

空间规划中生态系统服务评估方法研究

王雨薇¹ 蔚芳² 周轶男¹ 詹小稳² (1.宁波市规划设计研究院,浙江 宁波 315000; 2.浙江大学 建筑工程学院,浙江 杭州 310000)

【摘要】生态系统服务评估方法研究不仅能为我国空间规划提供新思路,也能为现行技术方法提供补充,对理论体系完善、空间规划优化、人类福祉提升都具有重要意义。生态系统服务评估方法研究从理论综述、方法引入、方法构建三方面展开。首先,对各类基础资料进行归纳、概括和研究,概述了国内外生态系统服务评估方法研究现状。其次,将国外最新的研究成果进行归纳、抽象、概括,并与我国的现状相结合,分类概述了生态系统服务评估方法包含的模型和工具。最后,确定了方法选择的评价标准,提出了不同方法的应用情景,并以决策树的形式模拟了方法选择的决策过程。

【关键词】生态系统服务; 评估方法; 空间规划; 决策

【中图分类号】TU984

【文献标识码】A

0 引言

2019年国家出台了《资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价指南》,评估人类生产生活所需的自然资源、环境容量和生态服务功能,从而确定包括城镇、农业和生态导向的开发适宜性,是当下实现生态环境与国土空间规划衔接的重要方法。该技术方法主要依据资源环境本底条件研判地区开发适宜性,强调了生态环境的重要性,体现了生态优先的理念。在规划改革的背景下,不论是以生态文明为导向的国土空间规划还是注重资源禀赋条件的新方法,都体现了国家对生态环境的高度重视。本文通过科学运用生态系统服务评估方法,将生态系统服务的概念和价值纳入空间规划,并构建一种易于理解的、可复制性强的评估方法框架,从而更好地协助规划人员认识空间规划与自然环境之间的联系,并为现行技术方法提供补充。

1 生态系统服务评估方法

1.1 方法概述

生态系统服务(Ecosystem Service, ES)是指自然生态系统为人类提供的利益,其城市中的价值表现在三方面:生态维度,能改善城市生态环境,治疗大城市病、城市生态病,促进人类以及社会经济的可持续发展。社会维度,提供娱乐、游憩和社交的场所,为市

民带来身心上的益处,提高了健康生活水平。经济维度,能给人类社会带来直接或间接的经济惠益。

生态系统服务评估(Ecosystem Service Evaluation, ESE)是指评价ES对人类可持续福祉贡献的过程,评估方法包括生物物理模型、地理信息系统以及价值估算,在现实世界中应用广泛,用于支持水土资源的可持续利用和城市的科学管理。ESE方法是指用于测量和评估ES以支持规划决策和评估的一系列工具和工具包,工具的类型有简单的电子表格也有复杂的软件模型。ESE方法能够衡量生态系统价值如何转化为人类福祉(图1)。本文参考Harrison等人^[1]和Barton等人^[2]的分类标准,结合国土空间规划的需求,将工具分为四大类:ES制图和建模工具(表1)、社会文化评估方法(表2)、集成的评估方法(表3)以及经济价值评估方法(表4)。



图1 ESE在自然和人类社会中的关系图
资料来源:作者自绘

表 1 ES 制图和建模工具

评估方法	内容
GIS 制图	运用生物物理、经济社会的数据或矢量图斑直接在 GIS 中制图。
简单矩阵方法	通过全面评估多种 ES 对当前的 ES 制图,比如基于土地利用数据。
先进矩阵方法	类似于简单矩阵方法并合并了多个空间数据集。
ES 生物物理模型	结合已有研究 ^[3] 提出六种 ES 模型: ①ARIES,用于 ES 制图的开源建模框架; ②Co \$ ting Nature,一种可通过 web 访问的工具,用于绘制 ES 和优先保护区域; ③IMAGE-GLOBIO 模拟人类活动对生物多样性和 ES 过去、现在和未来影响的全球模型; ④InVEST,通过 GIS 访问的开源 ES 制图和评估模型; ⑤LUCI,开源的 GIS 工具箱,用于管理场景下为提供服务的区域和服务的潜在收益或损失制图; ⑥UFORE,用于量化森林结构和功能。

注: ARIES(Artificial Intelligence for Ecosystem Services); IMAGE-GLOBIO(Image Global Biodiversity); InVEST(Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs); LUCI (Land Use Change Index); UFORE(Urban Forest Effects Model)。

资料来源: 作者整理

表 2 社会文化评估方法

评估方法	内容
叙述性分析	通过人们自己的故事和直接行动来捕捉 ES 对人们的重要性。
协商性制图	一组广泛的方法,包括: ①参与性地理信息系统、公众参与地理信息系统访谈、基于网络的调查,以整合不同利益相关者的感知、知识和价值观并以 ES 地图的形式呈现出来 ^[4] ; ②偏好模型。如利益相关者对 ES 偏好制图的专用工具 ESValue ^[5] ; 基于调查数据或价值转移,用于 ES 制图和社会价值评价的 ES 社会价值方法 SolVES ^[6] 。
参与式场景开发	基于一组关于核心驱动力相同且内在一致的假设,将场景定义为对未来如何发展的抽象的、简化的描述。与利益相关者进行交流有助于制定与利益相关者一致的场景。
协商性估值	一种评估范式,提供了一个框架,将各种工具和技术结合起来,连接公民、学术界和不同科学领域。该方法通过邀请利益相关者和公民一起参与公开对话,从而获取他们对 ES 的偏好。
偏好评估	是一种直接和定量的咨询方法,用于分析对使用 ES 或 ES 需求的感知、知识和相关价值,而不使用经济指标。
时间使用研究	对陈述偏好法的创新,通过询问人们愿意为改变给定服务的数量或质量投入多少时间来评估 ES 的价值
照片分析	评估的原理是: 假设游客被拍照地点所吸引,从而提供对生态系统文化服务的显示性偏好。
照片引出式	该方法旨在从 ES 的角度解释人们对景观的视觉体验和感知。调查问卷的受访者从该地区提供的潜在服务列表中,详细列出了每种景观主要提供的 ES。

