

DOI: 10.20103/j.stxb.202405010985

李成, 黄欣, 赵洁, 赵芷悦, 梅忠建, 陈双. 生态系统文化服务研究进展与展望. 生态学报, 2025, 45(12): - .

Li C, Huang X, Zhao J, Zhao Z Y, Mei Z J, Chen S. Progress and prospects of research on cultural ecosystem services. Acta Ecologica Sinica, 2025, 45(12): - .

生态系统文化服务研究进展与展望

李 成^{1,*}, 黄 欣¹, 赵 洁², 赵芷悦¹, 梅忠建¹, 陈 双¹

1 中国矿业大学建筑与设计学院, 徐州 221116

2 江苏师范大学地理测绘与城乡规划学院, 徐州 221116

摘要: 全面了解生态系统文化服务是统筹推进高质量发展的前提, 深入探讨其研究重点对于优化生态产品供给和国土空间资源配置具有重要理论价值。文化服务发展至今, 对其认知从单一的文化价值到与人类关系价值的具体与延伸, 经历了多种维度的转变。全面梳理文化服务的研究现状后发现: (1) 文化服务的价值评估逐渐多以社交媒体数据为主, 与访谈和问卷调查等方法结合使用, 打破了小尺度研究的局限性。 (2) 文化服务目前聚焦于供需匹配关系的研究, 多以游憩服务等单一服务进行量化; 地形、气候变化等自然因素以及人口密度、可达性等社会因素是文化服务主要影响因素。 (3) 现有关于文化服务的调控与优化的研究在逻辑思维和决策管理的整合方面存在一定的不足, 研究应用导向较为缺乏。据此提出未来应重点关注的研究方向: (1) 结合多源数据构建标准化文化服务评估框架, 促进多学科的合作, 从而确保评估准确。 (2) 深化多类型文化服务流空间传输机制研究, 揭示其时空演化规律与地域分异特征, 建立基于供需动态平衡的空间优化模型, 为国土空间规划提供指导。 (3) 加强文化服务与人类福祉互馈作用机制研究, 拓展宏观尺度需求差异的探索, 进而完善生态系统的科学管理体系。 (4) 深入研究文化服务对国土空间优化管理的影响, 构建科学调控与优化的框架和操作指南, 推动研究成果在国土空间规划等领域的有效应用。

关键词: 生态系统文化服务; 研究进展; 评估方法; 供需关系; 人类福祉

Progress and prospects of research on cultural ecosystem services

LI Cheng^{1,*}, HUANG Xin¹, ZHAO Jie², ZHAO Zhiyue¹, MEI Zhongjian¹, CHEN Shuang¹

1 School of Architecture and Design, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China

2 School of Geography, Mapping and Urban-Rural Planning, Jiangsu Normal University, Xuzhou 221116, China

Abstract: A comprehensive understanding of cultural ecosystem services (CES) constitutes the foundation for advancing high quality development. Investigating research priorities holds substantial academic significance for optimizing ecological product supply and territorial spatial resource allocation. Since its conceptual inception, CES research has evolved from a singular focus on static cultural valuations toward a multidimensional framework emphasizing the relational values between ecosystems and human well-being. Through a systematic review of current status of research, the following key findings are identified: (1) The valuation approaches of CES have evolved into integrated methodological frameworks combining social media data analytics, participatory mapping, questionnaire surveys, and model simulations. These integrated methodologies overcome inherent spatiotemporal constraints of conventional sampling methods, enabling large-scale dynamic assessments of CES distribution and utilization patterns. (2) Thematic analyses reveal that current studies primarily focus on analyzing supply-demand mismatches and coupling relationships in specific CES categories—particularly recreational and aesthetic services—alongside perceptual studies of cultural values. However, research gaps remain in assessing non-material services

基金项目: 国家自然科学基金项目 (42371307); 教育部人文社会科学研究项目 (24YJCZH131); 江苏省高等学校基础科学(自然科学)研究面上项目 (22KJB170011)

收稿日期: 2024-05-01; **网络出版日期:** 2025-00-00

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: cheng.li@cumt.edu.cn

such as educational value and sense of place. Furthermore, natural drivers (e.g., topography, climate variability) and socioeconomic factors (e.g., population density, accessibility, public preferences) jointly influence CES provisioning. This highlights the critical need for integrated socio-ecological system analyses in CES governance to better understand and manage these complex interactions. (3) The existing regulatory strategies suffer from shortcomings in their decision-making frameworks and integrative management approaches, as scholarly applications often fail to adequately incorporate spatial planning frameworks, stakeholder engagement mechanisms, and adaptive management frameworks into a cohesive system. Based on these findings, we proposed the following key future research directions: (1) Establishing a standardized valuation framework by fusing multisource data and integrating interdisciplinary approaches across socioeconomic and natural systems to enhance the precision and systematic rigor of CES assessments. (2) Enhancing the study of spatial transmission mechanisms for diverse cultural service flows, uncovering their spatiotemporal evolution patterns and regional differentiation features. Developing a spatial optimization model based on dynamic supply-demand balance to guide territorial spatial planning. (3) Strengthening research on the interactions between CES and human well-being, expanding exploration of demand variations at large scales, and thereby refining the scientific management framework for ecosystems. (4) Deepening the study of the impact of CES on optimized management of territorial space, constructing a scientific framework and operational guidelines for regulation and optimization, and applying research findings in territorial spatial planning. This study offers a comprehensive review of key advancements in CES, reinforcing the scientific basis for ecosystem service management. By providing actionable insights for decision-makers and highlighting the crucial role of socio-ecological systems in spatial governance, it advances interdisciplinary research on the interconnections between ecosystems and human well-being.

Key Words: cultural ecosystem services; research progress; assessment methods; supply and demand relationship; human well-being

在生态文明建设的背景下,优化国土空间开发保护格局,推动生态保护与社会经济发展的协同推进,已成为实现可持续发展的重要路径。这一发展理念为生态系统文化服务(Cultural Ecosystem Services, CES)的研究提供了重要方向。与此同时,国家近年来大力推进生态产品价值实现机制,旨在通过市场化手段将生态资源转化为经济价值,也为 CES 的研究与实践提供了新的政策导向和实践路径^[1-2]。生态系统服务是生态系统为人类提供各种福祉所需的物质产品和精神享受^[3],其中 CES 作为其重要组成部分,近年来在理论框架和方法创新方面取得了显著进展。从最初以信息服务为雏形,到现今多维度的框架构建^[3-5],实现了从概念探索到实践应用的跨越。随着量化方法的精进^[6]和研究尺度的多元化^[7-9],CES 为人地系统耦合研究提供了新的视角。作为生态系统服务研究的核心议题,人类福祉与生态系统之间存在着复杂的作用机制,即生态系统通过其过程和功能为人类提供多样化的物质和非物质服务,人类则通过消费这些服务来提升自身福祉。近年来,学者们在探讨社会环境与生态过程作用机制、文化服务供需空间分异研究中,依托“路径-空间维度-治理目标”视角关注人与自然的交互关系^[10]。将此视角应用于文化服务的评估框架中,可以深入探究自然生态系统与人类社会系统通过文化服务进行相互作用的机制和效应。具体研究主要包括对 CES 评估方法的选择、驱动因素分析、供需匹配和空间流动的探究以及优化与调控(图 1)。旨在通过紧密结合政策导向和社会实践需求来准确识别 CES 价值链的终端受益群体,为 CES 的优化与调控提供现实路径和科学依据。

虽然针对 CES 的研究逐年增加并取得了一定的成果积累,但不同研究结论之间缺少归纳和梳理。对文化服务的系统认识及其与人类福祉之间的渊源和关系还有待进一步凝练。目前聚焦 CES 的综述研究多依赖可视化工具进行基础数据分析,难以深入探讨当前的研究热点和趋势。基于此,本研究通过厘清文化服务的理论渊源、总结其评估方法、归纳当前研究进展,并提出文化服务未来研究的重点方向,通过深化 CES 的理论认知,推动生态产品价值转化的实践应用,为后续研究提供参考。

