

景观服务及其空间流动：连接风景园林与人类福祉的纽带

Landscape Service and Spatial Flows: Linking Landscape Architecture and Human Well-being

刘文平

LIU Wen-ping

中图分类号: TU986

文献标识码: A

文章编号: 1673-1530(2018)03-0100-05

DOI: 10.14085/j.fjyl.2018.03.0100.05

收稿日期: 2017-03-31

修回日期: 2018-01-11

刘文平/1987年生/男/山西人/博士/华中农业大学园艺林学学院副教授、硕士研究生导师/农业部华中都市农业重点实验室(试运行)/研究方向为景观服务与地景规划(武汉430070)

LIU Wen-ping, who was born in 1987 in Shanxi Province, is an associate professor and master supervisor in College of Horticulture & Forestry Sciences, Huazhong Agricultural University, as a research member of the key Laboratory of Urban Agriculture in Central China (pilot run), Ministry of Agriculture. His research focuses on landscape service and planning (Wuhan 430070).

摘要: 风景园林空间及其功能是人类福祉的基本来源, 而人类福祉需求则是风景园林可持续发展的基本驱动力。

厘清风景园林与人类福祉的关系对风景园林创建美好生活具有重要意义。从服务角度强调风景园林对人类福祉的贡献, 梳理风景园林提供的景观服务类型, 分析景观服务的空间流动过程、类型及其机制, 从而揭示出景观服务在哪里产生、流向哪里、实际在哪里被使用等过程。基于景观服务及其空间流动特征, 提出基于景观服务供需平衡的风景园林空间管理框架, 以期为满足人类福祉需求的风景园林空间布局和管理决策提供新思路。

关键词: 风景园林; 人类福祉; 景观服务; 空间流动

基金项目: 国家自然科学基金青年项目“城市公园游憩与降温服务辐射效应相互影响机制及其布局调控研究”(编号51508218)

Abstract: Landscape architecture space and their functions are the fundamental source for human well-being, while the demand of human well-being is the basic driving force for landscape architecture sustainable development. It is significant to understand the relationship between landscape architecture and human well-being for creating beautiful life. Contribution of landscape architecture to human well-being was emphasized from a service perspective in this study. Landscape service types were sorted, and spatial dynamics of these service flows was analyzed as well as their flow mechanism and types. These findings could help to reveal where landscape services can be provided, delivered and used. At last, a management framework of landscape architecture incorporating balance of supply and demand of landscape service was proposed according to the characteristics of landscape services and their spatial flows. This framework may aid efforts to plan and manage landscape space for improving human well-being.

Keywords: landscape architecture; human well-being; landscape service; spatial flow

Fund Items: National Natural Science Foundation of China for Youths "Influence mechanism of radiation effects between recreational service and cooling service of urban park and the distribution optimization modeling"(No. 51508218)

1 连接风景园林与人类福祉的景观服务

1.1 景观服务

随着人口增长和全球城市化进程的快速推进, 人类对自然资源过度掠夺和对经济增长的盲目追求, 引发了全球变暖、生物多样性丧失、水资源短缺、土地沙化以及文化趋同、人际关系淡漠、犯罪率上升等一系列生态环境和社会问题^[1], 从而使人类逐渐暴露在更多不安全的工

作和生活环境之中, 导致人类福祉下降。人类福祉(human well-being)是指一种良好的、满意的且有价值的状态^[2], 既包括人类对自身物质、安全、精神等各种需求的满足程度, 也包括由于需求被满足而产生的感受^[3]。千年生态系统评估报告(Millennium Ecosystem Assessment, 简称MA)认为人类福祉主要包括维持高质量生活所需要的基本物质(如食物、住所、衣服等)、

