

# 文化生态系统服务评估在 国土空间规划中的应用展望

郭宇<sup>1,2</sup>, 张敏<sup>1,2</sup>

(1. 南京大学建筑与城市规划学院, 南京 210093; 2. 江苏智慧城市研究基地, 南京 210093)

**摘要:** 在国土空间规划中引入文化生态系统服务(Cultural Ecosystem Services, CES)评估, 有助于全面认识生态系统服务价值, 优化生态空间布局。但是目前缺乏对空间规划中如何运用CES的路径和方法进行系统总结与展望, 影响其在国土空间规划中的有效应用。通过梳理近十年来国内外CES评估应用于空间规划的研究进展, 结果表明: (1) 有关CES形成的理论解释从关系性和交互性视角得到深化, 将CES视为人与自然交互的实践和结果, 表现为CES在供给方、生产方、需求方和消费方之间的流动。(2) 有关CES的概念得到了细化, 促进更具操作性和规范性的CES评估理论框架形成。(3) CES评估主要包括评估生态系统服务、生态系统益处和生态系统服务价值三种进路, 评估方法主要包括基于空间范围的数据获取方法、基于空间位置的数据获取方法和集成式空间分析评估方法三种。(4) CES评估与规划编制的结合方式主要包括前置于规划编制和融入规划编制全过程两种。中国的国土空间规划编制和管理中应融入CES评估, 并为此提出总体思路, 以及在规划编制不同阶段的具体应用目的和方法, 展望数字化变革带来的潜力。

**关键词:** 生态系统服务; 文化生态系统服务; 文化生态系统服务评估; 国土空间规划

生态系统服务(Ecosystem Services, ES)理论及方法被日益重视并应用于以生态文明建设为导向的国土空间规划中<sup>[1]</sup>。但是, 有关文化生态系统服务的认识及应用相对滞后, 不利于全面认知生态空间价值, 发挥国土空间规划在建设美丽国土和提高宜居品质方面的作用。联合国《千年生态系统服务评估》(Millennium Ecosystem Assessment, MEA)中将文化服务列为生态系统四种服务之一, 与供给、调节、支持服务并列<sup>[2]</sup>。近年来学界逐渐形成共识的国际通用生态系统服务分类(The Common International Classification of Ecosystem Services, CICES)中将支持和调节服务合并, 形成三分法, 文化服务仍然作为其中之一类<sup>[3]</sup>。文化服务又称为文化生态系统服务(Cultural Ecosystem Services, CES), 是城市化地区越来越重要的一类服务<sup>[4]</sup>, 指人们通过与生态系统接触而获得精神丰富、认知发展、思索、娱乐和审美体验等非物质与社会生态效益<sup>[2]</sup>。生态系统服务评估是对生态系统服务的认知和测度, 被广泛应用于不同类型的空间规划中<sup>[5-7]</sup>。然而, 相较于供给、支持和调节等生物物理维度的生态系统服务评估, 文化生态系统服务评估的理论、方法及应用尚显滞后。关键问题是服务内涵及机制认知不足, 评估方法及

收稿日期: 2023-05-22; 修订日期: 2023-11-07

基金项目: 国家自然科学基金项目(42271230, 41871131)

作者简介: 郭宇(1994-), 男, 甘肃天水人, 博士研究生, 主要从事文化生态系统服务与国土空间规划研究。

E-mail: dg20360007@smail.nju.edu.cn

通讯作者: 张敏(1976-), 女, 江苏盐城人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事城市与区域规划、城市社会文化空间研究与规划研究。E-mail: minzhang@nju.edu.cn

指标繁杂且缺乏整合<sup>[8,9]</sup>,需要对既有研究进行系统梳理和总结。既有CES的应用主要集中在景观规划、保护区规划、绿色基础设施规划等专项规划或特定类型空间规划中。若应用于国土空间规划所涉及的空间全域,以及综合性的总体规划乃至详细规划,则需要进一步考虑国土空间规划在尺度、内容和决策过程等方面的特点与要求。目前,这方面的应用和研究还十分欠缺。为了探讨CES及其评估在中国国土空间规划中的应用潜力和方式,本文系统梳理国内外近十年来CES评估在空间规划领域中的研究进展,归纳总结CES评估理论基础与方法,及其在空间规划中的应用情景、路径与局限。在此基础上,结合中国国情和国土空间规划实践需要,提出中国国土空间规划中引入CES评估的总体框架和各阶段具体要求。

本文主要基于Web of Science数据库(www.webofscience.com)以及中国知网数据库(www.cnki.net),遴选国内外研究论文进行文献综述。在2020年12月、2021年12月和2022年12月,分三次共筛选2012年1月1日至2022年12月31日与研究主题直接相关的研究论文和综述。通过英文关键词检索Web of science数据库中同时包含以下主题的已发表文献,不包含预印本引文索引数据库(Preprint Citation Index): cultural ecosystem services and urban planning ( $N=574$ ), cultural ecosystem services and spatial planning ( $N=481$ ), cultural ecosystem services and landscape planning ( $N=704$ ), ecosystem and social value and urban planning ( $N=735$ ), ecosystem and social value and spatial planning ( $N=668$ ), ecosystem and PPGIS and urban planning ( $N=28$ ), ecosystem and PPGIS and spatial planning ( $N=51$ ),并清除重复文献。通过中文关键词检索中国知网数据库,文献来源限制为北大核心、CSCD、CSSCI的学术期刊文献,检索得到以“文化生态系统服务”或“生态系统文化服务”为主题的文献( $N=114$ ),以及主题为“生态系统服务社会价值”的文献( $N=15$ ),清除不相关文献。进一步根据研究内容进行关键文献筛选,基于三条标准:(1)所选文献将CES评价结果应用于空间规划及土地利用决策;(2)所选文献从CES评价角度提出空间研究发展建议;(3)所选文献突出CES应用于空间研究及规划的方法辨析和创新。遴选得到外文文献142篇,中文文献41篇。在上述通过关键词筛选的文献之外,一些对CES理论建设有重要贡献的文章也予以补充在内,这一筛选文献4篇,这4篇文章的贡献包括Fish等<sup>[10]</sup>对CES理论建构的前瞻探索、Dickinson等<sup>[8]</sup>对CES研究中关键短板的凝练、Raymond等<sup>[11]</sup>将具身理论引入CES研究的创新以及Brown等<sup>[12]</sup>对近20年通过PPGIS方法映射地点价值的实证研究中产生经验教训的总结。综上,共获得187篇关键文献。

## 1 CES评估概述

### 1.1 CES评估进路

CES的本质是人类接触生态空间并由此获得的精神益处。因此,CES是具体的人与生态空间的联系与互动的结果。CES是一个关系性的概念,蕴含着复杂的关系。例如,作为服务的需求方与供给方之间的供需关系,作为CES产生过程中必须共同在场的空间关系,以及人与环境交互的情境关系。由于CES具有非物质性和社会性特征,从而既可以将CES看作复杂关系下的产物,也可以认为是复杂关系的生产过程。从作为关系产物

的角度, CES 评估 (Cultural Ecosystem Services Assessment, CESA) 意味着对特定区域的 CES 水平及其效应的评价; 从作为关系生产过程的角度, CES 评估意味着对人与生态空间之间纽带关系强度的评价。

CES 评估一般有三种进路, 即服务评估、益处评估和价值评估。参考 ES 级联理论框架<sup>[13]</sup>, 服务评估是对服务类别的判定和服务量的衡量, 是对 CES 进行直接评估的方式。由于 CES 所带来的积极影响通常表现为文化生态系统益处 (Cultural Ecosystem Benefits, CEB), 因此也可以通过评价 CEB 来间接评估 CES。CEB 通常包括个人身份认同、经验获得和能力提升以及获得文化产品等具体的益处<sup>[10]</sup>。而文化生态系统服务价值 (Cultural Ecosystem Services Value, CESV) 主要映射 CES 和 CEB 带来的积极影响, 表征“持有特定价值观的人类从生态系统的受益程度”<sup>[14]</sup>, 可以进一步分为货币化价值和非货币化价值指数两种。鉴于采取直接评估方式通常面临服务内容复杂且难以量化的问题, 在实际操作中一般通过评估 CEB 或 CES 价值来间接获悉 CES 水平。又由于 CEB 在不同地方具有不同的表现形式, 适合针对具体研究问题进行分析<sup>[15]</sup>, 难以进行大范围普适性应用, 故最为惯常的方式是评估 CES 的价值。CES 价值评估结果通常包括 CES 的价值指数、CES 的价值类别及其重要程度、受益人群的 CES 价值偏好分异、CES 高/低值空间分布特征、CES 热点分布等。

