

基于碳中和视角的深圳光明科学城中心区生态设计探讨

Ecological Design of the Central Area of Shenzhen Guangming Science City Based on the Perspective of Carbon Neutrality

颜佳 孙芝倩 王玉萍
YAN Jia, SUN Zhi-qian, WANG Yu-ping

摘要: “碳中和”是应对全球气候危机的研究热点,如何增强城市风景园林绿地的碳汇功能成为了亟待解决的问题。首先对碳中和视角下的城市发展和风景园林在其中的功能定位进行了论述,说明了基于碳中和视角进行城市风景园林规划与设计的必要性和可行性。然后,以深圳光明科学城中心区城市设计为例,对其中基于碳中和理念的生态设计与实践进行了总结,并提出了适于我国国情的4个助力碳中和目标的总体策略,分别是保护城市原有植被和碳汇,合理规划城市绿地资源,建立碳汇定量计算与管控体系及发挥城市绿地的科教价值。

关键词: 碳中和; 低碳城市; 低碳园林; 园林植物
中图分类号: TU986
文献标志码: A
文章编号: 1671-2641 (2022) 02-0002-05
收稿日期: 2021-08-04
修回日期: 2021-10-27

Abstract: Carbon neutrality has become a research hotspot in response to global climate crisis, and how to enhance the carbon sink function of urban green spaces has also become an urgent problem to be solved. Firstly, this paper discusses urban development from the perspective of carbon neutrality and the functional orientation of landscape architecture in it, and illustrates the necessity and feasibility of urban landscape architecture planning and design based on the perspective of carbon neutrality. Then, taking the urban design of central area of Shenzhen Guangming Science City as an example, the paper summarizes ecological design and practice based on the concept of carbon neutrality, and proposes 4 overall strategies suitable for Chinese national conditions to help the goal of carbon neutrality, including to protect the original vegetation and carbon sink of the city, rationally plan urban green space resources, establish a quantitative calculation and control system for carbon sinks, and give full play to the scientific and educational value of urban green space.

Key words: Carbon neutrality; Low-carbon cities; Low-carbon gardens; Garden plants

随着社会经济水平的快速增长与科技的不断进步,气候变化、资源紧张、环境污染和生态破坏等问题日益凸显,人类要以“碳中和”为目标,共同创造更美好、更安全的人居环境。在城市的建设与发展过程中,风景园林规划与设计扮演着不可或缺的角色,将碳中和理念贯彻落实到城市绿地规划和园林设计中,是节能减排和提升城市生态质量的有效途径。

1 基于碳中和视角的城市发展和风景园林定位

2020年9月22日,国家主席习近平在第七十五届联合国一般性辩论及气候雄心峰会等国际场合多次作出“2030年碳达峰、2060年碳中和”的庄严承诺,对内符合我国实现可持

续发展的现实要求,对外在国际上彰显了我国的战略决心和担当。要实现经济社会与生态环境的和谐发展,必须要通过技术革新、产业转型和新能源开发等积极措施来减少温室气体的排放,应对与适应气候变化^[1]。在此时代背景下,从“低碳经济”“低碳生活”,到致力于低碳发展的“低碳城市”“低碳园林”,无一不体现着在“双碳”目标的指引下,迎来的是一场广泛而深刻的社会变革^[2]。

目前,中国有60%的人长期居住在城市之中,而城市的碳排放量占中国总排放量的70%以上^[3]。城市是居民、产业和能源消耗的聚集地,以城市为主体的规划对于实现碳中和更具政策有效性和实践意义。建设用地的无序扩张和极端天气给城市带来了一系列生态问题,城市的生态多样

