

# 基于生态资产核算的城市生态福祉变动研究

——以北京地区为例

赵梦莎, 单永娟

(河北地质大学城市地质与工程学院, 河北 石家庄 050000)

**摘要:** 文章以北京地区为例, 运用生态资产综合指数、生态系统服务价值评估等方法来测算北京地区 2009~2019 年生态资产及其生态服务价值的变化, 进而探讨对城市生态福祉的影响程度。结果表明: 北京地区生态资产核算大体可分为城市森林、绿地和湿地的核算; 生态资产综合指数整体下降 14.73%, 其中湿地和绿地降低明显; 从生态系统类型来看, 主要以城市森林为主, 其次是绿地和湿地; 从生态服务类型来看, 以调节服务和支持服务为主, 而供给和文化服务占比较少; 生态系统服务价值逐年增加, 预示着城市居民的生态福祉保持着改善趋势。针对研究结果, 提出加强城市湿地的保护和管理, 提高文化服务价值能力, 建立城市生态系统管理部门等建议。

**关键词:** 生态资产; 北京; 生态福祉; 生态服务价值

**中图分类号:** X321;F205

**文献标志码:** A

**DOI:** 10.16803/j.cnki.issn.1004-6216.2021120030

## Change of urban ecological well-being based on ecological asset accounting

——A Case Study of Beijing

ZHAO Mengsha, SHAN Yongjuan

(College of Urban Geology and Engineering, Hebei GEO University, Shijiazhuang 050000, China)

**Abstract:** Taking Beijing as an example, this paper uses an ecological asset comprehensive index and ecosystem service valuation to measure the change of the ecological asset and the ecosystem service value in Beijing from 2009 to 2019, discusses the impact on urban ecological well-being. The results show that the accounting of ecological assets in Beijing can be roughly divided into the accounting of urban forest, green space and wetland. The overall index of ecological assets decreases by 14.73%, especially the wetland and green space decrease significantly. Regarding ecosystem types, the urban forest is the major ecosystem, followed by green space and wetland. For ecological services, regulation and support services are the main parts, while supply and cultural services are relatively small. The value of ecosystem services increases year by year, indicating that the ecological well-being of urban residents keeps improving. According to the research results, suggestions are proposed, such as strengthening the protection and management of the urban wetland, enhancing the ability of the cultural service value and establishing the urban ecosystem management department.

**Keywords:** ecological assets; Beijing; ecological well-being; ecosystem service value

**CLC number:** X321;F205

环境经济综合核算体系(SEEA-2012)及其补充文件——实验性生态系统核算(SEEA/EEA-2012, 简称 EEA)<sup>[1]</sup>, 对生态系统核算定义为“一整套针对生态系统及其为经济和人类活动提供服务流量来进行综合测算, 以此评估其环境影响的方法”, 生态系统核算从内容上分为生态系统服务核算和生态系统资产核算。其中, 生态系统资产(简称“生态资产”)反映产生生态系统服务的“能力”, 是生物、非

生物成分以及其他共同发挥功能的特征组合而成的空间区域<sup>[2]</sup>。在生态文明建设背景下, 人们对生态系统的需求与利用日益增长, 尤其处于人口密度很高的城市环境, 人们对置身其中的生态系统变化感受至深<sup>[3]</sup>。城市生态系统可以说是“城市区域内所有生物(包括人类)与环境构成的系统”, 与传统的森林或草地生态系统相比, 城市生态系统更易受人类影响, 呈现出结构复杂、空间异质性高、生物

收稿日期: 2021-12-10

基金项目: 河北省社科基金资助项目(HB19YJ050-2019)

作者简介: 赵梦莎(1996-), 女, 硕士研究生。研究方向: 自然资源管理。E-mail: 2816522628@qq.com

通信作者: 单永娟(1980-), 女, 博士、副教授。研究方向: 资源经济与环境管理。E-mail: 594462797@qq.com

引用格式: 赵梦莎, 单永娟. 基于生态资产核算的城市生态福祉变动研究——以北京地区为例[J]. 环境保护科学, 2022, 48(5): 32-37.

