

DOI: 10.5846/stxb202204040857

董仁才, 吕晨璨, 翁辰, 张永霖. 景感生态学原理及应用. 生态学报, 2022, 42(10): 4236-4244.

Dong R C, Lü C C, Weng C, Zhang Y L. The principles and methods of Landsenses ecology. Acta Ecologica Sinica, 2022, 42(10): 4236-4244.

景感生态学原理及应用

董仁才^{1,2,3,*}, 吕晨璨^{1,3}, 翁辰^{2,3}, 张永霖¹

1 中国科学院生态环境研究中心 城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085

2 中国科学院城市环境研究所, 厦门 361021

3 中国科学院大学, 北京 100049

摘要:生态学是研究生物与环境之间相互关系及其作用机理的科学, 是一门与人类生存和社会发展密切相关的学科。景感生态学是能够有效搭建人与其周边环境之间相互服务和反馈的桥梁。基于生态学理论、景感营造实践和环境物联网技术, 进一步阐明景感生态学理论基础、基本概念、研究对象、研究内容、基本方法及应用, 力图完善景感生态学体系; 提出感觉多样性、组合度、互动度、易感度、刺激频度、回味度、惊喜感、距离感、重叠度、覆盖面等关键指标, 丰富了景感生态品鉴、体验与评价方法。总结景感营造(或创感模式)增强景感载体、生态基础设施在人类视觉、嗅觉、听觉、味觉、光觉、触觉和心理感知及行为体验等服务范式, 旨在提倡生态文明建设过程中充分理顺人与自然和谐共生关系, 提升生态环境质量, 实现“美丽中国”和可持续发展目标。

关键词:复合生态系统; 可持续发展; 景感生态学; 景感营造; 景感指数

The principles and methods of Landsenses ecology

DONG Rencai^{1,2,3,*}, LÜ Chencan^{1,3}, WENG Chen^{2,3}, ZHANG Yonglin¹

1 State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

2 Institute of Urban Environment, Chinese Academy of Sciences, Xiamen 361021, China

3 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract: Ecology studies the interaction and mechanism of action between organisms and the environment, and is closely related to human existence and social development. Landsenses Ecology effectively connects mutual service and feedback between human beings and their surroundings. Prof. Zhao Jingzhu defined landsenses ecology as a scientific discipline that studies land-use planning, construction, and management toward sustainable development, based on ecological principles and the analysis framework of natural elements, physical senses, psychological perceptions, socio-economic perspectives, process-risk, and associated aspects. Based on the ecology theory, the practice of landsense creation and environmental Internet of Things (IoT) technique, this paper tries to improve the landsenses ecology system by further clarifying the theoretical basis, basic concepts, research objects, research contents, basic methodology and applications of it. This paper proposes key indicators such as sensory diversity, combination degree, interaction degree, susceptibility degree, stimulus frequency, aftertaste degree, sense of surprise, sense of distance, degree of overlap and coverage, etc., which enrich the dimensions of ecological appreciation, experience and evaluation methods of landsenses. We summarize that the landsense creation (or mode of creative senses) augments the service paradigms of landsense carriers and ecological infrastructure in human vision, smell, hearing, taste, light sense, touch, psychological perception and behavioral experience, aiming at

基金项目: 中国科学院战略性先导科技专项(A类)资助(XDA23030403)

收稿日期: 2022-04-04; 采用日期: 2022-04-21

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: dongrencai@cees.ac.cn

promoting the idea that a harmonious relationship between human and nature is emphasized with ecological civilization construction, improving the quality of ecological environment, and realizing a " Beautiful China " and Sustainable Development Goals.

Key Words: complex ecosystem; sustainable development; landsenses ecology; landsense creation; landsense index

生态文明是指具有保持和改善生态系统服务,并能够为民众提供可持续福利的文明形态^[1]。美国纽约中央公园的设计者 F.L.奥姆斯特德(Frederick Law Olmsted)提出,“自然有利于人类的健康与活力——这是一个科学事实”^[2];心理学家 Stephen Kaplan 认为,自然有如睡眠,使大脑休息和恢复,因为过程不需要意识的直接关注^[3]。哈佛大学生物学家 E. O. Wilson 提出人类天生就有亲近大自然的倾向,他认为人类在自然中更舒服,因为人类是在自然中进化的,在特定野生环境下,人类就像回到家一样^[4]。伴随人类社会的发展和进步,人们对其周边生态环境品质的追求不断提升,更加注重环境质量改善带给人们精神上 and 体验上的慰藉和享受。在探索人与生态系统服务和福利问题上,景感生态学是能够有效搭建人与环境之间相互理解和响应的桥梁^[5]。景感生态学思想主张将人的感知,即视觉、嗅觉、听觉、触觉、味觉等物理感知以及心理感受纳入到生态环境研究中,以人文本,从调动人体眼、耳、鼻、舌、身、意来感知自然、品悟自然,以实现人与自然共生共荣、可持续发展^[1,5]。

