

DOI: 10.5846/stxb202003120512

汪元凤,董仁才,肖艳兰,岳敏慧,王朋,段昌群,刘嫦娥.从景感生态学视角分析城市立体绿化内涵与功能——以深圳市为例.生态学报,2020,40(22):8085-8092.

Wang Y F, Dong R C, Xiao Y L, Yue M H, Wang P, Duan C Q, Liu C E. Analysis of the connotation and function of urban three-dimensional greening based on landsenses ecology: a case study of Shenzhen. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(22): 8085-8092.

## 从景感生态学视角分析城市立体绿化内涵与功能 ——以深圳市为例

汪元凤<sup>1,2,3</sup>,董仁才<sup>2</sup>,肖艳兰<sup>1,3</sup>,岳敏慧<sup>1,3</sup>,王朋<sup>1,3</sup>,段昌群<sup>1,3</sup>,刘嫦娥<sup>1,3,\*</sup>

1 云南大学生态与环境学院暨云南省高原山地生态与退化环境修复重点实验室,昆明 650091

2 中国科学院生态环境研究中心 城市与区域生态国家重点实验室,北京 100085

3 云南省高原湖泊生态修复及流域管理国际联合研究中心,昆明 650091

**摘要:**城市用地日益紧张,城市建(构)筑物高度不断抬升,理应赋予城市空间载体更多的生态功能。景感生态学倡导在保持、改善和增加城市生态系统服务的同时提升居民满意度和可持续发展能力。城市立体绿化具有降温、降噪、滞尘、固碳等功能,是节能减排的有效举措。通过对深圳市立体绿化实地调查和景感生态学分析,剖析了立体绿化在促进居民的视觉、听觉、嗅觉、味觉及触觉等物理感知及心理认知功能方面的作用,以及增强城市生态系统服务的机理。研究表明,立体绿化是城市景感营造的有效手段,既能增强城市生态系统服务价值,也能提高城市空间利用率;在增加城市绿视率的同时,丰富了居民的物理感知及心理认知。最后,讨论了景感生态学理论与方法在立体绿化中的实际应用,以及景感营造技术在城市绿色建筑中的作用,以期让景感营造技术为提升立体绿化水平,进而为促进城市绿地系统规划提供支撑。

**关键词:**景感生态学;立体绿化;景感营造;深圳市;生态系统服务

## Analysis of the connotation and function of urban three-dimensional greening based on landsenses ecology: a case study of Shenzhen

WANG Yuanfeng<sup>1,2,3</sup>, DONG Rencai<sup>2</sup>, XIAO Yanlan<sup>1,3</sup>, YUE Minhui<sup>1,3</sup>, WANG Peng<sup>1,3</sup>, DUAN Changqun<sup>1,3</sup>, LIU Chang'e<sup>1,3,\*</sup>

1 School of Ecology and Environmental Sciences & Yunnan Key Laboratory for Plateau Mountain Ecology and Restoration of Degraded Environments, Yunnan University, Kunming 650091, China

2 State Key of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

3 International Cooperative Center of Plateau Lake Ecological Restoration and Watershed Management of Yunnan, Kunming 650091, China

**Abstract:** Urban land use is becoming increasingly dense, and the height of urban structures continues to rise. Urban space carriers should be given more ecological functions. How to use the limited land in the city more effectively while ensuring the level of ecosystem services is a serious challenge for urban development. Landsenses ecology advocates improving residents' satisfaction and sustainable development ability while maintaining, improving, and increasing urban ecosystem services. Three-dimensional greening, as a means of sustainable greening construction that adapts to future urban development, is increasingly valued for its role and value in improving living environments, saving urban land resources, and enriching biodiversity. Three-dimensional urban greening has cooling, noise reduction, dust retention, carbon fixation, and other

