

DOI: 10.5846/stxb202202210410

袁嘉, 欧桦杰, 金晓东, 钱深华. 城市荒野生态研究概述. 生态学报, 2023, 43(4): 1703-1713.

Yuan J, Ou H J, Jin X D, Qian S H. An overview of urban wilderness ecological research. Acta Ecologica Sinica, 2023, 43(4): 1703-1713.

城市荒野生态研究概述

袁 嘉^{1,2,*}, 欧桦杰^{1,2}, 金晓东^{1,2}, 钱深华^{2,3}

1 重庆大学建筑城规学院, 重庆 400030

2 重庆大学三峡库区消落区生态修复与治理研究中心, 重庆 400030

3 重庆大学三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400045

摘要: 荒野是地球表面未受人类开发建设影响或基本不受人类活动干扰的自然区域, 在城市的局部人为干扰极低区域也存在荒野片段。城市荒野作为城市内部及周边区域中以自然过程主导的景观单元, 其物种组成、结构、过程和功能处于基本不受人类活动干扰的状况, 因此具有高度自我调节的生态过程, 以及良好的生态系统服务潜力, 是城市生态系统的高保护价值区域。城市荒野有别于一般人工生态系统的生态特征及生物多样性保育等高价值服务功能开始引起人们的广泛重视, 被认为是完善城市生态网络、保护城市生物多样性以及应对人类世地矛盾激化的重要机遇。当前, 国内外城市荒野研究尚处在初级阶段, 有关城市荒野辨识、分类及生态特征等方面的研究滞后, 制约了城市荒野的价值判断与保护决策。研究系统分析了城市荒野生态研究的进展与趋势, 深入辨析了城市荒野的概念、分类与生态特征, 探讨了城市荒野与人类的共存挑战和协同机遇, 针对现有研究不足提出了保护和修复对策, 并就值得进一步关注的研究方向给出了相关建议。研究旨在阐明基于城市荒野恢复城市与自然联系的机遇和挑战, 可为城市生物多样性可持续管理提供科学依据, 对城市自然资本保护与增强城市生态系统韧性具有重要意义。

关键词: 荒野; 城市荒野; 生物多样性; 协同共生; 生态修复

An overview of urban wilderness ecological research

YUAN Jia^{1,2,*}, OU Huajie^{1,2}, JIN Xiaodong^{1,2}, QIAN Shenhua^{2,3}

1 School of Architecture and Urban Planning, Chongqing University, Chongqing 400030, China

2 Research Center for Ecological Restoration and Control of Water Level Fluctuating Zone in the Three Gorges Reservoir, Chongqing University, Chongqing 400030, China

3 Key Laboratory of the Three Gorges Reservoir Region's Eco-Environment, Ministry of Education, Chongqing University, Chongqing 400045, China

Abstract: Wilderness is the largely undisturbed natural area that is rarely affected by anthropogenic activities. In fact, fragments of wilderness can also be found within urban areas where human disturbances are extremely low. Urban wilderness refers to the urban and peri-urban spaces where the ecosystem is dominated by natural processes. Compared to the urban green infrastructure (e.g. parks, water features and blue-green networks, etc.), the species composition, structure and ecological flows, as well as ecosystem services of urban wilderness are basically undisturbed by human activities, so that it has highly self-organized ecological processes, and therefore may provide greater sustainability and ecosystem service potential than the artificial green infrastructure. Currently, the ecological characteristics of urban wilderness and its unique and irreplaceable values in ecology, culture economy and well-being have gained multi-disciplinary attention and been widely recognized. Some scholars have stated that urban wilderness should be considered as an important opportunity to diversify the urban ecological networks, strengthen urban biodiversity conservation and deal with the intensification of the

基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目 (51808065, 31901152); 国家自然科学基金面上项目 (52178031); 中央高校基本科研业务费 (2021CDJXKJC005)

收稿日期: 2022-02-21; **网络出版日期:** 2022-10-13

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: jyuan523@vip.163.com

conflicts between human beings and nature. Although urban wildness has gradually become a hot topic and new frontier in ecology, the research on urban wildness within China and internationally is still in its infancy - there are a number of existing research gaps that could be addressed, including the identification of the spatial distribution, classification, ecological characteristics, ecosystem services and the mechanism for its protection and utilization, etc. These stated research gaps can directly lead to serious restrictions in the value judgment and protection decision-making of urban wilderness, resulting in the degradation or loss of the remnant urban wildness. This paper aims to systematically analyze the progress and trends of urban wildness ecology research, puts forward an in-depth analysis of the concept, classification and ecological characteristics of urban wildness, discusses the synergistic relationship between urban wildness and human beings, illustrates the opportunities and challenges of protecting wildness components, and then proposes the strategies for urban wilderness protection and restoration, as well as points out the key aspects for the future research and conservation/utilization. Due to the ecological civilization construction and the advance in adopting nature-based solutions in China, it is the best time to acknowledge urban wildness in depth and carry out practices of conservation and restoration. The contributions of this paper may provide a timely way to reconnect cities and nature, and provide scientific guidance for sustainable management of urban biodiversity, which is of great significance for the protection of urban natural capital and the enhancement of urban ecosystem resilience.

Key Words: wilderness; urban wildness; biodiversity; collaborative symbiosis; ecological restoration

荒野是指地球表面未受人类开发建设影响或基本不受人类活动干扰的自然区域。国际上广泛关注荒野的生态、文化与社会价值,人类世的环境挑战及第六次物种大灭绝背景下荒野所提供的生物多样性保护关键作用备受重视^[1]。近年来,荒野分布及制图、荒野生物多样性等科学研究成果陆续产生^[2-3],并催生出“自然需要一半”等荒野保护运动^[4]。

在城市环境中,有大量自然斑块存在,甚至在局部人为干扰极低的区域还存在着荒野片段^[5]。城市荒野作为城市内部及周边区域中以自然过程主导的景观单元^[6],对比基于人类需求进行设计营建、或依赖人工管理维持的城市绿色基础设施(如公园绿地、水景以及蓝绿网络等),其物种组成、结构、过程以及功能处于基本不受人类活动干扰的状况,具有高度自我调节的生态过程,因此具备更为良好的可持续性 & 生态系统服务潜力^[5]。国际上已有学者指出,城市荒野是完善城市生态网络、保护城市生物多样性、以及应对人类世环境下人地矛盾激化的重要机遇^[7-8]。当前,国内外城市荒野研究尚处在初级阶段,城市荒野的空间辨识、分类及生态特征等方面的研究还存在大量空白,严重制约了城市荒野的价值判断与保护决策,并导致城市内残存荒野片段的退化或丧失。基于此,本文旨在回答:如何定义城市荒野并对其进行科学分类?城市荒野的生态特征是什么?与城市荒野共存有哪些挑战与机遇?如何对城市荒野进行保护与修复?本文研究可为城市生物多样性可持续管理提供科学依据,对城市自然资本保护与增强城市生态系统韧性具有重要意义。

