

文章编号: 1000-5641(2023)03-0001-08

城市尺度上植被分类体系方案及其 在上海市的运用

达良俊^{1,2,3,4}, 高志文^{1,2}, 杨永川⁵, 宋 坤^{1,2,3,4}, 郭雪艳⁶,
梁 红⁷, 夏体渊⁸, 王华锋⁹, 周 婷¹⁰, 张代贵¹¹,
田志慧¹², 胡远东¹³, 贾 博^{1,2}

- (1. 华东师范大学 生态与环境科学学院 上海市城市化生态过程与生态恢复重点实验室, 上海 200241;
2. 华东师范大学 浙江天童森林生态系统国家野外科学观测研究站, 浙江 宁波 315114;
3. 崇明生态研究院, 上海 202162; 4. 自然资源部大都市区国土空间生态修复工程技术创新中心, 上海 200062; 5. 重庆大学 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400045;
6. 司法鉴定科学研究院, 上海 200063; 7. 青岛农业大学 园林与林学院, 山东 青岛 266109;
8. 昆明学院 农学与生命科学学院, 昆明 650214; 9. 海南大学 三亚南繁研究院, 海南 三亚 572024;
10. 中山大学 生命科学学院 国家公园与自然教育研究院, 广州 510275;
11. 吉首大学 生物资源与环境科学学院, 湖南 吉首 416000; 12. 上海市农业科学院 生态环境保护研究所, 上海 201403; 13. 东北林业大学 园林学院, 哈尔滨 150040)

摘要: 以城市为对象编制植被志或植被图有助于城市尺度上的植被管理与保护. 我国的植被分类体系主要是以自然植被为主体构建的, 且大多集中在全国尺度上或省域尺度上, 不适用于城市尺度上的植被分类. 并且, 强人为干预下形成的植被一直未出现学界公认的分类体系, 给城市植被的研究带来了诸多不便. 本文基于“起源-干扰-功能”为基本原则的综合型城市植被分类体系, 按照植被起源和受人为干扰程度将城市植被分为自然植被、次生植被和栽培植被. 栽培植被依据其功能类型进一步划分为人工林地植被、景观绿地植被及农业植被三大类型. 下级单位参照 1980 年《中国植被》的分类系统, 并结合新近《中国植被志》编研提出的 3 个初步纲领性文件, 进而构建城市植被分类系统, 并对城市植被分类的原则和标准在上海地区进行了应用尝试, 以期进一步构建一个兼具学术科学性和应用操作性的城市植被分类体系, 为后续城市植被志的编撰, 以及城市植被的认知、保护、建设和管理提供理论依据和技术支撑.

关键词: 城市植被; 次生植被; 替代植被; 植被分类

中图分类号: Q948 文献标志码: A DOI: 10.3969/j.issn.1000-5641.2023.03.001

A scheme of vegetation classification system at city scale and its application in Shanghai

DA Liangjun^{1,2,3,4}, GAO Zhiwen^{1,2}, YANG Yongchuan⁵, SONG Kun^{1,2,3,4}, GUO Xueyan⁶,
LIANG Hong⁷, XIA Tiyuan⁸, WANG Huafeng⁹, ZHOU Ting¹⁰, ZHANG Daigui¹¹,
TIAN Zhihui¹², HU Yuandong¹³, JIA Bo^{1,2}

- (1. *Shanghai Key Lab for Urban Ecological Processes and Eco-Restoration, School of Ecological and*

收稿日期: 2022-05-12

基金项目: 国家自然科学基金 (31770468); 国家科技基础性工作专项 (2015FY210200-4); 上海市科委项目 (18DZ1204600, 22DZ1202102, 20ZR1417300); 华东师范大学优秀博士生学术创新能力提升计划项目 (YBNLTS2019-019)

