

基于古代花鸟画的绿色城市生物生息空间营造 ——以故宫箭亭绿地改造为例

Developing Biotopes in Green Urbanism Based on Ancient Flower and Bird Painting: A Case Study on Renovation of Arrow Pavilion Green Space in the Forbidden City

黄 越^{1,2} 李锡梓³ 吴瀚文² 闻 丞^{2*}
HUANG Yue^{1,2} LI Xizi³ WU Hanwen² WEN Cheng^{2*}

(1. 中国农业大学园艺学院, 北京 100094; 2. 北京镜朗生态科技有限公司, 北京 100080; 3. 故宫博物院, 北京 100009)
(1. College of Horticulture, China Agricultural University, Beijing, China, 100094; 2. Beijing Jinglang Ecological Technology Co., Ltd, Beijing, China, 100080; 3. The Palace Museum, Beijing, China, 100009)

文章编号: 1000-0283(2023)11-0062-09
DOI: 10. 12193 / j. laing. 2023. 11. 0062. 008
中图分类号: TU986
文献标志码: A
收稿日期: 2023-08-03
修回日期: 2023-09-27

摘 要
基于故宫这一具有特殊历史和文化象征性的场地, 尊重中国传统的园林审美意趣, 从古代花鸟画中提取适宜在城市绿地中体现的生态群落要素, 在箭亭绿地构建符合现代生态人居环境综合功能需求的微型绿地生态系统作为生物生息空间, 增进绿色城市的生物多样性。从花鸟画中提取符合场地立地条件的植物, 搭配景石、微型湿地和堆肥设施, 在十米~米级尺度构建体现地域自然特征的复层植物群落, 在米~亚米级尺度参考花鸟画构图营造符合传统审美的微型陆生生境和水生生境。建成后, 多孔隙表面充满自地表至树冠的空间, 为多种生物提供可供依存的生境。对所有自然萌生的植物和利用这一场地的鸟类、昆虫、哺乳动物等类群进行无差别记录。共记录到37种成活至建成次年的设计种植植物, 42种自生植物和29种动物, 上述超百种生物构成了复杂的食物网结构。这一系统也成为黑头鹇等珍稀物种的稳定栖息地。实践表明在十米~米级尺度, 复层植物群落有助于林鸟多样性的提升。在现代生态文明语境下, 传统审美和生物地理知识体系的融汇实践, 为在东亚古都开展融合传统文化的绿色城市建设、讲好“中国故事” 提供新思路。

关键词
生物生息空间营造; 花鸟画; 历史园林植物景观; 城市生物多样性; 东亚古都; 绿色城市

Abstract
In this study, a microgreen space ecosystem in Arrow Pavilion green space that meets the comprehensive functional requirements of modern ecological living environments has been built in the Forbidden City, which can contribute to biodiversity enhancement in a green city. The study designed the ecosystem by extracting elements of regional flora and fauna adaptable to urban green spaces from ancient flower and bird paintings. The case showed respect for the traditional Chinese garden aesthetics and considered the special historical and cultural symbolism of the site. By selecting plants that are adaptable to the local climate and site conditions from the bird-and-flower paintings, combining them with landscaping stones, miniature wetlands, and composting facilities on 1-10-meter spatial scale, a multi-layered plant community reflecting the natural features of the region has been created and on 0.1-1-meter spatial scale, the miniature terrestrial and aquatic habitats have been constructed by referring to the composition of Chinese flower-and-bird paintings to meet the aesthetic requirements. After being built, the porous surface fully filled the spaces from the ground to the canopy, providing habitats for a variety of organisms to depend on. Non-discriminatory records were made on spontaneously growing plants, birds, insects, as well as mammals visiting the site. A total of 37 species of planted plants, 42 species of spontaneously-growing plants, and 29 species of animals were recorded. A complex food web comprising more than a hundred different organisms was generated. The flower bed also accommodates rare species, i.e., Snowy-browed Nuthatch (*Sitta villosa*), directly verifying that the multi-layer plant communities contribute to the improvement of the diversity of woodland birds on a 1~10 meter spatial scale. In the context of modern ecological civilization, this case is a practical example of integrating traditional aesthetics and biogeographical knowledge. It provides a way of thinking about urban biodiversity conservation and also the improvement and construction of the knowledge and technology system of Landscape Architecture.

Keywords
biotope construction; bird-and-flower painting; historical garden plant landscape; urban biodiversity; ancient capital of East Asia; green urbanism

黄 越
1986年生/女/重庆人/博士/讲师/研究方向为城市生物多样性、生态修复、城市生物栖息地营建

李锡梓
1991年生/男/北京人/工程师/研究方向为环境科学、环境管理

闻 丞
1981年生/男/云南个旧人/博士/北京镜朗生态科技有限公司总经理/研究方向为生物地理、生态修复、世界遗产

*通信作者 (Author for correspondence)
E-mail: 82335884@qq.com

生物生息空间营造是践行绿色城市的重要手段，其通过在高密度聚居的人居环境中构建乡土植物群落微型绿地生态系统，为鸟类、昆虫等其他生物提供栖息空间。生物生息空间营造通过人工方法营建适宜植物群落生长的场地条件，改善生物群落生存、演替的生境条件^[1-4]，还可以作为城市老旧公共空间提质改造的途径，使更新区具备公共活动功能、与自然互动功能和生物保护功能^[5-7]。

相对欧美国家而言，中国等东亚国家因具有相对同纬度地区更为多样的物种和深厚的传统文化，其生境营造具有一定的独特性。如何基于传统文化营造生境，同时实现绿色城市的两大发展目标，即增加生物多样性和促进人类文化发展，已成为这些国家亟需解决的关键问题。但是现有对生境营造的研究多基于对城市绿地开展实地调研以提出有利于动物多样性保护的因素，如提升微生境丰富度、适当增加竖向层次丰富的植物空间及水面以提升鸟类多样性，却对文化因素关注不足^[8-9]。

