

DOI: 10.5846/stxb202003250681

荣月静, 严岩, 赵春黎, 朱捷缘, 郑天晨, 王辰星, 卢慧婷, 章文. 基于生态系统服务供需的景感尺度特征分析和应用. 生态学报, 2020, 40(22): 8034-8043.

Rong Y J, Yan Y, Zhao C L, Zhu J Y, Zheng T C, Wang C X, Lu H T, Zhang W. Multi-Scale Characteristics of landsenses ecology and its application based on supply and demand of ecosystem services. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(22): 8034-8043.

基于生态系统服务供需的景感尺度特征分析和应用

荣月静^{1,2}, 严岩^{1,*}, 赵春黎¹, 朱捷缘^{1,3}, 郑天晨^{1,2}, 王辰星¹, 卢慧婷^{1,2}, 章文^{1,4}

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 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049

3 中国科学院城市环境研究所, 城市环境与健康重点实验室, 厦门 361021

4 武汉理工大学资源环境工程学院, 武汉 430070

摘要: 自然生态系统与人类感知的交互作用是景感生态学关注的焦点, 与生态系统服务的供需紧密关联。生态系统、生态过程、生态系统服务以及人的需求均具有一定的时空尺度特征, 因此, 由这些过程产生的“景感”也具有时空尺度特征, 并依赖于这个过程的尺度特征相互作用。梳理生态系统服务供需关系与景感营造规划的尺度特征, 探索二者相互联系, 进而提出基于景感生态学理论, 通过景感营造实现生态系统服务供需平衡的多尺度实现路径。从空间维度, 体现从“社区-城市-流域-区域”的多尺度景感规划框架, 从应用维度, 体现从生态系统服务需求探索-关键指标体系识别-多源数据感知-景感营造与规划设计的具体流程。通过多尺度的联合景感营造, 调整自然供给水平与人类不同尺度的生态系统服务需求以期达到平衡, 从而实现人类生存环境福利与居民福祉提升的目标。在此基础上, 结合雄安新区规划建设实例, 从多尺度景感营造的角度为城市绿色生态建设与可持续发展提出优化建议。主要结论: (1) 基于“社区-城市-流域-区域”的多尺度景感分析框架, 将景感要素与生态系统服务供需思想融入城市规划, 在不同尺度上趋善优化, 对于实现可持续发展城市规划和管理具有重要指示意义; (2) 雄安新区规划设计需更系统和细致地考虑人类感知需求, 通过多尺度景感营造设计, 共同实现雄安新区的可持续发展与人居环境提升。其中, 在社区尺度, 需重点关注社区植被配置和居民的休闲游憩; 在新区尺度重点关注绿地系统网络构建; 在大清河流域尺度重点关注河流健康与水文调节; 在京津冀区域尺度需注重山体通风廊道与生态屏障的构建与优化。

关键词: 景感生态学; 生态系统服务; 供需关系; 多尺度; 雄安新区

Multi-scale characteristics of landsenses ecology and its application based on supply and demand of ecosystem services

RONG Yuejing^{1,2}, YAN Yan^{1,*}, ZHAO Chunli¹, ZHU Jieyuan^{1,3}, ZHENG Tianchen^{1,2}, WANG Chenxing¹, LU Huiting^{1,2}, ZHANG Wen^{1,4}

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

2 College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

3 Key Laboratory of Urban Environment and Health, Institute of Urban Environment, Chinese Academy of Sciences, Xiamen 361021, China

4 College of Resources and Environmental Engineering Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China

Abstract: The interaction between natural ecosystem and human perception has always been the focus of landsenses ecology, which is closely related to ecosystem services supply and demand. The multi spatio-temporal scale features of "landsenses" is contributed by the scale features of the elements of ecosystem, ecological process, ecosystem services and human needs. From the perspective of landsenses ecology, we discuss and put forward a multi-scale landsenses analysis

基金项目: 国家自然科学基金 (71673268); 国家重点研发计划项目 (2018YFC0506905)

收稿日期: 2020-03-25; 修订日期: 2020-08-13

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yyan@rcees.ac.cn

framework of "community-city-basin-region". Based on the supply and demand process of ecosystem services, the application framework include four aspects of ecosystem service demand exploration, indicator system identification, multi-source code data establishment, and landsenses atmosphere creation and designing. By multi-scale integrated landsenses designing, ecosystem service supply and demand reach a dynamic stability state which is able to improve the environmental quality and human well-being. On this basis, combined with the example of xiong'an new area, we put forward some optimization suggestions for urban green ecological construction and sustainable development from the perspective of multi-scale landsenses. The conclusions are as follows: (1) Based on the multi-scale landsenses analysis framework of "community-city-basin-region", integrating landsenses elements and ecosystem services into urban planning, The optimization of landscape perception elements on different scales is of great significance to the sustainable development of urban planning and management. (2) It is necessary to take human perception into account in Xiong'an new area urban planning, and through multi-scale landsenses designing, improvement of living environment and city sustainable development of Xiongan New Area can be realized.. Among them, at the community scale, we need to focus on the leisure and recreation of community residents; at the city scale, we need to focus on the green space system network; at the basin scale, we need to focus on river health and hydrological regulation; at the regional scale, we need to pay attention to the construction and optimization of mountain ventilation corridor and ecological barrier.

