

DOI: 10.5846/stxb202112163575

杜傲, 沈钰仟, 肖焱, 欧阳志云. 国家公园生态产品价值核算. 生态学报, 2023, 43(1): 208-218.

Du A, Shen Y Q, Xiao Y, Ouyang Z Y. Research on accounting of ecological products value in National Parks. Acta Ecologica Sinica, 2023, 43(1): 208-218.

## 国家公园生态产品价值核算

杜 傲<sup>1</sup>, 沈钰仟<sup>1,2</sup>, 肖 焱<sup>1,\*</sup>, 欧阳志云<sup>1</sup>

1 中国科学院生态环境研究中心, 城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085

2 中国科学院大学, 北京 100049

**摘要:**生态产品是维系生态安全、保障生态调节功能、提供良好人居环境的自然要素, 国家公园作为我国代表性生态系统、自然景观和遗产、野生动植物物种分布的重要区域, 是生态产品的重要供给区域, 在提供高质量调节服务和文化服务中发挥着重要作用。生态产品总值(GEP)是生态产品价值的总和, 并能够客观反映生态系统状况和生态保护成效。以我国首批 5 处国家公园为研究对象, 通过核算其 2000 年和 2015 年 GEP, 得出如下结论: (1) 2015 年国家公园总 GEP 为 10813.6 亿元, 主导服务功能是水源涵养和气候调节, 占总值的 70.0%, 单位面积 GEP 为 652.0 万元/km<sup>2</sup>, 是全国均值的 1.4 倍。 (2) 三江源国家公园 GEP 最高(4547.7 亿元), 其次是大熊猫、海南热带雨林国家公园等; 海南热带雨林国家公园单位面积 GEP 最高(5140.5 万元/km<sup>2</sup>), 其次是武夷山、大熊猫国家公园等。 (3) 2000—2015 年, 国家公园 GEP 增长 1.0%, 单位面积 GEP 基本稳定, 三江源和海南热带雨林国家公园增幅较大(3.1%和 1.0%), 而大熊猫国家公园有所下降(-2.0%), 主要与地质灾害导致的森林、灌丛等生态系统面积减少有关。通过核算国家公园 GEP, 评估国家公园的生态保护成效, 探究核算结果在其建设中的应用, 推动国家公园的绿色发展及“两山”转化。

**关键词:**国家公园; 生态系统; 生态产品价值; 生态产品总值(GEP)

## Research on accounting of ecological products value in National Parks

DU Ao<sup>1</sup>, SHEN Yuqian<sup>1,2</sup>, XIAO Yi<sup>1,\*</sup>, OUYANG Zhiyun<sup>1</sup>

1 State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

**Abstract:** Ecological products are nature elements that maintain ecological security, guarantee ecosystem service functions, and provide well living environments. National parks are the crucial areas for representative ecosystems, natural landscapes and heritages, and wildlife species, and also the main areas for ecological products supply in China which play an important role in providing high-quality ecological products. Gross Ecosystem Product (GEP) is the sum of the ecological products value and can reflect ecosystem status and protection effectiveness objectively. We took the first batch of national parks as the research objects and calculated the value of their ecological products. The conclusions were as follows. (1) The total GEP of the national parks was 1081.36 billion yuan, and the main ecosystem service functions were water retention (420.09 billion yuan) and climate regulation (336.69 billion yuan), both accounted for 70.0%; the GEP per unit area of the national park was 6.5 million yuan/km<sup>2</sup> which was 1.4 times higher than the national average (4.8 million yuan/km<sup>2</sup>). (2) Three-River-Source National Park had the highest GEP (454.77 billion yuan), and followed by Giant Panda and Hainan Tropical Rainforest National Park (278.14 billion yuan and 226.34 billion yuan); Hainan Tropical Rainforest National Park

基金项目: 国家公园研究院研究专项课项目(KFJ-STZ-ZDTP-2021-003)