中国古代花鸟画通过展示古代人居生态环境提供了一种实现协调中国传统文化和当代生境营造的重要路径。花鸟画具有文学、博物学和美学意义，体现了民族文化内涵、精神意蕴、绘画艺术流变^[10-13]，以及古人的“生态审美”“天人合一”“顺应自然”等生态意识和生态美学自然观^[14-16]。部分花鸟画还反映了当时中外文化和商品的交流^[17]。如明代初期，花鸟画具备知识传播、文化颂扬和装饰等功能^[18]。花鸟画作为重要图像史料的一部分，还常被用于与文字史料相互佐证，为修复历史园林景观提供依据^[19-21]。因此，通过对古代花鸟画的研究，不仅可以恢复景观的“原真性”^[22-23]，还可以将园林的“意境”纳入到生境营建之中^[24]，从而实现生态多样

性与文化发展的统一，共同促进绿色城市的建设。

文章以故宫箭亭绿地改造为例，从古代花鸟画中提取生态要素进行历史园林植物景观营造，并对其生态效益进行评估。旨在总结适于中国等东亚国家绿色城市建设的生境营造方法，使之既符合场地历史文脉传承的要求，也符合城市生物多样性保护的期待，同时也是融合中国古典文化与现代生物地理学知识体系的实践探索。

1 从花鸟画中提取生态要素

涉及到故宫和生态要素的图像文献可分为5个类别：（1）绘制有故宫或其他皇家园林场景的绘画或营造图档，含有生态要素信息；（2）在故宫生活过的人所画的花鸟画；（3）故宫馆藏的花鸟画；（4）明清宫廷画师绘制的花鸟画；（5）故宫和其他皇家园林的照片。画面中，植物、山石、水系和地形搭配形成的生境，从侧面反映了中国古人的生存环境。本研究获取了故宫博物院官方网站名画记中的44幅花鸟画，16幅明宣宗朱瞻基创作的花鸟画，并以《太簇始和图》、《大吕星回图》和《夷则清商图》作为直接的图像参考，同时查阅了《御苑探微：倦勤斋通景画中的花卉植物》^[25]、《北京皇家园林内廷花园植物种类考证与植物配置研究》^[20]、《清代养心殿植物历史景观研究》^[26]、《殊方异卉——清宫绘画中的域外观赏植物》^[17]4篇文献。整理花鸟画中可辨识的动植物种类和文献梳理总结的动植物种类，共计获取85种（属）植物，分属41科69属，其中45种为华北地区乡土植物，占52.94%；57种/科/类动物，包括42种鸟类、2种蜻蜓、4种蝴蝶、7种哺乳动物和2种水生动物。从各类素材中提取植物、石、水和地形等生态

要素，参考各要素之间的关系开展生物生息空间营造设计。

2 方案和建造

2.1 场地现状

场地是位于故宫箭亭东南侧的条状绿地，长65.2 m，宽26 m（图1）。场地现状种植有10株油松（*Pinus tabulaeformis*），胸径40~70 cm。场地坐东向西，上午时段几乎无阳光，光照条件欠佳，仅有3段较少受油松遮挡，有直射光（图2）。此外，场地还有玉簪（*Hosta plantaginea*）约180株、早开堇菜（*Viola prionantha*）3株和枸杞（*Lycium chinense*）2株，现状植物垂直层次仅有两层（图3）。项目实施前，采用样线法对场地上的动物进行了两次调查，共记录3种鸟类，分别是麻雀（*Passer montanus*）、喜鹊（*Pica pica*）和大嘴乌鸦（*Corvus macrorhynchos*），少见其他动物类群。以“故宫博物院”为地点搜索名，查阅中国观鸟记录中心2022年6月以前的鸟类记录，共有24份鸟类观察报告，记录鸟类30种。

2.2 生物生息空间营造方案设计

2.2.1 植物生境条件

光照是该场地制约植物生长的主导环境因子。场地中部长度约28.7 m（占场地总长度的44.02%）的区段仅有散射光，需要种植耐阴植物。现状土壤为壤土，水分、肥力适中，但局部含有砖头、碎石和布条等垃圾，同时含有较多以往植物残留在土壤中的须根，酸碱度适中。