健康（如身体健康和健康的居住环境）、良好的社会关系（如相互尊重）、安全（如免受自然和人为灾害影响的安全）以及自由和选择（如对事件的控制能力）5个方面^[4]。这些方面共同反映了人类在满足自身物质和精神需求方面应该具备的条件，而风景园林作为一个空间意义上的自然—人文复合系统，不仅具有气象、水文、生境等自然生态功能，还具有文化、景观等社会文化功能，可提供上述条件的多个方面，对提升人类福祉具有至关重要的作用。近年来，风景园林的生态、美学、经济等多种功能得到了广泛重视和发展，人类正是通过对这些功能的消费而使自身福祉得到不断的满足和提升。然而，当前多数研究者和决策者仅仅关注了风景园林所具有的多种理论潜在功能，而忽略了人类享受这些功能时需要额外投入的各种成本（如需要花费一定的交通和时间成本才能享受到一定距离的公园服务），高估了实际被使用的功能，从而造成某些功能实际上没有被人类利用而引起资源浪费，或是引发风景园林不公平服务现象。风景园林如何促进人类福祉的可持续发展已成为当前研究的一个重要方向。

为有效利用自然资源满足人类福祉需求，MA提出了生态系统服务的概念，认为被人类获取到的生态系统功能即是服务^[4]。这一概念从需求角度强调了只有那些被人类利用的功能才是服务，而未被人类利用且获得利益的功能则无法成为人类福祉提升的基础。生态系统功能的发挥最终是要在景观要素上实现^[5]，根据MA的定义，由多种景观要素构成的风景园林空间几乎可提供满足人类福祉需求的全部类型的生态系统服务。然而，生态系统服务概念强调的是各生态组成要素的功能，忽略了景观要素在空间格局中的综合作用^[6]，并不能完全反映风景园林对人类福祉的贡献。为了强调空间格局的重要性，de Groot等^[7]提出了更贴合风景园林内涵的景观服务概念，认为基于空间格局综合作用的景观可以作为“空间—生态系统功能—人类福祉”的传递基础，人类能够从其中获取到相应的服务，即景观服务。景观服务强调了人类在自然生态系统中获益的空间要求，如服务供给区域的位置和规模，或一定范围内影响微气候调节需要的有效植被面积与格局等。同时，与生态系统服务相比，景观服务的发挥不仅依赖于单个斑块的生态系统功能，更多地依赖于多个斑块和人类要素之间的空间交互及流动。因而，景观服务概念更有利于理解人类活动与风景园林所提供的多项服务之间的传递、消费等空间交互影响，尤其在风景园林规划布局与管理中更容易被规划师或决策者所接受和理解。此外，尽管生态系统服务也考虑了诸如美景欣赏与游憩服务等文化方面，但风景园林中的某些要素有时则是不被考虑在生态系统之内的，如建筑或人工设施^[8]。而这些非生态要素恰恰是人类思想和交流的重要载体和表征，也是景观服务区别于生态系统服务的重要方面之一。

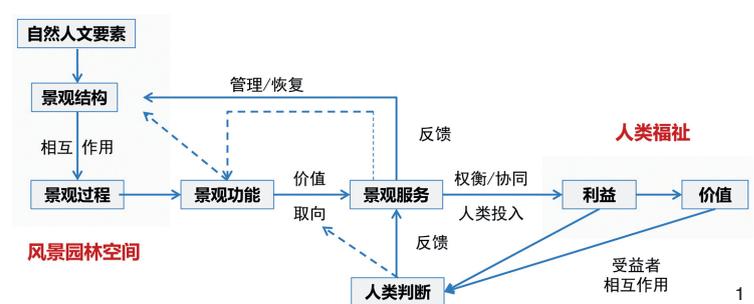
1.2 景观服务与风景园林

风景园林学的根本使命是协调人和自然之间的关系^[9]，而风景园林空间的塑造则是其协调的基础。与景观生态学强调的某一地域单元内地质、土壤、水文、动植物等自然要素之间交互影响而形成的景观空间不同，风景园林所塑造的空间是以人与自然、人与人的各种互动关系为基础的