第一作者: 达良俊, 男, 教授, 博士生导师, 研究方向为植被生态学、城市生态学. E-mail: ljda@des.ecnu.edu.cn

- Environmental Sciences, East China Normal University, Shanghai 200241, China;*
2. *Zhejiang Tiantong National Forest Ecosystem Observation and Research Station, East China Normal University, Ningbo, Zhejiang 315114, China;* 3. *Institute of Eco-Chongming, Shanghai 202162, China;*
4. *Technology Innovation Center for Land Spatial Eco-restoration in Metropolitan Area, Ministry of Natural Resources, Shanghai 200062, China;* 5. *Key Laboratory of the Three Gorges Reservoir Region's Eco-Environment (Ministry of Education), Chongqing University, Chongqing 400045, China;*
6. *Academy of Forensic Science, Shanghai 200063, China;* 7. *College of Landscape Architecture and Forestry, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109, China;*
8. *College of Agricultural and Life Sciences, Kunming University, Kunming 650241, China;*
9. *Sanya Nanfan Research Institute, Hainan University, Sanya, Hainan 572024, China;*
10. *National Park and Natural Education Research Institution, School of Life Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China;* 11. *College of Biology and Environmental Sciences, Jishou University, Jishou, Hunan 416000, China;* 12. *Eco-Environmental Protection Research Institute, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai 201403, China;* 13. *School of Landscape Architecture, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China)*

Abstract: The development of city-scale vegetation maps is helpful for vegetation management and conservation. Vegetation classification systems in China mainly consider natural vegetation and most classification systems operate at the national or provincial scale, making them unsuitable for city-scale classification. Until now, the lack of a classification system designed specifically for urban vegetation has limited the studies on urban vegetation. Based on the origin, disturbance, and function, our classification system divides urban vegetation into natural, secondary, and cultivated vegetations. Based on the function, cultivated vegetation is further divided into artificial forest land, landscape green land, and urban agricultural vegetations. Based on the Classification System of China's Vegetation in 1980 and the three newly proposed preliminary guideline documents for classification of natural vegetation, we establish a new urban vegetation classification system. We applied the principles of this new urban system in Shanghai and other areas in China, to further refine the system and ensure it has both academic and practical values. This work provides the theoretical basis for compiling information about urban vegetation and provides technical support for the recognition, protection, construction, and management of urban vegetation.

Keywords: urban vegetation; secondary vegetation; substitutive vegetation; vegetation classification

0 引 言

植被分类是植被生态学研究的重要内容之一,也是植被学基础研究成果向应用领域进行转化的桥梁.1980年,《中国植被》首次提出了一个较为完整的中国植被分类系统^[1],为中国植被分类系统的研究奠定了基础.其后,陆续有不同的植被分类体系方案被学界讨论,如宋永昌等^[2-3]对中国植被分类系统提出的一系列认知和建议.此外,新近《中国植被志》中也提出了3个初步纲领性文件对植被分类体系进行探讨^[4-6].上述分类体系主要在全国尺度或者省域尺度上开展,且主要针对自然植被类型开展.然而,随着我国城市化水平的不断提升,城市区域的自然植被逐渐被城市建筑物和栽培植被替代,一些经历快速城市化的大都市(如上海),其市域范围内仅残存少量自然植被^[7].以往基于自然植被的分类体系无法覆盖城市中植被类型的总和,且无法体现该区域栽培植被与城市化之间的关系,分类结果难以用于指导后续城市绿化的规划和建设.鉴此,建立具有学术科学性、应用可操作性的城市植被分类体系十分必要,可为城市植被认知、保护、建设及管理提供理论依据和技术支撑.