**基金项目:**中国科学院战略性先导科技专项(A类)(XDA23030403);国家自然科学基金项目(31660169);云南省科技计划重点研发项目(2018BC001,2019BC001)

收稿日期:2020-03-12; 修订日期:2020-08-25

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: change@ynu.edu.cn

functions, which are an effective measure of energy conservation and emission reduction. Landsenses ecology is a scientific discipline which integrates ecology with theories of sustainable development, ecosystem services, urban planning, and traditional Chinese culture; it studies land-use planning, construction, and management oriented toward sustainable development, according to ecological principles and the analysis framework of natural elements, physical senses, psychological perceptions, socio-economic perspectives, process-risk, and associated aspects. As an effective way to study ecosystem services and sustainable development, landsenses ecology integrates the sensory feelings of residents into three-dimensional urban greening construction; it also focuses on maintaining and improving three-dimensional urban greening, which helps to improve forms of living that provide people with sustainable welfare, and thereby realizes the construction of ecological urban civilization. Based on the field investigation and landsenses ecology analysis of three-dimensional greening in Shenzhen, this study analyzes the role of such greening in promoting the residents' physical perceptions and psychological cognitive functions such as vision, hearing, smell, taste, and touch as well as the mechanisms for enhancing the urban ecosystem services. The results showed that three-dimensional greening is an effective means of urban landsense creation, which not only can enhance the value of urban ecosystem services, but also improve the utilization rate of urban space. Three-dimensional greening not only directly increases the visible green index of the city, but also enriches the residents' physical perception and psychological cognition. Finally, the paper discusses the practical application of the theory and method of landsenses ecology in three-dimensional greening, and the role of landsense creation technology in urban green buildings. To provide support for landsense creation technology is to enhance the level of three-dimensional greening, so as to promote the green space planning system in urban areas.

**Key Words:** landsenses ecology; three-dimensional greening; landsense creation; Shenzhen; ecosystems service

我国城市化进程速度逐渐加快,土地供需矛盾日益突出<sup>[1]</sup>。如何有效地利用城市有限土地的同时,保障生态系统服务水平,是城市发展所面临的严峻挑战<sup>[2]</sup>。作为城市平面绿化的补充,立体绿化应运而生。立体绿化是指植物依附于各种构筑物及其他空间结构的一种绿化形式,即利用植物向纵向空间发展的绿化方式<sup>[3-4]</sup>。国内外在立体绿化提升城市生态功能方面已经开展了大量研究。Mentens J.等探讨了绿色屋顶与城市降雨径流变化的关系,证明了屋顶绿化能明显减少雨水径流<sup>[5]</sup>。Braaker S.等指出广泛推广绿色屋顶能够减少城市绿色空间的丧失,并探讨了绿色屋顶为城市提供的生态系统服务以及屋顶绿化带来的生态和经济效益<sup>[6-8]</sup>。Alexandri E.等研究表明屋顶绿化及墙面绿化能有效降低建筑温度,不但可为建筑节约能源,还能在局部范围内缓解城市热岛效应<sup>[9]</sup>。彭毓等研究了立体绿化在园林绿化及建设生态城市中的作用<sup>[10-13]</sup>,肖玉妮探讨了立体绿化在城市景观中的营造技术<sup>[14]</sup>。虽然国内外对城市立体绿化做了大量研究和分析,但大部分都是探讨立体绿化所带来的生态、社会效益,很少基于城市居民的物理感知及心理认知,分析立体绿化给城市居民带来的感官感知的变化。普遍认为,植物的色彩、芳香、质地、形态、声音、味道对人的视觉、听觉、嗅觉、触觉及味觉产生影响,能促进人的身心健康,缓解人的精神疲劳,立体绿化将对城市居民生活环境满意度和幸福感具有积极的影响<sup>[15-18]</sup>。

2015年,赵景柱等学者将生态学与可持续发展、生态系统服务、城市规划、中国传统文化等理论进行融合,提出以景感生态学(Landsenses ecology)的理念和方法解决在城市规划和建设中遇到的问题<sup>[19]</sup>。景感生态学理论作为研究生态系统服务和可持续发展的有效途径<sup>[20]</sup>,在注重城市立体绿化保持和改善生态系统服务的同时,倡导将居民的感官感知纳入城市立体绿化建设中,这有助于更好的为民众提供可持续福利,从而实现城市生态文明建设<sup>[21]</sup>。

本文从景感生态学视角出发,探讨立体绿化在促进居民的视觉、听觉、嗅觉、味觉及触觉等物理感知及心理认知功能等方面的作用,及其增强城市生态系统服务的机理。以期用景感生态学理论推进立体绿化建设,促进城市生态文明建设及可持续发展。

## 1 立体绿化与景感营造的关系

新的城市形态发展要求城市规划不仅要关注传统而简单的人与自然的关系,还应提升到更加注重以人为本的发展模式,尤其是关注人类的情感(快乐、满足),活动(偶然性活动和基本活动)和人类本身(个人和群体)<sup>[22]</sup>。立体绿化作为一种适应未来城市发展的可持续绿化建设手段,在改善人居环境、节约城市土地资源和丰富生物多样性中的作用和价值日益受到重视。作为城市生态系统的一部分,其已知发挥的生态系统服务包括:调节环境温度和湿度,改善城市小气候,减少城市热岛效应<sup>[23]</sup>;黏附空气中的尘埃以及杀死室内空气中一些致病的细菌,调节空气质量;桥体及墙体绿化对声音的削减和隔离,减弱噪声<sup>[24]</sup>;屋顶绿化可减少一部分雨水径流;此外,立体绿化为动物提供了更多的生境,提高城市生物多样性。