Key Words: landsenses ecology; ecosystem services; supply and demand; multi-scale; xiong'an new area

快速城市化使城市经济繁荣发展,但往往以破坏原有森林、湿地、耕地为代价,严重影响自然生态环境,加之人类对自然资源、能源的不合理利用,造成城市水土流失、土地沙化、地质灾害等生态风险以及人居环境恶化、资源紧缺等城市安全问题^[1]。随着生态文明建设的推进,当前土地城市化的进程有所减慢,但人类对于自然界生态系统服务需求逐步增加,对区域与城市可持续发展提出更新更高的要求^[2-3]。《2030 年可持续发展议程》提出要建设包容、安全、有抵御灾害能力和可持续的城市和人类住区的目标,包括保护、养护、恢复和促进城市和人类住区内的生态系统、水、自然生境和生物多样性,最大限度地减少它们对环境的影响,并转向可持续的消费和生产模式^[4]。因此,在实现城市可持续发展的大背景下,如何能够更合理分配空间、如何更人性化地进行城市景观设计,从而实现城镇化与自然环境协调发展,提高人类福祉的满意度,已成为当下城镇化发展过程中亟待解决的关键问题。

20 世纪 90 年代,我国学者将生态系统服务概念、内涵和价值引入国内,并提出生态系统服务与可持续发展具有联系^[5-6]。近些年,生态系统服务被认为是从自然生态系统流向人类社会系统的动态过程^[7],人类感知系统通过生态系统服务需求进行表征,“景感生态学”的理念应运而生。景感生态学强调在规划中需要考虑人类所处的自然环境以及人类的物理、心理感知等方面,通过景感营造分目标、分尺度配置土地利用格局,从而提升人类感知体验满意度与实现可持续发展的目标^[8-9]。当前针对景感规划的研究,以视觉为主导或偏好^[10-12],包括嗅觉、听觉、触觉、味觉这五感^[13-14]以及心理感知^[15],在城市建筑设计、公园配置、社区配置等方面应用广泛^[16-20]。

由于在不同尺度人类感知下的生态系统服务需求不同,因此不同尺度的景观营造手段也相应不同。本文通过梳理生态系统服务供需与景感营造的尺度特征,探索从生态系统服务需求、关键指标体系、谜码数据获取分析到景感营造设计的多尺度景感营造框架。鉴于雄安新区是我国党中央作出的重大历史性战略决策^[21],其在快速城市化过程中,需要实现绿色生态、智慧与为居民提供优质生态系统服务为目标,是城市实现可持续发展的范例,本文以雄安新区为例,结合人类的感知,从社区、城市、流域、区域不同尺度的生态系统服务需求进行出发,充分挖掘区域定位、社会经济发展现状、生态环境基础以及区域内居民福祉与感官要求,综合权衡利益相关者的要求以及区域一体化发展愿景、地方政府意愿、区域内经济发展愿景,探索雄安新区多尺度景观营造手段与联合路径,从而为未来雄安新区以及面向可持续发展的绿色生态城市规划提供科学的指导。

1 生态系统服务供需与景感营造尺度特征研究进展

1.1 生态系统服务供需尺度特征

生态系统服务是基于特定的生态系统结构、过程和功能产生的^[21-23],不同尺度的生态系统服务对不同尺度上的利益相关方来说具有不同的重要性,且涉及到不同尺度的生态过程^[24-25]。目前国内外学者不同生态系统类型(森林、草地、湿地等)、流域、区域、国家的生态系统服务进行研究^[26-29],但多数对生态系统服务供需研究的尺度多为单一尺度,研究的时间尺度多静态的快照式研究,忽视了生态系统服务供需的动态性和尺度效应。近些年,在评估和测度生态系统服务,生态系统服务研究逐渐从供需关系角度,通过合理分配土地利用要素,驱动生态系统服务多尺度流动^[30-32],来提升生态系统服务供给水平,从而缓解生态系统服务供需矛盾、实现不同尺度可持续发展。同时有研究表明不同尺度的生态系统服务并非独立存在,而是彼此联系、互相影响^[33],城市尺度的生态系统服务不仅是关于城市生态系统服务供给,同时来源于所在流域、所在区域的生态系统服务供给能力,在各个空间尺度上人类的需求和服务供给是互动的过程,人类不同尺度生态系统服务需求,会向政府和市场主体提出相应的诉求,从而引导政府为满足相应需求而采取措施提供相应的生态系统服务措施。综上,生态系统服务是联系人与自然、理解人地关系的桥梁,基于生态系统服务供需关系研究,从不同尺度上提升生态系统服务产生—传递—利用过程的完整性和持续性,是实现区域可持续发展的重要途径。

1.2 多尺度景感营造与规划研究进展

广义的景感生态学研究景感营造理论和方法,为促进和保障可持续发展的实现提出了新的思路 and 方向。随着人类文明的进步以及人们认知、观念和需求不断发生变化和扩展,规划的时空尺度不断扩大,人类初始阶段根据自身改善生活和增加生产的目的,首先规划自身居住的社区,逐渐地,在城市、流域、区域甚至全球等不同尺度进行规划^[34-36]。由于人类在不同尺度的感知需求不同,因而不同尺度景感营造与规划存在差异化。如:(1)在区域尺度,人们更加关注风景的秀美、风沙的治理、空气质量等对人类视觉、嗅觉、味觉造成美感或危害而产生的需求,因而会向政府提出相应的诉求,政府制定政策通过建设自然保护区、风景名胜区、风沙源治理工程^[37-38]、山水林田湖草工程^[39]、空气质量提升措施^[40]来提升人们对于区域环境问题的满意度,也能够提升人类对于区域的整体印象。(2)在流域尺度,流域水资源、河流水质、河流水生态是生活在周边与下游的居民切身所能感受到的重要指标^[41],河流的美感、水流声音、水质、气味、流量等^[42]均会通过视觉、听觉、味觉、嗅觉、触觉以及心理感知使人们产生景感需求,决策者通过流域水土保持治理^[43-44]、水生态治理^[45-46]、水环境整治^[47]、河段河岸的修复^[48],来保障流域的水生态安全与提升流域层面人类的福祉。(3)在城市尺度,公园或社区内部树、灌木和草坪,水体,雕塑等景观的塑造,以及土地利用规划,无不是结合游憩体检和人的需求层次,探求一种能充分接近自然的结构,达到人类“赏心悦目”的目标。近几年通过街景图像,记录城市动态、现象和变化规律来表征城市视觉空间,通过绿视率探讨城市居民城市视觉空间的偏好和选择^[49-52],城市绿地^[53]、城市公园^[54-55]、城市生态基础设施^[56]作为城市自然景观的重要组成部分,在营造城市休闲空间^[57,58]、维系城市生态平衡、提升城市品味与形象等方面具有重要作用。(4)在社区尺度,基于居民日常休闲、游憩、居住的五感与心理感知的需求,合理地进行绿色生态社区规划^[59-60],对居住区外部空间通过景感规划^[61],合理搭配和配置空间与景感要素,能够满足不同年龄、不同类型居民的需求,极大提升社区居民福祉^[62]。综上,不同尺度居民的物理感知和心理感知在发生的变化,感知系统呈现显著的尺度效应,只有在不同尺度基于感知系统,合理与精准的进行景感规划与营造,才能精准满足自然生态系统与人类社会经济系统的供需平衡,才能在可持续管理中发挥重要的作用。

