

孙艳芝, 王钰, 蔡文婷, 王香春. 基于植物多样性保护的中国植物园时空分布特征[J]. 风景园林, 2023, 30 (4): 95-101.

# 基于植物多样性保护的中国植物园时空分布特征

孙艳芝 王钰 蔡文婷 王香春\*

**摘要:** 【目的】植物园是园林专用绿地的一种类型, 其植物多样性对维持城市生态平衡意义重大。【方法】采用数理统计与 GIS 空间分析方法, 对已加入中国植物园联盟的 229 个植物园的时空分布特征及植物多样性保护特征展开研究, 为植物园体系的构建提供基础支撑。【结果】1) 中国植物物种保护率为 41.2%, 存在南低北高的地区差异性; 2) 中国植物园数量稳步增加, 空间分布特征表现为数量上西疏东密, 面积规模上西阔东微; 3) 中国植物园已收集保存植物 2.3 万余种, 初步形成了迁地保护格局, 是城镇开发边界内植物多样性保护的主阵地。【结论】中国植物园空间布局与植物多样性保护需求之间存在不平衡, 应从国家层面统筹规划植物园建设, 在青藏高原、新疆等西部生物多样性热点地区增加植物园数量, 健全植物就地和迁地协同保护体系, 强化科学研究, 以完善国家种质资源库信息, 推进植物园体系建设。

**关键词:** 风景园林; 植物园; 植物多样性; 就地保护; 迁地保护; 时空分布

**基金项目:** 中国城市建设研究院有限公司自立课题“城市公园体系建设研究”(编号 Y20Y22020)

中图分类号: TU986

文献标识码: A

文章编号: 1673-1530(2023)04-0095-07

DOI: 10.12409/j.fjyl.202204010206

收稿日期: 2022-04-01

修回日期: 2023-01-18

开放科学 (资源服务)  
标识码 (OSID)



中国的植物园是对活植物进行收集和记录管理, 使植物用于保护、展示、科研、科普、推广利用, 并供群众观赏、游憩的公园绿地, 是城市生态系统服务功能发挥的引擎<sup>[1]</sup>。在生物多样性保护理念逐渐成为社会共识的背景下, 植物园的建设和发展更加引起世界各国的关注。从植物园空间布局角度出发, 分析城市植物多样性保护的空間需求, 提出有效保护和提升植物多样性的植物园体系建设策略, 对中国生物多样性保护具有重大意义。

## 1 中国植物园发展与研究现状

植物园最早的雏形是古代皇家园圃, 包括古巴比伦的空中花园、中国西汉时期的上林苑等, 以木本植物栽培居多, 重视有应用价值的经济作物的引种驯化。现代植物园的发展约有 500 年历史, 已成为开展植物多样性研究、物种保育及资源利用的重要基地, 植物园学也已成为植物学的一个重要分支<sup>[2-5]</sup>。2022 年, 中国首个国家植物园在北京正式挂牌, 国家植物园坚持以植物迁地保护为重点, 对植物类群系统收集、完整保存, 承担着中国植物多样性保护的重任<sup>[6-7]</sup>; 同时, 中国大力开展植物研究和科普教育等工作, 积极参与植物园国际组织交流合作, 已成为国际生物多样性保护的重要力量。

以收集植物的类别和主要功能作为标准, 中国植物园主要分为综合植物园、园林和观赏园艺植物园、经济植物及种质保存植物园、教育植物园、保护性植物园、特殊生境植物园、主题植物园 7 类。对于植物园的相关研究, 主要内容涵盖植物园规划设计<sup>[8-10]</sup>、植物保育<sup>[11-12]</sup>、植物园功能分区<sup>[11, 13]</sup>、植物园植物档案管理<sup>[14]</sup>、植物园科普教育<sup>[15-16]</sup>、植物园病虫害综合治理<sup>[17]</sup>、国内外植物园建设实践<sup>[18-19]</sup>、生物多样性及生态功能分析<sup>[20-21]</sup>与成果转化研究<sup>[22]</sup>等方面, 已有研究多是针对单个植物园开展的植物物种与群落分析、规划设计与景观营造研究, 关于中国植物园的整体布局与系统研究相对较少。

基于实地调研与空间分析, 本研究对植物园的发展、时空分布及生物多样性保护特征等做了系统研究, 总结了我国植物园空间布局与建设内容中存在的问题与不足, 提出有效提升植物园的植物多样性保护作用的策略, 以期推动中国植物园体系建设, 也为国家植物园体系的规划与建设提供参考, 弥补国家植物园规划方法研究的空白<sup>[23]</sup>。

## 2 数据来源与处理

本研究使用的数据包括中国本土植物物种保护数据、35 个生物多样性优先保护区

(简称生优区) 数据、229 个植物园分布数据以及 40 个植物园调研数据, 各类数据来源及处理方式有对比分析、空间分析、问卷调查等, 其主要内容体现在以下 4 个方面。

1) 本土植物物种保护数据来自中国植物园联盟 (Chinese Union of Botanical Gardens, CUBG) 统计的本土植物保护现状信息, 共收集数据信息 8 万余条。以省或地区为单位, 参考世界自然保护联盟 (International Union for Conservation of Nature, IUCN) 物种红色名录濒危等级评估方法, 确定保护物种所属地区、类型、数量以及已经采取保护的物种数。本研究中采用的植物物种保护率为地区已保护的物种数与地区物种总数的比值, 单位为 %。

