城市绿色空间生物多样性感知研究进展*

李 波[1] 杜 薇[1] 贺 萌[1] 张乔勇[2]

1 重庆大学建筑城规学院 重庆 40044

2 重庆市风景园林科学研究院 重庆 401329

摘要：快速城市化背景下，城市绿色空间为人与自然的接触提供了宝贵机会。生物多样性作为绿色空间的基本要素，是连接人与自然的重要纽带。关于绿色空间生物多样性感知的既有研究多关注于单一对象或主题，尚缺少系统性梳理，厘清该领域研究脉络，将为从生物多样性感知方面开展城市绿色空间设计提供参考。文章以中国知网及 Web of Science 数据库为基础，对相关文献进行检索和统计分析，结果发现：1）当前研究热点为生物多样性感知偏好与影响因素，基于生物多样性感知的健康恢复效益与生态系统文化服务，以及各尺度生物多样性感知差异等；2）常用研究方法为现场实验、控制实验、模型模拟和网络数据分析 4 大类。基于研究结果，提出未来研究趋势包括：1）生物多样性感知研究新方向探索，如不同气候的影响、与生物多样性保护协调、感知行为研究等；2）通过综合现有方法、引入新兴技术、结合多感官等，探索感知研究的新方法。3）探索生物多样性感知与城市绿色空间设计结合的新方式。

关键词：城市生物多样性；生物多样性感知；城市绿色空间；感知体验

DOI：10.12169/zgcsly.2024.12.21.0001

Research Progress in Biodiversity Perception in Urban Green Spaces

Li Bo[1] Du Wei[1] He Meng[1] Zhang Qiaoyong[2]

(1. Faculty of Architecture and Urban Planning, Chongqing University, Chongqing 40044, China;
2. Chongqing Landscape and Gardening Research Institute, Chongqing 401329, China)

Abstract: In the context of rapid urbanization, urban green spaces provide valuable opportunities for people to get connected with nature. Biodiversity, as a basic element of green space, is an important nexus connecting human and nature. The current research on the perception of biodiversity in green spaces mostly focuses on single object or theme and lacks systematic sorting. Clarifying the progress of related research will inform urban green space design in terms of biodiversity perception. Based on the databases of CNKI and Web of Science, the paper searches relevant literature and makes statistics analysis. The results find: 1) The hot topics of the current research include biodiversity perception and preference and its influencing factors, health recovery benefits and ecosystem cultural services based on biodiversity perception and differentiated biodiversity perceptions on various scales; and 2) The commonly used research methods can be summarized into four major categories including field experiments, controlled experiments, model simulations and network data analysis. Based on the above results, future research should focus on the following topics: 1) Exploring new research directions of biodiversity perception, such as the impact of different climatic conditions, coordination with biodiversity conservation, and behavioral study of perception, etc.; 2) Exploring new perception research methods by synthesizing the existing methods,

收稿日期：2024-12-21

* 基金项目：国家自然科学基金重点项目（52238003）；国家自然科学基金面上项目（52078074）；重庆市科学技术局绩效激励引导专项项目（cstc2022jxjl20018）；重庆大学教学内容和课程体系改革项目（241004709181222）

第一作者/通信作者：李波（1982- ），男，博士，教授，研究方向为景观规划与生态修复。E-mail：elaplibo@cqu.edu.cn

introducing innovative technologies and combining multi-senses; and 3) Exploring new ways to combine biodiversity perception and urban green space design.