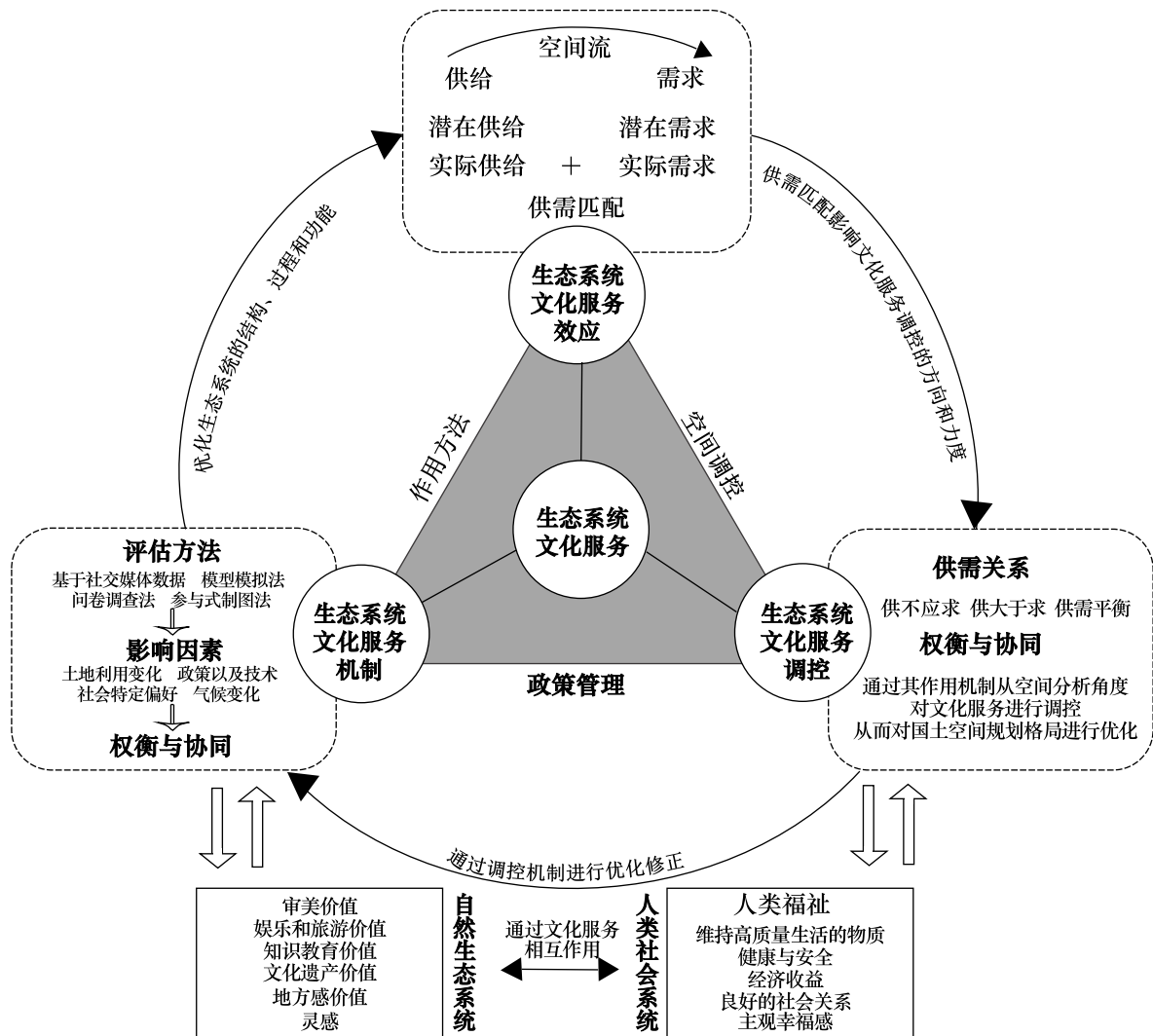


图 1 生态系统文化服务多维度理论框架图

Fig.1 Multidimensional theoretical framework for cultural ecosystem services

1 生态系统文化服务理论认知

1.1 生态系统文化服务的概念演进

自从生态系统服务概念被提出之后,CES 的概念也随之发展。作为连接生态系统和人类社会的纽带,文化服务的概念主要经历了三个阶段的演进:从概念的初步探索到多元化,再进一步综合化。其内涵从只注重文化服务的价值,到非物质维度与物质维度的转变,再到文化服务与人类福祉关系的互动延伸,文化服务概念研究的综合集成性不断深化。

(1) 1997—2005 年,初步探索阶段,主要关注文化服务及其在生态系统所提供的无形价值。1997 年 Daily^[11]首次全面系统地研究生态系统服务,其所提出的信息服务,被视为 CES 的早期形态。同年 Costanza^[12]将文化服务定义为“生态系统的审美、艺术、教育、精神和科学价值”。此阶段的研究大多是参考 Costanza 等对文化服务的分类与定义,强调其蕴含的内在服务价值。如欧阳志云等^[13]将提供自然环境的娱乐、美学、社会文化科学、教育、精神和文化表示为文化服务。随着研究的深入,学者们逐渐开始关注 CES 对人类发展的非物质惠益。De Groot^[14]认为文化服务是通过提供思考、精神、认知发展、娱乐和审美体验的机会来促进维持人类健康。相关研究将自然系统当作非物质福祉的重要来源,开始强调身心健康、教育、文化多样

性和身份认同(遗产价值)、自由和精神等非物质价值^[14]。

(2) 2005—2012 年,系统化和多元化阶段,强调文化服务的非物质利益,关注其与人类福祉的关系。2005 年联合国千年生态系统评估项目(Millennium Ecosystem Assessment, MEA)可称为生态系统服务研究的里程碑,其将文化服务定义为:“人们通过精神满足、认知发展、思考、娱乐和美学体验而从生态系统获得的非物质收益”^[4]。从而明确了文化服务的地位和非物质价值。但 MEA 仅以简单的方式将文化服务与人类福祉进行联系,未能通过利益相关者所获得的具体惠益,来明确区分其所提供的服务、利益和价值的概念^[15]。因此在此阶段的后期,学者们逐步尝试量化 CES 所提供的“物”的价值^[16]。同时 Chan 等^[17]将其定义为生态系统对人类-生态系统关系产生的非物质惠益的贡献。Church^[18]在英国国家生态系统评估报告(The UK National Ecosystem Assessment, UK NEA)中指出 CES 是环境空间和文化实践,以物质和非物质方式利于人类福祉。总体上,这一阶段从文化服务的非物质层面过渡到物质维度,开始强调人与自然的关系价值。

(3) 2012 年至今,综合集成应用阶段,文化服务的定义不再局限于静态的物质或非物质属性,而是将其理解为一个来自从物质价值到非物质原则的活动过程^[19-20]。2012 年,“生物多样性和生态系统服务政府间科学政策平台”(Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, IPBES)认为在评估中不仅需要考虑人们从自然中获得的提高生活质量的服务价值,还需要分析在自然中以及通过自然构建价值的关系条件。此阶段将 CES 的概念视为一个形容词而不是一个名词,理解为“物质价值-非物质价值”的动态变化过程。如 Chan 等^[15]认为 CES 是一种对人类具有一定价值的生产效益(效益可以是活动的形式)。Church 等^[18]基于人类-生态系统这一视角,认为文化服务是人类与自然环境互动的环境空间。Fish 等^[19]也将 CES 定义为自然环境与其内部发生的文化或娱乐活动之间的相互作用。现阶段将 CES 的定义置于地理环境中,意味着研究者需要考虑具体自然环境中的文化服务是如何体现和发挥作用,强调了文化服务的空间维度和地方性特征。

1.2 生态系统文化服务分类框架

随着 CES 的概念逐渐深化,也产生了多种类型的分类框架(表 1),应用最广泛的是 MEA 提出的涵盖 CES 基本元素的十个核心指标,其适用于全球尺度的生态系统服务评估,阐述了生态系统服务与人类福祉的关联,

