



•保护与治理对策•

城市社区更新中生物多样性的保护策略：以上海市长宁区生境花园为例

苏荣菲, 陈睿山*, 郭晓娜

上海交通大学设计学院, 上海 200240

摘要: 保护城市生物多样性、在城市中营造生物多样性生境是城市可持续发展的重要挑战。不断加快的城市化进程对生物多样性造成严重影响, 城市生物多样性保护在新型城镇化和生态建设中日益紧迫。生境花园作为城市生物多样性保护的一种模式, 厘清其在高密度城市中实现生物多样性保护的机制与效果, 探索其科学的建设管理模式具有重要意义。本研究采用案例分析法, 通过调研长宁区生境花园的生物多样性现状、居民参与建设和使用情况、生境花园管理模式等, 梳理分析了上海市长宁区生境花园所处区域的绿地斑块分布现状、生境花园建设前后的生境条件、政策的促进作用与建成效果, 探讨了高密度城市中社区更新背景下实现社区尺度生物多样性保护的策略, 并提出相应的生物多样性保护策略。研究表明, 生境花园是一个低维护管理的自然演替生态系统, 作为城市绿地的基本单元, 不仅填补了城市小尺度生物多样性保护的空白, 而且分布具有空间异质性, 对城市绿色生态网络的完善和生物多样性保护格局的优化起到重要作用, 然而, 生境花园依然存在知识技术方面入门难、资金投入量大、潜在障碍等问题。生境花园有效实现生物多样性保护的4种主要建设管理模式包括: (1)过程管理。包括前期选址、确定生物多样性的保护对象、建设和维护管理4个主要阶段; (2)多元合作。政府、社会、企业和居民个体多元主体形成任务导向型的合作方式; (3)具有扩大影响力的推广模式; (4)针对生境花园的潜在问题采取应对措施。建议未来的城市建设和城市更新规划中, 将生境营造和生物多样性保护纳入其中, 打造城市社区生境花园基本生态单元, 按照4种建设管理模式, 促进生境花园逐步成为城市社区尺度生物多样性保护的解决途径。

关键词: 高密度城市; 生物多样性保护; 社区尺度; 生境花园; 社区更新

苏荣菲, 陈睿山, 郭晓娜 (2023) 城市社区更新中生物多样性的保护策略: 以上海市长宁区生境花园为例. 生物多样性, 31, 23118. doi: 10.17520/biods.2023118.
Su RF, Chen RS, Guo XN (2023) Conservation strategies for biodiversity in urban community renewal: A case study of habitat gardens in Changning District, Shanghai. Biodiversity Science, 31, 23118. doi: 10.17520/biods.2023118.

Conservation strategies for biodiversity in urban community renewal: A case study of habitat garden in Changning District, Shanghai

Rongfei Su, Ruishan Chen*, Xiaona Guo

School of Design, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240

ABSTRACT

Background & Aims: Protecting urban biodiversity and creating biodiversity habitats in cities is an important challenge for urban sustainable development. The accelerating urbanization process has caused serious impact on biodiversity, and the protection of urban biodiversity is becoming increasingly urgent in the new urbanization and ecological construction. As a mode of urban biodiversity conservation, it is of great significance to clarify its mechanism and effect of biodiversity conservation in high-density cities and explore its scientific construction and management mode of habitat gardens.

Methods: This study conducted case analysis, investigated the status quo of biodiversity, residents' participation in construction and use and management mode of habitat gardens in Changning District, sorted out and analyzed the

收稿日期: 2023-04-14; 接受日期: 2023-06-25

基金项目: 国家社科重大项目(20ZDA085)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: rschen@sjtu.edu.cn

distribution status quo of green patches, habitat conditions before and after the construction of habitat gardens, and the promotion effect and completion effect of the policy in Changning District, Shanghai. The model of community scale biodiversity conservation under the background of community renewal in high-density cities was discussed, and the corresponding biodiversity conservation strategies were proposed.

Results: We found that a habitat garden is a natural succession ecosystem with low maintenance management. As the basic unit of urban green space, it not only fills the gap of urban small-scale biodiversity conservation, but also has spatial heterogeneity, which plays an important role in improving urban green ecological network and optimizing biodiversity conservation patterns. However, there are still some problems in habitat garden such as difficult entry into knowledge and technology and large capital input. There are four main modes of construction and management for biodiversity conservation in a habitat garden: (1) Process management includes four main stages: the early site selection, determination of biodiversity protection objects, construction and maintenance management; (2) Pluralistic cooperation: multi-subjects of government, society, enterprises, and individual residents form a task-oriented cooperation mode; (3) Promotion mode with expanding influence; (4) Take countermeasures against potential problems in habitat gardens.

Suggestions & Perspectives: We suggest that in future urban construction and urban renewal planning, habitat construction and biodiversity conservation should be included, and the basic ecological unit of urban community habitat garden should be built. According to the four construction and management modes, habitat garden should gradually become the solution of biodiversity conservation at the scale of urban community.

Key words: high-density city; biodiversity conservation; community scale; habitat garden; community renewal

21世纪以来,我国城市化进程不断加速,截至2022年底,我国常住人口城镇化率达到65.22% (http://www.stats.gov.cn/xxgk/jd/sjjd2020/202301/t20230118_1892285.html)。在城市发展进程中,城市生物多样性与生境面临着本地物种退化、外来物种入侵、生物同质化、生境破碎化等诸多问题(毛齐正等, 2013)。城市化导致大量自然生境和农田转变为道路和楼房等不透水面,残留的自然生境也呈破碎化状态,城市人口密度增加所带来的噪音污染、光污染、大气和水环境污染等也对城市生物有一定的干扰(刘淼, 2021)。生物多样性的锐减不仅给城市生态系统带来极大的压力,也对城市可持续发展和人类居住环境造成了不利影响。因此,城市生物多样性保护是维护城市生态安全的必然要求,也是中国新型城镇化发展的紧迫任务。

社区尺度是生物多样性保护的关键尺度。在新一轮城市发展进程中,城市社区更新,特别是中心地区的老旧社区更新,成为核心着力点(仲量联行, 2021)。党的二十大报告提出要实施城市更新行动,打造宜居、韧性、智慧城市。城市更新涉及物质空间的重塑和社会治理的重整,需要从城市发展的自然生境、基础设施等多个维度行动。老旧社区在建设初期采取了高密度的建设方式,缺乏对自然空间的考虑,随着居民生活水平的提升,对自然空间的需求也在增加,因此存在居民日益增长的美好生态

需求与当前自然空间不充分之间的矛盾。城市规划和政策影响社区人群对生物多样性的体验和理解,并增加对城市生境保护的支持(Dearborn & Kark, 2010; Karvonen & Yocom, 2011)。在社区尺度贯彻生物多样性保护的理念有利于将相关生态目标落地,与自然的日常互动使人们参与到自然保护中(Fuller & Irvine, 2010),并对身心健康、社会凝聚力、经济收益和归属感产生积极的影响(Barton & Pretty, 2010)。

城市生物多样性保护一直是研究热点,具有较强的跨学科属性。世界各地的城市都在努力创造开放空间并“再野化”社区,恢复生态系统中的生物多样性,以应对全球性的自然丧失(<https://www.weforum.org/agenda/2021/06/8-cities-rewilding-their-urban-spaces/>)。生物多样性是将生态与绿地规划设计联系起来的桥梁(王云才, 2014),城市绿地管理与生物多样性保护是城市生物多样性研究的前沿方向(张思凝和吴然, 2022)。相关研究包括城市绿地对生物多样性的影响(李玉杰等, 2018; 胡靖等, 2020)、基于绿地的景观生态特征来实现生物多样性的保护(Lepczyk et al, 2017; Wong et al, 2023),基于生物多样性保护的城市绿地构建理论(Bryant, 2006; Ahern, 2013; 郭雅婷和李运远, 2022),以及基于城市绿地系统的城市生物多样性保护对策(刘凯等, 2017; 牛铜钢和刘为, 2022)等。然而,目前各个方向主要聚

焦于城市区域中观尺度上的城市公园、绿色廊道和大型绿地等(李玉杰等, 2018; Wong et al, 2023), 在城市社区微观尺度上将生境花园与城市生物多样性保护结合起来的研究较为鲜见。

