

城市夹缝植物多样性分析与应用建议^{*}

——以合肥市和广州市为例

巩怡文^{1,3} 谢 威^{1,2} 郭镜贇^{1,3} 魏 龙³
魏 丹³ 聂斯思^{1,3} 王靖娴^{1,3} 殷祚云¹

(1. 仲恺农业工程学院 园艺园林学院, 广东 广州 510225; 2. 台山市红岭种子园, 广东 台山 529223;
3. 广东省森林培育与保护利用重点实验室/广东省林业科学研究院, 广东 广州 510520)

摘要 城市荒野作为城市生态系统中最为自然的一部分, 其形式多样、生境类型繁多, 夹缝便是其中的一个微型生境种类。为更好地挖掘城市荒野的潜能、实现生态文明建设, 研究以安徽省合肥市和广东省广州市的夹缝植物为例, 通过对两地夹缝植物的秩多度曲线陡度、多样性、均匀性和相似度系数进行计算, 得出结论: (1) 合肥市和广州市夹缝植物的种-科、种-属和属-科的秩多度曲线均呈反 J 型, 均符合倒数模型; (2) 合肥市夹缝植物的科、属、种之间分布不均匀, 且与广州市夹缝植物的科、属、种之间分布的均匀性相差较大; (3) 两地夹缝植物的科类相似, 但属和种的相似度较低, 且物种差异性较大。

关键词 夹缝植物; 城市荒野; 森林城市

中图分类号: S731.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-2053 (2023) 06-0027-08

Diversity Analysis and Application Suggestions of Urban Crevice Plants

——Taking Hefei and Guangzhou As Examples

GONG Yiwen^{1,3} XIE Wei^{1,2} GUO Jingyun^{1,3} WEI Long³
WEI Dan³ NIE Sisi^{1,3} WANG Jingxian^{1,3} YIN Zuoyun¹

(1. College of Horticulture and Landscape Architecture, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou, Guangdong 510225, China; 2. Taishan Hongling Seed Garden, Taishan, Guangdong 529223, China;
3. Guangdong Provincial Key Laboratory of Silviculture, Protection and Utilization/Guangdong Academy of Forestry, Guangzhou, Guangdong 510520, China)

Abstract Urban wilderness, the most natural part of urban ecosystems, is characterized by diverse forms and habitat types, in which crevice is one of the microhabitat types. In order to better explore the potential of urban wilderness and realize the construction of ecological civilization, the steepness, diversity, homogeneity, and similarity coefficients of the rank multiplicity curves of crevice plants in Hefei city, Anhui province and Guangzhou city, Guangdong province were detected in this study. The results suggested that: (1) the rank-multiplicity curves of the crevice plants in Hefei city and Guangzhou city were both displayed as inverse J-type,

^{*} 基金项目: 广东省林业科技创新项目 (2023KYXM09, 2022KYXM09, 2021KYXM09); 广东省林学会科技计划项目: 广东省自然教育基地标识系统设计策略研究 (2022-GDFS-KJ-01)。

第一作者: 巩怡文 (2001—), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为园林、生态学和自然教育, E-mail: gywymhj@163.com。

通信作者: 殷祚云 (1966—), 男, 教授, 主要从事生态学、林学和统计学研究工作, E-mail: yinzuoyun@163.com。

魏龙 (1976—), 男, 正高级工程师, 主要从事林业碳汇、沿海防护林生态系统研究, E-mail: weilong@sinogaf.cn。

and conformed to the inverse model; (2) the distribution of families, genera and species of crevice plants in Hefei city was not uniform, which was different from that of Guangzhou city; (3) the crevice plants in the two cities demonstrated relatively high similarity in the families, but low similarity in genera and species.

Key words crevice plants; urban wilderness; forest city

在当今提倡建立公园城市的背景下，城市中如春笋般“长出”一座座公园，园林也从古时的“城中园”向现在的“园中城”发展。但随着人们对公园建设的重视，加之对现代园林的认可心理，城市公园内人工化痕迹越来越多，出现了园林植物养护成本过高、城市自然荒野景观丧失、城市公园生态系统脆弱、城市生态服务功能弱化等一系列问题。在这种情况下，人们逐渐意识到城市荒野对生态文明建设具有重要意义，充分发挥城市荒野的自然补偿功能，对实现城市韧性与优化城市系统的“自然－人工”二元驱动结构有着极大的帮助^[1]。在城市的夹缝生境中，夹缝植物的顽强生长构建了不容小觑的微型荒野景观。本文以夹缝植物为切入点，通过调查安徽省合肥市和广东省广州市的夹缝植物种类，对两地夹缝植物的物种多样性、均匀性、相似度等进行对比分析，以期为增强城市生物多样性提供科学依据。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究地区概况