2.2.2 筛选适宜立地条件的植物

本研究以花鸟画中可识别的植物为植物素材库，根据以下7个方面筛选植物：（1）场地上方空间由油松覆盖，不适宜再种植

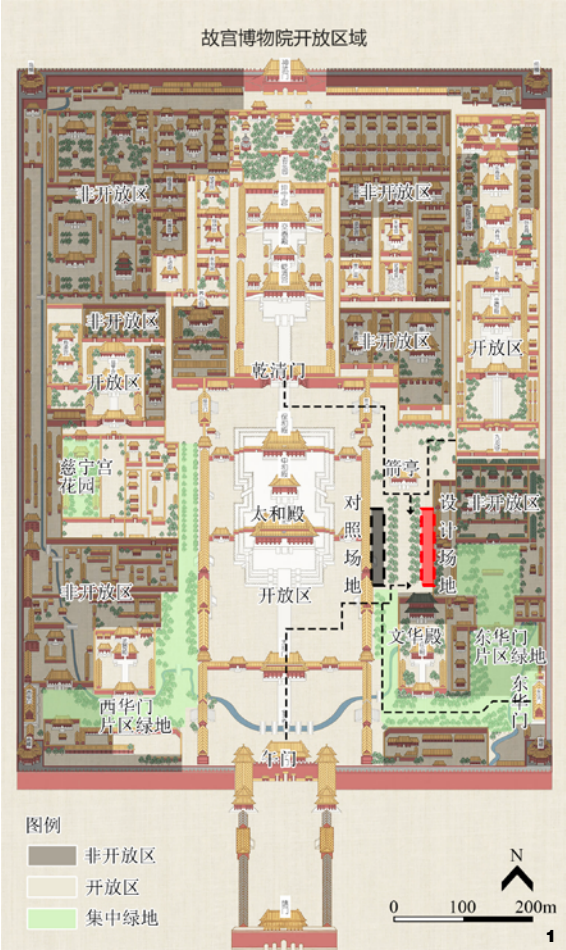


图1 设计场地位置图
Fig. 1 The map of the site location

图2 设计场地及周边环境现状条件分析图
Fig. 2 Analysis on the current conditions of the site and its surrounding environment

高大乔木；(2) 尽量选用乡土植物；(3) 选用耐阴性植物；(4) 能为昆虫提供蜜源植物；(5) 植物群落具备多样高度；(6) 植物群落三季有花，四季有绿；(7) 植物苗木可获得。本研究共计选择37种植物作为生境营造的材料（表1），其中至少有20种植物具备在稍耐阴环境下生长的能力。植物包括：16种古画中的植物；13种华北地区的乡土植物；5种开花植物（早春开花且冬季枝条呈绿色的迎春花（*Jasminum nudiflorum*）、耐阴且花朵密集的珍珠梅（*Sorbaria sorbifolia*）和



图3 场地实施前后对比
Fig. 3 Comparison photos before and after built of the site

紫珠（*Callicarpa bodinieri*）、花朵密集的韭（*Allium tuberosum*）、花朵艳丽的鸢尾（*Iris tectorum*）；3种“平替”植物，由于古画中部分苗木不可获得，选择粉花绣线菊（*Spiraea japonica*）、紫叶风箱果（*Physocarpus opulifolius* ‘Purpurea’）和葡萄（*Vitis vinifera*）替代三裂绣线菊（*Spiraea trilobata*）、风箱果（*Physocarpus amurensis*）和葎叶蛇葡萄（*Ampelopsis humulifolia*）。

2.2.3 营造可作为动物生境的植物群落

根据森林生态系统植物群落竖向层次越

丰富则鸟类多样性越高的研究结果^[27-28]，参考花鸟画中植物与地形、山石、水系等要素的搭配结构，考虑到以宫墙作为背景，游人安全性可以得到保障，设计至少5个层次的植物群落，包括覆盖地面草本层、草本层、小灌木层、灌木层和大灌木层（图4），将动物栖息空间在垂直方向上从地面连接到乔木冠层。为了便于游人观赏，靠近宫墙的一侧以种植灌木为主，靠近游人的一侧以种植草本植物为主，灌木和草本植物之间形成波浪形镶嵌咬合的平面格局。

表1 生境营造选择植物种类列表
Tab. 1 List of selected plant species for habitat creation

序号 No.	中文名称 Chinese name	拉丁学名 Latin name	高度层次 (非生活型) Level of height (not life form)	古画种类 Species in the ancient paintings or not	乡土植物 Native species or not
1	圆柏	<i>Juniperus chinensis</i>	灌木层	√	√
2	沙地柏	<i>Juniperus sabina</i>	小灌木层		√
3	紫珠	<i>Callicarpa bodinieri</i>	灌木层		
4	木香蓟	<i>Elsholtzia stauntonii</i>	小灌木层		√
5	胡枝子	<i>Lespedeza</i> sp.	大灌木层		√
6	迎春花	<i>Jasminum nudiflorum</i>	小灌木层		
7	贴梗海棠	<i>Chaenomeles speciosa</i>	灌木层	√	
8	蜡梅	<i>Chimonanthus praecox</i>	大灌木层	√	
9	粉花绣线菊	<i>Spiraea japonica</i>	小灌木层		
10	紫叶风箱果	<i>Physocarpus opulifolius</i> cv. <i>Purpurea</i>	灌木层		
11	牡丹	<i>Paeonia</i> × <i>suffruticosa</i>	小灌木层	√	√
12	箬竹	<i>Indocalamus tessellatus</i>	小灌木层	√	
13	早园竹	<i>Phyllostachys propinqua</i>	大灌木层	√	
14	枸杞	<i>Lycium chinense</i>	小灌木层	√	√
15	珍珠梅	<i>Sorbaria sorbifolia</i>	灌木层		
16	葡萄	<i>Vitis vinifera</i>	灌木层		
17	芍药	<i>Paeonia lactiflora</i>	草本层		√
18	蒲公英	<i>Taraxacum mongolicum</i>	草本层	√	√
19	石竹	<i>Dianthus chinensis</i>	草本层	√	√
20	瞿麦	<i>Dianthus superbus</i>	草本层	√	√
21	甘菊	<i>Chrysanthemum lavandulifolium</i>	草本层	√	√
22	萱草	<i>Hemerocallis fulva</i>	草本层	√	
23	鸢尾	<i>Iris tectorum</i>	草本层		
24	耬斗菜	<i>Aquilegia</i> sp.	草本层		√
25	韭	<i>Allium tuberosum</i>	草本层		
26	垂盆草	<i>Sedum sarmentosum</i>	覆盖地面草本层		√
27	绢毛匍匐委陵菜	<i>Potentilla reptans</i> var. <i>sericophylla</i>	覆盖地面草本层		√
28	紫菀	<i>Aster tataricus</i>	草本层		√
29	龙牙草	<i>Agrimonia pilosa</i>	草本层		√
30	辽藁本	<i>Conioselinum smithii</i>	草本层		√
31	射干	<i>Belamcanda chinensis</i>	草本层	√	√
32	桔梗	<i>Platycodon grandiflorus</i>	草本层		√
33	丹参	<i>Salvia miltiorrhiza</i>	草本层		√
34	毛茛	<i>Ranunculus japonicus</i>	草本层		√
35	玉簪	<i>Hosta plantaginea</i>	草本层	√	
36	蜀葵	<i>Alcea rosea</i>	草本层	√	
37	莲	<i>Nelumbo nucifera</i>	小灌木层	√	√