Keywords: urban biodiversity; biodiversity perception; urban green space; perceptual experience

城市化进程正不断减少人类与自然的接触机会[1]。城市绿色空间是城市居民可接触到为数不多的自然环境，有着重要的生态服务功能。研究证明，绿色空间可改善市民的心理和身体健康状况[2]，这与城市绿色空间所承担的生物多样性维持功能密切相关[3-4]。城市绿色空间与生物多样性还能够从减少健康风险、促进健康行为和增强心理恢复等方面提升人类健康水平[5]。感知是通过调动人的感官接收环境中的信息，并对其进行解读和理解，最终形成空间认识的过程[6]。目前，基于生物多样性的绿色空间感知相关研究逐渐受到重视，被认为是提升城市居民福祉的重要途径[7]。

城市绿色空间的感知相关研究经历了从“景观感知”到“生态感知”，再到“生物多样性感知”的递进发展。19 世纪 50—60 年代，景观感知主要研究人对环境的感知和人与环境之间的相互作用[8]。随着景观生态学的发展，保罗·戈比斯特等人针对景观生态性与审美价值的潜在矛盾，将“景观感知”融入生态审美理论，形成生态感知[9]。此后，景观生态学、暴露生态学等理论进一步丰富了城市绿色空间感知体系。基于生物多样性的感知研究能更具体地说明自然与人的相互作用关系。生物多样性感知的内涵可概括为个体或群体对环境中生物多样性的识别、理解以及赋予意义的过程，包括人们对不同物种的数量、丰富度、分布和生态功能的认识，同时涵盖了人们对生物间相互关系及其与环境互动的理解。目前研究侧重于探究绿色空间生物多样性的感知偏好及其影响因素[10]，生物多样性感知对健康恢复的影响[11]及其与游憩性的关系等[12]，大多关注单一对象和主题，缺少对多尺度生物多样性感知的系统梳理，作用机制也不够明确。因此，需要将视角转向城市绿色空间生物多样性感知如何服务于人类福祉的机制研究，以更好地指导城市绿色空间设计。

本文对城市绿色空间中生物多样性感知相关研究进行全面检索和统计分析，系统梳理其发展趋势、研究热点、方法，分析现有研究的局限性，展望今后发展的方向，以期为生物多样性感知的绿色空间设计提供理论基础和实践方法。

1　文献选择与分析

本研究利用中国知网引文数据库和 Web of Science 核心合集作为相关文献检索平台。初步检索条件为：1）文章发表时间截止于 2024 年 4 月；2）在中国知网中检索公式为：SU='城市'*（'生物多样性'+'植物多样性'+'鸟类多样性'）*'感知'；3）在 Web of Science 中检索主题词为"TS = Urban" AND "TS = Biodiversity" AND "TS = Perception"；4）限制论文类型为研究或综述。共检索到 52 篇中文文献和 800 篇英文文献，合计 852 篇。

根据文献资料分析结果（图 1），该领域所发表文献呈逐年增长趋势，英文文献占据主体，中文文献起步相对较晚且研究较少。其中，2005—2012 年文献较少，主要为英文文献；2013—2018 年文献数量呈上升趋势，中文文献数量增多但发文增长量不稳定，仍以英文文献为主；2019—2023 年文献数量快速增长，2022 年发文最多。由此可见，国内外学者对相关研究的关注度日益提升。

对所检索到文献的标题、关键词和摘要进行筛选：1）研究样地为城市绿色空间；2）主要研究内容为生物多样性感知，或包含生物多样性感知；3）对生物多样性感知有明确的测度方法或指标；4）去除重复文献。最终筛选中文文献 26 篇，英文文献 34 篇，共计 60 篇，作为梳理的重点。

2　城市生物多样性感知体验研究

2.1　文献概况

相关研究成果主要来源于 Urban Forestry & Urban Greening、Landscape and Urban Planning 等期刊。如图 2 所示，文献关键词主要集中在感知、城市绿色空间、人类健康、生态要素、方法理论