2) 35 个生优区数据来自生态环境部 (www.mee.gov.cn), 根据生优区空间分布, 分析中国植物园与生优区的空间位置关系。

3) 229 个植物园分布数据来源于中国植物园联合保护计划 (Initiative for Collective Conservation in Chinese Botanical Gardens, ICCBG) 官方网站 (www.cubg.cn), 利用百度地图坐标拾取器获取 229 个植物园的经纬度坐标, 将其导入 GIS 平台中进行空间分析, 总结中国东西部不同地区的植物园时空分布特征。

表 1 本研究调研的40个植物园的名称和气候类型  
Tab. 1 Names and climate types of 40 investigated botanical gardens

序号	植物园名称	所在地气候类型	序号	植物园名称	所在地气候类型
1	西宁市园林植物园	高原高山气候	21	柳州龙潭公园	
2	内蒙古自治区林业科学研究院树木园		22	昆明树木园	
3	中国科学院吐鲁番沙漠植物园	温带大陆性气候	23	南京中山植物园	
4	民勤沙生植物园		24	东莞植物园	
5	伊犁植物园		25	厦门园林植物园	
6	中国科学院沈阳应用生态研究所		26	中国药科大学药用植物园	
7	石家庄植物园		27	中国科学院华南植物园鼎湖山树木园	
8	郑州植物园		28	上海植物园	
9	熊岳树木园		29	中国科学院庐山植物园	亚热带季风气候
10	西安植物园		30	宁波植物园	
11	西北农林科技大学博览园		31	上海辰山植物园	
12	宝鸡植物园		32	湖南省森林植物园	
13	山西省五台山树木园	温带季风气候	33	合肥植物园	
14	秦岭国家植物园		34	徐州植物园	
15	山东中医药大学百草园		35	峨眉山植物园	
16	唐山植物园		36	赣南树木园	
17	沈阳植物园		37	重庆市植物园	
18	济南植物园		38	三峡植物园	
19	北京教学植物园		39	中国科学院西双版纳热带植物园	热带季风气候
20	青岛市植物园		40	中国医学科学院药用植物研究所云南分所(西双版纳南药园)	

4) 基于不同区位、不同气候条件及不同所属行政管理系统等特征,笔者选取中国具有代表性的40个植物园(表1),其中城建和园林系统15个(37.5%)、科研系统(含中科院和其他科研院所)11个(27.5%)、林业和农业系统9个(22.5%)和教育系统5个(12.5%)。采用抽样调查方式,笔者对这40个植物园中的工作人员进行问卷调研,调研内容包括的植物园基本信息有植物收集、植物迁地保护、城市生物多样性保护和设施建设、植物应用和成果转化以及科研科普、社会活动情况等,并参考《中国植物园标准体系》<sup>[24]</sup>,选取部分指标对植物园现状进行评分量化,探讨中国植物园在生物多样性保护方面的进展。

### 3 结果与分析

#### 3.1 中国植物多样性保护格局

##### 3.1.1 本土植物保护类型

基于可获得的数据,中国主要地区本土植物保护物种共计64 001种,根据IUCN物种红色名录濒危等级,将本土植物保护物种分为地区绝灭(regional extinct, RE)、极危

(critically endangered, CR)、濒危(endangered, EN)、易危(vulnerable, VU)、近危(near threatened, NT)、无危(least concern, LC)以及数据缺乏<sup>①</sup>(data deficient, DD)7个级别,每个级别物种数分别为64、1 298、2 269、3 994、4 402、45 081和6 893种,主要覆盖13个省或地区。在受不同威胁等级的64 001种植物物种中,已受保护的物种有26 351种,物种保护率为41.2%,受威胁的因素主要有生境丧失和碎片化、过度开发利用、土壤污染、水和大气污染等;RE、CR、EN、VU、NT、LC物种保护率分别为34.4%、53.4%、53.8%、49.7%、40.6%和41.2%,其中只有CR、EN物种保护率超过50%,而RE物种保护率最低,植物物种保护效果有待进一步提高(表2)。

##### 3.1.2 本土植物保护空间分布

本土植物的保护措施主要有就地保护、迁地保护、种子库保存、分子材料保存、离体保存5种,基于主要地区本土植物物种保护率测算结果,在64 001种本土植物保护物种中,采取就地保护的物种数量相对较多,其次是采取迁地保护的方式。在13个本土植物重点评估地区中,调查记录物种数较多

表 2 不同本土植物保护等级的物种保护情况  
Tab. 2 Conservation of plant species at different native plant conservation levels

濒危等级	物种数	已保护物种数	物种保护率/%
RE	64	22	34.4
CR	1 298	693	53.4
EN	2 269	1 221	53.8
VU	3 994	1 984	49.7
NT	4 402	1 786	40.6
LC	45 081	18 552	41.2
DD	6 893	2 093	30.4

(超过6 000种)的是云南、广西、广东地区,但是整体物种保护率不高,超过50%的物种没有得到有效保护;物种保护率较高的是江西、京津冀、辽宁地区,均高于70%;江苏、湖南、湖北地区的物种保护率较低,在10%以下(表3)。