2 基于生态系统服务供需的多尺度景感营造

2.1 多尺度景感营造与规划框架

生态系统服务供需与景感营造在空间上均具有尺度效应,在多尺度景感营造过程中,充分考虑生态系统

服务供需平衡的理念与目标,综合考虑多尺度供给、调节、支持和休闲等生态系统服务,将人们在不同时间、不同地点的感知和认知融入同一景感中,将能够有效地实现自然-社会经济的协同发展和人类福祉的提升。通过生态系统服务供需与景观营造规划的尺度特征分析,结合政策导向与民众需求,不同空间所涉及评价指标体系具有明显差异性。本文基于自然-社会经济复合系统的理论^[6]与景感规划^[8]的思路,增加多尺度综合协调,从而构建基于生态系统服务供需关系的多尺度景感营造与规划框架(图1)。框架纵向体现从区域—流域—城市—社区尺度具体细化,横向体现从生态系统服务需求探索-关键指标体系构建-多源感知数据获取-景感营造与规划设计的具体流程,以此来实现不同尺度逐步优化景观格局结构,调整自然供给水平与人类生态系统服务需求的平衡,达到可持续发展的愿景。值得注意的是依据景感规划达到最终可持续发展的目标,不是一个一蹴而就的过程,而是一个修复-改善-提升的过程。依据社区-城市-流域-区域的多尺度规划,能够全面地实现城市居民不同尺度生态系统服务需求,通过趋善型模型,关注每个尺度居民利益和需求的变化,将约束和目标交织在一起,通过关键生态过程调整逐步改善规划方案以达到生态系统服务供需的平衡,从而实现可持续发展。

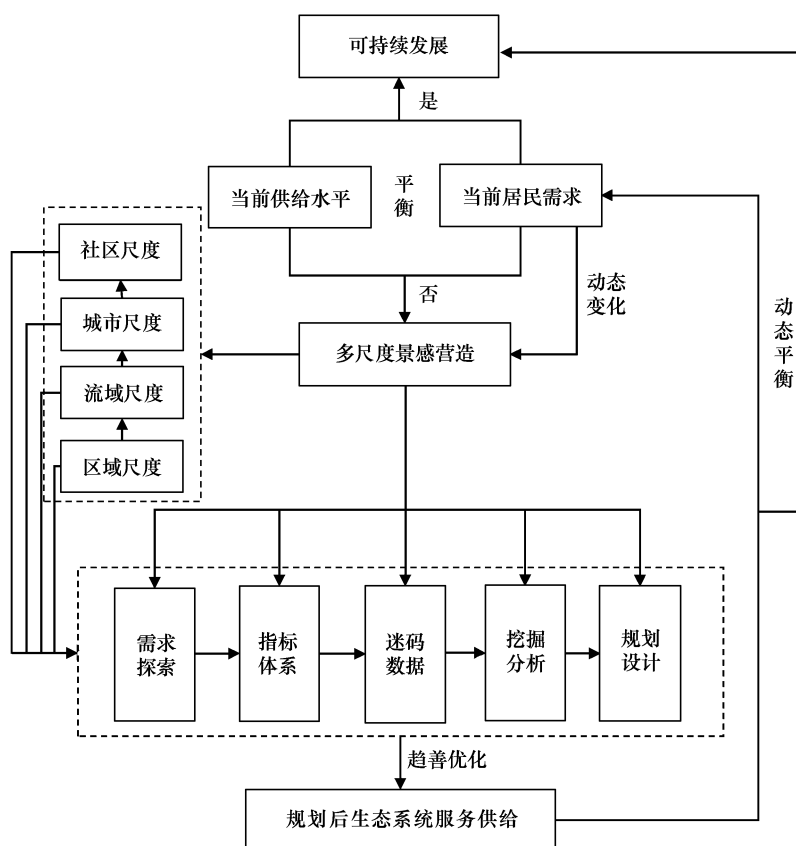


图1 基于生态系统服务供需的多尺度景感营造与规划框架

Fig.1 Multi-scale landscapes construction and planning framework based on supply and demand of ecosystem services