近年来,立体绿化建设的关注重点开始由“美学”、“亲自然性”向“人性化设计”逐步转变<sup>[25]</sup>。王敏等认为绿视率是居民的一种心理绿量,能够衡量人在绿化环境中的视觉感受,可提高市民对立体绿化的满意度,能给人带来良好的心理效应,从而产生心理上的满足感和舒适感<sup>[26-27]</sup>。视觉是观赏者获取空间环境信息的主要途径,立体绿化可从三维空间来增加城市绿视率。除视觉外,立体绿化也丰富了城市居民的听觉、触觉、嗅觉、味觉、风感及心理反应。植物本身具有独特的姿态、色彩、风韵,给人以丰富的感官感知,许多植物芳香宜人、色彩缤纷,能给人带来舒适柔和、心旷神怡的感受<sup>[27-28]</sup>。

赵景柱等学者所提出的景感生态学理念和方法,是将生态学与可持续发展、生态系统服务、城市规划、中国传统文化等理论进行融合,以可持续发展为目标,从自然要素、物理感知、心理认知、社会经济、过程与风险等方面,研究土地利用规划、建设与管理的科学<sup>[19]</sup>。景感生态注重以人文本的思想,通常关注八个类型的感觉,包括视觉、听觉、味觉、嗅觉、触觉、风感、方向感和心理反应<sup>[22]</sup>。将景感与立体绿化相结合,能促使立体绿化有效触发城市居民感官感知的变化,尤其是在视觉与心理反应层面上。

景感生态学在实践方面提倡通过景感营造把愿景赋予或融入载体,主要有三种途径:包括借助载体、改造载体和新建载体<sup>[20]</sup>。而在立体绿化建设的应用中主要有两种途径:一是借助新增的载体,将其愿景融入其中进行整体规划建设;二是在既有载体的基础上将愿景融入其中进行改造<sup>[20,29]</sup>。人的视觉、听觉、嗅觉、味觉和触觉等物理感知和心理认知是系统且相互影响的,城市立体绿化在营造过程中,理应充分考虑居民物理感知的系统性及心理认知的整体性,从多种感官感知来丰富人的物理感知及心理认知。

立体绿化能提升城市生态系统服务,是实现城市可持续发展的重要措举,而景感生态学与景感营造的手段不仅可以将与生态系统服务紧密联系起来,也是联系生态系统服务和可持续发展的桥梁。因此,可以将景感生态学的理论应用到立体绿化建设中,进而为城市全方位的绿地系统规划提供理论支持。用景感营造技术指导立体绿化建设,有助于设计师在规划立体绿化项目时将生态系统服务、可持续发展等愿景融入载体中,更好地发挥立体绿化在城市生态系统中的作用。

## 2 研究区域与方法

### 2.1 研究区域概况

深圳市是粤港澳大湾区四大中心城市之一,毗邻香港,位于北回归线以南,界于 22°24′—22°52′N, 113°46′—114°37′E 之间(图 1),属热带、亚热带季风海洋性气候。深圳市全年气候温暖,空气湿润,十分适合植物生长,植物种类多样,植物维护管理成本低于中国北方其他城市<sup>[30]</sup>。因此,深圳市开展立体绿化,推行绿色建筑,具有较大优势。

从 1990 年颁布《深圳市屋顶美化实施办法》到 2019 年开始实施《深圳市立体绿化实施办法》,30 年间,深圳市立体绿化经历了起步、发展、增长、完善四个阶段,分别是:第一阶段,市域统筹,各区细化,试点摸索,调整推进;第二阶段,行业协会,促进发展,技术规范,匀速发展;第三阶段,政府重视,政策完善,全面统筹,加快增长;第四阶段,行业支撑,群众响应,健全体系,专项推广<sup>[31]</sup>。在市政府决策支撑下,深圳立体绿化在我国处于

领先地位<sup>[32]</sup>。据统计,截至 2019 年,深圳市全市已绿化屋顶面积为 155 万 m<sup>2</sup>,绿化立交桥 80 余座、人行天桥 120 余座<sup>[33]</sup>。随着深圳加快推进一流国际化城市环境建设步伐,城市绿化建设将不再局限于“见缝插绿”,需要向“空中借地”,在屋顶、天桥、墙体等城市三维空间添加绿色元素,努力将生态自然与城市建筑融为一体。