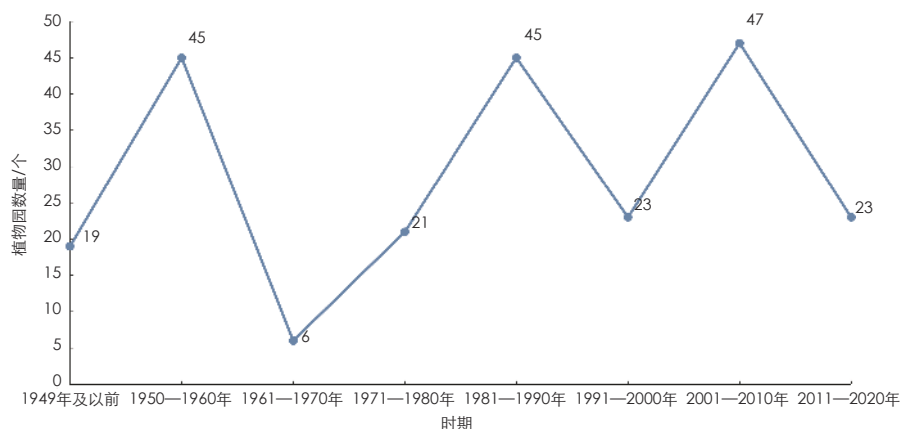
#### 3.2 中国植物园时空分布特征

##### 3.2.1 中国植物园时间分布特征

截至2020年底,CUBG数据统计的全球范围内植物园数量共3 639个,其中,美国960个,居世界首位;中国229个,居世界第二位。中国的植物园是城市公园绿地中的一种,主要行政隶属管理单位有科技部门(含

表 3 主要地区本土植物物种保护情况  
Tab. 3 Conservation of native plant species in major regions

地区	物种数	有影像记录物种数	有野外坐标物种数	有标本物种数	采取保护措施的物种数					物种保护率/%	
					就地保护	迁地保护	种子库保存	分子材料保存	离体保存		合计
云南	12 142	2 273	985	2 271	255	2 909	4 580	0	0	6 422	52.9
广西	8 948	3 243	323	392	1 321	2 113	259	386	1	2 898	32.4
广东	6 025	1 198	1 189	5	1 680	1 888	0	0	0	2 710	45.0
湖南	5 094	2 423	2 414	680	2	274	14	0	14	292	5.7
湖北	4 670	1 521	345	136	0	407	0	0	0	407	8.7
重庆	4 487	1 367	1 366	0	0	1 212	0	1	0	1 212	27.0
陕西	4 301	2 303	1 675	450	1 334	528	9	0	0	1 568	36.5
江西	4 257	2 442	2 214	2 207	4 198	1 358	4	5	1	4 202	98.7
福建	3 880	2 302	995	0	1 842	374	29	0	0	1 958	50.5
新疆	3 506	1 336	2 573	2 575	201	401	709	0	0	963	27.5
辽宁	2 542	2 048	1 943	0	1 892	970	0	0	0	1 918	75.5
江苏	2 152	854	550	2 091	66	38	0	1	0	85	4.0
京津冀	1 997	1 731	1 731	1 985	1 660	853	478	1 109	0	1 716	85.9
合计	64 001	25 041	18 303	12 792	14 451	13 325	6 082	1 502	16	26 351	41.2



1 不同时期中国植物园建设数量变化  
Change in the quantity of botanical gardens in different periods

中国科学院)、教育部门、城建部门、林草部门、农业部门和医药部门等<sup>[5]</sup>, 科技部门和教育部门所属的植物园注重保护和研究, 其他相关部门所属的植物园更擅长景观建设和旅游服务。

根据植物园初建年代, 中国植物园建设数量呈阶段性波动变化, 笔者将中国植物园建设分为 8 个时期, 其中, 1950—1960 年、1981—1990 年、2001—2010 年 3 个时期是植物园建设的高峰期, 植物园建设数量均超过 40 个, 故对其进行重点分析 (图 1)。1949 年及以前, 中国植物园以外来殖民者建设的植

物园为主, 约占该时期植物园总数的 67%, 如香港动植物公园 (1871 年)、台北植物园 (1895 年)、恒春热带植物园 (1906 年) 等。植物园第 1 个建设高潮在 1950—1960 年, 建成植物园 45 个, 这一时期中国植物园以中国科学院为龙头开始了现代植物园的建设, 先后建设了植物研究所北京植物园 (1955 年)、武汉植物园 (1956 年) 和桂林植物园 (1958 年) 等; 究其原因, 1956 年, 国家制定了科技发展远景规划, 提出了探索自然科学基本理论的重要任务, 极大地推动了这一时期植物学的发展, 也促进了植物园的建设。1961—1970 年

和 1971—1980 年, 因“文化大革命”等原因植物园建设相对停滞。随着国际社会对生物多样性保护的重视与中国的改革开放, 1981—1990 年中国进入第 2 次植物园建设高峰, 各行业不断建设新的植物园, 促使植物园建设出现第 2 个高潮, 原因主要有 3 点: 一是快速的经济发展, 二是社会大众对生态环境和物种保护认知的提升, 三是国家改革开放政策的实施, 使得植物园成为国际化城市的重要标志, 如该时期的深圳仙湖植物园 (1983 年), 受深圳快速城市化与国际化进程的影响, 其建设发展迅速, 远超其他植物园。2001—2010 年为中国植物园建设的第 3 个高峰时期, 国务院关于加强城市绿化建设、国家园林城市创建等工作的开展促进了这一时期植物园建设的发展。发展至 2020 年, 中国共建成植物园 229 个, 其中企业开发管理的植物园也呈增长趋势, 植物园的发展不断推进中国生态文明建设。

### 3.2.2 中国植物园空间分布特征

从植物园的空间分布上来看, 江苏、山东、台湾、浙江、广东等地区植物园数量相对较多, 数量均超过 10 个, 西藏、新疆、青海等西部地区数量较少。在区域尺度上, 东部季风区, 长三角、珠三角、京津冀等沿海区域植物园分布较密集, 集中了全国约 90%