2.2 多尺度景感营造应用过程

多尺度景感营造应用过程涵盖生态系统服务需求、关键指标体系、谜码数据获取与挖掘分析、景感营造与规划4个重要的流程。由于不同尺度人类感知需求不同,造成生态系统服务供需不同,依据不同尺度生态系统服务供需的差异性,构建相应尺度的景感指标体系,对所对应的谜码数据进行深度挖掘与评估,剖析不同尺度造成生态系统服务供需不平衡问题,并进行回溯探索成因,通过多尺度因地制宜的景感营造,提升生态系统服务能力以满足多尺度的相关政府、企业与居民利益;另一方面,通过约束相关利益者的行为,减少对自然界生态系统功能的削弱以达到生态系统服务供需平衡的目的。具体景感营造的尺度特征分析见图2。

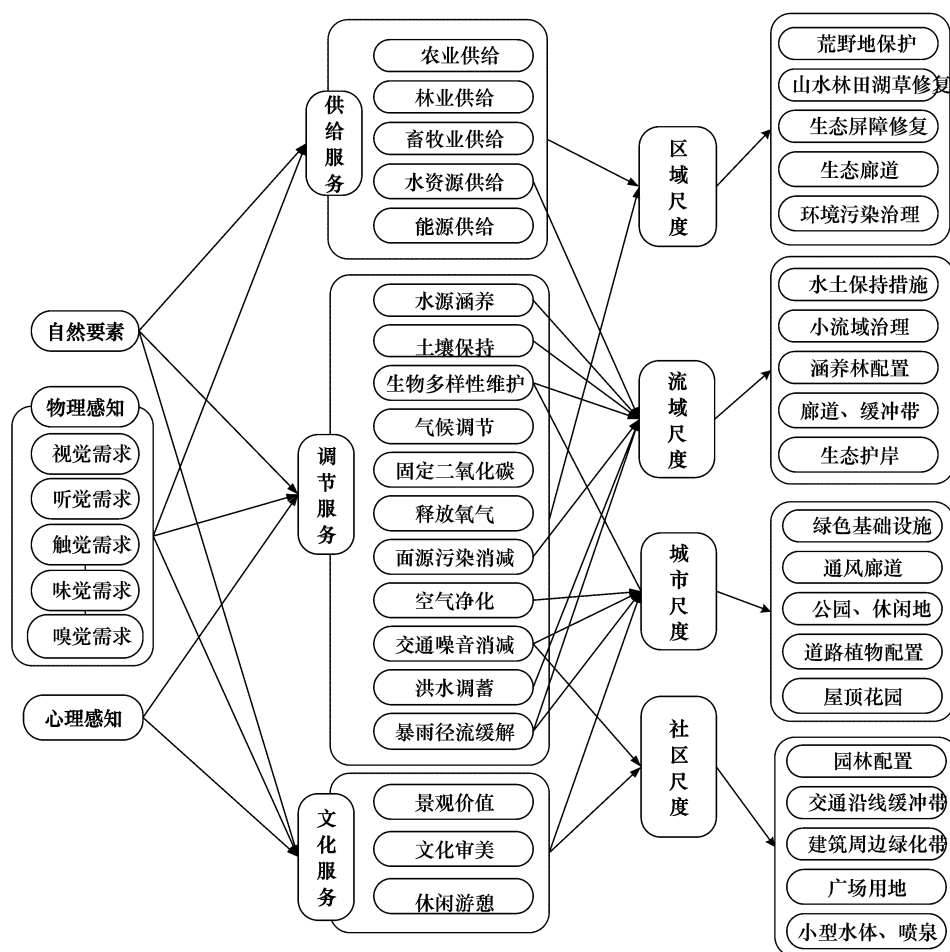


图2 基于生态系统服务供需的景感营造尺度特征

Fig.2 The scale characteristics of landscape elements and ecosystem services

(1) 人类感知下的生态系统服务需求

景感生态以生态学原理为基础,考虑自然元素、物理感知、心理感知、社会经济视角、过程风险等相关要素。自然元素包括光、温度、水、土壤、地磁、地形地貌等。视觉、嗅觉、听觉、味觉、光和触感(如风速、风向、温度、湿度等)都属于物理感知;心理感知包括宗教、文化、视觉、隐喻、安全、社区关系、幸福感等要素。由于景感要素结合人的物理心理需求受到个人的影响较大,基于不同尺度相关部门、企业、居民相关利益者需求的差异性,将景感营造需要考虑的自然要素、人类物理感知、心理感知等的需求与生态系统供给、调节与文化服务相联系,能够将景感要素的思考转移到生态系统服务需求上。

(2) 多尺度指标体系构建

基于多尺度人类生态系统服务功能需求,构建多尺度下景感营造的生态系统服务指标体系。在区域尺度,相关利益者更加关注供给和调节型生态系统服务;流域尺度关注水资源供给、水环境质量、水源涵养、面源污染、洪水调蓄等生态系统服务;城市尺度关注空气净化、生物多样性、交通噪音削减、休闲游憩、文化审美等需求;社区尺度需要满足社区内部区域休闲游憩需求、降尘减噪需求、文化审美功能等。

(3) 谜码数据获取与分析

景感分析与应用考虑对景感相关的自然要素、物理感知、心理感知相关动态过程进行长期、实时和现场的观察,城市规划者和设计者需要从蓬勃发展的城市中得到更多的“混合型数据”或称之为“谜码数据”,包括实验、观测、监测、推演、遥感解译、统计、经验、替代、问卷调查和心理数据等^[8],在智慧城市的建设中,物联网通

