

基于生态服务概念的城市绿地系统评价

乔晓雪

北京市通州区运河文化广场管理处, 北京

收稿日期: 2022年5月1日; 录用日期: 2022年6月2日; 发布日期: 2022年6月10日

摘要

城市绿地包括城市建设用地范围内用于绿化的土地和城市建设用地之外对城市生态、景观和居民休闲生活具有积极作用、绿化环境较好的特定区域。它是由各类绿地形成的斑块-廊道系统, 具有调节气候、净化环境、维持生物多样性、改善公众健康、提供休闲娱乐场所等多重功能。城市绿地空间的设计、评价常常从规划、建筑学、经济学等角度出发, 对生态服务功能的考虑不足。本文基于生态服务概念, 在阐释城市绿地系统生态服务供给和城市居民生态服务需求的基础上, 提出基于生态服务流的城市绿地评价, 以促进城市绿地空间格局优化和城市环境承载力提升。

关键词

城市绿地, 生态服务, 生态服务流, 评价方法

Assessment of Urban Green Land System Incorporating Ecosystem Service Concept

Xiaoxue Qiao

Management Office of Jinghang Canal Cultural Square, Tongzhou Bureau of Parks and Woods, Beijing

Received: May 1st, 2022; accepted: Jun. 2nd, 2022; published: Jun. 10th, 2022

Abstract

Urban green land system includes the vegetated land within the urban boundary, and other well vegetated areas that play the role of supporting urban development by providing ecological environment, resorts for recreation and view. It is a patch-corridor system formed by various green land elements connected through corridors. The green land system delivers a sort ecosystem services, such as climate regulation, pollutant absorption, maintaining biodiversity, guarding public health and providing recreation space etc. Presently, the design and assessment of the urban green land

usually follow the principles in City Planning, Architecture and Economics and ignore the ecosystem service concept. This study addressed the ecosystem services concept in assessing the green land system in urban. The ecosystem service supply and demands were elucidated. Then the green land assessment incorporating the ecosystem services delivery was highlighted. The approach outlined in this study may contribute to the promotion of the environmental carrying capacity of urban system by optimizing the green land system.

Keywords

Urban Green Land, Ecosystem Services, Ecosystem Service Flow, Green Land Assessment

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

城市绿地(Urban green space)是以自然和人工植被为地表主体存在形态的城市用地。它包括城市建设用地范围内用于绿化的土地和城市建设用地之外对城市生态、景观和居民休闲生活具有积极作用、绿化环境较好的特定区域[1]。城市绿地是城市生态系统中具有负反馈调节功能的重要组分,能在一定程度上发挥各种生态功能以维持城市生态系统的平衡[2],具有调节气候、净化环境、维持生物多样性及改善公众健康、提供休闲娱乐场所等多重功能,提供着关键的生态系统服务,如空间净化、小气候调节、休闲娱乐、碳固定和水土保持等生态效用,是居民休闲娱乐、强身健体等活动的重要场所[3]。20世纪60年代,生态系统服务的概念开始出现[4],SCEP(Study of Critical Environmental Problems)提出了生态系统服务功能的概念[5]。20世纪80年代“生态系统服务”作为正式的名称确定下来[6]。自Costanza等在《Nature》上发表全球生态系统服务价值评估后[7],生态系统服务的概念得到了广泛的应用,并被定义为人类从生态系统结构、过程和功能中获得的惠益[8],成为生态系统评估的核心内容[9][10][11]。生态系统服务体现了生态系统功能与人类对生态益处的需求之间的联系,有助于评估绿地系统的整体性和理解生态服务供给和需求的平衡[12]。城市绿地系统生态服务功能空间上的合理配置有助于充分发挥有限的绿地资源来提升城市生态功能和改善城市人居环境质量。本文试图基于生态服务概念,探讨城市绿地系统生态服务供给和城市居民生态服务需求的关系,进而提出基于生态服务的城市绿地评价思路,试图为以人为本提升城市人居服务功能的城市绿地空间优化配置提供参考。