1 城市植被认知与主要分类体系

尽管城市植被 (urban vegetation) 概念的提出已有四十余年,但目前仍存在狭义和广义的两种认知。前者主要关注城市中心建成区的栽培植被^[8-9],后者则认为城市植被是城市内一切自然生长的和人工栽培的各种植被类型的总称^[10-12]。基于以上两种不同的认知,与自然植被类型划分以外貌为第一原则及依据不同,城市植被类型的划分依据也存在两类不同的观点。一类是以植被所处不同城市用地的功能类型为第一划分原则。如 Detwyler 等^[8]以美国城市为研究对象,将其划分为间隙森林、公园-绿地、园林、草坪-间隙草地 4 个类型;黄银晓等^[9]以京津地区城市植被为研究对象的分类体系中,包含了行道树-街头绿地、公园绿地、草地、水体绿地这 4 个类型;我国住房和城乡建设部根据用地属性将城市绿地划分为公园绿地、防护绿地、广场用地、附属绿地及区域绿地等类型^[13]。此类划分方法主要是针对人工栽培起源的植被,并未涉及自然起源属性的植被类型。并且,此类划分方式针对的是城市建成区范围内人工起源的植被,而忽略了诸如自然和半自然起源的残存自然植被和杂草群落,使其分类体系存在部分缺失。另一类则是强调植被的起源属性,以植被受到的人为干扰程度作为第一划分原则及依据。Ohsawa 等^[14]将日本关东地区城市植被按人为干扰的强度划分为残存自然植被、杂草群落、栽培植被三大类型;Bornkamm^[15]按应用栽培度(指植被因人为影响而远离自然植被的程度,grade of hermorobiosis)将城市植被划分为自然植被、近自然植被、非自然植被、远自然植被、结构组成非常简单的植被和特殊的人工植被 6 个类型;Miyawaki^[16-18]将城市植被首先划分为自然植被及替代植被两大类,在此基础上根据欧洲植物社会学植被分类原理划分出群纲、群团、群丛等下级单位,并将其应用在日本多个以城市整个行政区域为对象的城市植被志书中。其他学者也提出过类似的划分体系,例如,蒋高明^[19]、高峻等^[20]和 Miyawaki^[21]按植被起源性质将城市植被划分为自然植被、半自然植被和人工植被三大类。由于栽培植被的物种组成与结构受到人为活动和人为意志的影响,各层优势种具有高度的多样性,群落中物种的组成与生境之间的关系并不紧密,很难将其划分到群丛或者群丛组的水平。此类划分方式虽然涵盖了市域范围内各起源类型的植被,但未将不同起源类型植被的特殊性纳入其中,使分类结果过于繁杂,在后续的运用中存在诸多困难。

郭柯等^[5]在归纳综合《中国植被》^[1]和宋永昌等^[2-3]的分类体系的基础上,提出了“中国植被分类系统修订方案”。该方案根据优势植物生活型、群落布局结构和功能将城市植被划分为城市森林、城市草地、城市湿地、城市行道树及城市公园植被五大类。其结合了传统分类原则与城市功能类型,也应属于综合型划分方案的一种(表1)。此分类方案中城市公园植被与城市森林、城市草地、城市湿地等类型存在包含和交叉的关系,分类结果不利于各植被类型之间的比较研究。

2 城市尺度上植被分类体系方案

城市植被的类型划分在满足植被生态学理论意义的同时,也应发挥其指导城市植被保护、恢复重建及养护管理的应用价值。本质上,市域或建成区均为人为划定的行政区范围,其并不具有自然属性的边界。鉴于此,本文认同宋永昌^[2]广义城市植被的定义,即城市植被是城市内一切自然生长的和人工栽培的各种植被类型的总称。由于城市存在持续的高强度的人为干扰,城市自然植被大多呈片段化、岛屿化的零星状分布格局,Ohsawa 等^[14]将其称为城市残存自然植被 (remnant vegetation)。自然植被严格来讲是指没有受到人为干扰而在自然状态下发育生长的植被^[22],包括气候顶级群落、地形顶级群落、土壤顶级群落等。城市的残存自然植被尽管受到不同程度的人为干扰,若种类组成、群落结构及功能动态并未发生基本改变,此类植被仍可被认为属于广义的自然植被范畴。通过对种类组成、群落结构的调查分析来诊断群落所处演替阶段,被判定为气候顶极、地形顶极及土壤顶极的群落属于自然植被。城市残存的自然植被仍保存着较为完整的地带性,以及对区域地形和土壤的适应性特征,

是城市区域本土生物多样性的核心与生态源地,为区域次生演替提供种源并发送生物多样性信息的同时,也是城市植被恢复、重构近自然型“生命地标”的参考蓝本^[23-24].替代植被包括次生植被和栽培植被.一般每个自然植被类型都有数个特定的替代植被类型,替代植被在分布上比自然植被占据更大的比重,甚至在大多数城市区域自然植被已不复存在,余下的城市植被类型均为替代植被.其中,次生植被主要指自然植被由于干扰被破坏后所形成的植被类型.另外,本文将人为干扰消失后,进入自然次生演替过程的阶段性城市人工群落也归为次生植被范畴.从外貌上看,其群落类型包含森林、灌丛、自生杂草群落、沼泽和水生植被.