空间集合。其中，自然和人文要素是构成风景园林空间结构的物质基础，而其不同的位置分布和结构组合则形成了风景园林空间独特而丰富的格局和异质性特征（图1）。风景园林空间异质性是景观要素之间流动的基础。一定空间范围内的景观要素经过多种相互作用可形成多种复杂的景观过程，这些过程对风景园林可持续发展起着至关重要的作用。景观过程的复杂性决定了景观功能供给的多样性^[10]，而景观功能经过人类价值取向选择并被利用后则可形成多种景观服务。不同景观服务之间可能存在权衡或协同关系^[6]，即一种服务的增加可能会降低另一种服务，或一种服务的增加或减少会同时促进另一种服务的增加或减少。景观服务经过相互权衡后与人类投入结合则产生收益，这种人类投入可以是交通成本、养护成本、包装成本等物质输入，也可以是政策制度、文化等非物质输入^[9]。收益通过反映不同群体的偏好、原则进而表现为价值^[11]，这些收益和价值即可满足人类需求从而构成福祉。可见，人类福祉既依赖于风景园林提供的多项服务，也依赖于社会资本、制度等的投入，景观服务的贡献是风景园林创造人类福祉过程的一部分。

1.3 景观服务类型

风景园林空间可以为人类提供多种景观服务，不仅能够依靠其内自然资源提供诸如食物、水、休憩空间等基本的物质产品服务，也因人类活动的参与而具有科普教育、休闲娱乐、文化传承等精神产品服务。尽管风景园林提供的景观服务多种多样，但人类对这些服务的需求则具有选择性。如在大气污染严重的地区，森林景观的空气净化功能往往受到特别关注；而在遭受洪水威胁的地区，森林景观的洪水调蓄功能则更加受到重视。可见，景观服务的有效存在与人类的实际福祉需求有着密切联系。美国心理学家马斯洛（Maslow）认为人类需求包括生理需求、安全需求、社交需求、尊重需求和自我实现5个层次^[12]。Kienast和de Groot等在综合了众多学者研究的基础上，总结归纳出了满足人类福祉需求的四大景观服务：供给服务、调节服务、生境服务和文化服务^[7, 13]，认为风景园林提供的景观服务至少可满足马斯洛（Maslow）需求理论的前3个层次的需求（图2）。景观供给服务主要包括食物供给和休憩空间供给两方面功能，可满足维持人们生理需求的粮食、果品等食物需求，以及恢复体力和能量的休憩场所、庇护所等需求。景观调节服务和生境服务则主要满足于人类为维护自身生存所需的健康安全环境的需求，包括大气安



1 风景园林与人类福祉的级联框架

Framework of relationship between landscape architecture and human well-being

全、水安全、土壤安全和生物安全需求等，相应的服务有大气调节服务、气候调节服务、水文调节服务、水质净化服务、土壤保持服务和生境服务。文化服务可为人们提供休闲消遣、友爱情感、美景欣赏的景观载体，满足人们对知识的需求、美的需求等，主要包括休闲娱乐服务、美景欣赏服务、科普教育服务和精神文化服务。景观服务的概念以人类对景观功能的需求为出发点，使风景园林应用从单纯的景观保护转向基于人类需求的积极的景观管理引导。