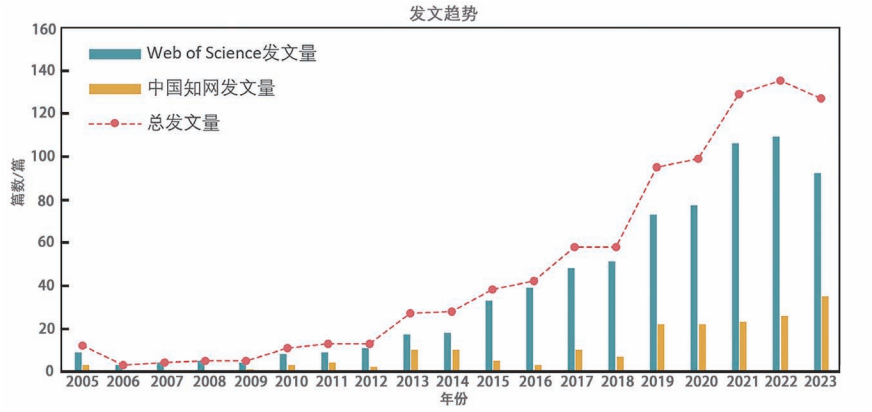
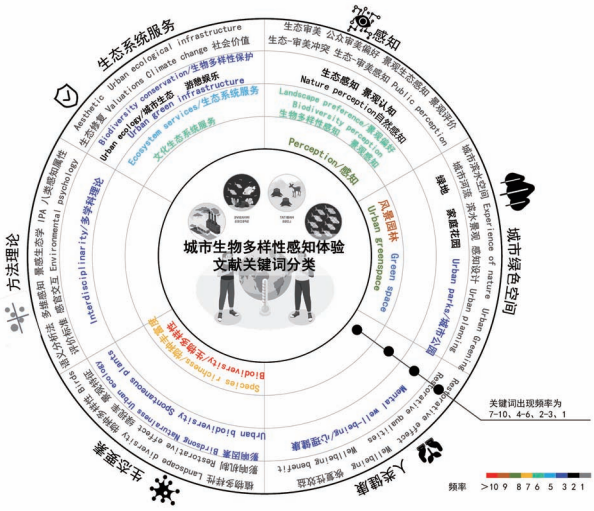


图 1 生物多样性感知相关研究发文趋势

和生态系统服务 6 大方面，其中生物多样性、风景园林、Perception、Urban green space、Species richnes、Biodiversity perception 是出现频率较多的关键词。大量出现生物多样性感知的专项研究后，城市绿色空间中的城市公园成为主要的研究对象。



注：将关键词分为 6 大类，每个大类所属的关键词依据出现频率分为 4 个等级，越靠近圆心出现频率越高，依次向外递减，并赋予颜色加以区分。

图 2 关键词分类分析

2.2 研究热点

总体而言，国内研究聚焦生物多样性感知与人类健康的关联，强调绿色空间对心理恢复、身体健康和积极情绪的促进作用；国外研究则侧重市民对绿色空间生物多样性感知及偏好的影响因素，为设计提供理论依据。如图 3 所示，当前研究热点为生物多样性的感知偏好及其影响因素（27 篇）、生物多样性感知对健康恢复的影响（16 篇）及其与游憩性的关系（6 篇）、城市生态系统服务中的生物多样性感知价值（20 篇）及不同尺度的生物多样性感知（全部涵盖）。

2.2.1 生物多样性感知偏好及其影响因素

生物多样性感知是衡量市民对城市绿色空间认知与评价的重要指标。在物种感知层面，市民对生物多样性的感知能力有限，往往仅能识别少数常见乔本植物[13]，忽视草本和灌木[14]。鸟类物种丰富度会显著影响市民对自然性的感知[15]。在偏好层面，市民普遍认为高生物多样性的绿地更具自然美感，偏好花色多样、物种丰富的植物群落[16]，而对低生物多样性的绿地评价较低[17]。

影响生物多样性感知的因素主要包括环境因素与市民社会特征。环境因素，如物种丰富度、土地覆盖类型、色彩丰富度等[18-19]，作为感知的刺激源作用于人的感官，人类通过大脑整合以上信息，形成生物多样性的初步感知。研究发现，人作为感知过程的主体，其生态知识水平会影响感知，如教育水平较高的人能感知到更高的生物多样性[10,20-21]。因此，在环境中，人通过感官接收到环境所传达的各类特征信息，并依据主体的社会特征，如过往经验和理解自然的差异，最终整合成对生物多样性的感知。