1 城市荒野概念及分类

1.1 城市荒野概念

荒野具有广泛的自然遗产、气候调节与生物多样性保护等生态、经济和社会效益^[9-10]。美国于1964年颁布《荒野法》,是国际上第一次以立法形式启动建立荒野保护体系,并强调荒野“不受人类约束”的特性^[11]。国际自然保护联盟(IUCN)对荒野做了如下规定^[12]:①具有一定的面积规模;②远离人类聚落环境;③较为完好地保留着自然特征及其影响力。

由此可见,自然保护领域对荒野所做出的规定,更多强调荒野的自然属性,由此造成了认知城市荒野的局限和约束,使过去学术界对城市荒野的讨论集中于城市中保留的大面积自然遗迹区域,或是存在高级捕食动物种群的自然斑块^[13]。事实上,高度人工化的城市环境中,也存在人迹难至的孤立高地、自然峡谷、山地沟谷

或其他残存的片段化自然斑块。尽管这些片段化自然斑块的面积有限,但其生物群落的形成与自然演替基本不受人干扰^[14];而一些被废弃的工矿迹地,在长期不受人影响的情况下,也形成了野生生物物种丰富的“似荒野”区域。

美国荒野保护先驱 Leopold 最早关注到城市荒野认知在面积上的局限,认为城市荒野“无论在地块都可以存在”^[15]。Duffner 和 Wathern 突破了传统荒野概念在空间及生态要素方面的局限,关注城市荒野的形成过程,强调终止(或暂停)人类活动干扰并由自然过程重新主导的地块,都具备城市荒野的特征,或存在发展为城市荒野的潜在可能性^[16]。存在大型食肉动物曾被认为是自然荒野的重要属性,也有一些学者以此来判断城市是否存在荒野。当前大多数研究者认为,辨识城市荒野的关键在于其生态系统与生态过程维持在基本不受人干扰的自然状态^[5, 17]。针对这一观点,Diemer 等进一步提出不应过分强调引入大型食肉动物恢复野性,而是需要以终止人为干扰和允许自然演替发生来重建城市荒野景观^[18]。

近年来,学者们对城市荒野概念进行了修正和完善。Kowarik 认为城市荒野的界定不应强调起源和规模,而需重视“未受明显人类干扰、具有高度自我调节的生态系统过程”的特性^[19]。王向荣认为城市荒野是城市区域内“以自然而非人为主导的土地”,其生态过程由土地内所有生命共同主导^[20]。Jorgensen 等认为城市荒野是“自生植物自由生长并由自然主导演替过程”的城市生态空间^[6]。Martin 等强调城市荒野具有野生动植物种群繁荣生长的“野性”特质^[21]。尽管当前不同学科的学者认识城市荒野的视角存在差异,但也形成了基本共识,即城市荒野是城市生物多样性保护的物种种源地,同时也是城市区域内特有物种与极小种群最后的生存地,因此城市荒野在重建城市自然系统的过程中至关重要。

1.2 城市荒野分类

现有研究主要根据城市荒野的存在形式或形成时期对其进行分类。Diemer 等识别中欧国家的城市荒野类型及其面积规模,将其划分为①国家公园(>1000 hm²)、②荒野地(<1000 hm²)、③再野化场地(<500 hm²)以及④小型再野化系统(<10 hm²)^[18]。Kowarik 则将城市荒野分为古老荒野,即城市中原有的未受干扰的自然景观;以及新生荒野,即在受人破坏的土地上再次由自然过程主导发育的野性景观^[19]。在上述分类中,前者主要考虑城市荒野所在的用地类型和空间规模,后者则强调城市荒野的形成时期,两者均无法综合反映城市荒野的生态特征。

针对上述问题,Müller 等构建了荒野度指标,将人为干扰强度与土地自然度作为识别城市荒野的重要标准^[22]。相关研究认为,人类干扰对城市荒野的形态与生态过程具有直接影响,而干扰强度可以依据城市荒野所处地区的人口密度、道路可达性、荒野斑块与灰色基础设施的空间距离以及用地类型的转化频率等指标进行判断^[22-24]。植物群落内不同种群的水平镶嵌性和垂直成层结构的复杂程度,以及野生动物多样性,则能够综合反映城市荒野的野性程度^[25]。

本文综合形成机制、发育时期、演替阶段、野化程度以及人为干扰程度,提出了城市荒野的分类体系(图1):

(1)原生荒野:指城市中残存的自然生境,其空间由原生动植物群落占据优势。例如,城市中残存的自然森林斑块,以及人迹难至的沟谷、孤立高地和岛屿等。

(2)次生荒野:指城市内被废弃的工矿迹地、城市棕地等迹地区域,在长期不受人干扰的情况下,经次生演替形成野生生物物种丰富的野化区域,其明显的生态特征是自生植物的发育和以自生植物为主形成的生物群落。

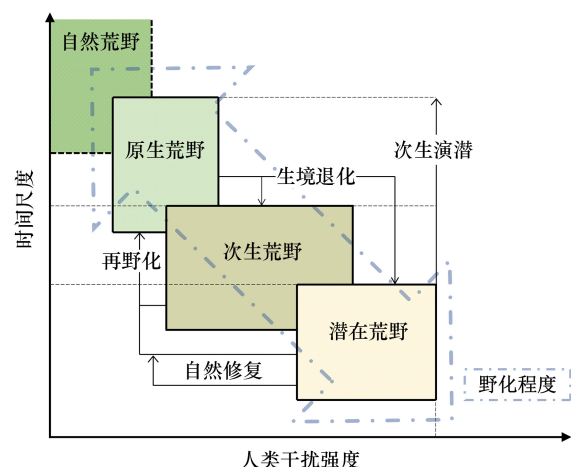


图1 城市荒野分类体系

Fig.1 Classification of urban wildness

(3)潜在荒野:指城市中由于工业、农业、居住等社会经济活动发生转移或人工管护强度很低的空间,处于自然再野化过程的初期阶段的城市生境。其中,原本占据群落优势地位的人工栽培种逐渐被野生先锋物种代替,例如,逐渐由自生植物占据群落优势地位的城市河岸区域等。

2 城市荒野的生态特征

(1)具有较高的环境空间异质性

通常,由自然过程主导的城市荒野相较于人工管护维持的绿色基础设施,具有更高的环境空间异质性。一方面,与规整的人工绿地相比,城市荒野具有更为复杂的地形格局(如孤立高地、沟谷等),并保存了自然水文及地貌过程塑造的沟、垄、洼、丘、坡等微地貌组合。上述条件有助于形成更加丰富的水热组合,提高了环境空间异质性,并有利于物种多样性的维持和提升^[26-27]。另一方面,随着自然演替的进行,城市荒野内植物群落结构的复杂化及木质物残体的存留,提高了中观和微观尺度的空间异质性^[28],从而形成更为多样的生境,使更多不同生态位的野生动物在城市荒野内共存。