景感生态学是生态学中近年来发展较快的分支之一,它参考现代生态学原理,突出中国传统生态学理念,是对中国传统文化和科学的高度概括和发扬^[6]。它以人为本研究生态学问题,尤其是针对生态系统服务对象和生态文明建设的愿景,注重人民群众的满意度、获得感和幸福感。本文阐明景感生态学理论基础,结合物联网或物灵网^[7]、景感营造实践以及相关学科对生态系统的理解过程,对景感生态学原理与方法开展初步探索。

1 景感生态学基础

1.1 景感生态学理论基础

1.1.1 复合生态系统理论

马世骏和王如松先生“社会-经济-自然复合生态系统”理论指出:生态系统是由社会、经济、自然三个子系统构成的,具有整体、协调、循环、共生的特性^[8]。这三个子系统相互依存、相互制约,并通过人为因素耦合成为复合系统^[9]。生态学实际上是人类认识和改造世界的一种自然观^[10],越来越多的生态学家将人类活动纳入到生态系统研究中,探讨生态系统动态及受人类活动的影响,探寻人类与自然和谐相处的可持续发展途径,提升人民群众生态环境获得感和满意度成为生态文明建设的重要方向。

景感生态学研究在可持续发展这个愿景(目标)下,如何对复合生态系统进行营造,使得复合系统中的人们能够产生相应的共鸣并形成相应的共同行为,进而推进和保障复合生态系统沿着可持续发展的愿景或目标不断前行。它通过人们的“需求系统”作为切入点,在社会-经济-自然复合生态系统的框架中分析和研究可持续发展^[9],围绕趋善化模拟与管理开展整体性、系统性、综合性和交叉性的研究与实践。

1.1.2 可持续发展理论

景感生态学的诞生本身就是以可持续发展为目标的,其研究的目的是在保持、改善和增加生态系统服务的同时,更加注重和强调增加与可持续发展意识和理念的生态系统服务。景感生态学愿景是:人们在享用生态系统服务的同时,能自觉地共同行动,进一步地去保持、改善和增加生态系统服务,以保障可持续发展目标的实现。因为可持续发展的实现不仅需要科学技术的“硬”支撑,更需要与之相应的文化和伦理道德等方面的“软”支撑^[9]。

景感生态学本质上以人居环境中的土地利用及景感营造为基础,以人类生存空间环境的品质提高为目

的,最终实现人与周边环境和谐共生,永续发展^[5]。国际可持续发展的现实紧迫需求和科学技术快速发展的新形势,需要尝试一些新的途径或建立一些新的框架来研究可持续发展的理论和实践问题^[9]。景感生态学研究宗旨与SDGs目标高度吻合,都瞄准保障人的基本需求,提升生态系统整体功能^[11],尤其是针对SDG11目标,都旨在创造“包容、安全、有抵御灾害能力和可持续的城市和人类住区”。可以说,景感生态学对推动落实可持续发展目标具有重要意义。

1.1.3 环境-行为关系理论

“良好生态环境是最公平的公共产品,是最普惠的民生福祉”。人们越来越关注日常环境健康问题,渴望回归自然,呼吸新鲜空气,对绿色生存环境的需求不断提高^[12]。环境-行为关系学中的唤醒理论、环境应激理论、适应水平理论和行为场景理论等都对景感生态学有直接支撑作用。环境刺激对人产生的直接效果是提高唤醒水平,无论刺激是令人愉快还是不愉快的,唤醒理论试图说明唤醒与情绪、绩效的关系。环境刺激与感觉评价的关系也正是景感营造的机理。基于环境应激理论,在景感营造中帮助环境使用者避免不必要的环境应激,有利于人的健康,有利于提高生活质量和社会稳定^[13]。行为场景理论或生态心理学把环境与行为看作是双向作用的、生态上相互依存的整体单元,遵循整体主义的指导思想,认为“生态系统(整个生物圈乃至宇宙)中一切事物都是相互联系、相互作用的,人类只是其中的一部分”^[13]。景感生态学更加强调整人与生态系统服务、需求和福利之间的相互关系,促使环境与行为关系分析直接转化为“愿景-景感-景感营造-共鸣-愿景”这一过程。

未来景感生态学需要基于环境物联网建立人体舒适性的标准,当外部环境变化时,人类舒适性能够适时改变,并对生态环境变化过程能够实时预警,形成环境与行为信息化、定量化和交互式反馈。逐步完善“以人为本”的关键感知技术,包括光、热、水、大气、土壤、磁场、放射性和地形地貌,并采用先进的信息化手段,实现对自然资源调查、生态产品普查、环境质量监测中有感官功能的数据成果进行集成、处理、表达和统一管理。