2.2.4 与植物群落搭配的其他设施

除植物种植外，还设置了4组12个堆肥箱、2个水缸和若干景石。堆肥箱内的堆肥原料是粉碎后的枯枝落叶，均为故宫绿地收集的园林绿化垃圾。每个水缸面积约0.5 m²，深约0.3 m。在2个水缸内各放置2盆荷花 (*Nelumbo nucifera*)，并在水体中投放眼子菜 (*Potamogeton* sp.)、螺 (*Gastropoda*) 和中华青鳉 (*Oryzias sinensis*) 等生物，以模拟华北平原地区原生的湿地生态系统，使水缸中至少具备水生高等维管束植物、底栖动物和鱼类等3个关键水生生物类群^[29]，保障水体清澈且不滋生蚊蝇。景石除了与植物搭配造景，同时也是一种“生态灶”。景石表面凹凸不平，有若干孔洞和小型凹坑，能为各种动物提供利用机会，如蜂类会利用景石的孔洞筑巢，鸟类会饮用景石凹坑积蓄的雨水。

2.3 实地建造

建设周期为2022年6月27日-7月8日，非常规种植季节。基于设计图纸，结合现场条件种植植物、安放景石和其他设施。建造末期，应安防要求，对灌木植株进行疏剪。绿地中原本两层的植物群落（草本层、乔木层）被改建为6层（地面草本层、草本层、小灌木层、灌木层、大灌木层和乔木层），地表和树冠经由各层植物在垂直方向被连接起来。植物群落、景石、水缸、堆肥设施等如画卷一般在宫墙前徐徐展开（图5），油松被衬托得更加遒劲苍翠。小型景石搭配植物、水缸搭配荷花不仅具有画意，还构成微型陆生和水生生境（图6）。

3 建成后的生物多样性

在建设期和建成后对场地开展生物监测。自2022年6月29日-2023年6月23日共计监测46次。监测采用观察记录法，监测样线自箭亭绿地由南向北，再由北向南，完整围绕绿地一周，与实施前的两次动物调研方法一致。观察并拍照记录如下信息：自生植物、鸟类、昆虫、哺乳动物、蚯蚓粪堆



图4 生境营造思路
Fig. 4 Habitat construction ideas

图5 建成实景立面图
Fig. 5 Realistic elevation after built

图6 建成后实景图
Fig. 6 Pictures after built

等生物的种类和行为。

3.1 植物多样性

共记录42种自生植物(表2),连同种植的植物共79种。有5种自生植物为可在古画中识别的种类,分别是鸭跖草

(*Commelina communis*)、枸杞(*Lycium chinense*)、地黄(*Rehmannia glutinosa*)、车前(*Plantago asiatica*)和蒲公英(*Taraxacum mongolicum*);有2种为在古画中可以识别出的相似种,分别是马唐(*Digitaria sanguinalis*)(与古画中的牛筋草(*Eleusine indica*)相似)、西瓜(*Citrullus lanatus*)(与古画中的苦瓜

(*Momordica charantia*)相似)。

3.2 动物多样性

共记录29种(类)动物(表3)。包括12种鸟类、4种鳞翅目昆虫、1种蜻蜓目昆虫、1种螳螂目昆虫、3种膜翅目昆虫、1种鞘翅目昆虫、2种半翅目昆虫、2种双翅目昆虫、1种寡毛纲动物(蚯蚓)、1种哺乳类动物和1种鱼类。

分析动物的来源,被吸引到场地上的有24种,由植物种苗或土球带入的有5种,从堆肥箱的植物茎秆中孵化的有1种,人为投放的有1种(鱼类)。被吸引到场地上的动物移动能力较强,如鸟类、蜻蜓、蝴蝶和蜂等。移动能力较差的动物,如蚯蚓、鱼类等,则需要借助人力引入。

按照公式(1)计算各类动物出现的频率。式中, v 为动物出现频率; n 为该动物记录的次数; N 为监测总次数。

$$v = n / N \quad (1)$$

结果如表3所示。东亚暖温带地区特有物种、北京市一级保护动物黑头鹇(*Sitta villosa*)记录频率最高,且每次记录都是来水缸饮水,偶尔至近地面处觅食。黑头鹇常栖息在油松的树冠层,利用锋利的喙从树皮裂缝及球果中夹出昆虫食用,并在树干筑巢。结果表明,微型水体是吸引黑头鹇这一珍稀物种的关键生态因子;复层植物群落为黑头鹇从树冠到地面提供了便利条件,在垂直和水平方向均拓展了黑头鹇可以利用的生境空间。