性保护与生态系统服务功能修复理应成为风景园林行业的重中之重。气候变化对城市地区的水资源和能源供应,排水、交通和电信等基础设施系统,包括卫生保健和急救在内的服务,以及生态环境带来复杂且持续的影响^[4]。随着城市人口高度聚集、产业与交通大量排热和开发建设的快速发展,城市热岛效应也日益突显,亟待大力调整城市空间结构和保护城市的水体与湿地^[5]。绿地、湖泊、湿地等自然生态系统具有很强的固碳能力,高质量的城市生态体系中和碳排放的能力也很强^[2]。在应对气候变化的过程中,城市实现碳中和要从“源”与“汇”2个角度探索有效途径。主要有2个思路,一是减少人为的碳排放,主要是通过节能减排、提质增效等方式实现;二是重视自然生态系统的固碳作用,

利用森林碳汇和碳封存等技术等手段,来抵消空气中已有的碳排放^[6]。低碳视角下的城市主要具有效率高、良性循环、人与自然是和谐共生的特征。

早在2008年,美国景观设计师协会(ASLA)在《2008年气候变化声明》中强调了风景园林设计师的地位和责任,即通过科学合理的土地规划和利用,智慧社区的规划和设计,如雨水管理、屋顶花园和低维护景观建设,来减少对化石能源的依赖,倡导低碳的生活方式,同时防止城乡因气候异常变化而遭受自然灾害^[7]。风景园林行业在低碳城市建设中的作用不仅体现在维持城市生态平衡和碳汇功能的方面,还在新型绿色建筑建设、交通系统优化的方面发挥着重要作用。过去几十年,中国的风光园林行业得到了长足的发展,但在多年实践成果中,风景园林所体现的生态作用更多局限于城市微气候的调节与改善,在气候变化背景下对于城市建设与规划的参与还远远不够。因此,如何应对与适应气候变化成为风景园林学科与行业的新内涵与新要求^[8]。在这场重要的城市变革中,风景园林行业要大规模规划和建设公共景观和城市绿色基础设施,并对现有的城市景观重塑功能、更新再生,在实践中积极融入应对气候危机的方案和措施。

2 深圳光明科学城中心区概况

2.1 总体规划

光明科学城中心区整体规划范围99 km²,其地处粤港澳大湾区广深港澳科走廊的重要节点,也是深圳建立综合国家科学中心的载体。“耦合”是为光明科学城的组织和发展提出的核心理念,旨在以一种基于交通和生态的有机发展为原则,将城市和自然交织在一起。通过城市与蓝绿空间相耦合的5个高效节点,聚集针对科学需求的城市场服务,连通科学城与周边区域(图1)。以科学公园和柴山为核心,让生态空间通过5个节点向内汇聚、向外渗透。依托一横一纵两条

轴线,结合轨道交通,站城融合,以空间布局实现对于城市场所的营造。同时,在科学城中打造各种尺度的交流空间。复合共生枢网是为科学城设计的创新公共空间体系,位于科学城中心的科学公园是区域生态核心,也是休息活动的集中区域,与绿色廊道及周边绿道相连,是城市“绿肺”。绿廊沿着绿地、道路以及水系向外延伸,像根系般深入

城市空间中,边界交叠、功能耦合,从而提升边界活力(图2)。

2.2 场地现状

场地现状地形沿水系周边低洼,东北部山体是区域内最高的山体,山顶高程约93 m,西南部小丘陵群海拔集中在30~40 m。场地总体地势较平缓,大部分区域坡度小于10°。坡度大于20°的地块占比较少。场地



图1 深圳光明科学城中心区总体平面图



图2 城市绿色廊道设计

大部分区域坡向为南、东南及西南，属于阳坡或半阳坡，适合大多数动植物生长。流经科学城的有3条河流已于2018年底完成河道整治，防洪标准均为50年一遇，主要的汇水线与河道重合度较高，汇水条件良好。场地现状植被覆盖率较高，约20%为乔木，10%为灌木，18%为草本植物和农田，总面积占比达48%。用地性质方面涉及到5处不可调整用地，以居住和商业性质为主（图3）。