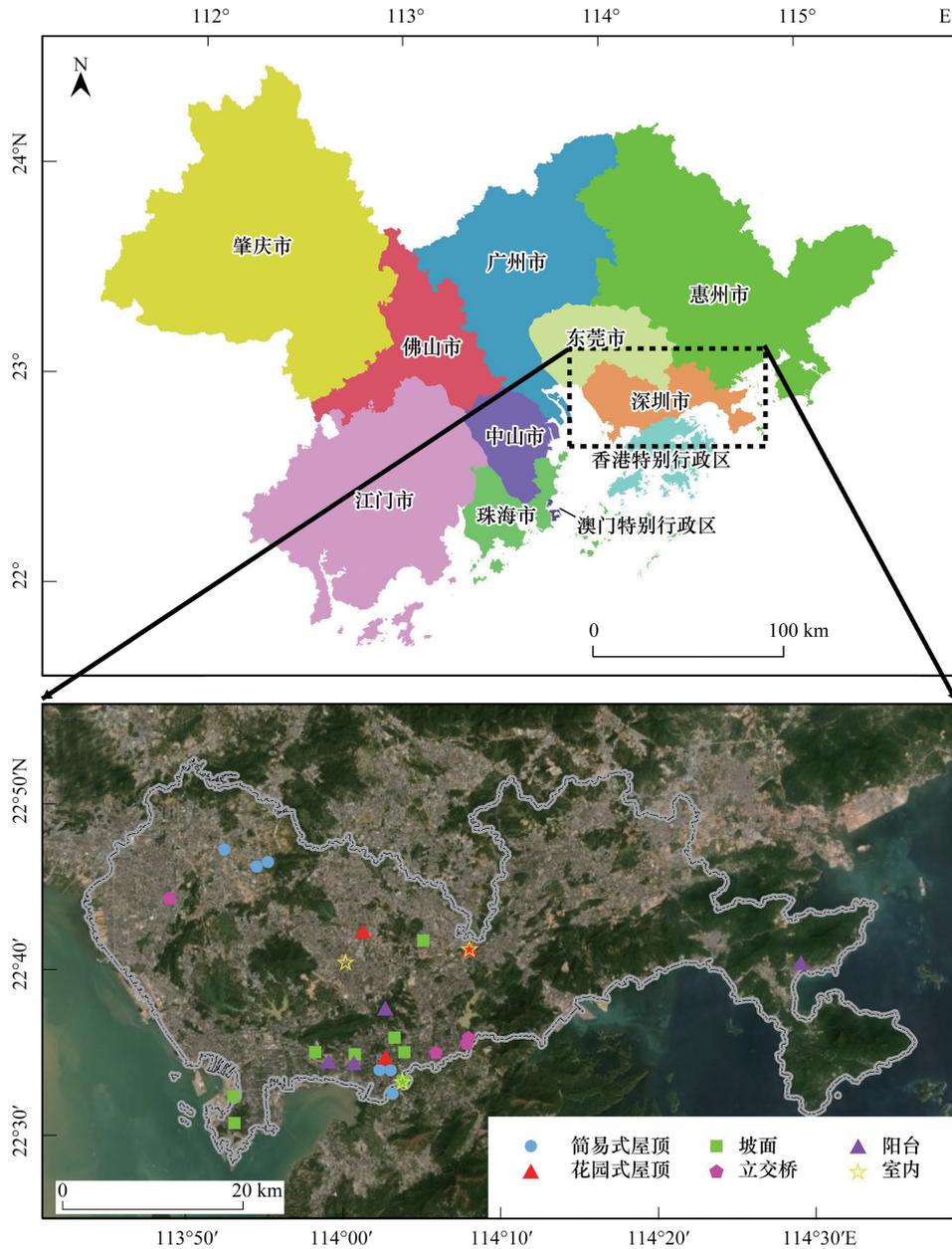


图1 研究区域示意图

Fig.1 Schematic diagram of research area

### 2.2 立体绿化案例调查

2019 年 7—8 月开展了深圳市立体绿化案例调查和分析。首先,在查阅相关文献资料,访问深圳市立体绿化行业协会及其会员单位基础上,确立了 6 种常见立体绿化案例类型。后经实地踏勘、行人访谈,分析了分布在城市不同地点的近 30 个经典案例(图 1)。详细记录了这些立体绿化工程案例及其所使用的代表性植物(表 1,图 2),并从景感生态学的视角出发,对其进行分析。