收稿日期: 2021-12-16; 网络出版日期: 2022-11-02

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xiaoyi@rcees.ac.cn

had the highest GEP per unit area (51.41 million yuan/km<sup>2</sup>), and followed by Wuyishan and Giant Panda National Park (48.16 million yuan/km<sup>2</sup> and 12.23 million yuan/km<sup>2</sup>). (3) From 2000 to 2015, the total GEP of national parks increased 1.0%, and the GEP per unit area was basically stable. The GEP of Three-River-Source and Hainan Tropical Rainforest National Park increased significantly (3.1% and 1.0%), while Giant Panda National Park decreased 2.0% which mainly related to the reduction of the area of forests, shrubs and other ecosystems caused by geological disasters. By accounting of GEP, this paper aimed to assess the protection effectiveness of national parks, explore the results application in their construction, and promote green development and “two mountains” transformations in the national parks. This paper still had some difficulties and deficiencies. Firstly, due to the difficulty of obtaining data, this paper did not calculate the value of material products and cultural services of national parks; secondly, due to the large geographical span of national parks, it was difficult to obtain localized parameters that were mainly from references, and their accuracy need to be improved. This paper could reflect the state and changes of the ecological environment in a certain period of time within the national park, and provided a scientific basis for the ecological protection and management of national parks.

**Key Words:** national park; ecosystem; ecological product value; Gross Ecosystem Product

建立以国家公园为主体的自然保护地体系,是党的十九大提出的重大改革任务,也是生态文明思想的重大举措,以解决传统保护地体系的矛盾,推进美丽中国建设<sup>[1]</sup>。国家公园是由国家批准设立并主导管理,边界清晰,以保护具有国家代表性的大面积自然生态系统为主要目的,实现自然资源科学保护和合理利用的特定陆地或海洋区域<sup>[2]</sup>。2021年《生物多样性公约》第十五次缔约方大会上,公布了我国第一批5处国家公园。国家公园作为我国自然生态系统中最重要、自然景观最独特、自然遗产最精华、生物多样性最富集的区域,是国家和区域重要的生态安全屏障,能够提供丰富的调节服务和文化服务,在高质量生态产品的供给中发挥着重要作用。

生态产品是在不损害生态系统稳定性和完整性前提下,生态系统为人类提供的物质产品和服务产品,以及源于生态系统结构和过程的文化服务<sup>[3]</sup>。建立生态产品价值评价机制,探索制定生态产品价值核算规范,是建立健全生态产品价值实现机制的重要任务之一。生态产品总值(GEP)是生态系统为人类福祉和经济社会可持续发展提供的各种最终物质产品与服务价值的总和,主要包括生态系统提供的物质产品、调节服务和文化服务价值<sup>[3]</sup>。GEP的概念及核算框架于2013年首次提出<sup>[4]</sup>,全国先后在30多个省、市、县开展GEP核算示范试点工作,并陆续出台了国家和地方核算指南、标准<sup>[5-7]</sup>;近几年,专家学者对核算框架和方法也进行了深入探究<sup>[8-10]</sup>。目前,GEP的应用主要在生态系统保护成效<sup>[11-13]</sup>、城市与经济社会发展<sup>[14-17]</sup>、政策制定<sup>[18-19]</sup>等方面。国内关于GEP的相关研究以生态系统调节服务为基础,包括不同生态系统类型<sup>[20-22]</sup>、不同尺度区域<sup>[23-24]</sup>、不同功能区<sup>[25-26]</sup>。国家公园作为我国自然保护的新事物,发展时间不长,关于生态产品价值和生态系统服务的研究较少,主要有海南热带雨林国家公园<sup>[27]</sup>、三江源国家公园<sup>[28]</sup>、钱江源国家公园<sup>[29]</sup>、祁连山国家公园<sup>[30]</sup>、大熊猫国家公园<sup>[31]</sup>等,而相关研究多集中在原有保护地<sup>[32-34]</sup>。

本文以我国首批5处国家公园为研究对象,选择目前GEP核算相对完善的模型和参数,核算国家公园GEP,分析国家公园GEP、生态产品价值及单位面积生态产品价值特征,并对比15年间(2000—2015年)三者的变化,评估国家公园的生态保护成效,探究核算结果在生态产品价值实现中的应用。

## 1 研究区概况

建立国家公园是我国生态文明建设的重要内容,也是全面深化改革的优先领域。2021年,《生物多样性公约》第十五次缔约方大会领导人峰会上,习近平总书记宣布了我国第一批正式设立的国家公园,包括“东北虎豹”“大熊猫”“三江源”“海南热带雨林”“武夷山”,它们是区域乃至全国典型生态系统、重点保护野生动植物物种、自然遗迹与自然景观的代表性区域,也是我国生态安全战略格局的重要区域,各公园保护对象详见图1。