资料来源: 作者整理

表 3 ES 集成的评估方法

评估方法	内容
多准则决策分析(MCDA)	是一种比较正式的综合性评估方法,可以评估 ES 的权衡并适应多元化的价值,能实现可视化的多重标准。主要分为六个步骤 ^[7] : ①定义问题,②利益相关者的分析和参与,③定义政策和规划方案,④ES 标准和相应指标的定义和评估,⑤ES 标准的选择和加权,⑥确定备选方案的优先序。
贝叶斯信念网络(BBNs)	一种图形结构,可连接到 GIS 进行空间分析,其中包含表示流程或要素的节点,以及指定节点之间的链接关系。每个节点都有一个条件概率分布,指定节点值之间的关系指向节点的传入链接和节点本身,这意味着可以明确考虑不确定性 ^[8] 。
陈述偏好法	它使用单个被调查者陈述的假设选择来评估与 ES 或服务的质量、数量增加相关的效用变化。方法包括: ①条件价值评估; ②选择实验; ③或有排序。
显示偏好法	ES 的价值是通过购买或个体行为间接反映出来的。如①享乐定价,即研究一种商品的环境特征与其销售价格之间的多重相关性; ②差旅成本法,该方法基于以下观察,既娱乐和健康服务只能通过物理接触自然来实现。

注: MCDA(Multi-criteria Decision Analysis); BBNs(Bayesian Belief Networks)。

资料来源: 作者整理

表 4

ES 经济价值评估方法

评估方法	内容
成本效益分析(CEA)	用经济损失来评估环境破坏和污染带来的影响,以市场价格直接计算,或以不同的经济计量方法来测度,同时采取各种措施减少环境破坏的损失。采取不同措施成本不同,因而产生不同的效益。成本以统一的经济价格为度量单位,包括时间入手和资金等,效益的主体包括社会、群体和个人,以经济价格为度量单位 ^[9] 。
收益成本分析(BCA)	是一种决策支持工具,可根据内部收益筛选备选方案,或根据折现收益/成本比或净现值对备选方法进行排序。

注: CEA(Cost-effectiveness analysis); BCA(Benefit-cost analysis)。

资料来源: 作者整理

1.2 国内外研究现状

ES 的价值和评估方法研究由来已久,规划领域关于 ESE 方法和实践应用的研究主要分为两方面。一方面是关于 ES 价值和评估方法的研究,相关内容包括:(1) 关注 ES 对人类益处的价值研究,这类研究已呈现出快速增长的态势^[10-13]。(2) ES 估值与测度方法研究,包括 ESE 方法的量化比较^[14]、价值评估^[15]、ES 情景和模型的方法学评估^[16]等。另一方面是探讨 ESE 方法与空间规划的联系,相关内容包括:(1) ESE 方法的规划实施,如 ES 辅助保护区划定^[17]、支持环境规划^[18-19]、完善土地利用规划^[7, 20]、ES 模型的实证研究^[21-22]等。(2) 基于 ESE 方法对空间规划支持的理论框架构建,如空间规划决策支持工具^[14, 23]、探讨 ES 信息对决策的影响^[24]、将 ES 纳入发展规划的实践操作指南^[25]、研究 ES 模型在决策支持中的实际应用^[26-27],以及运用决策树的形式指导规划决策^[1]。

而我国关于将 ES 纳入空间规划,或探究 ESE 方法与空间规划关系的研究还处于起步阶段。20 世纪末到 21 世纪初,欧阳志云^[28]、谢高地^[29]等学者将 ES 理念引入我国并研究了其内涵,为后期 ES 在我国的发展奠定了基础。经过近 20 年的发展,如今已有很多关于 ESE 的研究,包括理论与方法的综述、方法的应用,主要内容包括:(1) ES 研究进展和发展方向类的综述,如李文华等人^[30]回顾了我国 ES 的研究现状,为 ES 更深层次的发展奠定基础;(2) 方法类的综述,如对 ESE 方法体系的综述^[31-33];针对评估方法中 ES 功能评估模型的介绍^[34];ESE 的指标与技术方法的对比研究^[35];ES 权衡及区域集成方法的综述^[36];以及 ES 功能价值评估研究^[37-39]。(3) ESE 方法应用类研究,如将 ES 应用于生态保护红线政策制定^[40],运用 ES 模型进行实证研究^[41-43]。

总体而言,国外在 ES 领域的研究成果已经非常丰富,并表现出从关注 ES 的价值、分类评估城市中的 ES,到探讨 ESE 方法,再到建立 ESE 方法与空间规划联系的发展趋势。我国的 ES 研究在近几年逐渐增多,主要关注 ES 的价值和评估方法研究,在空间规划领域的研究比较罕见。随着生态环境的重要性逐渐受到重视,未来将 ES 的概念和评估方法纳入空间规划是必然趋势。

2 将 ESE 方法纳入国土空间基础评价

国土空间基础评价(简称“基础评价”)指在国土空间规划前对当下开发保护情况进行的评价,包括历史上自然资源开发利用的数量、质量、结构、空间特征等,并预测国土空间开发保护面临的形势与挑战,以评价国土空间自然本底条件对人类生活生产的支撑能力,分为省级和市县级。