的植物园，尤其是山东、江苏、浙江等地区的植物园分布密集，数量较多；而干旱和青藏高原高寒区域的植物园数量仅占全国数量的10%，分布数量少且密度较小。虽然沿海区域的植物园数量多，但是在规模面积上，上海、江苏、浙江等东部地区的植物园平均面积小于陕西、内蒙古等地区的植物园平均面积。植物园整体的空间特征表现为数量分布上西疏东密，面积规模上西阔东微，反映了东西部植物园分布的差异性。究其原因，中国东南地区丘陵、平原地形地貌多样，降水充足，山水资源丰富，造就了动植物的多样性，给植物园的建设发展提供了优良的自然条件，同时高密度的城市建设活动，使得植物园数量多且单个面积小；西部地区地广人稀，植物园建设受城市用地限制约束相对较小，故植物园平均面积较大。

### 3.3 中国植物园生物多样性保护特征

#### 3.3.1 中国植物园生物多样性保护空间格局

1) 植物园是城镇开发边界内生物多样性保护的重要载体。据不完全统计，中国已建成各级各类自然保护地约1.2万处，约占国土陆域面积的18%，海域面积的4.1%<sup>[23]</sup>，有效保护了全国90%的植被类型和陆地生态系统；已划定的35个生优区约占国土陆域面积的29%，在其范围内发现了新种和新记录种50多个，健全和丰富了中国生物多样性“家谱”。这些重要的生态系统、生优区多位于城镇开发边界外的生态空间，各类自然保护地、生优区是城镇开发边界外生物多样性保护的主要载体。本研究将229个植物园空间位置与生优区空间范围叠加，发现179个（占比78.2%）植物园位于生优区之外且位于城镇开发边界内，其建设发展为城镇开发边界内生物多样性的丰富与保护提供了机遇。从生物多样性保护全覆盖的角度来看，植物园极大维护了城镇开发边界内的生物多样性，是生态空间生物多样性保护战略的重要补充，与生态空间一起共同构成了城市生物多样性整体保护格局。

2) 植物园在生物多样性保护上存在南北区域差异性。在空间分布上，南方一些城市的植物园对地区重要植物物种的保护存在一

定程度的缺失，与生物多样性保护需求之间存在空间不匹配的现象。基于各地区植物物种保护率分析，京津冀、辽宁等北方地区的植物物种保护率较高，同时这些地区也是植物园较密集的区域，植物园在空间分布上与生物多样性保护需求一致，植物园的建设极大促进了植物多样性的保护；江苏、湖南、广西等南方地区植物园数量也较多，但植物物种保护率相对较低，植物园在空间分布上并没有很好地满足生物多样性保护需求，这些地区的植物园在空间分布、建设规模等方面有待优化，应从国土和区域尺度统筹优化植物园空间体系建设，提高植物园空间分布与生物多样性保护需求的匹配程度，切实提升生物多样性保护能力。

#### 3.3.2 中国植物园生物多样性保护功能特征

中国植物园为全球植物迁地保护、物种保育、环境教育、资源利用及科学研究做出了重要贡献，已发展成为国际植物园体系的中坚力量，中国植物园对生物多样性保护的功能主要体现在以下4个方面。

1) 中国植物园多元功能体系逐渐完善。中国20世纪50年代的植物园主要隶属于中国科学院，大部分从属于植物研究所，从事的研究工作也多与研究所合作，主要研究领域与工作内容聚焦在植物引种驯化，研究对象多为具有经济价值的植物，这一时期，观赏植物的研究常被忽视。发展至20世纪80年代，受国际植物科学研究的影响，中国植物园的研究工作得到创新发展，研究范围覆盖了更多植物学科和植物种类，珍稀濒危物种保护等保护工作、观赏植物研究和科普教育逐渐成为植物园工作的重要组成部分。随着一系列植物园国际会议在中国举办，中国植物园与植物园国际组织合作得到迅速发展，成为国际生物多样性保护的重要力量。国际植物园保护联盟（Botanic Gardens Conservation International, BGCI）中国办公室（广州）和国际植物园协会（International Association of Botanic Gardens, IABG）秘书处（广州）的设立，鼎湖山植物园成为人与生物圈计划（manand biosphere programme, MAB）的一员，中国得到2007年在武汉举办的世界植物园大

会、2017年在深圳举办的世界植物学大会等大型国际会议的承办权，综合展现了中国植物园的发展与取得的成果<sup>[5]</sup>。

2) 中国植物园是植物物种迁地保护的主要手段。植物园已成为植物的迁地保育中心，尤其是珍稀濒危植物的“救生艇”，是城市生物多样性保护的最重要基地<sup>[26]</sup>。截至2019年末，中国植物园引种保存的植物有2.3万余种，占植物区系的66.7%，基本完成苏铁、棕榈种质资源以及原产中国的重点兰科、木兰科植物的收集保存。其中，得到有效保护的2620种严重受威胁的本土植物，占中国受威胁植物总数的42%；得到保护的1289种濒危植物，占中国濒危植物种类的41%<sup>[27-28]</sup>。由此看出，植物园建设与发展总体上已达到一定水平，初步形成了迁地保护格局。植物园数量较多的江苏、山东、浙江等地区，属亚热带、温带季风气候，植物资源丰富，植物园在植物物种迁地保护上各具特色。例如，截至2020年底，山东建设林木种质资源保存库40处，其中山东珍稀濒危树种种质资源保护与利用建设项目是中国第一个国家级林木种质资源保护利用项目，极大促进了珍稀濒危树种种质资源的保护；同时，山东也逐渐建立和完善了野生花卉种质和药用植物资源保存库，极大提升了生物多样性保护能力。浙江近年来持续推进57种极小种群野生植物拯救保护工程，适宜迁地保护的野生植物则依托植物园全面实施迁地保护，再通过野外回归和种群恢复，缓解极小种群野生植物濒危状态；此外，浙江通过建设野生植物迁地保护基地，建立培植技术体系，使国际关注物种、国家重点保护物种、浙江特有种及关键种的种质资源得到有效保护。