表 1 生态系统文化服务分类框架

Table 1 Frameworks for the classification of cultural ecosystem services

分类来源 Classification source	生态系统文化服务名称 The names of cultural ecosystem services	生态系统文化服务分类 Classification of cultural ecosystem services
Costanza 等 ^[12]	休闲和文化服务	提供非商业用途的机会、代表生态系统的美学、艺术、教育、精神和科学价值
Daily ^[11]	信息服务	审美、文化和知识及精神灵感、存在价值、科学发现、宁静
De Groot 等 ^[14]	信息功能	美学信息、娱乐和文化及艺术信息、精神/历史信息、科学和教育
MEA ^[4]	文化服务	文化多样性、审美价值、精神和宗教价值、社会关系、知识体系、地方感、教育价值、文化遗产价值、灵感、娱乐和生态旅游
Boyd and Banzhaf ^[21]	社会文化满足	美学、遗产和精神及情感、存在效益
UK NEA ^[22]	文化服务	文化产品 休闲、娱乐和旅游产品、教育和生态知识产品、健康产品、宗教和精神产品、文物 文化效益 身份(归属感、地方感、灵性)、体验(宁静、灵感、逃避、发现)、能力(知识、健康、判断力、灵活性)
Chan 等 ^[17]	文化服务	生计、户外娱乐、教育与研究、艺术、仪式
Sagie 等 ^[23]	文化服务	精神/传统、心理健康、教育/科研、游憩/运动、美学、旅游、地方感
Haines-Young and Potschin ^[24]	文化服务	物质互动、智力互动、精神和象征性互动、其他互动
TEEB ^[25]	文化服务	美学信息、娱乐和旅游机会、文化和艺术及设计灵感、精神体验、认知发展信息
Zhu 等 ^[26]	文化服务	文化价值、健康益处、社会关系、地点感、审美价值、教育功能、互动活动

TEEB:生态系统与生物多样性经济学 The Economics of Ecosystems and Biodiversity

为后续分类框架的研究提供了基本框架^[4]。UK NEA^[22]及其后续行动计划从环境空间、文化价值、文化实践和文化效益 4 个层面完善了文化服务分类框架,并围绕人类福祉与环境之间的联系,探索生态系统及其服务变化的驱动因素。生态系统与生物多样性经济学(The Economics of Ecosystems and Biodiversity, TEEB)提出三个 CES 核心因素:用户的身心健康、产生灵感的美学效益以及引发精神体验的地方感^[25],但其过于强调文化服务的经济价值,可能导致评估结果不具有全面性。这些框架都强调了生态系统功能和过程之间的相互依赖关系,也推动了对生态系统文化服务经济价值的广泛认识。生态系统服务共同国际分类(Common International Classification of Ecosystem Services, CICES)依据 CES 对人类的影响和对环境的需求,提出了一个包含两个层级、四个主要指标(身体交互、知识交互、精神与象征交互以及其他交互)和九个次级指标的级联框架^[24],更聚焦于原位生活过程对文化服务基本性质的决定性作用,并基于特定环境中的具体活动和空间特征,提出了更适用于小尺度空间评估的指标体系,使其更容易被政府和研究者使用。

在 CES 的分类研究中,许多学者的分类方法往往带有明显的地域色彩或主观倾向,如 Łaszkiewicz^[27]用“绿地可利用性”来表示“地方感”,而 Paracchini^[28]则用它来表示“娱乐和生态旅游”。这种倾向性导致 CES 分类缺乏普适性,无法全面反映其内在功能。因此应综合考虑不同地域的景观特征、经济水平、心理偏好、历史发展进程等因素,建立一个全面的分类体系,从而推动文化服务类别构建的标准化和系统化。

2 生态系统文化服务研究主题

2.1 生态系统文化服务价值评估

早期 CES 通常以货币形式进行估价,但非市场化的 CES 却难以评估其市场价值^[29],如灵感、宗教和地方感。因此学术界涌现出许多新的研究课题和替代研究方法,目的是从多方面科学定量文化服务,如 Cheng 等^[30]在货币方法和非货币方法的基础上,对于每种方法的显现性偏好和陈述性偏好的类别进行了区分。将这些方法进行分类与归纳如表 2 所示。

表 2 生态系统文化服务评估方法

Table 2 Assessment methods for cultural ecosystem services

分类 Categorization	方法 Methodologies	方法介绍 Methodological description	优点 Advantages	适用价值 Applicable values	参考文献 Bibliography
货币化评估方法 Monetization assessment methodology	显现性偏好	市场价格法	通过观察与文化服务相关的产品或活动在市场上的实际交易价格,来估算这些文化服务的经济价值	1. 数据获取相对容易 2. 结果直观	娱乐和生态旅游等 Sumarga ^[31]
		旅行成本法	利用计算前往目的地的相关成本的数据来评估资源的娱乐和生态旅游效益	1. 方法成熟,应用广泛	娱乐和生态旅游等 Zhang 等 ^[32]
		享乐定价法	主要用于估算环境质量或文化特征对商品价格(通常是房地产价格)的影响设施变化的部分经济价值	1.结果相对客观,基于实际市场行为	审美、娱乐和生态旅游、文化遗产等 Sander 等 ^[33]
	陈述性偏好	商议估价法	引导参与者进行深入讨论和反思,最终得出对特定生态系统服务的货币估值	1. 能直接反映消费者偏好	审美、娱乐和生态旅游、文化遗产、灵感等 Kenter 等 ^[34]
		条件价值法	利用调查问卷询问受访者对一些服务的支付意愿,直接计算相关的服务价值	1.可评估使用和非使用价值 2. 适用于多种文化服务	娱乐和生态旅游、审美、文化遗产、知识教育等 Gelo 等 ^[35]
非货币化评估方法 Non-monetized valuation methodology	显现性偏好	选择实验法	要求个体挑选其认可方案,揭示不同个体对每个文化服务属性偏好程度的异质性	1.可同时评估多个文化类型 2.减少部分偏差	审美、娱乐和生态旅游、文化遗产、知识教育、灵感等 史恒通等 ^[36]
		观察法	直接观察人类的行动和行为	1. 提供真实行为数据 2.适合研究实际价值	审美、娱乐和生态旅游、文化遗产等 Tzoulas 等 ^[37]

续表

分类 Categorization	方法 Methodologies	方法介绍 Methodological description	优点 Advantages	适用价值 Applicable values	参考文献 Bibliography
陈述性偏好	文件法	通过分析文本、图像或其他形式的材料来估计个人或群体对于文化服务的偏好	1. 较为客观 2. 适合历史研究	文化遗产、知识教育、文化多样性、精神和宗教价值等	Tzoulas 等 ^[37]
	基于社交媒体的方法	是一种相对较新的方法,通过网络平台获取评论或照片数据来量化文化服务	1. 成本相对较低 2. 可获得地理标记数据	娱乐和生态旅游、审美、知识教育、地方感等全部价值	Wang 等 ^[38]
	模型模拟法	主要指生态系统服务综合评估和权衡(InVEST)模型、生态系统服务人工智能(ARIES)模型、生态系统服务社会价值(SolVES)模型和最大熵(MaxEnt)模型	1. 可处理复杂的生态系统相互作用 2. 可整合多种数据源	审美、娱乐和生态旅游、知识教育、文化遗产等	霍思高等 ^[39]
	访谈法	通过面对面的互动或交谈,直接深入了解访问者对文化服务的认知	1. 可获得较为深入的信息	娱乐和生态旅游、审美、知识教育、地方感等全部价值	Schmidt 等 ^[40]
	问卷调查法	由一系列问题组成,基于受访者的填写收集有关文化服务的信息	1. 可收集大量标准化数据且易统计 2. 评估成本相对较低	娱乐和生态旅游、审美、知识教育、地方感等全部价值	Tu 等 ^[41]
	焦点小组法	受访者可以获取更多文化服务相关信息,并在小组讨论中进行陈述和讨论	1. 允许参与者相互启发 2. 适合探索集体观点	知识教育、文化遗产、地方感等	Dou ^[42]
	基于专家法	利用专家知识处理复杂和不确定的问题,从而获取部分数据信息	1. 时间成本较低 2. 适用于数据缺乏的情况	知识教育、文化遗产等	Dou ^[43]
	Q 方法	是一种定性的方法,使用因素分析来确定关于某个主题的所有观点	1. 可系统化分析主观观点 2. 适合研究价值观和态度	审美、精神和宗教、地方感等	MacDonald 等 ^[44]
	参与式制图法	将人们所感知的文化服务与特定场所联系起来	1. 直观,易于参与者理解 2. 可捕捉空间分布信息	审美、娱乐和生态旅游、文化遗产、地方感等全部价值	Brown 等 ^[45]