2.1 纳入的必要性

2.1.1 基础评价对空间规划具有支撑作用

由于国土空间基础评价对国土空间规划具有支持作用,在这个阶段进行 ESE 能更好地将 ES 的概念融入空间规划,是进行 ESE 的关键阶段,图 2 展现了这一优化过程。当下基础评价主要通过“双评价”方法,通过运用 ESE 方法,将 ES 的概念和价值观融入规划编制和规划实施,优化简单地利用资源环境承载力来衡量国土空间开发适宜性的规划思路。

2.1.2 现行评价方法存在缺陷

“双评价”方法中涉及 ES 的技术方法包括资源环境评价、生物多样性评价、生态系统调节能力评价等。该技术方法主要以资源环境保护为导向,这导致 ES 的娱乐健康、审美认知以及经济价值均未被考虑,存在一定的片面性。具体表现在以下四个方面:(1) 未涉及关于城市绿地可达性、安全性的评

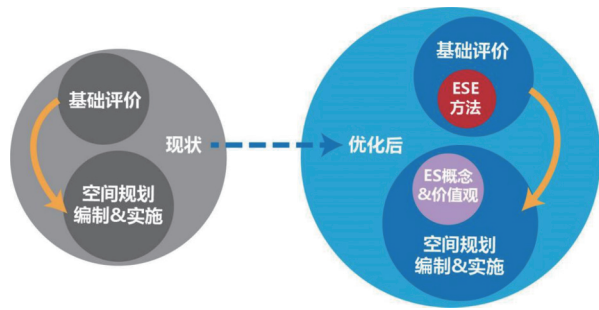


图2 基础评价阶段进行ESE的优化过程图

资料来源: 作者自绘

价,未能通过定性或定量的方式提出休闲娱乐对市民身心健康的影响,这些要素均需进行科学评估,并纳入现行评价体系。(2) 忽视了认知发展对环境管理的作用,缺少对居民环境认知的评价,仅强调自上而下的保护、修复,这并不利于生态系统的可持续发展。(3) 未涉及审美和精神价值。(4) 未能将ES的价值用货币化的方式呈现出来,比如没能评估ES项目的经济效益。因此,将ESE方法纳入基础评价,从而为“双评价”方法提供补充,有利于将ES的价值更好地纳入国土空间规划。

2.2 纳入的途径

通过适当使用当前的技术方法,并以现有的数据和信息为基础,将ESE方法作为辅助性技术方法得以应用具有较高的实践意义。在进行基础评价时,可以运用ESE方法评价生态环境和自然资源本底条件评价,运用ES模型评价调解服务和生境服

务,必要时也可以对供应服务进行评价;在评价社会经济发展基础时,增加ES的价值评估模块,具体包括利益相关者价值和偏好的量化、生态系统文化服务价值评估以及评估ES项目的货币价值。同时,可以根据现实情况,将不同的ESE方法组合、融合,或构建一种特定的方法,在将ES的内涵全面纳入的基础上,提升方法的科学性,从而协助研究人员和规划师作出更优的决策。

不过,“双评价”的维度不仅仅局限于ES的维度,且ES本身是一个完整体系,设计之初也不是为双评价服务的。因此,将ESE作为补充性的评估方法更为合理:一方面,能够将ESE方法应用于国土空间规划,另一方面,能够为“双评价”这种新方法提供更多元的技术支撑。这也能使“双评价”的评价指标和技术流程在时间和实践的检验中不断完善(图3)。

3 ESE方法的选择与应用

3.1 ESE方法的应用现状

ESE方法在空间规划中的应用包括以下两方面:(1) 关注ESE方法对空间规划的作用,主要表现在基于ES价值观的规划实施;(2) 建立ES信息或ESE方法与规划决策间的联系,并以决策支持工具或决策树的形式指导空间规划。

ESE方法的实施类研究包括ES辅助保护区划定^[11, 17]、支持环境规划^[18-19]、完善土地利用规划^[7, 20]、纳入发展规划^[25]、ES模型的实证研究^[42]

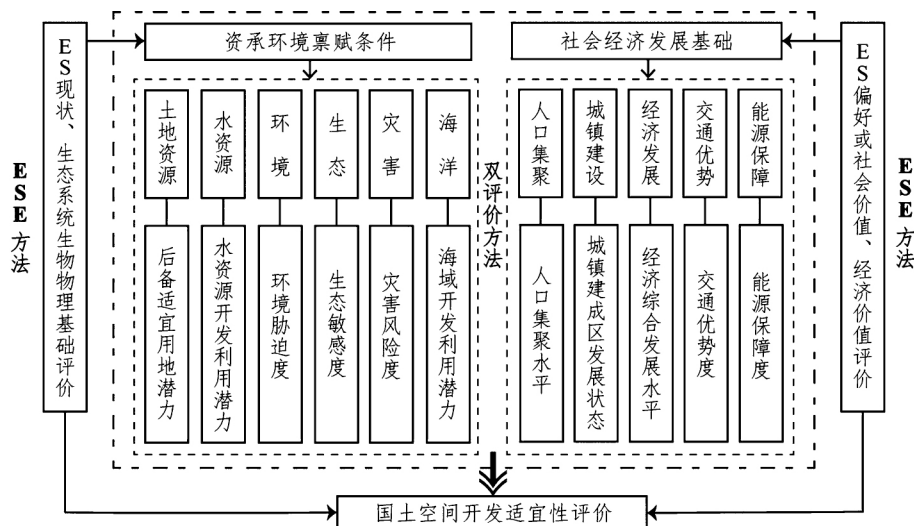


图3 ESE方法对“双评价”的补充

资料来源: 作者自绘

等。国内外已有大量关于 ES 模型的理论 and 实证研究, 有关于模型量化和比较的综述^[14, 34]、有模型实践应用的^[44-46], 也有专门针对 ES 的方法学研究^[16]。在模型实践方面, InVEST 的应用最为广泛, 涵盖了诸如岛屿^[22]、流域^[43]、城市群^[42]、省域^[41]等。

