

上海市原生与野生维管束植物区系特征及其城市化响应

Characteristics of Native and Wild Vascular Flora in Shanghai and Their Response to Urbanization

张弛
ZHANG Chi

(上海市环境科学研究院, 上海 200233)
(Shanghai Academy of Environmental Science, Shanghai, China, 200233)

文章编号: 1000-0283(2025)06-0122-10
DOI: 10.12193/j.laing.2025.06.0122.014
中图分类号: TU986
文献标志码: A
收稿日期: 2025-01-10
修回日期: 2025-04-10

摘要

作为中国快速城市化进程的典型代表, 上海地区的植物区系长期面临高强度人类活动与自然生态系统的交互胁迫。然而, 针对该区域城市化背景下植物区系演变机制的定量解析不足, 制约了城市生物多样性保护策略的科学制定。基于多源数据整合, 对上海植物区系及生物多样性分布格局进行调查, 通过对现有数据的深入调研, 共记录1 507种原生与野生维管束植物, 隶属于171科、779属。植物科的统计分析显示, 禾本科 (Gramineae) 和菊科 (Compositae) 构成物种多样性核心贡献类群, 各自包含100种以上的植物。在属的统计分析中, 薹草属 (*Carex*) 和蓼属 (*Polygonum*) 是较大的属, 分别包含15~29种植物。区系地理成分解析揭示, 上海植物区系以温带性质的植物为主, 同时也受到一定热带植物区系的影响。在植物的生活型方面, 草本植物占据主导地位。通过聚类 and 对应分析, 将上海的植物区系划分为10个评价单元, 并对其生活型进行分析。上海植物区系主要可以分为针叶林、阔叶林、竹林、沼泽和水生植被以及滨海草甸等类型。旨在系统性地揭示上海地区的植物多样性及其分布模式, 填补该领域研究的现有空白, 并为城市环境中的生物多样性管理与可持续利用提供科学依据。

关键词

植物区系; 植物多样性; 生物地理格局; 生活型谱; 上海地区

Abstract

As a representative example of the rapid urbanization process occurring in China, the flora of the Shanghai region has long been subjected to the dual pressure of intense human activities and natural ecosystems. However, insufficient quantitative analysis concerning the evolutionary mechanisms of the flora in this area, within the context of urbanization, limits the scientific development of urban biodiversity conservation strategies. This study, which integrates multi-source data, investigates the flora and biodiversity distribution patterns in Shanghai. Through comprehensive research on existing data, a total of 1 507 species of higher plants have been recorded, belonging to 171 families and 779 genera. The statistical analysis of plant families indicates that Gramineae and Compositae are the primary contributing groups to species diversity, each comprising more than 100 plant species. At the genus-level statistical analysis, *Carex* and *Polygonum* emerged as large genera, each containing between 15 and 29 plant species. The examination of the geographical components of the flora revealed that the flora of Shanghai is predominantly composed of temperate plants, with a certain degree of tropical influence. In terms of plant life forms, herbaceous plants are the most prevalent. Through cluster and correspondence analysis, the flora of Shanghai was divided into 10 evaluation units, and their life forms were analyzed. From the perspective of ecological types, the flora of Shanghai can mainly be classified into coniferous forests, broad-leaved forests, bamboo forests, marshes, and aquatic vegetation, as well as coastal meadows. This study aims to systematically investigate the plant diversity and its distribution patterns in Shanghai, fill existing research gaps in this field, and provide a scientific basis for the management and sustainable use of biodiversity in urban environments.

Keywords

flora; plant diversity; biogeographic pattern; life style spectrum; Shanghai City

张弛
1982年生/女/上海人/博士/工程师/研究
方向为城市气候

植物区系是植物界在特定自然历史环境中演化、时空分布及与环境的相互作用的综合体现^[1]。植物区系的特征，如科、属、种的构成，生活型及其地理分布，能够直观反映植物的多样性和结构。这些特征不仅帮助大众了解植物群落的演变过程和生态功能，还能揭示该地区的气候、地质及历史背景对植物分布和多样性形成的影响^[2-3]。植物区系的研究在生物多样性科学中具有重要地位，其不仅为了解自然历史提供基础信息，还为评估人类活动对植物群落和生态系统功能的影响提供关键线索^[4]。植物区系与生物多样性研究历经多年的发展，已成为生态学、保护生物学等学科的重要研究领域。早期的植物区系研究多集中在植物种类和分类上，随着生态学理论的兴起，研究逐渐关注植物群落的结构、功能以及其与环境的相互关系^[5]。此外，研究植物区系还为珍稀物种保护及植物的引种驯化提供了科学依据。

上海作为中国的重要经济中心，拥有得天独厚的地理位置和宜人的气候。作为国际大都市，上海不仅在经济、文化和科技等方面处于全球领先地位，同时也在全球化进程中承担着重要角色^[6]。然而，随着城市化的迅猛发展，上海的自然环境，特别是原生植被和植物多样性，面临着巨大的压力^[7-9]。城市化进程带来了土地资源的过度开发、生态环境的破坏以及外来物种的入侵等问题，这些都严重影响上海地区植物区系的稳定性与生物多样性。因此，研究上海植物资源的类型、特点及其空间分布规律，对于科学保护和可持续利用这些资源具有重要的现实意义。

尽管已有大量关于中国各地植物多样性和植物区系的研究，但针对上海的植物区系，尤其是其空间分布与城市化影响的系统性研究仍较为匮乏^[9-10]。现有的研究通常将上海

的植物资源单独进行评估，缺乏对上海独特生态环境和城市化进程影响的深入关注^[11-12]。随着城市化进程的加速，原生植被和生物多样性遭遇严重威胁，亟需进行更加系统和精细的研究。因此，本研究旨在填补这一空白，具体分析上海植物区系的种类组成及空间分布规律，探讨城市化进程对其生物多样性的影响，为上海的植物资源保护与可持续管理提供重要依据，并深入探讨植物区系分布的地域性特征及规律。

本研究通过对上海植物区系的综合分析，弥补现有研究的不足，聚焦植物种类组成、空间分布以及历史和城市化影响。采用聚类分析和对应分析，分类上海植物区系，并分析其与环境因子的关系。研究范围主要集中在上海陆生和水生植物，最终为上海植物多样性保护与资源管理提供具有针对性的策略。