## 1.2 CES 评估方法

CES 评估方法涉及如何确定评估对象、获取评估数据、设定评估标准、分析及输出评估结果等一系列思路、策略和技术方法的集合。由于 CES 价值的隐含性, 选择什么样的数据及数据的获取是 CES 评估的重要环节和难点。根据所获数据与空间的关联特征, CES 评估方法可分为基于空间范围的数据获取方法、基于空间位置的数据获取方法和集成式空间分析评估方法三种。不同 CES 评估方法通常以相对固定的方式组合运用<sup>[16]</sup>, 并配合通用的空间分析方法辅助判别。鉴于通用空间分析方法并非 CES 评估所独有, 本文对此不做赘述。

基于空间范围的数据获取方法主要应用于小尺度既定地域范围的一般性评估, 不强调地域内部不同地点间的 CES 差别。评估数据主要通过调研访谈、文本资料<sup>[17]</sup>和现场观察<sup>[18]</sup>等方式获取。其中, 调研访谈法<sup>[19]</sup>又包括专家调研访谈评价法<sup>[20]</sup>和焦点小组访谈法<sup>[21]</sup>等。

基于空间位置的数据获取方法将受访者的主观判断与地理位置相关联, 进而更便于进行空间分析与可视化表达。此种数据通常采取参与式地理信息系统方法 (PGIS 和 PPGIS) 和社交媒体大数据分析方法来获得。PGIS 方法<sup>[22]</sup>和 PPGIS 方法<sup>[23,24]</sup>在数据匮乏的地区尤其有用<sup>[22]</sup>。社交媒体大数据分析成为运用越来越普遍的方法。该方法可以通过众包数据<sup>[25]</sup>、社交媒体平台文本数据<sup>[26,27]</sup>和图像数据<sup>[28]</sup>, 借助包含的服务价值偏好、图片中的要素信息、空间位置和到访情况综合评估 CES。运用上述途径获取的大数据, 结合人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 技术<sup>[29,30]</sup>分析, 成为现阶段方法革新的焦点。

以上数据获取方式中, 调研访谈和参与式地理信息系统方法的优势在于能够接触到具体的个人和广泛的社会群体, 能够促进公众参与和共同生产知识, 有助于评估文化冲突和社会复杂性带来的影响。调研访谈的缺点主要是数据的潜在偏见带来分析结果的影响, 而参与式地理信息系统方法不仅要面对有限数据包含的潜在偏见, 而且还可能存

在环境正义问题<sup>[31]</sup>。大数据方法成本低<sup>[32]</sup>,能够发现所有的CES类别<sup>[19]</sup>,可在大范围内快速应用<sup>[28]</sup>。但社交媒体数据也存在代表性偏差、无定向内容和缺乏人口统计数据等缺陷<sup>[19]</sup>,单独使用存在一定局限性<sup>[33,34]</sup>。因此,需要将实地调查和大数据的方法相结合,进行互补<sup>[35]</sup>和相互验证。

由于文化生态系统服务的复杂性和主观性,单一空间分析方法不便计算出具体的CES评估结果,目前的空间分析评估方法常以集成式的开发模型呈现。例如SolVES模型<sup>[36]</sup>、InVEST模型<sup>[37]</sup>、ARIES模型<sup>[38]</sup>等。

### 1.3 CES评估尺度

尺度是评估的基础和依据,明确合适的尺度有助于提高CES评估设计的合理性以及评估结果的准确性。在CES评估工作中对时空间尺度的处理表现为以下特点:(1)在评估空间尺度的划分方式上,更倾向于选用社会组织尺度(国家、省、市县、乡镇、社区)<sup>[39]</sup>,以生态环境尺度(个体、种群、生态系统、景观)为辅<sup>[24]</sup>,以便于对接规划及公共政策。(2)评估研究区的空间尺度从早期所局限的城市公园/绿地尺度,向着更为宏观和微观的方向发展,一方面关注更大空间尺度<sup>[28,40]</sup>,另一方面体现为更加聚焦个体感触<sup>[41]</sup>。(3)开始考虑CES评估中的尺度效应。首先,不同评估方法在不同空间尺度上效能不同。例如PPGIS方法在市域<sup>[23]</sup>的尺度上是适用的,但上升到区域甚至是国家尺度就会由于数据问题影响评估结果准确性<sup>[42]</sup>。其次,CES的影响范围也存在尺度差异。有研究对中欧城市公园CES的多尺度评价表明,由于公园性质和景观要素的丰富度不同,公园所供给的CES的影响范围也会不同。邻里公园更多服务于当地社区的周边居民,多元化景观公园则更加吸引较远距离的游客<sup>[15]</sup>。最后,CES评估结果会随时间尺度不同而不同。既往研究不仅分析了CES评估结果在过去、现在和未来这种主观时间跨度上的变化<sup>[43]</sup>,也对CES评估结果在年变化<sup>[40]</sup>和日变化<sup>[44]</sup>这种客观时间粒度上的改变做出探讨。

### 1.4 CES评估的转变趋势与理论总结

#### 1.4.1 CES评估的转变趋势

CES的相关概念日益明晰,不断增强CES评估的实操性和规范性。第一,以联合国千年生态系统服务评估列举的CES类别为起始,以MEA中的ES分类体系、CICES分类体系、国家生态系统服务分类体系(National Ecosystem Services Classification System, NESCS)等为代表的ES分类体系,为CES分类框架提供了基础。第二,逐渐认识到CES包含着功能提供服务,服务产生益处,益处呈现价值的递进关系,即级联模型<sup>[45]</sup>。由此明确了CES可以凭借服务、益处和价值等多种途径得到认知与表征<sup>[46]</sup>。第三,将CES评估更好地和社会现实相结合,评估过程中充分考虑利益相关方要求<sup>[47]</sup>,顾及公平正义。例如通过人口—收入—环境压力/偏好(Population-Income-Environmental Pressure/Preference, PIEP)框架对CES需求进行精细化制图<sup>[48]</sup>,提出更为多元民主的评估框架<sup>[49]</sup>,识别服务受益的不平等<sup>[50]</sup>,从当地土著人民的角度出发进行CES评估等<sup>[51]</sup>。在评估时将特定的CES价值类型进行精细化处理<sup>[52]</sup>,考虑景观因素<sup>[53]</sup>、人类干预<sup>[54]</sup>、特定公共卫生事件等因素的影响<sup>[55]</sup>。第四,深入认识CES的关系性和交互性,推陈出新动态性评估思路。在评估中更加注重获取时间序列数据<sup>[40]</sup>,以及借助新的技术方法和媒体大数据等渠道获取更具有实效性的数据<sup>[56]</sup>,提高了CES评估的准确性、有效性和可信度。

有关CES供需关系及其空间模式与动态的研究不断细化。首先,供需关系被细分为



三类,包括:(1)供给和供给之间的关系,表现为簇和权衡的形式;(2)需求和需求之间的关系,表现为簇和协同的形式;(3)供给和需求之间的关系,主要表现为兼容的形式<sup>[57]</sup>。其次,供需关系的空间表征被进一步概念化。Fisher等<sup>[58]</sup>提出了生态系统服务供给区、受益区以及连接两者的区域,明晰了CES供需关系的空间分布。根据供给和需求的空间关系可以进一步细分为不同的情形。其中,供需为同一地点的称为“就地”情形,需求空间在供给空间四周且各方向的服务供给没有差异的为“全向”情形,供给空间从特定方向为需求空间供给服务的称为“定向”情形,供给空间从远距离为需求空间提供服务的称为“分离”情形<sup>[59]</sup>。Serna-Chavez等<sup>[60]</sup>将有潜在需求但未受益的群体纳入,并明确了生态系统服务的空间流动范围。随着对CES从供给端到需求端的空间认知日益细化,CES从供给端到需求端的空间流动——CES流逐渐得到重视<sup>[61]</sup>。在ARIES模型中,进一步将从供给端到需求端服务传递中的损耗提炼为“汇”这一概念。CES流能够较好地用于分析城市群等更大空间尺度上常见的供需分离情形<sup>[62]</sup>。

对CES关系性内涵的不断扩展,CES评估开始关注人与自然的非工具性关系、责任与关怀的关系等关系价值维度,加深了对CES估值过程和CES价值观的理解<sup>[63]</sup>。由于关系价值维度突出了人与特定地理空间的直接接触,有学者引入具身理论,运用具身评价方法<sup>[41]</sup>。该方法需要访谈者在活动过程中与受访者共处调研空间,挖掘受访者具身体验,如当时的感觉<sup>[41]</sup>,凸显了CES的情境性和动态性的特点<sup>[11]</sup>。

