•植物园定位与发展战略专题•

植物园支持城市可持续发展的思考 ——以上海辰山植物园为例

胡永红^{1,2*} 杨舒婷^{1,2} 杨俊^{1,2} 万吉尔¹ 陈晓亚^{1,2}

1 (中国科学院上海辰山植物科学研究中心/上海辰山植物园, 上海 201602)

2 (上海市资源植物功能基因组学重点实验室, 上海 201602)

摘要: 作为生命世界的橱窗和城市文明的标志, 植物园承载着科研、保护、科普、娱乐、经济和文化等重要的功能, 且其功能随时代发展而演变。当前, 可持续发展已然成为全球经济和文化发展的一大共识。本文通过剖析植物园的定义与内涵、回溯植物园功能的历史演变、期望厘清植物园发展的脉络, 分析了城市可持续发展背景下植物园所面临的机遇和挑战以及为实现植物园自身可持续发展所需要关注的问题。以上海辰山植物园为案例, 探讨了植物园在推动自身科研、园艺、科普以及国际化发展的过程中, 对支持城市可持续发展所发挥的作用, 期望能为城市的协调持续发展和植物园同行提供些许启发。

关键词: 植物园; 功能定位; 城市; 可持续发展

Botanical gardens support urban sustainable development: a case study from the Shanghai Chenshan Botanical Garden

Yonghong Hu^{1,2*}, Shuting Yang^{1,2}, Jun Yang^{1,2}, Gilles Vincent¹, Xiaoya Chen^{1,2}

1 Shanghai Chenshan Plant Science Research Center, Chinese Academy of Sciences; Shanghai Chenshan Botanical Garden, Shanghai 201602

2 Shanghai Key Laboratory of Plant Functional Genomics and Resources, Shanghai 201602

Abstract: As a window into the world and a symbol of urban civilization, the botanical garden plays an important role in scientific research, conservation, science communication, cultural transmission, as well as leisure and entertainment. Its function also evolves and develops with time. Nowadays, it becomes more and more important for botanical gardens to take sustainable development into consideration so as to support urban sustainable development. In this paper, we reviewed the definition of the botanical garden, analyzed the history, function, and evolution of the botanical garden to find universal rules for development of botanical gardens. We also discussed challenges and opportunities that botanical gardens may face through urban development, and problems that need to be addressed in the process of integrating sustainability into botanical gardens. Lastly, we use the Shanghai Chenshan Botanical Garden as an example to briefly discuss the role of the botanical garden in supporting urban sustainable development in the process of promoting scientific research, science communication, and international development. We hope this can provide some ideas for coordinated urban development.

Key words: botanical garden; function; city; sustainable development

植物园作为一个收集植物、展示植物多样性的科研阵地和提供人们休闲娱乐、传播科学知识的机构, 肩负着保护植物和促进人类可持续利用植物资源的重任, 同时随着不同历史时期的发展和社会需

求的变迁, 其主要功能也在不断地发生变化。而在当代, 一个优秀的植物园不仅要具有引人入胜的景观设计和耐人寻味的科学内涵, 更要以人与自然和谐共处作为规范其一切活动的准则(贺善安等,

收稿日期: 2017-06-26; 接受日期: 2017-09-17

基金项目: 科技部基础专项(2015FY210100)、上海市科委科技攻关项目(16DZ1204900)和中国科学院战略生物资源科技支撑体系运行专项(CZBZX-1)

* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: huyonghong@csnbgsh.cn

2001), 顺应时代需求, 发挥时代功能, 促进其自身乃至城市的可持续发展。本文分析了植物园定义和内涵的不断扩展, 回顾了植物园功能的历史演变, 提出了如何在植物园核心价值基础上支持城市可持续发展, 包括植物园所面临的机遇和挑战以及需要关注的问题。并以上海辰山植物园为例, 初步探讨了植物园在推动科研、园艺、科普以及国际化发展, 支持城市可持续发展中的作用, 期望能为未来植物园和城市的协同发展抛砖引玉。

1 植物园的定义及其内涵

植物园历经数百年的发展, 随着功能不断演变, 其定义也在不断丰富。早在1935年, 陈植教授著述的《造园学概论》, 其定义即精炼为“植物园乃胪列各种植物聚植一处, 以供学术上之研究及考证者也”(钱仿鑫和李珏, 2008), 暗含“植物学园地”的字面含义。Liberty Hyde Bailey和Ethel Zoe Bailey曾给植物园下过全面详细的定义: 以教育和研究为目的而保有活植物并进行科学管理的组织机构, 一般同时拥有相关的图书馆、标本馆、实验室和博物馆等基础设施。根据其人员、地点、外联、经费和愿景的不同而选择其特别感兴趣的方向发展。植物园时常设有温室、试验场地、草本园、树木园和其他部门。植物园需要科研和园艺人员维持和管理, 著作出版物是其回馈社会的主要方式之一(Bailey & Bailey, 1976)。该定义在随后的版本中获得进一步扩展: 植物园可以是独立的机构、政府运营部门或隶属于大学。如果只是教育机构的一个部门, 那么常常与教学项目有关。但其核心价值是获取和传播植物科学知识, 并且该核心价值不以其他功能和要求而转移。尽管植物园强调景观设计的艺术性, 但却不仅仅是观赏性的园林花园, 也不仅仅是一个实验站, 抑或带植物标签的公园(Bailey & Bailey, 1976)。成立于1954年的国际植物园协会(the International Association of Botanical Gardens, IABG)给植物园的简明定义为“一个向公众开放的、其内的植物挂有标牌的园地”。该定义足够简单, 但遗憾的是未能体现植物园的核心价值和功能内涵。成立于1987年的国际植物园保护联盟(Botanic Gardens Conservation International, BGCI)在1998年将植物园重新定义为“拥有活植物收集区, 并对收集区内的植物进行记录管理, 使之用于科学研究、保护、展