1 研究区概况

上海位于北纬30° 40'—31° 53'，东经120° 51'—122° 12'，北界长江，东濒东海，南接杭州湾，西接江苏和浙江两省。全境除西南部有少数剥蚀残丘外，全为坦荡低平的长江三角洲平原，平均海拔4m左右。全市总面积783247 km²，其中土地总面积为634050 km²，占81.0%；沿江滨海的滩涂面积为375.99 km²，占4.8%；长江水面面积为1 106.98 km²，占14.2%。上海因地跨北亚热带和中亚热带，水热条件有一定差异，植被类型、植物区系也有所不同。气候从南到北的纬度地带性变化，基本以长江南支流为界，即崇明岛属于北亚热带，其他为中亚热带。年平均气温为15.2~15.9℃，最冷月(1月)平均气温为3.1~3.9℃，最热月(7月)平均气温为27.2~27.8℃。年平均降水量为1 048~1 138 mm，年降水日为129~136天。

2 研究方法

本研究整合的2011年生物多样性基础数据源自原国家环境保护部“全国野生动植物资源调查与评价”专项，以上海市16个区县级行政单元为研究对象，包括中心城区(杨浦区、虹口区等9区)、近郊(宝山区、闵行区等5区)及远郊(金山区、崇明区等2区)，空间划分依据《上海市生态功能区划》中“自然地理单元完整性”与“城市化梯度连续性”原则。

2.1 植物区系

根据上海市农林局的《上海陆生动植物资源》、上海市农委的《上海植被区划》，结合多年野外调查和收集的标本资料，参考徐炳声的《上海植物志》，整理出上海市植物名录。统计植物种类的科、属、种的数量和比例，以及科和属的大小数型。统计植物区系的地理成分时，以具有较稳定特征的属作为计算分析单位。根据《中国植物志》《上海植物志》^[6]，并参考《中国种子植物区系地理》^[1]，采用吴征镒教授的方法将植物分布区类型分成15种地理成分，阐明其区系的特征。

2.2 植物生活型

根据生态系统的环境性质和形态特征进行划分，上海地区所调查生态系统包括陆地生态系统和淡水生态系统等。河口生态系统是一类特殊的生态系统，本研究重点考虑其陆地部分，故将其统计为沼泽生态系统。分类体系参照《中国植被》《上海市植被与区划》^[13]，以群系为生态系统的类型划分单位。

2.3 数据统计及分析

本研究采用排序的方法对所研究的植物属的地理区系、种的生活型以及对应的分布区县进行划分，通过对应分析法(CA)和聚

类分析,对上海市10个研究单元进行关联分析。上述分析利用统计分析软件SPSS 20.0。

3 结果与讨论

3.1 植物区系组成分析

3.1.1 植物区系组成的数量特征

统计上海地区植物科、属、种的数量组成,分析各级类群的数目和大小。据统计结果(表1)可知,在上海植物区系中,原生与野生维管束植物共有1 507种,隶属于171科、779属。其中裸子植物8科、20属、40种,被子植物146科、728属、1 432种;被子植物中单子叶植物23科、152属、40种,双子叶植物123科、583属、1 103种。这说明上海植物区系的种类组成具有较高的多样性,尤其是被子植物占据主导地位,并且双子叶植物在数量上远超单子叶植物。上海属于亚热带湿润气候区,温暖的气候和充足的降水为植物种类的繁多提供了良好的生长条件^[14]。此外,上海作为快速发展的城市,原生植物和外来植物之间的相互作用逐渐加剧,导致植物种类分布的空间差异性。裸子植物的相对较少可能与气候变化和城市化过程中生态环境的破坏有关,而被子植物的占比则显示出上海生态系统中被子植物群落的优势地位,这为城市绿化、生态修复等方面提供重要参考。首先,植物的多样性为上海提供了丰富的生态服务,如空气净化、温度调节等。因此,如何在城市化进程中,尤其是在城市绿地、保护区等生态功能区内,保持植物种类的多样性,应成为生态管理和政策规划的重点^[15]。其次,针对裸子植物和单子叶植物数量相对较少的现象,保护本土裸子植物物种以及优化植物种类组合,可能是提升上海生态稳定性和多样性的一个重要途径^[16]。此外,应注重引入适应性强、生态功能显著的植物

种类,同时减少外来入侵物种的影响,确保生态系统的健康与持续性。

3.1.2 植物区系科、属的数量特性

科和属的大小数量是依据其在世界植物区系中的总种数而言,任何科或属级分类群都具有这一自然属性,其反映了特定科、属的现代发育程度和生存状况。具体植物区系由不同大小属性的科级和属级分类群组成,这构成了区系的重要特征之一,在一定程度上也能说明区系发展动态及其特点包含区系起源和演化方面的信息,可为探讨区系的历史、现状和演变趋势提供线索。

(1) 科的统计分析。上海地区植物科的大小顺序排列及统计见表2。按科的大小分析,上海地区种子植物含100种及以上的科有禾本科(Gramineae)、菊科(Compositae)、

这两科所含属数(164属)和种数(269种),占本区总科数的1.17%、总属数的21.05%和总种数的17.85%,属于世界广布的含千种以上的大科。含30~99种的科有蓼科(Chenopodiaceae)、百合科(Liliaceae)、唇形科(Labiatae)、豆科(Leguminosae)、蔷薇科(Rosaceae)、莎草科(Cyperaceae)、十字花科(Cruciferae),占本区总科数的4.09%、总属数的19.90%和总种数的25.28%。含11~29种的科有22科,例如柏科(Cupressaceae)、报春花科(Primulaceae)、毛茛科(Ranunculaceae)、大戟科(Euphorbiaceae)、茜草科(Rubiaceae)、葫芦科(Cucurbitaceae)、杨柳科(Salicaceae)、茄科(Solanaceae)、伞形科(Umbelliferae)等,占本区总科数的12.87%、总属数的23.62%和总种数的26.21%。含2~10种的科有87科,占本区总科数的50.88%,但总属数和总种数

表1 上海地区植物的科、属、种组成
Tab. 1 Composition of plant families, genera, and species in Shanghai City

| 分类群 Taxonomic group | 科 Family | | 属 Genus | | 种 Species | | |
|------------------------|-------------|------|------------|------|--------------|-------|-------|
| | 数量/个 | 占比/% | 数量/个 | 占比/% | 数量/个 | 占比/% | |
| 裸子植物 | 8 | 4.68 | 20 | 2.59 | 40 | 2.65 | |
| 被子植物 | 双子叶植物 | 123 | 71.93 | 583 | 74.52 | 1 103 | 94.16 |
| | 单子叶植物 | 23 | 13.45 | 151 | 19.66 | 329 | 0.86 |
| 蕨类植物 | 17 | 9.94 | 25 | 3.23 | 35 | 2.33 | |
| 合计 | 171 | 100 | 779 | 100 | 1 507 | 100 | |