1.2 景感生态学研究范畴

1.2.1 景感生态学定义

景感生态学是指以可持续发展为目标,基于生态学的基本原理,从自然要素、物理感知、心理认知、社会经济、过程与风险等相关方面,研究土地利用规划、建设与管理的科学。近年来,又继续进行了拓展,如将构思和构筑景感的整个过程称为景感营造(landsense creation),关于景感营造理论和方法的研究称为广义景感生态学(general landsenses ecology),或简称为景感学(landsenseology)^[5]。随着研究的深入,景感生态学内涵也会进一步扩展和丰富。

1.2.2 景感生态学基本概念

结合近年来的文献和研究实践,笔者整理、汇总并规范了景感生态学的相关概念。具体包括如下方面:

(1) 景感:一种特定的场景,在一定时间、空间范围内,人们的愿景与特定载体之间所构成的相互关联和作用的整体。

(2) 载体:也称寄托体,处于特定场景内的地块、建筑物、构筑物、生物体、符号、艺术品等,也包含其时空组合等。在以视觉为核心的景观生态研究中,景感载体主要是斑块、廊道和基质;在以听觉为核心的声景生态研究中,景感的载体主要是声源、传声通道等。

(3) 愿景:生命体面向种群永续发展的一种心愿,多指人类对美好生态环境的向往和可持续发展的期待。

(4) 景感通道:愿景与载体之间感知关系传递方式。景感通道的有效性在于愿景与载体之间是否实现共鸣,环境物联网是呈现景感通道的技术。

(5) 景感尺度:载体与愿景相互依存的时空尺度,景感生态的研究尺度具有跨时空尺度的联想特征,具有遥相关(teleconnection)属性。

(6) 感知元素:蕴含在寄托体内,能够被人的各种感官所感受的物理量或精神因素,如光、热、温度、湿度、声、风等,也包括情感、意愿和愿景等。

(7) 景感营造:也称创感模式,是通过生态工程或技术手段建立和增强人对周边环境特征的主被动感受或认知的过程。

(8) 景感指数:用于评价(或品鉴)景感生态质量的指标,可以定性或量化。例如绿视率、舒适度、满意度等。

1.2.3 景感生态学研究对象

结合景感生态学思想和演化过程,笔者认为景感生态学的研究对象主要包括景感结构、景感功能、景感通道和景感营造等方面。

(1) 景感结构:载体或寄托体在时间和空间上的位置、方位、排列和组合等形式,以及为拓展景感通道而预留的时空“接口”等;

(2) 景感功能:侧重于生态系统服务的美学和文化价值,以及如何利用生态系统功能缓解压力,治愈疾病,提高舒适性、可持续性等;此外,也包括其他生物体的对周边环境的感知特性。

(3) 景感通道:通过技术手段或渠道使自然要素、物理感知、心理认知紧密联系,形成有效的沟通,以达到提高生态系统功能、增强可持续发展能力的目标。设计者在通过景感表现自己愿景的同时,也希望这一愿景引起人们的共鸣而形成共同纽带。

(4) 景感营造:通过创造载体、点缀载体、桥接愿景与载体,实现创感模式,传递景感所承载的生态信息、生态设计思路,以及实现相同景物给不同受众带来的感知差异化。

1.2.4 景感生态学研究内容

生态学实际上是人类认识和改造世界的一种自然观^[10]。景感生态学是在剖析人类与自然和谐共生的感性、理性和智性认知。截止目前,笔者认为景感生态学主要研究内容应包括如下几个方面:

(1) 如何通过景感营造释放、传递和提高生态系统服务与价值:人对生态系统的感受潜力是无限的,直接索取生态系统产品供给和支撑服务的需求是初步愿望,全方位深层次感受生态系统服务巨大潜力才是本质。景感生态学思想主要来源于土地利用规划与建设,它首先服务于土地利用规划与建设^[5],但未来更多地将服务于多维生态空间的可持续性利用。

(2) 多种感知相互交融促进功能提升机理:人作为景感营造最终的服务对象之一,具有丰富的环境感知能力,其体验结果是多种感官共同作用的结果,而且与环境受体人本身的接受能力、应激水平密切相关。随着人类对自然界认识的不断深入,人们对生态环境质量的需求越来越细腻和感性,探索精细化、多样化配置极为重要。

(3) 景感生态相生相克交织而成的协调性原理:景感营造是一个复杂的过程,无论是景感格局、景感通道、景感氛围都是多重生态组分共同作用的结果。其内部过程中存在复杂的相生相克过程,如何有效使主体的体验满意度达到最佳,则需要基于既定服务对象的评价方法与过程,结合“谜码数据”进行深入分析^[5]。

(4) 景感生态与环境物灵网技术融合:景感生态学是一门生态学与物联网技术相结合的新型交叉学科。物联网技术的发展使人们对生态系统服务的体验更加深刻,实现了生态环境价值的量化表达,景感生态信息的收集、存储、转换、放大、显示和分析需要物联网技术加以实现。景感生态系统建设和物联网建设是一个有机整体,将形成万物互联的物灵网(ZeroSpace Interconnection of Things, ZeroIoT 或 ZeroSIT)。物联网是物灵网现在的具体表现形式,物灵网将实现信息采集、传输、处理、模拟、预警、应用等的“零”间隔(ZeroSpace),是物联网未来发展的方向^[7]。