本文以安徽省合肥市和广东省广州市作为华东地区和华南地区的代表城市，在两地分别选取 6

个样地进行调查。其中，合肥市和广州市城市概况^[2-3]如下表（表 1）。

1.2 研究方法

本文分别于 2019 年 3 月-10 月以及 2022 年 12 月—2023 年 5 月在广州市^[2]和合肥市采用实地调研法进行夹缝植物种类调查。两市分别选择 6 个调研地（表 2），对选定区域内采用全面踏查法进行 3 次重复调查，以确保数据的准确性和科学性，满足代表性和统计分析基本需要。踏查对象包括建筑物立面缝隙、地面缝隙、排水沟渠缝隙、假山和人工搬运的石头上的孔洞等夹缝生境中生长的植物种类，并记录其夹缝生境情况。其中，植物种名鉴定主要依据中国植物志^[4]。

1.3 数据处理

采用 WPS Office Excel 2023 中的 Excel 表格进行数据粗处理整合，并进行线性回归分析；利用 SPSS 26.0 进行独立样本 T 检验，并采用 OriginPro 2021 作折线图和直方图。

采用上述样方夹缝植物群落数据，计算基于信息论的 Shannon-Wiener 物种多样性和均匀性（即均匀度）指数、基于概率论的 Simpson 物种多样性和均匀性指数的计算公式如下^[5]：

表 1 研究地区环境概况
Table 1 Environmental overview of the study area

城市 City	合肥市 Hefei	广州市 Guangzhou
地理位置 Geographic location	本次调研区域范围为包河区、蜀山区、庐阳区、瑶海区和新站高新区，地理坐标介于北纬 31° 50'29" ~ 31°55'52"，东经 117°10'16" ~ 117°19'50"。	本次调研区域范围为海珠区、天河区和白云区，地理坐标介于北纬 23°5'48" ~ 23°12'2"，东经 113°17'33" ~ 113°17'55"。
地形地貌 Topographic features	地处中国华东地区、安徽中部，位于长江和淮河流域之间。地势中部高，南北低，整体较为平坦，局部地区有丘陵。	地处中国华南地区、广东省中南部、珠江三角洲中北缘。属于冲积平原和丘陵地带，地势东北高、西南低，背山面海。
气候特点 Climate characteristic	亚热带湿润季风气候，冬寒夏热，春秋温和，年平均气温 15.7℃，是暖温带向亚热带的过渡带气候类型。	南亚热带季风气候，温暖多雨、光热充足、夏季长、霜期短，年平均气温在 21.5 ~ 22.2℃之间。
降雨量 Rainfall	年降雨量近 1 000 mm。	年降雨量约为 1 800 mm。

表2 样地环境概况
Table 2 Environmental overview of the sample site

城市 City	调研地 Research site	环境概述 Environmental overview	夹缝植物生境 The living environment of crevice plants
合肥 Hefei	陶冲湖公园	位于合肥市新站区，建成十二年的市政公园，占地约 220 hm ² ，其主体为陶冲水库。	多生长于道路和排水沟渠夹缝内，偶有长于种植池和台阶立面缝隙间。
	少荃湖湿地公园	建成六年的湿地公园，总面积约 455 hm ² ，位于合肥市新站区，其中陆域绿地面积约 315 hm ² ，水面面积约 140 hm ² 。	多生长于道路和台阶立面缝隙间。
	菱湖公园	位于合肥市庐阳区，建成约 30 年，是一处依自然水塘而建的市政公园，规划面积约 13.5 hm ² ，水域面积约 6.4 hm ² 。	多生长于道路缝隙，以墙角处生长旺盛。
	大蜀山森林公园	位于合肥市蜀山区，合肥近郊唯一的一座大山，公园已建成 70 余年，距合肥市中心约 10 km，面积 566.7 hm ² ，海拔 284 m。	地缝、护坡夹缝内均有生长。
	新店花园小区	位于合肥市新站区，建成五年的居住区，人流量大，小区内道路铺装以沥青混凝土为主，小区绿化率在 30% 以上。	长于地缝内，路缘石附近生长旺盛。
	包河万达广场	位于合肥市包河区，繁华的商业综合体，占地面积约 17.7 hm ² ，至今建成二十余年，广场上绿化率较低，步行街内无绿化。	仅广场上有夹缝植物生长，且多长于排水沟渠夹缝中，地缝间生长较少。
广州 Guangzhou	仲恺农业工程学院海珠校区	位于广州市海珠区，近百年的老校区，占地面积约 18.7 hm ² 。校区地势平坦无河流贯穿，无山丘地形，植被多属于热带或亚热带植物，种类多且分布均匀。	多长于地缝和墙角缝隙，偶有长于立面缝隙。
	广东外语外贸大学	位于广州市白云区，建成近六十年，占地面积约 62.6 hm ² 。校园位于白云山脚下，依山傍水、景观丰富。	多长于地缝，以道路砖缝和沟渠护坡夹缝内生长旺盛。
	中山大学海珠校区	位于广州市海珠区，占地约 11.7 hm ² ，具位于广州市海珠区，有近百年的历史。校园地势平坦。	多长于地缝，以宿舍楼和教学楼沟渠夹缝内生长旺盛。
	华南农业大学	位于广州市天河区，建校七十余年，占地面积约 293 hm ² 。校内植被覆盖率高，拥有近百种国家保护植物。	教学楼下地砖缝隙及教师宿舍区地缝内生长旺盛。
	华南师范大学	位于广州市天河区，建校九十年，占地面积约 81.3 hm ² 。	多长于教学楼区域地缝内。
	南方医科大学	位于广州市白云区，建校七十余年，占地面积约 176.68 hm ² 。	多长于宿舍区地缝，少数生长于绿化带边缘地缝。