表 1 国内外城市植被类型划分体系比较

Tab. 1 Comparison of different urban vegetation classification systems around the world

基本划分原则	植被类别	文献来源
功能类型	间隙森林	[8]
	公园-绿地	
	园林	
	草坪-间隙草地	
	行道树-街头绿地	[9]
	公园绿地	
	草地	
	水体绿地	[13]
	公园绿地	
	防护绿地	
广场用地		
人为干扰程度	区域绿地	[15]
	附属绿地	
	自然植被	
	近自然植被	[14]
	非自然植被	
	远自然植被	
	结构组成非常简单的植被	
特殊的人工植被		
残存自然植被	[19]	
人工栽培植被		
起源属性	杂草	[21]
	自然植被	
	半自然植被	[20]
	人工植被	
“生活型-功能类型”综合型	天然与半天然植被	[5]
	人工植被	
	城市森林	
	城市草地	
	城市湿地	
城市行道树		
城市公园植被		

因此,从对区域植被保护、恢复及管理的视角,按其起源属性将植被首先划为自然植被和替代植被,并按人为干扰强度进一步将替代植被划分为次生植被和栽培植被,可据此确定区域植被保护的优先顺序及其等级,并为植被恢复重建目标的设定,以及养护与管理模式的制定提供指导参考。

2.1 基于“起源-干扰”类型原则的划分

本文首先以综合属性“起源-干扰”作为划分的基本原则,将城市植被划分为自然植被(natural vegetation)、次生植被(secondary vegetation)和栽培植被(cultivation vegetation)三大类型,以体现城市植被与自然植被和农业植被有所不同的特殊性。而在分类体系中,针对“起源-干扰”类型是否需要相应地设立新的高级分类单位,需要进一步商讨,以期达成共识。

自然植被下级单位的划分采用郭柯等^[5]划分方案,次生植被中的草本植被(草地),采用生活型(植被型)-生长型(群系组)-优势种类型(群落类型)三级分类方法^[25-27]。

2.2 基于功能类型原则的细分

对于栽培植被,在“起源-干扰”原则之后,本文建议增加功能类型的新划分原则,将栽培植被进一步划分为人工林地植被(artificial forest land vegetation)、景观绿地植被(landscape green land vegetation)、农业植被(agricultural vegetation)三大类型。功能类型之后仍沿用郭柯等^[5]划分方案。其中,人工林地植被涵盖了生态公益林(水源涵养林、水土保持林、防风固沙林和护岸林等)、经济林(橡胶林)、果林(桃林、橘林及梨林等);景观绿地依据住建部于2017年颁发的《城市绿地分类标准》^[13]进行判定,其涵盖了景观林、行道树、景观灌丛、景观草地及景观水生植被,郭柯等^[5]分类体系中的城市公园植被也属于本分类体系中景观绿地植被的范畴;农业植被划分则采用郭柯等^[5]分类体系中对于农业植被的划分方案。

在具体划分中,栽培植被中的森林植被型组,由于其物种组成与结构受到人为活动及人为意志的影响,各层优势种具有高度的多样性,群落中物种的组成与生境之间的关系并不紧密,其划分到群丛或者群丛组的水平将造成分类结果过于繁杂,不利于后续的应用。因此,为保证分类体系的实用性与科学性,栽培植被群落在群系及以上的单位上进行划分即可^[28-29]。

2.3 基于“起源-干扰-功能”类型的划分方案

本文的中国城市植被分类体系是基于“起源-干扰-功能”类型为基本原则的综合型分类体系。“起源-干扰-功能”类型的下级单位则采用郭柯等^[5]的“中国植被分类系统修订方案”,即高级分类单位基于生态外貌,而中、低级单位则以种类组成和群落结构为原则,进而构建“起源-干扰-功能”类型-外貌类型-优势种类型的城市植被分类体系。外貌类型可按照等级高低进一步设置植被型组、植被型和植被亚型等不同分类等级;优势种类型可按照等级高低进一步设置群系组、群系、亚群系、群丛组、群丛等不同分类等级。