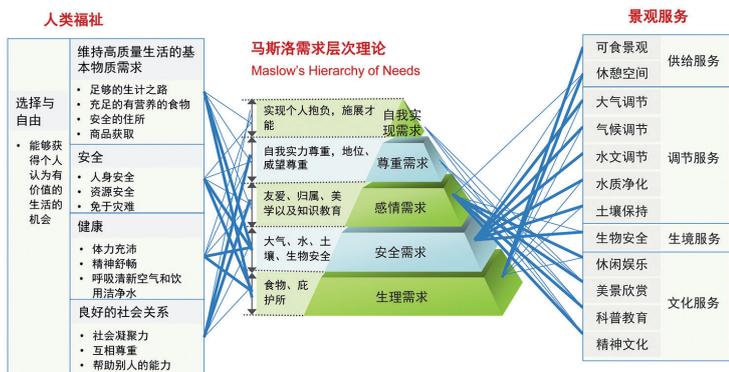
2 景观服务空间流动机制与类型

从景观服务形成到人类受益需要经过服务供给、输送和使用等环节，对应到风景园林空间上则具有服务供给区、连接区和受益区等基本结构^[14-15]（图3）。提供景观服务的风景园林空间单元为服务供给区（Service Providing Area，简称SPA），该区通常以自然或生物物理过程形成景观功能从而提供服务，是景观服务的源（source）。使用景观服务以满足人类福祉需求的风景园林空间单元为服务受益区（Service Benefiting Area，简称SBA），该区虽然也可能产生一些服务，但难以满足各类服务数量和质量需求，必须依赖于外部服务的输入才能满足人类的多种福祉需求，是景观服务的汇（sink）。当服务供给区和受益区在空间上不重合时，连接二者的中间区域即为服务连接区（Service Connecting Area，简称SCA），该区是影响服务传递或阻塞的主要区域。服务连接区内有时可出现“汇”的特征，即在没有消费者使用服务的情况下服务的自然损耗，如服务随着传输距离的增加可能发生衰减或弥散^[16-17]。因此，将风景园林与人类福祉联系起来的核心问题是理清服务从供给区到受益区的传递和变化过程，即景观服务的空间流动。

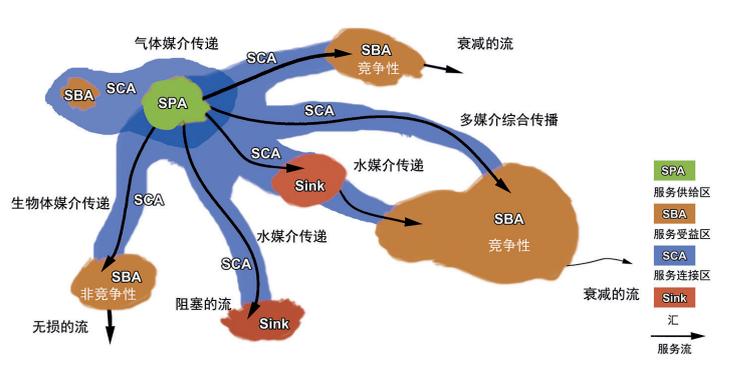
景观服务的空间流动是指一个区域所产生的景观服务通过水、空气等媒介移动而传递到区域以外其他地方而发生的空间位移。其中，媒介载体的移动多是由自然和社会系统中所产生的物质、能量和信息等梯度差所引起的^[19]，如由重力差而引起的水流，由气温差而引起的气体扩散，由密度差而引起海水流动以及由美景信息差而引起的人流等。景观服务供给与需求的空间异质性引起物质、

能量和信息梯度差的重要因素。一方面，自然地理背景的宏观地域分异使得风景园林提供的功能呈现出显著的地域差异性^[18]。另一方面，影响景观功能是否被使用的人类需求也受到个体或群体的心理、社会、经济和文化等多种因素的制约，往往也具有区域差异性^[16]。这些空间异质性使得人类利用景观功能的位置和景观提供功能的地点之间往往不匹配，服务供给单元提供的服务类型和数量也可能难以满足该区域服务使用的人类需求，必须通过服务的空间流动来满足人类福祉需求。这种服务供给和消费的非同步性和不确定性，为风景园林管理决策增加了难度^[19]。因此，明确景观服务的产生、传递和消费过程，从而综合考虑服务空间流动以及供需平衡状况，对风景园林管理与发展具有重要意义。