$$D_{\text{SW}} = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i \quad (1)$$

$$E_{\text{SW}} = \frac{D_{\text{SW}}}{\log_2 S} \quad (2)$$

$$D_{\text{Sim}} = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2 \quad (3)$$

$$E_{\text{Sim}} = \frac{D_{\text{Sim}}}{1 - 1/S} \quad (4)$$

式 (1) ~ (4) 中， D_{SW} 、 E_{SW} 分别表示 Shannon-Wiener 多样性和均匀性指数， D_{Sim} 、 E_{Sim} 分别为 Simpson 多样性和均匀性指数； S 为样方中科或属的总数， p_i 是指第 i 个高级分类单位的低级分类单位数量占比，如第 i 个科的属数占比、或第 i 个科的种数占比、或第 i 个属的种数占比。

绘制并对比多地植物进行种数—科序、属数—科序、种数—属序，对该类反 J 型曲线以式 (5) 进行非线性回归分析。

$$y = k \cdot x' + d \quad (5)$$

其中， x 表示科数或属数的排序， x' 为 x 的倒数， y 表示属数或种数， d 和 k 是参数，其中 k 相当于陡度，陡度越小则该地夹缝植物分布越不均匀。

根据波兰学者 Czekanowskii (1913) 所提出的相似度系数 (CS)^[6] 对合肥市和广州市的夹缝植物科、属、种进行相似度比较，如式 (6)。

$$CS = \frac{2c}{a+b} \quad (6)$$

其中， a 是样地 A 的某一定量值的总和； b 是样地 B 的某一定量值的总和； c 是两个群落或样地

中共有种的某一定量值的总和。

2 结果与分析

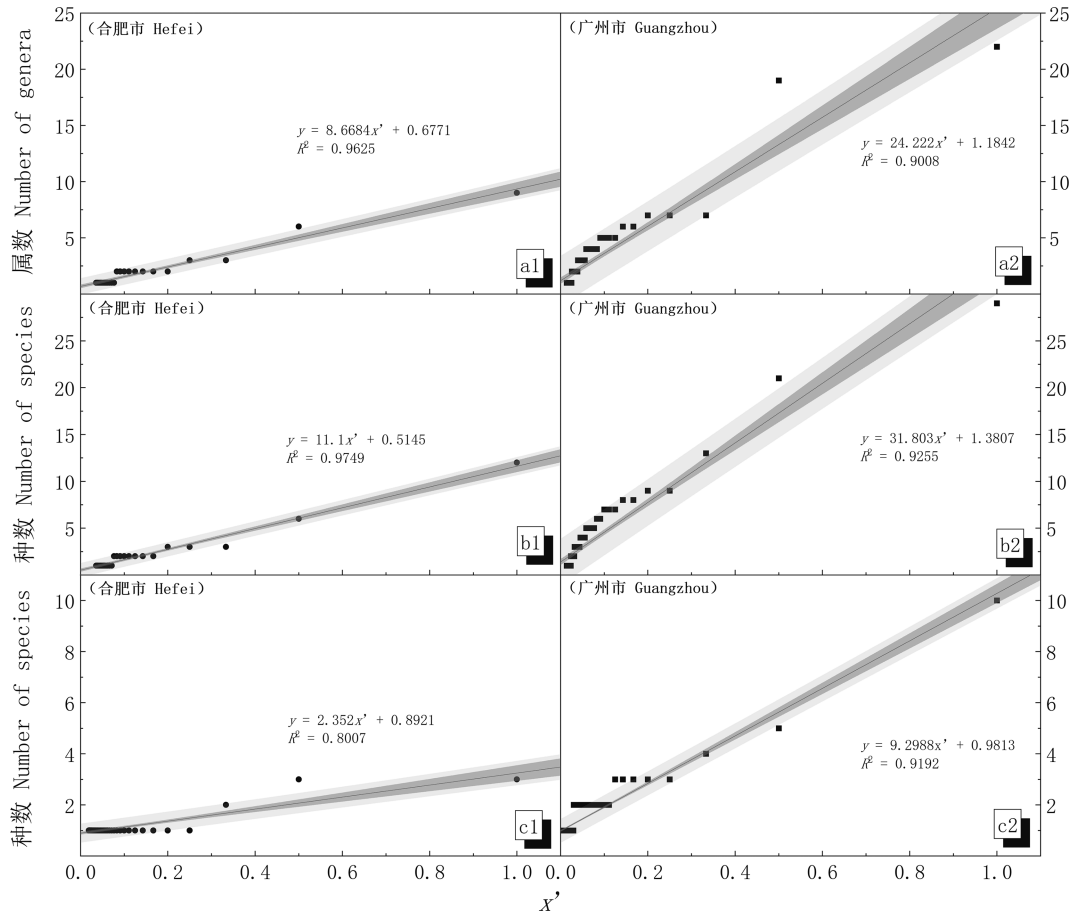
2.1 夹缝植物物种构成分析