表 1 立体绿化研究案例表

Table 1 Case table of three-dimensional greening research

类型 Type	立体绿化案例 Three-dimensional greening case	代表性植物 Representative plant
简易式屋顶绿化 Simple roof greening	皇岗小学屋顶绿化、福新小学屋顶绿化、万乘储运大厦屋顶绿化、光明新区龙光玖龙台售楼中心屋顶绿化、光明区群众体育中心屋顶绿化、光明人民医院屋顶绿化	佛甲草 ( <i>Sedum lineare</i> )、八宝景天 ( <i>Hylotelephium erythrostictum</i> ) 等景天科 ( <i>Crassulaceae</i> ) 植物, 大花马齿苋 ( <i>Portulaca grandiflora</i> ) 等
花园式屋顶绿化 Garden roof greening	植己美好生活体验馆屋顶花园、深圳证券交易所屋顶绿化、龙华区园林绿化管理中心屋顶花园	龙船花 ( <i>Ixora chinensis</i> )、变叶木 ( <i>Codiaeum variegatum</i> )、金银花 ( <i>Lonicera japonica</i> )、蔬菜等
墙面(坡面)立体绿化 Wall (slope) three-dimensional green	侨城坊商业中心墙面绿化、深圳市城市管理和综合执法局办公楼墙面绿化、福田口岸植物墙、前海自贸区入口立体绿化、香蜜湖公园立体绿化、汉京九榕台坡面绿化、甘坑小镇立体绿化、福田区振华西路垃圾转运站墙面绿化	扶芳藤 ( <i>Euonymus fortunei</i> )、鸭跖草 ( <i>Commelina communis</i> )、鸭脚木 ( <i>Schefflera octophylla</i> )、爬山虎 ( <i>Parthenocissus tricuspidata</i> ) 等
桥体绿化 The bridge greening	星河丹堤隧道上盖绿化、新秀天桥绿化、罗芳立交桥绿化、深南东路上人民南人行天桥绿化、蔡屋围人行天桥绿化	三角梅 ( <i>Bougainvillea spectabilis</i> )、常春藤 ( <i>Hedera nepalensis</i> )、爬山虎 ( <i>Parthenocissus tricuspidata</i> ) 等
阳台立体绿化 Three-dimensional greening of balcony	侨城坊树楼阳台绿化、金迪世纪大厦阳台绿化、天御香山生态阳台绿化	吊兰 ( <i>Chlorophytum comosu</i> )、三角梅 ( <i>Bougainvillea spectabilis</i> )、绿萝 ( <i>Epipremnum aureum</i> )、变叶木 ( <i>Codiaeum variegatum</i> ) 等
室内立体绿化 Three-dimensional greening of indoor	华大基因室内立体绿化、华润置地多媒体国际自然数字办公区室内立体绿化、植己美好生活体验馆室内墙面绿化、2017 年世界植物学大会会展中心立体绿化	绿萝 ( <i>Epipremnum aureum</i> )、吊兰 ( <i>Chlorophytum comosum</i> )、竹芋 ( <i>Maranta arundinacea</i> )、蕨类 ( <i>Pteridophyta</i> ) 等耐阴植物



图 2 立体绿化实景图

Fig.2 Three-dimensional green picture

实景图来源于深圳市立体绿化行业协会;其中:a. 植己美好生活体验馆墙面绿化,b. 植己美好生活体验馆屋顶农场,c. 植己美好生活体验馆室内绿墙,d. 植己美好生活体验馆墙面绿化,e. 侨城坊九方荟,f. 侨城坊九方荟,g. 深圳市城市管理和综合执法局办公楼墙面绿化,h. 植己美好生活体验馆室内绿墙,i. 皇岗小学屋顶绿化,j. 深圳证券交易所屋顶绿化,k. 汉京九榕台坡面绿化

### 3 讨论与分析

#### 3.1 立体绿化增强城市生态系统服务

通过对不同类型的立体绿化案例分析和居民访谈发现,不同形式的立体绿化对居民生产的感官感知及生

态系统服务价值各不相同。表 2 统计了不同类型立体绿化对居民产生的感官感知类型、生态系统服务价值以及所影响的范围。

表 2 立体绿化的感官感知及生态系统服务分析

Table 2 Analysis on the perception and ecosystem services of three-dimensional greening

类型 Type	感官感知 Sensory perception	生态系统服务价值 Ecosystem service function	影响范围 Scope of influence
简易式屋顶绿化 Simple roof greening	视觉、触觉、心理反应	固氮释氧、调节小气候、减噪、净化空气、节能减排	顶楼居民、附近高层建筑居民
花园式屋顶绿化 Garden roof greening	视觉、听觉、味觉、嗅觉、触觉、风感和心理反应	固氮释氧、调节小气候、减噪、净化空气、休闲娱乐、生物多样性、节能减排、美学功能	顶楼居民、游客及附近高层建筑居民
墙面(坡面)立体绿化 Wall (slope) three-dimensional green	视觉、听觉、触觉、风感和心理反应	固氮释氧、调节小气候、减噪、净化空气、美学功能、节能减排	墙内居民、行人
桥体绿化 The bridge greening	视觉、风感和心理反应	固氮释氧、调节小气候、减噪、净化空气、美学功能	司机、行人
阳台立体绿化 Three-dimensional greening of balcony	视觉、听觉、味觉、嗅觉、触觉和心理反应	固氮释氧、调节小气候、减噪、净化空气、美学功能	室内居民、行人及附近居民
室内立体绿化 Three-dimensional greening of indoor	视觉、嗅觉、触觉和心理反应	固氮释氧、调节小气候、净化空气、节能减排	室内居民