对于与精神信息相关联的景观服务，其在服务产生、传递和使用过程中几乎是无损耗的，如美景欣赏服务不会因被多次观看而消失或下降^[17]。而对于以生物物理过程为基础的景观服务，其服务提供、消耗和使用方面的能力常常是有限的，如湿地景观调蓄洪水的服务能力是有限的，一旦洪水量超出湿地的承载阈值，湿地系统将趋于退化或崩溃^[20]。这一类服务从供给区流出后，一种情况是经历了“汇”区域的消耗而只有部分服务流入受益区；另一种情况是在服务传递过程中被途中的“汇”区域完全消耗而无法到达受益区。如以水为传递媒介的上游水质净化服务在其传递过程中，由于中游土壤下渗或其他利用等过程而使下游获得的净化水量逐渐减少，可能使到达受益区的服务下降或由于中途消耗严重而无法到达受益区。由于这类服务的有限性，服务流入受益区后常常被不同用户竞争性使用。竞争性意味着一方受益者对服务的使用将会减少其他受益者使用服务的机会^[16-17]，如流域中游用户对净化水的使用常常会减少下游用户使用的机会。而具有无限性特征的服务，如文化服务流入受益区后常常是被非竞争性使用的，即多个受益者的服务使用不会减少其他人的使用机会^[21]。此外，由于自然因素和人为活动的共同影响，一些服务在传递过程中其强度呈现出明显的距离衰减效应^[22]，如公众对娱乐休闲服务的使用随空间距离的增加而减少。



2 景观服务类型及其与人类福祉对应关系
Correspondence between landscape services and human well-beings



3 景观服务空间流动过程
Spatial dynamics of landscape service flows

根据景观服务供给区与受益区的空间重叠、邻近关系及其交互方向特征,可将景观服务流划分为原地服务流(In situ service flow)、无方向性邻近服务流(Omni-directional and proximal service flow)、无方向性全球服务流(Omni-directional and global non-proximal service flow)、有方向性到达用户服务流(Directional service flow to user)和有方向性用户到达服务流(Directional service flow related user movement) 5种类型^[14-15, 23]。原地服务流是指服务供给区和受益区完全重合的类型,无服务连接区(图4a),如某些区域的食物供给服务。无方向性邻近服务流是指服务的供给是无特定方向的,且其周围区域为服务受益区(图4b),如仅在相邻区域发挥作用的公共绿地降温服务流。无方向性全球服务流是指服务的供给无特定方向,且人类享用该服务不依赖于该服务是否邻近(图4c),如可在全球尺度发挥作用的调节气候服务流。有方向性服务流是指服务从供给区到受益区的流动具有一定方向性。其中,服务从供给区流动到受益区的类型为到达用户服务流,包括服务从一个供给区流向不同距离的一个或多个受益区的多种情况(图4d),如径流调节服务从流域上游流向下游,为下游受益者提供服务;而用户到达服务流是指人类朝着某个方向移动来获取服务的类型,包括一个或多个地区的用户通过移动不同距离到达同一个服务区的多种情况(图4e),如人们利用交通工具从住地到达景区欣赏美景服务等。

3 基于景观服务供给、需求与流动的风景园林空间管理

中国正处于经济、社会、空间的快速转型时期,人口规模的不断增加使得居民的需求日趋多样化和个性化^[24],同时全球化背景下频繁的人流、物流、信息流交换使得景观服务的流动性需求被不断增强^[25],这些均对满足人类物质和精神需求的风景区建设与管理提出了新的要求。然而,当前风景园林建设与管理大多是基于静态的、服务潜在供给的方式^[9],并没有详细考虑服务实际使用及其流动过程的权衡与损耗,很容易造成资源

浪费以及不公平享用等问题。景观服务供给与需求的空间配置以及服务流动的距离衰减等理论,为风景园林空间布局和管理决策解决这些问题提供了新思路。满足人类福祉需求的风景区空间管理应通过以下几个关键步骤实现(图5)。