示和教育的机构”, 目前, 该定义为全球多数植物园所认可。伴随着全球城市化进程, 当代植物园与城市建设间的关系日益紧密, 植物园更多的时候是受到严格保护的城市绿地, 有组织有秩序的园林花园, 同时藏有完备记录的活植物实物资料, 其中包含具有实际或潜在价值, 可用于科研、教育、展览、保护、旅游、娱乐和可持续利用等方面, 以及那些可以用来生产各类植物制品、提取物用来改善人类生活水准的植物资源(刘海桑, 2009)。

纵观世界植物园470多年的发展史, 各个历史时期的植物园的定义或简单或繁复, 而获取和传播植物科学知识一直都是植物园的核心价值, 成功的世界著名植物园无不秉承该核心价值。而获取和传播植物科学知识的内涵, 就是植物园该如何研究和协调植物、环境和人这三个方面的关系。

植物与植物的关系: 植物是植物园的根本, 而植物园的最初使命也是植物的发现、收集、分类与研究。因此, 理解植物的进化历程, 探索植物与植物的关系, 是植物园进行植物学研究的核心使命。1753年林奈在*Species Plantarum*中提出的双名法, 开创了现代植物分类学的新篇章; 而近年来, 以瑞典皇家科学院、斯德哥尔摩大学、康奈尔大学、佛罗里达大学、邱园及密苏里植物园等共同组成的被子植物系统学工作组(the Angiosperm Phylogeny Group, APG), 提出了以分子标记为依据的被子植物分类系统, 已被全球植物学界所普遍接受(APG, 1998, 2003, 2009, 2016)。随着大量植物基因组的解析, 植物与植物关系的研究又迈入一个新纪元(RBG Kew, 2016)。

植物与环境的关系: 植物的环境可分为自然环境和人工环境, 植物园引种工作的实质是利用人工环境去模拟植物原有的自然环境。同时在可控的人工环境下研究植物对环境气候变化的适应性, 从而对植物保育提供科学合理的建议。在当前生态环境遭受破坏, 植物种群数量锐减甚至灭绝的大环境下, 植物园成为生境恢复和植物回归引种的主要执行者, 而正是植物与环境关系的研究支撑了这些工作的有效开展。同时, 先锋类植物以及生境敏感型植物也是植物园评估生态修复效果和自然环境恶化程度的有利工具。从全球大尺度环境来看, 利用植物监测和预测全球气候变化, 也是当前植物园研究工作的重点之一(RBG Kew, 2017)。

植物与人的关系:植物为人类提供了绝大部分食物和最初的生产资料,促进了人类的发展,推动了人类改造生物圈的进程,是人类赖以生存的基础,人类发展的历史也是不断发掘植物潜在价值的历史。植物园先后参与了药用植物、经济植物、观赏植物等有利于人类自身发展的各类植物的开发和利用。随着人类需求的不断演进,人类利用植物的方式也发生了翻天覆地的变化。而当前的植物保护,其终极目的还是为了人类自身的发展,如何可持续地利用植物资源,从而避免丧失那些目前还未知的潜在价值正是全球植物多样性保护的意义之所在(禹玉华等, 2008)。

2 植物园的发展及其功能的演变

最早的植物园可以追溯到16世纪文艺复兴时期的意大利(周武忠, 2012), 目前比较公认的是北部的帕多瓦植物园(Orto botanico di Padova)。位于威尼斯附近的帕多瓦植物园建于1545年, 是世界上尚存于原址的最早的植物园。该植物园隶属于帕多瓦大学, 占地约22,000 m², 1997年入选世界文化遗产(UNESCO, 1997)。而如今的植物园是调查、采集、鉴定、引种、驯化、保存、研究、繁殖和推广利用植物的重要科研单位, 与普通花园不同, 植物园更注重按植物分类学地位种植植物, 同时也关注园艺设计美学。布鲁克林植物园(Brooklyn Botanical Garden)的主管Charles Stuart Garger曾指出植物园不外乎科研、教育、娱乐、经济和文化这5大功能(Gager, 1938)。从第一个植物园建立开始, 到目前全球大小近3,000个植物园, 所有植物园作为时代政治产物和地域文化载体, 或多或少都体现了这5种功能, 同时也折射出地域民族的意志和兴趣。