未来空间规划的优化离不开决策者和实践者对 ESE 方法的进一步使用^[24]。Bagstad 等人^[14]提出可以运用 ESE 方法, 将生态学、经济学和地理学结合起来并通过决策支持工具的形式来支持决策制定。

ESE 方法作为欧盟资助的 OpenNESS 项目中的一部分, 已经应用于 27 个案例研究并进行了测试, 大多数的案例研究在欧洲进行, 其余的分布于阿根廷、巴西、印度和肯尼亚^[23]。近几年, 国外学者针对

ESE 方法与政策制定、决策支持和方法整合等方面展开了研究, 且普遍建立在这个项目的基础上。Cortinovis 等人^[24]通过定量分析 ES 纳入规划的情况, 全面认识 ES 的内涵、战略目标、需求方和受益者, 并提高相关人员对 ES 价值的理解, 从而减少用地决策过程的冲突、提高 ES 的可获得性。Bagstad 等人^[14]比较了 17 种 ES 决策支持工具, 描述了每个工具的适用情况、服务建模、分析方法、数据需求、输出情况, 并首次比较了同时运行 7 个工具所需的时间。Grêt-Regamey 等人^[26]提出了一种旨在支持城市开发分配的空间决策支持工具, 认为在空间规划中整合 ES 需要包容性的政策环境。Jacobs 等人^[47]评估了多种生物物理、社会文化和货币价值估算的方法, 以及这些方法应用所需的数据和资源, 从而确定它们是否适合于不同的价值类别。

表 5

ES 决策支持工具评价标准

特点	ES 制图和建模			社会文化评估方法				集成的评估方法					经济价值评估工具			
	矩阵方法	ES 模型	协商性绘图	参与式场景开发	叙述性分析	协商性估值	偏好评估	照片分析	照片引出式	时间使用研究	显示偏好	陈诉偏好	多准则决策分析	贝叶斯信念网络	成本效益分析	效益成本分析
提高认识																
决定性的优先级设置																
技术-激励设计, 定价																
现状特征	√	√	√		○	√	○	○	○	○			√	√		○
预估未来发展		√		√	○	○							○	○		
处理多项 ES	√	√	√	√	√	○	√	○	√	√	○	○	√	√		√
有助于服务的权衡	√	√	√	√	√	○	√	○	√	√	√	√	√	√	√	√
通知决策	√	○	√	√	○	○	○	○	○	○			√	○		
利益相关方的参与	√	○	√	√	√	√	√		√	√		○	√	○	○	○
融入当地知识	√	○	√	√	√	√	√		√	√		√	√	○	○	○
易于沟通	√		√	√	√	√	√	√	√	√	○	√	√		√	○
易于理解	√		√	√	√	√	√	√	√	○	○	○	√	○	○	○
综合处理问题	○	√	√	√		√	○		√	○	○	√	√	√	○	√
跨学科融合	√	√	√	○		○	○		○	○	○	√	√	√	○	√
整合社会生态进程		○		○		○						○	√	○	○	
空间尺度整合(跨尺度)		○		○		○	○		○	○			○			○
时间尺度整合(跨尺度)		○		√		○	○		○	○			○		√	√
空间明确的	√	√	√		○	○	○	√		○	√	○	○	○	○	○
时间明确的	○	○	○	√							√	√	○	○	○	√
要求连续的时间数据											√		○	○	○	√
定量数据为主	√	√	√				○	√	○		√	√	○	○	√	√
定性数据为主	○	○	○	√	√	√	○	√	○	√			○	√		
数据需求大	○	√			√		○		○		√	√	√	√	○	√
处理不确定性		○		√							√	√		√	○	○
需要较高的专业知识	○	√			○						√	√	√	√	○	√
需要大量资源	○	√		√	○	○	○	○	○	○	√	√	√	√		√

注: √=关键特征或非常重要的选择标准; ○=可能的特征或相对重要的选择标准

资料来源: 根据参考文献[1][2]整理

Dunford 等人^[48]探索了不同 ESE 方法组合, Harrison 等人^[1]在此基础上讨论了不同的方法组合方式, 包括方法间直接传输数据、概念和知识, 方法融合, 方法定制, 交叉比较等, 并通过 ES 决策树的形式来指导研究人员和决策者。

总体而言, 我国关于这方面的研究还比较欠缺, 在研究 ESE 方法的过程中, 应建立方法的选择标准并将不同的 ESE 方法和方法组合纳入规划。

3.2 确定 ESE 方法的选择标准

在城市 ES 的测度研究中, 影响评估工具选择的原因很多, 包括决策背景、不同方法的优劣势、数据资源可获得性、专业知识背景, 以及模型适应复杂且多功能的城市环境的能力等。本文的研究目的是运用 ESE 方法协助决策者和参与者编制更科学的规划, 因此选择 ESE 方法的评价标准应建立在支持决策的前提下。参考 Barton 等人^[2]和 Harrison 等人^[1]的研究, 本文设定了 26 种评价标准, 并与 ESE 方法联系得到表 5。对于 ES 制图和建模、社会文化评估方法、集成的评估方法和经济价值评估工具而言, 这些评价标准分为两类: (1) 关键特征或非常重要的选择标准; (2)