经调查，共发现合肥市夹缝植物 28 科 52 属 57 种，其中，以菊科植物最多，占总物种数的 21.10%，其次是禾本科，占 8.77%，随后是石竹科和豆科，均占本次调查总物种数的 5.26%。物种出现频率最高的前 10 种为酢浆草 *Oxalis corniculata*、小蓬草 *Erigeron canadensis*、黄鹌菜 *Youngia japonica*、钻叶紫菀 *Symphyotrichum subulatum*、婆婆纳 *Veronica polita*、蒲公英 *Taraxacum mongolicum*、结缕草 *Zoysia japonica*、老鹳草 *Geranium wilfordii*、早熟禾 *Poa annua*、麦冬 *Ophiopogon japonicus*，构成了合肥市夹缝植物的优势种。

此外，通过文献调查发现广州市夹缝植物 72 科 203 属 254 种^[2]，同样以菊科植物最多，占总物种数的 11.42%，禾本科次之，占 8.72%，桑科植物位居第三，占 5.12%。物种出现频率最高的前 10 种为小叶冷水花 *Pilea microphylla*、构树 *Broussonetia papyrifera*、黄鹌菜、小叶榕 *Ficus concinna*、凤尾蕨 *Pteris cretica*、酢浆草、黄葛榕 *Ficus virens*、雾水葛 *Pouzolzia zeylanica*、海金沙 *Lygodium japonicum*、华南毛蕨 *Cyclosorus parasiticus*，构成了广州市夹缝植物的优势种。

2.2 夹缝植物的秩多度曲线分析

对合肥市和广州市的夹缝植物进行科、属、种的记录和分类，并进行多度排列，由不同层级的秩多度曲线（rank abundance curve）（图 1）得知：两地夹缝植物的属-科（图 1-a）、种-科（图



注：其中，a 为合肥市与广州市夹缝植物的属-科秩多度曲线图；b 为合肥市与广州市夹缝植物的种-科秩多度曲线图；c 为合肥市与广州市夹缝植物的种-属秩多度曲线图。
Note: Among them, a is the genus family rank abundance curve of the gap plants between Hefei and Guangzhou; b is the species family rank abundance curve of the gap plants between Hefei and Guangzhou; c is the species genus rank abundance curve of the gap plants between Hefei and Guangzhou.