1.2.5 景感生态学与其他学科关系

景感生态学主要研究和解决与生态文明建设与区域可持续发展的相关生态学问题,因此,其首先符合“可持续生态学”这一主干学科方向特征,其学科定位在研究人与自然、人与环境的关系,并将所掌握生态系统功能知识服务于人居环境建设的“知行合一”,兼具理论生态学和应用生态学研究方向。

普遍认为景感生态学与风景园林学关系更为相近,因为中国古典园林善于利用感官感知“清风明月”与

“近水远山”,营造集视、听、嗅、触四位于一体的园林环境^[14],正如前述景感生态学继承了浓厚的中国古典哲学思想,但景感生态学孕育于现代信息技术和传感器技术,其更多研究方法在于还原、解析或定量化分析。

一些学者还认为,景感生态学与环境行为学高度相关。这里需要说明的是景感生态学属于生态学学科范畴,而环境行为学或环境心理学属于心理学范畴,两种学科方向从不同角度强调客观载体与主观愿景的相互关系;景感生态学重点研究的对象是人的感知、心理、情感、行为与城市、建筑、环境之间的关系与相互作用。景感生态学的研究理念尤其有助于提高公众对生态环境的满意度、获得感,进而有助于促进生态文明建设,实现“美丽中国”、“健康中国”和“平安中国”。

景感生态学的产生和发展还得益于物联网、人工智能等数字技术的发展。这些技术的广泛和深度应用不仅为景感生态学提供了用于多样化感知传感器,也为海量信息的处理、分析和应用提供了技术上的可能性^[6]。

2 景感营造与分析

2.1 载体与愿景共融特征

生态系统是个复杂巨系统,生态系统的复杂性来源于时间和空间的异质性和大量组分间的非线性相互作用^[15-16]。在有限的时空范围内,景感能够从多种角度为人和其他生物体受体提供多种感受,促使景感生态系统功能的最大化体现。景感组合模式及生态学过程犹如在用餐过程中演奏、播放和谐的音乐,可以优化人们的用餐环境,强化人们对食物的感官体验一样,多种环境要素相互组合搭配能够提高景感生态服务功能。

但是,人体感官所能承受的各种环境物理量的有一个最佳美学阈值,超出这个阈值,过低或过高都会产生负面作用。依据环境心理学及环境行为学的相关基础理论,只有适度的刺激量才能让身处环境中的人产生愉悦及舒适感,激发人相应的心理变化;当环境刺激量不足的情况下,就可能达不到相应的唤醒水平,从而使身处其中的人感受不到环境所带来的舒适感及满意度(或生态福利)。而当环境刺激量过载的情况下,身处其中的人由于过度的环境复杂度及过多的信息接入,而使得其感受到压力和不适。参考环境刺激与满意度理论绘制景感功能与满意度相互关系示意图(图1)。

当前,营造一个满足不同受体认知的场景,或者说如何从用户满意度视角评价景感生态系统给予人的服务功能和价值是否高效,已经成为当前生态建设与修复中的研究热点,这也正是景感生态学关于景感体验评价研究的重点。

2.2 景感营造原则

景感营造是协调景感载体与愿景的过程,景感生态学对于所研究的系统,首先要明确愿景或目标内涵,之后依据愿景对载体进行营造,营造过程与结果使得人们能够产生相应的共鸣并形成相应的共同行为,进而实现或趋向系统的愿景^[17]。宏观尺度上表现在促进土地利用规划走向人地和谐,微观尺度上面临提高人居环境的宜居、舒适和安全性。基于景感理念的生态规划是一项系统工程,需要充分应用景感生态学原理及其它相关学科的知识,以生态系统整体优化为目标,通过空间载体、景感通道配置与强化景感生态服务过程,改善人类活动与周边环境的相互作用。赵景柱等认为景感营造原则包括如下8个方面:愿景呈现的双向性、方位的顺脉性、时空组合的多尺度性、物理感知的系统性、心理认知的整体性、物理感知与心理认知的交互性、不同文化之间的差异性、营造过程的渐进性。在景感营造的实践中,应根据实际情况系统地、综合地运用这些原则^[17]。

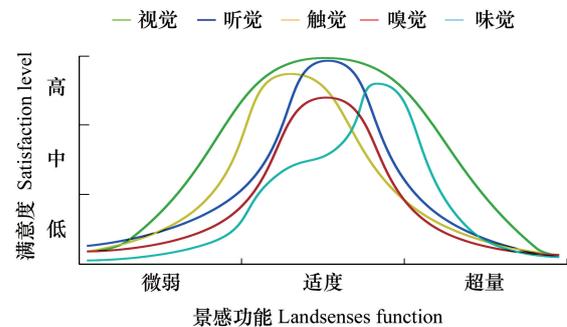


图1 景感功能与满意度相互关系示意图

Fig. 1 Schematic Diagram of the Relationship Between Landsenses Function and Satisfaction