3 光明科学城中心区生态设计

基于以上几方面生态因子的GIS分析数据，设计师重新定义了山水比例，拉近山水关系，优化山水格局，改变山多水少、生物种类单一的现状，提高蓝绿空间结合度，提升生态系统的多元性（图4）。设计主要以生态优先为原则，采取了水系优化、林地改良、生物多样性保护、海绵城市设计与城市慢行系统设计的五大生态设计策略。

3.1 水系优化

从碳中和的角度来说，水系优化应当就地取材或者依靠自然力设计水体的循环，能很大程度减少能源的消耗^[9]。项目在保证原有河流生态基地的前提下，根据现有流量计算新增湿地与湖体的体量极限与自净能力，构建可持续发展的大面积水体景观。基于科学合理的计算，可以沿着河床高程指导河道下挖、拓宽区域，湿地与湖体的构建偏好地势低洼、坡度低缓的非建设区域。在考虑河堤行洪要求、河岸冲刷强度和功能区的前提下，设计满足生态性、景观性与亲水性的驳岸。根据生态条件划定岸线功能，包括亲水平台、生态水岸、自然草坪等；采用不同驳岸建造手法，包括乱石驳岸、生态石笼、砾石坡等，营造连续而丰富的岸线。为了使水体驳岸兼具生态性和观赏性，选择了耐湿的乡土乔木、灌木和草本植物，形成多层次的景观带，保护原有的自然生境。