从表 2 中可以看出,各类型立体绿化对居民的视觉、心理反应等感官感知产生不同影响。立体绿化一般都具有固氮释氧、调节小气候、减噪、净化空气等生态系统服务价值。由于不同类型立体绿化所服务的对象不同,其对居民的感官感知、生态系统服务价值及产生的影响范围也不尽相同。如花园式屋顶绿化结构比较复杂,对居民的影响范围较简易式屋顶绿化、墙面、室内绿化更广,产生的生态系统服务价值更高,给人带来多样化的感观感知。桥体立体绿化由于其体量一般较其他类型立体绿化大,所产生的影响范围也更广,因此可以有效降低汽车产生的噪音和净化汽车尾气,具有较高的生态系统服务价值。

### 3.2 典型案例的景感内涵多样

深圳市经典的立体绿化案例中蕴含的丰富的景感元素,能引起居民的认同感。例如,深圳市百合花卉小镇的植己美好生活体验馆,建筑外墙及室内用近千种植物装点的生态绿墙,连接人与自然,营造出人们所向往的理想生活空间。其中以热带雨林为主题的室内绿墙,不仅能净化室内空气,增加空气湿度,还能够丰富人的视觉、嗅觉、触觉等感官感知,使人们能够更加亲近自然。该案例屋顶占地 1500m<sup>2</sup>的绿色天空农场,是一个天然种植蔬果花草的农场及一站式田园家庭体验中心,访客既能陪孩子一起体验劳动的快乐,又能感受家庭园艺生活。整个设计怀着让每一位都市人都能享受亲近自然的愿景目标,给人营造出了空中农场的感觉,为城市增添了生态美,表现出城市绿色的生命力<sup>[34]</sup>。这一案例充分体现了随着物质生活水平的提高,人们对美好生活的精神需求日益增长,以城市建筑为载体的立体绿化,已经形成一种新的生活需求。

再如,深圳市南山区华侨城的侨城坊之九方荟案例,直接将植物嵌入墙体,将景观元素延伸到建筑的立面,使得建筑与自然景观建立起有机的联系,给居民创造出别具一格的景观效果。在高密度集约性住区内,绿色空间的营造成为其设计的主导,创造了一个城市生态立体社区,植物点缀的绿墙具有强烈的视觉震撼力,从视觉、触觉、嗅觉等多种感观感受丰富了居民体验感。绿色草地建造于建筑之上,给人心旷神怡的感受,提高了整个建筑的生态、社会、经济效益。同样,侨城坊之树屋 Treehouse,秉承“会呼吸的自然派建筑”的生态理念,每个标准层均设置有阳台绿化,打破了高度与自然的壁垒,实现了对建筑边角的软化,大幅度减弱了建筑生硬的几何轮廓。不仅可为室内的人们提供新鲜的空气、调节室内温度,吸收灰尘等,而且提高了室内的绿视率,使身处绿色植物之中的人们办公变得更加舒适、惬意,体现了人、自然、城市和谐共处的理念。其屋顶公共的空中花园,不仅拉近了人与自然的距离,而且绿植具有降温效果,可节能减排,缓解暴雨径流。

此外,对交通基础设施进行立体绿化改造,充分将景感生态学理念融汇到城市建(构)筑物中。如星河丹堤隧道上盖绿化、新秀天桥绿化、罗芳立交桥绿化、蔡屋围人行天桥绿化等各类街区桥梁绿化,在不同的空间立面上附上植物,让原本生硬冰冷的钢筋混凝土成为空间的点睛之笔,不仅可吸收汽车尾气产生的有害气体、净化空气、降低噪音,而且让城市“灰”桥变为“绿”桥,软化了城市生硬的几何线条,增加了城市的绿视率,可缓解司机的视觉疲劳,此外,不同的植物以及植物的季相变化还能丰富行人的视觉感受。

## 4 结论与建议

### 4.1 以景感生态学理念推进立体绿化建设

基于景感生态学基本原理,应用景感营造技术,将生态文明、可持续发展的愿景融入立体绿化建设中,有助于推动城市可持续发展。立体绿化能提升城市生态系统服务,扩大居民受益范围,丰富人们的视觉、触觉、心理反应等感官感知。在未来的城市规划中,为了提升立体绿化的生态效益、提高居民的生态福利,应该大力推广立体绿化,这特别需要政府的有序引导。《深圳市立体绿化实施办法》根据深圳市立体绿化的总体目标和空间布局,要求新建公共建(构)筑物实施屋顶绿化或架空层绿化,实际绿化面积不宜少于屋顶或架空层可绿化面积的60%;新建公共建(构)筑物以及市政设施实施墙(面)体绿化、桥体绿化、棚架绿化、窗阳台绿化、硬质边坡绿化,实际绿化面积不宜少于载体外立面可绿化面积的20%,这为立体绿化建设提供了硬性参考指标<sup>[35]</sup>。