可能的特征或相对重要的选择标准。

3.3 方法选择的决策过程

3.3.1 物质质量评估决策树

在进行 ES 物质质量评估前, 先要明确评估的目的。本文给定了两种情景: ES 现状制图、对 ES 动态变化或动力学基础的研究, 决策过程如图 4 所示。

情况一: 如果是当前的 ES 制图, 那么评估人员首先要确定制图的类型, 是对单个或几个 ES 制图还是全面评估多种 ES。如果研究的重点是单个或几个 ES, 或是要表现基于生物物理、社会经济数据的服务供应需求, 且数据可以直接用于制图, 那么可以选择简单的 GIS 制图, 如果要考虑多种 ES, 那么可以使用矩阵方法, 根据评估难易决定使用简单矩阵方法还是先进矩阵方法。

情况二: 如果需要了解 ES 的动态过程或动力学基础, 可以选择建模的方法, 模型的介绍见表 1。ES 模型的选择可以参考 Bagstad 等人^[14]的研究, 在研究中介绍了所有 ES 工具的关键评估标准, 在圣佩德罗案例研究中使用各种方法完成 ES 评估所需的时间, 该研究可以为 ES 模型的选择提供参考。

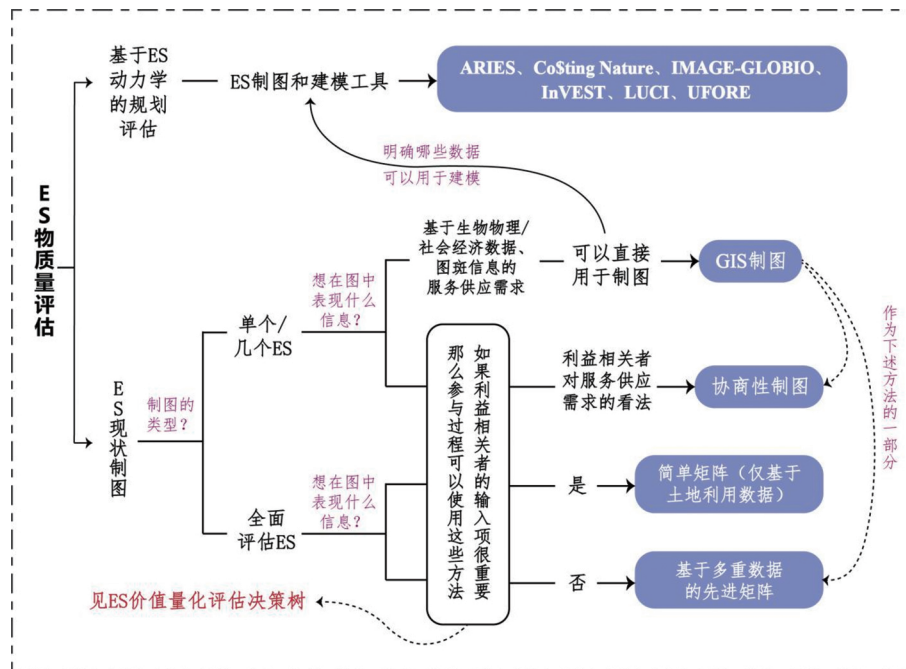


图 4 ES 物质质量评估决策树

资料来源: 根据参考文献[1]绘制

3.3.2 价值量评估决策树

ES 价值量化评估所涉及的面更广, 同样需要评估人员明确进行评价的目的。本文给出了三种情景, 决策过程见图 5。

情况一: 促进利益相关者的沟通、协调。在选择评价方法前, 首先要确定是进行当下的权衡还是了解未来的可选择性, 参与式场景开发方法是对未来的假设, 有利于和利益相关者形成一致的看法,

可以用于了解 ES 未来的可选择性。若要进行当下的权衡,要考虑数据是定性的还是定量的,是否需要空间明确的结论,数据是否存在不确定性,以及与利益相关者沟通的时间。

情况二: 搜集人们对于 ES 的偏好以及价值观数据。若决策需要的是人们对 ES 的偏好,可以通过人们讲述故事和直接行动来了解 ES 对人们的重要性,这就引出了叙述性分析的方法。若决策需要搜集相关的数据,在选择方法前应预期研究的结论,是半定量的数据还是纯定量的数据。若是需要纯定量的数

据,可以使用时间使用研究方法或照片分析方法;若是需要半定量的数据,可以运用空间可视化的方法(如协商性制图),也可以运用偏好评估、照片引出式这类对可视化信息要求不太高的方法。如果还需要用货币表示的信息,则需要运用经济价值评估工具。

情况三: 评估 ES 项目的经济收益。主要通过考虑需要评估的 ES 服务种类数,以及需要评估的 ES 价值类型,选择 CEA、BCA、MCDA、显示偏好法和协商性价值评估。如果需要为某种 ES 定价,则可以选择陈述偏好法。