这些研究结果能从使用者感知的角度提供城市绿地的优化策略，但目前的研究多局限于视觉感知[22]，容易与实际感知偏好产生偏差[23]，因此多感官的结合可以尽可能地缩小调研与实际感知的差距。

2.2.2 生物多样性感知对健康恢复的影响

与自然环境接触是缓解城市化导致健康问题的重要途径。总体上，感知生物多样性对健康恢

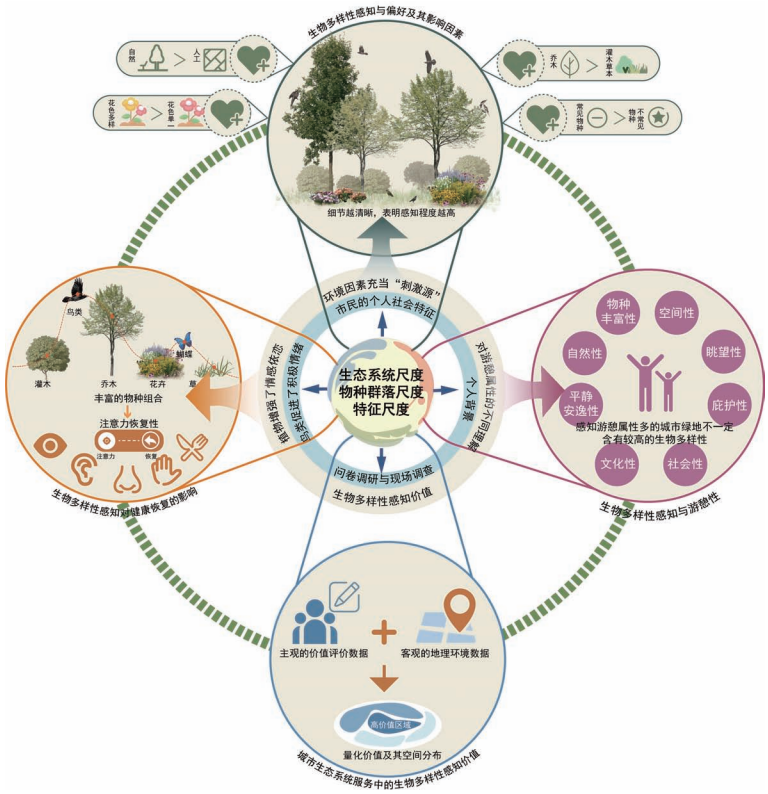


图 3　当前研究热点分析

复有积极作用，物种丰富的环境能显著提升市民的幸福感[24]：植物可以增强情感依恋和反思能力[11]，鸟类有助于促进积极情绪[25]。尽管大多数研究表明恢复效果与生物多样性感知正相关[26-27]，但也有研究认为感知和恢复效果之间的相关性并不强[28]。针对研究的不一致，有学者用 16 个植物多样性指标与市民精神复愈值进行关联研究，得出数量特征指数和性状多样性指标是影响恢复性的重要指标[29]。

个体健康包括心理健康和身体健康。现有研究主要针对心理的健康恢复，因此有必要探究市民身体健康中的行为特征与生物多样性感知的关系，以及个体行为在健康恢复中的表现等。

2.2.3　生物多样性感知与游憩性的关系

在城市绿地中同时感知到生物多样性和游憩性能更好地体现绿地的生态服务功能。市民对生物多样性的感知与游憩偏好正相关[30]。但研究发现，绿地感知游憩属性多的绿地不一定有较高的生物多样性[12]，市民更偏好接近自然、美观有序的环境，这有利于游憩行为的发生且符合人类审美。这类研究大多局限于单一时间与空间尺度，在较短时间内能收集到市民感知情况、生物多样性等信息，但忽略了各类生物的时间性变化等动态因素。