景感营造首先强调对景感格局的优化,提高载体或寄托体的多功能特性,尽量实现“一景多感、多景一感”,提高服务人群的覆盖面。促使小品、意境、符号等景感要素的数量及其空间分布合理,使信息流、物质流与情感流相互交融,丰富生态环境要素的美学价值。同时,建立信息发布、预警、管控平台对生态环境的状态与变化数据进行可视化表达,有效“唤醒”与“创感”,也可以促进人们全方位感受景物的特点,“即时得景”。

目前,在景感生态规划的各个要素中,地形地貌可以说是最为重要的空间对象或载体。景感生态规划区的场地要充分体现天人合一或“人、建筑、自然”合一的思想。景感生态设计过程中,应强调所有构筑物、小品应能引导和激发人体生理及心理感官的积极响应,提升舒适感与生态体验。

构建景感生态园区首先需要实现游客和周边居民能在视觉、嗅觉、听觉、味觉、光觉、触觉等物理感知层面,边界、区域、路径、节点、标志等心理认知,以及交流、参与、组织、创造等行为体验等方面达到综合体验效果。要探索对复合生态系统进行营造,使得复合生态系统中的人们能够产生相应的积极的共鸣并形成相应的共同行为,进而推进和保障复合生态系统沿着可持续发展的愿景或目标不断前行。

2.3 景感指数分析

一个好的景感生态系统,首先是一个能够自我不断趋于完善的生态系统,包括具备自组织、自恢复能力;其次,是能够对外部系统提供多方面的生态系统服务功能,包括反哺给自然环境本身;最后,能够提供面向不同层次用户物理感知、心理认知及行为体验的多元化景感供给功能。景感生态学近年来发展迅速,除了给生态学带来一些新概念新理论外,也在量化研究人类感知方面不断发展,例如绿视率、满意度和声景等的研究^[18]。这需要建立先进的感知系统并量化描述景感时空格局,解析、比较和优化不同类型景感生态系统。景感生态学因其研究对象和方法的特殊性,宜采用以“品鉴”为主的评价方法。

目前,景感生态学中定性定量评价(品鉴)指标体系和方法有多种,下列指标从整体上起到准确的认识和把握作用,感觉多样性(丰度)、感知组合度、互动度、易感度、刺激频度、回味度、惊喜感、距离感、重叠度、覆盖面等,这些品鉴指标丰富了景感生态的内涵(表1)。

表1 景感指数或评价指标体系

Table 1 Landsenses Index or Evaluation Index System

序号 Serial Number	景感指数 Landsenses Index	描述 Description
1	场景基底	属于定性指标。以特定生态空间或载体为核心,被赋予特定愿景的空间氛围;不同地域的场景基底具有较大差异,但美学价值与人的情感体验遵循基本规律
2	感觉多样性	对感知主体所有的视觉、嗅觉、听觉、味觉、光觉、触觉和心理感知等多种感官有效刺激的多样化程度,也可以用丰度表示
3	感知组合度	感知主体(人群)在特定场景对视觉、嗅觉、听觉、味觉、光觉、触觉等感知元素的有效组合程度
4	景感通道	景感载体与受体之间,将愿景有效表达的传输途径,包括单通道,多通道或互动通道等
5	易感度	载体营造的愿景能被感知主体(人群)所感受的难易程度,体现景感通道的有效性、便捷性或亲和力
6	刺激频度	景感载体的布局、变化等对感知主体(人群)的感官刺激的频率,包括单位时间和单位距离内的次数
7	回味度	感知主体(人群)对景感的载体或愿景所产生的记忆或延时效应
8	获得感	感知主体从场景、载体中获得或拥有生态系统服务与福祉的自我体验
9	匹配度	感知主体、场景、载体、愿景等相互协调的程度
10	距离感	感知主体(人群)与载体之间的空间或心理距离
11	重叠度	各种生态系统服务和感知主体(人群)心理感知的组合程度
12	互动度	载体能够借助技术手段促使感知主体(人群)对景感要素的互动体验
13	覆盖面	景感生态服务所覆盖人群年龄和数量、时间、范围的程度;
14	借代性	不同景观要素或载体之间的相互借代特性
15	惊喜感	特定景观要素或载体在时空上的组合给感知主体(人群)带来的超出常规或超预期的感官感受

3 景感生态学应用

如何利用景感生态学的原理和方法来解释、指导和应对当前生态恢复、生态建设和可持续发展目标实现所存在的具体问题是景感生态学的使命担当。开展景感生态规划、建设景感生态园区、恢复受损生态空间均是景感生态应用实践的重要形式。下面通过目前较为成熟的几种景感生态学应用加以阐述。