(2)自生植物占据群落优势地位

研究表明,在任何类型的城市荒野中,都由环境适应力强、生长速度快的自生植物占据群落优势地位^[29]。城市频繁的土地利用周转和人类活动干扰,为自生植物传播创造了机遇。自生植物被野生动物带入城市荒野,或伴人植物(如稗(*Echinochloa crusgalli*)、黄鹌菜(*Youngia japonica*)等一二年生植物)通过附着在人或家畜身上传播至城市荒野斑块中。还有一些自生植物借助风力和水文,进入无人管护的开阔空地、水体或人迹难至的高地、沟谷;由于人工干预的终止,使得这些先锋植物在城市荒野中获得更加良好的定居条件并建立优势种群。自生植物种类与数量的增加,又使城市荒野内部的生境条件逐渐改善,为向顶级群落演替奠定了良好基础。因此,城市荒野相较普遍单一的人工绿地,具有更高的植物物种丰富度。

(3)城市生物多样性保育的高价值空间

城市荒野内生物多样性十分丰富,是城市生物多样性保育的高价值空间(图2)。城市荒野是乡土物种和珍稀物种的种源地和宝贵的基因库。城市荒野容纳的自生植物,具有适应贫瘠土壤与人类活动干扰的韧性特征,自播繁衍能力强,部分种类具备良好的滞尘和污染净化功能(如蒺藜(*Polygonum aviculare*)、鼠尾草(*Salvia japonica*)等),是城市生态修复及低影响景观建设所需的关键种质资源^[30]。自生植物多样性为传粉昆虫创造了更有利的生境条件,研究表明,城市荒野中蝴蝶、熊蜂和食蚜蝇等野生传粉昆虫的种类与数量显著高于公园等人工生态系统^[31-32]。昆虫的传粉活动维持了植物有性繁殖与群落稳定性,使得城市荒野相较人工生态系统,更容易形成自生植物群落与传粉昆虫种群的“取食-授粉”协同共生结构与各类共生结构的复杂镶嵌,因此城市荒野可视作城市生态系统关键种保护的热点区域及城市生物多样性保育的关键解决方案^[33]。目前,已有国内外学者开始尝试利用自生植物和模拟城市荒野结构,探索基于自然解决方案的城市生境修复方式,营建生物多样性更为丰富的城市景观^[29,34-35]。此外,随着城市荒野斑块规模增大,食物网结构的复杂程度可能进一步增加,更有利于城市生物多样性的维持。例如,坐落于人口密集的孟买市内部的桑贾伊甘地国家公园,近年来共计发现73科167种以上高等维管植物^[36],约172种蝴蝶^[37],种类繁多的鸟类和爬行动物,印度豪猪(*Hystrix indica*)、印度黑羚(*Antelope cervicapra*)等大型哺乳动物以及花豹(*Panthera pardus*)和孟加拉虎(*Panthera tigris ssp. tigris*)等顶级食肉动物。

目前,对城市荒野生物多样性的形成、维持和调控机制的研究还较为缺乏。城市化进程的加快以及地区间交流更为频繁,使得大量外来植物进入城市环境中,极易在物种组成单一的人工绿地中定居扩繁并造成生境均质化。丰富的自生植物种类能够在城市荒野内形成有效抑制入侵物种的屏障及环境筛,例如,Trentanovid等发现刺槐(*Robinia pseudoacacia*)等自生树种在城市荒野中良好定居,降低了城市桦树林的 α 多样性,从而改变本土林地的生物同质化过程^[38]。丰富的自生植物群落能够为野生动物提供更为良好的栖息、庇护与觅食生境^[39],例如,城市荒野能够在麻雀(*Passer domesticus*)繁殖期为其提供杂草种子和无脊椎动物

等重要的食物来源^[40]。野生鸟类和野猪等与城市生态系统密切关联的物种,可以通过城市荒野进入碎片化的城市景观^[41-42],其筑巢、掘土和传播植物繁殖体等活动又能够起到增加城市景观内生境异质性的作用,从而再度优化城市生态系统结构,促进城市生命共同体的构建与完善。