2.2.4　城市生态系统服务中的生物多样性感知价值

在城市生态系统文化服务层面，研究聚焦于整个公园或城市区域，旨在将景观生态学研究与感知、生态关怀以及城市生态福祉相结合。生物多样性感知价值是城市生态系统服务中的重要组成部分。通过深入研究人与城市生态的关系，可以将主观的价值评价数据和客观的地理环境数据结合，探索量化城市绿地空间的生态系统服务价值的方法，并识别影响其空间分布的关键因素[31]。

2.2.5　不同尺度下的城市绿色空间生物多样性感知研究

经文献分析可知，“生物多样性感知”在研究中所覆盖的城市绿色空间尺度主要有 3 类：生态系统尺度、物种群落尺度、特征尺度。在同一研究中，通常同时涵盖多个研究尺度，其中针对城市公园的研究最多（图 4）。

生态系统尺度的生物多样性感知体验研究关注环境偏好和文化服务，将生物多样性描述为自

然、生态，市民无需判断具体物种或数量，而是间接感知生物多样性给人的感受。生物群落尺度则更加强调物种组合和物种丰富度，当前研究以植物感知为主，较少涉及鸟类、昆虫等。究其原因：一是视觉是感知的主要方式，植物在生境中最能被肉眼注意到；二是植物的位置更加固定。种群特征尺度的研究通常结合前两种尺度，聚焦市民对植物高度、色彩、质感、季相等特征的感知和偏好。这些研究为市民的感知偏好及基于感知的绿色空间设计提供重要支撑。

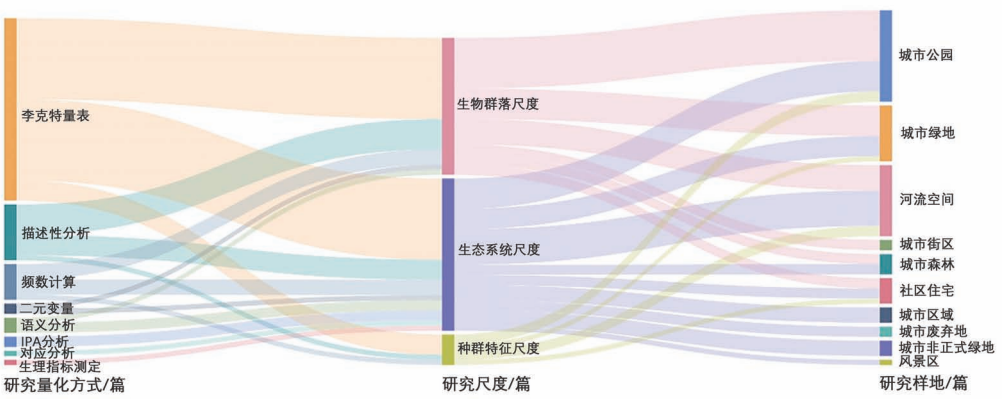


图 4 生物多样性感知尺度、研究量化方式与研究样地关系图

2.3 常用研究方法

在城市绿色空间的生物多样性感知的研究中，研究者常结合定性与定量的方法。在生物多样性感知调查前，通过实地调研记录物种数量和分布，为后续分析提供基础。在感知研究中，国内往往集中于定量研究，包括问卷调查和数据统计。国外研究更注重混合方法，将定性定量相结合，利用在线调查、移动应用程序等工具。常用研究方法可分为现场实验、控制实验、模型分析和网络数据分析 4 大类。

2.3.1 现场实验

生物多样性感知研究中，现场实验包括问卷调查、游客受雇拍照法和现场录音法。

1）问卷调查及其相关方法。这是研究城市生物多样性感知体验的常用手段，具有较强灵活性，并常与李克特量表、语义分析法和 IPA（重要性—绩效）分析相结合[32]。问卷所得的调研数据常用 SPSS 或结构方程模型探究感知与变量间的关系。