### 4.2 开展景感营造促进城市绿色建筑发展

在粤港澳大湾区建设过程中,建筑用地与城市绿化用地之间的矛盾将日益加剧,而立体绿化是突破这一瓶颈、增加城市绿量的有效途径。《深圳市立体绿化实施办法》要求市住房和城乡建设部门将立体绿化纳入绿色建筑评价范围并予以推广<sup>[35]</sup>。针对不同的建筑,在充分考虑房屋承重、安全、建筑立面的材质及绿化效果等综合因素基础上,因地制宜选用不同的立体绿化方式,可增加绿视率,增添建筑舒适度与宜人感,同时起到节能减排的作用。同时,运用景感营造技术,将文化、地域特点、现代理念等融入建筑,使绿色建筑不仅仅是技术、植物的组合,更是个性化、人性化、艺术美感、文化理念全面发展的绿色建筑<sup>[36]</sup>。

### 4.3 将景感营造和立体绿化纳入绿地系统规划

当前,国内立体绿化建设发展缺乏统筹规划,现行城市绿地系统规划中,并未提及立体绿化相关内容及要求。而立体绿化在城市建设中扮演越来越重要的角色,其必然成为城市绿地系统重要且不可或缺的组成部分<sup>[29]</sup>,应该予以充分重视。《深圳市立体绿化实施办法》要求绿化行政主管部门应当会同规划国土部门根据《深圳市绿地系统规划》编制立体绿化发展专项规划<sup>[35]</sup>。从整体层面来看,立体绿化工作缺乏整体性和系统性,应从景感生态学视角出发,结合城市绿地系统功能提升和公共空间效率提升,充分发挥立体绿化的生态、社会及景观效益,融入城市居民物理感知、心理认知等要素,才能有效推进未来立体绿化建设<sup>[29]</sup>。在编制立体绿化发展专项规划方面,应将景感营造技术应用于立体绿化建设,并与土地利用规划和城市总体规划有机衔接,对新建载体的立体绿化,应当与主体工程同时规划、同时设计、同时建设、同时验收,才能更好地、科学地规范和指导城市立体绿化建设,促进城市立体绿化健康有序地发展,提高城市的立体绿化的整体水平。此外,也应借鉴国外立体绿化建设成熟地区的法律条文、标准及激励政策,提出立体绿化建设策略和多样化的激励措施,推动立体绿化快速发展。

植物作为立体绿化的主体,被赋予各种精神象征,注入景感营造技术和理念,让绿化工程在带来生态系统服务的同时,更能丰富居民的物理感知及心理认知。以景感生态学理论为支撑,用景感营造技术指导立体绿化,将生态意识、可持续发展等理念及精神融入立体绿化中,有助于实现城市可持续发展。深圳市的立体绿化工作为粤港澳大湾区生态文明建设提供了宝贵经验,“美丽湾区”建设应充分发挥地理区位、气候等资源优势,大力发展立体绿化,提升城市群生态系统产品供给能力。