3.2 林地改良

利用GIS分析场地的开发适宜

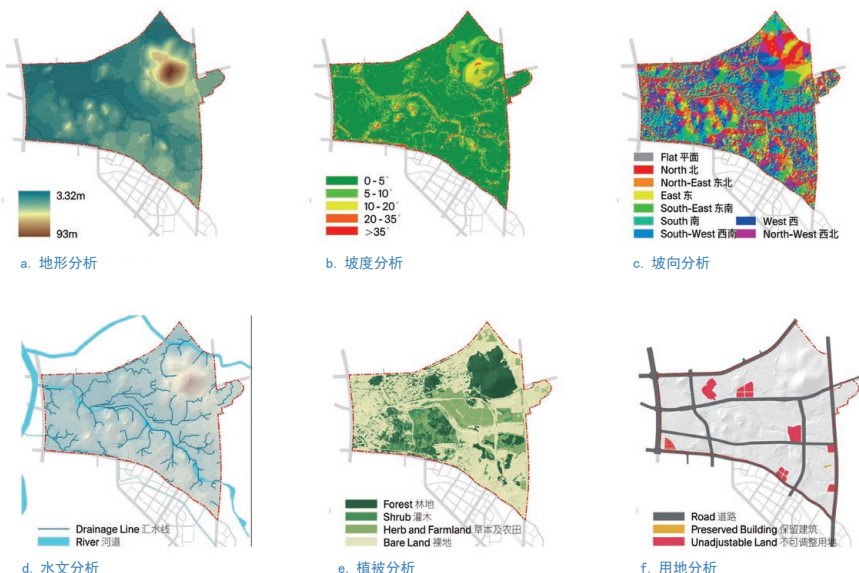


图3 生态基底分析

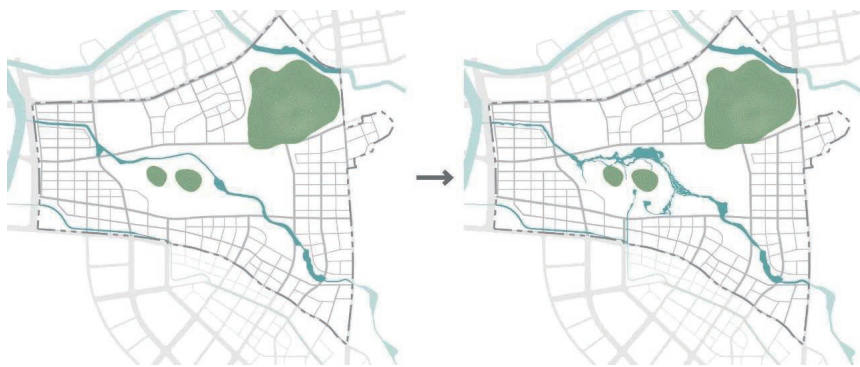


图4 山水格局优化设计

性，以确定开发建设活动用地占比及分布；日照强度分布用于指导植物配置和人行步道路线选择，以及筛选良好的视域指导风景观测点的位置排布等。根据实际调研与分析，发现场地现有植被覆盖度较高，但森林生态系统结构单一。通过区系树种配置及林相改造，清理长势不良树种与入侵物种，形成林窗，然后补植乡土树种，加快演替进程，形成深圳顶级群落南亚热带季风阔叶林；通过常绿阔叶树种、彩叶植物、开花植物以及果树等合理配置，进一步提升林地结构的稳定性及生物多样性。

3.3 生物多样性保护

当地生物多样性的保护策略主要分为3个方面：1) 保留及恢复柴山现有的自然林地，注重提高生态系统稳定性。通过林地构建，以及乔木、

灌木和草本植物的搭配，丰富群落结构，促进林地正向演替，为动物提供栖息地以及保护珍稀植物。2) 在可建设的陆地种植果树及蜜源植物，提供动物食源，并在河流沿岸构建保持水土的植被带。水生生态系统可以通过贮存在水体中的生物体有机碳和溶解态有机碳，吸收土壤和大气中的CO₂^[10]，通过对湿地和水体的修复，可以提高城市风景园林的碳汇作用。3) 针对水生生态群落选取能够净化水质的乡土水生植物，为水生动物提供庇护环境，同时通过减少堰坝、建设鱼道，保护洄游性鱼类。

3.4 海绵城市设计

通过合理的地形整理，使地表径流汇入沿主道路的植草沟，传输至雨水滞蓄区，并结合景观布置面积约0.69 hm²的雨水花园、下沉式绿

地等海绵设施，集中滞蓄、净化，总体能够达到年径流总量控制率 70% 的目标(图 5)。至于超标径流的部分，场地河道能够在暴雨期间提供蓄洪空间，保障场地防洪排涝的安全性；中游湿地能起到水质的净化作用。

3.5 城市慢行系统设计

基于碳中和理念，从公共交通方面考量，项目在该场地设计了城市慢行系统，为所有愿意采取真实行动助力碳达峰和碳中和的人们提供一个优美而舒适、便捷而环保的公共交通系统。慢行系统是一个覆盖在蓝绿系统上的三维系统，其将人们从主要的轨道站节点运送到科学城的文化和娱乐设施，并在交通和娱乐方面发挥着至关重要的作用(图 6)。城市慢行系统设置了南北向走廊、河流走廊和创新环线，将城市出行系统进行高效串联。南北向走廊将场地与北面的大装置集群、南面的国际生活社区连接起来，并穿过公园。东西走向的河流走廊是一条穿过科技园的最佳观赏路线，而创新环线则可以连接 5 个高效节点和地铁站的多级内外环线，为整个科学城提供服务。

4 碳中和视角下风景园林的设计策略

将碳中和理念贯彻落实到风景园林规划设计中，是节能减排和提升城市生态质量的有效途径。依据碳中和视角下的城市发展与现实需求，基于对光明科学城中心区生态设计的详细分析，提出 4 个方面的风景园林设计策略。

4.1 保护城市原有植被和碳汇

城市中的开放空间和自然区域网络承担着改善水质、雨洪管理和降低洪水风险等重要功能，网络中的绿道、湿地、公园、森林保护区和原生植物植被是宝贵的城市原有碳汇。首要措施是保护原有的自然植被和湿地原有碳汇，正如光明科学城中心区项目中的水系优化和林地改良策略，都是在保护现状的基础上，有针对性地