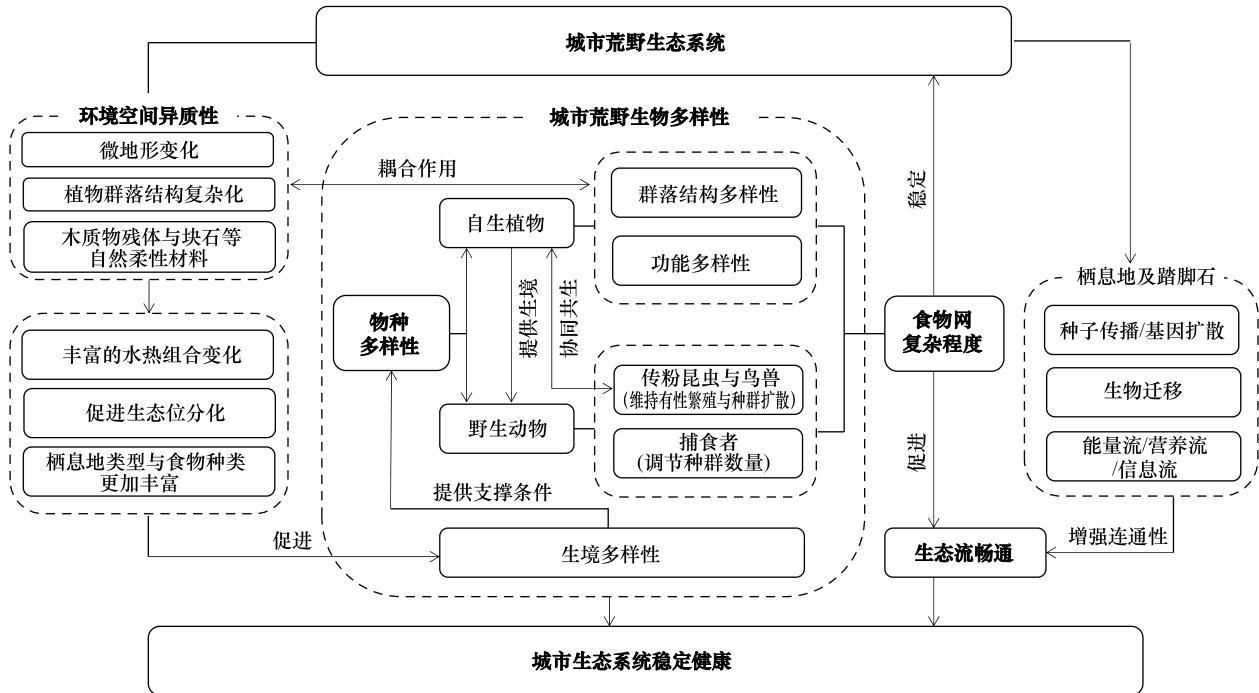


图2 城市荒野的生物多样性

Fig.2 Biodiversity in urban wildness

(4) 更为稳定的自我调节功能

城市荒野相较人工绿地具有更为丰富的植物物种组成,能够产生更高的生物量和群落结构多样性,为城市野生动物提供了有效的食物保障和更为多样的栖息空间。这一特征使城市荒野生物群落具有更为复杂的种间关系,使食物网结构更为复杂^[43],从而为城市荒野内的物质流和能量流提供多样化的渠道。另一方面,多样的庇护空间与丰富的食物来源,使得城市荒野对棕熊(*Ursus arctos*)、赤狐(*Vulpes vulpes*)、郊狼(*Canis latrans*)、海獭(*Enhydra lutris*)等捕食者具有极大的吸引力^[44]。捕食行为与营养级联效应能够对城市荒野内其他动植物种群数量进行调节^[45],同时保障不同营养级生物之间的能量转换过程^[46]。片段化分布的城市荒野,能够为野生动植物提供迁徙途中的踏脚石^[47],不仅增加了城市绿地网络的生态连通性,也对城市生态系统的物质流与基因流起到关键保障作用。此外,由于人工清扫等干预的终止,腐食动物及土壤微生物对城市荒野内的植物残体与动物尸体的分解过程更为完全,保障了城市荒野生态系统的自我更新过程。综上所述,城市荒野能够最大限度避免对人工养护等外源输入的依赖,并借助自然过程做功实现更为稳定的自我调控过程。因此,城市荒野相较人工绿地具有高度自我调节的生态过程,有利于形成更为稳定的生态系统,并促进城市生态系统的整体健康^[48]。

(5) 提供更高生态效益的潜力

由于自生植物及野生动物种类丰富,以及基本不受人活动干扰的特性,城市荒野在乡土生物多样性保育、水源涵养、土壤保持、局地气候调节、污染净化及碳汇积累等方面具有积极作用^[21]。由于自生植物群落无需人类养护管理,能够节省大量用于植物生产、种植以及管理维护所需的人力、物力与能源损耗。因此,城市荒野可以视作低投入、高效益的绿色基础设施,其存在和发展不产生碳足迹,是城市碳中和路径的重要方向之一^[7, 19]。此外,由于城市荒野不受管理干预限制,避免了人类活动的选择偏好,使城市荒野的生态服务功能

更为丰富且具备多功能耦合的良好潜力;相比之下,人工绿地更有可能在偏重强化观赏效果与休闲游憩等文化服务的同时,导致其他生态服务功能削弱甚至受损^[49]。值得一提的是,在准确界定城市荒野范畴的前提下,比较城市荒野与人工生态系统的生态服务功能差异的量化研究还十分缺乏,限制了城市居民和管理者对城市荒野的认知与决策。

3 城市荒野与人类共存的挑战及机遇

时至今日,由于人类世发展造成的深刻影响、以及人类中心主义的思维桎梏,有关城市荒野的争议依旧存在,主要包括:①由于城市居民早已习惯于整齐划一的人工造景,因此,城市荒野中自生植物种群的镶嵌式分布和动态变化所呈现的野性外观、以及木质物残体的自然腐化过程,可能让部分人群产生“疏于管理”或“杂乱无章”的负面感知^[50-51];②一些发生于工业衰落、城市收缩或战争破坏所遗留的迹地上的次生荒野或潜在荒野,可能引发人在情感上的回忆与失落^[52];③部分居民与管理者对城市荒野内野生动物袭击人类以及传播疾病等潜在可能性的担忧^[21, 53-54]。

有关争议造成了城市居民和管理者对城市荒野的忽视,导致城市荒野保护与修复的严重滞后。因此,说服人们接受城市荒野并与之共存,需要基于人类视角与跨学科的智慧贡献,在深入辨识城市荒野与人类协同共生关系的基础上,充分意识其所蕴藏的生态机遇。近年来,一些学者试图直面争议来阐明城市荒野与人类的紧密联系。例如, Van den Berg 等指出,自然环境比建筑环境更容易让人类重塑良性的情感与认知,其中野化程度更高的林地等自然空间对城市居民具有更大的吸引力^[55]。城市荒野能够为城市居民提供直接接触自然野性的机会,有助于提升城市居民的精神与身体健康,是缓解人类自然缺失综合征等身心问题的良好方式^[6, 14]。自然过程主导所形成的生境异质性及其复杂镶嵌格局,促使更为丰富的野生动物种类进入城市荒野并良好共存。已有众多研究表明,城市环境的野生动物多样性是促进人们产生积极情绪的重要因素之一^[56]。城市荒野的存在与保护,有助于公众认识到人类与其他生物共享城市空间这一事实,从而提高城市居民的自然保护意识^[6]。此外, Hwang 等与 Li 等认为,次生荒野和潜在荒野象征着城市与自然的重新融合,往往令城市居民对其青睐有加并产生情感共鸣,例如,建筑遗址上产生的荒野地促使人们理解并铭记城市用地及生态系统在自然与文化相互作用下的波澜变迁^[57-58]。上述跨学科的城市荒野价值研究,证明城市荒野是连接人类与自然的桥梁,提供了人类世城市景观可持续发展的重要机遇。

正是基于以上共识,人类也逐步开展针对城市荒野的保护与修复。Leopold 曾评论城市居民与管理者对城市景观中的荒野要素进行了过多的负面假设^[15],认为城市荒野的价值能够、也应当在任何城市林地、公园甚至私家花园中得到体现。Rink 提出,应当将城市荒野视作城市绿色基础设施的重要组成部分,通过保护并改善城市荒野与其他类型的城市绿地之间的协同关系,更好地发挥其作为自然资本的重要功能^[59]。目前,城市荒野的综合生态价值开始受到政府与公众的逐步重视^[60]。国际上,随着“国家公园城市”、“野性城市”、“城市自然挑战赛”(CNC)以及“再野化欧洲”等生态运动的深入推动,城市荒野保护体系开始萌芽,并鼓励减少人类活动干扰和借助自然力量恢复城市生态系统,从而积累和优化城市自然资本。在我国,自然资源部着力推动“基于自然的解决方案”(NbS),并基于 2021 年 10 月 8 日发表的《中国的生物多样性保护》白皮书所明确提出的“着力推动城市生物多样性保护,城市生态空间格局持续优化,城市生态系统质量稳步提升”,进一步引导专家、从业者以及公众关注如何利用城市荒野保护城市生物多样性。