2. 城市绿地生态系统服务功能

生态系统服务是生态系统形成和维持的人类赖以生存和发展的环境条件与效用,是人类直接或者间接从生态系统功能中获得的产品和服务[8][12],是以人类需求为基础的概念[13]。自Costanza等[7]首次对全球生态系统服务价值定量评估后,生态服务逐渐成为生态环境科学和环境管理研究的热点[14]。生态系统服务供给与需求在空间上往往不匹配,从供给区到需求区需要通过自然过程或者人类行为主导的过程传递,形成生态系统服务流(图1)。城市绿地系统在城市生态系统生态服务中以调节和支持服务为主,如文化、休闲娱乐、空气净化、小气候调节、减少噪音等服务[15]。生态服务的类型从单个绿地单元到整个绿地系统逐渐更替,生态服务供给能力逐渐增强。居民对绿地生态服务的需求量与绿地的位置、周边居民区环境状况等密切相关,而绿地生态服务供给能力则由其类型、质量和规模决定(图1)。

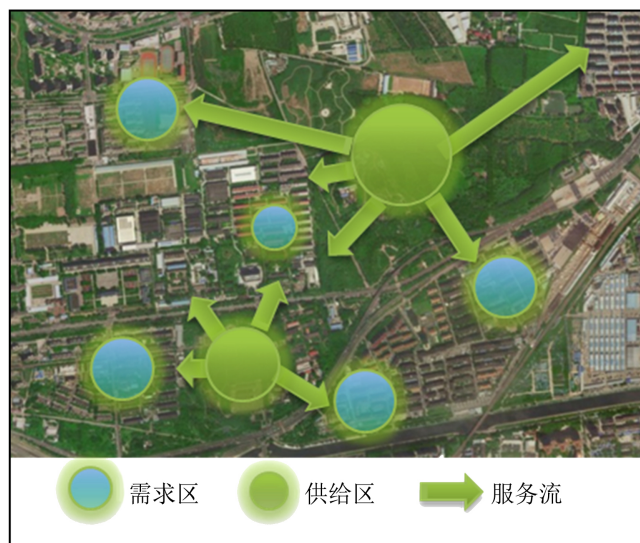


Figure 1. Ecosystem service supply, demand and delivery from green land to residential

图 1. 城市绿地生态服务供给、需求和服务流

绿地生态服务供给和需求主要反映的分别是其自然属性和社会属性，是生态系统服务流动的起点和终点。绿地与周边居民之间的生态服务流量由绿地生态服务供给能力和居民对绿地的距离可达性决定。通过辨识绿地生态服务提供与居民生态服务需求之间的时空耦合格局，可实现以最优居民生态服务获取为目标评价城市绿地空间格局进而提出绿地空间格局优化的方法和原则。

3. 城市绿地评价现状

城市绿地空间的形态和类型在城市空间内的组织和排布，构成了城市绿地空间格局。城市绿地空间格局的时空变化影响城市景观结构和生态服务功能演变[16]。随着对城市生态系统服务功能认识的不断增强和居民对生态服务需求的增加，绿色基础设施和生态系统服务概念逐渐被引入到城市土地规划中，将生态系统服务供给潜力作为绿色基础设施可持续性评价的指标[17]。目前有关城市绿地空间格局评价与其生态系统服务相结合的研究缺乏科学系统的分析方法与研究框架。长期以来，城市绿地空间格局的设计、评价未充分重视生态服务的概念，主要从绿地的空间结构、视觉美观等角度进行规划设计和评价[18] [19]，常常从规划、建筑学、经济学等角度出发，过多地注重城市的经济、社会、政治文化功能，对生态服务功能的考虑不足。传统的城市绿地空间格局的评价主要采用景观格局分析，基于绿地斑块的核心区面积、网络结构、连接性、破碎度等结构特征指标[20]，从绿地系统的空间物理结构指标加以评价[2]，提出绿地格局的优化。在城市生态学等领域针对城市生态系统生态学过程和效应的研究[21] [22]推动下，绿地系统的生态功能和生态服务逐渐得到重视，生态服务功能概念日益成为城市绿地评价的综合性指标[23]。由于绿地生态服务功能与居民的福祉更为密切[24]，也是绿地结构和功能的人文体现，因此城市规划中绿地格局的设计需要考虑居民的生态系统服务需求，采用综合的生态系统服务评估方法，而非简单的利用绿地结构指标对绿地系统结构特征的描述。但目前生态服务的需求及其量化方法都被忽视[25]。