3.3 微型绿地生态系统中的生态过程

3.3.1 鸟类对复层植物群落和水源的利用

黑头鹇对水源敏感,水缸刚蓄水即被观察到至水缸饮水。复层植物群落为黑头鹇从乔木树冠层飞至靠近地面的水缸提供了便利(图7)。其他鸟类,如麻雀、大嘴乌鸦等均

表2 自生植物列表
Tab. 2 List of spontaneous plants

序号 No.	中文名称 Chinese name	拉丁学名 Latin name	科 Family	属 Genus	古画种类 Species in the ancient paint- ings or not
1	铁苋菜	<i>Acalypha australis</i>	大戟科	铁苋菜属	
2	凹头苋	<i>Amaranthus blitum</i>	苋科	苋科	
3	葎叶蛇葡萄	<i>Ampelopsis humulifolia</i>	葡萄科	蛇葡萄属	
4	点地梅	<i>Androsace umbellata</i>	报春花科	点地梅属	
5	蒺蒿	<i>Artemisia selengensis</i>	菊科	蒿属	
6	黄花蒿	<i>Artemisia annua</i>	菊科	蒿属	
7	斑种草	<i>Bothriospermum chinense</i>	紫草科	斑种草属	
8	打碗花	<i>Calystegia hederacea</i>	旋花科	打碗花属	
9	凌霄	<i>Campsis grandiflora</i>	紫葳科	凌霄属	
10	芥	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	十字花科	芥属	
11	乌菟莓	<i>Causonis japonica</i>	葡萄科	乌菟莓属	
12	刺儿菜	<i>Cirsium arvense</i> var. <i>integrifolium</i>	菊科	薊属	
13	西瓜	<i>Citrullus lanatus</i>	葫芦科	西瓜属	
14	鸭跖草	<i>Commelina communis</i>	鸭跖草科	鸭跖草属	√
15	尖裂假还阳参	<i>Crepidiastrum sonchifolium</i>	菊科	假还阳参属	
16	曼陀罗	<i>Datura stramonium</i>	茄科	曼陀罗属	
17	马唐	<i>Digitaria sanguinalis</i>	禾本科	马唐属	
18	鳢肠	<i>Eclipta prostrata</i>	菊科	鳢肠属	
19	地锦草	<i>Euphorbia humifusa</i>	大戟科	大戟属	
20	牛膝菊	<i>Galinsoga parviflora</i>	菊科	牛膝菊属	
21	野大豆	<i>Glycine soja</i>	豆科	大豆属	
22	泥胡菜	<i>Hemisteptia lyrata</i>	菊科	泥胡菜属	
23	葎草	<i>Humulus scandens</i>	大麻科	葎草属	
24	翅果菊	<i>Lactuca indica</i>	菊科	莴苣属	
25	夏至草	<i>Lagopsis supina</i>	唇形科	夏至草属	
26	独行菜	<i>Lepidium apetalum</i>	十字花科	独行菜属	
27	枸杞	<i>Lycium chinense</i>	茄科	枸杞属	√
28	通泉草	<i>Mazus pumilus</i>	通泉草科	通泉草属	
29	桑	<i>Morus alba</i>	桑科	桑属	
30	诸葛菜	<i>Orychophragmus violaceus</i>	十字花科	诸葛菜属	
31	酢浆草	<i>Oxalis corniculata</i>	酢浆草科	酢浆草属	
32	车前	<i>Plantago asiatica</i>	车前科	车前属	√
33	马齿苋	<i>Portulaca oleracea</i>	马齿苋科	马齿苋属	
34	委陵菜	<i>Potentilla chinensis</i>	蔷薇科	委陵菜属	
35	地黄	<i>Rehmannia glutinosa</i>	列当科	地黄属	√
36	狗尾草	<i>Setaria viridis</i>	禾本科	狗尾草属	
37	龙葵	<i>Solanum nigrum</i>	茄科	茄属	
38	蒲公英	<i>Taraxacum mongolicum</i>	菊科	蒲公英属	√
39	附地菜	<i>Trigonotis peduncularis</i>	紫草科	附地菜属	
40	榆树	<i>Ulmus pumila</i>	榆科	榆属	
41	早开堇菜	<i>Viola prionantha</i>	堇菜科	堇菜属	
42	马廐儿	<i>Zehneria japonica</i>	葫芦科	马廐儿属	

被记录在水缸饮水。

褐柳莺是一种典型的灌丛鸟类，也是北京较为常见的迁徙过境鸟，但在常规人工绿地中停留甚少。2022年10月3日，绿地中有一只褐柳莺在堆肥箱前的地面取食从箱体孔中掉落的昆虫，受到惊扰后立即飞跃至堆肥箱后的灌丛中躲藏，3个层次的灌丛尤其便于褐柳莺在其中穿行。鸚属鸟类是典型的灌丛鸟类，常隐藏于灌丛，在地面觅食。绿地多层次的灌木和草本植物为鸚属鸟类提供了便利的栖息条件。金翅雀常取食油松种子，也爱在地面取食其他植物的种子。在冬季，油松子洒落绿地，成群的麻雀在地面觅食。白头鹎会在冬季取食紫珠的果实。

3.3.2 微型绿地生态系统的食物网结构

根据监测观察以及文献查阅，可以得出微型绿地生态系统的食物网结构。植物、初级消费者、次级消费者和三级消费者之间的关系尤为复杂。

绿地中的79种植物为鳞翅目昆虫（黄钩蛱蝶、菜粉蝶、刺蛾科）、半翅目昆虫（蝽）、膜翅目昆虫（中华蜜蜂、切叶蜂科、隧蜂科）、鞘翅目昆虫（鳃金龟科）和双翅目昆虫（食蚜蝇）提供食物和栖息空间。蝴蝶和蛾子的幼虫以其寄主植物为食，如黄钩蛱蝶的寄主植物为葎草，点玄灰蝶的寄主植物为垂盆草，菜粉蝶的寄主植物为二月兰。膜翅目昆虫取食植物的花粉和花蜜，韭、甘菊等花朵密集的植物较受欢迎。鞘翅目昆虫从堆肥箱里的枯枝落叶中孵化出来，有红角鸮 (*Otus sunia*) 等鸟类提供食物的潜力。