#### 1.4.2 CES评估的理论总结

本文进一步从CES供需关系与空间关系角度归纳CES的形成机制与空间动态理论模型,作为CES评估的理论基础(图1)。本文强调CES的产生是在一定的时空尺度下人与生态空间的互动。其中,人作为需求和消费服务的一方,受社会文化系统的影响;生态空间作为供给和生产方,具有生物物理系统特征。供给方是指在特定时间和生态系统下,具有潜在文化生态系统服务供给能力的全部生态空间。生产方是指在特定时间和生

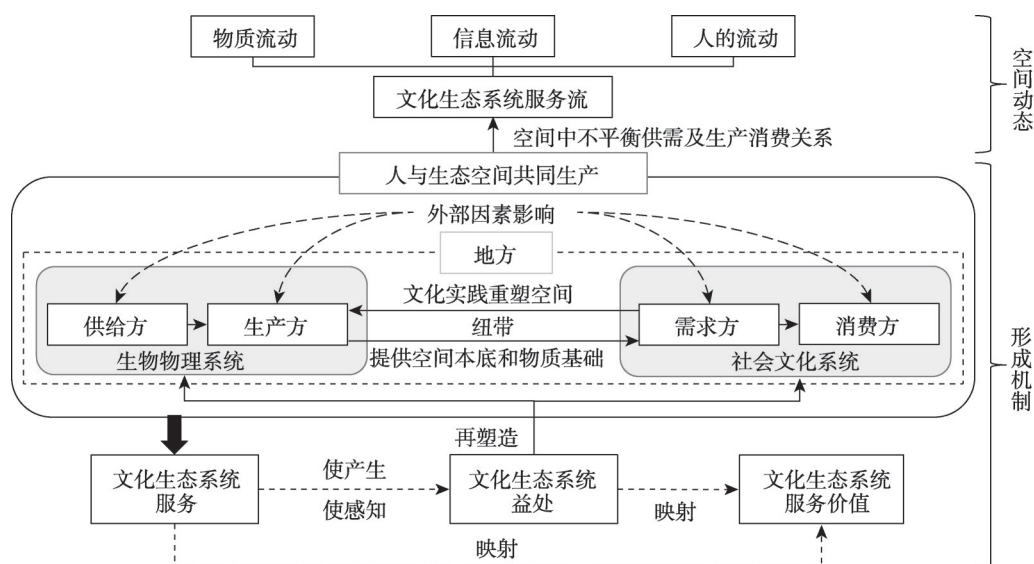


图1 CES的形成机制与空间动态理论模型

Fig. 1 The theoretical model of formation mechanism and spatial dynamic of CES

态系统下,人类所能接触并与之共同有效生产CES的生态空间,生产方包含在供给方之中。需求方指希望接受CES的群体,消费方指实际享受并消费CES的群体。人与生态空间的关系主要表现为,后者作为物质空间载体并提供CES的物质基础,前者作为能动的主体通过文化实践激发CES的产生。CES的生成不完全取决于空间资源禀赋,还需要通过社会文化系统的参与、创造和规划来实现<sup>[64]</sup>。自然环境仅提供了产生CES的本底条件,需要通过社会文化系统的过滤才能形成有效供给。人与生态空间的关系及互动过程既蕴含于特定的地方,又受到政治、社会、市场、技术等诸多外部因素的影响。总之,CES是空间与文化实践相结合的产物<sup>[10]</sup>,CES的供需关系比其他类型的生态系统服务更为复杂,形成“供给方—生产方”与“需求方—消费方”互动的复合关系。这一复合关系生产的CES带来了CEB,而CEB又会反过来对生物物理系统和社会文化系统进行重塑。

当我们将视野从特定地方扩大到区域范围,则发现特定地方的CES及其所内含不平衡的供需及生产消费关系将促使CES在不同地方之间发生流动,呈现为CES流,即根据人类的文化需求,生态系统服务从供给地区向受益地区传递<sup>[62]</sup>,反映出CES的空间动态。CES流中的要素和表现形式比起其他类别的ES流更为多样,包括物质信息流动<sup>[61]</sup>和人的流动<sup>[65]</sup>。加深对CES流的认知和评估,掌握CES的空间动态,有利于国土空间优化配置,促进区域协调发展<sup>[62]</sup>。

## 2 CES评估在国土空间规划中的应用

### 2.1 CES评估在不同尺度和类型规划中的应用

尽管不同国家采用不同的规划体系和空间分类体系,但是大多国家会在城市绿地相关的规划中采用CES评估,包括城市绿色基础设施规划<sup>[23]</sup>、城市绿地系统规划<sup>[19,66,67]</sup>、城市公园规划<sup>[68]</sup>等。此外,景观规划<sup>[53,69]</sup>、遗产地和景观遗产规划<sup>[70]</sup>、保护区规划<sup>[53,71]</sup>、海岸带规划等<sup>[42]</sup>也会应用CES评估。CES评估在规划应用中,存在规划类型、层级和空间尺度之间的内在关联。

国家和区域/省域等大尺度评估,主要应用于区域规划、土地利用规划、专题规划等。其中,国家尺度的CES评估主要针对整个国家领土范围<sup>[72]</sup>,或沿海区域<sup>[42]</sup>、绿色空间<sup>[28]</sup>等特定类型或地域特征的生态空间。区域/省域尺度的CES评估一般将整个区域视作影响范围,例如对关中—天水经济区的研究<sup>[73]</sup>、对挪威罗浮敦群岛<sup>[74]</sup>和英国威尔特郡南部<sup>[53]</sup>的研究等;此外,还有对横跨多个地级市的生态空间评估,将大面积的城市森林<sup>[24]</sup>作为研究区。

市域尺度的CES评估较为常见,一般应用于城镇总体规划、绿地系统规划和市域生态空间专题规划。这一尺度的评估可以分为全域覆盖的评估和特定生态系统的评估两种。前一种以整个市域范围作为评估区<sup>[39]</sup>,在市域范围的全体居民作为CES受益方,将蓝绿空间作为CES供给方进行评估,通常用于城市总体规划和绿地系统规划中。后一种则聚焦于一个或一组城市公园系统<sup>[18,71]</sup>或某种类型的生态空间<sup>[75,76]</sup>,常见于城镇规划、韧性规划和各类生态空间专题规划中。全域评估和特定系统的评估也有下沉到更小的空间尺度,前者如覆盖村庄<sup>[22,77]</sup>、镇<sup>[78]</sup>或城区<sup>[79]</sup>的全域评估,后者主要指特定绿地类型的评估,如对居住区绿地<sup>[80]</sup>和文化遗产类景观<sup>[81]</sup>的评估等。

中国的国土空间规划由五级三类构成,涉及从国家到乡镇不同层级和要求,以及总体规划、详细规划和专项规划不同内容,需要探讨如何将既有不同尺度CES评估的理论方法与中国不同层级和类型规划的内容相结合。

## 2.2 CES评估与规划结合的路径

### 2.2.1 将评估结果用作规划决策和管理的依据

将CES评估作为一个相对独立的工作,其结果为规划编制和管理提供基础信息和决策依据。由于空间规划涉及空间使用权的博弈,CES评估结果主要用于怎样划定自然生态空间。在规划编制前期,对CES现状进行评估,有助于摸清资源条件和利用情况,为空间要素配置指出问题和优化方向<sup>[82]</sup>。在收集公众信息的基础上,将CES价值与空间信息相糅合为空间生态指数,亦可为生态空间规划提供依据<sup>[71]</sup>。为了更好地服务于空间规划,CES评估需要关联周边居民信息<sup>[14]</sup>,通过CES制图分析CES的高低值分布,以揭示生态空间与城乡居民互动关系,为生态空间划定提供重要依据。

在规划管理中,将CES评估结果纳入反馈机制,以实现生态空间的监测、调控和优化。由于社会文化功能和居民使用状况的影响,CES与其他类型的生态系统服务相比可变性和社会性更加突出。CES监测评估有助于适时调整与优化空间功能<sup>[67]</sup>。另外,对CES价值的评估可以用于优化财政预算,提高生态空间管理效能<sup>[83]</sup>,提高土地管理增加CES价值传递的潜力<sup>[84]</sup>,促进城市和区域的可持续发展。

这种CES评估与规划的结合方式较为简单易行,但是比较松散,反馈机制和长期效应不佳。将结果有效落实到具体的空间规划中,还需要考虑不同尺度和类型规划需求,加强针对性。