3) 中国植物园迁地保护实验设施已具备一定规模，环境教育水平不断提高。本研究的229个植物园中具备较完备的基础设施以及植物收集和保育能力的植物园约有162个；54个植物园有树木标本园，总面积达51783m<sup>2</sup>；49个植物园有组培繁育设施，总面积达36745m<sup>2</sup>；45个植物园建有植物标本馆，总面积达51783m<sup>2</sup>，馆藏标本104846万号；26个植物园有种子库或种子标本库，总面积

达 11 962 m<sup>2</sup>。抽样调查结果显示, 拥有保育温室或保育苗圃、组培繁育设施、种子库或繁殖实验室的植物园占比分别为 87.5%、55.0% 和 20.0%; 84% 的植物园已建成或在建专用的科普场馆, 平均面积达 1 408.4 m<sup>2</sup>; 园内重点植物名牌平均悬挂率达到 55%; 75% 的植物园每年制作并向游客发放科普宣传材料; 60% 的植物园每年举办至少一次季节性花展; 90% 的植物园设有专职或兼职科普工作者; 85% 的植物园定期开展多种科普教育活动, 已形成良好的品牌效应, 增强了植物园的环境教育功能。

4) 中国植物园拥有丰富的物种资源, 是开展生物多样性保护研究的重要平台。丰富的植物资源是城市园林绿化、景观建设、花卉产业发展和社会可持续发展的重要资源, 也是进行植物科学研究的物质基础, 作为开展生物资源有效保护的重要场所, 中国植物园已经成为国家战略性植物种质资源的储备库。从事植物资源发掘利用与科学研究的植物园数量从 20 世纪 50 年代至 2020 年不断增加, 开展植物分类学、园艺学、民族植物学和保护生物学研究的植物园数量分别为 68、77、32 和 58 个; 植物园开展的重点项目逐渐从迁地保护向迁地保护与野外回归相结合转变, 研究领域不断创新拓展。

## 4 结论

基于数理统计与 GIS 空间分析, 本研究对中国植物园时空分布特征及生物多样性保护特征展开分析, 总结存在的问题, 为中国植物园体系统筹和规划建设提供基础数据支撑, 得出如下 4 点结论。

1) 中国生物多样性保护水平相对较低、空间差异性显著。根据 CUBG 统计的数据, 中国主要地区的本土植物保护水平有待进一步提高, 且生物多样性保护存在显著的南北差异性, 其原因主要是由于南方地区经济发展速度较快, 生境丧失和碎片化、环境污染等问题较为严重, 本土植物保护受到阻碍, 应进一步拓展植物保护手段, 通过加强种子库保存、标本、分子材料和离体保存等形式的应用来提高植物物种保护率。

2) 中国植物园数量规模与功能作用逐渐健全完善。在研究工作与功能作用方面, 植物园早期以植物引种驯化研究为主, 如今, 创新性研究不断深入, 研究范围覆盖了更多植物学科和植物种类。随着与植物园国际组织合作的迅速发展, 中国植物园逐渐成为国际生物多样性保护的重要力量, 相关研究也表明, 当今时代植物园最重要的功能就是“生物多样性保护”<sup>[29]</sup>。随着国家植物园的建立, 植物园不仅是名称的变更和面积的拓展, 更在于从物种、遗传和生态环境等维度保护和彰显植物多样性<sup>[30]</sup>, 进一步说明了植物园植物多样性研究与保护功能在不断完善。

3) 中国植物园是城镇开发边界内植物多样性保护的主要载体, 其空间布局与植物多样性保护需求之间存在不匹配现象。早期相关研究中也指出, 东部沿海地区植物园数量虽然较多, 但从植物区系分布范围来看, 东部植物园分布并不均匀, 没有覆盖全部的植物区系<sup>[3]</sup>。应在分析现有植物园建设与发展现状的基础上, 根据自然条件、社会经济状况、自然资源以及主要保护对象的分布特点, 综合考虑具有代表性的生态系统类型、物种丰富性、珍稀濒危等级、科学研究价值等因素, 从国土和区域尺度统筹规划植物园布局, 进一步覆盖不同地理条件和气候环境区域, 推动在尚未建立植物园的关键地区新建植物园, 尽可能多地保存中国植物区系成分和植物种类。在生物多样性丰富和热点地区建立植物就地和迁地保护体系, 落实生优区保护战略, 如在西藏、新疆等西部及西北部地区增加植物园数量, 以收集和研种质资源为重点任务, 完善国家种质资源库信息, 健全植物园体系建设。

4) 中国植物园在植物迁地保护、科学研究及环境教育等方面做出了重要贡献, 未来应承担更多国际责任。植物园运用多种途径, 很好地保护了植物多样性, 包括对濒危物种进行迁地保护, 开展回归引种和野外种群重建工作, 对植物资源进行开发利用研究, 进行植物保护宣传教育与植物文化宣传等, 取得了阶段性成果。未来植物园应加强植物对气候变化适应性的研究, 开展生物多样性保