表2 上海植物科的大小统计
Tab. 2 Statistical analysis of plant family sizes in Shanghai City

| 类别数量及比例 Number and proportion of categories | 单种科 Single family | 小科 Small family | 中等科 Medium family | 较大科 Relatively large family | 大科 Large family | 合计 Total |
|--|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------|-------------|
| 科数量/个 | 53 | 87 | 22 | 7 | 2 | 171 |
| 科占比/% | 30.99 | 50.88 | 12.87 | 4.09 | 1.17 | 100 |
| 属数量/个 | 53 | 223 | 184 | 155 | 164 | 779 |
| 属占比/% | 6.80 | 28.63 | 23.62 | 19.90 | 21.05 | 100 |
| 种数量/个 | 53 | 409 | 395 | 381 | 269 | 1 507 |
| 种占比/% | 3.52 | 27.14 | 26.21 | 25.28 | 17.85 | 100 |

注:单种科为种类一种的科;小科(2~10种)、中等科(11~29种)、较大科(30~99种)、大科(≥100种)。

分别仅占本区的28.63%和27.14%。其中, 含6~10种的有杜鹃花科(Ericaceae)、椴树科(Tiliaceae)、鳞毛蕨科(Dryopteridaceae)、柳叶菜科(Onagraceae)、萝藦科(Asclepiadaceae)、木兰科(Magnoliaceae)、榆科(Ulmaceae)、鸢尾科(Iridaceae)、樟科(Lauraceae)、桑科(Moraceae)、葡萄科(Vitaceae)、槭树科(Aceraceae)等。含一种的科有53科, 占本区总科数的30.99%、总属数的6.80%和总种数的3.52%。由此可见, 上海地区植物区系呈现出从大科到单种科的多样性分布, 显示了该地区植物种类在科级分类单位上的丰富性和复杂性。科群的多样性不仅反映上海生态环境的特殊性, 也揭示该地区植物群落在长时间演化中的适应性与变化。因此, 这些科的多样性反映上海地区植被演变特点及自然环境条件的特殊性^[17-18]。

(2) 属的统计分析。对植物区系中的属进行分析, 可以提供在次一级分类标准上更为可靠的信息。相较于较低级的分类单位(如种), 属作为一种较高级的分类阶元, 其界限通常较为清晰, 并且在历史演化上具有较为古老的特征。因此, 统计某一区系的属数, 并分析其分布类型, 对于揭示区系的整体性质和特征具有重要的生态学 and 地理学意义。

从表3可以看出, 上海地区植物区系中

含一种的属特别丰富, 有477属, 占本地区植物总属数的61.23%。其次, 本地区的小属较为丰富, 有274属, 占本区植物总属数的35.17%。中等属有26属, 占本区植物总属数的3.34%, 包括珍珠菜属(*Lysimachia*)、蒿属(*Artemisia*)、莎草属(*Cyperus*)、蔷薇属(*Rosa*)、刚竹属(*Phyllostachys*)、大戟属(*Euphorbia*)等。含15至29种的属仅有2属, 分别为藁草属(*Carex*)和蓼属(*Polygonum*)。上海植物区系具有丰富的一种属和小属, 较少的属含有较多种。这一特点反映出上海植物区系的组成呈现出较强的单一物种依赖性, 且这些属的植物种类多为小型、分布范围相对较窄的植物群体^[19]。单种属的丰富性提示, 在上海地区的植物区系中, 许多植物物种可能具备较强的生态特异性和环境适应性, 这与上海复杂的生态环境、气候条件以及城市化背景下的生态变化密切相关^[20]。中等属的相对稀缺可能受限于特定的生态条件和生长环境, 因此, 在上海植物区系中的代表性较低^[21]。

3.1.3 植物区系的地理成分

统计上海地区779属的种子植物区系, 15种地理成分在这一地区均有分布。这反映构成上海地区植物区系地理成分具有多样性、复杂性的特点, 揭示上海植物区系的多源性特征, 并反映出该地区植被受多种地理区域

因素的影响, 形成了具有独特性质的植物群落。在15个属的分布类型中, 以北温带广布和泛热带分布最多, 分别为132属和111属, 占本区植物总属数的16.94%和14.25%; 其次为东亚分布86属, 占总属数的11.04%; 欧亚温带分布或旧世界温带分布78属, 占10.01%。温带成分共有410属, 占总属数的52.63%。这表明, 上海地区植物区系中受东亚和欧亚温带成分影响较为显著, 尤其是东亚植物群落的影响较为强烈, 进一步证明上海与东亚区域植物群落之间的生态联系^[22]。特别是在城市化进程中, 东亚植物群落的相对稳定性和本地植物物种的保护尤为重要。热带成分共有280种, 占总属数的35.94%。在温带成分中, 以北温带广布和东亚分布所占比例最大, 共218属, 占全部温带成分的53.17%。在热带成分中, 以泛热带分布和旧世界热带分布占比例最大, 共158属, 占全部热带成分的56.43%(表4)。从属的分布区类型的划分及占比而言, 本区属的地理成分是以温带性质的属为主, 并且热带地区植物区系对上海地区有一定的影响。上海地区植物区系的地理成分分析揭示了该地区复杂的气候和地理条件, 表现出温带与热带植物群落的交错分布^[23]。温带植物区系的主导地位体现上海地区气候的温和特征, 而热带成分的存在则反映上海地区在气候变迁中的适应性和外来植物的入侵压力^[24]。值得注意的是, 城市化导致的“热岛效应—生境破碎化”正与气候变暖产生协同放大作用。例如, 城市绿地中人工营造的常绿景观可能形成“微气候陷阱”, 加速热带成分的局地适应; 而道路网络扩张则通过增加外来种传播廊道, 削弱东亚特有成分的遗传连通性。

上海植物资源的保护和管理应聚焦以下几个方面: (1) 保护本地温带植物群落是保

表3 上海植物属的大小统计
Tab. 3 Size distribution of plant genera in Shanghai

| 属的类型 Type of genus | 一种属 Single genus | 小属 Small genus | 中等属 Medium genus | 较大属 Relatively large genus | 大属 Large genus | 合计 Total |
|-----------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------|-------------|
| 属 / 个 | 477 | 274 | 26 | 2 | 0 | 779 |
| 占比 / % | 61.23 | 35.17 | 3.34 | 0.26 | 0 | 100 |
| 种 / 个 | 477 | 776 | 209 | 45 | 0 | 1 507 |
| 占比 / % | 31.65 | 51.49 | 13.87 | 2.99 | 0 | 100 |