致谢:感谢深圳市立体绿化行业协会对本研究提供的帮助和支持。

#### 参考文献 (References):

- [ 1 ] 宁珊, 张正勇, 周红武, 李丽, 赵贵宁. 基于生态服务价值的玛纳斯河流域土地利用结构优化. 生态学报, 2019, 39(14): 5208-5217.
- [ 2 ] 刘丹. “立体绿化”设计在城市中的运用研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2017.
- [ 3 ] 郝洪章, 黄人龙, 吕立祥. 城市立体绿化. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1992: 1-1.
- [ 4 ] 罗平, 罗婷文. 土地管理三维思维: 土地立体化利用管理技术. 北京: 科学出版社, 2018: 3-10.
- [ 5 ] Mentens J, Raes D, Hermy M. Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century? *Landscape and Urban Planning*, 2006, 77(3): 217-226.
- [ 6 ] Oberndorfer E, Lundholm J, Bass B, Coffman R R, Doshi H, Dunnett N, Gaffin S, Kohler M, Liu K K Y, Rowe B. Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. *BioScience*, 2007, 57(10): 823-833.
- [ 7 ] Getter K L, Rowe D B. The Role of Extensive Green Roofs in Sustainable Development. *Hortscience*, 2006, 41(5): 1276-1285.
- [ 8 ] Braaker S, Ghazoul J, Obrist M K, Moretti M. Habitat connectivity shapes urban arthropod communities: the key role of green roofs. *Ecology*, 2014, 95(4): 1010-1021.
- [ 9 ] Alexandri E, Jones P. Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. *Building and Environment*, 2008, 43(4): 480-493.
- [ 10 ] 陈高明, 姜博阳. 立体绿化在建设生态城市中的作用及发展方式探析. 建筑与文化, 2019, (11): 106-108.
- [ 11 ] 廖英, 程梅. 发展立体绿化促进重庆城市生态建设的建议. 南方农业, 2015, 9(22): 24-25, 29-29.
- [ 12 ] 刘学斌. 立体绿化在城市园林中的应用探讨. 现代园艺, 2017, (15): 124-126.
- [ 13 ] 彭毓. 立体绿化在深圳园林绿化中的应用. 现代园艺, 2018, (14): 160-160.
- [ 14 ] 肖玉妮. 现代城市立体景观绿化的营造技术. 现代园艺, 2019, (16): 167-168.
- [ 15 ] Shibata S, Suzuki N. Effects of indoor foliage plants on subjects' recovery from mental fatigue. *North American Journal of Psychology*, 2001, 3(3): 385-396.
- [ 16 ] 李树华. 尽早建立具有中国特色的园艺疗法学科体系(下). 中国园林, 2000, (4): 32.
- [ 17 ] 李霞. 园林植物色彩对人的生理和心理的影响[D]. 北京: 北京林业大学, 2012.
- [ 18 ] 章俊华, 刘玮. 园艺疗法. 中国园林, 2009, 25(7): 19-23.
- [ 19 ] Zhao J Z, Liu X, Dong R C, Shao G F. Landsenses ecology and ecological planning toward sustainable development. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 2016, 23(4): 293-297.
- [ 20 ] Zhao J Z, Yan Y, Deng H B, Liu G H, Dai L M, Tang L N, Shi L Y, Shao G F. Remarks about landsenses ecology and ecosystem services. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 2020, 27(3): 196-201.
- [ 21 ] 赵景柱. 关于生态文明建设与评价的理论思考. 生态学报, 2013, 33(15): 4552-4555.
- [ 22 ] 石龙宇, 赵会兵, 郑拴宁, 于天舒, 董仁才. 城乡交错带景观生态规划的基本思路与实现. 生态学报, 2017, 37(6): 2126-2133.
- [ 23 ] 肖寒. 城市空间立体绿化的模式与未来的发展[D]. 北京: 北京林业大学, 2012.
- [ 24 ] 林树财. 几种立体绿化典型案例分析与评价[D]. 广州: 华南农业大学, 2016.
- [ 25 ] 萧蕾, 季桐. 新加坡立体绿化管控模式及其启示, 中国园林. (2019-09-12) [2020-03-12]. <https://www.doc88.com/p-6909931540981.html>.
- [ 26 ] 王敏, 彭映雨. 高密度城市绿色空间发展的新诠释. 园林, 2018, (1): 28-33.
- [ 27 ] 藏海晓. 立体绿化设计在高层居住社区中的应用研究[D]. 济南: 山东建筑大学, 2014.
- [ 28 ] 李刚. 立体绿化设计是城市可持续发展的迫切需要. 美术大观, 2015, (10): 96-97.
- [ 29 ] 陈柳新, 唐豪, 刘德荣. 对高密度特大城市绿地系统规划中立体绿化建设发展的思考——以深圳为例. 广东园林, 2017, 39(6): 86-90.
- [ 30 ] 李欣格, 张锋, 李龙涛. 基于气候特征的西北城市立体绿化规划设计——以西安高新区为例//活力城乡 美好人居——2019 中国城市规划年会论文集(08 城市生态规划). 重庆: 中国城市规划学会, 重庆市人民政府, 2019: 11-11.
- [ 31 ] 吴硕贤. 沪深穗立体绿化发展脉络与思考. 住宅与房地产, 2018, (32): 21-22.
- [ 32 ] 刘驰. 深圳市办公建筑立体绿化设计策略研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2013.
- [ 33 ] 刘斌. 模块式外墙立面绿化营造初探——以深圳金龙路垃圾站建设项目为例. 广东园林, 2017, 39(2): 80-84.
- [ 34 ] 祝丹, 张会磊, 徐宏浩. 国内外城市立体绿化现状的比较研究. 沈阳大学学报: 社会科学版, 2012, 14(4): 140-142.
- [ 35 ] 深圳市城市管理局. 深圳市城市管理局关于印发《深圳市立体绿化实施办法》的通知. 深城管规[2019]1号. (2019-01-30) [2020-08-11]. [http://www.sz.gov.cn/zfgb/2019/gb1087/content/post\\_4998434.html](http://www.sz.gov.cn/zfgb/2019/gb1087/content/post_4998434.html).
- [ 36 ] 刘晓琳. 我国生态环境可持续发展背景下绿色建筑维度的未来发展趋势和建设原则. 地产, 2019, (18): 25-26.