3 中国城市植被分类体系方案在上海的应用

本文将城市植被分类体系方案在上海进行了应用尝试^[25-27,29-31]。分类结果表明,其自然植被类型划分出4个植被型组、5个植被型及14个群落类型,主要为分布在沿海大金山岛上的常绿阔叶的红楠(*Machilus thunbergii*)群落及落叶阔叶的朴树(*Celtis sinensis*)群落等^[32];次生植被类型可划分为4个植被型组、14个植被型、46个群系组、42个群系及154个群落类型,主要为分布于佘山地区、江湾机场的迹地森林灌木群落及城市杂草群落,包括落叶阔叶的麻栎(*Quercus acutissima*)林、杂草群落的代表性群落刺果毛茛(*Ranunculus muricatus*)群落和齿果酸模(*Rumex dentatus*)群落等^[25,33-34]。栽培植被的人工林地植被、景观绿地植被及农业植被等主要分布于外环林带、城市建成区、城市湿地公园

及城郊地区农田,包括人工森林、灌木及草本群落,群落物种组成多样,可被划分为 200 个以上的群系^[28,33,35](表 2).

表 2 城市植被分类体系及其在上海市的应用示例
Tab. 2 Urban vegetation classification system and its application in Shanghai

“起源-干扰” 类型	功能类型	外貌类型		群落类型例举
		植被型组	植被型	
自然植被	森林		常绿阔叶林	青冈-红楠群落(Comm. <i>Cyclobalanopsis glauca-Machilus thunbergii</i>)
			落叶阔叶林	枫杨-垂柳群落(Comm. <i>Pterocarya stenoptera-Salix babylonica</i>)
	灌丛		常绿阔叶灌丛	薜荔群落(Comm. <i>Ficus pumila</i>)
			落叶阔叶灌丛	野梧桐群落(Comm. <i>Mallotus japonicus</i>)
	草地		草甸	碱蓬群落(Comm. <i>Suaeda glauca</i>)
	沼泽		草本沼泽	海三棱藨草群落(Comm. <i>Scirpus mariqueter</i>)
自然次生植被	水生植被		草类水生植被	苦草群落(Comm. <i>Teucrium japonicum</i>)
	森林		常绿落叶阔叶混交林	女贞-朴树群落(Comm. <i>Ligustrum lucidum-Celtis sinensis</i>)
			落叶阔叶林	刺槐群落(Comm. <i>Robinia pseudoacacia</i>)
	灌丛		落叶阔叶灌丛	白背叶-蛇葡萄群落(Comm. <i>Mallotus apelta-Ampelopsis glandulosa</i>)
			竹丛	阔叶箬竹群落(Comm. <i>Indocalamus latifolius</i>)
	草地		冬季一年生草地	臭茅群落(Comm. <i>Coronopus didymus</i>)
			夏季一年生草地	狗尾草群落(Comm. <i>Setaria viridis</i>)
			多年生草地	加拿大一枝黄花群落(Comm. <i>Solidago canadensis</i>)
	水生植被		草类水生植被	喜旱莲子草群落(Comm. <i>Alternanthera philoxeroides</i>)
	人工林地植被	生态公益林		
经果林				桃林(Comm. <i>Prunus persica</i>)
人工植被	景观林		常绿针叶林	雪松林(Comm. <i>Cedrus deodara</i>)
			落叶针叶林	落羽杉林(Comm. <i>Taxodium distichum</i>)
			针叶与阔叶混交林	水杉-香樟群落(Comm. <i>Metasequoia glyptostroboides-Cinnamomum camphora</i>)
			常绿阔叶林	香樟群落(Comm. <i>Cinnamomum camphora</i>)
	景观绿地植被		常绿落叶阔叶混交林	香樟-榉树群落(Comm. <i>Cinnamomum camphora-Zelkova serrata</i>)
			落叶阔叶林	玉兰群落(Comm. <i>Michelia alba</i>)
			竹林	毛竹群落(Comm. <i>Phyllostachys edulis</i>)
	行道树			二球悬铃木行道树(Comm. <i>Platanus acerifolia</i>)
	景观灌丛		常绿阔叶灌丛	夹竹桃群落(Comm. <i>Nerium oleande</i>)
			落叶阔叶灌丛	杜鹃群落(Comm. <i>Rhododendron spp.</i>)
景观草地		竹丛	孝顺竹群落(Comm. <i>Bambusa multiplex</i>)	
		观赏类草坪	黑麦草群落(Comm. <i>Lolium perenne</i>)	
		观赏类草丛	麦冬群落(Comm. <i>Ophiopogon japonicus</i>)	
水生植被			香蒲群落(Comm. <i>Typha orientalis</i>)	