护教育和生态文明教育, 吸引社会大众广泛参与, 为实现社会生产生活方式变革做出重要贡献。在 2020 年后全球生物多样性框架下, 植物园应积极参与人类命运共同体建设, 探索“新保护方式”(the new conservation)<sup>[20]</sup>, 综合运用就地保护、迁地保护、近地保护、生态系统修复等多种手段, 构建全域性、系统性、完整性的生物多样性保护体系, 在变化的时代中为生物多样性保护发挥更大的作用。

### 注释 (Note):

① 数据缺乏 (DD): 数据信息量不足以评估物种受威胁程度。

### 参考文献 (References):

- [1] 张德顺, 陈陆琪瑶, 李科科, 等. 植物园: 城市的地标和专用绿地[J]. 华中建筑, 2021, 39 (2): 99-103.  
ZHANG D S, CHEN L Q Y, LI K K, et al. Botanical Garden: Urban Landmark and Specified Green Space[J]. Huazhong Architecture, 2021, 39 (2): 99-103.
- [2] 贺善安, 顾嫻, 褚瑞芝, 等. 植物园与植物学[J]. 植物资源与环境学报, 2001, 10 (4): 48-51.  
HE S A, GU Y, CHU R Z, et al. On Botanical Garden Science[J]. Journal of Plant Resources and Environment, 2001, 10 (4): 48-51.
- [3] HE S A. Fifty Years of Botanical Gardens in China[J]. Journal of Integrative Plant Biology, 2002, 44 (9): 1123-1133.
- [4] 任海, 段子渊. 科学植物园建设的理论与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2017.  
REN H, DUAN Z Y. Theory and Practice of Scientific Botanical Garden Construction[M]. Beijing: Science Press, 2017.
- [5] 焦阳, 邵云云, 廖景平, 等. 中国植物园现状及未来发展策略[J]. 中国科学院院刊, 2019, 34 (12): 1351-1358.  
JIAO Y, SHAO Y Y, LIAO J P, et al. Status and Future Strategies of Chinese Botanical Gardens[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2019, 34 (12): 1351-1358.
- [6] 魏钰, 董知洋, 池淼, 等. 国家植物园助力生物多样性保护的途径与方法[J]. 风景园林, 2023, 30 (2): 28-33.  
WEI Y, DONG Z Y, CHI M, et al. Approaches and Methods for China National Botanical Gardens to Contribute to Biodiversity Conservation[J]. Landscape Architecture, 2023, 30 (2): 28-33.
- [7] 胡永红. 植物园对提升城市植物多样性的作用: 以上海辰山植物园为例[J]. 风景园林, 2023, 30 (2): 40-45.  
HU Y H. Role of Botanical Gardens in Enhancing Urban Plant Diversity: A Case Study of Shanghai Chenshan Botanical Garden[J]. Landscape Architecture, 2023, 30 (2): 40-45.
- [8] 张云璐. 当代植物园规划设计与发展趋势研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2015.  
ZHANG Y L. Study of Contemporary Botanic Garden

Planning Design and Development Trend[D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2015.

[9] 熊田慧子.新时期中国植物园规划建设的发展趋势探究[D].北京:北京林业大学,2016.

XIONG T H Z. Study on the Development Trend of Chinese Botanic Garden Planning and Construction in New Age[D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2016.

[10] 董斌,赖巧晖,李荣喜,等.科普型植物园规划、设计及建造[J].热带农业科学,2020,40(12):103-110.

DONG B, LAI Q H, LI R X, et al. Planning, Designing and Establishment of Popular Science Botanical Garden[J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 2020, 40 (12): 103-110.

[11] 胡绍庆,张后勇.试论城市生物多样性保育规划的规范[J].浙江林学院学报,2005,22(2):207-210.

HU S Q, ZHANG H Y. The Rules of City Biodiversity Conservation Planning[J]. Journal of Zhejiang Forestry College, 2005, 22 (2): 207-210.

[12] 胡永红.华东植物区系生物多样性保护的新措施:上海辰山植物园规划初议[C]//中国植物学会,中国昆虫学会,中国环境科学学会,等.第六届生物多样性保护与利用高新技术国际研讨会论文集.北京:北京科学技术出版社,2006:1-3.

HU Y H. New Actions for Biodiversity Protecting of East China Flora-Take Chenshan Botanical Garden as an Example[C]//Botanical Society of China, Entomological Society of China, Chinese Society for Environmental Sciences, et al. Proceedings of the 6th International Symposium on the Protection and Utilization of High and New Science and Technology of Biodiversity. Beijing: Beijing Science and Technology Press, 2006: 1-3.

[13] 郭亚男,王刚涛,梁丹,等.广州市植物多样性现状调查与分析[J].热带亚热带植物学报,2021,29(3):229-243.

GUO Y N, WANG G T, LIANG D, et al. Investigation and Analysis of Plant Diversity in Guangzhou[J]. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 2021, 29 (3): 229-243.

[14] 赵文媛,徐秀源,岳国忠.植物园植物档案科学记录与管理探讨[J].绿色科技,2021,23(15):109-111.

ZHAO W Y, XU X Y, YUE G Z. Talking About the Scientific Record and Management of Plant Archives in the Botanical Gardens[J]. Journal of Green Science and Technology, 2021, 23 (15): 109-111.

[15] 曾荣,郭蓉.RMP视角下永州森林植物园研学旅行育人价值研究[J].中国集体经济,2021(19):127-128.

ZENG R, GUO R. Research on the Value of Travel Education in Yongzhou Forest Botanical Garden from the Perspective of RMP[J]. China Collective Economy, 2021 (19): 127-128.