图 1 合肥市和广州市夹缝植物的秩多度曲线
Fig. 1 Crevice plants order between Hefei and Guangzhou

1-b) 和种-属 (图 1-c) 的秩多度曲线都呈反 J 形, 但陡度不同, 广州市夹缝植物的 3 个层级的秩多度曲线明显比合肥市夹缝植物 3 个层级的秩多度曲线陡峭。同时, 反 J 型的物种多度分布曲线被认为是自然群落的特性之一, 表明了自然群落的科属种分布不均匀^[7]。

通过式 (5) 计算两市反 J 型曲线陡度, 如表 3 所示, 发现两地之间的夹缝植物在不同分级上的秩多度曲线陡度 k 的大小趋势均表现为: 广州市 > 合肥市, 这表明合肥市夹缝植物的科、属、种之

间分布不均匀, 且与广州市夹缝植物的科、属、种之间分布的均匀性相差较大。

2.3 夹缝植物的多样性、均匀性、丰富度和相似性比较

Shannon-Wiener、Simpson 多样性和均匀性指数均考虑了各地的每个物种科或属的相对比例 (即 P_i), 通过计算 (表 4) 发现其大小在两市间有着细微差异, 反映在数量表现为广州市夹缝植物的物种更为多样, 反映在分布格局上表现为广州市夹缝植物分布较合肥市夹缝植物分布更为均匀。

表 3 两市夹缝植物秩多度曲线陡度

Table 3 Calculation table for the steepness of the order curve of crevice plants in two cities

城市 Cities	种-科 Species-Family		属-科 Genus -Family		种-属 Species-Genus	
	d	k	d	k	d	k
合肥市 Hefei city	0.51	11.10	0.68	8.67	0.89	2.35
广州市 Guangzhou city	1.38	31.80	1.18	24.22	0.98	9.30

表 4 两市夹缝植物多样性和均匀性

Table 4 Calculation table for diversity and uniformity of crevice plants in two cities

城市 Cities	种-科 Species-Family					属-科 Genus-Family					种-属 Species-Genus				
	S	D_{SW}	D_{Sim}	E_{SW}	E_{Sim}	S	D_{SW}	D_{Sim}	E_{SW}	E_{Sim}	S	D_{SW}	D_{Sim}	E_{SW}	E_{Sim}
合肥市 Hefei city	28	4.33	0.90	0.92	0.96	51	4.40	0.92	0.93	0.95	53	5.66	0.99	0.98	1.00
广州市 Guangzhou city	72	5.47	0.89	0.96	0.98	72	7.35	1.19	0.77	0.78	203	7.49	0.98	0.99	1.00

通过式 (6) 对合肥市和广州市分别进行科、属、种的相似度系数 (CS) 计算, 其中, 两地夹缝植物科相似度系数为 0.44, 属相似度系数为 0.23, 种相似度系数为 0.13。结果表明, 合肥市夹缝植物的科与广州市夹缝植物的科有所相似, 但分布的属、种却差别较大, 这也反映了华东地区与华南地区的城市夹缝植物物种具有差异性。

对合肥市和广州市的夹缝植物科、属、种丰富度进行独立样本 T 检验, 其分析结果均为 $p < 0.05$, 表明两市夹缝植物丰富度存在显著差异。

2.4 夹缝植物生活型比较

合肥市和广州市的夹缝植物生活型丰富, 共分为 6 种 (图 2), 几乎囊括陆生植物常见生活型。两地夹缝植物大多生长在道路铺装夹缝, 少有硬质台面缝隙以及排水沟渠缝隙, 且均以草本植物占绝对优势。但合肥市的草本类夹缝植物中一、二年生草本植物种数更多, 而广州市的草本类夹

缝植物中以多年生草本占优势; 广州市的乔、灌木类夹缝植物种数远多于合肥市; 两地藤本与蕨类夹缝植物均较为偶见。

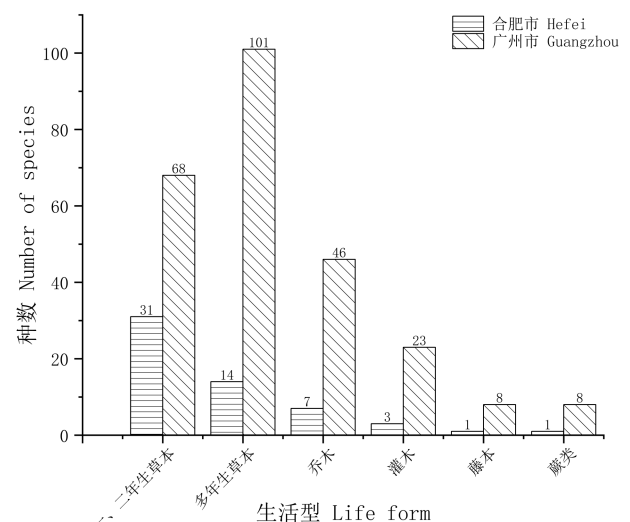


图 2 合肥市和广州市夹缝植物生活型分析
Fig. 2 Analysis of the life forms of crevice plants in Hefei and Guangzhou cities