4. 基于生态服务的绿地评价

城市绿地系统为城市社会系统提供着基础的生态服务，形成绿地系统与人类之间的互馈体系。城市绿地空间格局既是生态服务功能发挥的载体，又通过扰动、获取生态服务等影响生态服务的提供[26]。不

同于其他生态系统，城市绿地系统与人类生产生活空间密切联系，在给城市居民提供各类生态服务的同时，其整体性、多样性及系统性也很大程度上受到人类获取生态服务以满足其需求的各类活动的干扰，如为满足休闲娱乐需求而造成的践踏导致植被和土壤质量下降等(图 2)。将监测和评估人类活动对城市绿地系统的影响和人与绿地系统之间的生态服务流相结合，有助于在人与环境综合的框架下评价绿地系统，进而提出人与环境结合的绿地系统管理策略。

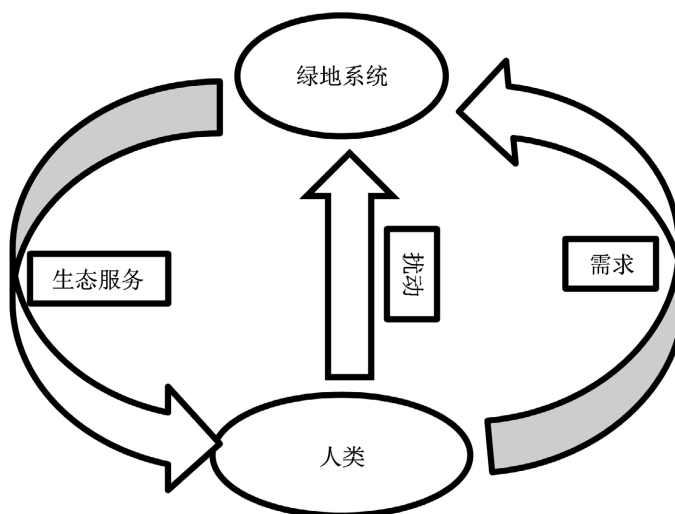


Figure 2. Feedbacks between residential and urban green land
图 2. 人与绿地系统的关系

从生态服务的角度，通常利用生态系统服务功能指标体系[27]、空间模型[28]或指数[29]评价城市绿地空间格局。对生态系统服务提供能力的评估目前已有较多广泛应用的模型，如 InVest 模型[28] [30]。通过描述生态系统服务流动路径，进而定量评估绿地生态系统所能提供的生态服务向公众的传输是城市绿地空间格局评价的关键步骤。如 Bagstad 等基于人工智能模型(Artificial Intelligence for Ecosystem Services, ARIES)分析生态系统服务从供给区到需求区的传递过程，模拟了生态服务的空间传递和流动[31]。对城市绿地生态系统服务流的定量评估和空间制图而言，SPAN 方法是目前较好的新方法[31]。SPAN 方法认为生态系统服务是给定时空范围内从生态系统向人类输送的利益流对人类福祉的效用。SPAN 提供了确定生态服务流拓扑结构和强度及其人文和生态驱动的空间框架。基于该方法可模拟生态服务在空间的传输，确定生态服务供给和消费的端点、消费的空间竞争，实现生态服务流的空间制图，进而识别影响生态系统服务流的热点区域[31]。

考虑城市绿地生态服务功能相似性和差异性，采用绿地空间结构和生态服务功能相结合的绿地功能单元划分方法，制作绿地类型及其生态服务功能图，进而基于绿地功能单元，通过居民生态服务的潜在需求、实现途径和强度分析，绘制生态服务流、生态服务需求和消费强度图集，可将生态服务流向、流量的时空格局表达清楚。生态服务是将生态系统结构、过程和功能与人类社会的生存发展结合起来的观念[32]。在城市生态系统中生态系统服务成为稀缺的资源，提供生态服务的绿地空间十分有限，由此导致生态服务供给与需求的矛盾十分突出。将生态系统服务供给、需求和生态服务空间流动的概念体系融入绿地系统规划和设计中，将促进传统的基于景观美学、国土空间经济效能、经济成本等绿地规划设计和评价思想的发展，有助于城市人居功能的优化，提升城市环境宜居度。未来需要在城市功能团组的尺度基于生态服务供给、需求和可达性等决定流动开展精细化的绿地评价。