3.1 经典景感生态园区建设

景感生态学应用的经典场景是位于我国海滨城市厦门的中国科学院城市环境研究所园区。该园区从整体基底布局到一石一木的细节,从独具特色的雨污资源综合利用系统到生态环境物联网系统,都对景感生态学的原理、方法和技术进行了充分的应用和示范。园区内低碳和零排放生产生活方式、发展定位和愿景与周边地形地貌相协调,相关建筑物、构筑物、园林小品与其园区文化内涵相统一。这种景感营造与其作为目前国际唯一的专门从事城市环境综合研究的国立研究机构匹配度、回味度、获得感等均有较强体验。

笔者采用自主研发的先进 360 度全景影像成像技术^[19],一体化地呈现该园区山、水、城等关键景感元素和景感格局场景(图 2)。这种全景影像能够系统表现人与周边环境的相互关系和作用机理,以直观可视化的方式表现出自然本底、方位特征、景感通道、植被景观、建(构)筑物、建设者愿景等景感元素特征。该园区具体详细景感指数及内涵可访问相关网页(<http://www.iue.ac.cn/>)。

3.2 绿色视野与绿视率分析

人类对于外部环境感知信息的 85% 源自于视觉感受,绿色的视野对人的健康有着显著影响。目前,我国城市发展逐步从“增量扩张”向“存量优化”转变,需要在有效利用城市有限土地的同时提高生态系统服务水平,从景感生态学的角度来说,对城市生态空间内绿化的视觉感知优化成为了亟待解决的问题。实践中,营造林荫大道、开展立体绿化等,都是增强绿视率指数、提高人居环境综合绿量的有效应用,也是当前景感营造普遍

的应用之一。城市街道绿化为行人提供着隔离噪声、减少灰尘、吸收废气、增湿降温、固碳释氧和增添美感等重要生态系统服务功能,花园式屋顶绿化能够对人的感官感知产生多样化的积极影响,桥体立体绿化的影响范围广,并且能够有效降低汽车噪音、净化汽车尾气,这些都对于居民身心健康具有重要作用^[20]。总之,利用景感营造技术指导城市绿化建设,让人民群众的满眼皆绿,时时见绿,心中增绿,才能不断提高获得感和幸福感^[12],有助于实现城市可持续发展。

绿视率这一指标用于测量人的视觉尺度下绿色植被所占视域面积的比例,将传统的地表平面测度提升到城市三维绿化空间范围,更符合人的感知模式,对森林城市、绿道建设立体空间评估具有重要意义。张永霖和董仁才等(2018)采用了海量的街景图片数据集和绿视率(GVI)量化了北京六环内街道绿化水平^[21];量化分析了北京五环内居民区附近的道路绿地,并结合房价数据,利用深度学习分析道路绿化水平对房价的影响。研究结果显示,道路绿视率水平与相邻房产价值呈正相关关系,绿视率分析为居住区视觉环境优化提供了科学依据和方法参考^[22-23]。

3.3 生态环境损害评估

上述绿视率分析是测度周边环境通道给予人的愉悦刺激,提高绿视率的景感生态应用可以理解为增强景

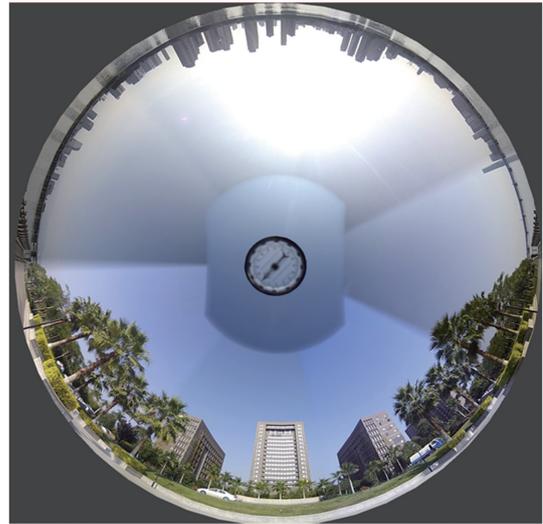


图 2 基于 360 度全景图像的城市环境场景感知

Fig.2 Urban environment scene perception based on 360-degree panoramic images

感指数。而景感生态在生态环境损害鉴定评估中的应用则是量化环境污染、生态破坏给予人的不愉悦刺激,是一种分析景感功能减弱的应用。吕晨璨等(2020)研究发现,大多生态环境损害行为都会破坏生态系统美感,使其丧失美学价值,给公众感知和环境福利造成较大冲击^[24]。例如散、乱、污、脏、差、烦、躁、闷、臭、憋、疹、呛、眩等公众投诉的表述就是一种具体体现(图3)。生态环境损害鉴定评估的过程中,基线确认、污染物溯源、损害程度和范围认定等多个环节均需要开展此类监测和访谈工作^[25]。实践中,首先在发现生态环境损害案件的线索时,要充分应用景感生态学原理,结合公众感知、舆情分析采集居民感觉信息;其次,在开展生态环境损害鉴定评估过程中,还需要充分考虑生态环境损害行为对案发区环境质量、公众愿景和心理落差等带来的价值量损失。