2）游客受雇拍照法。此方法包含向被调查者提供拍摄设备或软件、邀请拍摄与研究目标相关的照片、记录看法评价等，可以直观地了解其感知状况[4]，但步骤繁琐、工作量大。

3）现场录音法。此方法能够记录市民对所处环境刺激的即时反应，还能捕捉到背景噪音，使分析更加深入。此方法的劣势在于需要时间和专业知识进行转录和分析，且音频可能无法充分捕捉到多感官的体验[33]。

2.3.2 控制实验

在研究中运用控制实验进行刺激，利用人机同步等设备测定人体的各项生理指标和心理指标[34]。皮电、心率变异性、脑电与眼动分析被广泛应用于生物多样性感知的相关研究中。控制实验的优点在于可以做到精确控制变量、可重复操作、提供量化的数据评估；其局限在于实验室无法完全模拟真实环境，代表性有限。

2.3.3 模型分析

模型分析包括 ArcGIS、PPGIS 和 SolVES。ArcGIS 模型法将感知因子量化，借助地图及定量计算使研究结果合理精确，但缺少游客实地感知的真实情况。PPGIS 融合 GIS 技术和公众参与，可以有效了解市民对城市绿地的感知与评价，以及提升公众参与度[35]。SolVES 模型用于评估生态系统服务价值，涵盖美学、休闲、文化等非物质益处，为社会价值提供综合研究框架。

2.3.4 网络数据分析

运用网络爬虫等方法可以便捷、高效地获取各平台对某研究地点的评论和看法，也为感知的预测提供了良好契机[36]。在问卷基础上进行词云分析等对所收集的数据进行归类，降低了人工工

作量[37]，但网络爬取的样本可能无法涵盖全年龄段市民，代表性不足。

3　研究展望

3.1　探索生物多样性感知研究的新方向

1）气候条件对生物多样性感知的影响。现有研究多集中于同一区域，且开展实验的时间集中，忽略气候差异。但气候对生物多样性以及人类热舒适等有重要影响，因此可以利用控制实验模拟不同气候，探究其对生物多样性感知的作用。

2）人类感知与生物多样性保护的协调。当前研究侧重生态系统服务功能，较少关注感知与生物多样性保护的结合。可通过建立感知与生物多样性保护双体系，结合场地功能，因地制宜地利用空间设计以提升生物多样性感知与保护。

3）加强感知的行为特征研究。目前研究主要揭示感知生物多样性的心理效益，缺少对生理健康和行为特征的研究，未来应深入探究感知生物多样对健康行为的影响机制。

3.2　探索生物多样性感知研究的新方法

国内外的相关研究中，问卷调查是当前主要的研究方法，方法的创新成为该领域的难点。

1）综合现有方法。例如结合 PPGIS 和结构方程模型（SEM），利用 PPGIS 方法收集生物多样性的空间认知数据，利用 SEM 分析不同变量关系，弥补 PPGIS 量化不足的缺陷；同时将控制实验作为现场实验的补充，兼顾现场实验的准确性和控制实验的便捷性。

2）引入新兴技术。运用机器学习、自然语言处理及虚拟现实技术，便捷调整环境变量，探索市民感知与偏好。

3）考虑多感官的综合感知情况。现有研究多局限于视觉，应完善感知评价体系，纳入多感官综合评估，全面反映感知价值。

4）考虑时间因素。在感知过程中考虑暴露时间导致的感知效果存在上限和下限的因素。

3.3　探索生物多样性感知转化为空间设计语言新方式

1）注重跨学科合作，整合生态学、心理学、环境行为学与景观设计等领域的知识，深入探索人类感知生物多样性的机制，通过设计语言引导公众更加敏锐地感知和理解生物多样性。

2）空间功能与生态功能的结合。通过合理的植物配置策略，在不同功能定位的场地，利用空间营造的手法，将游憩功能与生态价值结合，引导公众更直观地感知生物多样性。

3）通过设计不同感官的自然元素引导人的感知体验。例如用植物的色彩和高度增强视觉效果；用鸟鸣、水流声等声景观提升听觉体验；用植物的气味和触感激发嗅觉和触觉，同时注重非自然要素的景观设计，如某些人造声（识别度高、频率变化缓慢且不刺耳）可能有助于增强感知。研究表明多感官的自然环境并不总是带来正面效果[38]。因此，未来需进一步研究自然与非自然元素的结合方式，量化其影响，有效转化为空间设计语言。

参考文献

[1] SOGA M, GASTON K J. Extinction of experience: the loss of human-nature interactions [J]. Frontiers in Ecology and the Environment, 2016, 14(2): 94-101.