### 2.2.2 将评估过程与规划程序融合

由于CES的复杂性和地方性特征,需要针对性地提出CES评估过程与规划程序更加紧密融合的思路。现阶段该思路将CES作为ES的一个组成部分,通过寻找服务价值与空间的关联,将CES评估纳入规划决策程序之中。这种方式结合比较紧密但对组织的要求较高,在实际执行中存在较大困难。目前,不存在能够适配各种规划类型和不同地理空间普适的融合路径,可行的思路是针对性地构建决策支持工具箱<sup>[85]</sup>。本文着重介绍以下三种兼顾复杂性和可行性的路径。

(1) 基于规划情景的多标准路径。这一路径的核心是在不同尺度的规划语境下,在ES现状评估出可能的影响后,去对照和调整不同的规划准则。这些准则可以是基于不同侧重的多种规划方案,也可以是多种规划目标。这种结合的路径在多种类型的规划中得到应用,例如意大利Trento市以棕地为对象的基于ES评估的多标准城市更新方案<sup>[86]</sup>、在意大利Emilia-Romagna地区的纳入生态系统服务的海洋空间规划框架<sup>[87]</sup>、美国密歇根州底特律市多个社区的参与式绿色基础设施规划框架<sup>[88]</sup>等。

(2) 从生态系统服务出发的规划路径。这一路径适用于更为宏观的空间尺度,在执行层面具有更强的普适性。主要通过土地利用相关评价和生态系统服务综合评估制图,解决区域尺度的规划所面临的资源配置和利益协调问题。采用这一路径的规划有意大利米兰大都市区重新启动于生态系统服务(Restart from Ecosystem Services, RES)方案<sup>[59]</sup>、土耳其Duzce省的融入生态系统服务的城市规划决策框架<sup>[6]</sup>,以及生态系统服务助力的可持续城市更新框架<sup>[89]</sup>等。



(3) 多阶段结合生态系统服务评估的景观规划路径。这一路径用于区域尺度, 主要从保护生态空间、平衡土地利用的角度出发, 借助生态系统服务分析方法, 维系现有生态系统功能, 增进人类福祉。该路径融合了上述两种路径的优点, 研究中可以设置为不同情景下案例地ES对于环境压力的响应。同时, 该路径将改编过的“面向实践的生态系统服务评估”(Practice-Oriented ES Evaluation, PRESET) 框架与“驱动力、压力、状态、影响和响应”(Driving forces, Pressures, State, Impacts and Responses, DPSIR) 景观规划模型有机融合<sup>[90]</sup>。这一路径如果要运用到综合性的空间规划中, 还需要在生态要素类型上以及各类用地权衡方面加以突破。

### 2.3 CES评估在国土空间规划中的应用局限

相关概念需要进一步明晰, 在规范和操作方面还有待推进。对CES的供给方、需求方的认识有待统一, 对供给和需求持有的观点不同将导致完全不同的供需关系解读。目前, 亟需制定并规范适合中国的CES分类体系, 议定CES评估与国土空间规划协同对接标准, 制定CES评估融合不同类型国土空间规划过程中所需要的分层决策树。此外, 仍需要深入研究不同层级规划间的CES传导问题, 以及不同层级规划间的需求冲突。

既有CES评估方法缺乏创新、评估指标不够丰富、评估数据难以整合, 不能满足国土空间规划要求。目前CES的评价内容和数据获取只能对评价工作起到基本支撑作用, 评估方法设计和评估结果并不能很好地衔接国土空间规划目标。同时, 目前CES评估可用的数据及资料类型、分析资料的手段策略都较为单一, 没有充分重视数字化理论和技术将会对规划工作与CES评估带来的变革。

分类体系、标准和方法的不足, 限制了CES评估在国土空间规划中的应用。现阶段CES评估的规划指向性、指导性、协调力和管制力仍然不够, 应用CES评估结果的规划类型相对集中且单一, 而且应用的专项规划类型与现行国土空间规划体系衔接不够紧密, 难以有效用于功能分区和控制线的划定。当前迫切需要针对国土空间规划不同阶段和不同空间尺度, 建立与国土空间规划接轨的CES评估体系。

## 3 CES评估应用于中国国土空间规划的展望

在国土空间规划流程中融合CES评估, 需要符合国土空间规划的总体性、战略性、科学性和前瞻性要求, 落实缓解人地关系矛盾和土地利用所涉及的利益冲突的作用, 增强国土空间规划事权, 优化规划逐级传导落实, 提高规划在面向生态文明和提升居民福祉方面的实际效用。为此, 首先需要探讨如何在国土空间总体规划纳入CES评估。

### 3.1 国土空间总体规划中纳入CES评估的总体思路

理论框架层着重完善CES的评估依据。根据国土空间总体规划涉及的主要对象和内容, 进一步加强探索CES的形成机制, 对CES复杂关系内涵进行简化提炼, 以构建更加科学实用的CES评估框架。明确CES服务评估、价值评估和益处评估三者间的区别与联系。在考量CES评估的尺度效应基础上, 加强CES理论研究对实际评估工作的指导, 要为不同规划场景下CES评估思路方法选择提供依据(图2)。

实践指引层着重制订在国土空间总体规划中CES评估的系统方案。面向不同空间尺度下的国土空间规划需求, 在保证CES带来积极影响的前提下, 在规划导则中增加CES评估指标, 在规划的底数评价和实施评估环节应该明确纳入包含CES的ES评估。在规划



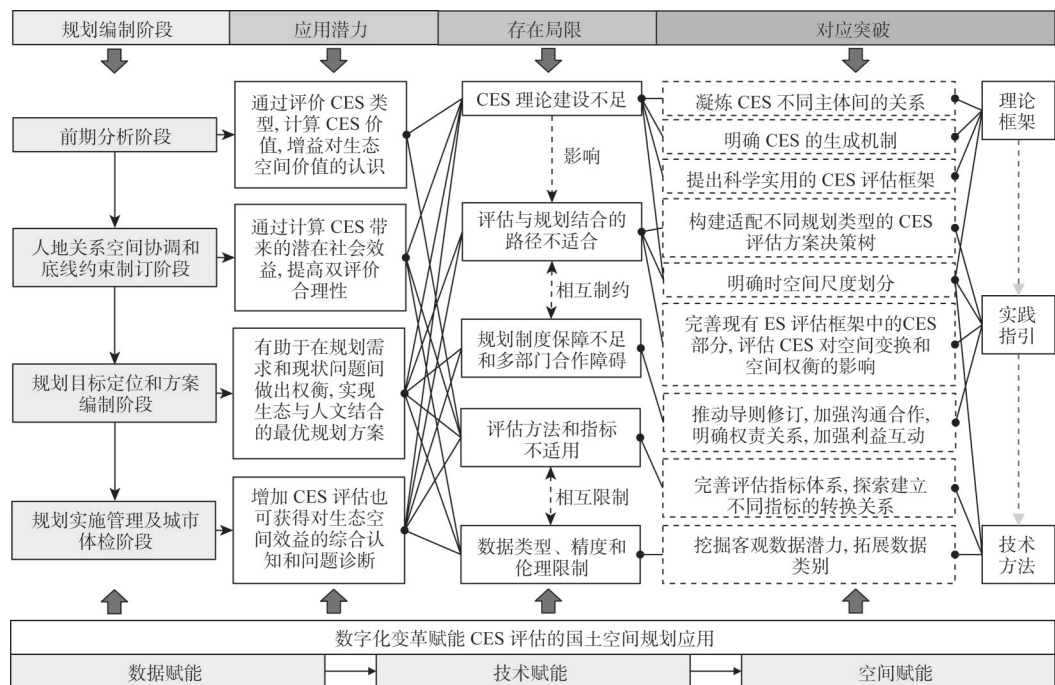


图2 CES评估应用于国土空间规划的潜力、局限与突破

Fig. 2 Revealing the potential, overcoming limitations, and pioneering breakthroughs in CES assessment for territorial planning

方案编制过程中,完善现有ES评估框架中的CES部分,针对国土空间总体规划对生态、农业和城镇空间以及各地更为细化的生产、生活、生态功能分区空间效益权衡要求,充分考虑CES效益在权衡中的价值。规划指标体系中有生态空间的指标确定应该纳入CES评估,例如人均城市绿地面积和步行公共绿地覆盖率等。在规划的公众参与部分应该收集不同群体的CES价值偏好和价值空间映射信息。同时,应注重在CES评估结果的影响下,规划层级间的纵向传导(图2)。