5. 结论

城市绿地系统是城市生态系统的重要组成部分,是城市生态系统中唯一发挥“纳污吐新”的负反馈子系统,是完善城市生态和维持自然生态平衡的关要素,科学合理的城市绿地系统空间格局对城市生态系统生态承载能力提升具有重要的意义。利用生态系统服务流概念将绿地生态功能与人居环境需求联系起来,从生态系统服务需求的角度评价城市绿地系统本质上是以人为本的评价方法。将丰富城市生态系统中人与环境关系的理论和方法。基于生态系统服务供给和需求的耦合,开展城市绿地生态系统空间格局优化,增加了对人的需求的考虑,同时兼顾对绿地系统生态功能的量化,有助于从空间格局优化的角度提升城市生态系统承载能力。

参考文献

- [1] 包志毅, 陈波. 城市绿地系统建设与城市减灾防灾[J]. 自然灾害学报, 2004, 13(2): 155-160.
- [2] 张浩, 王祥荣. 城市绿地的三维生态特征及其生态功能[J]. 中国环境科学, 2001, 21(2): 101-104.
- [3] Wolch, J.R., Byrne, J. and Newell, J.P. (2014) Urban Green Space, Public Health, and Environmental Justice: The Challenge Of Making Cities “Just Green Enough”. *Landscape and Urban Planning*, **125**, 234-244. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.017>
- [4] Helliwell, D.R. (1969) Valuation of wildlife resources. *Regional Studies*, **3**, 41-47. <https://doi.org/10.1080/09595236900185051>
- [5] Study of Critical Environmental Problems (SCEP) (1970) Man’s Impact on the Global Environment: Assessment and Recommendations for Action. Massachusetts Institute of Technology Press, Cambridge.
- [6] Ehrlich, P. and Ehrlich, A. (1981) Extinction: The Causes and Consequences of the Disappearance of Species. Random House, New York, 305.
- [7] Costanza, R., D’arge, R., Groot, R.D., Farberk, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O’Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Suttonkk, P. and Belt, M.V.D. (1997) The Value of the World’s Ecosystem Services and Natural Capital. *Nature*, **387**, 253-260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- [8] Daily, G.C. and Matson, P.A. (2008) Ecosystem Services: From Theory to Implementation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **105**, 9455-9456. <https://doi.org/10.1073/pnas.0804960105>
- [9] 李文华. 生态系统服务研究是生态系统评估的核心[J]. 资源科学, 2006, 28(4): 4.
- [10] 欧阳志云, 王桥, 郑华, 张峰, 侯鹏. 全国生态环境十年变化(2000-2010 年)遥感调查评估[J]. 中国科学院院刊, 2014, 29(4): 462-466.
- [11] 傅伯杰, 周国逸, 白永飞, 宋长春, 刘纪远, 张惠远, 吕一河, 华郑, 谢高地. 中国主要陆地生态系统服务功能与生态安全[J]. 地球科学进展, 2009, 24(6): 571-576.
- [12] Hansen, R. and Pauleit, S. (2014) From Multifunctionality to Multiple Ecosystem Services? A Conceptual Framework for Multifunctionality in Green Infrastructure Planning for Urban Areas. *AMBIO*, **43**, 516-529. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0510-2>
- [13] Villamagna, A.M., Angermeier, P.L. and Bennett, E.M. (2013) Capacity, Pressure, Demand, and Flow: A Conceptual Framework for Analyzing Ecosystem Service Provision and Delivery. *Ecological Complexity*, **15**, 114-121. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2013.07.004>
- [14] Portman, M.E. (2013) Ecosystem Services in Practice: Challenges to Real World Implementation of Ecosystem Services across Multiple Landscapes: A Critical Review. *Applied Geography*, **45**, 185-192. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.09.011>
- [15] Niemelä, J., Saarela, S.-R., Söderman, T., Kopperoinen, L., Yli-Pelkonen, V., Väre, S. and Kotze, D.J. (2010) Using the Ecosystem Services Approach for Better Planning and Conservation of Urban Green Spaces: A Finland Case Study. *Biodiversity and Conservation*, **19**, 3225-3243. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9888-8>
- [16] 金佳莉. 泛太平洋地区典型城市绿色空间格局的时空演变规律研究[D]: [博士学位论文]. 北京: 中国林业科学研究院, 2018.
- [17] Kopperoinen, L., Itkonen, P. and Niemel, J. (2014) Using Expert Knowledge in Combining Green Infrastructure and Ecosystem Services in Land Use Planning: An Insight into a New Place-Based Methodology. *Landscape Ecology*, **29**, 1361-1375. <https://doi.org/10.1007/s10980-014-0014-2>