天敌昆虫中华大刀螳捕食鳞翅目、膜翅目和双翅目昆虫；东亚异痣螳捕食双翅目昆虫。黄腹山雀和褐柳莺主要捕食昆虫；金翅雀主要取食植物；黑头鸛、白头鹎和麻雀不仅捕食昆虫，还取食植物；大嘴乌鸛为杂食性，可偷食黑头鸛、白头鹎、麻雀、金翅雀等在故宫繁殖的鸟类的卵。而常在地面取食的麻雀和金翅雀易被猫捕食。能量顺着营养级向上流动。

绿地土壤中的蚯蚓可以分解植物残体的碎屑，

表3 监测所得动物相关名录列表
Tab. 3 List of animals by monitoring

序号 No.	中文名称 Chinese name	所属科/拉丁学名 Family/Latin name	记录次数/次 Record times	频率/% Frequency	来源 Source	类群 Taxa
1	黑头鸭	<i>Sitta villosa</i>	17	36.96	a	鸟类
2	麻雀	<i>Passer montanus</i>	14	30.43	a	鸟类
3	猫	<i>Felis catus</i>	7	15.22	a	哺乳动物
4	蚯蚓	<i>Oligochaeta</i>	5	10.87	b	寡毛纲动物
5	大嘴乌鸦	<i>Corvus macrorhynchos</i>	5	10.87	a	鸟类
6	点玄灰蝶	<i>Tongeia filicaudis</i>	2	4.35	a/c	鳞翅目
7	东亚异痣螳	<i>Ischnura asiatica</i>	2	4.35	a/c	蜻蜓目
8	食蚜蝇科	Syrphidae	2	4.35	a	双翅目
9	刺蛾科	Limacodidae	2	4.35	c	鳞翅目
10	隧蜂科	Halictidae	2	4.35	a	膜翅目
11	中华大刀螳	<i>Tenodera sinensis</i>	2	4.35	c	螳螂目
12	白头鹎	<i>Pycnonotus sinensis</i>	1	2.17	a	鸟类
13	菜粉蝶	<i>Pieris rapae</i>	1	2.17	a	鳞翅目
14	点蜂缘蝽	<i>Riptortus pedestris</i>	1	2.17	a	半翅目
15	褐柳莺	<i>Phylloscopus fuscatus</i>	1	2.17	a	鸟类
16	黄腹山雀	<i>Pardaliparus venustulus</i>	1	2.17	a	鸟类
17	黄钩蛱蝶	<i>Polygonia c-aureum</i>	1	2.17	a	鳞翅目
18	灰棕鸟	<i>Spodiopsar cineraceus</i>	1	2.17	a	鸟类
19	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	1	2.17	a	鸟类
20	鳃金龟科	Melolonthidae	1	2.17	d	鞘翅目
21	金翅雀	<i>Chloris sinica</i>	1	2.17	a	鸟类
22	盲蝽科	Miridae	1	2.17	a	半翅目
23	普通楼燕	<i>Apus apus</i>	1	2.17	a	鸟类
24	切叶蜂科	Megachilidae	1	2.17	a	膜翅目
25	鹀属	<i>Emberiza</i> sp.	1	2.17	a	鸟类
26	蝇	Diptera	1	2.17	a	双翅目
27	中华蜜蜂	<i>Apis cerana</i>	1	2.17	a	膜翅目
28	中华青鳉	<i>Oryzias sinensis</i>	1	2.17	e	鱼类
29	珠颈斑鸠	<i>Streptopelia chinensis</i>	1	2.17	a	鸟类

注：a 为被吸引；b 为植物土球携带；c 为植物种苗携带；d 为堆肥箱植物茎秆蛹孵化；e 为人为投放。

是绿地物质循环不可或缺的一环。堆肥设施加速了植物残体转化为土壤腐殖质的进程，提升了该生态系统中物质循环的速率（图8）。

4 讨论

4.1 自生植物管理

在42种自生植物中，有7种为古画中的种类或近似种，本研究通过种植设计和自生植物监测再现了23种出现于古画中的植物，说明这些植物自古就生长在中国人居环境中，

正因如此才被古人记录到画作里。本场地内自然萌发生长的植物种类符合设计预期，包括凹头苋、马唐、狗尾草、牛膝菊、葎草、黄花蒿、蒺藜等繁殖能力较强的杂草，也有木本植物的幼苗，如凌霄、枸杞、桑、榆树等。因此，在管理过程中，鸭跖草等古画植物和西瓜苗等近似种被保留，而繁殖能力较强的杂草（如藜科植物）和木本植物（如构树、桑树）幼苗则被及时拔除以避免侵占其他植物的生长空间。

4.2 鸟类群落效益

截至2023年4月，中国观鸟记录中心故宫博物院的鸟类观察报告有51份，共记录57种鸟类，以生活在乔木树冠层的鸟类为主（36种），生活在灌丛的鸟类仅7种，分别是麻雀、红喉姬鹀、棕背伯劳、褐柳莺、红胁蓝尾鸲、蓝歌鸲和绿背姬鹀。除广泛分布的麻雀之外，其他6种鸟类的出现频次均少，红喉姬鹀和棕背伯劳均被记录3次（5.88%），其他4种鸟类均仅被记录1次（1.96%）。黑头鸭为生活在树冠层的鸟类，也仅被记录1次。

研究于2023年5月6日、8日、11日，对故宫东华门片区绿地、西华门片区绿地及慈宁宫花园开展鸟类调查，共记录鸟类24种。与公众数据类似，以上区域的鸟类以在树冠层栖息的鸟类为主，在灌丛栖息的鸟类仅4种，未记录到黑头鸭。