2.1.1 生态系统文化服务货币化评估方法

货币化评估方法是文化服务评价的重要前提与基础,能够间接反映不同群体对文化服务的认知。市场价格法^[31]、旅行成本法^[32]、享乐定价法^[33]是以市场价格对生态系统中具有实际市场的产品和服务进行直接评估,具有较强的客观性和可验证性。适用于估算娱乐和生态旅游以及美学价值等具有实际市场的文化服务。如周素等^[46]利用改进的旅行成本法定量研究元阳哈尼梯田景区的休闲旅游价值,发现该方法能够有效反映游客的支付意愿,但在多目的地旅行场景中可能存在偏差。不同的是,享乐定价法更依赖商品数据和生态环境信息的完整性及准确性,常需要增加其他额外的评价标准^[33]。商议估价法^[47]、条件价值法^[35]、选择实验法^[48]则用于评估生态系统中没有直接市场交易和市场价格的服务或信息资料匮乏的区域,进而间接估算 CES 价值。商议估价法常用于评估地方感和文化遗产等难以量化的服务,通过将商议与货币价值的优势相结合使 CES 的价值更加透明,增强评估的合法性和社会接受度,但实施成本较高,且结果可能受到参与者主观偏见的影响。如 Kenter 等人^[47]发现商议估价容易忽略社会背景在文化服务评估中的价值,需注意其高成本和小样本研究的局限性。条件价值法和选择实验法均是基于受访者的支付意愿来量化 CES 的综合价值,特

别是文化遗产价值等非使用价值,经济学家认为基于受访者效用视角的价值评估结果在应用于决策实践时往往具有更强的实现性。马永喜^[49]与 Su 等^[50]展示了条件价值法和选择实验法在综合评估和复杂服务评估中的应用,但也指出了其实施难度和主观偏好问题。

2.1.2 生态系统文化服务非货币化评估方法

由于货币化评估方法在不同群体之间样本差异性大,且缺乏空间位置信息,因此学者们特别强调对于非货币价值评估。观察法^[37]和文件法^[37]是早期评估文化服务价值的传统方法,常用于评估娱乐和生态旅游以及审美价值。观察法具有直接性和动态性,能够弥补文件法的局限性和滞后性,如 Tzoulas 等^[37]使用观察法和文件法收集公园使用者活动数据,评估了绿色空间网络的游憩用途和关注度,但这两种方法周期长,研究尺度有限,后期常与问卷法或模型模拟法结合来提高评估效率^[51]。当前研究主要聚焦于模型模拟法^[39]和基于社交媒体的方法的多元融合^[38-39,52],尤其是生态系统服务社会价值(SoIVES)模型和最大熵模型(MaxEnt),现已成为研究文化服务供需关系及空间分异特征的重要工具。这些模型通过揭示环境变量与特定观测点之间的关系,能够同时适用于多种类型的文化服务评估,并在文化服务簇和文化服务流动研究中展现出广阔的应用前景^[53-54]。基于社交媒体的方法则依托网络评论、地理标记图片以及兴趣点数据等多源信息,构建公众对文化服务感知的量化评价体系,其与模型模拟法的结合创新了文化服务供需量化的动态评估框架。如李林汝^[55]、钟敬秋等^[56]利用社交媒体数据和模型模拟法相结合,定量分析了城市尺度的文化服务价值以及影响因素,打破了文化服务只局限于公园景观尺度研究的局限性。

访谈法^[40]、问卷调查法^[41]和参与式制图法^[45]都能够深入探究个人或群体对 CES 的情感价值和经验,这三类方法能够对文化服务进行全方位的精细化评估,但主观性较强且多为小尺度研究。近几年,问卷调查和参与式绘图法常与社交媒体数据结合,弥补了访谈对象和问卷数据的主观性与不稳定性。参与式制图法能将价值观与空间信息结合,为管理决策提供有用的空间数据参考,彭婉婷等^[57]采用问卷、访谈及参与式制图法相结合,定量评价多类型的 CES 价值及其空间分布,提高了评价的准确性。焦点小组法、基于专家法和 Q 方法等能对特定的价值类型进行评估,并提供更多的信息和科学验证机会^[44],但由于其主观性较强且多局限于小尺度研究,在国内文化服务评估中应用较少。

2.2 生态系统文化服务供需关系

文化服务供需关系研究需要明确供需空间位置的匹配程度、数量的满足程度与不同类型的对应关系^[58]。供给侧指生态系统所固有的文化服务潜力或能力,主要取决于生态系统的自然属性和人类干预的结果^[59-60]。根据是否存在利益相关者的干扰和人类实际使用划分为潜在供给和实际供给。潜在供给是指理想状态下生态系统的最大产出和阈值,实际供给则指当前条件下可被接收或使用的服务量。需求侧主要指人类的主观偏好和支付意愿,分为潜在需求和实际需求。潜在需求是指在特定时空范围内生态系统提供的、尚未被人类通过具体消费行为体现的隐性需求状态,实际需求则是已通过可观测行为被社会从生态系统中得到的文化服务的数量和质量。CES 供需匹配是实现可持续发展的关键因素。根据人类对文化服务供需的利用程度将其关系分为供不应求、供需匹配以及供过于求三种情形。当 CES 出现供不应求的情况时,会导致资源分配的空间不均衡,需要深入探讨 CES 的空间传递模式,辨识自然和人为因素对服务流动的影响。而如果供过于求,表明人类从自然环境中获取的益处已超出实际所需,应准确评估社会经济体系的需求构成,以避免对生态系统功能的过度开发。当 CES 供需匹配时,意味着文化服务得到充分利用,但需注意社会经济需求结构的动态变化可能导致原本充足的文化服务供给变得不足,无法支撑社会的持续进步。

CES 供需关系研究经历了从单一方法到多元融合、从静态评估到动态分析的发展历程。主要方法包括土地利用矩阵打分法、当量因子法、模型模拟法等。早期研究以 Burkhard 等^[61]提出的土地利用矩阵打分法为代表,为区域 CES 供需评估提供了基础框架,但其受限于专家主观性和研究尺度的单一性。随后学者们基于此进一步引入供给率、供需比^[62]、供需匹配度和协调度^[63]等指标,逐步实现了对 CES 时空变化和区域协调性的量化分析。但这些方法在服务类型覆盖范围与需求评估精度上仍存在局限。近年来,相关研究呈现多源数据

融合的新趋势,社交媒体数据的应用推动着文化服务领域的纵向探析。国内外开始关注文化服务供需链式响应机制与空间反馈效应^[64-67],通过对多类型服务交互作用机理的研究,为居民空间行为模式及偏好特征提供了新视角和新方法^[68],如 He 等^[69]对杭州市农田 CES 供需关系进行评估,突破了评估的尺度和时空限制,但其兴趣点数据的精确度还有待提升。杨远丽等^[70]则通过模拟分析探究了山地旅游区 CES 供需的影响因素。这些研究在复杂生态系统和城市尺度的供需评估中展现出独特优势,但也面临数据质量、模型精度以及测度的用户群体可能存在单一性与偏差性等方面的挑战。

2.3 生态系统文化服务的影响机制分析

CES 的空间分布受多种驱动因素的综合影响,其中自然因素和社会因素在时空尺度上共同作用,塑造了其空间异质性。明确驱动因素及其对人类福祉的作用是理解 CES 的关键。其研究曾多以生态系统服务为基础,聚焦于审美和娱乐价值的供需变化来探究其驱动机制,但目前随着社交媒体数据的应用,多与模型模拟法结合,通过地理探测器和地理加权回归模型来共同探究 CES 多尺度和多维度的影响因素。