- [18] 张云路, 吴海莉, 李雄. “生态园林城市”发展视角下的城市绿地评价指标优化探讨[J]. 中国城市林业, 2018, 16(2): 38-42.
- [19] 刘晓阳, 曾坚, 曾鹏. 厦门市绿地生态网络构建及优化策略[J]. 中国园林, 2020, 36(7): 76-81.
- [20] 郭玲子, 徐恩凯, 汤瑶, 田国行. 郑州市中原区结构性绿地功能性连接分析与优化研究[J]. 环境科学与管理, 2021, 46(2): 28-33.
- [21] 伍海兵, 张青青, 梁晶. 城市绿地土壤肥力质量综合评价方法初探[J]. 土壤通报, 2020, 51(4): 795-800.
- [22] 毛军, 田赞, 查天山. 北京市4种城市功能区森林植被涵养水源功能评价及价值估算[J]. 生态学报, 2021, 41(22): 9020-9028. <https://doi.org/10.5846/stxb202103290823>
- [23] 李锋, 王如松. 城市绿地系统的生态服务功能评价、规划与预测研究——以扬州市为例[J]. 生态学报, 2003, 23(9): 1929-1936.
- [24] 肖华斌, 何心雨, 王玥, 王洁宁, 姜芊孜. 城市绿地与居民健康福祉相关性研究进展——基于生态系统服务供需匹配视角[J]. 生态学报, 2021, 41(12): 5045-5053. <https://doi.org/10.5846/stxb202004120864>
- [25] Wurster, D. and Artmann, M. (2014) Development of a Concept for Non-monetary Assessment of Urban Ecosystem Services at the Site Level. *AMBIO*, 43, 454-465. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0502-2>
- [26] Elmqvist, T., Redman, C.L., Barthel, S., Costanza, R. (2013) History of Urbanization and the Missing Ecology. In: Elmqvist, T., Fragkias, M., Goodness, J., Güneralp, B., Marcotullio, P.J., McDonald, R.I., Parnell, S., Schewenius, M., Sendstad, M., Seto, K.C., Wilkinson, C., Eds., *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities: A Global Assessment*, Springer, Dordrecht, 13-30. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7088-1_2
- [27] 路立, 藏留洋, 于顺东, 刘健. 以实践为特色的生态服务功能与评估指标体系的研究——以天津市城乡绿地系统为例[J]. 城市, 2010(7): 58-63.
- [28] 张明珠, 王敏, 张晓祥, 杨妍菲. 基于 InVEST 模型的杭州市生态系统服务评估[J]. 地理信息世界, 2021, 28(2): 57-64.
- [29] 许晶, 陈宏伟, 刘娜, 齐淑艳, 洪娇娇, 袁昊. 沈阳市 2004-2014 年城市绿地生态系统变化及生态服务价值差异[J]. 沈阳大学学报(自然科学版), 2018, 30(6): 458-464.
- [30] 杨园园, 戴尔阜, 付华. 基于 InVEST 模型的生态系统服务功能价值评估研究框架[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 2012, 33(3): 41-47.
- [31] Johnson, G.W., Bagstad, K.J., Snapp, R.R. and Villa, F. (2012) Service Path Attribution Networks (SPANs): A Network Flow Approach to Ecosystem Service Assessment. *International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems*, 3, 54-71. <https://doi.org/10.4018/jaeis.2012070104>
- [32] 彭保发, 郑俞, 刘宇. 耦合生态服务的区域生态安全格局研究框架[J]. 地理科学, 2018, 38(3): 361-367.