4 城市荒野保护与修复对策

由于城市发展的物质基础有赖于自然的供给,保障城市生态系统健康稳定以及人类社会可持续发展,需要借助自然生态系统的自组织能力与自我调节能力^[61-62]。因此,健康的城市生态系统需要保留一部分不受人类干扰的自然空间(即城市荒野);同时,对受损城市自然生态系统的空间结构及自然过程的修复,都需要发挥城市荒野的关键作用。

目前,国内外均缺乏完善的城市荒野保护体系。如何保护和修复城市荒野,是未来城市生态学研究的关键问题。城市荒野保护与修复目标应包括:充分辨识其自然资源属性与特征要素,在保护其生态过程尽可能不受人干扰的基础上,修复其系统结构并优化其空间分布格局,进而在自然主导下充分发挥城市荒野的生态系统服务。基于此,本文提出以下城市荒野保护与修复策略框架(图3),主要建议如下:

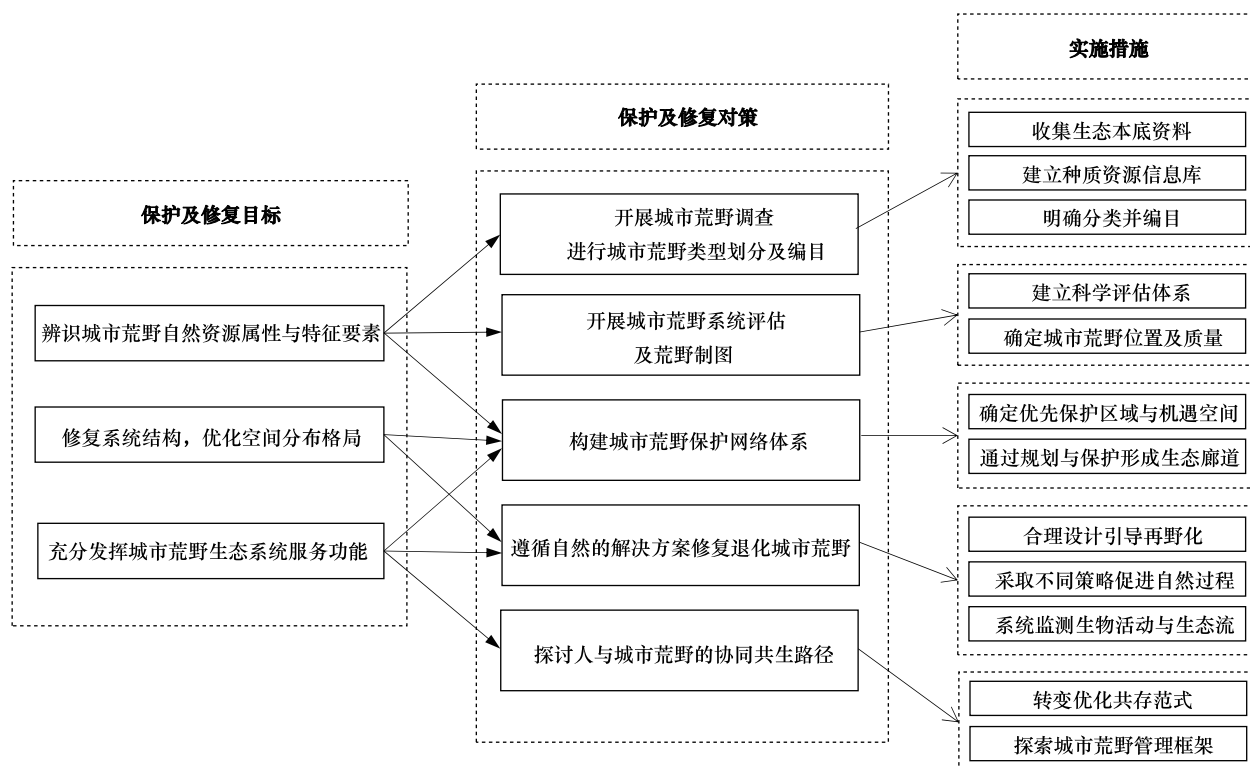


图3 城市荒野保护与修复策略框图

Fig.3 Block diagram of urban wildness protection and restoration strategies

(1) 开展城市荒野调查,进行城市荒野类型划分及编目

开展城市荒野调查,是城市荒野保护工作的基础。当前,国内外鲜有城市荒野调查的案例。因此,亟需科学制定城市荒野生态资源的调查计划及技术指标体系,进行城市荒野本底调查,以便更好地掌握城市荒野的自然资源状况并加以保护。应重点围绕城市荒野的生物多样性展开详细定量调查,建立城市荒野生物多样性清单。在上述研究的基础上,对城市荒野的关键调控因子及调控机制进行辨识,阐明全球变化背景下城市荒野对“自然-人工”二元干扰的响应方式及机制。基于这些调查结果,明确划分城市原生荒野、次生荒野和潜在荒野,并进行编目和建立数据库。

(2) 开展城市荒野系统评估及荒野制图

基于城市荒野调查,根据其形成时间、演替阶段及生物多样性状况,对城市荒野的野化程度与生境质量进行综合评估,进而建立科学的城市荒野评估体系并指导城市荒野制图。利用城市荒野制图,确定城市中片段化的自然斑块和“似荒野”区域的具体位置,及其对应的城市荒野质量,最终提出保护体系的系统性构建方案^[63]。在未来城市荒野制图研究中,仍需要进一步优化指标使其更符合城市荒野的生态特征,借鉴自然荒野识别及保护网络建设的技术范式对城市荒野制图进行改进。实际研究时需要注意,城市荒野在面积规模和遥远度等参数方面与自然荒野存在较大差异,不能忽视其斑块在城市核心功能区存在的可能性。

(3) 构建城市荒野保护网络体系

在进行城市荒野空间辨识的同时,充分结合城市荒野的分类及质量评估,确定优先保护空间以及具备再

野化潜力的机遇空间,进而提出城市荒野保护网络的规划策略,完善区域生态安全格局,减少栖息地破碎化对生物多样性产生的负面影响。其中,原生荒野应当被识别为优先保护区域,采取更为严格的保护措施,使其不受人类活动干扰。原生荒野可以视作城市野生动植物的种源斑块,而次生荒野则是连接种源斑块之间的关键桥梁。通过有意识地保护及空间规划,引领次生荒野形成连接原生荒野的生态廊道,有助于提升种源斑块的生态连通性,应对城市内部自然栖息地的破碎化及其导致的不良效应。而景观再野化的机遇空间则主要存在于次生荒野和潜在荒野之中,通过设计引导与最小限度干预,进行较为快速的修复,使其成为城市荒野保护网络内的踏脚石生境,增强城市内部野生物种的流动、迁移与扩散能力。