注: 一种属(1种)、小属(2~5种)、中等属(6~14种)、较大属(15~29种)、大属(≥30种)。

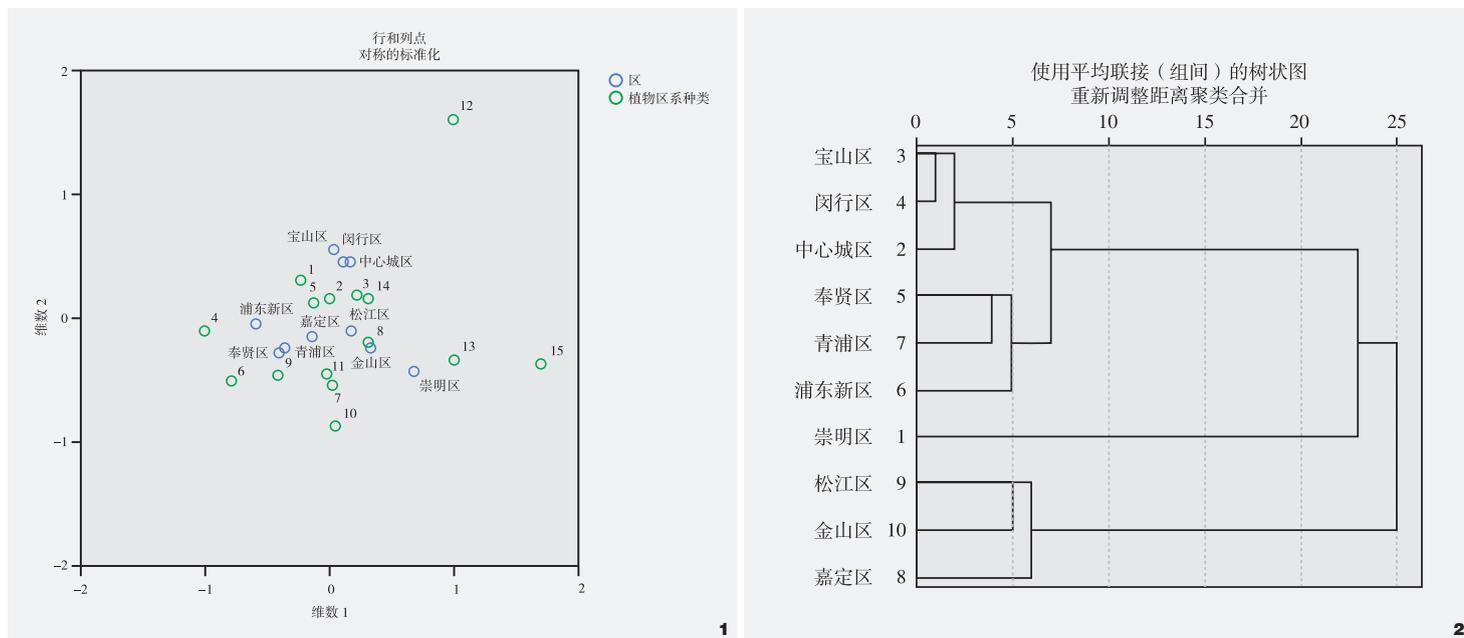


图1 上海市各评价单元植物区系对应分析
Fig. 1 Flora correspondence analysis of evaluation units in Shanghai City

图2 上海市各评价单元植物区系聚类
Fig. 2 Flora clustering of evaluation units in Shanghai City

表4 上海地区植物分布区类型
Tab. 4 Distribution types of plants in Shanghai City

| 分布区类型 Areal type | 属数 / 个 Number of genus | 占比 / % Percentage |
|---------------------|---------------------------|----------------------|
| 世界广布 | 80 | 10.27 |
| 泛热带分布 | 111 | 14.25 |
| 热带亚洲和热带美洲洲际间断分布 | 39 | 5.01 |
| 旧世界热带分布 | 47 | 6.03 |
| 热带亚洲至热带澳大利亚分布 | 24 | 3.08 |
| 热带亚洲至热带非洲分布 | 13 | 1.67 |
| 热带亚洲分布 | 46 | 5.91 |
| 北温带广布 | 132 | 16.94 |
| 东亚—北美间断分布 | 62 | 7.96 |
| 欧亚温带分布或旧世界温带分布 | 78 | 10.01 |
| 温带亚洲分布 | 16 | 2.05 |
| 中亚、西亚至地中海分布 | 32 | 4.11 |
| 中亚分布 | 4 | 0.51 |
| 东亚分布 | 86 | 11.04 |
| 特有分布 | 9 | 1.16 |
| 合计 | 779 | 100 |

护上海植物资源的重点，因为温带植物在上海区系中占据主导地位，维护这些植物的生存有助于保持生态系统的稳定性；(2) 随着气候变暖，热带植物的扩展成为潜在威胁，因此应关注热带植物对本地植物群落的影响，防止外来热带物种的入侵，并深入研究它们的生物学特性和生态功能；(3) 东亚植物群落上海地区具有重要代表性，特别是那些特有物种和具有生态服务功能的植物种群，亟需加强保护措施^[25]。

对上海市10个评价单元的植物区系地理成分进行聚类分析和对应分析，结果将其分为4类(图1, 图2)。图中，纬度1主要代表植物区系分布与自然地理特征的综合维度，纬度2主要反映植物区系受城市化及热带成分的影响。(1) 松江区、金山区和嘉定区以北温带分布为主，这可能与这些地区丰富的野生维管束植物资源有关。松江区作为上海唯一拥

有山丘的区域，特别是在佘山一带，分布着12座海拔10~99m的小山丘，这些山丘由于地形和保护措施，保存了部分次生林，并且拥有大量土著植物种类，这可能暗示着上海西部丘陵地带作为古植被“避难所”的生态功能，与长江中下游地区全新世中期植被组成特征具有遗传连续性。此外，金山区的大小金山岛，受人为干扰较少，具有较为原始的半自然林状态，这也使得该区域的植物区系以北温带分布为主。周秀佳^[26]曾指出上海的佘山和大金山地区植物区系的北温带分布最为丰富，这与本文的统计结果相符。(2) 崇明区独立为一类，主要是因为该地区水热条件与上海其他区域存在差异，且气候呈现从南至北的纬度地带性变化。长江南支流基本上成为了气候分布的分界线，而崇明岛作为长江中心的冲积岛屿，尽管有长江隧桥和轮渡交通连接，但其地理位置和生态环境与上海其他陆地区域存在显著区别。因此，崇明区的植物区系显示出独特的分布特征。崇明岛的独特性不仅体现在纬度地带性差异，更反映河口岛屿生态系统的特殊演替模式。(3) 奉贤区和青浦区以东亚—北美间断分布为主，表现出明显的地带性分布特征，这与这些区域的气候条件、地理位置及其与其他地区的联系密切相关。(4) 宝山区、闵行区 and 中心城区则以世界分布和泛热带分布为主，其显著高于上海平均水平，与全球城市植物区系趋同化趋势相符。这与地区强烈的人类活动干扰密切相关，属于非地带性分布类型。这表明，由于城市化进程的推进，许多植物的分布呈现出较为复杂和多样化的趋势，城市化影响对植物区系结构的改变不容忽视^[27]。