续表 2

“起源-干扰” 类型	功能类型	外貌类型		群落类型例举
		植被型组	植被型	
人工植被	城市农业植被		粮食作物	稻地 (<i>Comm. Oryza sativa</i>)
			油料作物	芸薹地 (<i>Comm. Brassica rapa var. oleifera</i>)
			纤维作物	苎麻地 (<i>Comm. Boehmeria nivea</i>)
			糖料作物	甜高粱地 (<i>Comm. Sorghum bicolor 'Dochna'</i>)
			药用作物	番红花地 (<i>Comm. Crocus sativus</i>)
			饲料作物	苜蓿地 (<i>Comm. Medicago sativa</i>)
			菜园	白菜园 (<i>Comm. Brassica rapa var. glabra</i>)
			花卉园	绣球园 (<i>Comm. Hydrangea macrophylla</i>)

4 结 语

中国城市植被的研究已经历了三十余年的发展历程,在不同的城市开展了大量的工作,积累了丰富的群落资料,但由于一直未能形成统一的分类体系,致使各研究之间难以进行全面的对比分析和整合,影响了城市植被生态学的快速发展.本文的“起源-干扰”划分原则将更有利于城市管理者确定不同植被类型中植被的保护优先级,如自然植被中的香樟群落,其保护等级应高于栽培植被的香樟群落.其次,替代植被中的次生植被包含大量的杂草和自生植物群落,其是城市化的最佳指示类群,是城市次生演替的先锋群落.本文采用生活型(植被型)-生长型(群系组)-优势种类型(群落类型)的三级分类方法对杂草和自生植物群落进行分类,可充分体现城市植被的特殊性,该划分方案已在哈尔滨、杭州和上海等地被广泛应用^[25-27].此外,将栽培植物依据其功能进一步进行划分会更便于城市管理者快速掌握城市区域植被的资源状况,以利于后续城市区域植被的保护和利用,发挥城市植被生态效益服务功能.本文依据“起源-干扰-功能”类型的植被划分基本原则,进而构建了城市尺度上“起源-干扰-功能”类型-外貌类型-优势种类型的植被分类系统体系方案,在对“中国植被分类系统修订方案”补充的同时,以期与城市植被研究的同行共同探讨,最终形成具有共识的中国城市植被分类体系与调查规范.

致谢 本文的成稿离不开城市生态与植被工程实验室 (Urban Ecology & Vegetation Engineering Science Laboratory, UEVE) 早期从事城市植被研究的各位同仁积累的大量城市样方数据及植被分类的经验,在此表示诚挚的感谢.

[参 考 文 献]

- [1] 中国植被编辑委员会. 中国植被 [M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [2] 宋永昌. 对中国植被分类系统的认知和建议 [J]. 植物生态学报, 2011(8): 882-892.
- [3] 宋永昌, 阎恩荣, 宋坤. 再议中国的植被分类系统 [J]. 植物生态学报, 2017(2): 269-278.
- [4] 方精云, 郭柯, 王国宏, 等. 《中国植被志》的植被分类系统、植被类型划分及编排体系 [J]. 植物生态学报, 2020, 44(2): 96-110.
- [5] 郭柯, 方精云, 王国宏, 等. 中国植被分类系统修订方案 [J]. 植物生态学报, 2020, 44(2): 111-127.
- [6] 王国宏, 方精云, 郭柯, 等. 《中国植被志》研编内容与规范 [J]. 植物生态学报, 2020, 44(2): 128-178.
- [7] 林明锐, 张庆费, 郑思俊, 等. 上海城市化地区孤岛状山体残存植被特征 [J]. 生态学杂志, 2009, 28(7): 1245-1252.
- [8] DETWYLER T R, MARCUS M G. Urbanization and Environment: The Physical Geography of the City [M]. Belmont: Duxbury Press, 1972.
- [9] 黄银晓, 林舜华, 韩荣庄, 等. 城市化对植被的影响 [M]. 北京: 海洋出版社, 1990: 42-50.
- [10] MCBRIDE J, JACOBS D. Urban forest development: A case study, Menlo Park, California [J]. Urban Ecology, 1976, 2(1): 1-14.
- [11] SUKOPP H, WERNER P. Urban Environments and Vegetation [M]// HOLZNER W, WERGER M J A, IKUSIMA I. Man's Impact on Vegetation. The Hague: Dr W Junk Publishers, 1983.
- [12] 宋永昌. 城市生态学 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2000.
- [13] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市绿地分类标准: CJJ/T 85—2017 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017.