同期对设计场地和对照场地开展鸟类调查。对照场地位于设计场地对侧，面积规模与设计场地相当，种植13株油松，植物群落结构如图3所示。在设计场地记录鸟类9种32只次和猫1只次，在对照场地记录鸟类2种28只次。在设计场地记录黑头鸭7只次，均为在绿地上方油松树冠层觅食，并通过灌木层和草本层到水缸饮水。在对照场地记录2只次黑头鸭，均为在油松树冠层。设计场地还记录灌丛鸟鸲属1只次在灌丛内觅食。

从历史、东华门绿地和西华门绿地的鸟类群落数据可知：（1）在故宫分布的灌丛鸟种类和数量均少；（2）黑头鸭在故宫少见。较之对照场地，设计场地可明显吸引更多种鸟类，特别在吸引黑头鸭和灌丛鸟方面可弥补故宫鸟类群落的不足。本研究验证了复层植物群落结构有利于提升林鸟多样性。监测表明，从地面到树冠，覆盖地面草本层—草本



图7 黑头鸢和褐柳莺对复层植物群落的利用
Fig. 7 The utilization of *Sitta villosa* and *Phylloscopus fuscatus* on multi-layer plant communities

图9 花鸟画场景再现
Fig. 9 Reproduction of scenes in the flower and bird painting

图8 微型绿地生态系统中的食物网结构、物质循环和能量流动图解
Fig. 8 Diagram of food web structure, material cycle and energy flow in micro green space ecosystem

层一小灌木层—灌木层—大灌木层的结构确实可以为黑头鸢、褐柳莺、鸢等林鸟提供更加安全和便利的栖息空间，符合设计预期。

4.3 复现古画动物群落

对比表3，虽然在具体种类上有所差异，但场地监测所得的动物类群复现了古画中的动物类群，包括鸟类、哺乳类动物、蜻蜓目昆虫、鳞翅目昆虫和鱼类等。黑头鸢利用荷花茎秆接近水面喝水的场景再现了《松云荷雀图卷》中的画面；白猫在绿地中的场景再现了《唐苑嬉春图卷》中的画面；黑头鸢和

褐柳莺在灌木丛中穿行的场景再现了《御临黄筌花鸟卷》中的画面(图9)。虽然微型绿地生态系统占地面积小，还不能对故宫的整体风貌产生影响，但植物群落的构建完全可以与古典审美要素结合，在实现生态效益的同时，也能融入场地的历史人文环境，与中华文明传承悠久的审美趣味契合。同时，也从侧面反映出中国古代花鸟画对地域性生态特征的体现。在开展生境营造时，需要对地域自然生态系统有深入的了解，这可能是传承中国风景园林知行传统，建立“人与自然和谐共生”知识体系的一种路径^[30]。

4.4 基于古代花鸟画开展生物生息空间营造的方法

古代花鸟画表现了中国古代人居环境的一个局部，其内容、构图及所呈现的意趣反映了中国古人对自然生物的欣赏和喜爱。从花鸟画中提取生态要素，并借鉴其结构开展生物生息空间营造设计，在尺度上尤其适合复杂多变的城市场角空间。参考古代花鸟画选择的植物、景石或小品本就带有中国传统文化意蕴，而生物生息空间在现实中还可为栖居在城市环境中的其他生物提供普惠性的生存资源，更别说还能像黑头鸢这样的珍

稀鸟类提供栖息地了。此种方法与来自西方城市的花境设计相较, 虽然有共通之处, 但花境更加关注植物群落本身, 强调植物的枝叶和花卉在形态、色彩、质感、季相等方面互相搭配, 形成丰富多变而具有延续性的植物景观。而本方法在实现上述花境的效果之外, 还能实现生物栖息地的功能并表达传统文化, 这更加符合东亚古都绿色城市建设的需求。

5 结论

东亚城市人地关系紧张, 传统文化浓厚, 在城市开展生物多样性保护一方面需要识别珍稀濒危物种的栖息地并为其拟定相应的保护和修复策略, 另一方面需要将生物多样性保护的思想和实践与传统文化相结合, 利用城市边角空间营造普惠性的生物生息空间。关键是在深入了解地域自然系统的结构、过程和功能的基础上, 结合传统文化, 确定具体实践的技术路径, 进而实现生物多样性和人类文化的同步发展。

本研究从花鸟画中提取生态要素如植物、景石、湿地等, 作为城市微型绿地生态系统构建的要素。以花鸟画作为设计构图参考, 尊重场地的历史审美和人文环境; 筛选适应立地条件的植物营造复层植物群落, 尊重场地的自然地域特征。植物与景石搭配营造微型陆生生境, 模拟地域性湿地生态系统营造微型湿地生境, 堆肥设施提供有机物加速分解的环境, 成为昆虫的育幼场。在百平方米级的绿地里, 以上各要素的多孔隙表面充满自地表至树冠的空间, 蚯蚓、昆虫、鸟类、哺乳动物等百余种生物获得了可供依存的资源和栖息环境, 反映了城市绿地典型的食物网结构、物质循环和能量流动过程, 实现了人文与生态的交融, 体现了中国古典园林缘自千年的传统, 也为在东亚古