在制定恢复方案的环节中,也应根据生态环境损害的类型、范围和程度,明确生态环境恢复目标^[26],将被破坏的生境作为载体,在恢复生态功能的同时增加更多的景感元素^[27]。采用景感生态学的研究方法既有利于加强人们对生态系统服务的理解,提升保护生态的动力,也有利于抵制生态环境损害行为。

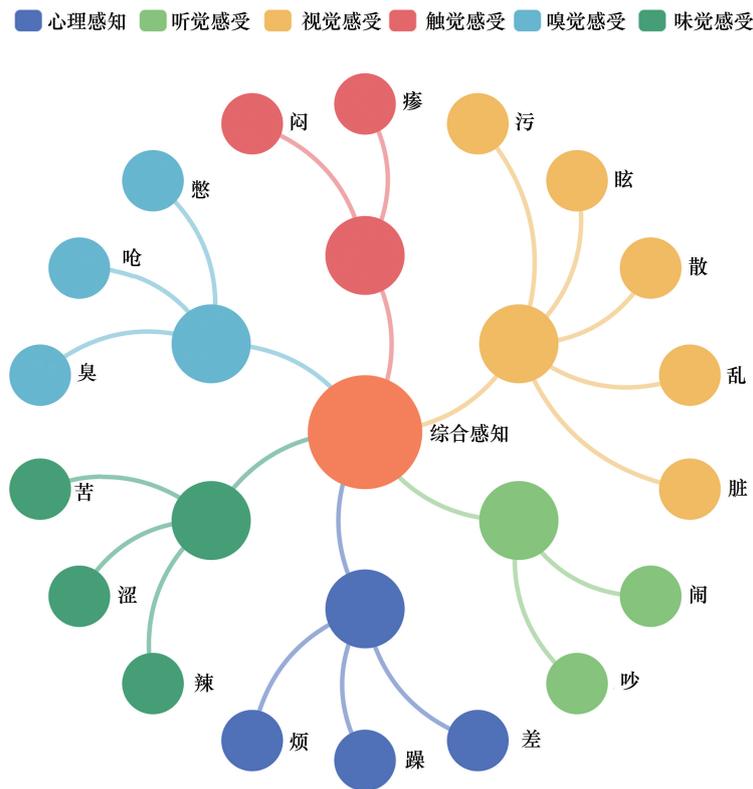


图3 生态环境损害与公众感知示意图

Fig.3 Schematic Diagram of Eco-environmental Damage and Public Perception

总之,景感生态学中的概念、理论和方法对解决实际的环境、生态和心理学问题都有很大的应用价值。景感生态学的应用未来将突出体现在以下几点:(1)在有限的空间范围内,营造多样化的景感生态体验,充分满足人民群众对生态产品的需求;(2)强调人与生态系统相知和互动的重要性,采用元宇宙理念和技术应该是一个重要应用方向;(3)增强不同受众与不同场景条件下,对同一对象的差异化分解,提高覆盖面和公平性^[28]。

4 结语

景感生态学是一门新型交叉学科,是复合生态系统理论、可持续发展目标、人对生态系统服务认知与现代信息技术耦合的产物。景感生态学的基本概念、原理和思路对解决当前人类面临的生态环境问题和提高人居

环境品质具有巨大的应用潜力。景感指数可以帮助规划建设者理解公众的感受、想法和意见,并将感知类数据融入规划过程,在不降低规划与设计的艺术性和科学性的同时,充分体现公众对于良好生态的愿景,从而为人与自然和谐共生提供支撑^[29-30]。景感营造更“接地气”,充分体现“以人为本”的安全性、健康性、舒适性和绿色发展愿景,能不断提高着人民群众对生态文明建设的获得感和满意度。

当然,目前,景感生态学在学科特点和理论体系等方面尚不完善,还存在一些误解和歧义,但正如景感营造是一个渐进过程一样,景感生态学原理和方法也终将逐步趋于成熟和“显山露水”,景感生态学必将是促进人与自然和谐相处的桥梁。

致谢:中国科学院城市环境研究所赵景柱研究员对本研究给予帮助,特此致谢。

参考文献 (References):