种类和群落种类多样、社会经济驱动强烈等特点<sup>[4]</sup>。在此,按照自然资源的评估和管理思路,将城市作为一个生态系统进行研究,进而把城市生态系统作为资产进行利用和保护时,必将进一步推进城市更新。这样的城市管理模式将会成为我国城市生态建设的主流方向,而关于城市生态系统的资产核算研究正逐渐兴起。

北京地区作为特大都市,人口素质与人口密度较高,对城市生态系统服务的要求也高,相应的也要求生态系统管理需达到较高的水平;与其他地区相比,北京地区的城市生态资产受城市化的影响更为显著。因此,本研究以北京地区为例,依据“先实物量,后价值量”的核算思路<sup>[5]</sup>,首先进行生态资产核算,编制生态资产综合指数变化表、实物量核算表和价值量表,然后依据其核算结果分析研究区目前的生态资产现状,进而客观评估随着经济社会快速发展带来的城市生态福祉变动以及未来的可持续发展潜力<sup>[6]</sup>,为其实施生态资产管理与研究提供借鉴,也为其他类似区域进行生态资产核算提供一定的参考作用。

## 1 研究基础

国际上对生态资产的认识大多源于“自然资本”。DAILY<sup>[7]</sup>将自然资本定义为能够在现在或将来提供有用产品和服务的自然资源以及环境资产的存量;COSTANZA et al<sup>[8]</sup>认为自然资本包括有形资本和无形资本,它能为人类提供直接或间接的财富,是全球经济总价值的一部分。国内对“生态资产”的定义,如高吉喜等<sup>[9]</sup>提出,生态资产指人类从自然环境中所获取的各种生态服务福利的价值体现,主要包括自然资源价值和生态服务功能价值两方面;胡聘<sup>[10]</sup>将生态资产定义为人类或生物与其环境(如生物或非生物环境)相互作用,能服务于生态系统经济目标的适应性、进化性生态实体,并能在未来产生系统产品或服务。因此,结合国内外学者对生态资产概念的理解,并考虑城市所属复杂生态系统,本文将生态资产定义为“人类、生物与环境之间相互作用所构成的各种有形或无形的价值,在一定条件下能够给人类带来经济效益、社会效益和生态效益,并能为现在和未来提供各种产品与生态服务的生态系统,具有一定的权益归属”。

为量化生态资产并提高人们对生态环境的认识,学者们开始关注生态资产的核算研究。CONSTANZA et al<sup>[8]</sup>和DAILY<sup>[11]</sup>较早开展全球生态资产价值评估,提出了生态系统核算的研究思路

与估算方法,由此,生态资产核算框架逐步成型。随后联合国陆续发布了综合环境经济核算体系框架,确定将环境资产纳入国民经济核算体系,进而基本形成了生态资产的核算框架<sup>[12]</sup>。谢高地<sup>[13]</sup>指出构建生态资产评价指标要存量、质量与价值并重,并得出生态资源资产化、生态资产资本化、生态资本可交易化是生态资产增值的主要途径;欧阳志云<sup>[14]</sup>提出通过建立生态产品价值核算制度来促进深圳地区人与自然环境的和谐发展。

在生态文明建设背景下,人们的关注重点逐步由经济发展福祉转为生态福祉。HERMAN<sup>[15-16]</sup>较早研究自然福利与可持续发展的关系;VERHOFSTADT et al<sup>[17]</sup>运用问卷调查的方法研究生态足迹与主观福祉间的关系。赵士洞等<sup>[18]</sup>结合“千年生态系统评估”对其涉及的相关概念和内涵进行了阐述,提出生态系统、服务功能和人类福利之间的关系是生态系统评估的核心;郑德凤等<sup>[19]</sup>利用生态系统贡献率构建了人均生态福祉及生态-经济效率模型和生态福祉社区划模型,提出生态福祉潜力指数,分析了中国31个省(市、自治区)生态福祉社区划的时空分布格局与生态福祉潜力。

综上所述,众多学者对生态资产展开了研究讨论。其中,对生态资产实物量核算研究较多,对价值量核算研究较少,并且大多集中在国家、省级宏观层面,针对特定城市生态系统的分析较少,对城市生态福祉变动的研究更是少见。因此,本文以北京地区为例,测算其生态资产及其生态服务价值的变化,进而探讨对城市生态福祉的影响程度,以期能助推城市生态保护政策的实施与完善,提升人类福祉水平,实现城市生态文明的高质量发展。