(4) 遵循自然的解决方案修复退化城市荒野

对于受人类干扰影响而退化的城市荒野,需要尊重原有生境条件与营养关系,提出利用自然动态的适应性解决方法。应当依据自然结构及要素进行合理设计,引导野性自然的回归。针对城市内自然保护地的再野化工作,可以考虑保护和引入食肉动物种群,对受损的荒野食物网结构进行修复^[64]。在次生荒野和潜在荒野内,则需要注重修复自生植物群落与提供重要生态系统服务的动物关键种的协同共生关系。以传粉昆虫保育为例,在自生植物群落中以播种形式引入一些蜜粉源丰富的乡土草本植物和灌木,能够促进形成传粉昆虫和植物的“取食-传粉”共生结构^[65];建立多种“取食-传粉”共生结构,并使其形成多样化的嵌套格局,则有助于提升植物与传粉昆虫的种群增长率^[66-67]。木质物残体与自然石块等自然柔性材料,能够被运用于优化环境空间异质性^[68],为城市荒野中的昆虫、两栖类、鸟类等野生动物提供更加丰富的驻足、庇护、取食与产卵等生境空间^[35]。通过减少人工管理、采取“善意的忽视”甚至实施“零选择”等不同策略,允许并促进自然过程的发生^[69-70],能够有效提升城市中退化景观的生境异质性和生物多样性水平,是城市荒野修复及再野化的重要途径。此外,系统监测城市荒野生态系统中的传粉、捕食、迁移、分解等物质循环与能量流动过程,科学分析其退化的准确原因,有助于“对症下药”展开修复,尽可能减少修复干预所产生的影响。

(5) 探讨人类与城市荒野的协同共生路径

城市荒野与城市居民的生态福祉紧密关联,但仅仅保持“敬而远之”并不能有效改善人类对城市荒野的负面认知。因此,转变和优化人类与城市荒野共存范式,以合理利用促进公众意识和保护需求的提升,对保护和维持城市荒野及其自然补偿功能具有积极作用。大多数城市居民是在城市绿地中认识自然,而城市绿地的设计与营建标准往往由人类主观创造,与自然规律的关联较为薄弱。因此,城市荒野很可能是人类世环境中重新连接城市居民与自然环境的最关键要素,能够为城市居民提供自然野性的有形体验,从而提高自然保护意识并缓解自然缺失综合症^[71],甚至对防止破坏自然保护地内脆弱的核心区域具有积极意义^[48]。在我国,已有学者提出应重视辨识并保护城市内的闲置地和废弃地等再野化机遇空间,通过撂荒、围护等方式限制人类活动干扰,有效形成次生荒野^[72-73]。一些学者和实践者也提出将公众认可的要素融入城市荒野修复之中,例如:适度增加植物种类来优化城市荒野的色彩与季相变化;将合理安全的慢行步道系统与野生动物栖息地走廊相结合,促进人们对城市荒野进行体验,并提供在地生态宣教等文化服务;鼓励以城市荒野替代传统城市开放空间,从而激发公众对城市荒野进行自发的探索、欣赏和保护^[74-75]。目前,国内外依然缺乏行之有效的城市荒野管理框架,尚不能在防止外来物种入侵与提升野生动物栖息地连续性等基础上提供利用城市荒野进行游憩等文化活动的长期规划与保障方案,而这一目标的实现需要城市管理者、研究人员和公众的统一认识与通力协作^[7]。

5 结论与建议

本文对城市荒野生态研究的国内外现状及前沿问题进行了系统梳理,界定了城市荒野概念,对城市荒野的分类、生态特征、生物多样性贡献及其与人类的共存关系进行了阐述,并提出了城市荒野保护与修复的对策建议。当前,城市荒野生态研究尚处于初期阶段,城市荒野的形成机理和对城市复杂环境的响应机制尚不明确,缺乏低影响、高精度的监测方法评估其复杂的系统生态过程与生物多样性状况,保护意识薄弱且缺乏有效

的管理策略体系。

城市荒野的未来研究需要重视以下方面:(1)研究城市荒野与人工绿地斑块的镶嵌分布格局与生态作用关联,并辨识其在不同时间及空间尺度上的动态变化特征;(2)定量分析城市荒野内物质流、能量流、信息流等生态过程,并构建系统动力学模型;(3)揭示城市荒野中自生植物与野生动物群落的演替机制;(4)了解城市荒野生物多样性对城市生态系统服务的贡献,并评价其中野生动植物功能群在城市生态系统中的关键作用;(5)研究城市荒野生态系统对人类活动干扰的响应机制,提出科学有效的城市荒野保护策略;(6)揭示城市荒野与城市核心功能区之间界面的结构要素及生态过程;(7)在国土空间生态规划中,高度重视城市荒野,将其作为高保护价值空间进行科学规划。

参考文献 (References):