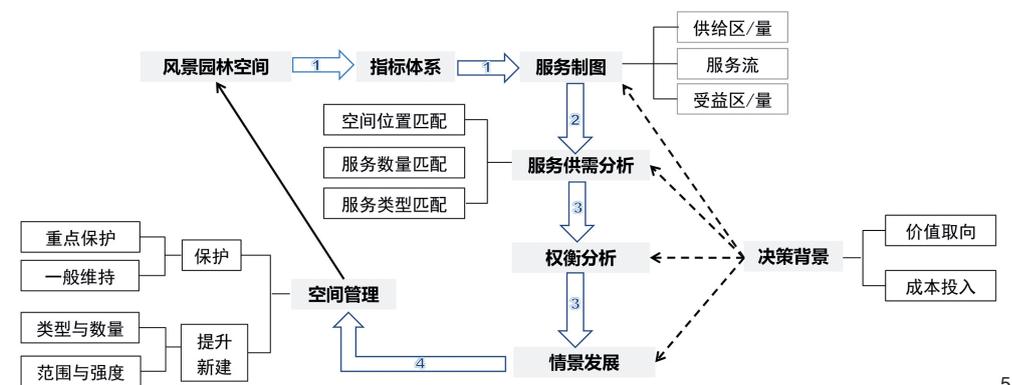
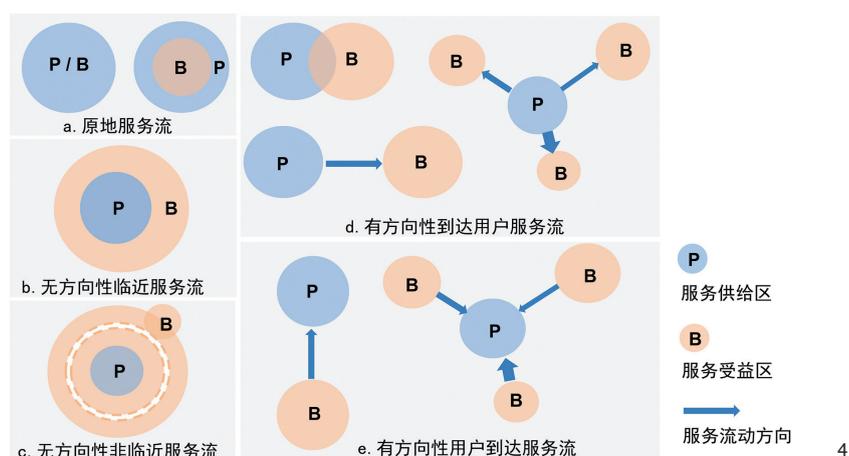
1) 基于风景园林空间生物物理条件,筛选指标体系,量化绘制景观服务供给与需求图,并判断景观服务流。景观服务制图是利用量化指标体系,对特定时空尺度上景观服务的组成、数量、空间分布等特征进行定量、可视化描述的过程^[26],需要明确服务供给区/量、服务流以及服务受益区/量。

2) 基于景观服务供给与需求图,分析不同景观服务的供需差异,初步确定风景园林

空间管理目标。景观服务供需分析需要明确服务供给与需求空间位置的匹配程度、服务供给与需求数量的满足程度^[27],以及服务供给与需求类型的对应程度。

3) 基于景观服务流传递特征与成本,结合当前社会经济背景,确定多项景观服务之间的权衡关系,进而设定不同的情景发展目标和策略。不同情景的设定需在整合利益相关者的意愿和价值取向的同时,充分考虑以下多种策略的成本和收益:增加或消减服务流路径上的“汇”效应,或重新定向连接阻塞服务流路径使其到达更多潜在用户,同时增加多项协同效应服务的成本,或权衡增加一种服务而降低另一种服务的收益代价。

4) 基于情景发展目标,确定具体的风景



4 景观服务空间流动类型

Different landscape service flows between service provisioning and benefiting areas

