roof farm and roof biological habitat,would be introduced to the public in this paper,and meanwhile two technologies,the light-modular-container and rainwater-collection-technology in green roof,would be expounded detailed,as a result,some theoretical guidance would be expected to provide for the innovation of Shanghai roof green.

Keywords:roof green;landscape design;roof form;biological habitat