自然因素是 CES 供给的物质基础,主要包括地形、气候、水文和植被等因素。地形特征是景观格局的重要驱动因素,通过限制土地利用方式和生态系统功能,直接影响 CES 供给能力^[71]。如高海拔地区因独特的地貌特征而具有较高的美学和娱乐价值,但可达性较低限制了其利用效率,坡度较大的区域常因开发难度较高而保留了更多的自然景观,从而产生更高的供给潜力^[52]。气候变化作为全球环境变化的核心驱动力,通过直接或间接影响生态系统的结构和功能,显著影响了 CES 的供给条件^[72]。如自然气候的变化能够影响地区动植物的健康而进一步作用到原住民的生活习惯和方式,一定程度上削弱了生态系统提供文化服务的能力^[73]。水文要素是提供美学和休闲娱乐价值的重要景观要素,而植被覆盖率则通过塑造景观美学价值直接影响 CES 的供给能力^[74]。

社会因素是 CES 需求和管理的主要驱动力,主要包括人口密度、经济发展、政策规划和交通可达性等。人口密度作为社会因素的核心变量,通过调节 CES 的需求强度和利用方式,直接影响其供给能力。如城市人口密度的增加通常伴随着对休闲娱乐和生态旅游需求的显著提升,但高密度人口也可能导致资源过度利用和环境承载力超载,而进一步削弱 CES 的可持续性^[65-66,75]。国内生产总值以及人均收入增加等经济发展的现象通常与生态旅游和文化体验活动的需求正相关。经济发达地区的居民通常有更高的消费能力和游憩意向,这使得其对 CES 的需求程度较高。相反经济发展也可能导致资源过度开发和环境污染,降低 CES 的供给能力^[6]。政策规划通过调节生态系统管理来直接影响 CES 的供给能力,如生态补偿机制通过经济收益激励地方政府和居民,使其更积极地参与生态系统管理^[76]。交通可达性对 CES 需求分布具有空间导向作用,通过影响游客的可达性和感知体验,间接影响 CES 的供需匹配,距道路距离对休闲娱乐和康养价值的解释力较强,表明交通便利性是影响游客行为的关键因素^[54,75,77]。

2.4 生态系统文化服务的调控与优化研究

深入理解 CES 与人类福祉之间的关联,探索如何通过综合管理策略和空间优化策略来维护和增强文化服务是近年来的研究重点。现有研究多基于人类福祉视角通过供需匹配^[66]、生态系统服务耦合^[78]和社会利益群体感知^[79]等不同优化原则,运用模型模拟^[80]、贝叶斯网络^[81]、参与式绘图法^[82]等多元方法,寻求特定区域文化服务的提升路径。

供需匹配从强调 CES 供给转向多尺度空间供需主体的平衡,通过对供需主体功能结构与运行机制的研究来实现 CES 的优化。不少学者将 CES 的调控转化为对城市景观和绿色基础设施的建设和规划^[83],通过优化城市绿地景观要素配置和空间分布,提升生态系统的美学价值和吸引力来进一步实现 CES 供需匹配。Chen 等^[84]对北京市绿地的娱乐服务进行评估,并建议通过城市绿地规划管理的差异化发展策略来优化文化服务的供需匹配格局。深入探究文化服务内部及其与服务间的权衡与协同关系,剖析其客观规律和成因机制,能帮助相关部门制定均衡高效的生态系统优化管理措施和调控政策。Cheng 等^[85]评估了成都浣花溪公园的八类文化服务的权衡协同关系,通过文化服务的正负相关关系,指出可通过有效整合景观特征提升文化

服务的供给质量。此外,以人类福祉视角为依据,立足于利益相关者主体参与的自上而下的管理和决策结构,使用参与式决策等途径研究社会利益群体对 CES 的感知来提高其对 CES 价值和重要性的认识,能够实现对需求侧的调控^[86]。Pleninger 等^[87]通过居民社区参与对文化服务价值进行空间制图,以利益相关者视角对文化服务和其他服务之间的权衡进行有效分析,为调控文化服务的供给提供了丰富的参考。

3 研究述评与展望

3.1 研究述评

如何建立 CES 的系统评估框架、探索 CES 的供需平衡及影响因素并对其进行有效调控来增强生态系统服务与人类福祉关系,是当前国内外研究的重点和热点。CES 在多学科交叉融合的范式引领下已从“信息服务”到“非物质惠益”再到“人类关系价值的具体与延伸”。从“理论认知”再到“影响链条”,其作用机制研究逐渐可被量化,CES 强化了兼顾人类社会发展与生态环境效益的资源管理与区域规划的综合应用。但同时现有 CES 的研究又明显滞后于其他服务类别,难以解决生态系统服务退化与社会需求提升之间的激烈矛盾。当前,生态系统文化服务的研究主要存在着以下几方面不足:

(1)CES 分类体系研究不均衡。现有研究已基于 MEA、TEEB 和 CICES 等框架,初步构建了 CES 的分类体系,为其后续的评估和管理提供了重要理论基础,还为跨区域、跨学科的融合研究提供了统一框架。但目前文化服务的具体分类及概念内涵仍需根据研究内容和目标进行调整,易出现指代不清或重复核算等情况。国内外对娱乐和美学价值的研究目前较为充分,但在地方感、文化遗产等其它分类体系的研究方面存在一定的不均衡性,在人地耦合视角下开展文化服务与人类福祉之间互动效应的研究仍较为缺乏,使得文化服务分类体系研究的综合性和系统性略显不足。

(2)多类型 CES 的供需匹配研究较为缺乏。社交媒体数据的应用推动了 CES 在人群感知与价值评估研究的系统化发展,也让 CES 供需研究逐渐成为近年来的研究热点,为深入解析生态系统服务与人类福祉间的内在关联提供了新的研究视角。现有研究通过回归模型及空间模拟等定量分析和案例研究,初步揭示了 CES 供需的空间分布特征及其驱动机制,但仍存在评价体系不系统、研究精度不足等问题。同时多以单一指标代表供需,忽视群体异质性和供需多维交互的复杂性,且对实际、潜在供需及终端受益者的区分不够清晰,技术方法亦有待完善。目前也有少数学者逐渐开始关注供需空间流动以及文化服务簇的研究,但多局限于流的空间和数量,而对影响流的因素(政策、经济、文化)考虑不充分,忽略了过程因素的动态作用。

(3)CES 的影响机制研究仍需深化。随着 CES 价值评估方法的日趋完善,其形成机制与驱动效应的研究逐渐成为学者关注焦点。通过结合社交媒体数据与模型模拟法,不仅揭示了自然因素对 CES 供给能力的基础作用,还深入探讨了社会因素对 CES 需求的驱动机制,初步构建了 CES 影响机制的理论框架。然而现有研究多局限于特定服务类别或区域,缺乏跨类别、跨区域的普适性理论框架。同时由于 CES 非物质性特征,多时间序列数据获取困难,制约了其驱动机制变化的纵向分析。

(4)CES 调控在管理与决策中的应用较匮乏。在现代生态文明和区域可持续管理的背景下,CES 研究为生态系统管理提供了重要的科学依据,特别是在生态补偿机制、土地利用规划和公众参与等方面,为区域生态保护和可持续发展提供了理论支持,如通过利用文化服务资源与人居福祉的关系,探究其影响因素,构建相应的生态补偿政策来实现生态保护与经济的双赢^[88]。但 CES 调控与优化研究在逻辑体系和决策管理整合方面仍存在局限,制约了其实际应用效能。尤其是在应对生态服务退化、社会福祉分层失衡及利益相关者的冲突等复杂问题时,相关研究的应用导向性不足。此外,CES 服务调控研究与社会发展需求间的脱节,以及对 CES 内部交互作用及影响因素效应的模糊认知,进一步限制了其应用价值。