- [1] Mittermeier R A, Mittermeier C G, Brooks T M, Pilgrim J D, Konstant W R, da Fonseca G A B, Kormos C. Wilderness and biodiversity conservation. *PNAS*, 2003, 100(18): 10309-10313.
- [2] Carver S J, Fritz S. *Mapping Wilderness*. Dordrecht: Springer Netherlands, 2016.
- [3] Cao Y, Carver S, Yang R. Mapping wilderness in China: Comparing and integrating Boolean and WLC approaches. *Landscape and Urban Planning*, 2019, 192: 103636.
- [4] Kopnina H, Washington H, Gray J, Taylor B. The 'future of conservation' debate: defending ecocentrism and the Nature Needs Half movement. *Biological Conservation*, 2018, 217: 140-148.
- [5] Kowarik I. Urban wilderness: supply, demand, and access. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2018, 29: 336-347.
- [6] Jorgensen A, Keenan R. *Urban Wildscapes*. London: Routledge, 2012.
- [7] Zefferman E P, McKinney M L, Cianciolo T, Fritz B I. Knoxville's urban wilderness: moving toward sustainable multifunctional management. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2018, 29: 357-366.
- [8] Kowarik I, Hiller A, Planchuelo G, Seitz B, von der Lippe M, Buchholz S. Emerging urban forests: opportunities for promoting the wild side of the urban green infrastructure. *Sustainability*, 2019, 11(22): 6318.
- [9] Casson S, Martin V, Watson A, Stringer A, Kormos C. *Wilderness Protected Areas: Management Guidelines for IUCN Category 1b*. by: IUCN, Gland, Switzerland. 2007: 36-42.
- [10] Dudley N. *Guidelines for applying protected area management categories*. Gland: IUCN, 2008.
- [11] Massip N. The 1964 Wilderness Act, from "wilderness idea" to governmental oversight and protection of wilderness. *Miranda Revue pluridisciplinaire du monde anglophone/Multidisciplinary peer-reviewed journal on the English-speaking world*, 2020 (20). DOI: <https://doi.org/10.4000/miranda.26787>.
- [12] Jorgensen A, Tylecote M. Ambivalent landscapes—wilderness in the urban interstices. *Landscape Research*, 2007, 32(4): 443-462.
- [13] Taylor B, Andrews D, Fraser G S. Double-crested cormorants and urban wilderness: conflicts and management. *Urban Ecosystems*, 2011, 14(3): 377-394.
- [14] Stöcker U, Sunken S, Wissel S. A new relationship between city and wilderness. A case for wilder urban nature. *Deutsche Umwelthilfe e. V. (ed)*, Berlin. 2018.
- [15] Leopold A. Wilderness values. *The Living Wilderness*, 1942, 7: 24-25.
- [16] Duffner F, Wathern P. Building an urban wilderness. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 1988, 30(2): 12-34.
- [17] Lupp G, Höchtl F, Wende W. "Wilderness" - A designation for central European landscapes? *Land Use Policy*, 2011, 28(3): 594-603.
- [18] Diemer M, Held M, Hofmeister S. Urban wilderness in central Europe. *International Journal of Wilderness*, 2003, 9(3): 7-11.
- [19] 英戈·科瓦里克. 与荒野共生:城市绿地的发展前景. *景观设计学*, 2021, 9(1): 92-103.
- [20] 王向荣. 城市荒野与城市生境. *风景园林*, 2019, 26(1): 4-5.
- [21] 万斯·G·马丁, 梅拉尼·希尔. 城市野境:比“城市荒野”更准确的措辞. *景观设计学*, 2021, 9(1): 80-91.
- [22] Müller A, Böcher P K, Fischer C, Svenning J C. 'Wild' in the city context: do relative wild areas offer opportunities for urban biodiversity? *Landscape and Urban Planning*, 2018, 170: 256-265.
- [23] Radford S L, Senn J, Kienast F. Indicator-based assessment of wilderness quality in mountain landscapes. *Ecological Indicators*, 2019, 97: 438-446.
- [24] Carver S, Tricker J, Landres P. Keeping it wild: mapping wilderness character in the United States. *Journal of Environmental Management*, 2013, 131: 239-255.

- [25] Lesslie R, Maslen M. National wilderness inventory handbook of procedures, content and usage. General Technical Report Australian Heritage Commission National Wilderness Inventory, 1995.
- [26] Ivanov V Y, Bras R L, Vivoni E R. Vegetation-hydrology dynamics in complex terrain of semiarid areas: 2. Energy-water controls of vegetation spatiotemporal dynamics and topographic niches of favorability. *Water Resources Research*, 2008, 44(3): W03430.
- [27] Denney D A, Jameel M I, Bemmels J B, Rochford M E, Anderson J T. Small spaces, big impacts: contributions of micro-environmental variation to population persistence under climate change. *AoB PLANTS*, 2020, 12(2): plaa005.
- [28] Cheesbrough A E, Garvin T, Nykiforuk C I J. Everyday wild: urban natural areas, health, and well-being. *Health & Place*, 2019, 56: 43-52.
- [29] Sikorska D, Cieżkowski W, Babańczyk P, Chormański J, Sikorski P. Intended wilderness as a Nature-based Solution: Status, identification and management of urban spontaneous vegetation in cities. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2021, 62: 127155.
- [30] Martínez-De la Cruz I, Vibrans H, Lozada-Pérez L, Romero-Manzanares A, Aguilera-Gómez L I, Rivas-Manzano I V. Plantas ruderales del área Urbana de malinalco, estado de México, México. *Botanical Sciences*, 2015, 93(4): 907.
- [31] Koh L P, Sodhi N S. Importance of reserves, fragments, and parks for butterfly conservation in a tropical urban landscape. *Ecological Applications*, 2004, 14(6): 1695-1708.
- [32] Fischer L K, Eichfeld J, Kowarik I, Buchholz S. Disentangling urban habitat and matrix effects on wild bee species. *PeerJ*, 2016, 4: e2729.
- [33] Hall D M, Camilo G R, Tonietto R K, Ollerton J, Ahrné K, Arduser M, Ascher J S, Baldock K C R, Fowler R, Frankie G, Goulson D, Gunnarsson B, Hanley M E, Jackson J I, Langellotto G, Lowenstein D, Minor E S, Philpott S M, Potts S G, Sirohi M H, Spevak E M, Stone G N, Threlfall C G. The city as a refuge for insect pollinators. *Conservation Biology*, 2017, 31(1): 24-29.
- [34] Hwang Y H, Jonathan Yue Z E. Intended wildness: Utilizing spontaneous growth for biodiverse green spaces in a tropical city. *Journal of Landscape Architecture*, 2019, 14(1): 54-63.
- [35] 袁嘉, 游奉溢, 侯春丽, 欧桦杰, 尹渊. 基于植被再野化的城市荒野生境重建——以野花草甸为例. *景观设计学*, 2021, 9(1): 26-39.
- [36] Joshi A, Kalgutkar A, Joshi N. Value of floral diversity of the Sanjay Gandhi National Park (SGNP). *Annals of Plant Sciences*, 2016, 5(2): 1276.
- [37] Kasambe R. Butterfly fauna of the Sanjay Gandhi National Park and Mumbai, Maharashtra. *Bionotes*, 2012, 14(3): 76-80.
- [38] Trentanovi G, von der Lippe M, Sitzia T, Ziechmann U, Kowarik I, Cierjacks A. Biotic homogenization at the community scale: disentangling the roles of urbanization and plant invasion. *Diversity and Distributions*, 2013, 19(7): 738-748.
- [39] McKinney M L. Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. *Urban Ecosystems*, 2008, 11(2): 161-176.
- [40] Murgui E. Seasonal patterns of habitat selection of the House Sparrow *Passer domesticus* in the urban landscape of Valencia (Spain). *Journal of Ornithology*, 2008, 150(1): 85-94.
- [41] Castillo-Contreras R, Carvalho J, Serrano E, Mentaberre G, Fernández-Aguilar X, Colom A, González-Crespo C, Lavín S, López-Olvera J R. Urban wild boars prefer fragmented areas with food resources near natural corridors. *Science of the Total Environment*, 2018, 615: 282-288.
- [42] Ichinose T. Ecological networks for bird species in the wintering season based on urban woodlands//Kowarik I, Körner S eds. *Wild Urban Woodlands*. Berlin: Springer, 2005: 181-192.
- [43] Wang S P, Brose U, Gravel D. Intraguild predation enhances biodiversity and functioning in complex food webs. *Ecology*, 2019, 100(3): e02616.
- [44] Weckel M, Wincom A. Urban conservation: the northeastern coyote as a flagship species. *Landscape and Urban Planning*, 2016, 150: 10-15.
- [45] Ripple W J, Estes J A, Beschta R L, Wilmers C C, Ritchie E G, Hebblewhite M, Berger J, Elmhagen B, Letnic M, Nelson M P, Schmitz O J, Smith D W, Wallach A D, Wirsing A J. Status and ecological effects of the world's largest carnivores. *Science*, 2014, 343(6167): 1241484.
- [46] Estes J A, Terborgh J, Brashares J S, Power M E, Berger J, Bond W J, Carpenter S R, Essington T E, Holt R D, Jackson J B C, Marquis R J, Oksanen L, Oksanen T, Paine R T, Pickett E K, Ripple W J, Sandin S A, Scheffer M, Schoener T W, Shurin J B, Sinclair A R E, Soulé M E, Virtanen R, Wardle D A. Trophic downgrading of planet earth. *Science*, 2011, 333(6040): 301-306.
- [47] Soga M, Yamaura Y, Koike S, Gaston K J. Woodland remnants as an urban wildlife refuge: a cross-taxonomic assessment. *Biodiversity and Conservation*, 2014, 23(3): 649-659.
- [48] TRZYNA T. Urban dwellers and protected areas: natural allies. // McNeely J A eds. *Friends for Life: New partners in support of protected areas*. Gland: IUCN, 2005: 35-48.
- [49] Jim C Y, Chen W Y. Perception and attitude of residents toward urban green spaces in Guangzhou (China). *Environmental Management*, 2006, 38(3): 338-349.
- [50] Nassauer J I. Messy ecosystems, orderly frames. *Landscape Journal*, 1995, 14(2): 161-170.
- [51] Hester R T Jr, Blazej N J, Moore I S. Whose wild? resolving cultural and biological diversity conflicts in urban wilderness. *Landscape Journal*, 1999, 18(2): 137-146.
- [52] Draus P, Haase D, Napieralski J, Roddy J, Qureshi S. Wounds, ghosts and gardens: historical trauma and green reparations in Berlin and Detroit.