过城市的基础设施对谜码数据进行高效监测,然后将信息实时传输到后端海量存储系统,通过进一步数据挖掘分析,为后续的景感营造规划提供技术支撑。

(4) 多尺度景感营造规划

基于生态系统服务供需的尺度特征,相应地景感营造呈现相同的尺度效应,且通过不同尺度下差异化的景感营造,从而实现满足区域与个体全面的可持续发展。区域尺度层面的景感营造以重要生态系统、生态过渡带、生态廊道为依托,施行山水林田湖草一体化生态保护修复来提升区域生态系统服务能力;流域尺度依据水文调节和河流健康的需求,施行流域水土保持措施、水环境治理、水源涵养林的种植、河流生态廊道修复、河岸带修复等,以及构建河滨资源、湿地景观,来提升流域尺度水质净化、水资源供给等生态系统服务需求;城市尺度,可通过建设城市绿色基础设施、优化植物配置、生态通风廊道、城市森林、农田、雨水花园、雨水湿塘、渗透沟渠、可渗透铺装、城市公园、休闲地、街心绿地、小型水体和溪流、喷泉、屋顶花园、交通绿化带,满足城市中人类对于城市尺度景观绿化、污染净化与生态休闲等方面的生态需求。社区尺度,可通过社区园林配置、社区生态走廊、营造绿色缓冲区、交通沿线绿化带等进行景感营造,满足社区小尺度对景观价值、文化审美、休闲游憩与消减交通噪音的需求。

3 雄安新区多尺度景感生态规划框架

雄安新区推动京津冀一体化协调发展与新区绿色生态的战略目标的实现,可雄安新区作为推动京津冀一体化协同发展我国党中央作出的重大历史性战略决策,承接北京非首都功能疏解初心,建设绿色生态宜居新城是雄安新区的目标。《河北雄安新区规划纲要》提出将淀水林田湖草生态空间作为一个生态共同体进行统一保护、统一修复。通过政策的解读与科学的梳理,通过统筹资源要素,协调空间布局,完善基础设施,营造良好环境。依托自然生态现状,立足区域资源条件,统筹森林、水系、湿地、草地等生态要素,协调人类对周边环境的感知,通过借助载体、改造载体和新建载体的景感营造方式提高生态系统服务。因此,基于生态系统服务供需的多尺度景感框架指导下,构建雄安新区社区-新区-大清河流域-京津冀区域多尺度景感规划设计,能够全面地将生态系统服务、社会经济、政策导向、居民福祉联系在一起,更加系统实现区域与城市环境质量与人类生活福祉的提升(图3)。

3.1 社区尺度

起步区社区营造需充分考虑社区居民日常休闲、游憩、居住的五感与心理感知的需求,更好地结合当地自然资源,注重生态性原则,对居住区外部空间通过景感规划,满足不同年龄、不同类型居民的需求,极大提升社区居民福祉^[62]。如(1)尽量少做硬地铺装设计,以植物绿化为主,植物优选乡土树种,采用自然式与规则式配置相结合,利用不同的植物群落配置,形成景观,追求建筑、植物和设施等的和谐一致^[63]。(2)通过社区内部宅旁绿地的设计具备隔音减噪的作用,又可以增加氧气供给、固氮和其他生态功能。(3)社区附近营造曲线绿化带和环形绿化带,减少来自交通干道的噪音污染,通过交通沿线绿化带形成林网,使社区被森林所包围,有效保护居住区减少夏季和冬季大风的损害。(4)社区内部修建生态走廊可以让人产生生理和心理上两种满足感,既可降低热岛感觉,又提高绿地可达性。(5)社区内部广场用地用于满足村民日常的休闲、娱乐、健身、互动、游戏等活动。(6)通过建筑物色彩和自然声音营造使人有贴近自然过程和贴近生活的感觉。

3.2 雄安新区尺度

雄安新区快速城市化区域,景感营造中应充分考虑城市生态环境质量提升、生态休闲、径流缓解、降尘减噪、文化审美需求,将景观和新区淀水林田湖自然结合,充分利用地形,开辟视线走廊,借自然风光,尽可能地增加绿化质量^[64]与水体清澈,能够提高游憩体验品质^[65]。如(1)尽量保留河道两侧现有植被,补种当地乡土树种,合理搭配乔灌木,营造多样的植物群落结构,提高景观多样性。(2)对天然的河道、林地等廊道重点保护,以及通过人工干预手段,增加城市内河湖滨绿带、道路附属绿地、带状公园、防护林等,构建天然生态廊道与河流沿岸缓冲区,有效提升生境质量、抗击自然灾害与减缓环境污染。(3)通过白洋淀沿岸林地、湿地构建