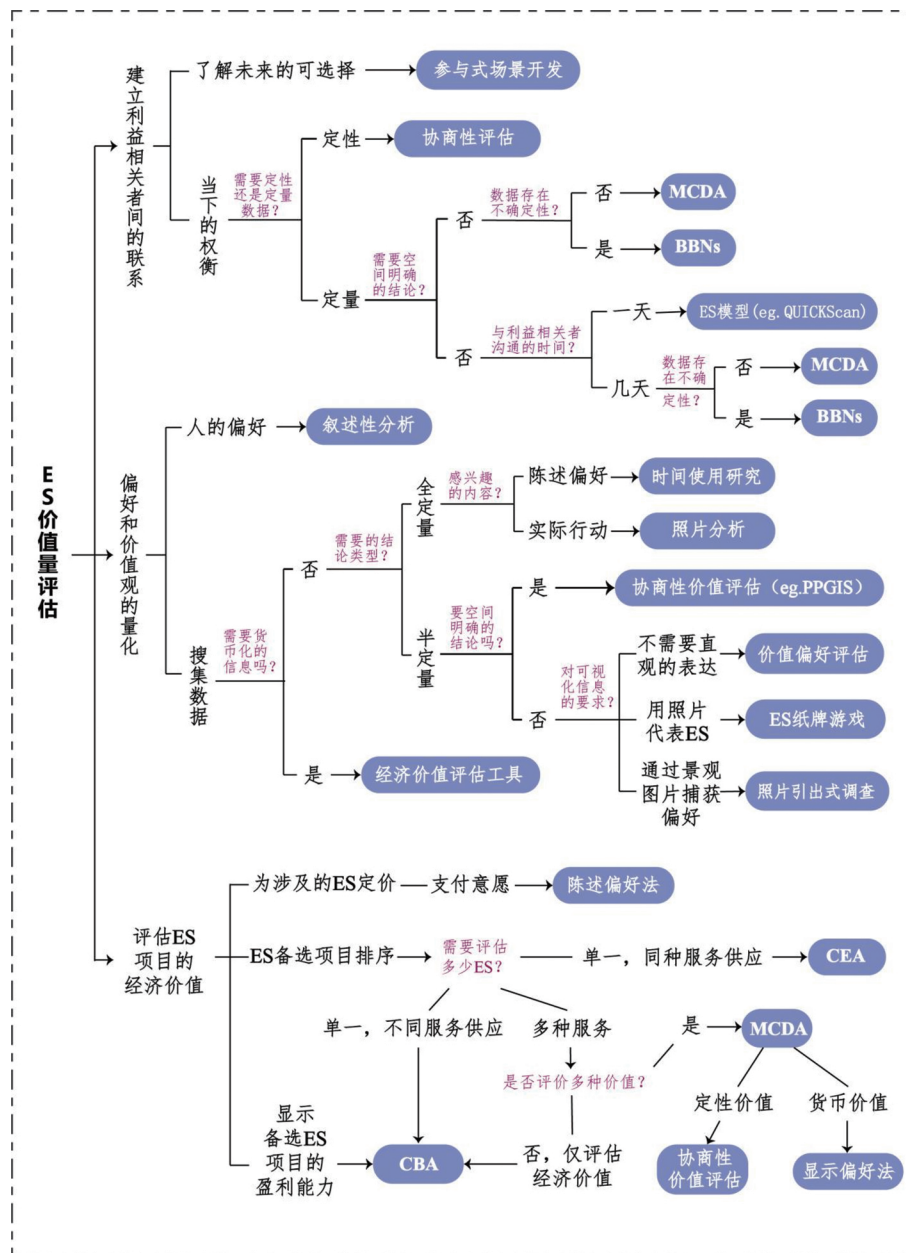


图 5 ES 价值量化决策树

资料来源: 根据参考文献[1]绘制

4 结论

4.1 ESE 方法广泛应用是前提

ESE 方法广泛应用取决于三点: (1) ESE 的结论可能会带来重大的影响, 通过考虑 ES 价值可以带来包括生态、审美、历史、文化、经济、社会以及健康各个层面的益处, 并能够利用 ES 价值阐明影响的程度; (2) ESE 方法可以提供多种可选择性方案, 针对当下空间规划中土地利用、保护区划定等, 提出形成对比鲜明的方案; (3) ESE 方法能够带来其他的重大改变。

4.2 选择适合的 ESE 方法是基础

由于 ESE 方法在不同的省市区、国土空间基础评价的不同阶段具有不同的适用性, 需要进一步分析不同环境下各类 ESE 方法的可用性、ESE 方法在实际中可能遇到的问题、各类 ESE 方法的优缺点等。在实际操作过程中, 方法所需的时间、基础资料的可获得性以及其它限制条件会成为方法是否被广泛运用的关键。因此, 只有选择合适的 ESE 方法才能真正完善评价流程, 从而优化空间规划。

4.3 决策框架为 ESE 方法的选择提供指导

决策框架可以引导使用者做出与 ESE 方法选择相关的决策, 表现在: (1) 为首次使用 ESE 的用户提供指导, 帮助他们在特定的决策背景下完成评估; (2) 帮助有经验的 ESE 用户, 在将 ES 概念、方法应用到规划案例的过程中, 更好地了解这一原理。决策框架为用户提供了使用的基本原理、目标和预期结果, 以及在评估过程中需要作出判断的节点信息。

4.4 ESE 方法对空间规划优化具有积极作用

方法应用的时间和成本差异决定了进行 ESE 所需数据的基础资料、涉及的利益相关者、面临问题的复杂性等。将 ES 的概念和价值观纳入空间规划是引入了一种新的思维方式, 而不是完全改变规划流程, 因此可以使用现有的方法和框架, 如“双评价”方法, 并以现有的数据和信息为基础。通过科学运用 ESE 方法, 将 ES 的概念和价值观纳入规划决策, 这需要改变规划者和决策者的思维方式, 相关人员需要花时间去了解和准备, 以应对这些新的挑战。△

【参考文献】

[1] Harrison P A, Dunford R, Barton D N, et al. Selecting methods for

ecosystem service assessment: A decision tree approach [J]. *Ecosystem Services* 2018(29) : 481-498.