3 结论与讨论

3.1 两地夹缝植物科、属、种分布不均匀。合肥市和广州市夹缝植物的种-科、种-属和属-科的秩多度曲线均呈反 J 型、均符合倒数模型, 表明了两地夹缝植物科、属、种的分布不均。研究表明, 广州市夹缝植物的 Shannon-Wiener 多样性和均匀性指数, Simpson 多样性和均匀性指数相对较高, 且两市夹缝植物科、属、种丰富度存在显著差异 ($p < 0.05$), 广州市夹缝植物丰富度高于合肥市。因此, 为丰富两地硬质化场地中的夹缝植物种子来源, 可以在现有调查的基础上建立起各个地区的夹缝植物资源库 (图 3-6), 筛选出该地区夹缝植物优势种进行推广种植。如, 可以适当在合肥市用地内增加蒲公英、一点红 *Emilia sonchifolia*、构树等植物, 特别是草本植物; 在广州市内增加榕树 *Ficus microcarpa*、黄葛树 *Ficus virens*、对叶榕 *Ficus hispida* 等榕属植物。以此加快城市硬质用地的荒野化进程, 快速营造城市近自然环境。

3.2 两地夹缝植物科、属、种分布均匀性差异较大。两地夹缝植物秩多度曲线陡度之间进行比较, 其大小趋势均表现为: 广州市 > 合肥市, 表明合肥市夹缝植物的科、属、种之间分布不均匀, 且与广州市夹缝植物的科、属、种之间分布的均匀性相差较大。此外, 两地在本地区内的夹缝植物秩多度曲线陡度均呈现为: 种-科 > 属-科 > 种-属, 这也表明了在同一城市内, 夹缝植物的科往往分布更为均匀。

3.3 两地物种差异性较大。两地夹缝植物的科类有所相似, 但属和种的相似度较低, 且物种差异性较大。调查显示, 两地的夹缝植物均以草本植物为主, 但广州市的乔、灌类夹缝植物种类占比相对较多。两地的夹缝植物优势种均为禾本科和菊科, 这也可以反映出其夹缝生境的相似性和禾本科与菊科植物的广泛适应性。

3.4 夹缝植物在立体绿化上极具应用价值, 城市中的夹缝环境与城市墙体环境较为相似, 而城市夹缝植物具有种类多、生态幅广、抗污染和抗干扰能力强等特点。以当地夹缝植物作为资源库进行立体绿化选种 (图 5), 将能更好的“师法自然”, 也能更为完整地发挥自然生态群落的生态调节功能, 改善城市气候, 缓解城市生态问题, 也能够促进形成城市低养护管理景观 (图 6), 如榕属类植物可以通

过气生根从潮湿的空气中吸收营养及水分, 更能在干旱贫瘠的夹缝环境中生存, 其种子为不少城市鸟类的食物, 较小的榕属植物种子通过鸟类粪便^[8]在各种建筑墙体上生根发芽。但夹缝植物的过度生长可能会导致墙体受损特别是防水层产生裂缝逐渐剥落, 墙体裂缝的裂缝进一步扩大还可能影响建筑结构稳定, 因此应适时对一些墙体植物进行修剪, 或加固墙体植物扎根的夹缝处, 同时在设计要承载植物的建筑物时最好留出坚固而耐腐蚀 (如酸解) 的槽、孔或突出物^[2]。

3.5 夹缝植物的应用对矿山修复有一定的启示, 传统的矿山修复方法是先客土覆盖再移栽植物, 但这种方法费时费力、客土在崎岖陡峭的矿山上难以稳固、传统的移栽植物根系也难以在这种环境下扎根。但如若利用夹缝植物的种子进行矿山修复, 耐旱耐瘠且生命力顽强的夹缝植物种子能够把直根深入矿山夹缝寻找营养水分, 无需客土覆盖便能稳扎于山体, 可有效复绿矿山, 改善矿山小气候, 增加废弃矿山生物多样性及生态稳定性, 且恢复后的矿山生态系统也更加近自然^[9~11]。

3.6 夹缝植物发挥着重要的生态功能, 在微生境尺度上, 一些夹缝植物的存在可以构成微动物廊道, 有助于成为鸟类、昆虫等小型动物迁徙途中的跳脚石, 也可成为小型动物的食物来源^[13], 进而提升城市生物多样性; 在城市和区域尺度上, 保留或保护连贯、生态多样、栖息地丰富的荒野系统能够控制城市的建设强度, 以较低的建设和维护成本改善城市的生态环境, 也可为城市提供绿色的基础设施, 提升城市生活质量, 保证城市生态安全^[12], 夹缝便可视为其中最小的荒野生境单位 (图 4)。通过广泛应用当地的草本夹缝植物优势种, 补种夹缝植物中的乔、灌类, 以形成稳定的夹缝植物群落, 有利于打造具有本土特色的城市近自然景观, 使城市趋向自然。