5 满足人类福祉需求的风景区空间管理框架

Framework of landscape space management for human well-being demands

园林保护、提升和新建等空间管理要求,包括明确风景园林重点保护和一般维持区、提升和新建区,以及需要提升和新建的服务类型与数量、范围与强度等关键值。

4 结语

从服务角度区别风景园林功能是否被人类利用且获益,是体现风景园林对人类福祉贡献的重要基础,而服务的空间流动则刻画了风景园林服务从提供到传递再到消费的过程,有助于决策者理解服务在哪里产生、流向哪里、实际在哪里被使用多少等过程。风景园林与人类福祉的级联框架及其空间管理框架,为从人类福祉需求角度制定合理的空间管理措施提供了参考,对风景园林可持续发展具有重要意义。

注释:

图3改绘自参考文献[17];其余图作为作者自绘。

参考文献 (References):

[1] LI X, GAO L, DAI L, Zhang G Q, et al. Understanding the Relationship among Urbanisation, Climate Change and Human Health: A Case Study in Xiamen[J]. International Journal of Sustainable Development and World Ecology, 2010, 17(4): 304-310.

[2] 李琰, 李双成, 高阳, 等. 连接多层次人类福祉的生态系统服务分类框架[J]. 地理学报, 2013, 68(8): 1038-1047. LI Yan, LI Shuangcheng, GAO Yang, et al. Ecosystem Services and Hierarchic Human Well-being: Concepts and Service Classification Framework[J]. Acta Geographica Sinica, 2013, 68(8): 1038-1047.

[3] 郑华, 李屹峰, 欧阳志云, 等. 生态系统服务功能管理研究进展[J]. 生态学报, 2013, 33(3): 702-710. ZHENG Hua, LI Yifeng, OUYANG Zhiyun, et al. Progress and Perspectives of Ecosystem Services Management. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(3): 702-710.

[4] United Nations Environmental Program. Millennium Ecosystem Assessment, Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis[M]. Washington DC.: Island Press, 2005.

[5] TERMORSHUIZEN J W, OPDAM P. Landscape Services as a Bridge Between Landscape Ecology and Sustainable Development[J]. Landscape Ecology, 2009, 24(8): 1037-1052.

[6] 刘文平, 宇振荣. 景观服务研究进展[J]. 生态学报, 2013, 33(22): 7058-7066. LIU Wenping, YU Zhenrong. A Research Review of Landscape Service[J]. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(22): 7058-7066.

[7] DE GROOT R S, ALKEMADE R, BRAAT L, et al. Challenges in Integrating the Concept of Ecosystem Services and Values in Landscape Planning, Management

and Decision Making[J]. Ecological Complexity, 2010, 7(3): 260-272.

[8] HERMANN A, KUTTNER M, HAINZ-RENETZEDER C, et al. Assessment Framework for Landscape Services in European Cultural Landscapes: An Austrian Hungarian Case Study[J]. Ecological Indicators, 2014, 37: 229-240.

[9] 增设风景园林学为一级学科论证报告[J]. 中国园林, 2011(5): 4-8. Demonstration Report on adding Landscape Architecture as the First Level Discipline[J]. Chinese Landscape Architecture, 2011(5): 4-8.

[10] 吕一河, 马志敏, 傅伯杰, 等. 生态系统服务多样性与景观多功能性——从科学理念到综合评估[J]. 生态学报, 2013, 33(4): 1153-1159. LY Yihe, MA Zhimin, FU Bojie, et al. Diversity of Ecosystem Services and Landscape Multi-functionality: from Scientific Concepts to Integrative Assessment[J]. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(4): 1153-1159.

[11] CHAN K M A, SATTERFIELD T, GOLDSTEIN J. Rethinking Ecosystem Services to Better Address and Navigate Cultural Values[J]. Ecological Economics, 2012, 74: 8-18.

[12] MASLOW A. A Theory of Human Motivation[J]. Psychological Review, 1943(50): 370-396.

[13] KIENAST F, BOLLIGER J, POTSCHIN M, et al. Assessing Landscape Functions with Broad-Scale Environmental Data: Insights Gained from a Prototype Development for Europe[J]. Environmental Management, 2009, 44(6): 1099-1120.