上海在城市更新与生物多样性保护方面均走在全国前列, 出台了《上海市城市更新实施办法》《上海市生物多样性保护战略与行动计划(2022–2035年)》等城市更新和生物多样性保护方面的一系列政策文件。本文基于上海市长宁区已建成的生境花园, 采用案例分析法, 探讨在生物多样性保护和城市社区更新背景下, 通过搭建生境花园建设和运维机制, 探索生物多样性规划编制、资金和技术保障、建设条件支撑、多元共享共治、以及建设过程管理和长期运营维护的重要模式, 实现此类实践案例的空间复制和有机移植, 并逐步形成城市生境网络, 最终实现城市生物多样性保护和建设生态宜居韧性社区的目的。

1 城市生物多样性保护与社区生境花园

1.1 城市发展面临的生态困境

生物多样性是人类赖以生存和发展的基础, 是地球生命共同体的血脉和根基。城市是生物多样性保护的重要一环, 城市生物多样性是指城市环境中存在的各种生物及其相互关系的多样性, 包括基因、物种和城市生态系统的多样性(俞青青和包志毅, 2006)。城市生物多样性所支撑的城市生态系统是一个自然、经济、社会的复合生态系统(王燕枫和钱春龙, 2008), 为城市提供了诸多生态系统服务, 是实现城市可持续发展的基础(张贇等, 2022)。

城市生物多样性丧失的直接驱动因素有土地利用变化、栖息地过度开发、气候变化、污染和外来物种入侵(Jaureguiberry et al, 2022)。随着全球城市化的进行, 截至2018年全世界近55%的人口居住在城市, 并有望在2050年前增长至68% (<https://www.un.org/zh/desa/2018-revision-world-urbanization-prospects>)。城市化进程的加快使城市土地利用和管理发生了很大变化, 城市生物多样性与城市生态系统面临多重挑战(<https://www.aepish.org.cn/news/show.php?itemid=1228>)。一方面, 城市内的社会经济活动会通过直接或间接的方式影响生物及其栖息地(He et al, 2014), 因此, 在某种程度上, 基于城市的解决

方案是遏制全球生物多样性丧失的重要一环。另一方面, 城市内生物多样性的保护是一项有关协调城市治理中土地高效使用和生态系统管理的全球性挑战, 寻找一种行之有效的解决方案对全球城市都具有一定的借鉴意义。城市生物多样性保护不是圈地保护式地形成与外界隔绝的单调系统, 例如中心城区的街头绿地和公园, 也并非城市内提供科研、生态服务等功能的嵌入式辅助系统, 例如自然基地, 它包括更深层次的内涵, 城市生物多样性的保护需要与非城市系统建立起自然联系、互相渗透, 使人类与其他生物体形成互不干扰、你中有我、和谐共处的共同体。

然而, 目前我国生物多样性保护面临的形势依旧严峻。当前大城市的人口和建筑逐渐向高密度化方向发展, 生产和生活用地挤占生态用地, 绿色空间的稀缺使得国家扭转生物多样性丧失的目标难以实现。现有城市绿地大多停留在公园、森林公园、自然基地等公共空间尺度, 渗透到社区空间尺度的生物多样性保护举措不多。而高密度城市的社区居民对健康高质量生活的诉求也日益热切, 在城市存量更新、增量管控的城市社区更新规划战略和空间限制下, 建筑用地与自然用地之间存在一定的矛盾冲突, 但也不乏协调融合和齐头并进的机会。未来, 如何为生物保留生长生活空间, 保护本土植物, 避免外来物种的入侵, 实现人类与城市野生动物相伴共生, 协调韧性生态城市与可持续发展目标的关系等, 是亟待解决的问题。

1.2 社区生境花园是城市发展面临生态困境的可能解决途径

在高速城市化与工业化的城市系统中, 人造建筑占主导地位, 但近年来自然生态空间的重建和塑造也越来越受到重视。在高度人工化的城市空间, 恢复重建以自然野趣景观为特色的绿色生态空间, 营造和培育城市野境, 创造野生动植物栖息地, 满足社区居民亲近大自然的需求, 是城市进入高质量发展阶段和城市更新的重要路径(曹越等, 2019; 张庆费, 2022; 袁嘉等, 2023)。城市荒野(urban wilderness)、城市野境(urban wildness)、再野化(rewilding)等概念在国内外受到重视(英戈·科瓦里克, 2021)。在此背景下, 生境花园提供了一种在社区尺度解决高密度城市生物多样性保护问题的思

路与途径。

生境花园是指将“生境”与“花园”融合在一起, 以使用本地植物、杜绝外来入侵植物、丰富植物群落、减少农药化肥的使用以及为城市野生动物提供辅助的食物、水源或庇护所为原则, 在社区内部营造的生物多样性保护地, 是人类在人工痕迹过重的城市中主动探索和寻求与自然建立联系途径的有意义的尝试, 是城市在经历了高速度、高密度和高强度的发展历程后实现生物多样性保护的切入口之一。城市生境花园可以改善和优化建成空间生物群落演替的生境因子, 为城市生物提供栖息地。从景观生态学的角度, 城市生物多样性保护需要涵盖斑块-廊道-生态网络等不同尺度(沈清基, 2004), 社区内生境花园的小尺度空间特征和推广后广泛分布的网络格局, 起到补充小型生态斑块和串联大型生态斑块孤岛的作用, 可以缓解城市基础设施对基因、物种和生态系统的隔绝作用, 促进城市生态格局的形成。

社区是城市重要的组成单元之一, 是城市生活的重要载体(张璐璐等, 2023)。生物多样性保护视角下的社区生境花园营造, 既符合城市生态转型的发展方向, 提升城市生态丰富性和物种多样性, 又与城市老旧社区更新政策呼应, 为社区居民创造健康宜居的生活空间, 从而实现城市的可持续发展。生境花园作为一种“基于自然的解决方案”(nature-based solutions, NbS), 除了为城市生物提供生长空间、促进人类健康和福祉外, 还能减缓气候变化、改善空气质量、增强社区凝聚力, 在创建可持续且有韧性的现代宜居城市方面发挥关键作用。

生境花园并非是唯一的促进生态服务和生物多样性保护的城市绿地。四叶草堂的上海社区花园是城市更新背景下解决绿地空间质量低下、社会参与度低等问题的一个尝试(刘悦来等, 2022)。该项目先通过在创智农园进行实践和样板展示, 再推广到社区花园的模式运行, 旨在打造面向公众推广的普惠型社区花园。然而, 该项目政府导向性强, 源起于杨浦区政府在双创背景下提出的“绿轴”建设, 以四叶草堂作为运维主体, 学校、企业、政府等作为支持主体开展项目, 这与生境花园的政府引导支持、基层政府与群众自发组织管理、企业 and 非政府组织自愿出资和建设的互惠互利多元合作模式有

很大区别; 另外, 该项目主要是通过调动公众参与来建造农作、景观绿化、广场活动等功能场所, 解决公共空间品质不高、指标化等问题, 这与生境花园以提高城市生物多样性, 构建城市生态网络, 同时实现社区废弃空间再利用、提供居民休憩活动场地的主要目的差别较大。此外, 与用于提供适宜栖息地和食物资源、促进自然循环和气候调节的自然带相比, 生境花园通常是集中在社区内的小块绿地区域, 而自然带是更大范围的自然廊道, 贯穿城市的连续绿带, 在服务的目标群体上, 自然带更侧重于提供野生动植物的栖息地和迁徙通道, 而在社区居民的参与与享受方面的附加价值极小。总之, 生境花园、自然带和社区花园在实现城市生物多样性保护和居民互动方面相似, 但生境花园在两者之间做到了很好的平衡, 并能以较低的成本运营维护, 为城市提供了可持续和宜居的环境。

2 上海市长宁区生境花园的空间分布与营造效果

2.1 上海市长宁区区域概况

长宁区(121°19′-121°26′ E, 31°10′-31°14′ N)地处亚热带季风区北部, 气候温和湿润, 位居人口和建筑密度较高的上海市中心城区, 东接静安区、徐汇区, 西、南邻闵行区, 北连普陀区、嘉定区。区域面积37.18 km², 户籍人口57.41万, 常住人口69.3万(2022年)。下辖9个街道1个镇, 185个居委会(上海市长宁区人民政府<https://zwgk.shcn.gov.cn/xxgk/jiedaozhen-zfwj/index.html>)。目前长宁区有上海市动物园、中山公园、天山公园、新虹桥中心花园等大型绿地和公园, 西郊国宾馆、虹桥迎宾馆等私有绿地, 以及一些小区街头绿地、口袋公园等点状绿地斑块, 新泾河和苏州河两条河网绿带, 存在着生态绿地斑块破碎化、隔离化等问题(图1)。