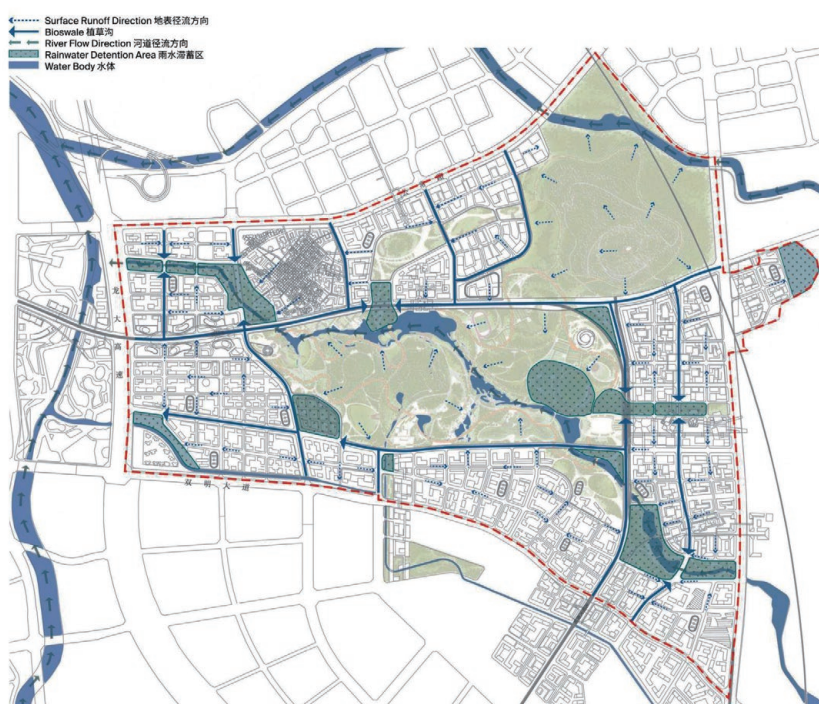


图 5 海绵城市系统设计

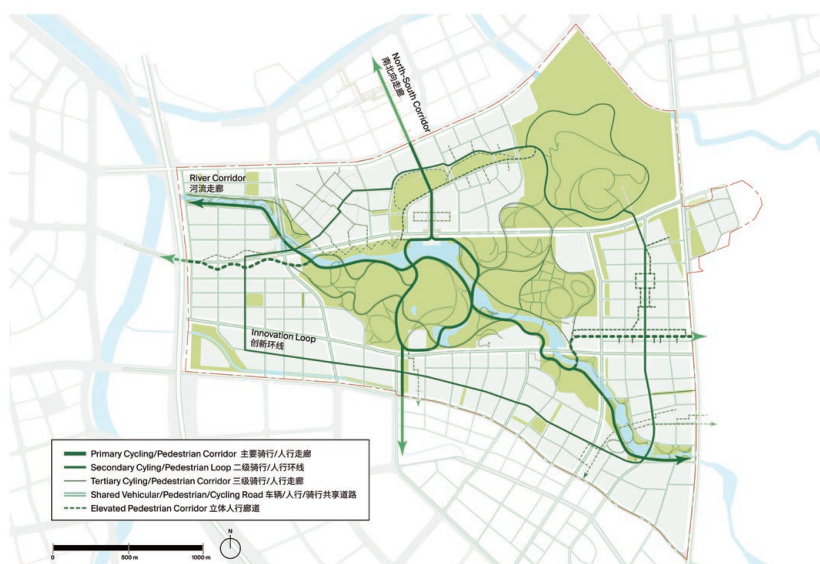


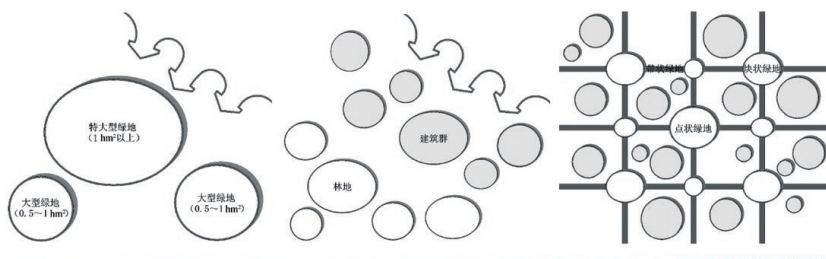
图 6 城市慢行系统设计

进行水体和森林的功能性优化。一方面，要保护和管理好城市植被和人工绿地，将园林绿地的现有碳长久保存在植物、土壤和水体中。对于自然植被的演替，应当避免人为干扰，使其尽早到达顶极群落，可增强植被碳汇，减缓全球气候变化。另一方面，要保护现有湿地不受破坏，确保其水文条件和生态环境相对稳定，才能够最大限度地发挥其生态功能。

4.2 合理规划城市绿地资源

城市绿地系统的碳汇功能在城市应对全球气候变化和温室气体排放方面发挥着重要的作用。而传统的城市绿地生态理论往往拘泥于以增加绿地面积来提高生态效益，但绿地面积不可能无限增加。因此，科学规划设计城市空间结构，合理布局各类城市绿色空间，推动形成绿色低碳的城市生态系统显得至关重要^[7]。光

明科学城中心区设计中提出了“一颗绿芯，五大节点”的城市总体空间规划，以柴山与科学公园为核心，让生态空间通过5个节点向内汇聚、向外渗透。另外，也有学者提出了“三源绿地”模式，即氧源绿地、碳源绿地、近源绿地3种布局模式有机结合的城市绿地系统，用于合理规划城市绿地空间^[11-12]（图7）。



氧源绿地：在城市外圈上风向布置大量生态绿地，从而形成能为城市提供丰富O₂的氧源。碳源绿地：碳排放量大的城市功能区附近布置具有较强碳固存能力植被的绿地布局模式。近源绿地：城市建成区范围内对于居民可达性较高的城市绿地，常采取点状与带状相结合的方式。