都将传统文化融入绿色城市建设提供了一种路径。

注: 图1底图来源<https://www.dpm.org.cn/Visit.html>; 图9《松云荷雀图卷》由故宫博物院馆藏https://www.dpm.org.cn/vr/stone-moat/wyd_91.html, 《唐苑嬉春图卷》由纽约大都会博物馆馆藏<https://www.metmuseum.org/art/collection/search/50827>, 《御临黄筌花鸟卷》源自https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d7/%E6%98%8E_%E6%9C%B1%E7%9E%BB%E5%9F%BA_%E5%BE%A1%E4%B8%B4%E9%BB%84%E7%AD%8C%E8%8A%B1%E9%B8%9F%E5%8D%B7.jpg?uselang=zh-cn; 其余图片均由作者自绘/自摄。

致谢:

“故宫零废弃堆肥花坛”是万科公益基金会与故宫合作开展的“故宫零废弃”项目下的一个子项目, 万科公益基金会为“故宫零废弃堆肥花坛”的建设和运维提供了资金支持, 并提供了零废弃堆肥相关的一系列技术指导, 特此感谢。

参考文献

[1] 刘晖, 王晶懋, 吴小辉. 生境营造的实验性研究[J]. 中国园林, 2017, 33(03): 19-23.

[2] 刘晖, 徐鼎, 李莉华, 等. 西北大中城市绿色基础设施之生境营造途径[J]. 中国园林, 2013, 29(03): 11-15.

[3] 刘晖, 李莉华, 徐鼎. 自然环境条件影响下的西北城市绿地生境营造途径[J]. 西安建筑科技大学学报(自然科学版), 2016, 48(04): 556-561.

[4] 王晶懋, 刘晖, 范李一璇, 等. 城市场地生境营造与植物群落设计评述[J]. 中国城市林业, 2022, 20(06): 41-47.

[5] 张璐璐, 朱丹, 宋德莹. 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[J]. 住宅科技, 2023, 43(02): 1-6.

[6] 王向颖. 社区生境花园的设计与应用实践——以上海市长宁区社区生境花园项目为例[J]. 现代园艺, 2022, 45(12): 131-133.

[7] 张紫莞, 贺坤, 钱迪飞, 等. 基于生物栖息地的城市生境花园营建[J]. 中国城市林业, 2021, 19(03): 90-94.

[8] 张颖, 黄婷婷, 胡鹭, 等. 基于鸟类多样性提升的社区公园生境营造策略探析[J]. 中国园林, 2022, 38(03): 106-111.

[9] 蔡颖芳, 刘展辰, 尹若水. 上海闵行文化公园生境营造后的生物多样性评价[J]. 湖北农业科学, 2016, 55(19): 4923-4926.

[10] 刘永晖. “画中有诗”: 花鸟画中的文学性[J]. 汉字文化, 2020(03): 40-41.

[11] 王钊. 博物学与中国画的交汇: 谈蒋廷锡《塞外花卉图》卷[J]. 故宫博物院院刊, 2017(01): 65-78.

[12] 丁鼎. 格物鼎新——我对当代花鸟画探索的思考[J]. 美术, 2022(06): 81-83.

[13] 朱红娇. 论明清花鸟画中媒材发展引起的绘画艺术流变[J]. 美术教育研究, 2017(09): 17.

[14] 周碧莹. 花鸟画的生态之美[J]. 美术教育研究, 2016(08): 14.

[15] 张婷. 花鸟画活动中融入生态意识的课程开发研究[J]. 环境教育, 2022(04): 51-53.

[16] 范琳琳. 生态美学视野下的中国写意花鸟画研究[J]. 艺术与设计(理论), 2016, 2(08): 132-133.

[17] 王钊. 殊方异卉清宫绘画中的域外观赏植物[J]. 紫禁城, 2018(10): 74-89.

[18] 田怀良. 明代初期宫廷花鸟画功能初探[J]. 国画家, 2023(01): 91-92.

[19] 郭灿灿, 朱强, 尹豪, 等. 畅春园植物考证及植物景观营造[J]. 中国园林, 2020, 36(07): 123-128.

[20] 胡楠, 王培严, 李雄. 北京皇家园林内庭花园植物种类考证与植物配置研究[J]. 北京林业大学学报, 2022, 44(02): 100-114.

[21] 林舒琪, 陈瑞丹. 圆明园盛期部分植物种类考证——以《圆明园内工则例》为例[J]. 中国园林, 2022, 38(04): 110-114.

[22] 胡立辉, 张德顺. 基于原真性探析的西湖水生植物历史研究[J]. 中国园林, 2017, 33(08): 68-72.

[23] 谷媛, 狄雅静. 颐和园植物历史景观复原探讨[C]//北京园林学会, 北京市园林绿化局, 北京市公园管理中心. 2008北京奥运园林绿化的理论与实践. 北京: 中国林业出版社, 2009: 382-387.

[24] 张冬冬. 文化遗产类历史园林植物景观保护与修复——以国际公约及国内外实践为切入点[J]. 风景园林, 2019, 26(05): 109-114.

[25] 苏怡. 御苑探微: 倦勤斋通景画中的花卉植物[J]. 故宫博物院院刊, 2021(06): 81-97.

[26] 贾慧果. 清代养心殿植物历史景观研究[J]. 故宫学刊, 2019(01): 452-463.

[27] XIE S, LU F, CAO L, et al. Multi-scale Factors Influencing the Characteristics of Avian Communities in Urban Parks Across Beijing during the Breeding Season[J]. Scientific Reports, 2016, 6(1): 1-9.

[28] MACARTHUR R H, MACARTHUR J W. On Bird Species Diversity[J]. Ecology, 1961, 42(3): 594-598.

[29] 黄越, 闻丞, 陈炜, 等. 基于生物群落重建的景观水体生态修复方法研究[J]. 中国园林, 2018, 34(04): 24-29.

[30] 杨锐. 风景园林学科专业发展评估、困境与突破[J]. 中国园林, 2023, 39(01): 23-25.