2.2 长宁区生境花园项目概况

上海市长宁区自2017年启动社区生境花园项目, 截至2021年完成8处风格迥异的生境花园的建设, 2022年又启动新一轮生境花园试点的建设, 并嵌入更多社区低碳元素。根据长宁区政府规划, 将在2025年之前完成30处生境花园的建设, 旨在将生境斑块“织密”成生境网络, 提升城市生态空间的质量和功能(图2)。

已建成的生境花园是基于社区既有的建成环境, 在建设过程中遵循因地制宜的原则, 考虑已有的空间环境和自然要素以最低成本实现生态服务

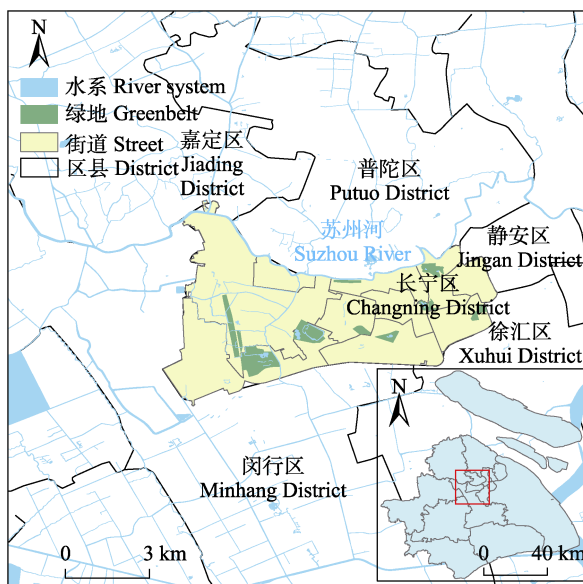


图1 上海市长宁区区位及绿地分布图

Fig. 1 Location and green space distribution map of Changning District, Shanghai

价值的最大化(张璐璐等, 2023)。根据生境花园选址的场地特征, 目前的生境花园可分为4种类型: (1) 位于小区中部且原生植被丰茂, 如大金更社区内的乐居生境花园, 这种场地在改造前长期无人进入, 野生状态下的自然条件较好, 常有鸟类、昆虫等定居在此; (2) 位于小区中部但植被不丰茂, 如潘中小区内的1235生境花园, 这种场地属于小区内的消极空间, 空间隐蔽, 有时会被居民用来堆放杂物, 但由于受干扰程度小会吸引野生动物在此停留; (3) 位于小区边缘且邻近河道, 如乐颐生境花园, 这种场地紧邻河道, 植物茂盛, 常会吸引水鸟、蝴蝶等长居于此; (4) 位于小区边缘但不邻近河道, 如融·生境花园, 这种场地常常紧邻街道, 受人类干扰程度大, 植物杂乱, 空间长久荒废(Box 1)。基于不同的场地类型, 在营造生境花园时, 需要充分的前期踏勘调研, 分析其生态基底, 因地制宜地实现生物多样性。此外, 对场地与周边绿地水系自然空间的空间布局关系, 着眼区域内的生态网络构建, 充分发挥生境花园作为生态战略节点的踏脚石、中转站和廊道等作用(附录1)。

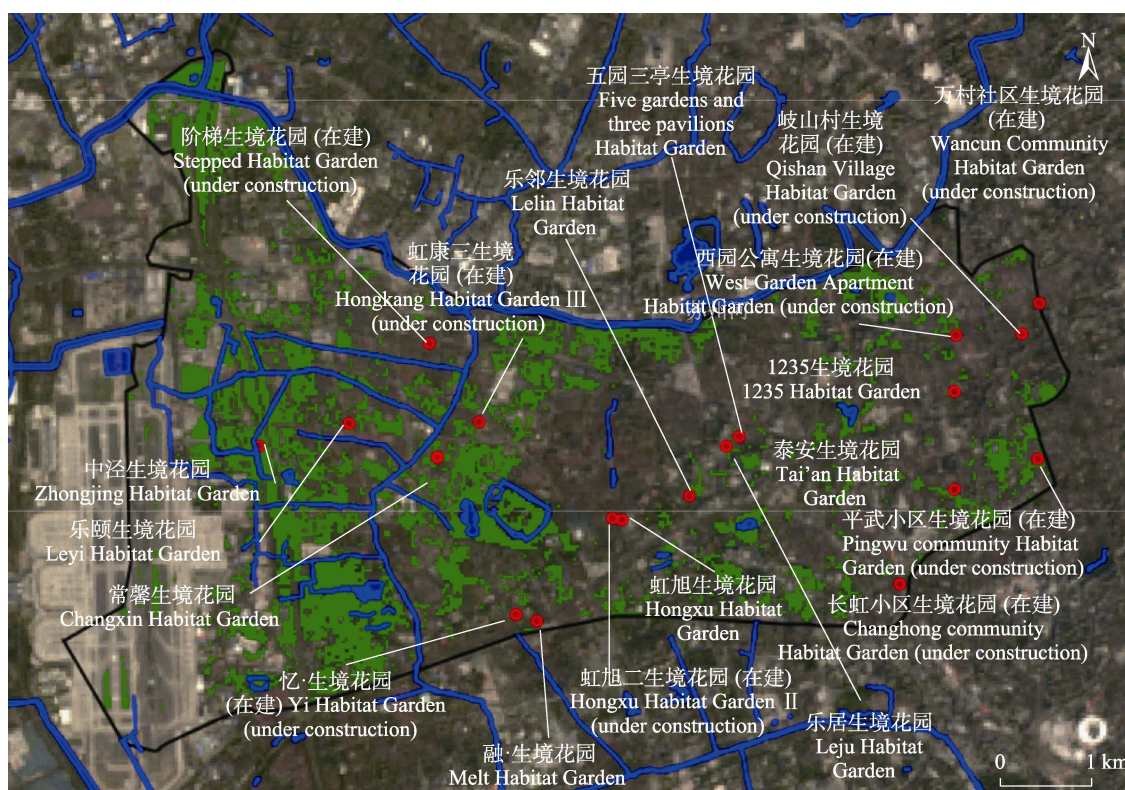


图2 上海市长宁区19座生境花园(红点)区位及与周边绿地(绿色像素)水系(蓝线)关系图

Fig. 2 Map of the 19 habitat gardens location (red point) and surrounding green space (green pixel) and water system (blue line) in Changning District, Shanghai

Box 1 长宁区生境花园典型案例汇总						
场地类型	案例	典型案例	面积(m ²)	所属小区	生态基底	生物多样性提升效果
小区中部 植被丰茂	泰安生境花园	乐居生境花园	581	仙霞新村街道大金更小区	大金更绿地是一个长条形的空间。改造前，由于长期没有太多人进入，野生状态下的自然条件不错，有很多适合鸟类停留的大小乔木，适合吸引鸟类及昆虫类	保留场地及周边植被12+种 新增本土植物约50种 建设休憩场地及设施4处 惠及动物28种 自然生境区(禁止进入活动) 生境观察区(限制性活动) 生境科普区(参与性活动)
	虹旭生境花园	1235生境花园	524	华阳路街道潘中小区	周边有苏州河、中山公园、天山公园、海粟绿地等大型绿地水网，是天然的生态踏脚石	保留场地原有乔木5种 新增本土植物约62种 布置休憩场地及设施13处 构成了层次丰富的植被群落 补充昆虫箱等生境元素 为鸟类、传粉昆虫、小型哺乳动物等30余种本土城市野生动物提供适宜的栖息环境
	五园三亭生境花园	花园				
小区边缘 邻近河道	常馨生境花园	乐颐生境花园	732	新泾镇协和家园	杂草丛生的“边角料”，这里曾被生态专家评估为生物多样性指数较低区域。原因有3方面：(1)在小区建设期间花园作为施工废渣堆放区，后来被居民当作“狗厕所”，填埋了大量的废料和堆积粪便；(2)位处“风口”位置，排水不合理造成水土流失等问题较为严重；(3)人类干扰较少，流浪猫泛滥	保留场地及周边植被29种 新增本土植物约97种 建设休憩场地及设施29处 惠及动物54种 作为“生态踏脚石”，连接外环绿带、南渔浦水系廊道、上海动物园等生态斑块，为城市野生物种提供生境服务
	融·生境花园	融·生境花园	950	程家桥街道虹桥路2222弄虹梅花苑	“Y”型街区的分叉口，紧邻虹桥路2222弄主干道。原先有近百米沿线被杂乱的植物覆盖，空间长久荒废，严重影响了居民区的美观度和居民生活的舒适度	就势而建，由于原有的植被保留完好，经过精心雕琢和点缀后，实现了绿色碳汇、生态保护、雨水蓄积、健康疗愈、自然教育等多重复合功能。打造5处特色节点和5大“主题课堂”，给居民集科学、文学、美学于一体的体验
	不邻河道					