3.7 夹缝植物具有自然教育意义, 城市夹缝植物及所处生境可以当做广义的城市荒野, 展示了城市的自然属性。夹缝植物虽不起眼却又无处不在, 它作为一种生命力的象征, 值得被纳入自然教育体系中。如可以在自然教育课程设计中, 结合七年级语文课文《石缝间的生命》向适龄受教育者系统地介绍夹缝植物的特点、习性, 让人们了解、认识并肯定夹缝植物的意义, 欣赏、喜欢并接纳夹缝植物的存在, 从而培养人们对自然美的审美



图3 合肥市大蜀山森林公园夹缝中的构树
Fig. 3 *Broussonetia papyrifera* in the crevice of Dashushan Forest Park in Hefei City



图4 最小的荒野生境单位——夹缝
Fig. 4 Minimum wilderness habitat Unit——crevice



图5 仲恺农业工程学院海珠校区墙体上的夹缝植物
Fig. 5 Crevice plants on the wall of Zhongkai University of Agriculture and Engineering

能力，使群众更加理解“森林城市”建设的意义。

后续研究应注意以下内容，夹缝植物更新频繁，所以在研究夹缝植物多样性时，调查时间的确定和调查地点的选择十分重要，但要确定合理的调查时间和地点，就必须充分掌握常见夹缝植



图6 富有野趣的低养护景观
Fig. 6 Low maintenance landscape with wild charm

物的生活习性。同时，通过参考全国多地城市自生植物调查^[14-22]，发现夹缝植物的物种多样性通常是多因子作用的结果，除与地理环境、立地条件、“种源库”等有关，还与土壤养分、人工管理程度等相关，因此，夹缝植物物种多样性及其影响因子的关系有待今后进一步研究。

另外，现有的对夹缝植物多样性的研究多为短期，普遍缺乏长期性、动态性和完整性，因而难以准确、客观地反映夹缝植物多样性状况^[23]。科学设置调查样地、加大调查范围和频率，探明林下植被种类及其生物量与立地环境的相互关系，可以通过广义泊松分布估计出本群落潜在的物种丰富度^[24]并结合遥感技术^[25]对夹缝植物多样性进行估计和预测，或是今后的重要研究方向。总之，在科学地打造夹缝微景观时，必须遵循夹缝植物的生长分布规律，才能更好地为营造城市荒野景观提供科学依据。

城市里的建筑就如同人造的石头山，夹缝植物便是“石头山”上最易生长的植物。因此我们要正视夹缝植物在城市森林化中的作用，加强人们对夹缝植物的认可心理。正如大卫·赛特所言：“城市自生植物令人惊叹之处在于，它们不需要人工辅助就能在极端的、不稳定的城市环境中生存并自我维护，同时还能提供与传统景观植物和行道树相同的生态效益。我们不应试图除掉它们，而应抓住机会，享受其恩惠，并向更多人介绍它们^[26]。”

荒野是人类文明发展的见证者，为人们提供了生存的基础性需求，随着历史的推移在自然环境和人文环境作用下，荒野形成了不同的审美范

畴和实践方式,过去是、现在是、未来也将依旧是生态系统中不可替代的一部分^[27]。然而,现代景观设计多受人类意志主宰,景观作品中的夹缝植物往往会被人为摧毁和清除。我们应当重视城市荒野在生态文明建设中的作用,延续初级荒野景观的生态价值、修复次级荒野景观的历史价值,在城市建设中战略留白^[28],为动植物保留自由生长的空间。也要加大力度研究如何在城市的夹缝中更好地创造夹缝植物生存环境,找到合适的“见缝插绿”方案,使夹缝植物更好地服务于生态环境,让“人与自然和谐共生”理念深入人心,让人们看到自然的力量、思考生命科学的意义——即使是夹缝求生的植物也同样具有其存在的价值!

致谢:感谢仲恺农业工程学院的郑晓钟、董笑懿、王沉给予植物辨析和数据分析的指导;感谢我的母亲丁玉琴以及苏州大学的周艺给予群落调查的帮助。特此致谢!