本研究证实，超大城市植物区系演化遵循“双重过滤”机制：自然地理要素构成基础性过滤器，决定区域本底特征；城市化进程形成动态过滤器，驱动区系成分重组。这种交互作用导致上海形成4个特征鲜明的植物地理单元，其分界与城市扩展边界存在显著空间耦合^[28]。保护具有本地特色和适应性强的植物群落应成为首要任务，尤其是在受到较少人为干扰的区域。此外，建议建立差异化的保护体系：(1) 西部丘陵区应重点保护古第三纪孑遗植物及其生境网络，维持温带成分的遗传完整性；(2) 河口岛屿生态系统需构建海陆梯度保护带，控制盐沼：淡水生境比例在1:3的生态阈值内；(3) 建成区应建立归化植物预警系统，将地表温度每10年增幅控制在0.5℃以下，以减缓热带成分扩张。

3.2 植物生活型和生态系统的类型多样性分析

3.2.1 植物生活型的多样性

(1) 科的生活型。从图3可知，上海地区植物科的生活型以草本

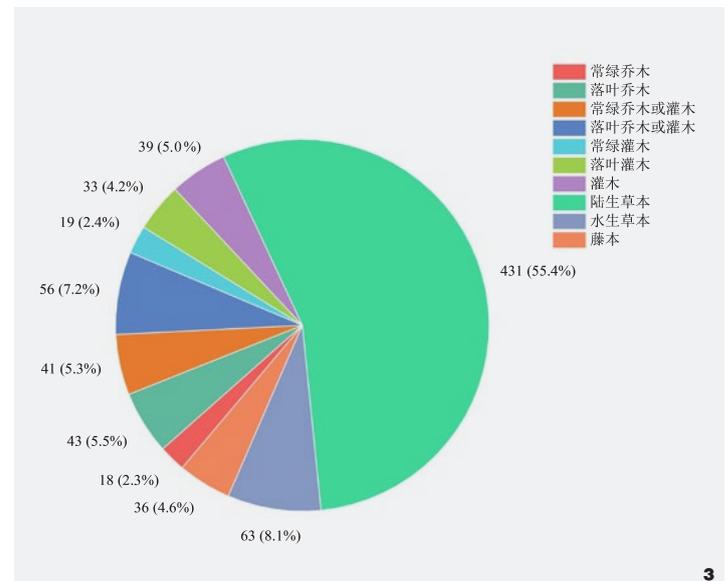


图3 上海地区植物科的生活型统计
Fig. 3 Life form distribution of plant families in Shanghai City

植物的科占比最高，占总科数的63.4%；乔木或以乔木为主的科数其次，占总科数的19.3%；藤本的科占比最小，为5.3%。

(2) 属的生活型。上海地区植物779属按生活型大致可分为6类。据图4所知，上海地区植物中，陆生草本或以草本植物为主的属占比最高，占本区总属数的47.4%。

(3) 种的生活型。上海地区1507种植物按生活型大致可分为8类。从图5可看出，上海地区植物以草本植物占绝对优势，共有1033种，其中以多年生草本为主，有582种，占总种数的38.6%。乔木、灌木以落叶种类为主，分别占总种数的8.2%和8.4%。藤本植物仅占4.8%。

上海植物区系中不同生活型植物的比例反映了该地区植被类型多样性和生态环境复杂性。草本植物的优势地位说明：上海地区具有较为丰富的草本植物资源，尤其是在城市绿化和生态恢复过程中，草本植物能够起到关键作用；草本植物优势格局符合城市生态系统次生演替的典型特征，其快速拓殖能力使其在频繁干扰的城市生境中占据竞争优势。乔木植物的存在则表明，上海在一些地区仍保留有较为成熟的森林群落，这为维持区域生态系统的稳定性提供基础，同时也暗示着地形异质性对自然演替进程的缓冲作用。藤本植物的较低比例则可能反映上海地区的城市化进程对其栖息地的压缩与干扰。因此，上海植物资源的保护和管理需要综合考虑不同生活型植物的生态功能，特别是在城市化不断推进的背景下，应更加重