2019年开放的虹旭生境花园是第一个试点，在空间布局、植物配置和水源方面都起到了良好的宣传示范作用，还建立了居民志愿者参与管理的体系和机制。该项目位于20世纪90年代典型老式公房小区南侧的边角地，原本是座小区拆违后遗留的建筑垃圾场，但生态基底良好，靠近上海动物园和外环绿带，且有野生动物在此栖息停留。在街道办事处资助下，通过多方的实物和资金支持，以“人工形态向自然原生过渡”为整体思路，变成了一片集艺术、休闲、学习和娱乐为一体的自然绿地和公共空间。在上海社区微更新、精品小区打造等城市更新项目的背景下，虹旭生境花园的生物多样性恢复取得了一定的成效，小区环境得到显著改善，形成了较完整的乔灌草群落结构，招引了白头鹎(*Pycnonotus*

sinensis)、乌鸫(*Turdus merula*)、珠颈斑鸠(*Spilopelia chinensis*)、蛙类、蜻蜓、豆娘和黄鼬(*Mustela sibirica*)等野生动物在此栖息停留，为向外环绿带和上海动物园迁移的野生动物提供了“踏脚石”。

社区生境花园不仅实现了高密度城市社区微更新和生物多样性保护目标的协同，还展示了国际形象并促成一系列政策的推出。2020年，虹旭生境花园由于其有效利用闲置土地，达成土地节约集约成效，成为长宁区以自然为基础的城市更新最佳范例之一，并且作为社区微更新范例得到国务院通报表扬。生境花园项目被纳入《长宁区生态环境保护“十四五”规划》中，生境花园概念还进入2022年新发布的上海国土空间规划中。在COP15会议上，长宁区生境花园之一的乐颐花园入选全球“生物多样

性100+”典型案例。

2.3 生境花园的生物多样性提升效果

建成的生境花园是一个在低维护管理下能进行自我演替的生态系统。基于社区已有的空间环境和自然要素的先决条件,适当引入人工水源、堆肥箱、花境、昆虫箱、石笼、枯枝堆等生态要素增强生态系统功能和服务价值(图3)。多样化的植物群落构建生境,为野生动物提供食源、栖息地和庇护所;昆虫箱、石笼为小动物提供庇护所,提高城市野生动物的多样性;厨余垃圾、枯枝落叶等植物垃圾作为原料,通过堆肥箱进行分解腐化,强化土壤肥力;池塘、雨水花园如同海绵一样吸收和释放雨水,实现雨洪管理。在营造生态保育区的基础上,生境花园又是一个满足社区居民提供休憩场所的公共活动区。在长宁区最初的8座生境花园落成后,总面积约3,559 m²生境花园内的物种多样性明显增加,增添了400余种灌木及草花;物种丰富度得到极大提升,吸引了更多的野生动物,为超过40种动物提供食源、水源和庇护所,包括25种鸟类、10余种传粉动物、多种蛙类和小型哺乳动物,物种的数量和繁殖成功率得到了提升;在降低空气和噪声污染、调节气温、雨洪管理、提高碳汇和美化景观等方面提高了生态系统服务功能;生境连通性得到改善,在红外摄像仪的记录下,经常有黄鼬(*Mustela sibirica*)、野生貉(*Nyctereutes procyonoides*)出没在生境花园,可见生境花园提供了野生动物迁移和交流的通道。此外,生境花园兼顾为人提供活动场所的功能,修建了居民修剪休憩空间及设施80余种。生境花园作为城市生态网络的节点,为城市生态修复

和生态网络的构建起到了关键作用。

社区生境花园在整体上具有生境异质性。由于面积小、自然基底差异和人工设计侧重点不同等,已建成的生境花园各有特色。(1)泰安小区内的泰安生境花园是一个低密度社区内小而美的花园,面积390 m²,靠近华山绿地生态源地,位于网红建筑武康大楼附近,有着悠久浓厚的历史人文特色,被誉为“老洋房里的松鼠花园”。该生境花园的生物多样性设计重点凸显在两方面:一是自然。秘境花园区营造生境,园内的芭蕉、枇杷、竹子等中式意境植物都被保留下来,半阴区设置鸟浴盆提供活水,使用本土植物,补充食源类与适合筑巢的植物,无农药化肥除草剂,设置昆虫箱、孔洞等昆虫庇护所,在合适的位置设置观鸟点,尽量在不影响鸟类生活的前提下增加场地科普、自然观察功能;二是人文。中心花园和种植花园满足了居民活动需求,并通过参与性种植增强社区居民归属感。(2)位于新泾镇协和家园小区的乐颐生境花园,曾被生态专家评估为生物多样性指数较低的区域,通过3种主要手段打造成具有5大功能板块的四季花园,并作为“生态踏脚石”连接外环绿带、南浦水系廊道、上海动物园等生态板块,为白条鱼(*Hemiculter leucisculus*)、饰纹姬蛙(*Microhyla ornata*)、斐豹蛱蝶(*Argynnis hyperbius*)、玉带凤蝶(*Papilio polytes*)、小白鹭(*Egretta garzetta*)、夜鹭(*Nycticorax nycticorax*)、赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*)、黄鼬(*Mustela sibirica*)、刺猬(*Erinaceinae*),乃至貉(*Nyctereutes procyonoides*)等多种本土动物提供生境服务。这3种主要手段分别是(i) 3R。Reconnect (重新连接生态网络), Restore (重



图3 生境花园生态要素
Fig. 3 The ecological elements of Habitat garden

新创建栖息地), Rewild (再野化); (ii)基于自然的解决方案(nature-based solutions, NbS); (iii)鼓励更多的人参与行动。通过打造安全的秘密通道、作为全生命周期食源的“四季自助餐厅”、多层次雨水系统、引入低培育本地植物、低碳营造和社区自治共治模式实现生境花园打造。(3)位于华阳路街道的1235生境花园所在位置连接中山公园、天山公园和华山绿地等多个大型绿地和苏州河,在更大尺度上展现城市生境。1235生境花园的秘境花园,设置昆虫屋、站鸟桩、鸟浴盆等生境小品,为城市野生动物提供食物、水源和庇护所等生境功能,以小型斑块补充串联起大型生态孤岛,不同斑块间的物种能进行种群扩散与交流,有利于物种长期存续并激发生物多样性潜力。涂鸦广场通过艺术墙绘制苏州河周边场景,将绿地图的概念落在空间中,而银发花园考虑老人身体与心理需求,为老人提供锻炼身体且乐趣所在的环境。总之,1235是一个兼具生态与科普性质的生境花园(附录2)。

生境花园作为空间载体实现了多元主体参与共建的在地社区营造和地方创生。虽然项目面积不大,但由于项目的过程管理差异和资金、空间、用地、治理等多维度耦合复杂性,形成了不同利益相关主体以任务导向型合作方式完成社区生境花园的模式。在筹划阶段,由长宁区政府进行财政补贴给予支持;在规划设计阶段,由社会组织大自然保护协会(The Nature Conservancy, TNC)提供理论和理念引领,由街道办事处和居民委员会基层政府、社区部分居民共同提出方案;在营造阶段,由规划设计相关的企业单位对方案进行深化和执行,居民和中小学生作为参与主体,社会组织作为主要组织者;长期运营维护阶段,由政府部门和公益组织邀请专家为社区居民、管理者和公众开展生物多样性保护相关的知识科普和培训讲座,高校对其进行实地调查和生态系统服务价值分析等。

3 上海市长宁区生境花园的建设经验及模式探析

生境花园是完善城市绿色生态网络和优化生物多样性保护格局的重要一环。然而,知识技术方面入门难、资金投入量大、潜在障碍等问题依旧存在并阻碍着生境花园模式的有机移植和推广。本文