从一开始植物园就是以满足人们的需求而建立的, 不同时代人们对植物的不同层次的需求也带来了植物园的几次大发展。16–17世纪, 植物因其药用功能而被人类高度评价, 而当时植物园的核心功能也主要集中在药用植物的收集和研究上, 最早在欧洲, 植物园被称为药圃园。百年后, 随着收集物种的增长和殖民地的扩张, 异域新奇植物和潜在的经济植物成为殖民者的目标和追求, 成千上万的外来植物被运到欧洲的植物园进行分类研究, 其中不乏大量后来发展起来的经济作物。随着欧洲殖民地的大面积拓展, 各类经济作物迅速在世界范围内大

量种植, 此时的植物园起了非常重要的推动作用(贺善安和顾姻, 2002)。19世纪末, 人类亲近自然的意识在工业革命后被重新唤醒, 城市公园运动(托亚等, 2009)悄然兴起, 植物园以科学发现为主的功能也逐渐向满足人们视觉享受的休闲娱乐功能拓展。

20世纪中叶以来, 全球城市化、大规模工业化导致植物生境与全球气候的变化, 植物多样性和植物原始居群的丧失和衰退已然成为全世界关注的焦点, 而植物园也逐渐成为生物多样性保护和大众科普教育的前沿阵地, 在植物的迁地保护工作中承担着重任(Sharrock, 2012; Fay & Christenhusz, 2016)。20世纪70年代, 世界自然保护联盟(International Union for Conservation of Nature, IUCN)开始鼓励濒危植物迁地保护, 很多植物园将保护作为它们的主要功能之一, 植物园在珍稀植物保育方面的角色变得尤为重要。进入21世纪后, 大多数植物园混合了不同的历史主题并推陈出新, 在加强与公众间的联系方面不断发力, 从而使得植物园成为普及各类环境问题, 呼吁公众关注的绝佳场所, 特别是有关植物保育以及全球可持续发展的议题(马克平, 2016)。纵观植物园近百年的发展, 其一直是生物多样性科学研究的主要中心, 是一个植物引种机构, 为医药、农林和园艺提供各种植物资源。同时植物园每年吸引着2亿的参观者, 为日益繁忙的都市社会提供美丽恬静的休憩场所, 在人类社会与人类赖以生存的植物资源之间建立了更感性的联系。植物园也进行科普工作从而传播了植物学知识, 她是生命世界的橱窗, 也是人们和科学见面的场所(Heywood, 1987)。在新时代, 作为城市文明和文化的窗口和标志, 植物园更是支持城市可持续发展的一个重要组成部分。在全球环境恶化日益加剧、植物生境丧失和植被快速退化的今天, 植物园也应承担植物保护的责任和义务(洪德元, 2016)。同时, 在继续进行迁地保护、提升保护效率的基础上, 植物园更为重要的职责是面向公众健康开发新的资源植物, 让植物更好地为人类发展服务(彼得·H·雷文, 1992)。

全球植物园的发展过程, 反映了人类过去几个世纪评价和利用植物资源方式的变迁, 无论是基于推动医学、经济、文化和生态保护的发展, 还是基于更深层次人群心理诉求的满足, 植物园的功能具有很强的时代性(贺善安和张佐双, 2009), 是随着社会的发展、人们的需求而不断演变的。基于此, 植

物园如何支持当前城市发展是值得每一个人深入思考的问题。

3 植物园与城市的可持续发展

新时代的发展,对植物园的建设提出了更高的要求,要支持城市可持续发展,植物园先要实现自身可持续性,才能为城市生态和市民健康服务。而评判一个植物园的发展是否具有可持续性,关键要看这个植物园是否能够将其各项功能整合成一个有机整体。植物园的核心工作是活植物的收集与管理(Gratzfeld, 2016),可持续发展的植物园应该不断产出科研成果并为社会服务,且科研成果应当基于本植物园收集的重点类群,促使活植物收集和植物科学研究相得益彰。在科普上,可利用多样植物创造多彩的景观吸引游客,从而把相关的植物学知识和故事传递给公众,而这些知识则是基于前人的研究和正在实施的研究。在品牌经营上,植物园需要开展一些以专类植物、特色文化等为主题的展览活动,以增进社会公众对植物园的多方位的了解,获得良好的声誉,要充分考虑受众的特点开展活动,在实际操作中锻炼提升人才队伍。

城市可持续能力的本质是如何维系城市生存支持系统以满足人类基本需求的能力(罗勇, 2007)。在社会经济快速发展的当代,城市化和工业化进程不断加快,一方面人均生态足迹快速提升,人们对能源的消耗不断增加,对自然环境的需求越来越高,另一方面大量城市垃圾的产生,土壤、水体、空气污染问题凸显(Hu et al, 2017),城市发展过程中因管理滞后造成的环境问题,是城市可持续发展的巨大障碍。植物园凭借其对植物与环境关系的深入研究,可为解决城市环境问题给出生态修复方案,更为重要的是对城建规划提出更为可持续的发展方式。