参考文献

- [1] 袁嘉. 城市荒野:夹缝中的自然与机遇[J]. 景观设计学,2021,9(1):10-13.
- [2] 谢威. 广东城市夹缝植物调查研究[D]. 广州:仲恺农业工程学院,2021.
- [3] 汤国庆. 城市绿地中苔藓多样性及其分布特征研究[D]. 合肥:安徽农业大学,2023.
- [4] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京:科学出版社,1993.
- [5] 殷祚云,曾令海,连辉明,等. 次生林中物种引入与当地物种多样性关系研究[J]. 广东林业科技,2014,30(6):15-19.
- [6] 王伯荪,余世孝,彭少麟,等. 植物群落学实验手册[M]. 广州:广东高等教育出版社,1996:129.
- [7] 殷祚云,任海,彭少麟,等. 华南退化草坡自然恢复中物种多度分布的动态与模拟[J]. 生态环境学报,2009,18(1):222-228.
- [8] 赵伊琳,王成,白梓彤,等. 城市化鸟类群落变化及其与城市植被的关系[J]. 生态学报,2021,41(2):479-489.
- [9] 郑晓钟,严巧敏,吴琼,等. 不同立地条件下不同混播模式的植物增长率比较[J]. 林业与环境科学,2023,39(2):76-81.
- [10] 安伟莉,卢耀海,谢威,等. 基于近自然植被恢复的乔灌木种子混播研究[J]. 中国水土保持,2021,(8):40-43,9.
- [11] 殷祚云. 珠三角地区裸露边坡植被生态修复关键技术[Z]. 广东:仲恺农业工程学院,2021-03-21.
- [12] 王晞月,王向荣. 风景园林视野下的城市中的荒野[J]. 中国园林,2017,33(8):40-47.
- [13] 陈春谛. 被遗忘的城市“生境”:重庆市墙体自生植物调查分析[J]. 生态学报,2020,40(2):473-483.
- [14] 陈程,李林,和太平. 广西大学校园自生植物多样性调查与分析[J]. 热带农业科学,2023,43(2):83-89.
- [15] 范秋云,云英英,梁伟红,等. 海口市公园自生植物多样性研究[J/OL]. 热带作物学报;1-13[2023-09-14]. https://kns.cnki.net/kcms2/article/Abstract?v=PN9vNVFTqfdn-jH5JGt3avtV2kZQ1RNJwg864_xzeY-IR6ZGawDfHQCjBVIba8xFoHRcWzEjNb4uCpNXEblR_CF6Om35V2JjvbTxn15_gJf4WQ4jJGJNkqsmY_XFz07NH_1iNrf1r_X7rc=&uniplatform=NZKPT&language=CHS.
- [16] 陈颖,戴兴安,张庆费等. 上海化工区自生植被特征与利用潜力[J]. 中国城市林业,2021,19(5):9-15.
- [17] 金亚璐,楼晋盼,姚兴达等. 京杭大运河(杭州主城区段)河岸带不同生境自生植物物种组成与多样性特征[J]. 中国园林,2022,38(10):110-115.
- [18] 任斌斌,王幸大,张志国. 圆明园荒野区春季自生植物群落数量分类与植物多样性特征[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版),2023,44(2):27-33.
- [19] 姚兴达,李浩铭,金亚璐,等. 杭州西溪国家湿地公园草本层自生植物多样性及群落组分研究[J]. 中国园林,2021,37(10):123-128.
- [20] 任珊敬. 贵阳市花溪公园自生植物物种多样性分析及观赏价值评价[D]. 贵阳:贵州大学,2022.
- [21] 李晓鹏,张思凝,冯黎,等. 成都城区河流廊道自生植物的生境及物种多样性[J]. 风景园林,2022,29(1):64-70.
- [22] 褚晨晖. 南京市主城区闲置土地分布及植物多样性研究[D]. 南京:南京农业大学,2022.
- [23] 陈春如,安伟莉,高艳芳,等. 粤北不同密度杉木林下植被的物种多样性比较[J]. 林业与环境科学,2020,36(5):73-78.
- [24] 殷祚云. 南亚热带森林3层次物种多度之广义泊松分布模型(英文)[J]. 生态环境学报,2022,31(1):17-25.
- [25] TUANMU M N, VINA A, BEARER S, et al. Mapping understory vegetation using phenological characteristics derived from remotely sensed data [J]. Remote Sensing of Environment, 2010, 114(8):1833-1844.
- [26] 南希·西顿. 呼唤野性[J]. 景观设计学,2021,9(1):142-149.
- [27] 王凯悦. 基于荒野美学的景观设计研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2021.
- [28] 崔雅文. 气候变化背景下的城市荒野景观设计[J]. 现代园艺,2022,45(12):44-46.