[2] YANG B Y, ZHAO T Y, HU L X, et al. Greenspace and human health: an umbrella review [J]. The Innovation, 2021, 2(4): 100164.

[3] DALLIMER M, IRVINE K N, SKINNER A M J, et al. Biodiversity and the feel-good factor: understanding associations between self-reported human well-being and species richness [J]. BioScience, 2012, 62(1): 47-55.

[4] 邱玲，陈泓，高天. 融合生物多样性与景观认知评价的城市绿地规划与管理之研究综述[J]. 中国园林，2016，32(1)：92-97.

[5] 杨高原，余兆武，张金光，等. 暴露生态学视角下绿地暴露健康效益研究进展[J]. 生态学报，2024，44(14)：5914-5924.

[6] 刘滨谊. 走向景观感应：景观感知及视觉评价的传承发展[J]. 风景园林，2022，29(9)：12-17.

[7] 王甫园，王开泳，陈田，等. 城市生态空间研究进展与展望[J]. 地理科学进展，2017，36(2)：207-218.

[8] 舒心怡，沈晓萌，周昕蕾，等. 基于景观感知的自然教育环境设计策略与要素研究[J]. 风景园林，2019，26(10)：48-53.

[9] 费凡，岳邦瑞，聂静. “生态-审美冲突”视角下的景观感知研究进展与启示[J]. 中国园林，2023，39(9)：120-125.

[10] TEIXEIRA C P, FERNANDES C O, RYAN R, et al. Attitudes and preferences towards plants in urban green spaces: Implications for the design and management of Novel Urban Ecosystems [J]. Journal of Environmental Management, 2022, 314: 115103.

[11]SOUTHON G E,JORGENSEN A,DUNNETT N,et al.Perceived species-richness in urban green spaces:Cues,accuracy and well-being impacts[J].Landscape and Urban Planning,2018,172:1-10.

[12]GAO T,ZHU L,ZHANG T,et al.Is an environment with high biodiversity the most attractive for human recreation? A case study in Baoji,China[J].Sustainability,2019,11(15):4086.

[13]DOUSSARD C.Perceptions and representations of biodiversity in Lausanne, Switzerland: acknowledging the importance of residential environments[J].Urban Forestry & Urban Greening, 2023,86:128004.

[14]DOUSSARD C,DELABARRE M.Perceptions of urban green infrastructures for climate change adaptation in Lausanne, Switzerland: unveiling the role of biodiversity and planting composition[J].Climatic Change,2023,176(10):132.

[15]SCHEBELLA M F,WEBER D,SCHULTZ L,et al.In pursuit of urban sustainability: predicting public perceptions of park biodiversity using simple assessment tools [J]. International Journal of Environmental Research,2019,13(4):707-720.

[16]TOMITAKA M,UCHIHARA S,GOTO A,et al.Species richness and flower color diversity determine aesthetic preferences of natural-park and urban-park visitors for plant communities[J]. Environmental and Sustainability Indicators,2021,11:100130.

[17]GUNNARSSON B, KNEZ I, HEDBLOM M, et al. Effects of biodiversity and environment-related attitude on perception of urban green space[J].Urban Ecosystems,2017,20(1):37-49.

[18]LINDEMANN-MATTHIES P, BOSE E. How many species are there? public understanding and awareness of biodiversity in Switzerland[J].Human Ecology,2008,36(5):731-742.