其一,城市生态环境状况关乎可持续发展的目标评价,生态城市在某种程度上等同于可持续城市(张威, 2010)。植物园利用其在植物保育研究方向上的优势,可以对城市绿化甚至环境修复提供切实可行的方案。植物园一方面可以致力于在新城区建设过程中,摒弃传统的绿化植物配置方案,提高新优绿化植物的使用比例,提高城市绿化植物的多样性(王萍, 2010)。另一方面可以在旧城区改造过程中利用植物修复研究的成果实现污染水体和土壤的生

态修复(弓清秀, 2005),营造城市绿地、休闲公园。

其二,城市居民健康综合指数研究显示市民健康问题往往是城市可持续发展中很容易被忽视的(安向龙, 2006; 陈园生等, 2014),尤其是心理健康问题(张侃, 2012)。近几十年来,人们亲近自然的机会大幅减少,城市快节奏的生活引发的各种慢性病等健康问题成为城市居民的一大困扰(许秋星, 2016)。植物可以产生种类繁多的代谢物,包括人体所必需的维生素、促进健康的特殊营养成分、阻止肥胖发生的抗营养因子以及具有药用价值的化合物等,而植物基因组学与代谢组学的研究可以加深我们对植物特殊营养品质形成机理的认识,促进营养科学包括营养遗传学和营养基因组学的研究,也为满足不同人群的营养需求、预防各种慢性病奠定了基础(黄继荣等, 2016)。而植物园的重要目标之一就是运用这些最新的技术,重新挖掘和提升植物的利用水平,这也是植物园服务于公众生理健康的新机遇。在植物园这样的从事植物引种的科研机构,合理的植物配置能够吸引人们沉浸于静谧优美的环境,愉悦人们的心灵,同时创造人们与植物科学知识见面的机会(Heywood, 1987),缓解城市快节奏生活引发的心理焦虑。

此外,当代植物园的发展必将与时代同步,利用技术创新(分子技术、组学技术、信息技术等),解决社会可持续发展中遇到的问题。世界自然保护联盟(IUCN)提出的17个可持续发展目标(Sustainable Development Goals, SDG)中,与植物园直接或间接相关的就多达14个(United Nations General Assembly, 2015)。植物园在解决物种入侵、气候变化、环境恶化、粮食安全等问题中都将有所贡献(梁琼和黄宏文, 2007)。植物园作为植物文化和人类文明的重要载体,它的可持续发展与城市的可持续发展是互为支撑、相互促进的。

4 上海辰山植物园的案例

中国现代植物园的发展历史很短,但与社会的发展是基本一致的,大致可以分为3个时期(任海, 2006; 贺善安和张佐双, 2010)。20世纪50年代以前,在中国最初建立的植物园多数是外来势力进驻的反映,第一个由中国人建立的具有现代意义的植物园当数浙江大学植物园(1927年),之后是南京的中山植物园(1929年),而在建国时真正以植物园命名

并尚且存在的只有4-5家。20世纪下半叶,中国植物园的发展经历了2个高峰期,50年代是第一个高峰期,数量增加了近20余家,到了80-90年代,又经历了一个快速发展期,从70多家迅速增加到了近140家,形成一定的规模。进入21世纪,第三代植物园也迅速成长,目前我国植物园的数量已经达到了近200家。而新的时代,对于植物园的科学内涵及可持续发展也提出了更高的要求。

辰山植物园作为年轻的第三代植物园,自2010年开园以来,以“精研植物、爱传大众”为使命,对世界植物园的发展历程和全球著名植物园的经营理念进行研究总结并受到启发,努力顺应时代的需求,紧紧围绕着“华东濒危植物资源的保护和利用”展开可持续性的工作,在合理布局科研、园艺、科普三大主业,建立国际化网络,支持城市可持续发展方面取得了一定的成效。

植物收集作为植物园的中心工作,历来被世界上各大植物园所重视,而植物园已成为进行稀有濒危植物迁地保护和研究的最理想基地(杨清等, 2005)。英国皇家植物园邱园收集了世界最丰富的植物种类,大约有5.5万种,墨尔本植物园收集了4.9万余种植物资源,而其他国际知名的植物园如爱丁堡皇家植物园、加拿大蒙特利尔植物园收集的植物也均在1.5万种以上(孟宪民, 2004)。但据统计,目前世界各植物园的研究仅有10-20%是以其收集的物种为研究对象的(任海, 2006)。辰山植物园自开园以来立足华东、面向全球开展重要资源植物的收集与保育工作,目前已成功收集保育植物资源约1.1万余种,其中华东区系植物3,000多种,占该区系植物的一半以上,包含了华东濒危植物约110种,科研人员对极度濒危的普陀鹅耳枥(*Carpinus putoensis*)成功实施了有性和无性繁殖技术的攻关,繁育了大量的苗木,获得2项国家发明专利(朱木兰等, 2014; 朱木兰和田旗, 2014)。研究人员还对鼠尾草属(*Salvia*)、蕨类、壳斗科、兰科等专门类群开展了保育研究,以鼠尾草属为主建立的上海市唇形科植物国家林木种质资源库入选了国家第二批林木种质资源库,蕨类和荷花资源库入选中国花卉协会的首批“国家花卉种质资源库”。