技术方法层要能够支撑不同层级、尺度和地域类型的规划。针对CES服务评估、CES价值评估和CEB评估的各自内涵特征及相互之间的联系,在完善各自评价指标体系的基础上建立指标体系之间的转换关系,并与其他类别的ES评估结果做好衔接。完善评估指标和方法,拓展可用的评估数据类别,着重提升客观数据的评估潜力,克服数据制约(图2)。

### 3.2 规划前期分析阶段增益空间价值认识

在规划的前期分析阶段,纳入CES评估以增益规划编制主体和利益相关者对生态空间价值的认识,为更精准地规划定位、功能用途分区、土地利用规划以及管控指标确定提供基础。为此,需要调整CES指标、评价方法和数据获取,以更加全面、真实和切合地方实际地认识CES价值。第一,增加反映社会效益的指标和测度方法,以阐释生态系统服务物质质量评估之外的经济和社会效应,更加全面地认识生态环境本底,增强生态本底经济效应与社会效应协同影响的预估。第二,更新数据获取方式,以更加真实地反映生态系统服务的供需关系及不均衡状态,考虑CES的转化实现和居民的实践关联更为紧

密,受空间分布、可达性以及居民活动特征的约束性较大等特点。可以通过居民调查数据、手机信令数据以及社交媒体大数据评估现状CES,在结合其他现状分析结果的基础上,充分认识现状规划片区内居民与生态空间的联系强度,以及供需关系的空间分异。第三,指标及测度标准设计中需要更好地考虑地方特点,为生态空间划定提供更富有本地特质的决策依据。CES与地方性联系更加密切,在不同气候条件、居民生活习惯、社会特征和文化环境下,CES的供需也不相同。

### 3.3 底线约束制订阶段提高生态空间效益的认知以运用到双评价中

底线约束制订阶段重点要考虑如何将CES评价落实到用地适宜性分区和限制性分类等地域空间的分类与划定上。在目前以“三区三线”划定为抓手的人地关系空间协调和底线约束模式下,需要聚焦CES评价的尺度,与“双评价”其他维度评价结果之间的融合问题,以及数据类型、精度和伦理限制的问题。将CES评价有效叠加到“双评价”中有助于全面认识生态空间效益,为国土空间总体规划、三类空间的精明利用、修复生态空间及建构生态安全格局提供重要依据。

在省级及都市圈国土空间总体规划中,大尺度的CES评估应从宏观视角切入,可通过评估CES流来表征具有区域性生产与服务功能的大型生态空间的CES效益。将人流设定为CES流评估的代理指标,借助社交媒体大数据解析CES流的类型、分布及强度的空间分异,了解区域内不同空间利益相关方的CES需求程度和供给强度,将上述结果与生态空间的自然资源禀赋和生物物理价值相叠加,综合权衡生态空间的生物物理效益和社会文化效益,为国土空间开发适宜性评价中的生态保护重要性评价提供决策参考。

市县及乡镇国土空间总体规划中需要具体划定“三区三线”。在满足永久基本农田和生态保护红线的刚性管控约束下,在城镇开发边界的划定过程中,定量评估各个类别CES效益,重点关注三类空间之间的协调和关联程度,以满足城乡居民接触自然生态空间的需求。在土地资源约束和水资源约束下,基于CES评价结果,凸显生态空间之于农业空间和城镇空间的社会文化效益,并以此综合考量耕地承载规模最大分布范围、城镇建设承载规模最大分布范围、生态保护重要性评价分级结果三者之间的协同及权衡效应,实现生态、文化、社会综合效益最优,满足高品质国土空间保护发展要求。

### 3.4 规划方案编制阶段优化空间权衡决策

在规划目标定位和方案编制阶段,通过比对不同发展策略下的国土空间总体规划方案并评估其CES,权衡规划需求、各利益相关方诉求<sup>[91]</sup>以及现状问题,形成以生态与人文有机结合为目标的最优方案。

在规划方案编制程序中,需要在生态空间与其他土地利用空间类型之间进行权衡与协调,以及合理权衡生态系统服务<sup>[92]</sup>中的不同类别服务。可以采取数量模型和多目标决策模型等方法,对不同方案进行比较。值得关注的是,既有规划中对ES的供给、支持和调节服务有比较多的考虑,但是随着物质生活的丰富充盈,人们对CES的需要日益增加,需要在实际评估中妥善处理CES与ES其他维度之间的关系。CES的主观色彩使其不能照搬其他类别ES评估的自然科学范式<sup>[81]</sup>,但CES和其他维度的ES在指向生态空间上存在共性,故应分离CES评估与其他维度的ES评估,并将两者的评价指标进行对应。可在货币化评估指标层面上进行统一,以便运用多目标评价方法给出不同ES间的权衡及协同策略。

CES评估在不同空间尺度规划中的侧重不同。省市级大尺度空间需注意城乡建设用地关联强度与生态系统服务能力此消彼长关系<sup>[93]</sup>,应更为侧重空间之间的联系,即三生空间效益之间的权衡、生态空间的面积、分布及空间接触机会;区县及街镇等中小尺度的城市建设用地边界内的规划在兼顾空间之间的联系时,还应注重社会文化维度上的联系与平衡;混合尺度评估须完善多尺度评估指标和结果之间的衔接<sup>[94]</sup>。

### 3.5 规划实施管理阶段增强生态空间效益认知和问题诊断能力

在规划实施阶段,也可以纳入CES和ES评价,以跟踪规划实施过程中ES及CES的状况、变动及问题。可以在国土空间规划城市体检评估规程(TDT1063-2021)中增加CES评估指标和评估内容,将其融入生态安全指标、文化安全指标、生态保护指标、宜居指标、宜乐指标和宜游指标中,获得对生态空间效益的综合认知和问题诊断。通过测度CES流,评估CES供需平衡情况,关注新技术途径影响下的数字文化生态系统服务(Digital-Cultural Ecosystem Service, D-CES)<sup>[95]</sup>对CES供需平衡的调节作用,可判别例如“绿色绅士化(The Green Gentrification)”现象等CES供给的空间分异与不公平问题。借助CES评估,也可发现新的生态服务产品生产和消费模式,提高生态安全格局构建保护的公众感知基础。

### 3.6 数字化变革赋能CES评估的国土空间规划应用

通过数字技术对现有数据资料统合,有助于在新技术的加持下对整个研究过程进行重塑赋能。数字化变革能够从数据、分析、应用三个方面赋能CES评估在国土空间规划中的应用。

(1)“数据赋能”CES评估。通过数据资料的集成化和平台化,使得利益相关者能通过数字化途径提供更丰富准确的内容表达,提高资料收集过程和分析过程的时效,实现各类数据间数字化的联结,使得各利益相关方及管理部门能够在一定程度上共享资源,提高决策效率和准确性。

(2)加强以AI为核心的技术赋能CES评估。充分发挥机器学习(Machine Learning, ML)在CES评估中建模分析的效能<sup>[96]</sup>,通过数字化分析技术实现分析性能提升。重视可解释人工智能(Explainable AI, XAI)技术的运用<sup>[97]</sup>,跟踪运用最新的AI技术,提高数字化分析的解释性能。

(3)数字化的CES评估带来“空间赋能”。数据和技术赋能的CES评估能够更加科学有效地用于国土空间规划的编制、监测与优化,将深刻改变CES所涉及的供给空间、生产空间、需求空间、消费空间。认知和技术变革加速推动着虚实空间交融<sup>[98]</sup>,增强空间的流动性、要素的流动性和CES的流动性。生产CES的生态空间会和日常生活空间以及虚拟生活空间同时发生交互,使得国土空间规划方和生态空间管理方有更多发挥CES效能的选择,使用者有更多受益于CES的方式。

### 参考文献(References):

- [1] 李睿倩,李永富,胡恒.生态系统服务对国土空间规划体系的理论与实践支撑.地理学报,2020,75(11):2417-2430.  
[LI R Q, LI Y F, HU H. Support of ecosystem services for spatial planning theories and practices. Acta Geographica Sinica, 2020, 75(11): 2417-2430.]
- [2] Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: General Synthesis. Washington, DC: Island Press, 2005: 39-40.
- [3] HAINES-YOUNG R, POTSCHIN M. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V 5.1 and