[19]ISHIBASHI S,AKASAKA M,KOYANAGI T F,et al.Recognition of local flora and fauna by urban park users: Who notices which species? [J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2020, 56: 126867.

[20]BERNARDO F, LOUPA-RAMOS I, CARVALHEIRO J. Are biodiversity perception and attitudes context dependent? A comparative study using a mixed-method approach[J].Land Use Policy,2021,109:105703.

[21]BROWN J A,LARSON K L,LERMAN S B,et al.Influences of environmental and social factors on perceived bio-cultural services and disservices[J].Frontiers in Ecology and Evolution, 2020,8:569730.

[22]KHEW J Y T,YOKOHARI M,TANAKA T.Public perceptions of nature and landscape preference in Singapore [J]. Human Ecology,2014,42(6):979-988.

[23]PHILLIPS D, LINDQUIST M. Just weeds? Comparing assessed and perceived biodiversity of urban spontaneous vegetation in informal greenspaces in the context of two American legacy cities[J]. Urban Forestry & Urban Greening,2021,62:127151.

[24]SCHEBELLA M F,WEBER D,SCHULTZ L,et al.The wellbeing benefits associated with perceived and measured biodiversity in Australian urban green spaces[J].Sustainability,2019,11(3):802.

[25]CAMERON R W F,BRINDLEY P,MEARS M,et al.Where the wild things are! Do urban green spaces with greater avian biodiversity promote more positive emotions in humans? [J]. Urban Ecosystems,2020,23(2):301-317.

[26]GONÇALVES P, GRILO F, MENDES R C, et al. What's biodiversity got to do with it? Perceptions of biodiversity and restorativeness in urban parks[J].Ecology and Society,2021,26(3):art25.

[27]FISHER J C, IRVINE K N, BICKNELL J E, et al. Perceived biodiversity, sound, naturalness and safety enhance the restorative quality and wellbeing benefits of green and blue space in a neotropical city[J].Science of the Total Environment,2021, 755:143095.

[28]HOYLE H, HITCHMOUGH J, JORGENSEN A. All about the 'wow factor'? The relationships between aesthetics, restorative effect and perceived biodiversity in designed urban planting[J]. Landscape and Urban Planning,2017,164:109-123.

[29]李耀成,朱韵奇,王云才.城市绿地植物多样性对市民精神复愈的影响[J].中国城市林业,2021,19(6):28-34.

[30]梁蕙仪.基于景观认知与偏好理论的城市绿地生物多样性与游憩利用平衡关系研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2021.

[31]罗巧灵,荣佳雨,周俊方,等.游客感知视角下城市绿地空间社会价值评估与影响因素研究[J].中国园林,2024,40(2):50-56.

[32]章俊华.规划设计学中的调查分析法 16:SD 法[J].中国园林,2004,20(10):57-61.

[33]CORNEY H, NEAVE M. I can hear the birds: using audio recordings to assess perceptions of amenity in urban riparian environments[J].Urban Ecosystems,2019,22(2):235-247.

[34]周艳慧,王一凡,金荷仙.视嗅感知下校园绿地的恢复性效益研究[J].中国园林,2023,39(11):36-41.

[35]WANG Y,KOTZE D J,VIERIKKO K,et al.What makes urban greenspace unique-Relationships between citizens' perceptions on unique urban nature, biodiversity and environmental factors [J]. Urban Forestry & Urban Greening,2019,42:1-9.

[36]党辉,李晶.基于自然语言处理的城市公园生态系统文化服务感知[J].陕西师范大学学报(自然科学版),2022,50(4):92-102.

[37]MEYER-GRANDBASTIEN A, BUREL F, HELLIER E, et al. Characterization of visitors' perception of landscape heterogeneity in urban green spaces[J].Urban Science,2021,5(4):86.

[38]HEDBLOM M,GUNNARSSON B,SCHAEFER M,et al.Sounds of nature in the city:No evidence of bird song improving stress recovery [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health,2019,16(8):1390.