[14] FISHER B, TURNER R K, MORLING P. Defining and Classifying Ecosystem Services for Decision Making[J]. Ecological Economics, 2009, 68(3): 643-653.

[15] VREBOS D, STAES J, VANDENBROUCKE T, et al. Mapping Ecosystem Service Flows with Land Cover Scoring Maps for Data-Scarce Regions[J]. Ecosystem Services, 2015, 13: 28-40.

[16] 李双成, 等. 生态系统服务地理学[M]. 北京: 科学出版社, 2014: 79-87. LI Shuangcheng, et al. The Geography of Ecosystem Service[M]. Beijing: Science Press, 2014: 79-87.

[17] BAGSTAD K J, JOHNSON G W, VOIGT B, et al. Spatial Dynamics of Ecosystem Service Flows: A Comprehensive Approach to Quantifying Actual Services[J]. Ecosystem Services, 2013(4): 117-125.

[18] 李双成, 王珏, 朱文博, 等. 基于空间与区域视角的生态系统服务地理学框架[J]. 地理学报, 2014, 69(11): 1628-1639. LI Shuangcheng, WANG Jue, ZHU Wenbo, et al. Research Framework of Ecosystem Services Geography from Spatial and Regional Perspectives[J]. Acta Geographica Sinica, 2014, 69(11): 1628-1639.

[19] 王大尚, 郑华, 欧阳志云. 生态系统服务供给、消费与人类福祉的关系[J]. 应用生态学报, 2013, 24(6): 1747-1753. WANG Dashang, ZHENG Hua, OUYANG Zhiyun. Ecosystem Service Supply and Consumption and Their Relationships with Human Well-being[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2013, 24(6): 1747-1753.

[20] VILLAMAGNA A M, ANGERMEIER P L, BENNETT E M. Capacity, Pressure, Demand, and Flow: A Conceptual Framework for Analyzing Ecosystem Service Provision and Delivery[J]. Ecological Complexity, 2013, 15: 114-121.

[21] PALOMO I, MARTÍN-LÓPEZ B, POTSCHIN M, et al. National Parks, Buffer Zones and Surrounding Lands: Mapping Ecosystem Service Flows[J]. Ecosystem Services, 2013(4): 104-116.

[22] KOCH E W, BARBIER E B, SILLIMAN B R, et al. Non-Linearity in Ecosystem Services: Temporal and Spatial Variability in Coastal Protection[J]. Frontiers in Ecology and the Environment, 2009, 7(1): 29-37.

[23] SERNA-CHAVEZ H M, SCHULP C J E, VAN BODEGOM P M, et al. A Quantitative Framework for Assessing Spatial Flows of Ecosystem Services[J]. Ecological Indicators, 2014, 39: 24-33.

[24] 柴彦威, 申悦, 肖作鹏, 等. 时空间行为研究动态及其实践应用前景[J]. 地理科学进展, 2012, 31(6): 667-675. CHAI Yanwei, SHEN Yue, XIAO Zuopeng, et al. Review for Space-time Behavior Research: Theory Frontiers and Application in the Future[J]. Progress in Geography, 2012, 31(6): 667-675.

[25] 塔娜, 柴彦威. 时间地理学及其对以人为本导向社区规划的启示[J]. 国际城市规划, 2010, 25(6): 36-39. TA Na, CHAI Yanwei. Time Geography and Its Enlightenment to the Human-oriented Community Planning[J]. Urban Planning International, 2010, 25(6): 36-39.

[26] 张立伟, 傅伯杰. 生态系统服务制图研究进展[J]. 生态学报, 2014, 34(2): 316-325. ZHANG Liwei, FU Bojie. The Progress in Ecosystem Services Mapping: A Review[J]. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(2): 316-325.

[27] 刘文平. 基于景观服务的绿色基础设施规划与设计研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2014: 84-86. LIU Wenping. Planning and Design of Green Infrastructure Based on Landscape Service[D]. Beijing: China Agricultural University, 2014: 84-86.

(编辑 / 魏丹柠 刘昱霏)