- Cities, 2019, 93: 153-163.
- [53] Yeo J H, Neo H. Monkey business: human-animal conflicts in urban Singapore. *Social & Cultural Geography*, 2010, 11(7): 681-699.
- [54] Gill A M, Stephens S L. Scientific and social challenges for the management of fire-prone wildland-urban interfaces. *Environmental Research Letters*, 2009, 4(3): 034014.
- [55] van den Berg A E, Jorgensen A, Wilson E R. Evaluating restoration in urban green spaces: does setting type make a difference? *Landscape and Urban Planning*, 2014, 127: 173-181.
- [56] Cameron R W F, Brindley P, Mears M, McEwan K, Ferguson F, Sheffield D, Jorgensen A, Riley J, Goodrick J, Ballard L, Richardson M. Where the wild things are! Do urban green spaces with greater avian biodiversity promote more positive emotions in humans? *Urban Ecosystems*, 2020, 23(2): 301-317.
- [57] Hwang Y H, Yue Z E J, Ling S K, Tan H H V. It's ok to be wilder: Preference for natural growth in urban green spaces in a tropical city. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2019, 38: 165-176.
- [58] Li X P, Fan S X, Kühn N, Dong L, Hao P Y. Residents' ecological and aesthetical perceptions toward spontaneous vegetation in urban parks in China. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2019, 44: 126397.
- [59] Rink D. Wilderness: the nature of urban shrinkage? the debate on urban restructuring and restoration in eastern Germany. *Nature and Culture*, 2009, 4(3): 275-292.
- [60] O'Meara S. Biodiversity's importance is growing in China's urban agenda. *Nature*, 2021, 591(7849): S1-S3.
- [61] Faivre N, Fritz M, Freitas T, de Boissezon B, Vandewoestijne S. Nature-Based Solutions in the EU: Innovating with nature to address social, economic and environmental challenges. *Environmental Research*, 2017, 159: 509-518.
- [62] Maes J, Jacobs S. Nature-based solutions for Europe's sustainable development. *Conservation Letters*, 2017, 10(1): 121-124.
- [63] Müller A, Bøcher P K, Svenning J C. Where are the wilder parts of anthropogenic landscapes? A mapping case study for Denmark. *Landscape and Urban Planning*, 2015, 144: 90-102.
- [64] 杨锐, 曹越. “再野化”: 山水林田湖草生态保护修复的新思路. *生态学报*, 2019, 39(23): 8763-8770.
- [65] 袁嘉, 杜春兰. 城市植物景观与关键种的协同共生设计框架——以野花草甸与传粉昆虫为例. *风景园林*, 2020, 27(4): 50-55.
- [66] Suweis S, Simini F, Banavar J R, Maritan A. Emergence of structural and dynamical properties of ecological mutualistic networks. *Nature*, 2013, 500(7463): 449-452.
- [67] Rohr R P, Saavedra S, Bascompte J. On the structural stability of mutualistic systems. *Science*, 2014, 345(6195): 1253497.
- [68] Seibold S, Bässler C, Brandl R, Gossner M M, Thorn S, Ulyshen M D, Müller J. Experimental studies of dead-wood biodiversity—A review identifying global gaps in knowledge. *Biological Conservation*, 2015, 191: 139-149.
- [69] Venn S, Kotze D. Benign neglect enhances urban habitat heterogeneity: responses of vegetation and carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) to the cessation of mowing of park lawns. *European Journal of Entomology*, 2014, 111(5): 703-714.
- [70] Trentanovi G, Campagnaro T, Kowarik I, Munafo M, Semenzato P, Sitzia T. Integrating spontaneous urban woodlands into the green infrastructure: Unexploited opportunities for urban regeneration. *Land Use Policy*, 2021, 102: 105221.
- [71] Konijnendijk C. Between fascination and fear-The impacts of urban wilderness on human health and wellbeing. *Socialmedicinsk Tidskrift*, 2012, 89(3): 289-295.
- [72] 杨永川, 王娟, 达良俊. 城市化进程中上海植被的多样性、空间格局和动态响应(Ⅱ): 城市废弃地上海江湾机场的植物组成. *华东师范大学学报: 自然科学版*, 2008(4): 40-48.
- [73] 尹豪, 罗婧, 宁雅萱, 刘芳妮. 城市闲置地块的生态自我修复特征研究——以北京林业大学校园为例. *景观设计学*, 2021, 9(1): 40-51.
- [74] Hroyer M, Kilian D, Jackelman J. Wilderness in an urban setting: planning and management of the Cape Peninsula National Park, Cape Town, South Africa. In *Personal and Ecological Values of Wilderness, Sixth World Wilderness Congress Proceedings on Research, Management, and Allocation*, 2000, 2: 19-24.
- [75] Kowarik I, Langer A. Natur-Park Südgelände: Linking conservation and recreation in an abandoned railway in Berlin // Kowarik I, Körner S eds. *Wild Urban Woodlands*. Berlin: Springer, 2005: 287-299.