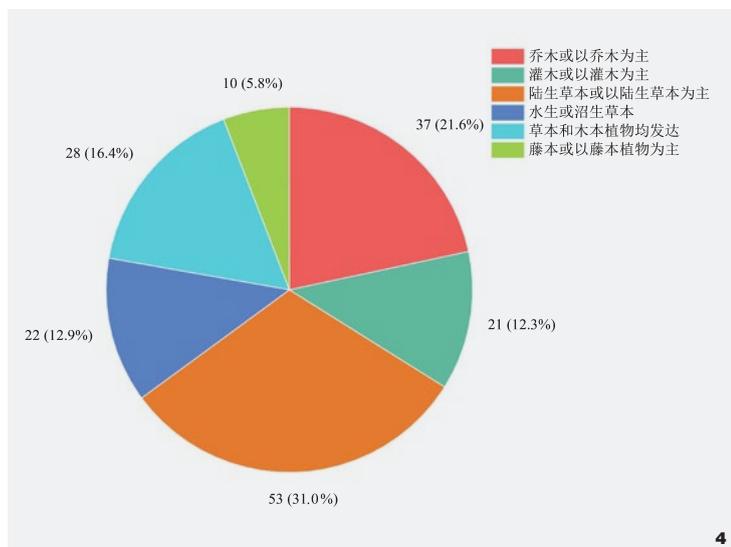


图4 上海地区植物属的生活型统计
Fig. 4 Life form distribution of plant genera in Shanghai City

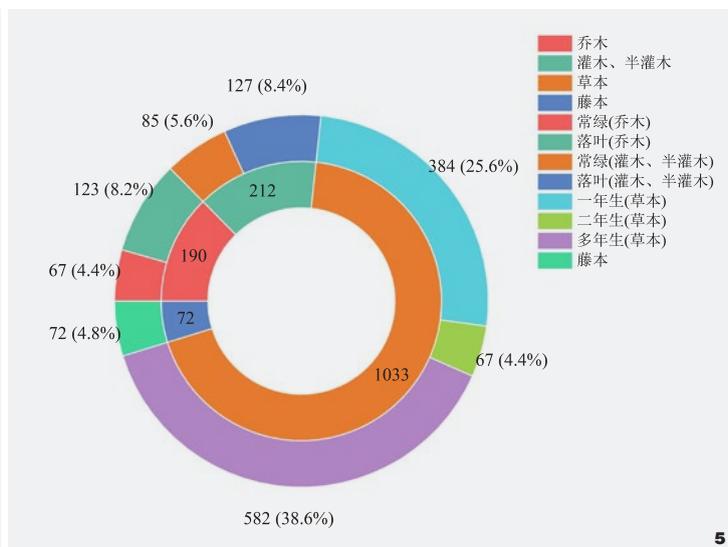


图5 上海地区植物种的生活型统计
Fig. 5 Life form distribution of plant species in Shanghai City

视乔木植物和草本植物的保护与合理利用，并为藤本植物创造适宜的生境，维护生态系统的多样性和稳定性^[29]。

通过对上海市10个评价单元的植物种生活型进行聚类分析及对应分析(图6, 图7), 可以将其分为三类: 第一类为松江区和金山区, 第二类为中心城区, 第三类为青浦区、闵行区、奉贤区、宝山区、浦东新区、嘉定区。金山区和松江区显著地对应于乔木、灌木及半灌木等木本植物生活型。这一现象可归因于松江区和金山区是上海市唯一具有山丘地形的区域, 山丘地形为木本植物的生长提供有利的条件, 尤其是较为适宜阔叶林生长的环境条件。松江区的佘山及金山区的大小金山岛都拥有一定规模的山丘, 且这些地区植被得到较好的保护, 保留了大量的木本植物。此外, 山丘地形通常能够改善土壤排水、促进植物根系的生长, 这为乔木、灌木及半灌木类植物提供了理想的栖息环境。因此, 这两个区域的植物群落上海市范围

内显得特别丰富和多样, 且木本植物在该地区占据主导地位。上海市中心城区以及其他部分区县则主要对应草本植物生活型。由于城市化进程带来的土地利用改变、生态环境的破坏以及人为活动的强烈干扰, 中心城区和其他区县的植物群落主要由草本植物构成。草本植物具有较强的适应性, 能够在城市环境中迅速生长并完成生命周期^[30]。这一生活型的主导地位反映了上海市中心城区及其他区域的城市生态环境特征, 这些地区的生态系统常常受到人为活动的干扰, 导致原生植物群落的空间缩减^[31]。中心城区草本植物主导格局与城市热岛强度(年均温增幅0.8℃/10a)及硬化地表比例(>75%)呈显著正相关($p < 0.01$), 这一关系符合“环境过滤—扩散限制”理论框架。藤本植物生活型在这三类评价单元中则表现出一定的过渡性, 处于三类之间。这表明藤本植物在不同区域的分布具有一定的灵活性和适应性。藤本植物通常能够利用现有的植被或支撑物生

长, 并且对环境的要求不如乔木和灌木那样严格, 这使得藤本植物能够在城市化较为密集的地区(如中心城区)和自然环境较为完好的区域(如松江区和金山区)之间实现较广泛的分布。藤本植物的过渡性分布可能反映其生态位宽度优势: 其攀援特性既可利用建成区垂直生境(如墙体、廊架), 又能适应自然林缘的弱光环境。这种“两栖适应”策略使其成为城市化梯度下的潜在指示类群。上海的地形特征和城市化进程对植物生活型的分布具有深远影响。山丘地带作为天然的植物栖息地, 提供了适宜木本植物生长的条件, 而平坦的城市化地区则更适宜草本植物生长^[32]。若维持当前土地利用变化趋势(2040年建成区占比达45%), 木本植物适生区将向西部丘陵压缩, 而藤本植物可能通过“边缘—核心”扩散模式扩大分布范围。建议将藤蔓廊道纳入生态网络规划, 以缓解生境孤岛化效应。研究结果揭示了需要通过保护自然山丘、恢复城市绿地和植物

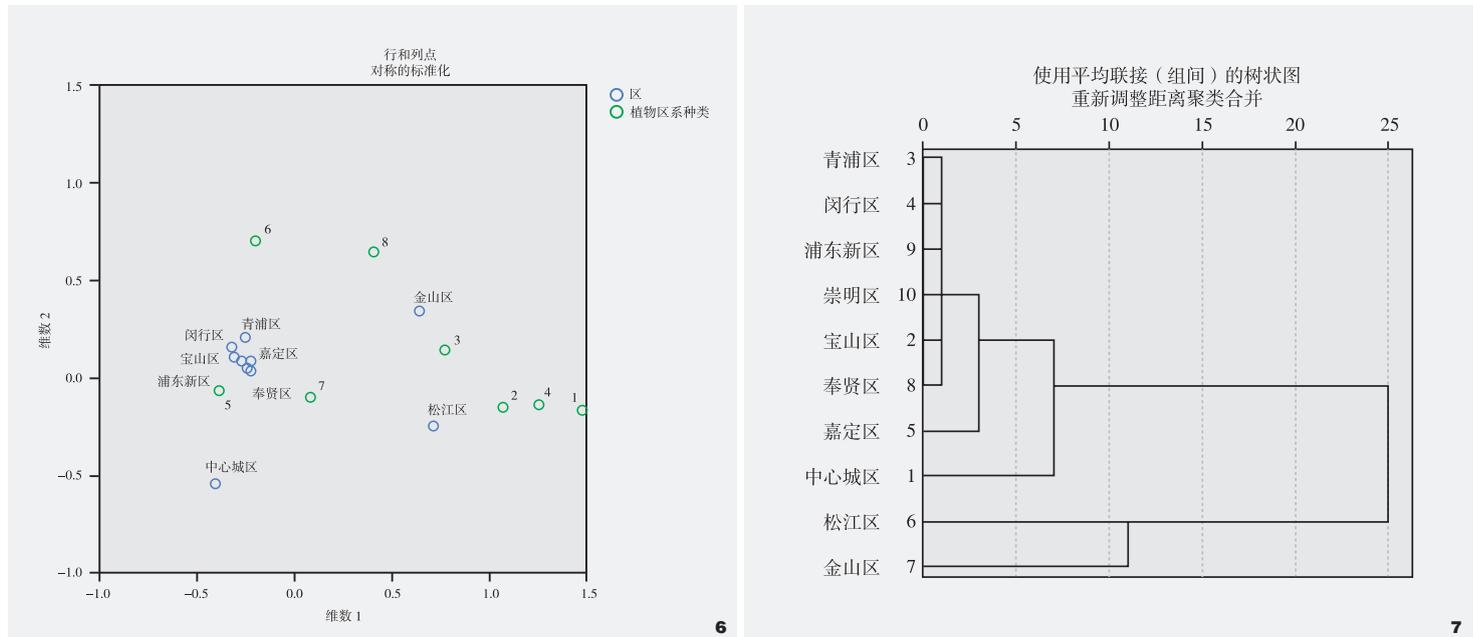


图6 上海市各区县种的生活型对应分析
Fig. 6 Life form correspondence analysis of plant species in Shanghai City