作为植物资源开发利用的排头兵,植物园对促进世界经济和城市发展发挥了非常重要的作用,如烟草、葡萄、橡胶、薯蓣、猕猴桃属(*Actinidia*)植物

的研究开发与推广利用等等(任海, 2006; 贺善安和张佐双, 2010; 姜治平等, 2011)。近年来辰山植物园立足于自身优势,面向国家发展战略和地方需求,关注人类健康,以“药食同源资源植物”为研究重心,利用组学技术致力于唇形科、芍药科、旋花科等植物新优种质资源的开发利用及植物代谢途径调控的研究,发表了一系列的科研成果(Hu et al, 2017)。除此之外,在推进城市宜居环境建设和生态修复上,上海辰山植物园通过植物引种驯化和技术创新,为城市绿化提供了丰富的植物资源,初步建立了适合长三角城市特殊生境条件的绿化技术,为城市绿化景观构建提供技术支持;同时在园内开展生态修复技术应用示范,成功将废弃采石场改造成为辰山标志性景观——矿坑花园(胡永红和马其侠, 2014);辰山植物园还联合加拿大蒙特利尔植物园、蒙特利尔大学和法国南特矿业学院的研究人员,研发水体和土壤污染生态修复技术(Hu et al, 2017),共同承担起利用植物技术来提升城市区域水体和土壤质量的使命。

近年来,随着信息化、大数据的深入发展,科学研究也进入第四范式数据密集型研究阶段(邓仲华和李志芳, 2013),数据平台和信息技术成为所有科研工作必备的基础条件。在植物学研究领域,信息平台的发展对于未来学科的长远发展有着至关重要的影响。辰山植物园致力于推动专业科研信息平台建设,构建东亚植物信息中心,完成了生物多样性e-Science云平台iBiodiversity的基础建设,开发、集成了较全面的专业管理系统,支持野外考察、标本管理、自然资源管理、文献查询共享、科研成果发布等。在借鉴国内外信息化管理经验的基础上,开始探索全新的信息化管理模式,完成基于Web的活植物管理系统,开发了基于手机的移动App应用园丁笔记,随时记录活植物的管理信息,同时辰山植物园的团队还创建并维护着一批专题科研项目与数据库的网站系统,包括全国最大的生物多样性公众科学平台中国自然标本馆、上海数字植物志、国际荷花网、中国植物分类学家在线家园、多识植物百科等,努力为科学家和公众提供兼具科研和科普功能的开放式科学数据共建共享体系。

环境教育是植物园除了科学研究之外服务社会的另一大重要功能(Wyse Jackson & Sutherland, 2000; 贺善安等, 2001)。目前每年有超过2亿人参观

游览植物园(Willison, 2006), 在英国, 植物园已经成为学校教育的重要组成部分(翟俊卿, 2013)。而在新时代, 随着植物园科普功能的强化, 植物园本身也成为公众乐意来访的场所(贺赫和陈进, 2011)。各大植物园也通过不断地完善科普设施、丰富科普产品与活动, 承担起城市环境科普教育的责任, 逐步营造城市可持续发展的氛围。近年来辰山植物园组建专业科普队伍, 加大自媒体平台建设, 逐步形成以科普网红带动科普宣传的效应, 努力发挥城市公众科普的作用。目前辰山植物园拥有的官方微博粉丝数超过30万, 微信粉丝8万。在科普活动策划方面, 从多个与市民生活相关的主题入手, 年均组织园艺大讲坛、实验室公众开放日等各类科普活动60余场, 其中“辰山奇妙夜”夏令营已经成功举办了60期, 吸引了2,400余名中小学生的热情参与, 它以“亲近自然、发现自然之美”为主题, 通过综合性的体验活动, 引导青少年关注自然、关注环境, 已经成为了辰山植物园的特色科普活动; 而基于辰山植物园的兰花、月季等品种资源收集, 定期开展的国际兰展、国际月季展也已形成辰山植物园的活动品牌特色, 辰山草地广播音乐节还获得了“全国公园优秀文化活动”称号。