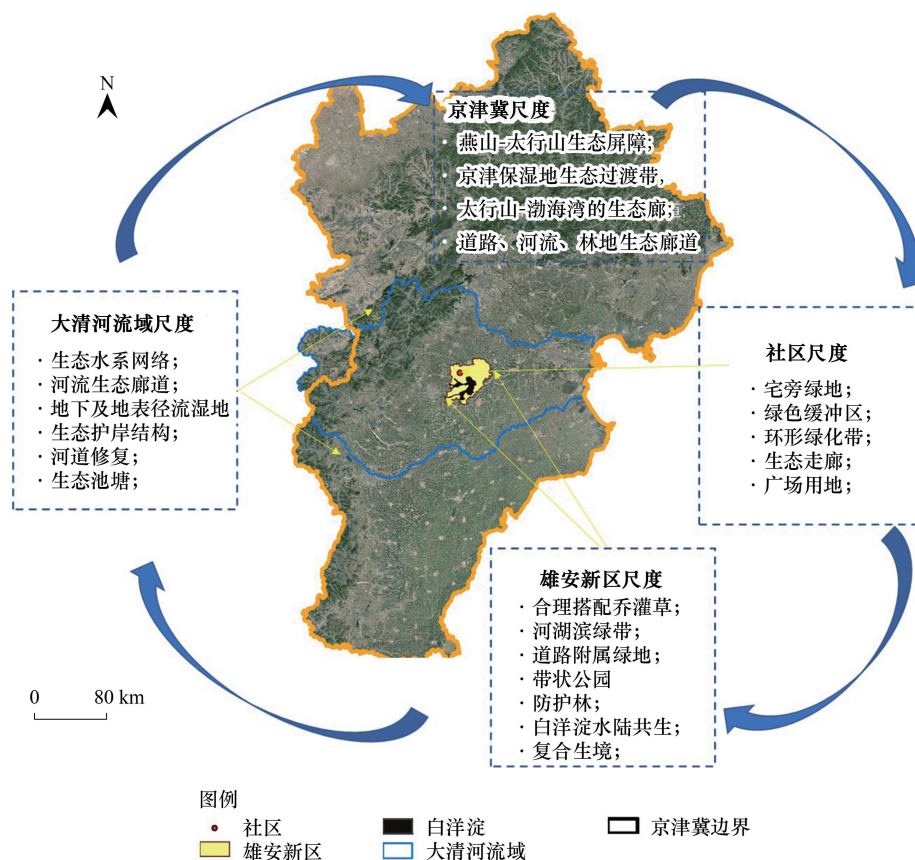


图3 社区-城市-流域-区域”尺度联合景观营造与规划

Fig.3 “Community-city-basin-region” scale joint landscape construction and planning

水陆共生的复合生境,营造生物栖息地;(4)结合新区规划高铁、高速等交通干线,建造生物涵洞,提高生态系统连通性,降低对生态系统的干扰。(5)需要注重海绵城市建设,城市生态基础设施通过流量控制、洼地调蓄、滞留、过滤和渗透等过程,处理水污染物及减少地表径流量,可维持和改善生态系统的水量调节以及水质净化服务。

3.3 大清河流域尺度

大清河流域尺度,为满足流域水资源、河流水质、河流水生态是生活在周边与下游的居民切身所能感受到的指标需求,从提升水生态观感与触感、消除水体异味、保障水生态安全与提升生存环境质量几个方面进行景观营造。(1)通过涵盖拒马河、潞龙河、唐河、府河、瀑河、漕河、清水河的全流域贯通的生态水系网络建设,通过改善水质、修复河滨资源、湿地景观,保障流域内居民的水生态观感及触感等的生态福利,同时起到净化水质、消除水体异味的作用。(2)考虑地形因素和水文特征,大清河流域河岸带修复需要重点修复河流生态廊道,将河道及其周围环境的自然特征与河道沿线的景观融为一体。(3)流域内湿地规划通过地下及地表径流湿地和生态池塘的景观来提升水环境功能。(4)在不同生态功能分区运用不同护岸模式合理植被配置,通过植物生态配置,丰富群落层次结构,优化群落生态功能,增强流域内生态系统稳定性。

3.4 京津冀区域尺度

京津冀平原区,城镇或城市集中,人口密集,为满足区域人们对于风景秀美、空气质量、减少风沙天气等的需求,从提升净化空气、防风固沙、调节气温、修复生态廊道等途径进行景观营造。如(1)京津冀境内太行山东麓与燕山南坡的夏季风迎风坡上,降水量充沛,植被生长茂密,自然生态环境良好,是净化空气和固碳释氧等服务的供应地;太行山区西北坡和燕山山区北坡是冬季风迎风坡,与冬季西北风或北风风向垂直,能够阻挡

北来的寒潮,降低南下的冷空气或大风风速,通过太行山与燕山被自然保护与修复,提升防风固沙或调节气温等服务。(2)通过区域整体实施山水林田湖草生态修复工程,保护区域自然生态系统和生物多样性,保障雄安新区生态系统健康、大气环境与水环境的安全。(3)通过强化燕山—太行山生态安全屏障、京津保湿地生态过渡带建设,以及区域内河流生态廊道、林地生态廊道的构建,改善生态斑块之间的联系,减弱区域内城市基础设施的生态屏障效应。

4 结论与建议

生态系统服务是人类感知需求与自然生态系统进行物质与能量交流的重要桥梁,且生态系统供需匹配度能够很好地体现人类社会系统对自然生态系统的反馈。多尺度的景感规划是规划者依据人类对生态系统服务需求的愿景,针对多尺度的自然环境进行改造进而满足人类的需求,并且在这种愿景下,人类同时需要规范自身的行为,从而达到“人与自然环境”和谐统一。通过社区-城市-流域-区域多尺度的共同联合景感营造下,逐步逐层优化,区域、流域尺度优化福祉逐渐渗透到城市和社区尺度,城市和社区尺度福祉逐渐辐射到区域和流域尺度,从而共同实现人类生存和精神需求满足,保障区域-流域-城市-社区生态安全,提升人类福祉。

多尺度景感规划之间具有强烈的相关性,但小尺度的规划不能直接延续到大尺度,大尺度的规划同样不能在小尺度上落地,每个尺度又具有独立性,因此需要从不同尺度上进行联合景感营造,才能最终实现城市可持续发展。在此基础上,我们提出指导不同尺度景感营造与规划实现目标的原则。首先,不同尺度规划方案要分别考虑相应尺度下自然和人类需求。其次,规划区域内景感营造要素要考虑与人类感知下的生态系统服务权衡协同相关联,以及规划设计是否满足可持续发展理念。第三,规划必须考虑人们未来需求的扩展,如对环境的物理感知和心理感知。第四,在不同尺度下,应确定相应的主导功能定位,使生态系统服务最大化。第五,加强不同尺度的关联性,通过不同尺度规划设计的联合,共同实现人类福祉满足、改善和提升。

参考文献 (References):