图7 氧源绿地、碳源绿地、近源绿地示意图

4.3 建立碳汇定量计算与管控体系

现代信息技术和3S技术不断发展和完善，将其应用于风景园林碳汇方面可形成高效准确的碳汇分析系统。在风景园林全生命周期中控制好碳排放，是风景园林行业助力实现碳中和目标的基础，可通过总量评估、合理规划和分段控制3个步骤，实现对整个项目碳排放的控制。建立碳汇管控体系的首要任务是找到适用于风景园林项目的碳汇定量方法。目前国内的碳汇定量计算体系尚未成熟，可利用美国林业局开发的i-Tree系列软件进行近似评估（图8）。

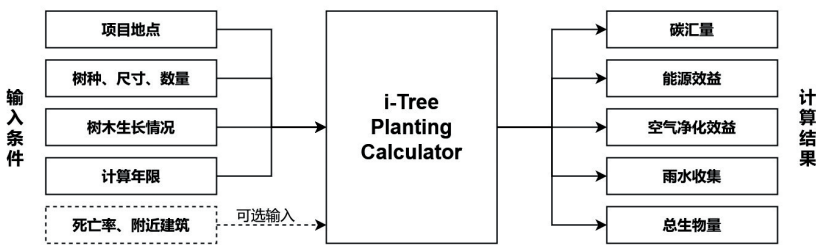


图8 i-Tree Planting Calculator 使用逻辑分析

4.4 发挥城市绿地的科教价值

从低碳和自然教育的角度出发，通过在公园绿地积极开展自然科普、生态实践、生态体验等集知识性、趣味性为一体的实践，使广大公众尤其是少年儿童接受潜移默化的自然教育，从而提升大众的生态保护意识，令当地的生态环境有一个可持续的美好未来。景观规划师和设计师的重要使命之一是维护与优化城市区域内的绿化空间，进而促进城市生态发展，以及人类与自然的定期接触。风景园林规划设计对城市原有的生态环境表现出充分的尊重，也能够带动生活在城市里面的人们主动亲近自然与保护生态环境。通过科学合理的城市空间规划，运用城市绿地的教化作用引导所有城市居民采取低碳的生活方式和生活理念，提升人们的保护环境的责任意识，也是一个构建碳中和城市的重要思路。此外，营造优美的城市景观，可在宣传普及碳汇知识、控制人口增长、倡导绿色消费、发展生物固碳等方面发挥重要的促进作用。