## 2 研究方法

### 2.1 生态资产变化测度

2.1.1 生态资产综合指数 生态资产综合指数是核算森林、绿地和湿地等生态资产实物量的综合指标,用来比较不同生态系统之间的效用度,其中生态资产实物量,首先表现为某类生态系统的分布面积,在此用生态资产面积表达,见式(1):

$$EQ = \frac{\sum_{i=1}^4 (EA_i \times i)}{EA \times 4} \times 100 \quad (1)$$

式中:EA<sub>*i*</sub>为第*i*重要程度等级生态资产面积;*i*为各生态资产重要程度等级,即1~4级;EA为生态资产总面积。

2.1.2 生态资产综合变动表 用来记录不同时期

生态资产综合指数变动情况,具体核算系统为城市森林、绿地和湿地。

2.1.3 生态资产实物存量表 用来记录特定时期生态资产实物量的存量及质量,在此用不同重要程度等级的城市森林、绿地和湿地等生态系统的面积来表达,选取年份为 2009 和 2019 年。

2.1.4 生态资产实物流量表 用以表达一段时期不同重要程度的生态资产实物量期初期末变化情

况,在此核算北京地区 2009 ~ 2019 年的变化情况。

## 2.2 生态资产重要程度等级核算方法

采用层次分析法(AHP)和熵权法来计算各生态资产指标的权重,并根据权重大小确定生态资产的重要程度等级。为使核算结果更加准确客观,本研究拟将 2 种方法得到的权重进行算术平均作为评价的综合指标权重,由此得到各生态资产指标权重及重要程度等级,见表 1。

表 1 生态资产重要性程度权重分布

生态资产类型	指标/万hm <sup>2</sup>	AHP权重	熵权法权重	权重	重要程度等级
城市森林	森林面积	0.28	0.19	0.235	非常重要(1级)
	人工林面积	0.08	0.09	0.085	一般重要(3级)
	造林总面积	0.05	0.06	0.055	不重要(4级)
	林业用地面积	0.22	0.16	0.190	重要(2级)
城市绿地	绿地面积	0.04	0.06	0.050	非常重要(1级)
	公园绿地面积	0.01	0.04	0.025	不重要(4级)
	果园面积	0.02	0.05	0.035	一般重要(3级)
	园林绿地面积	0.03	0.05	0.040	重要(2级)
城市湿地	自然湿地	0.07	0.08	0.075	重要(2级)
	河流	0.14	0.11	0.125	非常重要(1级)
	沼泽	0.05	0.07	0.060	一般重要(3级)
	人工湿地	0.02	0.06	0.040	不重要(4级)

## 2.3 生态系统服务价值测度

千年生态系统评估(MA)<sup>[20]</sup>是首次针对生态系统与人类福祉的研究。生态福祉作为最大的民生福祉,对提高整体人类福祉水平起至关重要的作

用。为量化生态福祉,借鉴谢高地等<sup>[21]</sup>所提出的生态系统服务价值估算模型来衡量城市生态福祉的变动状况,并采用 MA 将生态系统服务划分为 4 个 1 级 9 个 2 级,见表 2。

表 2 单位面积生态系统服务价值当量因子表

生态系统	供给服务		调节服务				支持服务		文化服务
	食物生产	原材料生产	气体调节	气候调节	废物处理	水文调节	土壤保持	维持生物多样性	美学景观
城市森林	0.33	2.98	4.32	4.07	1.72	4.09	4.02	4.51	2.08
城市绿地	0.43	0.36	1.50	1.56	1.32	1.52	2.24	1.87	0.87
城市湿地	0.36	0.24	2.41	13.55	14.40	13.44	1.99	3.69	4.69