提出4种主要建设管理模式(图4),以期生境花园作为一种促进生物多样性保护实现的有效方案,能在全国乃至世界各地推广并落地。

3.1 过程管理模式

生境花园在建设前需要遵循尊重自然、提升生态的理念和原则,兼顾居民的亲近体验和景观感受,确保在物质空间和视觉上提升自然特征和品质。生境花园的建设周期主要包括前期选址、确定生物多样性的保护对象、建设和维护管理4个重要阶段。

3.1.1 前期选址

生境花园的前期选址需综合考虑系统规划、空间识别与评估和适宜性评估3个方面。首先,系统规划涉及考虑城市区域内的生态空间网络,现有的生境花园选址大多为单个项目,缺乏对区域生物多样性保护与提升的考虑,考虑区域整体生态空间布局,包括以公园、绿地、河流水系、屋顶、街道景观等线性和面状生态廊道和斑块,增加社区级节点使生物顺利完成迁徙、觅食等多种栖息活动。其次,开展社区用地清查工作,识别与评估适宜建设生境花园的具体位置,这包括对土地条件、水资源、环境质量和生物群落的评估,并确保其与周边环境相协调,潜在的空间载体包括社区现存闲置用地、低效公共绿地和非正规农用地等。最后,适宜性评估要考虑侯选地满足生态需求的匹配程度,可对用地面积、高程、土壤污染程度、与水系、交通等的距离、日照通风条件、原生植被和栖居动物种类数量等评估,必要时可构建指标与体系进行评估量化。通过系统规划、空间识别与评估以及适宜性评估的综合考虑,可以选择合适的位置建设生境花园,为城市提供一个促进生物多样性保护、教育和生态恢复的绿色空间。

3.1.2 确定生物多样性保护对象

确定生物多样性保护对象是设计和建设生境花园的首要任务。在确定项目选址之后,需进行生态摸底调查和物种清查,对社区内的鸟类、昆虫等野生动物和植物的种类数量进行专业的调查记录,根据调查结果,确定原先稳定的生态系统中的本地物种和濒危物种作为优先保护的对象,本地物种对维持生态平衡和生物多样性至关重要,有利于促进当地物种的繁衍和栖息地的恢复,而濒危物种具有较高的生态价值。此外,确定社区内关键的栖息地

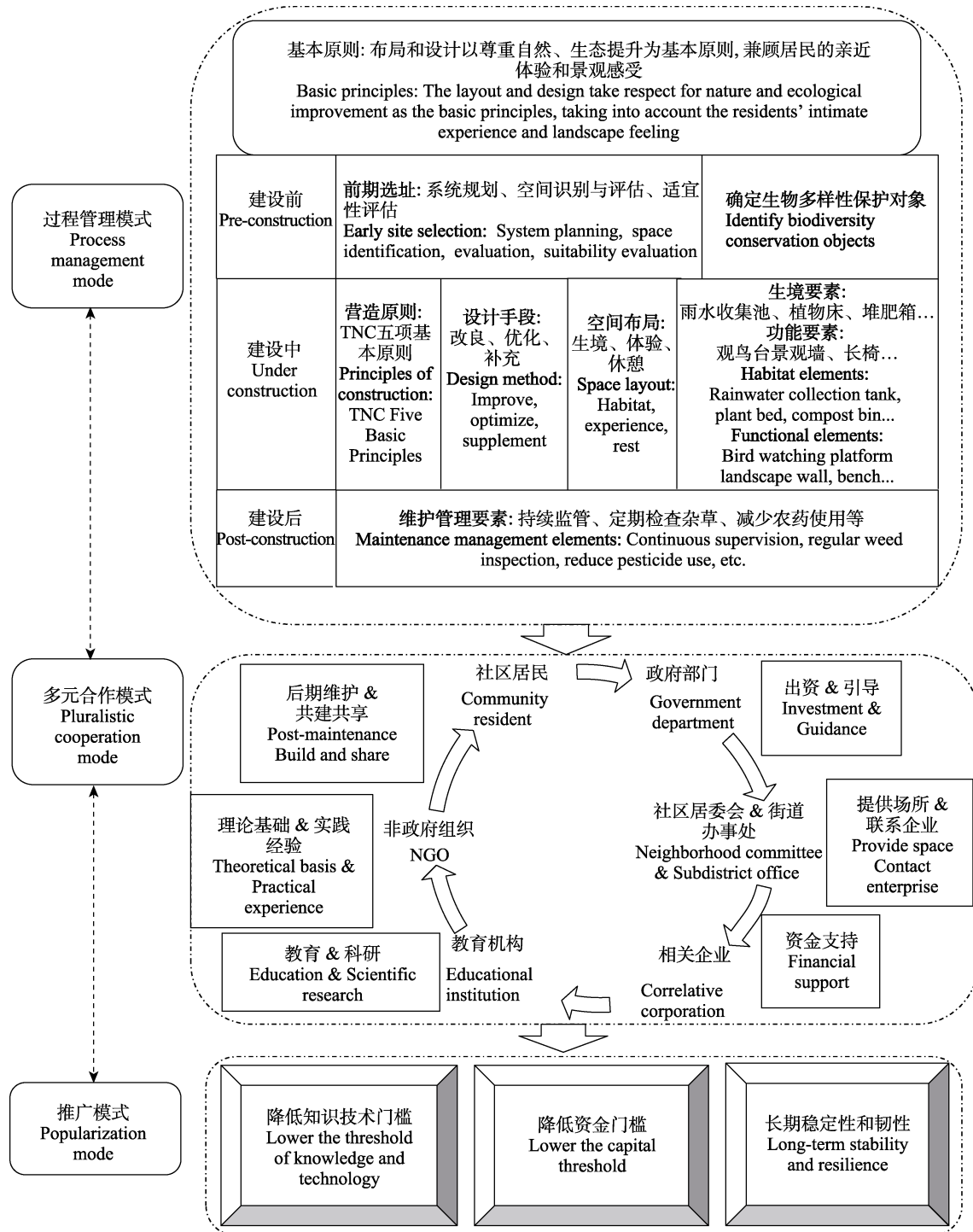


图4 生境花园建设经验及模式(TNC: 大自然保护协会)
Fig. 4 Experience and model of habitat garden construction (TNC: The Nature Conservancy)

类型, 如湿地、草地、灌木丛等, 保护和恢复这些栖息地有利于物种生存和繁衍。最后, 作为社区内的生境花园, 可以适当考虑居民对特定物种或生境的兴趣和需求, 例如蝴蝶、小池塘等, 并在专业的建议和指导下考虑是否引入。

3.1.3 生境花园的建设

生境花园的建设需要以营造原则为指导, 通过合理的设计手段、空间布局和生态与功能要素来实现。在营造原则上, 据大自然保护协会提出的5项原则, 生境花园应使用本土植物、杜绝外来入侵植物、

丰富植物群落(乔灌木)、减少农药化肥使用和为城市野生动物提供辅助的食物、水源和庇护所。生境花园的功能主要包括两方面,“生境”为生命提供生存和生活的环境,体现在提供适宜的光、热、水、气、土条件,“花园”承担生态、艺术、休闲、学习和娱乐等功能。因此,在建设内容上,以改良和优化原有植物群落,补充其他功能物种为主要设计手段,相比常见花园,它更注重减少人工干预,从而为场地的自然发展和演替留有空间,通过雨水收集池、植物床、堆肥箱、透水路面、垃圾分类与回收等技术和设施等生态要素实现生态功能和价值。在空间布局上,从生境、体验和休憩上进行层次划分,兼顾生态和服务属性,生境花园是一个对人和生物都友好的空间,其中如何建设来确保二者之间既能互不干扰,又能和谐共生显得十分重要。通过3个基本分区,包括以人为主导参与的活动区、人与生物共存的观察区和以生物为主导的环境区,人为干扰程度和活动范围逐次递减,植物面积占比和生态要素逐次增加,形成一个人与人、人与自然、自然与自然之间联系的空间载体,在分区的基础上配置观鸟台、景观墙、长椅等功能要素实现观赏、休憩和户外休闲等服务功能。在建成多中心分散式生境花园的基础上,以点串线,连通不同社区、街道、城区之间的社区生境花园和城市绿地,打通一座座生态“孤岛”,形成系统的生态网络。