3.2 展望

在实现“人与自然和谐共生现代化”进程中,CES 研究以其独特的价值特征,逐渐成为调节生态系统与人类福祉关系的关键一环。虽然现有研究在评估方法与供需机制探究中取得一定的进展,但在跨尺度下的供需

空间流动传导路径、文化服务与人类福祉的互馈作用关系以及文化服务协同管理等方向仍有不足。基于此,未来应着重在以下方向实现创新与突破:

(1)完善 CES 与人类福祉关系的系统化评估框架。随着我国生态文明建设的深入推进,CES 与人类福祉的关系研究正经历范式转变,从侧重价值评估逐渐转向探索其与人类福祉的复杂关联。当前研究重点聚焦于文化服务与人类福祉的空间关系、因果联系以及动态过程的相关性,也有部分前沿基于二者间的反馈机制,初步构建了 CES 与人类福祉的评估框架。但未来还应关注以下几个方面的研究:构建大数据与社会经济指标相结合的多维度需求端评估体系,通过分析文化服务的最终受益途径,进一步探讨适当尺度区间的利益分配机制,并量化不同群体对 CES 的需求差异,为区域生态补偿和资源分配提供一定的科学依据;各类型文化服务相互关系的识别与作用机制的研究可以分析其价值体现的最大化情景,未来可利用结构方程模型或机器学习等方法来加强相关作用机制层面的深入研究;目前文化服务多数据源的综合应用评估虽实现了的跨越式发展,但大数据的精度也能够反向影响研究的准确性,因此未来可以重点探究多数据源的科学性,进而显化模拟文化服务与人类社会交互作用的空间特征,通过明晰各类型之间的非线性关联来丰富二者的直接关系研究,为进一步构建生态系统文化服务与人类福祉评估框架作铺垫。

(2)开展多类型的文化服务供需关系研究并关注其空间流动。生态系统文化服务供需关系研究尚处于初期阶段,现主要集中在美学和娱乐服务的供需平衡评估上,而对多类型文化服务的综合研究相对匮乏。基于区域协调发展的理念背景,文化服务供需关系的研究逐渐将生态系统功能输出机制、区域自然禀赋、社会经济条件以及文化背景等因素纳入考量,通过构建多维度的综合评估框架来全面揭示文化服务的供需动态及其驱动机制。如探索文化服务在生态旅游、自然教育等领域的价值实现路径,研究如何通过政策引导和市场激励,将文化服务的非经济价值转化为可持续发展的动力从而促进区域协调发展。未来研究也应着重关注文化服务供需矛盾及其优化途径,以构建文化服务的空间流动模型来识别供给区域和受益群体而进一步优化生态产品的供需能力,最终实现对文化服务的供需关系和空间传递进行定量的模拟;还应以人类福祉与生态系统服务的交互作用为重点,通过剖析不同尺度下供给、需求和流动的多层级演化规律,以强化多尺度转换和多重反馈机制下供需耦合系统的动态研究,为制定科学合理的生态系统管理策略提供有力支撑。

(3)深化 CES 与人类福祉的互馈关系及相互作用机制研究。目前在宏观尺度上对不同受益群体的文化服务需求与意愿差异探讨不足,并且多侧重于单向的作用机制研究,忽视了人类对文化服务的主动需求。基于此,未来需要从人地耦合或社会-生态系统等视角出发来量化二者的互动关系,推动级联框架向人类福祉的终极目标持续演进。具体需要关注文化服务对人类日常生活中审美、健康及文化遗产等多要素类型的定量影响,借助系统动力学模型来剖析文化服务与人类福祉的相互作用机制以及其子系统间的多重反馈效应与关联形成过程,进一步确定关键主控因素。如可以结合生态产品价值实现机制导向来研究 CES 在提升公众生态意识、促进生态保护行为中的作用,以实现生态保护与人类福祉的双赢;同时还需分析各类服务与人类福祉间可能存在的单向或双向互动及其效果与程度,通过结合地形地貌等自然环境因素以及人口等社会因素,来探究其多重影响路径和作用效应,如可以选取山地、平原等不同地理区域来对比探究文化服务的供给能力及其对人类福祉的影响差异;或者研究城市人口结构变化对文化服务需求的影响和政策干预在优化其供需关系中的作用。

(4)深化 CES 的国土空间优化管理研究。未来研究应以提升居民福祉为出发点,构建多层次、多目标的预测和模拟决策系统,将文化服务供需与人类福祉作为国土空间优化的内在参数,通过搭建“整体格局-供需评估-驱动解析-模拟预测-管理应用-反馈调控”的完整闭环来进一步深化对生态服务退化、社会福祉分层失衡及相关利益冲突的应用研究。通过构建反馈调控机制来探索政府与市场调节相结合的自然资源配置路径,以满足生态资源在国土空间内的合理分配,形成符合社会发展需求的 CES 服务调控策略。另一方面,未来应基于区域协调发展理论政策,研究如何通过生态系统服务付费机制,促进文化服务的供给与需求匹配,为生态产品价值实现机制的完善提供实践路径;同时还需制定专门针对 CES 优化的政策框架和操作指南,推动研究成

果在国土空间规划和生态文明建设等关键领域的具体实施。

参考文献 (References):