- Guidance on the Application of the Revised Structure. UK: European Environment Agency, 2018.
- [4] WOLF K L. The changing importance of ecosystem services across the landscape gradient. In: LABAND D N, LOCKABY B G, ZIPPERER W C. *Urban-rural Interfaces: Linking People and Nature*. Madison: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Crop Science Society of America, 2012: 127-146.
- [5] GRET-REGAMEY A, ALTWEGG J, SIREN E A, et al. Integrating ecosystem services into spatial planning: A spatial decision support tool. *Landscape and Urban Planning*, 2017, 165: 206-219.
- [6] TERZI F, TEZER A, TURKAY Z, et al. An ecosystem services-based approach for decision-making in urban planning. *Journal of Environmental Planning and Management*, 2020, 63(3): 433-452.
- [7] 王雨薇, 蔚芳, 周铁男, 等. 空间规划中生态系统服务评估方法研究. *城市发展研究*, 2021, 28(5): 19-27, 59. [WANG Y W, WEI F, ZHOU Y N, et al. Methods of ecosystem services evaluation in spatial planning. *Urban Development Studies*, 2021, 28(5): 19-27, 59.]
- [8] DICKINSON D C, HOBBS R J. Cultural ecosystem services: Characteristics, challenges and lessons for urban green space research. *Ecosystem Services*, 2017, 25: 179-194.
- [9] LA ROSA D, SPYRA M, INOSTROZA L. Indicators of cultural ecosystem services for urban planning: A review. *Ecological Indicators*, 2016, 61: 74-89.
- [10] FISH R, CHURCH A, WINTER M. Conceptualising cultural ecosystem services: A novel framework for research and critical engagement. *Ecosystem Services*, 2016, 21: 208-217.
- [11] RAYMOND C M, GIUSTI M, BARTHEL S. An embodied perspective on the co-production of cultural ecosystem services: Toward embodied ecosystems. *Journal of Environmental Planning and Management*, 2018, 61(5-6): 778-799.
- [12] BROWN G, REED P, RAYMOND C M. Mapping place values: 10 lessons from two decades of public participation GIS empirical research. *Applied Geography*, 2020, 116: 102156, Doi: 10.1016/j.apgeog.2020.102156.
- [13] 闫水玉, 唐俊. 城市绿色空间生态系统服务供需匹配评估方法: 研究进展与启示. *城市规划学刊*, 2022, (2): 62-68. [YAN S Y, TANG J. Methods to evaluate supply and demand matching of urban green space ecosystem services: Research progress and reflections. *Urban Planning Forum*, 2022, (2): 62-68.]
- [14] KAREIVA P, TALLIS H, RICKETTS T H, et al. *Natural Capital: Theory and Practice of Mapping Ecosystem Services*. New York: Oxford University Press, 2011: 206-228.
- [15] ZWIERZCHOWSKA I, HOF A, IOJA I C, et al. Multi-scale assessment of cultural ecosystem services of parks in Central European cities. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2018, 30: 84-97.
- [16] CHENG X, VAN DAMME S, LI L Y, et al. Evaluation of cultural ecosystem services: A review of methods. *Ecosystem Services*, 2019, 37: 100925, Doi: 10.1016/j.ecoser.2019.100925.
- [17] PIWOWARCZYK J, KRONENBERG J, DERENIOWSKA M A. Marine ecosystem services in urban areas: Do the strategic documents of Polish coastal municipalities reflect their importance?. *Landscape and Urban Planning*, 2013, 109 (1): 85-93.
- [18] CAMPBELL L K, SVENDSEN E S, SONTI N F, et al. A social assessment of urban parkland: Analyzing park use and meaning to inform management and resilience planning. *Environmental Science & Policy*, 2016, 62: 34-44.
- [19] JOHNSON M L, CAMPBELL L K, SVENDSEN E S, et al. Mapping urban park cultural ecosystem services: A comparison of twitter and semi-structured interview methods. *Sustainability*, 2019, 11(21): 6137, Doi: 10.3390/su11216137.
- [20] NAHUELHUAL L, CARMONA A, LOZADA P, et al. Mapping recreation and ecotourism as a cultural ecosystem service: An application at the local level in Southern Chile. *Applied Geography*, 2013, 40: 71-82.
- [21] CABANA D, RYFIELD F, CROWE T P, et al. Evaluating and communicating cultural ecosystem services. *Ecosystem Services*, 2020, 42: 101085, Doi: 10.1016/j.ecoser.2020.101085.
- [22] JALIGOT R, KEMAJOU A, CHENAL J. Cultural ecosystem services provision in response to urbanization in Cameroon. *Land Use Policy*, 2018, 79: 641-649.
- [23] RALL E, HANSEN R, PAULEIT S. The added value of public participation GIS (PPGIS) for urban green infrastructure planning. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2019, 40: 264-274.
- [24] BAUMEISTER C F, GERSTENBERG T, PLIENINGER T, et al. Exploring cultural ecosystem service hotspots: Linking multiple urban forest features with public participation mapping data. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2020, 48:



- 126561, Doi: 10.1016/j.ufug.2019.126561.
- [25] HAVINGA I, BOGAART P W, HEIN L, et al. Defining and spatially modelling cultural ecosystem services using crowd-sourced data. *Ecosystem Services*, 2020, 43: 101091, Doi: 10.1016/j.ecoser.2020.101091.
- [26] DAI P C, ZHANG S L, CHEN Z X, et al. Perceptions of cultural ecosystem services in urban parks based on social network data. *Sustainability*, 2019, 11(19): 5386, Doi: 10.3390/su11195386.
- [27] CHIEN Y M C, CARVER S, COMBER A. Using geographically weighted models to explore how crowdsourced landscape perceptions relate to landscape physical characteristics. *Landscape and Urban Planning*, 2020, 203: 103904, Doi: 10.1016/j.landurbplan.2020.103904.
- [28] RICHARDS D R, TUNCER B. Using image recognition to automate assessment of cultural ecosystem services from social media photographs. *Ecosystem Services*, 2018, 31: 318-325.
- [29] VIGL L E, MARSONER T, GIOMBINI V, et al. Harnessing artificial intelligence technology and social media data to support cultural ecosystem service assessments. *People and Nature*, 2021, 3(3): 673-685.
- [30] 党辉, 李晶. 基于自然语言处理的城市公园生态系统文化服务感知. 陕西师范大学学报: 自然科学版, 2022, 50(4): 92-102. [DANG H, LI J. Cultural ecosystem services perception of urban parks based on natural language processing. *Journal of Shaanxi Normal University: Natural Science Edition*, 2022, 50(4): 92-102.]
- [31] KAHILA-TANI M, KYTTA M, GEERTMAN S. Does mapping improve public participation? Exploring the pros and cons of using public participation GIS in urban planning practices. *Landscape and Urban Planning*, 2019, 186: 45-55.
- [32] VAN BERKEL D B, TABRIZIAN P, DORNING M A, et al. Quantifying the visual-sensory landscape qualities that contribute to cultural ecosystem services using social media and LiDAR. *Ecosystem Services*, 2018, 31: 326-335.
- [33] GHERMANDI A, SINCLAIR M. Passive crowdsourcing of social media in environmental research: A systematic map. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions*, 2019, 55: 36-47.
- [34] OTEROS-ROZAS E, MARTIN-LOPEZ B, FAGERHOLM N, et al. Using social media photos to explore the relation between cultural ecosystem services and landscape features across five European sites. *Ecological Indicators*, 2018, 94: 74-86.
- [35] MORENO-LLORCA R, MENDEZ P F, ROS-CANDEIRA A, et al. Evaluating tourist profiles and nature-based experiences in Biosphere Reserves using Flickr: Matches and mismatches between online social surveys and photo content analysis. *Science of the Total Environment*, 2020, 737: 140067, Doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.140067.
- [36] ZHANG H J, GAO Y, HUA Y W, et al. Assessing and mapping recreationists' perceived social values for ecosystem services in the Qinling Mountains, China. *Ecosystem Services*, 2019, 39: 101006, Doi: 10.1016/j.ecoser.2019.101006.
- [37] GE Y Y, CHEN H Y, ZHANG M D, et al. Area threshold interval of urban forest patches required to maintain the synergy between biodiversity conservation and recreational services: Case study in Beijing, China. *Forests*, 2022, 13(11): 1848, Doi:10.3390/f13111848.
- [38] CAPRIOLO A, BOSCHETTO R G, MASCOLO R A, et al. Biophysical and economic assessment of four ecosystem services for natural capital accounting in Italy. *Ecosystem Services*, 2020, 46: 101207, Doi: 10.1016/j.ecoser.2020.101207.
- [39] FISCHER L K, HONOLD J, BOTZAT A, et al. Recreational ecosystem services in European cities: Sociocultural and geographical contexts matter for park use. *Ecosystem Services*, 2018, 31: 455-467.
- [40] SHEDAYIA A, XU M, GONALEZ-REDIN J, et al. Spatiotemporal valuation of cultural and natural landscapes contributing to Pakistan's cultural ecosystem services. *Environmental Science and Pollution Research*, 2022, 29(27): 41834-41848.
- [41] TEFF-SEKER Y, RASILO T, DICK J, et al. What does nature feel like? Using embodied walking interviews to discover cultural ecosystem services. *Ecosystem Services*, 2022, 55: 101425, Doi: 10.1016/j.ecoser.2022.101425.
- [42] BROWN G, HAUSNER V H. An empirical analysis of cultural ecosystem values in coastal landscapes. *Ocean & Coastal Management*, 2017, 142: 49-60.
- [43] FLOOD K, MAHON M, MCDONAGH J. Assigning value to cultural ecosystem services: The significance of memory and imagination in the conservation of Irish peatlands. *Ecosystem Services*, 2021, 50: 101326, Doi: 10.1016/j.ecoser.2021.101326.
- [44] ZHAO Y H, WANG N, LUO Y H, et al. Quantification of ecosystem services supply-demand and the impact of demo-