3.1.4 生境花园的维护管理

生境花园建成后需要长期科学的维护管理。除了基本的公园设施保养更新之外,场地的生态功能需要持续的监管,包括定期检查杂草情况,以防外来物种入侵和过度的种间竞争;尽量减少使用农药和除草剂,实施科学环保的管理;在夏季利用收集的雨水为植物和池塘补充水等。稳定的生态系统需要长时间的建立,在社区自治模式下,生境花园通过科学有效的定期管护,使各项功能得到全面发挥并产生应有的生物多样性保护效益。

3.2 多元合作模式

多方利益相关者的合作参与有助于提升生境花园的整体品质和社会价值,促进各方加强对生物多样性保护和城市社区更新改造的科学理解与行动。生境花园不仅涉及物理空间的设计与建造,还需地方政府、街道办事处和居委会、相关企业、公益

组织和学校等协同合作,探索使用生境花园保护生物多样性的路径和机制,并由此创造出发生机制。

政府部门实现从出资者到引导者的角色转变。生境花园能在长宁区落地生根,得益于地方政府政策上的创新探索。目前营建生境花园的资金来源还是以政府专项资金和地方财政为主,未来更可持续的发展模式是由政府牵头制定建设实施方案或行动计划,投入资金向设计倾斜,建设资金主要由社会资本、私人捐赠等提供,共同推动生境花园的建设和长期维护。

街道办事处和社区居委会筛选、规划和提供适合布局生境花园营建的场所,联系相关企业投资或参与设计,居委会作为最小的城市社区组织单位管理者,承担联系和集中社区居民共谋共划,组织和仲裁设计实施战略和运营方案。

相关企业,如房地产公司和社区物业,作为社区物理空间的建设者和持续管理者,为生境花园提供直接或间接的资金支持。相关企业主动投入资金或通过企业捐赠的形式,建设和管理生境花园,或赞助基于生境花园开展的公共文化活动等,既符合社区居民的利益需求,社区环境改善的附加价值又为物业公司和开发商向居民收取额外的管理维护费提供正当性。此外,生境花园带来生物多样性保护的生态和服务效益,符合社会主流价值观和生态文明建设国家战略需求,是公司在绿色环保、履行社会责任等方面的贡献,可以纳入企业ESG评级作为案例支持,有利于企业的长远发展。

教育机构为生境花园注入教育意义和丰富价值内涵。中小学可以组织学生参与建设过程中的景观建造美化和社会实践等自然恢复和教育活动,让社区生境花园成为户外教室,引入生物多样性保护等知识内容、实践学习和德育教育等;高校利用生境花园进行生态监测和科学研究,并为社区提供知识技术支持以作反馈,提高运营维护的科学性。

非政府组织在生境花园的建设中也发挥着不可忽视的作用。非政府组织如大自然保护协会有着丰富的理论基础和实践经验以及社会资源,可为生境花园建设提供理论指引、实践帮助和资源共享,尤其是在建设更具韧性和可持续性的解决方案中。通过与相关政府机构、公益基金企业、园艺公司和网络平台等合作,开展与城市生物多样性、生态环

境相关的线上科普活动与线下培训、讲座, 与生态环境政府机构和设计单位合作, 搭建专家平台, 开展城市生物多样性及生境花园相关知识培训。

后期日常维护由自愿参与的志愿者和社区居民承担。社区生境花园是低维护成本的可持续生态系统, 依赖社区居民进行管理维护, 提供了凝聚居民共识的最大公约数。将全过程人民民主贯穿于生境花园建设始终, 街道、社区等引导多方资源共建共享, 居民共同参与, 创新形成居民自治的社区治理体系。这种公众参与机制使得城市生态建设成为城市日常生活的必要组成部分, 是生态文明形成共识的催化剂。总之, 生境花园是一项连接政府、社会、企业和居民等多方力量的具引领和示范作用的保护实践案例。

3.3 推广模式

社区生境花园是城市基础设施的重要组成部分, 具有显著的环境、社会和经济价值。然而, 目前社区生境花园的建设和管理仍然面临许多挑战, 如知识技术门槛高、资金门槛高、建设效果难以保证等问题。为了解决这些问题, 可以从降低生境花园建设门槛和维护长期稳定性两个方面入手。

首先, 降低生境花园建设门槛, 包括降低技术和资金门槛。目前社区建设和管理生境花园的知识和经验不成熟, 需要加强对生态本底调查、生境设计策略、建造过程、参与式共建和可持续管养等方面的学习和研究, 建立有效的知识管理、信息共享和以实践为主导的深度学习机制, 实现建设经验的更新和迭代, 使社区内生境花园建设机制更加完善和平民化。关于资金门槛, 可以考虑采用公私合作模式、收益期权定向出售和增值服务等增加资金来源的办法, 同时, 社区可以与非盈利组织达成共识, 发动公益力量筹集资金, 居民委员会/街道办事处-非盈利组织-受利益居民3个主体合作运作生境花园项目, 建成之后依托生境花园举办各种丰富的项目和活动, 扩大影响力。这样, 就可以有效降低技术和资金门槛, 为更多的社区提供建设生境花园的机会。

其次, 要注意生境花园的小尺度特征可能带来相互矛盾的结果, 需要进一步探索如何结合生态原理来维护生境花园的长期稳定性和韧性。一方面, 生境花园能将生物多样性保护实践渗透到日常生

活的空间, 且不同社区的生境花园增加了空间异质性, 打通城市生态网络隔阂。另一方面, 社区生境花园构建的是相对较小的孤立生物生境, 具有零散性和破碎化的特点, 这里可能成为生物易进难出的“陷阱”。而且, 较小空间尺度上的生物多样性受到外来入侵物种的干扰更为剧烈, 相比大尺度生境社区的生态系统稳定性会有所降低(Chase et al, 2018)。因此, 需要进一步研究如何在生境花园建设中融入生态原理, 维护生境花园的长期稳定性和韧性。

3.4 潜在问题与应对措施

生境花园是城市生物多样性保护在社区尺度上的重要战略节点, 与大尺度生境、小微生境共同构成全域全尺度的生物多样性保护网络(邢忠和蒋垚, 2022)。然而, 由于国内社区生境花园起步较晚, 推广不足, 因此具有分布散、规模小等特征, 与自然生境相比, 生境花园是一种人工修复和营造的类自然生境, 还承担着周围居民的活动交流功能。社区生境花园存在的潜在问题主要包括4个方面: (1)生境破碎化。受限于占地面积、物种类型和地理位置等因素, 社区生境花园在结构上缺乏一定的生态学过程, 连通性差, 因此对城市生物多样性的保护价值有限; (2)人为干扰。生境花园的建设初衷不仅要满足生物栖息地的需求, 也要满足居民休闲游憩的需要, 甚至在后期推广过程中发挥场地作用, 频繁的人类日常行为可能对其造成破坏, 使生物多样性受到挑战; (3)入侵物种和生态平衡。在建设生境花园时, 需要有相关的生态学专业知识和知识来确保各种生物因素和环境因素之间能相互作用、相互制约, 形成相对稳定的状态。引入或自发进入的入侵物种可能竞争资源、传播疾病、破坏生态平衡, 对生物多样性和生态系统稳定性造成威胁; (4)人与生境花园的冲突。生境花园在提升生物多样性时可能危害到社区居民的利益, 例如生境花园的水源和植被为蚊虫滋生提供了场所、吸引到的野生动物可能对周边居民造成困扰、一些植物可能会飞散种子或花粉等。

为应对生境花园可能存在的潜在挑战, 应从系统选址、规则制度建立、生物多样性设计、维护管理措施4个方面, 在建设前、中、后期3个阶段采取应对措施: (1)从全局思维进行生境花园的选址, 考虑与周围生境花园、城市绿化带、公园、生态廊道

的联系,形成点、线、面3个层面互相交织的生态网络体系。在选址类型和要素的考虑上,尽可能选择适当面积的废弃空间,并营造多种类型的生境,提供适宜更多物种的生境选择;(2)加强对居民和访客的教育宣传,提升大众对社区生境花园的重要性和保护价值的认识,引导他们尊重和保护生境花园,必要时建立管理规定和行为准则,明确禁止不利于生境花园发挥生物多样性保护的行为,成立监督和执法机制;(3)在建设时采取生物多样性保护设计:分区管理,按照人类活动对生境的干扰程度划区管理,并尽量将野生动物活动区远离居民区,设置隔音措施减少噪声传播;在物种选择和管理上,优先选择本土植物和适应当地环境的功能性植物,避免引入具有入侵倾向的植物物种,营造生境和物种多