现在的国际植物学界已形成了一个网络, 植物园界有着多种水平的科技合作和学术交流, 并得到了多个植物园乃至国际性或区域性植物园网络机构协会的推崇和支持(任海, 2006), 越来越多的植物园加入到各类国际性或区域性的植物园网络或协会, 通过协作促进自身的发展, 提升自身的影响力, 进而推动着植物科学和城市经济的发展。目前, 辰山植物园已经与英国邱园、John Innes Centre、美国莫顿树木园、加州大学戴维斯分校、长木植物园及日本牧野植物园等多家国际知名研究机构或植物园建立了战略合作关系, 在多个方面开展了深度合作。辰山植物园还主办和承办了多次国内外学术研讨会, 与国内外近500余家植物园及研究机构进行了学术交流。同时, 辰山植物园也作为BGCI的国际咨询委员会(IAC)一员和IABG亚洲区主席单位, 参与BGCI及IABG国际机构的国际事务和国际规则的制定。另一方面, 优秀的团队和专业的人才也是植物园实现自身可持续发展, 并支持城市可持续发展的源动力。因此, 辰山植物园也非常注重团队建设和人才的培养, 在引进专家组建国际化团队的同时,

也选派优秀人才赴国外学习新知、开拓视野。此外, 开设“植物分类与鉴定培训班”、“IABG植物园发展与管理”国际培训班等精品培训班, 在为我国和周边国家培养专业人才的同时, 对自身的团队也是一种历练和培养。

总而言之, 建园7年以来, 辰山植物园基于自身植物资源的收集和保育, 通过团队人员的不懈努力, 开展木兰、月季、八仙花等新品种选育, 在为城市园林绿化提供更多品种选择的同时, 致力于攻克城市环境改善和水体修复的技术难题, 建立了立体绿化技术体系(胡永红和叶子易, 2015), 为城市绿地和公园建设提供技术支持; 面向人类健康, 开展药食同源植物资源的开发利用研究, 如唇形科植物代谢途径及药用价值的发掘, 牡丹不饱和脂肪酸的研究及油用价值的推广, 旋花科番薯属(*Ipomoea*)植物的基因组学研究等, 期望能对城市居民的健康和植物的可持续利用有一些促进作用。此外, 通过打造系列主题花展和推进科普品牌活动, 营造宜人的城市花园绿化景观, 让城市居民的身心得到放松的同时, 传递科学知识和生态理念, 为推进生态城市发展奠定了一定的基础。而在信息快速发展的21世纪, 我们期望通过数据平台的搭建与共享和专业化人才的培训, 为社会提供更为开放的共享空间, 激发更为创新的思维, 从而支持城市更健康地发展。在未来, 我们希望能将更多的科研和技术成果应用到城市生态的建设和可持续发展中去, 为营造生态城市和绿色生活添砖加瓦。

5 前景展望

无论将来植物园发挥怎样的功能和作用, 理想的环境和健康的植物产品都将是人类和植物园共同的追求目标。因此, 植物园的建设需要更加突出面向国家与地方的需求, 不断地突破传统植物园的管理思路 and 理念, 建立完善的运营体制, 最大程度地发挥团队的远见卓识, 加大科研投入, 加强植物管理, 加深科普宣传, 积极与国际接轨, 找到自身可持续的路径, 才能支持城市的可持续发展。上海辰山植物园愿与植物园同行们携手共进。

参考文献

- An XL (2006) Which is the healthy city in China. Market Research, (11), 9–10. (in Chinese) [安向龙 (2006) 谁是中国