- [1] Daily G C. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington: Island Press, 1997.
- [2] 张军泽, 王帅, 赵文武, 刘焱序, 傅伯杰. 可持续发展目标关系研究进展. *生态学报*, 2019, 39(22): 8327-8337.
- [3] Reid W V, Mooney H A. *生态系统与人类福祉: 评估框架*. 张永民, 译, 北京: 中国环境科学出版社, 2006.
- [4] Sustainable Development Goals, Goal 11: make cities inclusive, safe, resilient and sustainable. (2016). <https://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/>.
- [5] 欧阳志云, 王如松, 赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值评价. *应用生态学报*, 1999, 10(5): 635-640.
- [6] 欧阳志云, 王如松. *生态系统服务功能与可持续发展, 社会-经济-自然复合生态系统可持续发展研究*. 北京: 中国环境科学出版社, 1999.
- [7] 严岩, 朱捷缘, 吴钢, 詹云军. 生态系统服务需求、供给和消费研究进展. *生态学报*, 2017, 37(8): 2489-2496.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] Ebenberger M, Arnberger A. Exploring visual preferences for structural attributes of urban forest stands for restoration and heat relief. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2019, 41: 272-282.
- [11] Shao J, Qiu Q, Qian Y, Tang L. Optimal visual perception in land-use planning and design based on landsenses ecology. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 2020, 27(3): 233-239.
- [12] Wang R H, Zhao J W, Liu Z Y. Consensus in visual preferences: the effects of aesthetic quality and landscape types. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2016, 20: 210-217.
- [13] Oldoni D, De Coensel B, Bockstael A, Boes M, De Baets B, Botteldooren D. The acoustic summary as a tool for representing urban sound environments. *Landscape and Urban Planning*, 2015, 144: 34-48.
- [14] Zheng T, Yan Y, Lu H, Pan Q, Zhu J, Wang C, Zhang W, Rong Y, Zhan Y. Visitors' perception based on five physical senses on ecosystem services of urban parks from the perspective of landsenses ecology. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 2020, 27

(3): 214-223.

- [15] Yigitcanlar T, Kamruzzaman, Teimouri R, Degirmenci K, Alanjagh F A. Association between park visits and mental health in a developing country context: the case of Tabriz, Iran. *Landscape and Urban Planning*, 2020, 199: 103805.
- [16] 侯晓蕾. 基于社区营造和多元共治的北京老城社区公共空间景观微更新——以北京老城区微花园为例. *中国园林*, 2019, 35(12): 23-27.
- [17] 王超, 周晨. 居民归属感在润驰绿洲小区景观设计中的体现. *山西建筑*, 2014, (27): 6-7.
- [18] 吴少锋. 建筑设计中的光影运用. *低碳世界*, 2019, 9(9): 235-236.
- [19] 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.
- [20] 郑若楠. 五感设计在景观设计中的互动应用——以开封北大资源城带状休闲公园景观设计为例. *美与时代·城市*, 2017, (5): 54-55.
- [21] 常纪文. 雄安新区的科学定位与绿色发展路径. *党政研究*, 2017, (3): 22-24.
- [22] 傅伯杰, 刘世梁, 马克明. 生态系统综合评价的内容与方法. *生态学报*, 2001, 21(11): 1885-1892.
- [23] 傅伯杰, 于丹丹. 生态系统服务权衡与集成方法. *资源科学*, 2016, 38(1): 1-9.
- [24] González-García A, Palomo I, González J A, López C A, Montes C. Quantifying spatial supply-demand mismatches in ecosystem services provides insights for land-use planning. *Land Use Policy*, 2020, 94: 104493.
- [25] Ji Y W, Zhang L, Liu J, Zhong Q C, Zhang X X. Optimizing spatial distribution of urban green spaces by balancing supply and demand for ecosystem services. *Journal of Chemistry*, 2020, 2020: 8474636.
- [26] 谢余初, 张素欣, 林冰, 赵银军, 胡宝清. 基于生态系统服务供需关系的广西县域国土生态修复空间分区. *自然资源学报*, 2020, 35(1): 217-229.
- [27] 戴尔阜, 王晓莉, 朱建佳, 赵东升. 生态系统服务权衡: 方法、模型与研究框架. *地理研究*, 2016, 35(6): 1005-1016.
- [28] 李双成, 张才玉, 刘金龙, 朱文博, 马程, 王珏. 生态系统服务权衡与协同研究进展及地理学研究议题. *地理研究*, 2013, 32(8): 1379-1390.
- [29] 肖玉, 谢高地, 鲁春霞, 徐洁. 基于供需关系的生态系统服务空间流动研究进展. *生态学报*, 2016, 36(10): 3096-3102.
- [30] 余玉洋, 李晶, 周自翔, 马新萍, 张城. 基于多尺度秦巴山区生态系统服务权衡协同关系的表达. *生态学报*, 2020, 40(16): 5465-5477.
- [31] 张静静, 朱文博, 朱连奇, 李艳红. 伏牛山地区森林生态系统服务权衡/协同效应多尺度分析. *地理学报*, 2020, 75(5): 975-988.
- [32] 张宇硕, 吴殿廷. 京津冀地区生态系统服务权衡的多尺度特征与影响因素解析. *地域研究与开发*, 2019, 38(3): 141-147.
- [33] 杨莉, 甄霖, 潘影, 曹晓昌, 龙鑫. 生态系统服务供给-消费研究: 黄河流域案例. *干旱区资源与环境*, 2012, 26(3): 131-138.
- [34] Chen B, Adimo O A, Bao Z Y. Assessment of aesthetic quality and multiple functions of urban green space from the users' perspective: the case of Hangzhou Flower Garden, China. *Landscape and Urban Planning*, 2009, 93(1): 76-82.
- [35] Wijewickrama T, Karunaratne I, Wijesundara S, Madawala S. Community perceptions and responses on bamboo spread in native forests: a case study from Sri Lanka. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 2020, 27(3): 240-249.
- [36] Zhai Y J, Baran P K. Urban park pathway design characteristics and senior walking behavior. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2017, 21: 60-73.
- [37] 黄麟, 吴丹, 孙朝阳. 基于规划目标的京津风沙源治理区生态保护与修复效应. *生态学报*, 2020, 40(6): 1923-1932.
- [38] 张彪, 王爽. 锡林郭勒盟风沙源治理区防风固沙功能变化评估. *生态与农村环境学报*, 2020, 36(3): 291-299.
- [39] 罗明, 于恩逸, 周妍, 应凌霄, 王军, 吴钢. 山水林田湖草生态保护修复试点工程布局及技术策略. *生态学报*, 2019, 39(23): 8692-8701.
- [40] 颜敏, 李焕承, 尹魁浩, 梁永贤, 郑卓云, 李金龙. 深圳大运会环境空气质量保障措施方案评估. *环境科学与技术*, 2016, 39(7): 179-184.
- [41] 乔旭宁, 张婷, 杨永菊, 牛海鹏, 杨德刚. 渭干河流域生态系统服务的空间溢出及对居民福祉的影响. *资源科学*, 2017, 39(3): 533-544.
- [42] Xue Y X, Wang G B. Analyzing the evolution of cooperation among different parties in river water environment comprehensive treatment public-private partnership projects of China. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 270: 121118.
- [43] 符素华, 张志兰, 蒋光毅, 湛卓岚, 赵辉, 丁琳. 三峡库区水土流失综合治理优先小流域识别方法. *水土保持学报*, 2020, 34(3): 79-83, 197-197.
- [44] 刘宥延, 刘兴元, 张博, 李妙莹. 黄土高原丘陵区人工灌草生态系统水土保持功能评估. *水土保持学报*, 2020, 34(3): 84-90, 97-97.
- [45] Chen X C, Li F, Li X Q, Hu Y H, Hu P P. Evaluating and mapping water supply and demand for sustainable urban ecosystem management in Shenzhen, China. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 251: 119754.
- [46] Hu Z F, Li D S, Guan D T. Water quality retrieval and algae inhibition from eutrophic freshwaters with iron-rich substrate based ecological floating beds treatment. *Science of the Total Environment*, 2020, 712: 135584.
- [47] 余忻, 黄悦, 张志果, 安玉敏. 水环境综合治理市场现状和发展形势分析. *给水排水*, 2020, 46(6): 85-88.
- [48] 陈园园. 基于水质净化的城市渠道化河流生态修复与景观设计研究[D]. 南京: 南京师范大学, 2019.
- [49] 郑凌予, 杨淑梅, 蒲海霞, 刘洁, 雷翊君, 王迪. 基于城市公园空间满意度的绿视率调查研究. *中国城市林业*, 2020, 18(2): 30-34.