[2] Barton D N, Kelemen E, Dick J, et al. (Dis) integrated valuation- Assessing the information gaps in ecosystem service appraisals for governance support [J]. *Ecosystem Services* 2018(29) : 529-541.

[3] 蔚芳, 王雨薇. 城市空间管控中生境质量的影响要素及评估方法 [J]. *建筑与文化* 2019(08) : 71-73.

[4] Brown G, Fagerholm N. Empirical PPGIS/PGIS mapping of ecosystem services: A review and evaluation [J]. *Ecosystem Service* 2015(13) : 119-133.

[5] Waage S, Armstrong K, Hwang L. New Business Decision-Making Aids in An Era of Complexity, Scrutiny, and Uncertainty: Tools for Identifying, Assessing, and Valuing Ecosystem Services, BSR, San Francisco, California [M]. Available 2011.

[6] Sherrouse B C, Clement J M, Semmens D J. A GIS application for assessing mapping and quantifying the social values of ecosystem services [J]. *Applied Geography* 2011(31) : 748-760.

[7] Langemeyer J, Gómez-Baggethun E, Haase D, et al. Bridging the gap between ecosystem service assessments and land-use planning through Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) [J]. *Environmental Science & Policy* 2016(62) : 45-56.

[8] Smith R I, Barton D N, Dick J, et al. Operationalising ecosystem service assessment in Bayesian Belief Networks: experiences within the OpenNESS project [J]. *Ecosystem Services* 2018(29) : 452-464.

[9] 叶祖达. 低碳城市规划建设: 成本效益分析 [J]. *城市规划*, 2010, 34(08) : 18-23+28.

[10] Millennium Ecosystem Assessment (MA). Millennium Ecosystem Assessment: Living Beyond our Means-Natural Assets and Human Well-Being [M]. World Resources Institute, Washington, DC 2005.

[11] Egoh B, Rouget M, Reyers B, et al. Integrating ecosystem services into conservation assessments: A review [J]. *Ecological Economics* 2007, 63(4) : 714-721.

[12] Tidball K G, Krasny M E. Urban environmental education from a conceptual framework for civic ecology education [J]. *Environment* 2010, 3(1) : 1-20.

[13] Gómez-Baggethun E, Barton D N. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning [J]. *Ecological Economics*, 2013(86) : 235-245.

[14] Bagstad K J, Semmens D J, Waage S, et al. A comparative assessment of decision-support tools for ecosystem services quantification and valuation [J]. *Ecosystem Services* 2013(5) : 27-39.

[15] UN. System of Environmental-Economic Accounting 2012-Experimental Ecosystem Accounting. UN, EC, FAO, IMF, OECD and World Bank [M]. United Nations, New York 2014.

[16] Ferrier S, Ninan K N, Leadley P, et al. Methodological assessment of scenarios and models of biodiversity and ecosystem services [J]. *Intergovernmental Platform for Biodiversity and Ecosystem*