- [1] 赵景柱. 关于生态文明建设与评价的理论思考. 生态学报, 2013, 33(15): 4552-4555.
- [2] Stevenson E. Park maker; life of Frederick law Olmsted. London, 2018.
- [3] Kaplan S, Kaplan R. Creating a larger role for environmental psychology: the Reasonable Person Model as an integrative framework. Journal of Environmental Psychology, 2009, 29(3): 329-339.
- [4] Wilson E O. Biophilia. Harvard University Press; Harvard University Press, 2009.
- [5] Zhao J Z, Liu X, Dong R C, Shao G F. Landsenses ecology and ecological planning toward sustainable development. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 2016, 23(4): 293-297.
- [6] 唐立娜, 李竞, 邱全毅, 石龙宇, 王豪伟, 郑拴宁. 景感生态学方法与实践综述. 生态学报, 2020, 40(22): 8015-8021.
- [7] Zhao J Z, Zheng X C, Dong R C, Shao G F. The planning, construction, and management toward sustainable cities in China needs the Environmental Internet of Things. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 2013, 20(3): 195-198.
- [8] 马世骏, 王如松. 社会-经济-自然复合生态系统. 生态学报, 1984, 4(1): 1-9.
- [9] Zhao J Z, Su X D, Zhang Y L, Dong R C, Yan Y, Wang H W. Hyperfeedback: meliorization regulation mechanism towards sustainable development based on landsenses ecology. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 2021, 28(7): 588-592.
- [10] 方精云. 生态学学科体系的再构建. 大学与学科, 2021, 2(4): 61-73.
- [11] 胡正凡, 林玉莲. 环境心理学. 3 版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.
- [12] 董仁才. 让森林生态系统更好地服务人民. 中国绿色时报. 2022-04-01(02).
- [13] 李道. 环境行为学概论. 北京: 清华大学出版社, 1999.
- [14] 张学玲, 闫荣, 赵鸣. 中国古典园林中的景感生态学思想刍议. 生态学报, 2017, 37(6): 2140-2146.
- [15] 邬建国. 景观生态学: 格局、过程、尺度与等级(第二版). 北京: 高等教育出版社, 2007.
- [16] 傅伯杰. 生态系统服务与生态安全. 北京: 高等教育出版社, 2013.
- [17] Zhao J Z, Yan Y, Deng H B, Liu G H, Dai L M, Tang L N, Shi L Y, Shao G F. Remarks about landsenses ecology and ecosystem services. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 2020, 27(3): 196-201.
- [18] Han L W, Shi L Y, Yang F M, Xiang X Q, Gao L J. Method for the evaluation of residents' perceptions of their community based on landsenses ecology. Journal of Cleaner Production, 2021, DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.124048.
- [19] 董仁才, 李思远, 赵景柱, 张永霖, 付晓, 吴钢. 全景影像采集系统、基于其的测量天际线的装置和方法; CN105516584B[P]. 2019-07-05.
- [20] 汪元凤, 董仁才, 肖艳兰, 岳敏慧, 王朋, 段昌群, 刘嫦娥. 从景感生态学视角分析城市立体绿化内涵与功能——以深圳市为例. 生态学报, 2020, 40(22): 8085-8092.
- [21] Dong R C, Zhang Y L, Zhao J Z. How green are the streets within the sixth ring road of Beijing? an analysis based on tencent street view pictures and the green view index. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2018, DOI: 10.3390/ijerph15071367.
- [22] Zhang Y L, Dong R C. Impacts of street-visible greenery on housing prices: evidence from a hedonic price model and a massive street view image dataset in Beijing. ISPRS International Journal of Geo-Information, 2018, DOI: 10.3390/ijgi7030104.
- [23] Zhang Y L, Fu X, Lv C C, Li S L. The premium of public perceived greenery: a framework using multiscale GWR and deep learning. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021, DOI: 10.3390/ijerph18136809.
- [24] 吕晨璨, 张雪琦, 孙晓萌, 李善麟, 董仁才. 基于景感生态学认知的生态环境损害问题辨析. 生态学报, 2021, 41(3): 959-965.
- [25] 李欢欢, 张雪琦, 张永霖, 董仁才. 城市生态环境损害鉴定评估监测体系研究. 生态学报, 2019, 39(17): 6469-6476.
- [26] 中华人民共和国生态环境部, 国家市场监督管理总局. 生态环境损害鉴定评估技术指南 总纲和关键环节 第 1 部分: 总纲; GB/T 39791.1-2020. 北京: 中国环境科学出版社.
- [27] 孙晓萌, 吕晨璨, 张雪琦, 董仁才. 粤港澳大湾区海岸带生态修复工程中的景感生态学应用分析. 生态学报, 2020, 40(22): 8044-8052.
- [28] Bratman G N, Anderson C B, Berman M G, Cochran B, de Vries S, Flanders J, Folke C, Frumkin H, Gross J J, Hartig T, Kahn P H Jr, Kuo M, Lawler J J, Levin P S, Lindahl T, Meyer-Lindenberg A, Mitchell R, Ouyang Z Y, Roe J, Scarlett L, Smith J R, van den Bosch M, Wheeler B W, White M P, Zheng H, Daily G C. Nature and mental health: an ecosystem service perspective. Science Advances, 2019, DOI: 10.1126/sciadv.aax0903.
- [29] 邓红兵, 邱莎, 郑曦曦, 沈园. 景感评价方法研究. 生态学报, 2020, 40(22): 8022-8027.
- [30] 石龙宇, 赵会兵, 郑拴宁, 于天舒, 董仁才. 城乡交错带景感生态规划的基本思路与实现. 生态学报, 2017, 37(6): 2126-2133.