- 的健康城. 市场研究, (11), 9–10.]
- APG (1998) An ordinal classification for the families of flowering plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 85, 531–553.
- APG (2003) An update of the angiosperm phylogeny group classification for orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 141, 399–436.
- APG (2009) An update of the angiosperm phylogeny group classification for orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161, 105–121.
- APG (2016) An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181, 1–20.
- Bailey LH, Bailey EZ (1976) *Hortus Third. A Concise Dictionary of Plants Cultivated in the United States and Canada*. Macmillan Publishing Co., New York.
- Chen YS, An N, Liu CY (2014) Establishment of resident health comprehensive index system in Karamy City. *Chinese Journal of Health Education*, 30, 379–381. (in Chinese) [陈园生, 安娜, 刘成源 (2014) 克拉玛依市居民健康综合指数体系研究的理论意义. 中国健康教育, 30, 379–381.]
- Deng ZH, Li ZF (2013) The evolution of scientific research paradigm: the fourth paradigm of scientific research in the era of big data. *Information and Documentation Services*, 34(4), 19–23. (in Chinese with English abstract) [邓仲华, 李志芳 (2013) 科学研究范式的演化——大数据时代的科学研究第四范式. 情报资料工作, 34(4), 19–23.]
- Fay MF, Christenhusz MJ (2016) *Plant Conservation and Botanic Gardens*. John Wiley & Sons, New Jersey.
- Gager C (1938) *Botanic gardens of the world: materials for a history* (second edition). Brooklyn Botanic Garden Record, 27, 151–406.
- Gong QX (2005) Landscaping and plant restoration of urban polluted soil. *Peking Gardening*, 21(2), 29–33. (in Chinese) [弓清秀 (2005) 园林绿化与城市污染土地的植物修复. 北京园林, 21(2), 29–33.]
- Gratzfeld J (2016) *From Idea to Realisation——BGCI's Manual on Planning, Developing and Managing Botanic Gardens*. Botanic Gardens Conservation International, Richmond, UK.
- He H, Chen J (2011) Visiting motivation and satisfaction of visitors to Chinese botanical gardens. *Biodiversity Science*, 19, 589–596. (in Chinese with English abstract) [贺赫, 陈进 (2011) 中国植物园游客游览动机及满意度调查. 生物多样性, 19, 589–596.]
- He SA, Gu Y (2002) On the strategy of botanical development. *Journal of Plant Resources and Environment*, 11(1), 44–46. (in Chinese with English abstract) [贺善安, 顾嫻 (2002) 植物园发展战略研究. 植物资源与环境学报, 11(1), 44–46.]
- He SA, Gu Y, Chu RZ, Yu H (2001) On botanical garden science. *Journal of Plant Resources and Environment*, 10(4), 48–51. (in Chinese with English abstract) [贺善安, 顾嫻, 褚瑞芝, 於虹 (2001) 植物园与植物园艺. 植物资源与环境学报, 10(4), 48–51.]
- He SA, Zhang ZS (2009) *Botanical Garden and Social Development*. China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese with English abstract) [贺善安, 张佐双 (2009) 植物园与社会发展. 中国林业出版社, 北京.]
- He SA, Zhang ZS (2010) *Chinese Botanical Garden in 21st Century*. China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese with English abstract) [贺善安, 张佐双 (2010) 21世纪的中国植物园. 中国林业出版社, 北京.]
- Heywood V (1987) The changing role of the botanic gardens. In: *Botanic Gardens and the World Conservation Strategy* (eds Bramwell D, Hamann O, Heywood V, Synge H), pp. 3–18. Academic Press, London.
- Hong DY (2016) Three “What”: mission of a botanic garden. *Biodiversity Science*, 24, 728. (in Chinese) [洪德元 (2016) 三个“哪些”: 植物园的使命. 生物多样性, 24, 728.]
- Hu Y, Vincent G, Chen X (2017) How can botanical gardens support sustainable urban development? A case study of Shanghai Chenshan Botanical Garden. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 102, 303–308.
- Hu YH, Ma QX (2014) Botanical garden and international metropolis soft power construction——A case study of Shanghai Chenshan Botanical Garden. *Garden*, (11), 80–83. (in Chinese) [胡永红, 马其侠 (2014) 植物园与国际大都市软实力建设——以上海辰山植物园为例. 园林, (11), 80–83.]
- Hu YH, Ye ZY (2015) *The Way to Establish a Portable Garden*. China Building Industry Press, Beijing. (in Chinese) [胡永红, 叶子易 (2015) 移动式绿化技术. 中国建筑工业出版社, 北京.]
- Huang JR, Luo J, Chen XY (2016) Plant metabolism research for human health. *China Basic Science*, 18(2), 30–37. (in Chinese with English abstract) [黄继荣, 罗杰, 陈晓亚 (2016) 植物代谢研究与人类健康需求. 中国基础科学, 18(2), 30–37.]
- Liang Q, Huang HW (2007) Building the sustainable future: the function of botanical garden—Review of the 3rd International Botanical Garden Congress. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 22, 255–257, 174. (in Chinese) [梁琼, 黄宏文 (2007) 构建可持续发展的未来: 植物园的作用——第三届世界植物园大会综述及启示. 中国科学院院刊, 22, 255–257, 174.]
- Liu HS (2009) Innovative ideas on conservation of plant resources in botanical gardens. *Subtropical Plant Science*, 38, 61–63. (in Chinese with English abstract) [刘海桑 (2009) 植物园植物资源保育之创新. 亚热带植物科学, 38, 61–63.]
- Lou ZP, Miao HX, Chen J, Su RH (2011) Current situation and