- Services(IPBES) 2016.
- [17] Teixeira D G ,Ribeiro M C ,Pereira P A. Ecosystem Services Modeling as a Tool for Defining Priority Areas for Conservation [J].*PLoS One* 2016 ,11(5) : e0154573.
- [18] Paul B ,Benoit O ,Benedetto R ,et al. Uncertainty analysis in integrated environmental models for ecosystem service assessments: Frameworks ,challenges and gaps [J]. *Ecosystem Services* 2018(33) : 110-123.
- [19] Hufnagel L. Ecosystem Service Mapping: A Management-Oriented Approach to Support Environmental Planning Process [J]. *Ecosystem Services and Global Ecology* 2018.
- [20] Bai Y ,Wong C P ,Jiang B ,et al. Developing China's Ecological Redline Policy using ecosystem services assessments for land use planning [J]. *Nature Communications* 2018(9) : 3034.
- [21] Villa F ,Bagstad K J ,Voigt B ,et al. A methodology for adaptable and robust ecosystem services assessment [J]. *PLoS One* 2014 ,9(3) : e91001.
- [22] Moreira M ,Fonseca C ,Marta V ,et al. Spatial assessment of habitat conservation status in a Macaronesian island based on the InVEST model: a case study of Pico Island(Azores ,Portugal) [J]. *Land Use Policy* 2018(78) : 637-649.
- [23] Jax K ,Furman E ,Saarikoski H ,et al. Handling a messy world: Lessons learned when trying to make the ecosystem services concept operational [J]. *Ecosystem Services* 2018(29) : 415-427.
- [24] Cortinovis C ,Geneletti D. Ecosystem services in urban plans: What is there and what is still needed for better decisions [J]. *Land Use Policy* 2018(70) : 298-312.
- [25] Renner I. Integrating Ecosystem Services into Development Planning: A stepwise approach for practitioners [M]. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH , 2018: 10-11.
- [26] Grêt-Regamey A ,Altwegg J ,Siréna E A ,et al. Integrating ecosystem services into spatial planning—A spatial decision support tool [J]. *Landscape and Urban Planning* ,2017(165) : 206-219.
- [27] Zulian G ,Stange E ,Woods H ,et al. Practical application of spatial ecosystem service models to aid decision support [J]. *Ecosystem Services* 2018(29) : 465-480.
- [28] 欧阳志云 ,王如松 ,赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值评价 [J]. 应用生态学报 ,1999(05) : 635-640.
- [29] 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 [J]. 资源科学 2001 23(6) : 5-9.
- [30] 李文华 ,张彪 ,谢高地. 中国生态系统服务研究的回顾与展望 [J]. 自然资源学报 2009 24(1) : 1-10.
- [31] 毛齐正 ,黄甘霖 ,邬建国. 城市生态系统服务研究综述 [J]. 应用生态学报 2015 26(4) : 1023-1033.
- [32] 倪维秋. 生态系统服务评估方法研究进展 [J]. 农村经济与科技 2017 28(23) : 51-53.
- [33] 袁周 ,炎妍 ,万荣荣. 生态系统服务评估方法研究进展 [J]. 生态科学 2019 ,38(05) : 210-219.
- [34] 黄从红 ,杨军 ,张文娟. 生态系统服务功能评估模型研究进展 [J]. 生态学杂志 2013 ,32(12) : 3360-3367.
- [35] 于丹丹 ,吕楠 ,傅伯杰. 生物多样性与生态系统服务评估指标与方法 [J]. 生态学报 2017 ,37(2) : 349-357.
- [36] 傅伯杰 ,于丹丹. 生态系统服务权衡与集成方法 [J]. 资源科学 2016 ,38(1) : 1-9.
- [37] 刘玉龙 ,马俊杰 ,金学林 ,等. 生态系统服务功能价值评估方法综述 [J]. 中国人口·资源与环境 2005(01) : 91-95.
- [38] 谢高地 ,甄霖 ,鲁春霞 ,等. 一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法 [J]. 自然资源学报 ,2008(05) : 911-919.
- [39] 李丽 ,王心源 ,路磊 ,等. 生态系统服务价值评估方法综述 [J]. 生态学杂志 2018 ,37(04) : 1233-1245.
- [40] 江波 ,王晓媛 ,杨梦斐 ,等. 生态系统服务研究在生态红线政策保护成效评估中的应用 [J]. 生态学报 2019 ,39(9) : 3365-3371.
- [41] 刘智方 ,唐立娜 ,邱全毅 ,等. 基于土地利用变化的福建省生境质量时空变化研究 [J]. 生态学报 2017(13) : 4538-4548.
- [42] 欧维新 ,张伦嘉 ,陶宇 ,等. 基于土地利用变化的长三角生态系统健康时空动态研究 [J]. 中国人口·资源与环境 2018(05) : 84-92.
- [43] 张大智 ,孙小银 ,袁兴中 ,等. 南四湖流域 1980-2015 年土地利用变化及其对流域生境质量的影响 [J]. 湖泊科学 2018(02) : 349-357.
- [44] 赵运林 ,黄田 ,李黎武 ,等. 基于 GIS 空间分析的生态服务功能重要性评价——以长株潭城市群生态绿心地区为例 [J]. 城市发展研究 2010 ,17(11) : 125-128.
- [45] 李雪梅 ,邓小文. 滨海新区湿地生态系统服务价值变化研究 [J]. 城市发展研究 2011 ,18(03) : 48-52.
- [46] 吕红亮 ,周霞 ,党冰 ,等. 基于生态过程的城市生态基础设施空间实现——以南京江北新区为例 [J]. 城市发展研究 ,2020 27(06) : 19-26.
- [47] Jacobs S ,Martin-Lopez M ,Barton D ,et al. The means determine the end—pursuing plural valuation in practice [J]. *Ecosystem Services* 2018(29) : 515-528.
- [48] Dunford R ,Harrison P ,Smith A ,et al. Integrating methods for ecosystem service assessment: Experiences from real world situations [J]. *Ecosystem Services* 2018(29) : 499-514.
- 作者简介: 王雨薇(1995-) ,女,宁波市规划设计研究院助理工程师。研究方向为城市生态系统、城市公共空间等。
- 收稿日期: 2021-03-05

(下转第 59 页)

Exploring the Mechanism of Child Participation in Urban Planning: Take Regensburg and Shenzhen as Examples

LEI Yuechang , WEI Lihua , LIU Lei

【Abstract】The rights that cannot be realized in the form of space in modernist cities are not authentic. Child participation in space construction is a kind of "urban right" whether children can use and create urban space equally. However, children's ability to participate in space construction does not appear with age. It needs to be cultivated through social experience and interaction with others. This makes the team of adult planners need to learn to adapt to child's ability growth and explore effective ways to collaborate with children. Regensburg and Shenzhen have made pioneering exploration in the aspects of information provision, organizational support and ability improvement on child participation in space construction, which provides an adaptive framework for children to participate in urban planning and spatial development in a comprehensive, effective and sustainable manner. Not only does the framework help to use the tools of urban development and urban planning to protect child's spatial rights, but also achieves the goal of building a city suitable for child's growth.

【Keywords】 Child Participation; Urban Planning; Regensburg; Shenzhen

(上接第 27 页)

Methods of Ecosystem Services Evaluation in Spatial Planning

WANG Yuwei , WEI Fang , ZHOU Yinan , ZHAN Xiaowen

【Abstract】The research of ecosystem service evaluation method can provide a new idea for spatial planning in China, as well as make up for the deficiency of current technology and method, which is of great significance to the perfection of theoretical system, the optimization of spatial planning and the promotion of human well-being. The research is carried out from three aspects: theoretical review, method introduction and method construction. First of all, all kinds of basic data are summarized, research of methods of ecosystem services evaluation status at home and abroad are introduced. Secondly, the latest foreign research results are summarized, abstracted and combined with the current situation of China. Then classify and summarize the models and tools contained in the new method. Finally, the evaluation criteria for method selection are determined, the application scenarios of different methods are put forward, and the decision process of method selection is simulated in the form of decision tree.

【Keywords】 Ecosystem Service; Evaluation; Spatial Planning; Decision