- [1] 唐承财, 刘嘉仪, 秦珊, 江玲, 吕君. 国家公园生态产品价值实现的机制及模式——以神农架国家公园为例. 生态学报, 2024, 44(13): 5786-5800.
- [2] 卢畅, 罗芬, 王琛. “互联网+”生态旅游产品价值实现机制研究——以南山国家公园线路为例. 中国生态旅游, 2022(2): 291-306.
- [3] 谢高地, 鲁春霞, 成升魁. 全球生态系统服务价值评估研究进展. 资源科学, 2001, 23(6): 5-9.
- [4] Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis Report. Washington: Island Press, 2005.
- [5] 秦彦, 沈守云, 吴福明. 森林生态系统文化功能价值计算方法与应用——以张家界森林公园为例. 中南林业科技大学学报, 2010, 30(4): 26-30.
- [6] 杨丽雯, 王大勇, 李双成. 生态系统文化服务供需关系量化方法研究——以平陆大天鹅景区为例. 北京大学学报: 自然科学版, 2021, 57(4): 691-698.
- [7] Fischer L K, Honold J, Botzat A, Brinkmeyer D, Cvejić R, Delshammar T, Elands B, Haase D, Kabisch N, Karle S J, Laforzezza R, Nastran M, Nielsen A B, van der Jagt A P, Vierikko K, Kowarik I. Recreational ecosystem services in European Cities: sociocultural and geographical contexts matter for park use. Ecosystem Services, 2018, 31: 455-467.
- [8] 李芳, 刘月亮, 赵冠伟. 广州市天河公园生态系统文化服务感知. 中国城市林业, 2022, 20(3): 75-81.
- [9] 王雁斌, 钱欣, 蔡蒙蒙, 赵正. 特大城市绿地生态系统的文化服务功能评价研究: 以上海市为例. 北京林业大学学报: 社会科学版, 2023, 22(2): 52-59.
- [10] 钟敬秋, 高梦凡, 韩增林, 周成虎, 闫晓露. 基于生态系统文化服务的人地关系空间重构. 地理学报, 2024, 79(7): 1682-1699.
- [11] Daily G C. Nature's services: societal dependence on natural ecosystems. Washington, DC: Island Press, 1997.
- [12] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R V, Paruelo J, Raskin R G, Sutton P, van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, 1997, 387: 253-260.
- [13] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究. 生态学报, 1999, 19(5): 19-25.
- [14] de Groot R S, Wilson M A, Boumans R M J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. Ecological Economics, 2002, 41(3): 393-408.
- [15] Chan K M, Guerry A D, Balvanera P, Klain S, Satterfield T, Basurto X, Bostrom A, Chuenpagdee R, Gould R, Halpern B S. Where are cultural and social in ecosystem services? A framework for constructive engagement. Bioscience, 2012, 62(8): 744-756.
- [16] Cisneros-Montemayor A M, Sumaila U R. A global estimate of benefits from ecosystem-based marine recreation: potential impacts and implications for management. Journal of Bioeconomics, 2010, 12(3): 245-268.
- [17] Chan K, Satterfield T, Goldstein J. Rethinking ecosystem services to better address and navigate cultural values. Ecological Economics, 2012, 74: 8-18.
- [18] Church A, Fish R, Haines-Young R, Mourato S, Tratalos J A, Stapleton L M, Willis C, Coates P, Gibbons S, Leyshon C. UK National Ecosystem Assessment follow-on: work package report 5: cultural ecosystem services and indicators: UNEP-WCMC, LWEC, UK, 2014.
- [19] Fish R, Church A, Winter M. Conceptualising cultural ecosystem services: a novel framework for research and critical engagement. Ecosystem Services, 2016, 21: 208-217.
- [20] Pröpper M, Haupts F. The culturality of ecosystem services. Emphasizing process and transformation. Ecological Economics, 2014, 108: 28-35.
- [21] Boyd J, Banzhaf S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. Ecological Economics, 2007, 63(2/3): 616-626.
- [22] Church A, Burgess J, Ravenscroft N, Bird W, Brady E, Crang M, Fish R, Gruffudd P, Mourato S, Pretty J. Chapter 16: Cultural Services, National Ecosystem Assessment. Final Report to United Nations Environment Programme (UNEP)/World Conservation Monitoring Centre (WCMC), 2011.
- [23] Sagie H, Morris A, Rofé Y, Orenstein D E, Groner E. Cross-cultural perceptions of ecosystem services: a social inquiry on both sides of the Israeli-Jordanian border of the Southern Arava Valley Desert. Journal of Arid Environments, 2013, 97: 38-48.
- [24] Haines-Young R, Potschin-Young M. Revision of the common international classification for ecosystem services (CICES V5.1): a policy brief. One Ecosystem, 2018, 3: e27108.
- [25] Sukhdev P, Wittmer H, Miller D. The economics of ecosystems and biodiversity (TEEB): challenges and responses//Nature in the Balance. Oxford: Oxford University Press, 2014: 135-150.
- [26] Zhu X, Cheng X T, Zhang B, Mihalko C. A user-feedback indicator framework to understand cultural ecosystem services of urban green space. Ecological Indicators, 2023, 154: 110642.
- [27] Łaskiewicz E, Kronenberg J, Marciniak S. Attached to or bound to a place? The impact of green space availability on residential duration: The environmental justice perspective. Ecosystem Services, 2018, 30: 309-317.
- [28] Paracchini M L, Zulian G, Kopperoinen L, Maes J, Schägner J P, Termansen M, Zandersen M, Perez-Soba M, Scholefield P A, Bidoglio G. Mapping cultural ecosystem services: a framework to assess the potential for outdoor recreation across the EU. Ecological Indicators, 2014, 45: 371-385.
- [29] Chen H J. Land use trade-offs associated with protected areas in China: Current state, existing evaluation methods, and future application of

- ecosystem service valuation. *Science of the Total Environment*, 2020, 711: 134688.
- [30] Cheng X, Van Damme S, Li L Y, Uyttenhove P. Evaluation of cultural ecosystem services: a review of methods. *Ecosystem Services*, 2019, 37: 100925.
- [31] Sumarga E, Hein L, Edens B, Suwarno A. Mapping monetary values of ecosystem services in support of developing ecosystem accounts. *Ecosystem Services*, 2015, 12: 71-83.
- [32] Zhang X B, Ni Z B, Wang Y F, Chen S Y, Xia B C. Public perception and preferences of small urban green infrastructures: a case study in Guangzhou, China. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2020, 53: 126700.
- [33] Sander H A, Haight R G. Estimating the economic value of cultural ecosystem services in an urbanizing area using hedonic pricing. *Journal of Environmental Management*, 2012, 113: 194-205.
- [34] Kenter J O, Reed M S, Fazey I. The deliberative value formation model. *Ecosystem Services*, 2016, 21: 194-207.
- [35] Gelo D, Turpie J. Bayesian analysis of demand for urban green space: a contingent valuation of developing a new urban park. *Land Use Policy*, 2021, 109: 105623.
- [36] 史恒通, 睢党臣, 吴海霞, 赵敏娟. 公众对黑河流域生态系统服务消费偏好及支付意愿研究——基于选择实验法的实证分析. *地理科学*, 2019, 39(2): 342-350.
- [37] Tzoulas K, James P. Peoples' use of, and concerns about, green space networks: a case study of Birchwood, Warrington New Town, UK. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2010, 9(2): 121-128.
- [38] Wang Y Y, Hayashi K. Methodological development of cultural ecosystem services evaluation using location data. *Journal of Cleaner Production*, 2023, 396: 136523.
- [39] 霍思高, 黄璐, 严力蛟. 基于 SolVES 模型的生态系统文化服务价值评估——以浙江省武义县南部生态公园为例. *生态学报*, 2018, 38(10): 3682-3691.
- [40] Schmidt K, Walz A, Jones I, Metzger M J. The sociocultural value of upland regions in the vicinity of cities in comparison with urban green spaces. *Mountain Research and Development*, 2016, 36(4): 465.
- [41] Tu X Y, Chang Q, Van Eetvelde V, Li L Y. How do visitors' perceptions differ from the supply of cultural ecosystem services in urban parks? A case study from Beijing. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 2023, 30(8): 883-896.
- [42] Dou Y H, Yu X B, Bakker M, De Groot R, Carsjens G J, Duan H L, Huang C. Analysis of the relationship between cross-cultural perceptions of landscapes and cultural ecosystem services in Genheyuan region, Northeast China. *Ecosystem Services*, 2020, 43: 101112.
- [43] Dou Y H, Zhen L, De Groot R, Du B Z, Yu X B. Assessing the importance of cultural ecosystem services in urban areas of Beijing municipality. *Ecosystem Services*, 2017, 24: 79-90.
- [44] MacDonald P A, Murray G, Patterson M. Considering social values in the seafood sector using the Q-method. *Marine Policy*, 2015, 52: 68-76.
- [45] Brown M I, Pearce T, Leon J, Sidle R, Wilson R. Using remote sensing and traditional ecological knowledge (TEK) to understand mangrove change on the Maroochy River, Queensland, Australia. *Applied Geography*, 2018, 94: 71-83.
- [46] 周素, 刘国华, 周维, 苏旭坤. 红河哈尼梯田遗产区生态系统服务价值外溢研究. *生态学报*, 2023, 43(7): 2734-2744.
- [47] Kenter J O. Integrating deliberative monetary valuation, systems modelling and participatory mapping to assess shared values of ecosystem services. *Ecosystem Services*, 2016, 21: 291-307.
- [48] Ungaro F, Häfner K, Zasada I, Pierr A. Mapping cultural ecosystem services: Connecting visual landscape quality to cost estimations for enhanced services provision. *Land Use Policy*, 2016, 54: 399-412.
- [49] 马永喜, 王娟丽, 王晋. 基于生态环境产权界定的流域生态补偿标准研究. *自然资源学报*, 2017, 32(8): 1325-1336.
- [50] Su Y, Zhu C M, Lin L, Wang C, Jin C, Cao J, Li T, Su C. Assessing the cultural ecosystem services value of protected areas considering stakeholders' preferences and trade-offs-taking the Xin'an River landscape corridor scenic area as an example. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, 19(21): 13968.
- [51] Malinauskaite L, Cook D, Davíðsdóttir B, Helga Ö. Socio-cultural valuation of whale ecosystem services in Skjálfandi Bay, Iceland. *Ecological Economics*, 2021, 180: 106867.
- [52] 康伟婷. 珠峰南北坡生态系统文化服务空间格局分异及影响因素研究[D]. 上海: 上海师范大学, 2022.
- [53] 高扬仪, 朱里莹, 庄迎鑫, 张丽甜, 严敏珑, 郭铭煌, 龚晓玲, 廖凌云. 武夷山国家公园(福建区域)生态系统文化服务簇识别及影响因素. *应用生态学报*, 2024, 35(12): 3275-3284.
- [54] 钟敬秋, 彭帅, 高梦凡, 王梦婷, 赵玉青. 生态系统文化服务流空间多尺度研究——以辽河口国家公园为例. *地理科学进展*, 2024, 43(11): 2226-2241.
- [55] 李林汝, 员学锋, 张瑞娜, 张雨洁. 基于 MaxEnt 模型的生态系统文化服务空间分异及其对环境要素的响应分析——以陕北榆林市为例. *生态学报*, 2024, 44(21): 9582-9595.
- [56] 钟敬秋, 高梦凡, 赵玉青, 彭帅, 王梦婷. 中国国际重要滨海湿地生态系统文化服务空间分异归因研究. *地理学报*, 2024, 79(1): 76-96.
- [57] 彭婉婷, 刘文倩, 蔡文博, 王鑫, 黄智, 吴承照. 基于参与式制图的城市保护地生态系统文化服务价值评价——以上海共青森林公园为例. *应用生态学报*, 2019, 30(2): 439-448.
- [58] 刘文平. 景观服务及其空间流动: 连接风景园林与人类福祉的纽带. *风景园林*, 2018, 25(3): 100-104.
- [59] Shi Q Q, Chen H, Liu D, Zhang H, Geng T W, Zhang H J. Exploring the linkage between the supply and demand of cultural ecosystem services in Loess Plateau, China: a case study from Shigou Township. *Environmental Science and Pollution Research International*, 2020, 27(11): 12514-12526.