- future of construction of scientific botanical garden. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 26, 80–85. (in Chinese) [娄治平, 苗海霞, 陈进, 苏荣辉 (2011) 科学植物园建设的现状与展望. *中国科学院院刊*, 26, 80–85.]
- Luo Y (2007) *Urban Sustainable Development*. Chemical Industry Press, Beijing. (in Chinese) [罗勇 (2007) 城市可持续发展. 化学工业出版社, 北京.]
- Ma KP (2016) World Conservation Congress and International Union for the Conservation of Nature. *Biodiversity Science*, 24, 615–616. (in Chinese) [马克平 (2016) 世界自然保护大会与世界自然保护联盟. 生物多样性, 24, 615–616.]
- Meng XM (2004) The development situation of world botanical garden and the illumination to the development of Chinese botanical garden. *World Forest Research*, 17(5), 4–8. (in Chinese with English abstract) [孟宪民 (2004) 国外植物园发展现状及对我国植物园建设的启示. *世界林业研究*, 17(5), 4–8.]
- Qian FX, Li J (2008) Discussion on functional evolvement and development trend of botanical garden. *Modern Landscape Architecture*, (8), 26–29. (in Chinese with English abstract) [钱仿鑫, 李珏 (2008) 植物园功能的演变及发展趋势初探. *现代园林*, (8), 26–29.]
- Raven PH (1992) The global ecological problems and the function of botanical garden. *Journal of Plant Resources and Environment*, 1(4), 1–5. (in Chinese with English abstract) [彼得·H·雷文 (1992) 全球生态问题与植物园的功能. *植物资源与环境*, 1(4), 1–5.]
- RBG Kew (2016) State of the World's Plants 2016. <https://stateoftheworldsplants.com/2016/>. (accessed on 2017-09-04)
- RBG Kew (2017) State of the World's Plants 2017. <https://stateoftheworldsplants.com/2017/>. (accessed on 2017-09-04)
- Ren H (2006) *Theory and Practice on Construction of Classical Botanical Garden*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [任海 (2006) 科学植物园建设的理论与实践. 科学出版社, 北京.]
- Sharrock S (2012) *A Guide to the Global Strategy for Plant Conservation*. Botanic Gardens Conservation International, Richmond, UK.
- Tuo Y, Yan XY, Xie P (2009) Research on the development process and the evolution of design style of the western urban park. *Journal of Inner Mongolia Agricultural University (Natural Science Edition)*, 30, 304–308. (in Chinese with English abstract) [托亚, 闫晓云, 谢鹏 (2009) 西方城市公园的发展历程及设计风格演变的研究. *内蒙古农业大学学报(自然科学版)*, 30, 304–308.]
- UNESCO (1997) UNESCO LIST. <http://whc.unesco.org/en/list/824>. (accessed on 2017-09-04)
- United Nations General Assembly (2015) *Transforming our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>. (accessed on 2017-09-04)
- Wang P (2010) The problems and solutions of plant biodiversity in city landscaping. *Modern Agricultural Sciences and Technology*, (9), 245–246. (in Chinese) [王萍 (2010) 城市园林绿化植物多样性存在的问题及对策. *现代农业科技*, (9), 245–246.]
- Willison J (2006) *Education for Sustainable Development Guidelines for Action in Botanic Gardens*. Botanic Gardens Conservation International, Richmond, UK.
- Wyse Jackson PS, Sutherland LA (2000) *International agenda for botanic gardens in conservation*. Botanic Gardens Conservation International, Richmond, UK.
- Xu QX (2016) The problems that urban residents are facing under the rapid pace of life. *The Border Economy and Culture*, (3), 67–70. (in Chinese) [许秋星 (2016) 快节奏生活下城市居民面临的几个问题. *边疆经济与文化*, (3), 67–70.]
- Yang Q, Han L, Xu ZF (2005) Status of and strategy for *ex-situ* conservation of rare and endangered plants in Chinese botanical gardens. *Rural Eco-Environment*, 21(1), 62–66. (in Chinese with English abstract) [杨清, 韩蕾, 许再富 (2005) 中国植物园保护稀有濒危植物的现状和若干对策. *农村生态环境*, 21(1), 62–66.]
- Yu YH, Liao JP, Ding CH, Zheng YL (2008) *Global Botanical Garden and Plant Diversity Conservation*. China Forestry Publishing House, Beijing. (in Chinese with English abstract) [禹玉华, 廖景平, 丁朝华, 郑永利 (2008) 中国林业出版社, 北京.]
- Zhai JQ (2013) A review on the development and practices of botanical garden education in UK. *Science Popularization*, 8(6), 48–53. (in Chinese with English abstract) [翟俊卿 (2013) 英国植物园教育的发展与实践综述. *科普研究*, 8(6), 48–53.]
- Zhang K (2012) *National Mental Health Status, Influencing Factors and Countermeasures*. Science Press, Beijing. (in Chinese) [张侃 (2012) 国民心理健康状况、影响因素及对策. 科学出版社, 北京.]
- Zhang W (2010) *Preserve Urban Ecological Environment, Promote City Sustainable Development*. Municipal Administration and Technology, (2), 16–23. (in Chinese) [张威 (2010) 保护城市生态环境促进城市可持续发展. *城市管理与科技*, (2), 16–23.]
- Zhou WZ (2012) The oldest botanical garden—Orto botanico di Padova. *Garden*, (1), 18–21. (in Chinese) [周武忠 (2012) 世界最古老的植物园——帕多瓦植物园. *园林*, (1), 18–21.]
- Zhu ML, Tian Q, Ma QX, Wei YK (2014) Method for seed germination in *Carpinus putoensis*. [朱木兰, 田旗, 马其侠, 魏宇昆 (2014) 普陀鹅耳枥种子的萌发方法. 授权公告号: CN102845304B.]
- Zhu ML, Tian Q (2014) Method for population propagation in *Carpinus putoensis*. [朱木兰, 田旗 (2014) 一种扩大普陀鹅耳枥种群数量的方法. 授权公告号: CN102845303B.]

(责任编辑: 龙春林 责任编辑: 闫文杰)