- [50] 郑凌予, 蒲海霞, 江泽平. 基于绿视率的城市公园空间满意度调查研究. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2020, 44(4): 199-204.
- [51] 梁金洁. 基于街景图像的北京市五环内绿视率分析研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2019.
- [52] 曾祥平, 陈亚萍. 基于街景图片语义分割的郴州道路绿视率研究. 城市住宅, 2019, 26(8): 103-106.
- [53] Rink D, Arndt T. Investigating perception of green structure configuration for afforestation in urban brownfield development by visual methods-A case study in Leipzig, Germany. Urban Forestry & Urban Greening, 2016, 15: 65-74.
- [54] 高馨. 城市公园林荫空间郁闭度与使用者游憩行为的关系//共享与品质——2018 中国城市规划年会论文集(07 城市设计). 杭州: 中国建筑工业出版社, 2018: 1128-1138.
- [55] 胡晓静. 呼和浩特市公园游人游憩行为研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2012.
- [56] 韩林桅, 张森, 石龙宇. 生态基础设施的定义、内涵及其服务能力研究进展. 生态学报, 2019, 39(19): 7311-7321.
- [57] 曹先磊, 刘高慧, 张颖, 李秀山. 城市生态系统休闲娱乐服务支付意愿及价值评估——以成都市温江区为例. 生态学报, 2017, 37(9): 2970-2981.
- [58] 丁宁. 基于居民需求的乌鲁木齐城市游憩空间结构研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆师范大学, 2013.
- [59] 刘维. 绿色生态城区规划及实践的比较研究. 绿色建筑, 2017, 9(6): 25-27.
- [60] 杨琰瑛, 郑善文, 逯非, 欧阳志云. 国内外生态城市规划建设比较研究. 生态学报, 2018, 38(22): 8247-8255.
- [61] 韩霖. 居住区外部空间设计浅析. 地产, 2019, (14): 51-51.
- [62] Petrovic N, Simpson T, Orlove B, Dowd-Urbe B. Environmental and social dimensions of community gardens in East Harlem. Landscape and Urban Planning, 2019, 183: 36-49.
- [63] Sharp E A, Spooner P G, Millar J, Briggs S V. Can't see the grass for the trees? Community values and perceptions of tree and shrub encroachment in south-eastern Australia. Landscape and Urban Planning, 2012, 104(2): 260-269.
- [64] Stessens P, Canters F, Huysmans M, Khan A Z. Urban green space qualities: an integrated approach towards GIS-based assessment reflecting user perception. Land Use Policy, 2020, 91: 104319.
- [65] Verlič A, Amberger A, Japelj A, Simončič P, Pirnat J. Perceptions of recreational trail impacts on an urban forest walk: a controlled field experiment. Urban Forestry & Urban Greening, 2015, 14(1): 89-98.