注:根据北京地区生态资产状况,参考文献[21]的当量因子分类,“城市绿地”选取草地值。

考虑到北京地区高质量的生态环境保护措施,各类生态系统管理上的严格性、系统边界的清晰性和规模分布的集中性,北京城市作为整体性生态系统,其各类生态服务功能等同甚至超过了乡村生态系统。在此借鉴徐丽芬等<sup>[22]</sup>提出的以农田为基准的地区修订方法进行改进。2019 年北京地区与全国单位面积粮食产量分别为 6.18 和 4 t/hm<sup>2</sup>,可得当量因子修订系数为 1.55。一个标准当量因子价值相当于 1 hm<sup>2</sup> 农田年平均自然粮食产量经济价值占全国粮食平均价值的 1/7<sup>[21]</sup>,为便于对研究结果进行纵向对比,本文统一采用北京地区 2019 年的单位面积价值量。依据 2020 年《中国农村统计年鉴》

的农作物播种面积和经济价值,计算可得研究区 2019 年单位面积生态系统服务价值当量因子的价值量为 1 616.48 元/hm<sup>2</sup>,将其与修订的当量表相乘即可得到生态系统服务价值系数,将价值系数乘以各类生态资产面积即可得到研究区生态系统服务价值量。

## 3 数据来源与获取

本文数据主要来自国家统计局、《中国农村统计年鉴》、《北京统计年鉴》和文献资料。研究指标不需要标准化,尊重数据的原始单位。借鉴谢高地<sup>[13]</sup>在《生态资产评价:存量、质量与价值》中对城市生

态系统的分类,将城市生态系统分为1级3类2级12类,具体划分标准见表1。

## 4 结果分析

### 4.1 北京城市生态资产变动核算结果

#### 4.1.1 生态资产实物存量分析

表3 2019年北京地区生态资产实物存量

生态资产	合计/万hm <sup>2</sup>	重要程度等级							
		1级		2级		3级		4级	
		面积/万hm <sup>2</sup>	比例/%	面积/万hm <sup>2</sup>	比例/%	面积/万hm <sup>2</sup>	比例/%	面积/万hm <sup>2</sup>	比例/%
城市森林	225.81	71.82	31.81	107.10	47.43	43.48	19.25	3.41	1.51
城市绿地	25.64	8.87	34.59	8.87	34.60	4.38	17.08	3.52	13.73
城市湿地	7.21	2.27	31.48	2.42	33.56	0.13	1.81	2.39	33.15
总计	258.66	82.96	32.07	118.39	45.77	47.99	18.55	9.32	3.61

从生态系统重要程度等级来看,森林生态系统以1级和2级为主,分别占森林总面积的31.81%和47.43%;绿地生态系统以1级和2级为主,分别占绿地总面积的34.59%和34.6%;湿地生态系统以2级和4级为主,分别占湿地总面积的33.56%和33.15%。总的来看,生态系统主要以1级和2级为主,共占总生态资产的77.84%。

4.1.2 生态资产实物流量分析 依据北京地区2009~2019年土地利用类型变化(表4),可得北京地区生态资产实物流量表,见表5。

2009~2019年,北京地区生态资产总量增加34.73万hm<sup>2</sup>,且总体生态资产质量有所提高。

整体资产总量为258.66万hm<sup>2</sup>。生态系统类型主要包括城市森林、城市绿地和城市湿地,见表3。

从生态系统分布面积来看,城市森林面积最大,为225.81万hm<sup>2</sup>,占生态系统总资产的87.3%,其次是城市绿地和城市湿地,分别为25.64万hm<sup>2</sup>和7.21万hm<sup>2</sup>。

表4 北京地区土地利用类型面积变化 万hm<sup>2</sup>

土地利用类型	2009 a	2019 a
森林面积	58.81	71.82
人工林面积	37.15	43.48
造林总面积	1.76	3.41
林业用地面积	101.35	107.10
绿地面积	6.17	8.87
公园绿地面积	1.81	3.52
果园面积	6.67	4.38
园林绿地面积	6.27	8.87
自然湿地面积	0.50	2.42
河流面积	0.50	2.27
沼泽面积	0.00	0.13
人工湿地面积	2.94	2.39

表5 北京地区生态资产实物流量表

生态资产	合计			重要程度等级											
	合计		增长率/%	1级		增长率/%	2级		增长率/%	3级		增长率/%	4级		增长率/%
	2009 a	2019 a		2009 a	2019 a		2009 a	2019 a		2009 a	2019 a		2009 a	2019 a	
城市森林	199.07	225.81	13.43	58.81	71.82	22.12	101.35	107.10	5.67	37.15	43.48	17.04	1.76	3.41	93.75
城市绿地	20.92	25.64	22.56	6.17	8.87	43.76	6.27	8.87	41.47	6.67	4.38	-34.33	1.81	3.52	94.48
城市湿地	3.94	7.21	82.99	0.50	2.27	354.00	0.50	2.42	384.00	0	0.13	0	2.94	2.39	-18.70