[16] 郭丽娟,王计平.基于人工智能技术的上海植物园科普服务研究[J].绿色科技,2019(15):10-12.

GUO L J, WANG J P. Study on Plant Science Education of Shanghai Botanical Garden Based on Artificial Intelligence Technology[J]. Journal of Green Science and Technology, 2019 (15): 10-12.

[17] 张肖肖.西双版纳热带植物园病虫害综合治理实践[J].中国植保导刊,2020,40(9):114-116.

ZHANG X X. Practice of Integrated Pest Control in Xishuangbanna Tropical Botanical Garden[J]. China Plant Protection, 2020, 40 (9): 114-116.

[18] 黄宏文.中国植物园[M].北京:中国林业出版社,2018.

HUANG H W. Botanical Garden of China[M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2018.

[19] 孔令娜.植物园发展体系及案例分析[J].安徽农学通报,2021,27(13):92-94.

KONG L N. Development System and Case Analysis of Botanical Garden[J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2021, 27 (13): 92-94.

[20] 刘川华.生物多样性保护与城市园林建设[C]//中国风景园林学会.中国风景园林学会第四次全国会员代表大会论文集.北京:中国风景园林学会,2008:113-115.

LIU C H. Biodiversity Protection and Urban Landscape Construction[C]// Chinese Society of Landscape Architecture. Proceedings of the Fourth National Congress of the Chinese Society of Landscape Architecture. Beijing: Chinese Society of Landscape Architecture, 2008: 113-115.

[21] 彭琳玉,胡希军.基于GIS的湖南省植物园生态敏感性分析[J].绿色科技,2021,23(18):9-14.

PENG L Y, HU X J. Ecological Sensitivity Analysis of Hunan Botanical Gardens Based on GIS[J]. Journal of Green Science and Technology, 2021, 23 (18): 9-14.

[22] 魏来,王学良,赵溪竹,等.科技支撑产业融合发展模式探索与实践:以兴隆热带植物园为例[J].热带农业科学,2020,40(2):129-133.

WEI L, WANG X L, ZHAO X Z, et al. Exploration and Practice of Industrial Integrated Development Model for Industries Based on High-tech Support: A Case Study of Xinglong Tropical Botanical Garden[J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 2020, 40 (2): 129-133.

[23] 翟鹏,刘晓路,端木岐,等.国家植物园规划研究:以位于首都的国家植物园为例[J].风景园林,2023,30(2):46-51.

ZHAI P, LIU X L, DUAN M Q, et al. Research on Planning of National Botanical Garden: A Case Study of the National Botanical Garden Located in Beijing[J]. Landscape Architecture, 2023, 30 (2): 46-51.

[24] 黄宏文,廖景平,张征.中国植物园标准体系[M].北京:科学出版社,2019.

HUANG H W, LIAO J P, ZHANG Z. Standard System of China Botanical Garden[M]. Beijing: Science Press, 2019.

[25] 欧阳志云,杜傲,徐卫华.中国自然保护地体系分类研究[J].生态学报,2020,40(20):7207-7215.

OU YANG Z Y, DU A, XU W H. Research on China's Protected Area System Classification[J]. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40 (20): 7207-7215.

[26] 蔡邦平.植物园的发展及其社会意义[J].北京林业大学学报(社会科学版),2005,4(3):69-72.

CAI B P. Social Significance of the Development of Botanical Garden[J]. Journal of Beijing Forestry University (Social Sciences), 2005, 4 (3): 69-72.

[27] 杨明,周桔,曾艳,等.我国生物多样性保护的主要进展及工作建议[J].中国科学院院刊,2021,36(4):399-408.

YANG M, ZHOU J, ZENG Y, et al. Main Progress of Biodiversity Conservation in China and Some Suggestions for Further Work[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2021, 36 (4): 399-408.

[28] 文香英,陈红锋.植物园与野生植物迁地保护[J].生物多样性,2022,30(1):37-41.

WEN X Y, CHEN H F. Botanical Gardens and *Ex Situ* Conservation of the Wild Plant Species[J]. Biodiversity Science, 2022, 30 (1): 37-41.

[29] 陈进.关于我国国家植物园体系建设的一点思考[J].生物多样性,2022,30(1):29-32.

CHEN J. Some Thoughts About China's National Botanical

Garden System Construction[J]. Biodiversity Science, 2022, 30 (1): 29-32.

[30] 刘超.加快建设国家植物园体系[J].科学大观园,2022(1):62.

LIU C. Propelling the Construction of the National Botanical Garden System[J]. Grand Garden of Science, 2022 (1): 62.

图表来源(Sources of Figure and Tables):

文中图表均由作者绘制。

(编辑 / 邓泽宜)

作者简介:

孙艳芝 / 女 / 博士 / 中国城市建设研究院有限公司高级工程师 / 研究方向为生态评估与风景园林

王钰 / 女 / 硕士 / 中国城市建设研究院有限公司工程师 / 研究方向为生态园林政策与技术管理

蔡文婷 / 女 / 博士 / 中国城市建设研究院有限公司正高级工程师 / 研究方向为生态园林政策与技术管理

王香春 / 女 / 博士 / 中国城市建设研究院有限公司正高级工程师 / 本刊顾问编委 / 研究方向为生态与园林绿化建设管理政策、标准规范

通信作者邮箱: 847642003@qq.com

SUN Y Z, WANG Y, CAI W T, WANG X C. Spatiotemporal Distribution Characteristics of Botanical Gardens in China Based on Plant Diversity Conservation[J]. Landscape Architecture, 2023, 30(4): 95-101. DOI: 10.12409/j.fjyl.202204010206.