样性;采用定期清除和控制入侵物种的生长和扩散等合理管制措施;使用图像识别、生物传感器等技术手段进行实时监测和预警;加强与生态研究机构、环保组织的合作,进行生态平衡和入侵物种的研究控制,共同制定适合社区生境花园的管理和保护策略;(4)在居民自治共治的基础上,与专业组织合作共享知识和技术,定期清理更换鸟浴盆中的水和积水区域、选择合适的水生植物和鱼类来控制蚊虫繁殖、选择不易飞散种子和花粉的植物品种、提供花园的相关信息和警示标识等(图5)。

4 结论

城市生物多样性为城市提供了诸多生态系统功能和服务,对改善城市环境、增加人类福祉有着

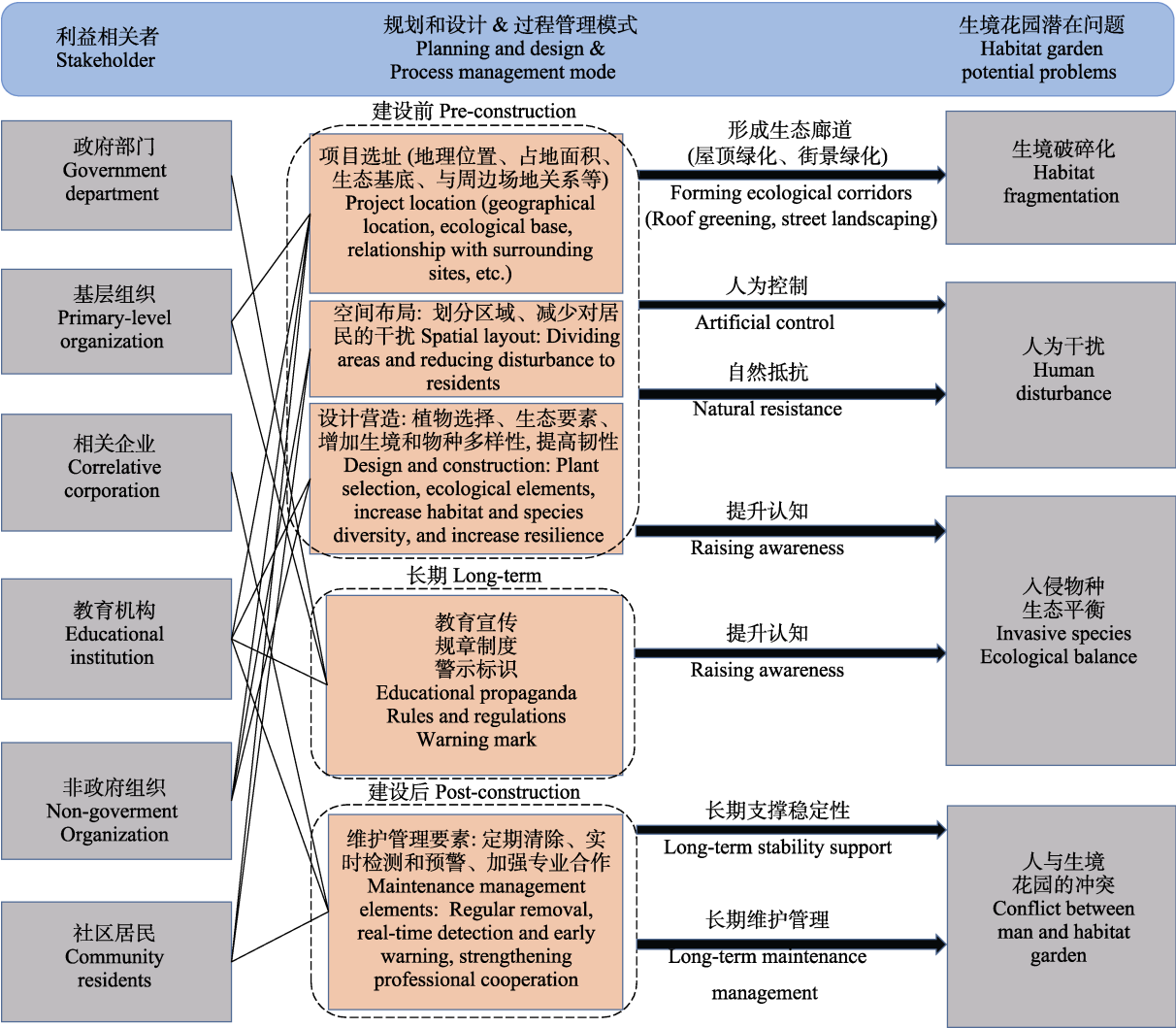


图5 生境花园潜在问题的应对机制
Fig. 5 Coping mechanisms for potential problems in habitat gardens

重要的意义和作用。城市生物多样性保护是维护城市生态安全的必然要求, 是中国新型城镇化发展的紧迫任务。然而, 城市化的不断推进对城市生物多样性构成严重威胁。当前我国城市建设已由增量建设转为存量更新, 城市进入高质量发展阶段, 迫切需要将生物多样性纳入城市更新发展的规划与实施策略中。城市生物多样性保护逐渐成为研究和实践的热点, 但微观尺度的保护案例受到的关注和研究较少。因此, 本文基于城镇化中后期的存量更新的背景, 立足城市生物多样性保护面临的实际问题, 从社区尺度生境花园建设管理过程角度出发, 探讨了城市更新中城市生物多样性保护策略。

建议未来的城市建设和城市更新规划中, 将生物多样性保护纳入其中。打造城市社区生境花园基本生态单元, 按照过程管理、多元合作、推广和应对潜在问题4个维度的建设管理模式, 支持生态要素、功能要素和维护管理要素的实现; 汇合政府部门、基层政府、教育机构、公益组织、企业和社区居民多方力量, 通过降低知识、技术和资金准入门槛, 促进生境花园逐渐成为高密度城市社区更新和城市生物多样性保护的解决途径。

需要注意的是, 本文总结和探索的模式是基于目前阶段生境花园的建设经验概括而得, 在具体实践时, 必须强化场地和基础条件的个性化特性, 随着更多案例的出现, 相关经验和模式应进行科学的更新。在建成后如何合理维护, 维持生境花园的长期稳定性和韧性, 降低小尺度生境受到的自然干扰, 需要持续和深入的系统研究。

参考文献

Ahern J (2013) Urban landscape sustainability and resilience: The promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design. *Landscape Ecology*, 28, 1203–1212.

Barton J, Pretty J (2010) Urban ecology and human health and wellbeing. *Urban Ecology*, 12, 202–229.

Bryant MM (2006) Urban landscape conservation and the role of ecological greenways at local and metropolitan scales. *Landscape and Urban Planning*, 76, 23–44.

Cao Y, Vance GM, Yang R (2019) Urban wildness: Protection and creation of wild nature in urban areas. *Landscape Architecture*, 26(8), 20–24. (in Chinese with English abstract) [曹越, 万斯·马丁, 杨锐 (2019) 城市野境: 城市区域中野性自然的保护与营造. *风景园林*, 26(8), 20–24.]

Chase JM, McGill BJ, McGlinn DJ, May F, Blowes SA, Xiao X, Knight TM, Purschke O, Gotelli NJ (2018) Embracing scale-dependence to achieve a deeper understanding of

biodiversity and its change across communities. *Ecology Letters*, 21, 1737–1751.

Dearborn DC, Kark S (2010) Motivations for conserving urban biodiversity. *Conservation Biology*, 24, 432–440.

Fuller RA, Irvine KN (2010) *Interactions between People and Nature in Urban Environments*. Cambridge University Press, Cambridge.

Guo YT, Li YY (2022) Construction paths of plant communities in urban green space based on biodiversity. *Landscape Architecture*, 29(1), 59–63. (in Chinese with English abstract) [郭雅婷, 李运远 (2022) 基于生物多样性的城市绿地植物群落构建途径. *风景园林*, 29(1), 59–63.]

He CY, Liu ZF, Tian J, Ma Q (2014) Urban expansion dynamics and natural habitat loss in China: A multiscale landscape perspective. *Global Change Biology*, 20, 2886–2902.