从生态资产面积变化来看,自2009年以来,北京地区生态资产面积逐年增加,其中城市湿地面积增长最快,增长了82.99%,其次是城市绿地和城市森林,增长率为22.56%和13.43%,相较于城市湿地来说增长速度较慢。

从生态资产质量变化来看,各类生态资产等级变化总体呈不稳定波动状态。湿地1级、2级增加,4级下降。城市绿地和城市森林质量等级均上

升,但4级增幅较大,约增长了90%左右,总体呈增量提质状态。

4.1.3 北京城市生态资产综合指数及变化 生态综合指数从宏观层面展现了北京地区在2009~2019年时期的生态保护成效,见表6。

表6可知,2019年北京地区生态资产综合指数为159.26。其中,城市湿地的生态综合指数最高,为59.15,其次是城市绿地和城市森林,分别为

52.49 和 47.62。

2009~2019 年,北京地区生态资产综合指数下降了 27.51,减幅为 14.73%。其中,城市森林、城市绿地和城市湿地的生态资产指数分别降低了 0.21%、4.42% 和 29.69%,主要受人工湿地、果园面积减少和生态资产等级变化等的综合影响,同时也表明湿地生态系统的保护修复是未来地区生态管理的重点。

表 6 北京地区生态资产综合指数及变化表

生态资产	变化指数					
	2009 a 比例/%		2019 a 比例/%		变化量	变化率/%
城市森林	47.72	25.55	47.62	29.9	-0.1	-0.21
城市绿地	54.92	29.41	52.49	32.96	-2.43	-4.42
城市湿地	84.13	45.04	59.15	37.14	-24.98	-29.69
综合指数	186.77	100	159.26	100	-27.51	-14.73

#### 4.2 北京城市生态福祉测度结果

北京地区生态资产服务价值与生态福祉的变动状况,见表 7。

表 7 生态系统服务功能的价值量 亿元

生态系统	生态服务	2009 a	2019 a
城市森林	供给服务	165.10	187.27
	调节服务	708.27	803.40
	支持服务	425.46	482.61
	文化服务	103.75	117.68
	合计	1 402.58	1 590.96
城市绿地	供给服务	4.14	5.08
	调节服务	30.93	37.90
	支持服务	21.54	26.40
	文化服务	4.56	5.59
	合计	61.17	74.97
城市湿地	供给服务	0.59	1.08
	调节服务	43.24	79.12
	支持服务	5.61	10.26
	文化服务	4.63	8.47
	合计	54.07	98.93

从不同生态系统类型来看,2009~2019 年,城市森林、城市绿地和城市湿地的生态服务价值处于增加趋势,其价值量总值从 2009 年的 1 517.82 亿元增加到 2019 年的 1 764.86 亿元,增长了 16.28%。其中,2019 年城市森林创造的价值量最大,占比 90%,其次是城市绿地和城市湿地,共占 10%,说明城市森林对城市居民生态福利起着重要贡献,得益于退耕还林政策的落实及其较大的覆盖率。

从生态服务功能来看,各服务功能呈逐年增长

态势,其中,2019 年以调节服务和支持服务为主,共占总生态服务价值的 82%,生态福祉总体提升得益于地区植被覆盖率升高带来了较高的生态调节服务,一定程度上保障着居民在生命维持、环境安全方面的生态福利。相比之下,文化服务和供给服务价值较低,仅占 18%,还存在较大的提升空间,但其提供的生态服务处于增长态势,为周边居民在食物供给、生态旅游和教育价值等方面提供着福利。