- [60] 庄思冰, 龚建周, 陈康林, 李江涛. 粤港澳大湾区小型公园绿地生态系统文化服务的供需匹配特征. 生态学报, 2023, 43(14): 5714-5725.
- [61] Burkhard B, Kroll F, Nedkov S, Müller F. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators*, 2012, 21: 17-29.
- [62] Li J H, Jiang H W, Bai Y, Alatalo J M, Li X, Jiang H W, Liu G, Xu J. Indicators for spatial-temporal comparisons of ecosystem service status between regions: a case study of the Taihu River Basin, China. *Ecological Indicators*, 2016, 60: 1008-1016.
- [63] Guan Q C, Hao J M, Ren G P, Li M, Chen A Q, Duan W K, Chen H. Ecological indexes for the analysis of the spatial-temporal characteristics of ecosystem service supply and demand: a case study of the major grain-producing regions in Quzhou, China. *Ecological Indicators*, 2020, 108: 105748.
- [64] Bing Z H, Qiu Y S, Huang H P, Chen T Z, Zhong W, Jiang H. Spatial distribution of cultural ecosystem services demand and supply in urban and suburban areas: a case study from Shanghai, China. *Ecological Indicators*, 2021, 127: 107720.
- [65] Sun X, Liu H X, Liao C, Nong H F, Yang P. Understanding recreational ecosystem service supply-demand mismatch and social groups' preferences: Implications for urban-rural planning. *Landscape and Urban Planning*, 2024, 241: 104903.
- [66] 李永钧, 张单阳, 王珂, 黄璐. 乡村生态系统文化服务供需关系研究——以浙江省湖州市为例. 生态学报, 2022, 42(17): 6888-6899.
- [67] 梁启凡, 李畅, 林倍多, 翟俊. 基于社交媒体数据的文化生态系统服务供需评估与优化研究——以苏州市为例. 中国园林, 2023, 39(11): 125-131.
- [68] 郑淳之. 基于社交媒体数据的首都功能核心区城市公园生态系统文化服务影响因素研究[D]. 北京: 北京建筑大学, 2023.
- [69] He S, Su Y, Shahtahmassebi A R, Huang L Y, Zhou M M, Gan M Y, Deng J S, Zhao G, Wang K. Assessing and mapping cultural ecosystem services supply, demand and flow of farmlands in the Hangzhou metropolitan area, China. *Science of the Total Environment*, 2019, 692: 756-768.
- [70] 杨远丽, 李瑞, 杨火木, 钟林生. 山地旅游区生态系统文化服务供需匹配空间格局与影响因素——以贵州省为例. 生态学报, 2024, 44(17): 7445-7460.
- [71] Montoya-Tangarife C, de la Barrera F, Salazar A, Inostroza L. Monitoring the effects of land cover change on the supply of ecosystem services in an urban region: a study of Santiago-Valparaíso, Chile. *PLoS One*, 2017, 12(11): e0188117.
- [72] 徐来仙, 何友均, 艾训儒, 何江. 基于森林生态系统服务权衡与协同的森林可持续管理. 生态学报, 2024, 44(4): 1347-1359.
- [73] Mucioki M, Sowerwine J, Sarna-Wojcicki D, Lake F K, Bourque S. Conceptualizing indigenous cultural ecosystem services (ICES) and benefits under changing climate conditions in the Klamath River Basin and their implications for land management and governance. *Journal of Ethnobiology*, 2021, 41(3): 313-330.
- [74] 李瑞, 杨远丽, 贺一雄, 林玉维. 山地旅游区生态系统文化服务时空演变特征与影响因素——以贵州荔波漳江大小七孔景区为例. 中国生态旅游, 2023, 13(6): 1096-1114.
- [75] 骆畅, 王方民, 李高高, 杨朝现. 山地多中心城市公园绿地生态系统文化服务供需匹配特征. 生态学报, 2024, 44(13): 5816-5827.
- [76] 任以胜, 陆林, 程豪, 虞虎. 流域生态补偿与乡村居民可持续生计互动的研究进展与展望. 自然资源学报, 2024, 39(5): 1039-1052.
- [77] 陈乾明, 郭青海, 毛齐正. 城市公园生态系统文化服务的空间格局特征及其影响因素. 生态学报, 2024, 44(21): 9567-9581.
- [78] 刘滨谊, 左佑, 张琳. 江南水网乡村地方性景观生态系统自然-文化服务耦合协调研究——以长三角生态绿色一体化发展示范区为例. 中国城市林业, 2023, 21(5): 9-18.
- [79] 王玥. 基于“感知——行为”的村镇社区生态系统文化服务优化策略与提升技术研究——以济南市平阴县黄河滩区迁建社[D]. 济南: 山东建筑大学, 2023.
- [80] 赵琪琪, 李晶, 刘婧雅, 秦克玉, 田涛. 基于 SolVES 模型的关中-天水经济区生态系统文化服务评估. 生态学报, 2018, 38(10): 3673-3681.
- [81] Wu J S, Jin X R, Wang H, Feng Z. Evaluating the supply-demand balance of cultural ecosystem services with budget expectation in Shenzhen, China. *Ecological Indicators*, 2022, 142: 109165.
- [82] Canedoli C, Bullock C, Collier M J, Joyce D, Padoa-Schioppa E. Public participatory mapping of cultural ecosystem services: citizen perception and park management in the parco nord of Milan (Italy). *Sustainability*, 2017, 9(6): 891.
- [83] 王云才, 申佳可, 彭震伟, 象伟宁. 适应城市增长的绿色基础设施生态系统服务优化. 中国园林, 2018, 34(10): 45-49.
- [84] Chen T Y, Zhao Y, Yang H, Wang G Y, Mi F. Recreational services from green space in Beijing: where supply and demand meet? *Forests*, 2021, 12(12): 1625.
- [85] Cheng X, Van Damme S, Li L Y, Uyttenhove P. Cultural ecosystem services in an urban park: understanding bundles, trade-offs, and synergies. *Landscape Ecology*, 2022, 37(6): 1693-1705.
- [86] Cabana D, Ryfield F, Crowe T P, Brannigan J. Evaluating and communicating cultural ecosystem services. *Ecosystem Services*, 2020, 42: 101085.
- [87] Plieninger T, Dijks S, Oteros-Rozas E, Bieling C. Assessing, mapping, and quantifying cultural ecosystem services at community level. *Land Use Policy*, 2013, 33: 118-129.
- [88] 于沛鑫, 王兆峰. 南山国家公园生态系统服务对居民福祉的影响及其异质性研究. 中国生态旅游, 2024, 14(1): 61-78.