- graphic change on cultural services in Shenzhen, China. *Journal of Environmental Management*, 2022, 304: 114280, Doi: 10.1016/j.jenvman.2021.114280.
- [45] POTSCHIN M B, HAINES-YOUNG R H. Ecosystem services: Exploring a geographical perspective. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 2011, 35(5): 575-594.
- [46] JIANG W, MARGGRAF R. Making intangibles tangible: Identifying manifestations of cultural ecosystem services in a cultural landscape. *Land*, 2022, 11(1): 26, Doi: 10.3390/land11010026.
- [47] 张宇硕, 刘博宇, 毕旭, 等. 基于利益相关者感知视角的生态系统服务研究进展. *自然资源学报*, 2023, 38(5): 1300-1317. [ZHANG Y S, LIU B Y, BI X, et al. Research progress of ecosystem services based on stakeholder's perception. *Journal of Natural Resources*, 2023, 38(5): 1300-1317.]
- [48] LIN Y, CHEN X M, HUANG L Y, et al. Fine-scale mapping of urban ecosystem service demand in a metropolitan context: A population- income- environmental perspective. *Science of the Total Environment*, 2021, 781: 146784, Doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.146784.
- [49] MCHALE M R, BECK S M, PICKETT S T A, et al. Democratization of ecosystem services: A radical approach for assessing nature's benefits in the face of urbanization. *Ecosystem Health and Sustainability*, 2018, 4(5): 115-131.
- [50] MARTINEZ-HARMS M J, BRYAN B A, WOOD S A, et al. Inequality in access to cultural ecosystem services from protected areas in the Chilean biodiversity hotspot. *Science of the Total Environment*, 2018, 636: 1128-1138.
- [51] NORMYLE A, VARDON M, DORAN B. Aligning indigenous values and cultural ecosystem services for ecosystem accounting: A review. *Ecosystem Services*, 2023, 59: 101502, Doi:10.1016/j.ecoser.2022.101502.
- [52] PELLETIER M C, HEAGNEY E, KOVAC M. Valuing recreational services: A review of methods with application to New South Wales National Parks. *Ecosystem Services*, 2021, 50: 101315, Doi:10.1016/j.ecoser.2021.101315.
- [53] RIDDING L E, REDHEAD J W, OLIVER T H, et al. The importance of landscape characteristics for the delivery of cultural ecosystem services. *Journal of Environmental Management*, 2018, 206: 1145-1154.
- [54] DOU Y H, LIU M X, BAKKER M, et al. Influence of human interventions on local perceptions of cultural ecosystem services provided by coastal landscapes: Case study of the Huiwen Wetland, Southern China. *Ecosystem Services*, 2021, 50: 101311, Doi:10.1016/j.ecoser.2021.101311.
- [55] JO T, SATO M, MINAMOTO T, et al. Valuing the cultural services from urban blue-space ecosystems in Japanese megacities during the COVID-19 pandemic. *People and Nature*, 2022, 4(5): 1176-1189.
- [56] FOX N, GRAHAM L J, EIGENBROD F, et al. Geodiversity supports cultural ecosystem services: An assessment using social media. *Geoheritage*, 2022, 14(1): 27, Doi: 10.1007/s12371-022-00665-0.
- [57] 申嘉澍, 李双成, 梁泽, 等. 生态系统服务供需关系研究进展与趋势展望. *自然资源学报*, 2021, 36(8): 1909-1922. [SHEN J S, LI S C, LIANG Z, et al. Research progress and prospect for the relationships between ecosystem services supplies and demands. *Journal of Natural Resources*, 2021, 36(8): 1909-1922.]
- [58] FISHER B, TURNER R K, MORLING P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 2009, 68(3): 643-653.
- [59] RONCHI S. *Ecosystem Services for Spatial Planning: Innovative Approaches and Challenges for Practical Applications*. Cham: Springer, 2018: 77-128.
- [60] SERNA-CHAVEZ H M, SCHULP C J E, VAN BODEGOM P M, et al. A quantitative framework for assessing spatial flows of ecosystem services. *Ecological Indicators*, 2014, 39: 24-33.
- [61] SCHROTER M, KOELLNER T, ALKEMADE R, et al. Interregional flows of ecosystem services: Concepts, typology and four cases. *Ecosystem Services*, 2018, 31: 231-241.
- [62] LAN X, TANG H P, LIANG H G. A theoretical framework for researching cultural ecosystem service flows in urban agglomerations. *Ecosystem Services*, 2017, 28: 95-104.
- [63] HIMES A, MURACA B. Relational values: The key to pluralistic valuation of ecosystem services. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2018, 35: 1-7.
- [64] TANDARIĆ N, IVES C D, WATKINS C. Can we plan for urban cultural ecosystem services?. *Journal of Urban Ecology*, 2020, 6(1): juaa016, Doi: 10.1093/jue/juaa016.
- [65] 陶思宇, 周忠学. 基于旗舰物种的生态系统文化服务供需及流研究: 以大熊猫国家公园为例. *生态学杂志*, 2022, 41

- (8): 1643-1652. [TAO S Y, ZHOU Z X. The supply, demand, and flow of ecosystem cultural services based on flagship species: Case of the Giant Panda National Park, China. *Chinese Journal of Ecology*, 2022, 41(8): 1643-1652.]
- [66] NGULANI T, SHACKLETON C M. Use of public urban green spaces for spiritual services in Bulawayo, Zimbabwe. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2019, 38: 97-104.
- [67] RALL E, BIELING C, ZYTYNSKA S, et al. Exploring city-wide patterns of cultural ecosystem service perceptions and use. *Ecological Indicators*, 2017, 77: 80-95.
- [68] DADE M C, MITCHELL M G E, BROWN G, et al. The effects of urban greenspace characteristics and socio-demographics vary among cultural ecosystem services. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2020, 49: 126641, Doi: 10.1016/j.ufug.2020.126641.
- [69] VOLLMER D, PRESCOTT M F, PADAWANGI R, et al. Understanding the value of urban riparian corridors: Considerations in planning for cultural services along an Indonesian river. *Landscape and Urban Planning*, 2015, 138: 144-154.
- [70] SANCHEZ M L, CABRERA A T, DEL PULGAR M L G. The potential role of cultural ecosystem services in heritage research through a set of indicators. *Ecological Indicators*, 2020, 117: 106670, Doi:10.1016/j.ecolind.2020.106670.
- [71] 彭婉婷, 刘文倩, 蔡文博, 等. 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. [PENG W T, LIU W Q, CAI W B, et al. Evaluation of ecosystem cultural services of urban protected areas based on public participation GIS (PPGIS): A case study of Gongqing Forest Park in Shanghai, China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2019, 30(2): 439-448.]
- [72] JALIGOT R, HASLER S, CHENAL J. National assessment of cultural ecosystem services: Participatory mapping in Switzerland. *Ambio*, 2019, 48(10): 1219-1233.
- [73] 赵琪琪, 李晶, 刘婧雅, 等. 基于SolVES模型的关中一天水经济区生态系统文化服务评估. *生态学报*, 2018, 38(10): 3673-3681. [ZHAO Q Q, LI J, LIU J Y, et al. Assessment and analysis of social values of cultural ecosystem services based on the SolVES model in the Guanzhong-Tianshui Economic Region. *Acta Ecologica Sinica*, 2018, 38(10): 3673-3681.]
- [74] KALTENBORN B P, LINNELL J D C, GOMEZ B E. Can cultural ecosystem services contribute to satisfying basic human needs? A case study from the Lofoten archipelago, Northern Norway. *Applied Geography*, 2020, 120: 102229, Doi: 10.1016/j.apgeog.2020.102229.
- [75] PEDERSEN E, WEISNER S E B, JOHANSSON M. Wetland areas' direct contributions to residents' well-being entitle them to high cultural ecosystem values. *Science of the Total Environment*, 2019, 646: 1315-1326.
- [76] SEN S, GUCHHAIT S K. Urban green space in India: Perception of cultural ecosystem services and psychology of situatedness and connectedness. *Ecological Indicators*, 2021, 123: 107338, Doi: 10.1016/j.ecolind.2021.107338.
- [77] 李永钧, 张单阳, 王珂, 等. 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. [LI Y J, ZHANG D Y, WANG K, et al. Supply-demand relationships of cultural ecosystem services in rural areas: A case study of Huzhou city, Zhejiang province. *Acta Ecologica Sinica*, 2022, 42(17): 6888-6899.]
- [78] WANG Z F, XU M, LIN H W, et al. Understanding the dynamics and factors affecting cultural ecosystem services during urbanization through spatial pattern analysis and a mixed-methods approach. *Journal of Cleaner Production*, 2021, 279: 123422, Doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123422.
- [79] 曹先磊, 刘高慧, 张颖, 等. 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. [CAO X L, LIU G H, ZHANG Y, et al. Willingness-to-pay for recreation services of urban ecosystem and its value assessment: A case study in the Wenjiang district of Chengdu city, China. *Acta Ecologica Sinica*, 2017, 37(9): 2970-2981.]
- [80] MAO Q Z, WANG L Y, GUO Q H, et al. Evaluating cultural ecosystem services of urban residential green spaces from the perspective of residents' satisfaction with green space. *Frontiers in Public Health*, 2020, 8: 226, Doi: 10.3389/fpubh.2020.00226.
- [81] TENGBERG A, FREDHOLM S, ELIASSON I, et al. Cultural ecosystem services provided by landscapes: Assessment of heritage values and identity. *Ecosystem Services*, 2012, 2: 14-26.
- [82] 郭洋, 杨飞龄, 王军军, 等. “三江并流”区游憩文化生态系统服务评价研究. *生态学报*, 2020, 40(13): 4351-4361. [GUO Y, YANG F L, WANG J J, et al. Assessment of the tourism and recreation cultural ecosystem services in Three