总体来看,城市生态系统能够为居民提供大量的服务价值,刷新了人们对城市生态服务“无价值”的普遍认识,即城市生态系统服务价值的提升就预示着居民生态福祉的改善。

## 5 研究结论、讨论与建议

### 5.1 结论

文章以北京地区为例,通过编制生态资产实物存量表、流量表、综合变化表和价值量表等来研究北京地区 2009~2019 年生态资产的变化状况和生态服务效益,其研究结果一定程度上可用于测度研究区域的生态管理成效和城市生态福祉状况。研究表明:1)近 11 年来,北京地区总体的生态资产面积与重要程度等级都有所提升;2)研究期间,北京地区生态资产综合指数降低了 14.73%,其中城市湿地和城市绿地降低明显;3)从生态系统类型来看,主要以城市森林生态系统为主,其次是城市绿地和城市湿地;从生态服务类型来看,以调节服务和支持服务为主,而供给和文化服务占比较少;4)研究区生态系统所提供的服务价值逐年增加,预示着城市居民的生态福祉保持着改善态势。

尽管生态资产综合指数呈现下降,但生态系统服务价值在增加。可以解释为:1)生态资产综合指数降低主要由于不同重要程度所对应的具体系统分布面积减少所致,表明纯自然系统不断减少而人工系统面积在增加;2)由于人工系统增加带来了整体系统规模的扩大,进而影响基于面积计算的生态服务测算价值的提高。除此之外,可能与本研究选用的测算方法有很大关系。但两者并不矛盾,所反映出来的问题正好是,天然生态系统不断减少的压力与人工保护面积的扩张,如何组织天然面积减少并提升人工保护面积的生态服务功能才是当下保护的重点。

### 5.2 讨论

通过展示本研究的核算过程及研究结果,可以说城市生态资产核算可以定量评估和测算该地区的生态资产状况,反映城市生态福祉的变化状况。

通过对生态资产进行实物量核算,揭示了研究区生态资产存量和流量的变化状况及趋势,从而为北京地区实施生态资产管理与保护提供一定的参考作用<sup>[23]</sup>;进一步的价值量核算,定量评估了生态系统为人类社会可能带来的生态福祉变动状况,其有助于量化“绿水青山”转化为“金山银山”<sup>[24]</sup>的效果,还可为生态效益纳入经济效益、社会效益提供重要支撑<sup>[25]</sup>。同时,通过展示各级主政官员在任期内的生态帐,可作为考核领导干部离任审计制度的参考数据,为离任审计工作提供考核指标<sup>[26]</sup>,也为其他地区进行资产核算给予参考和借鉴作用<sup>[27]</sup>。

本研究存在的不足之处,在于统计数据收集有限,在核算生态资产变化时,只针对其面积和质量等状况进行了相关分析,并未对导致其变化的原因进行深入探讨;采用谢高地提出的当量因子法进行生态资产价值量核算时,没有对建设用地提供的生态服务价值进行分析,致使研究结果有一定局限,但总体能反映研究区域生态资产的变化状况,具有一定的借鉴意义。

### 5.3 政策建议

研究表明,近年来北京地区推出的生态环境保护和修复政策,一定程度上提升了生态系统服务价值,改善了城市居民的生态福祉。但由于人类扰动影响的积累,尚存在较大的保护与管理空间,基于此提出以下政策建议。

(1)加强对湿地生态系统的保护和管理。水资源紧张是北京地区面临的主要问题之一,同时也是生态资产指数下降的主要因素。建议进一步加强以政府为主导、社会参与为辅的多元化湿地保护机制,不仅要关注其数量的增长,还要注重质量的提升,以此来促进湿地保护事业的可持续发展。

(2)注重提高文化服务价值。近年来生态旅游的火爆体现出人们走向自然的需求,受疫情影响,上升的生态需求被迫压抑。建议借机疫情限流,改进措施以修复和提升生态服务功能,为今后带来更多的文化服务价值。此外,开发分类系统文化服务形式,让生态文化教育深入人心,以形成人们真正保护自然的生态意识和行动力。

(3)建议设立专门的城市生态系统管理部门,加强对城市生态资产的经营服务。通过关注城市居民生态服务需求,因地制宜地开展生态系统管理,切实提升居民的生态福祉。

### 参考文献

[1] 联合国, 欧盟. 2012 环境经济核算体系中心框架[M]. 北京: 国

家统计局国民经济核算司内部出版, 2014.