- [14] OHSAWA M, LIANGJUN D, OHTSUKA T, et al. Urban vegetation: Its structure and dynamics[C]// OBARA H. Integrated studies in urban ecosystems as the basis of urban planning(Ⅲ). Tokyo: Special Research Project on Environmental Science, 1988: 137-142.
- [15] BORNKAMM R. Plants in the City-Door-Mats or Pampered Kids? [M]. Koenigstein: Koeltz Scientific Books, 1988.
- [16] MIYAWAKI A. The Vegetation of Yokohama City in Japan [M]. Yokohama: Yokohama City, 1972.
- [17] MIYAWAKI A. The vegetation of Fujisawa city: Studies on vegetation change, urban environmental protection and creation during urban development [M]. Fujisawa: Fujisawa City, 1984.
- [18] MIYAWAKI A. The vegetation of Kaga city in Japan [M]. Kaga: Kaga City, 2002.
- [19] 蒋高明. 城市中的伴人植物 [J]. 植物学通报, 1989(2): 116-120.
- [20] 高峻, 宋永昌, 张庆费. 遥感和 GIS 支持下的城市植被制图及其特征分析 [J]. 植物生态学报, 2002(1): 1-9.
- [21] MIYAWAKI A. Restoration of urban green environments based on the theories of vegetation ecology [J]. Ecological Engineering, 1998, 11(1/2/3/4): 157-165.
- [22] 山田常雄. 岩波生物学辞典 [M]. 4版. 东京: 岩波书店株式会社, 1998.
- [23] 达良俊, 郭雪艳. 生态宜居与城市近自然森林——基于生态哲学思想的城市生命地标建构 [J]. 中国城市林业, 2017, 15(4): 1-5.
- [24] 达良俊. 基于本土生物多样性恢复的近自然城市生命地标构建理念及其在上海的实践 [J]. 中国园林, 2021, 37(5): 20-24.
- [25] 田志慧. 上海城乡陆生生态系统杂草群落多样性格局及其成因论研究 [D]. 上海: 华东师范大学, 2011.
- [26] 张明丽. 杭州城市杂草群落多样性格局及对异质化生境的影响 [D]. 上海: 华东师范大学, 2018.
- [27] 贾博. 城乡梯度上哈尔滨市绿地植物多样性与群落类型 [D]. 上海: 华东师范大学, 2021.
- [28] 郭雪艳. 上海城市森林多尺度生态质量评价研究 [D]. 上海: 华东师范大学, 2017.
- [29] 梁红. 城市化背景下青岛城市森林植被多样性格局成因及其维持 [D]. 上海: 华东师范大学, 2014.
- [30] 陈晓双. 哈尔滨城区杂草群落分布格局及其对生境异质化的响应 [D]. 上海: 华东师范大学, 2014.
- [31] 高志文. 云南省 9 个城市的自生植物多样性格局及其影响因子 [D]. 上海: 华东师范大学, 2021.
- [32] 达良俊, 杨永川, 陈燕萍. 上海大金山岛的自然植物群落多样性 [J]. 中国城市林业, 2004, 2(3): 20-25.
- [33] 方和俊. 上海城市绿地植物群落现状及综合评价研究 [D]. 上海: 华东师范大学, 2006.
- [34] 杨永川, 达良俊, 季昉. 上海江湾机场植物群落多样性研究 [J]. 上海环境科学, 2003(9): 615-618.
- [35] 张凯旋. 上海环城林带群落生态学与生态效益及景观美学评价研究 [D]. 上海: 华东师范大学, 2010.

(责任编辑: 张 晶)