图7 上海市各区县种的生活型聚类
Fig. 7 Life form clustering of plant species in Shanghai City

群落、改善生态环境等措施，平衡自然生态与城市发展的关系。同时，藤本植物的适应性和过渡性提示在城市绿化过程中可以通过设计适合藤本植物的栖息空间，进一步增加城市绿化的多样性^[33]。

3.2.2 生态系统的类型多样性

生态系统类型多样性是指评价区域内基于植被类型的自然或半自然生态系统的类型数，用于表征自然生态系统的类型多样性。上海市陆地和淡水植被共包括15种群系类型，分别属于针叶林(2种)、阔叶林(2种)、竹林(1种)、沼泽和水生植被(2种)和滨海草甸(1种)等8种植被型(表5)。

在上海地区的15种群系中，水杉池杉林属于人工植被，但由于这一类型的植被在上海地区的种植面积大，并且许多林地在经过数十年的自然演替后，已经接近自然状

态。因此，水杉池杉林被视为一种生态功能较为完整的植被类型，林下草本层和灌木层得到了良好的发育，且有一定的自然更新。这种人工植被类型的成功生态转化，不仅丰富了上海的植物资源，也为生态恢复和绿色空间的拓展提供了宝贵经验。这一现象与长三角地区其他城市人工林自然化进程相似，印证了通过合理树种选择与群落配置可加速人工林向半自然生态系统转化。另一类分布较广的植被是禾草沼泽，其除中心城区外都有分布。上海广阔的水面和发达的水系决定了其分布广泛，这类植被主要分布在河流、湖泊以及长江口湿地，前者由茭(*Zizania latifolia*)、泽泻(*Alisma orientale*)、野菱(*Trapa incise var. quadricaudata*)等构成组成，后者由芦苇(*Phragmites australis*)、海三棱藨草(*Scirpus mariqueter*)和水葱(*Scirpus tabernaemontani*)等构成。这类湿地植物群落为水鸟栖息、迁

徙提供了关键栖息地，也是上海市湿地生态系统的重要组成部分。因此，保护和恢复这类沼泽湿地，对维护区域生物多样性、调节水文过程以及减缓气候变化具有重要生态价值。除此之外，在自然植被中，其他沼泽和水生植被也相对发达，包括莎草沼泽、沉水水生植被、浮水水生植被、挺水水生植被4类。

在天然植被中，常绿针叶林和阔叶林非常稀缺，其中针叶林类型包括松林和杉木林，主要分布在松江区的佘山个别小山丘上。松江区的佘山及金山区的大小金山岛这两个区域是上海市唯一具有山丘的地区，因此，在这些区域，常绿针叶林和阔叶林在小范围内得以分布，以马尾松(*Pinus massoniana*)和黑松(*Pinus thunbergii*)为主，后者包括青岗栎红楠林、苦槠林、青岗栎落叶阔叶混交林和苦槠落叶阔叶混交林4类，只分布于松江区的

表5 上海市生态系统群系类型分布
Tab. 5 Distribution of ecosystem community types in Shanghai City

| 植被型 Vegetation type | 群系组 Formation Group | 群系 Formation |
|------------------------|------------------------|--------------------------------|
| 针叶林 | 亚热带常绿针叶林、亚热带落叶针叶林 | 松林、杉木林、水杉林 |
| 阔叶林 | 亚热带常绿阔叶林、亚热带常绿落叶阔叶混交林 | 青岗栎、红楠林、苦槠林、落叶混交林 |
| 竹林 | 亚热带竹林 | 大茎竹林、小茎竹林 |
| 沼泽和水生植被 | 沼泽、水生植被 | 莎草沼泽、禾草沼泽、沉水水生植被、浮水水生植被、挺水水生植被 |
| 滨海草甸 | 盐土植被 | 陆生盐土植被 |

佘山或者金山区的大小金山岛。

上海市的植被类型多样性反映了该地区独特的地理和气候条件，特别是水域资源丰富和温带季风气候的影响。水杉池杉林和禾草沼泽等湿地植被的分布揭示了上海地区湿地生态系统在全球气候变化背景下的脆弱性，未来应当加强对湿地生态系统的保护和恢复。此外，稀缺的常绿针叶林和阔叶林的分布则反映了上海市森林植被的生态价值和保护需求。

4 结论及展望

本研究系统地调查并分析上海植物区系及生物多样性特征，记录了1 507种原生与野生维管束植物，隶属于171科、779属。研究发现，禾本科和菊科物种最多，藁草属和蓼属是较大的属，上海植物区系以温带植物为主，并受到热带成分影响，草本植物占主导地位。根据生态系统的类型，上海植物区系可划分为针叶林、阔叶林、竹林、沼泽和水生植被、滨海草甸等多个类型。通过聚类与对应分析，将上海市划分为10个评价单元，并进行了生活型分析。本研究填补了上海植物区系及生物多样性评估的研究空白，提供了关于植物多样性分布模式和生态系统的类

型的系统性分析。上海作为中国的经济中心，面临城市化进程中的生物多样性保护挑战，因此本研究为上海植物资源保护与管理提供了详实的基础数据和科学依据。

由于大范围植物资源调查需要大量的人力和物力，上海市目前缺乏多年连续监测数据，这使得本研究难以在较长时间尺度上分析区域植物资源的演变。基于此，本研究提出以下几点针对性保护策略和建议：(1) 充分考虑人类活动的影响。植物资源与人类生活息息相关，因此，区域植物资源保护策略应充分考虑不同类型的人类活动对植物群落的影响，特别是城市化进程中土地利用方式的变化。应深入研究人类活动对植物资源的具体影响，制定合理的管理措施，以平衡发展与生态保护。(2) 建立动态监测体系。随着上海城市化进程的加速，土地利用方式迅速变化，历史资料仅能反映过去的状况，当前的植物资源状况可能已发生显著变化。因此，建立一套动态植物资源监测体系至关重要，能够实时反映植物资源的变化趋势，为科学决策提供依据。此举有助于及时发现潜在问题，并制定适应性强的保护措施。尽管本研究为区域植物资源保护提供了有价值的见解，但由于缺乏长期、连续的数据支持，

研究结果的时效性和代表性存在一定局限性。未来的研究应加强对植物资源的长期监测，特别是不同季节、不同生态环境下的变化趋势。同时，建议各级政府和相关部门加大对植物资源保护科研的投入，推动技术创新与数据积累，以解决植物多样性保护中面临的实际挑战。