- Parallel Rivers Region. *Acta Ecologica Sinica*, 2020, 40(13): 4351-4361.]
- [83] SUBRAMANIAN D, JANA A. Evaluating the cultural ecosystem services of India: Comparison of budget allocations to improve the use value of recreational open spaces. *Ecosystem Services*, 2019, 38: 100960, Doi: 10.1016/j.ecoser.2019.100960.
- [84] TEW E R, SIMMONS B I, SUTHERLAND W J. Quantifying cultural ecosystem services: Disentangling the effects of management from landscape features. *People and Nature*, 2019, 1(1): 70-86.
- [85] BREMER L L, DELEVAUX J M S, LEARY J J K, et al. Opportunities and strategies to incorporate ecosystem services knowledge and decision support tools into planning and decision making in Hawai'i. *Environmental Management*, 2015, 55(4): 884-899.
- [86] GENELETTI D, CORTINOVIS C, ZARDO L, et al. *Planning for Ecosystem Services in Cities*. Cham: Springer, 2019: 43-55.
- [87] FARELLA G, MENEGON S, FADINI A, et al. Incorporating ecosystem services conservation into a scenario-based MSP framework: An Adriatic case study. *Ocean & Coastal Management*, 2020, 193: 105230, Doi: 10.1016/j.ocecoaman.2020.105230.
- [88] CAMPBELL-ARVAI V, LINDQUIST M. From the ground up: Using structured community engagement to identify objectives for urban green infrastructure planning. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2021, 59: 127013, Doi: 10.1016/j.ufug.2021.127013.
- [89] LAK A, SHARIFI A, KHAZAEI M, et al. Towards a framework for driving sustainable urban regeneration with ecosystem services. *Land Use Policy*, 2021, 111: 105736, Doi: 10.1016/j.landusepol.2021.105736.
- [90] ALBERT C, GALLER C, HERMES J, et al. Applying ecosystem services indicators in landscape planning and management: The ES-in-Planning framework. *Ecological Indicators*, 2016, 61: 100-113.
- [91] 周显辰, 尹丹, 黄庆旭, 等. 基于生态系统服务参与式制图的“三生”空间优化建议: 以白洋淀流域为例. *自然资源学报*, 2022, 37(8): 1988-2003. [ZHOU Y C, YIN D, HUANG Q X, et al. Spatial optimization based on ecosystem services and the participatory mapping: A case study in Baiyangdian watershed. *Journal of Natural Resources*, 2022, 37(8): 1988-2003.]
- [92] 彭建, 胡晓旭, 赵明月, 等. 生态系统服务权衡研究进展: 从认知到决策. *地理学报*, 2017, 72(6): 960-973. [PENG J, HU X X, ZHAO M Y, et al. Research progress on ecosystem service trade-offs: From cognition to decision-making. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(6): 960-973.]
- [93] 欧阳晓, 王坤, 魏晓. 城乡建设用地关联对生态系统服务的影响研究: 以洞庭湖地区为例. *生态学报*, 2022, 42(21): 8713-8722. [OUYANG X, WANG K, WEI X. Impacts of urban-rural construction land linkages on ecosystem services: A case study of Dongting Lake area. *Acta Ecologica Sinica*, 2022, 42(21): 8713-8722.]
- [94] SCHOLES R J, REYERS B, BIGGS R, et al. Multi-scale and cross-scale assessments of social-ecological systems and their ecosystem services. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2013, 5(1): 16-25.
- [95] 孙佼佼, 郭英之. 自然保护地数字文化生态系统服务质量测度与出游意愿效应: 以中国五地国家公园网络空间为例. *自然资源学报*, 2023, 38(4): 983-994. [SUN J J, GUO Y Z. Quality measurement and travel intention effect of digital cultural ecosystem service of the nature reserve conservations: Taking the cyberspace of five national parks in China as an example. *Journal of Natural Resources*, 2023, 38(4): 983-994.]
- [96] SCOWEN M, ATHANASIADIS I N, BULLOCK J M, et al. The current and future uses of machine learning in ecosystem service research. *Science of the Total Environment*, 2021, 799: 149263, Doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.149263.
- [97] ARRIETA A B, DIAZ-RODRIGUEZ N, DEL SER J, et al. Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. *Information Fusion*, 2020, 58: 82-115.
- [98] 沈丽珍, 顾朝林, 甄峰. 流动空间结构模式研究. *城市规划学刊*, 2010, (5): 26-32. [SHEN L Z, GU C L, ZHEN F. A study on the structural modes of space of flows. *Urban Planning Forum*, 2010, (5): 26-32.]



## Prospects for integrating cultural ecosystem services assessment into territorial planning

GUO Yu<sup>1,2</sup>, ZHANG Min<sup>1,2</sup>

(1. School of Architecture and Urban Planning, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2. Jiangsu Smart City Research Base, Nanjing 210093, China)

**Abstract:** The incorporation of Cultural Ecosystem Services (CES) assessment into territorial planning facilitates a better understanding of the value of ecosystem services and enhances the optimization of ecological spatial arrangement. However, a systematic synthesis and future prospects regarding the application of CES in spatial planning are lacking, thereby impeding its effective implementation in territorial planning. This paper provides a comprehensive overview of the advancements made in CES assessment within spatial planning, both domestically and internationally, over the past decade. The findings indicate that: (1) The theoretical explanation of CES formation is further enhanced from the perspective of relationship and interaction, which considers CES as the manifestation and outcome of human-nature interplay, specifically manifested in the flow of CES among suppliers, producers, demanders, and consumers. (2) The concepts pertaining to CES have undergone refinement, thereby facilitating the development of a more operational and normative theoretical framework for CES assessment. (3) The current approaches for CES assessment primarily encompass three categories: evaluation of ecosystem services, appraisal of ecosystem benefits, and estimation of ecosystem services value. The assessment methods mainly consist of three types: spatial scale-based data acquisition methods, spatial location-based data acquisition methods, and integrated spatial analysis and assessment methods. (4) The combination of CES assessment and planning preparation encompasses two approaches: preceding planning preparation and integrating throughout the entire process of planning preparation. This paper highlights the necessity of integrating CES assessment into China's territorial planning, emphasizing the overall concept and specific application purposes and methods at different planning stages. Furthermore, it anticipates the potential benefits brought by digital transformation.

**Keywords:** ecosystem services; cultural ecosystem services; cultural ecosystem services assessment; territorial planning