- [2] 高敏雪, 刘茜, 黎煜坤. 在 SNA-SEEA-SEEA/EEA 链条上认识生态系统核算——《实验性生态系统核算》文本解析与延伸讨论[J]. 统计研究, 2018, 35(7): 3-15.
- [3] 史茜. 基于生态文明视角的城镇化可持续性发展研究——以无锡为例[J]. 林业经济, 2015, 37(7): 112-116.
- [4] 王效科, 苏跃波, 任玉芬, 等. 城市生态系统: 人与自然复合[J]. 生态学报, 2020, 40(15): 5093-5102.
- [5] 张丽云, 郭克疾, 李炳章, 等. 唐古拉山以北地区生态资产核算[J]. 生态学报, 2020, 40(10): 3229-3235.
- [6] 王玉涛, 俞华军, 王成栋, 等. 生态资产核算与生态补偿机制研究[J]. 中国环境管理, 2019, 11(3): 31-35.
- [7] DAILY H E. Beyond growth the economics of sustainable development[M]. Boston: Beacon Press, 1996.
- [8] COSTANZA R, D'ARCE R, DE GROOT R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. *Nature*, 1997, 387(6630): 253-260.
- [9] 高吉喜, 范小杉. 生态资产概念、特点与研究趋向[J]. 环境科学研究, 2007, 20(5): 137-143.
- [10] 胡聃. 从生产资产到生态资产: 资产—资本完备性[J]. *地球科学进展*, 2004(2): 289-295.
- [11] DAILY G C. Nature's Services: Societal dependence on natural ecosystems[J]. Washington DC: Island Press, 1997: 220-221.
- [12] 刘高慧, 胡理乐, 高晓奇, 等. 自然资本的内涵及其核算研究[J]. 生态经济, 2018, 34(4): 153-157.
- [13] 谢高地. 生态资产评价: 存量、质量与价值[J]. 环境保护, 2017, 45(11): 18-22.
- [14] 欧阳志云. 建立生态产品价值核算制度 促进深圳人与自然和谐发展[N]. 中国环境报, 2020-12-17(3).
- [15] HERMAN E D. Economics in a full world[J]. *Scientific American*, 2005, 293(3): 100-107.
- [16] HERMAN E D. The World dynamics of economic growth: The economics of the steady state[J]. *American Economic Review*, 1974, 64(2): 15-21.
- [17] VERHOFSTADT E, OOTEGEM L V, DEFLOOR B, et al. Linking individuals' ecological footprint to their subjective well-being[J]. *Ecological Economics*, 2016, 127: 80-89.
- [18] 赵士洞, 张永民. 生态系统评估的概念、内涵及挑战——介绍《生态系统与人类福利: 评估框架》[J]. *地球科学进展*, 2004(4): 650-657.
- [19] 郑德凤, 王燕燕, 刘晓星, 等. 基于生态系统服务的中国生态福祉区划时空格局与潜力分析[J]. 生态与农村环境学报, 2020, 36(5): 645-653.
- [20] Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis[M]. Washington DC: Island Press 2005.
- [21] 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(5): 911-919.
- [22] 徐丽芬, 许学工, 罗涛, 等. 基于土地利用的生态系统服务价值当量修订方法——以渤海湾沿岸为例[J]. 地理研究, 2012, 31(10): 1775-1784.
- [23] 王敏, 谭娟, 王卿, 等. 基于相对量的生态资产实物量核算——以崇明岛为例[J]. 环境生态学, 2019, 1(8): 72-77.
- [24] 邹欣怡, 赵伟, 蒲海霞. 三峡库区重庆段土地利用转型及生态服务功能价值时空分异特征[J]. 水土保持研究, 2021, 28(2): 267-275.
- [25] 张籍, 郭涿, 宋昌素, 等. 青藏高原地区生态资产核算研究——以西藏自治区山南市为例[J]. 生态学报, 2021, 41(22): 9095-9102.
- [26] 孙玥瑶, 徐灿宇. 生态系统服务: 自然资源资产核算从实物量到价值量的桥梁[J]. *财务与会计*, 2016(12): 74-76.
- [27] 吕晓洁, 潘韬, 张玉虎, 等. 西藏自治区草地生态系统服务功能损益核算研究[J]. *首都师范大学学报(自然科学版)*, 2019, 40(5): 57-63.