5 结语

目前，碳中和已经成为全球共识。为实现资源型城市向低碳城市的转型，有必要推进产业升级、能源结构优化、生态碳汇增加等措施。相对于自然森林生态系统，园林绿地的碳汇能力尽管有限，但仍然在全球碳循环中发挥着至关重要的作用。保护城市原有碳汇和生态，合理规划绿地资源，建立碳汇定量计算与管控体系，以及发挥城市绿地的科教价值，并将这些细化到风景园林项目的全生命周期，通过压缩碳排放、增加碳汇空间、合理搭配植物、循环利用资源、降低维护消耗和改善周边环境等方式，助力我国碳中和目标的实现。

注：图7来自参考文献[12]，其余图片均来源于奥雅设计及联合体光明科学城中心区城市设计一等奖竞赛方案。

参考文献：

[1] 王乐. 基于城市综合体下现代商务酒店设计策略研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2012.
 [2] 杨阳, 赵红红. 低碳园林相关理论研究的现状与思考[J]. 风景园林, 2015(2): 112-117.
 [3] 林红兵. 碳中和目标下的城市治理蓝图[EB/OL]. (2021-04-1)[2021-08-04]. <http://www.chinajsb.cn/html/202104/01/19053.html>.
 [4] 陈迎, 巢清尘, 等. 碳达峰、碳中和100问[M].

北京: 人民日报出版社, 2021.

[5] 许翔, 郭昊羽, 李晓晖. 聚焦城市降温关键问题的可持续发展解决方案——世界银行与广州的“清凉城市”试点实践[J]. 城市规划, 2021, 5(6): 35-45.
 [6] 林伯强. 城市应当是碳中和的先行者[EB/OL]. (2021-06-17)[2021-08-04]. <http://www.21jingji.com/2021/6-17/zNMDEzNzIfMTYyNTMzNA.html>.
 [7] JIANG ZHANG, YANHUI SUI, XUEBIAO GENG. Landscape Design of Urban Green Space Adaptive to Global Climate Change: A review[J]. Advanced Materials Research, 2011, 243: 6842-6845.
 [8] 刘长松. 气候变化背景下风景园林的功能定位及应对策略[J]. 风景园林, 2020, 27(12): 75-79.
 [9] 阿丽香. 低碳理念在城市园林植物景观设计中的应用[J]. 现代园艺, 2020(22): 53-54.
 [10] 王志民, 张新林, 邱小樱. 基于碳中和的旅游景区净碳排放估算与低碳景区建设——以镇江“焦山”风景区为例[J]. 南京师大学报, 2021, 39(4): 107-113.
 [11] 王永华, 高含笑. 城市绿地碳汇研究进展[J]. 湖北林业科技, 2020, 49(4): 69-76.
 [12] 付士磊, 官琪, 徐婷婷. 基于碳汇理论的沈阳城市“三源绿地”构建方法[J]. 辽宁林业科技, 2016(1): 5-8.

作者简介：

颜佳/1983年生/女/湖南长沙人/博士/深圳市奥雅设计股份有限公司(深圳518000)/专业方向为建筑设计与理论、绿色建筑科学技术、风景园林规划设计新技术
 孙芝倩/1995年生/女/重庆九龙坡人/硕士/深圳市奥雅设计股份有限公司(深圳518000)/专业方向为风景园林规划与设计
 王玉萍/1996年生/女/湖南邵阳人/硕士/深圳市奥雅设计股份有限公司(深圳518000)/专业方向为风景园林规划与设计