注：文中图表均由作者绘制。

参考文献

- [1] 朱华. 云南植物区系的起源与演化[J]. 植物科学学报, 2018, 36(01): 32-37.
- [2] 包萨如拉, 赵利清, 朴顺姬, 等. 西鄂尔多斯维管植物区系特征分析[J]. 中国沙漠, 2012, 32(02): 428-436.
- [3] 张绪良, 谷东起, 叶思源, 等. 荣成大天鹅自然保护区泻湖湿地植物区系[J]. 生态学杂志, 2009, 28(06): 1073-1080.
- [4] CAO X Y, TIAN F, HERZSCHUH U, et al. Human Activities Have Reduced Plant Diversity in Eastern China over the Last Two Millennia[J]. Global Change Biology, 2022, 28(16): 4962-4976.
- [5] FILIS E, KYRKAS D, MANTZOS N, et al. Grassland Flora of Ultramafic Areas in Northern Pindus (Greece)[J]. Ecological Research, 2024, 39(4): 531-542.
- [6] CAO W D, LI Y Y, CHENG J Q, et al. Location Patterns of Urban Industry in Shanghai and Implications for Sustainability[J]. Journal of Geographical Sciences, 2017, 27(7): 857-878.
- [7] 王娟, 达良俊, 李艳艳, 等. 城市化进程中上海植被的多样性、空间格局和动态响应(V): 管护放弃后城市水杉林林下植被自然演替格局的研究[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 2009(06): 12-22.
- [8] WU J. Evaluation of New Naturalistic Herb Community Landscape in Shanghai, Hangzhou and Suzhou, China[J]. International Journal of Agriculture and Biology, 2020, 23(3): 661-674.
- [9] 徐珊珊, 严靖, 彭志, 等. 上海城市森林草本植物多样性的城乡分布格局[J]. 生态学杂志, 2022, 41(01): 25-32.
- [10] 张凯旋, 车生泉, 马少初, 等. 城市化进程中上海植被的多样性、空间格局和动态响应(VI): 上海外环线带群落多样性与结构特征[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 2011(04): 1-14.

- [11] 刘波, 杨梓桐, 傅颖, 等. 上海市奉贤区药用植物资源调查与评估[J]. 绿色科技, 2024, 26(07): 114-117.
- [12] 徐晟翀, 曹同, 于晶, 等. 上海市树附生苔藓植物生态位[J]. 生态学杂志, 2006(11): 1338-1343.
- [13] 周秀佳. 上海植被区划[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 1986(01): 97-102.
- [14] 杜诚, 汪远, 闫小玲, 等. 上海市植物物种多样性组成和历史变化暨上海维管植物名录更新(2022版)[J]. 生物多样性, 2023, 31(06): 10-18.
- [15] 张冬梅, 罗玉兰, 张浪, 等. 几种城市绿地植物物种多样性调查方法研究——以上海为例[J]. 园林, 2024, 41(04): 4-10.
- [16] 吴相獐, 雷富民, 单壹壹, 等. 上海城市公园苔藓植物多样性分布格局及其环境影响因子[J]. 生物多样性, 2024, 32(02): 62-72.
- [17] BERTNESS M D, GOUGH L, SHUMWAY S W. Salt Tolerance and the Distribution of Fugitive Salt Marsh Plants[J]. Ecology (Washington D C), 1992, 73(5): 1842-1851.
- [18] EWANCHUK P J, BERTNESS M D. The Role of Waterlogging in Maintaining Forb Pannes in Northern New England Salt Marshes[J]. Ecology, 2004, 85(6): 1568-1574.
- [19] 李林, 魏识广, 练璐愉, 等. 亚热带不同纬度植物群落物种多样性分布规律[J]. 生态学报, 2020, 40(04): 1249-1257.
- [20] 彭闪江, 黄忠良, 徐国良, 等. 生境异质性对鼎湖山植物群落多样性的影响[J]. 广西植物, 2003(05): 391-398.
- [21] 叶永忠, 王遂义, 李培学. 豫南鸡公山自然保护区种子植物区系的研究[J]. 武汉植物学研究, 1992(01): 25-34.
- [22] 李惠茹, 汪远, 闫小玲, 等. 上海植物区系新资料[J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 2017(01): 132-138.
- [23] 娄安如. 北京东灵山地区植物群落及其组成成分特性的分析[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2004(04): 507-512.
- [24] 唐志尧, 刘鸿雁. 华北地区植物群落的分布格局及构建机制[J]. 植物生态学报, 2019, 43(09): 729-731.
- [25] 朱华, 马友鑫, 阎丽春, 等. 中国种子植物属的地理成分分布格局及其与气候和地理的关系(英文)[J]. 植物分类学报, 2007(02): 134-66.
- [26] 周秀佳. 上海的主要自然植被类型及其分布[J]. 植物生态学与地植物学丛刊, 1984(03): 189-198.
- [27] 陈国奇, 强胜. 人类活动是导致生物均质化的主要因素[J]. 生态学报, 2011, 31(14): 4107-4116.
- [28] 徐志虎, 宋坤, 秦俊, 等. 长三角新建居住区景观绿化植物组成的相似性[J]. 生态学杂志, 2009, 28(10): 1956-1959.
- [29] 李晓鹏. 城市化环境下公园自生植物的多样性与公众感知研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2020.
- [30] 任斌斌, 商茹, 李芳, 等. 北京城市绿地近自然植物群落构建[J]. 生态学杂志, 2019, 38(10): 2911-2917.
- [31] 李俊祥, 王玉洁, 沈晓虹, 等. 上海市城乡梯度景观格局分析[J]. 生态学报, 2004(09): 1973-1980.
- [32] 胡永红, 秦俊, 王红兵. 城市特殊生境绿化技术研究——以上海20年的研究成果为例[J]. 中国园林, 2022, 38(08): 89-92.
- [33] 郭雅婷, 李运远. 基于生物多样性的城市绿地植物群落构建途径[J]. 风景园林, 2022, 29(01): 59-63.

《园林》 学刊征集 2026 年专题选题

“专题”是《园林》学刊的重点和特色栏目。为了进一步强化开放办刊、平台共享,《园林》学刊现面向海内外风景园林学界及相关领域学者公开征集2026年专题选题,以期深化与拓展学科体系和研究团队建设,助力风景园林学科高质量发展。

一、选题要求

- 1、学术性。选题应深入探讨与系统研究本学科及相关领域具有较高学术、理论价值和普遍意义的研究成果。
- 2、创新性。选题应以问题研究为导向,在理论、方法、论据、观点上有突破、新进展。
- 3、前沿性。选题立足国内,面向全球,关注风景园林学科的前沿问题、热点问题,进行体系性的深入论证。
- 4、包容性。鼓励跨学科、跨地域、多视角的综合研究。

二、申报程序

提供选题的专家,请在邮件正文中简要阐述被选选题的背景、意义及研究方向,并于2025年7月1日前发送至编辑部邮箱: LA899@VIP.163.com, 邮件主题为“2026专题+选题名称”。