Hu J, Li YL, Chen GR, Deng H, Fan WQ (2020) Effects of urban green land types on nematode diversity and bio-indication analysis. *Soils*, 52, 510–517. (in Chinese with English abstract) [胡靖, 李彦林, 陈国榕, 邓欢, 樊汶樵 (2020) 城市绿地类型对土壤线虫多样性的影响及生物指示值分析. *土壤*, 52, 510–517.]

Jaureguiberry P, Titeux N, Wiemers M, Bowler DE, Coscieme L, Golden AS, Guerra CA, Jacob U, Takahashi Y, Settele J, Díaz S, Molnár Z, Purvis A (2022) The direct drivers of recent global anthropogenic biodiversity loss. *Science Advances*, 8, eabm9982.

Jones Lang LaSalle (2021) New trends in community updates: “Progressive Updates” and “Micro-Updates”. *China Real Estate*, (1), 78–79. (in Chinese) [仲量联行 (2021) 社区更新新趋势: “渐进式更新”与“微更新”. *中国房地产*, (1), 78–79.]

Karvonen A, Yocom K (2011) The civics of urban nature: Enacting hybrid landscapes. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 43, 1305–1322.

Kowarik I (2021) Working with wilderness: A promising direction for urban green spaces. *Landscape Architecture Frontiers*, (1), 92–103. (in Chinese with English abstract) [英戈·科瓦里克 (2021) 与荒野共生: 城市绿地的发展前景. *景观设计学*, (1), 92–103.]

Lepczyk CA, Aronson MFJ, Evans KL, Goddard MA, Lerman SB, MacIvor JS (2017) Biodiversity in the city: Fundamental questions for understanding the ecology of urban green spaces for biodiversity conservation. *BioScience*, 67, 799–807.

Li YJ, Zhang JD, Bai WK, Ouyang ZY (2018) Insect community composition and diversity of different green spaces in Beijing, China. *Ecology and Environmental Sciences*, 27, 1044–1051. (in Chinese with English abstract) [李玉杰, 张晋东, 白文科, 欧阳志云 (2018) 北京不同功能绿地昆虫群落组成和生物多样性特征. *生态环境学报*, 27, 1044–1051.]

Liu K, Yin KW, Huo MY, Li YJ (2017) Biodiversity value and protection countermeasures of urban green space system. *Management & Technology of Small and Medium Enterprises*, (11), 135–136. (in Chinese with English abstract) [刘凯, 尹开文, 霍梦莹, 李艳杰 (2017) 城市绿地系统生物多样性价值及保护对策. *中小企业管理与科*

- 技, (11), 135–136.]
- Liu M (2021) The Impact of Urbanization on Urban Ecoefficiency in Yangtze River Economic Belt. PhD dissertation, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang. (in Chinese with English abstract) [刘淼 (2021) 长江经济带城镇化建设对城市生态效率的影响研究. 博士学位论文, 江西财经大学, 南昌.]
- Liu YL, Yin KL, Sun Z, Yu H, Mao JY (2022) Cooperative landscape: A case study of the experiment of integrating public space renewal and social governance of community gardens in Shanghai. *Architectural Journal*, (3), 12–19. (in Chinese with English abstract) [刘悦来, 尹科变, 孙哲, 于海, 毛键源 (2022) 共治的景观——上海社区花园公共空间更新与社会治理融合实验. *建筑学报*, (3), 12–19.]
- Mao QZ, Ma KM, Wu JG, Tang RL, Zhang YX, Luo SH, Bao L, Cai XH (2013) An overview of advances in distributional pattern of urban biodiversity. *Acta Ecologica Sinica*, 33, 1051–1064. (in Chinese with English abstract) [毛齐正, 马克明, 邬建国, 唐荣莉, 张育新, 罗上华, 宝乐, 蔡小虎 (2013) 城市生物多样性分布格局研究进展. *生态学报*, 33, 1051–1064.]
- Niu TG, Liu W (2022) The trade-off between biodiversity and carbon sink of urban ecosystem under the carbon peaking and carbon neutrality strategy. *Biodiversity Science*, 30, 22168. (in Chinese with English abstract) [牛铜钢, 刘为 (2022) 双碳战略背景下城市生态系统的碳汇功能与生物多样性可以兼得. *生物多样性*, 30, 22168.]
- Shen QJ (2004) Land Use Planning and Biodiversity: A comment on a *Biodiversity Guide for the Planning and Development Sectors in South East England*. *Urban Planning Forum*, (2), 85–89, 96. (in Chinese with English abstract) [沈清基 (2004) 土地利用规划与生物多样性——《针对英格兰东南部地区规划和发展部门的生物多样性指南》评介. *城市规划汇刊*, (2), 85–89, 96.]
- Wang YC (2014) The framework of biodiversity for landscape architecture. *Landscape Architecture*, 108(1), 36–41. (in Chinese with English abstract) [王云才 (2014) 基于风景园林学科的生物多样性框架. *风景园林*, 108(1), 36–41.]
- Wang YF, Qian CL (2008) Carrying relationship of urban ecosystem. *Environmental Science & Technology*, 31, 114–116, 148. (in Chinese with English abstract) [王燕枫, 钱春龙 (2008) 城市生态系统承载机制初步研究. *环境科学与技术*, 31, 114–116, 148.]
- Wong JSY, Soh MCK, Low BW, Er KBH (2023) Tropical bird communities benefit from regular-shaped and naturalised urban green spaces with water bodies. *Landscape and Urban Planning*, 231, 104644.
- Xing Z, Jiang Y (2022) Analysis on the design method of community garden to promote biodiversity. *Landscape Architecture Academic Journal*, (11), 43–50. (in Chinese with English abstract) [邢忠, 蒋垚 (2022) 促进生物多样性的社区花园设计方法探析. *园林*, (11), 43–50.]
- Yu QQ, Bao ZY (2006) Discussion on urban biodiversity planning. *Huazhong Architecture*, (9), 90–91. (in Chinese with English abstract) [俞青青, 包志毅 (2006) 城市生物多样性保护规划认识上的若干问题. *华中建筑*, (9), 90–91.]
- Yuan J, Ou HJ, Jin XD, Qian SH (2023) An overview of urban wildness ecological research. *Acta Ecologica Sinica*, 43, 1703–1713. (in Chinese with English abstract) [袁嘉, 欧桦杰, 金晓东, 钱深华 (2023) 城市荒野生态研究概述. *生态学报*, 43, 1703–1713.]
- Zhang LL, Zhu D, Song DX (2023) A probe into the renewal path of high-density urban old residential area from the perspective of ecological restoration—The experience and enlightenment from Shanghai habitat garden. *Housing Science*, 43(2), 1–6, 54. (in Chinese with English abstract) [张璐璐, 朱丹, 宋德萱 (2023) 生态修复视角下高密度城市老旧住区更新路径——上海生境花园营造的经验与启示. *住宅科技*, 43(2), 1–6, 54.]
- Zhang QF (2022) Urban ecological space rewilding and its implementation methods. *Journal of Chinese Urban Forestry*, 20(6), 10–14, 40. (in Chinese with English abstract) [张庆费 (2022) 城市生态空间再野化及其实施途径探讨. *中国城市林业*, 20(6), 10–14, 40.]
- Zhang SN, Wu R (2022) Knowledge mapping analysis of urban biodiversity research based on Citespace. *Ecological Science*, 41(6), 211–221. (in Chinese with English abstract) [张思凝, 吴然 (2022) 基于Citespace知识图谱分析国际城市生物多样性研究. *生态科学*, 41(6), 211–221.]
- Zhang Y, Zhang YL, Wu YB, Li HD (2022) Research progress in naturalness assessment of urban biodiversity conservation. *Journal of Ecology and Rural Environment*, 38, 681–688. (in Chinese with English abstract) [张贇, 张银龙, 吴永波, 李海东 (2022) 自然度评价应用于城市生物多样性保护的研究进展. *生态与农村环境学报*, 38, 681–688.]

(责任编辑: 杨军 责任编辑: 李会丽)

附录 Supplementary Material

附录1 上海市长宁区4座典型生境花园建设前、中、后期示意图

Appendix 1 Schematic diagram of four typical habitat gardens before, during and after construction in Changning District, Shanghai

<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2023118-1.pdf>

附录2 上海市长宁区已建和在建生境花园实践案例

Appendix 2 Summary of practice cases of habitat gardens built and under construction in Changning District, Shanghai

<https://www.biodiversity-science.net/fileup/PDF/2023118-2.pdf>