# Spatiotemporal Distribution Characteristics of Botanical Gardens in China Based on Plant Diversity Conservation

SUN Yanzhi, WANG Yu, CAI Wenting, WANG Xiangchun\*

## Abstract:

**[Objective]** Botanical garden (BG) is a type of specified green space, which collects and records living plants for conservation, display, scientific research, public viewing and recreation. As an important carrier of plant diversity conservation, BGs can help play the role of plant diversity in maintaining urban ecological balance. Under the background of biodiversity conservation, the importance of plant diversity conservation is increasing, and the construction and development of BGs have attracted more attention. It is of great significance to analyze the spatiotemporal distribution characteristics and put forward the construction strategy of BGs to effectively conserve and enhance plant diversity in China.

**[Methods]** Mathematical statistics and GIS spatial analysis are adopted in this research. Firstly, through statistical analysis, this research analyzes the current conservation situation of native plant species in major regions, including the quantity and conservation rate thereof. After that, relying on GIS spatial analysis, the research explores the spatiotemporal distribution characteristics and plant diversity conservation of 229 BGs in China, including the quantity, area, spatial distribution and plant conservation thereof, providing basic support for the construction of China's BGs system.

**[Results]** Based on the analysis of spatiotemporal distribution characteristics and plant diversity conservation of BGs, the research summarizes the following three outcomes. 1) The conservation rate of plant species in China is 41.2%, indicating that the conservation level thereof needs to be further improved. There exists a spatial difference between northern and southern China. The conservation rate of plant species in northeastern China and Beijing-Tianjin-Hebei region is higher than that in Jiangsu and Hunan provinces. The main reason is that the rapid economic development in southern China has led to the lack of plant species conservation, resulting in habitat loss and fragmentation, environmental pollution and other problems, which further hinders the conservation of plant species. 2) The quantity of BGs in China has been increasing, and the development thereof has experienced three peak periods. So far, totally 229 BGs have been established in China. About 90% of BGs are concentrated in southeastern China, and the quantity of BGs in eastern China is significantly different from that in western China. Besides, the quantity distribution of BGs is sparse in western China and dense in eastern China, and the average area scale of BGs in western China is larger than that in eastern China. The reasons may be described as follows: there exist diverse landforms, sufficient rainfall and abundant water resources in southeastern China, which have created the diversity of plants and provided excellent natural conditions for the construction of BGs; meanwhile, the high-density urban construction

activities in southeastern China make the quantity of BGs large while the area small; western China is sparsely populated, and the construction of BGs is rarely limited by urban land use, leading to a large average area of BGs. 3) BGs are the main space of plant diversity conservation within the boundaries of urban development. With the improvement of construction, the function of BGs has gradually improved, enabling them to play an increasingly important role in the conservation of plant diversity. BGs have well-conserved plant diversity through various ways, including *ex situ* conservation of endangered species, species regression, reconstruction of wild populations, research on the development and utilization of plant resources, publicity and education of plant conservation, etc., thanks to which phased results have already been achieved. The 229 BGs have collected and preserved more than 23,000 plant species, accounting for 66.7% of the flora, initially forming the *ex situ* conservation pattern. Among them, 2,620 seriously threatened native plants and 1,289 species of endangered plants have been effectively conserved, respectively accounting for 42% and 41% of the total number thereof in China. In addition, the experimental *ex situ* conservation facilities in BGs have reached a certain scale, greatly promoting the conservation of plant diversity.

**[Conclusion]** 1) The research finds that there exists an imbalance between the space layout of BGs and the requirements of plant diversity conservation. Despite the large number of BGs in the eastern coastal region, the BGs in Eastern China are not evenly distributed to cover all floras, leading to a gap in plant diversity conservation, which entails BG construction to be planned as a whole at the national level. 2) According to the natural conditions, socio-economic conditions, and the distribution of plant species under conservation, the layout of BGs should be comprehensively planned at the national or regional scale. The spatial pattern of BGs should cover different ecosystem types, and different geographical conditions and climatic environments. New BGs are supposed to be established in key areas without any BG yet. 3) In order to improve the information platform of the National Germplasm Resource Bank and the national BGs system, the layout of BGs in regions with rich biodiversity or recognized as biodiversity hotspots in China should be further improved, for which *in situ* and *ex situ* conservation systems should be established and scientific research strengthened. 4) In the future, *in situ*, *ex situ* and near-field conservation should be comprehensively used to build the plant diversity conservation system, which plays a better role in plant diversity conservation.

**Keywords:** landscape architecture; botanical garden (BG); plant diversity; *in situ* conservation; *ex situ* conservation; spatiotemporal distribution

## Authors:

SUN Yanzhi, Ph.D., is a senior engineer in China Urban Construction Design & Research Institute Co., Ltd. Her research focuses on ecological assessment and landscape architecture.

WANG Yu, Master, is an engineer in China Urban Construction Design & Research Institute Co., Ltd. Her research focuses on policy and technology management regarding ecological garden.

CAI Wenting, Ph.D., is a professorate senior engineer in China Urban Construction Design & Research Institute Co., Ltd. Her research focuses on policy and technology management regarding ecological garden.

WANG Xiangchun, Ph.D., is a professorate senior engineer in China Urban Construction Design & Research Institute Co., Ltd., and an advisory editor of this journal. Her research focuses on policies, standards and specifications for management of ecological and landscaping construction.

Corresponding author Email: 847642003@qq.com