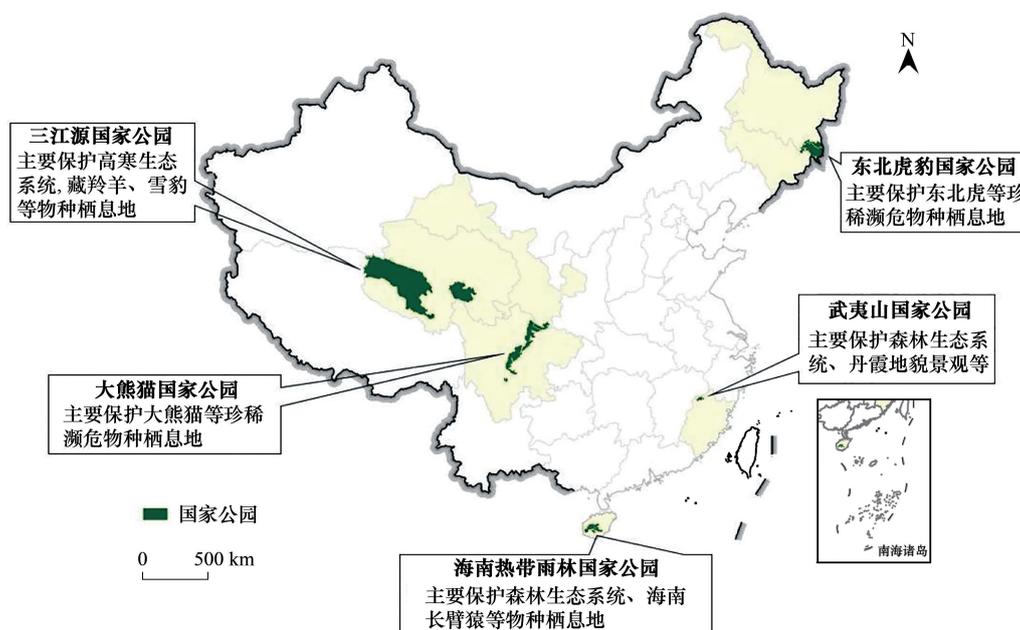


图1 国家公园空间布局

Fig.1 Spatial Planning for China's National Parks

## 2 研究方法

### 2.1 生态产品价值

国家公园是我国提供生态产品调节服务和文化服务的重要区域,本文的 GEP 核算主要以水源涵养、土壤保持、防风固沙、洪水调蓄、空气净化、水质净化、固碳释氧、气候调节等调节服务价值为主,重点探究国家公园的生态保护成效,核算方法主要参考《生态系统生产总值(GEP)核算理论与方法》<sup>[3]</sup>,详见表 1。

### 2.2 数据来源

本文采用的生态系统面积和生态产品实物量(水源涵养量、土壤保持量、固沙量、固碳量)数据来自全国生态环境十年变化(2000—2010)遥感调查评估项目,和全国生态环境五年变化(2010—2015)遥感调查与评估项目;生态系统分类<sup>[35]</sup>、实物量其他相关参数及价值量核算的价格参数,主要依照相关资料文献<sup>[36—57]</sup>和价格指数调整获取。

## 3 结果与分析

### 3.1 国家公园生态系统格局及其变化

国家公园以草地和森林生态系统为主,其次是荒漠、湿地、灌丛等生态系统。草地生态系统面积最大(8.4 万 km<sup>2</sup>),占总面积的 48.8%,主要由于我国面积最大(占总面积 70%以上)的国家公园——三江源国家公园中草地生态系统分布最广(超过总面积的 65%);森林生态系统占总面积的 20.0%,东北虎豹、海南热带雨林、武夷山国家公园的森林面积占各园区面积的 87%以上,大熊猫国家公园森林面积占比近 60%。

2000—2015 年国家公园湿地生态系统面积增幅最大(4.7%),主要来自三江源国家公园湿地面积的快速增加(4.7%);森林、灌丛、草地等自然生态系统基本稳定;由于“生态保护与修复”、“新型城镇化建设”等政策、措施的出台,国家公园荒漠/裸土面积下降(-1.3%),城镇面积增长(8.2%)。大熊猫国家公园森林面积有小幅下降,草地和荒漠面积有所增长(图 2)。

表 1 生态产品价值核算方法

Table 1 Accounting methods for ecological product value

生态产品 Ecological products	实物量指标 Physical quantities indexes	实物量核算方法 Physical quantities accounting methods	价值量指标 Monetary value indexes	价值量核算方法 Monetary value accounting methods
水源涵养 Water retention	水源涵养量	水量平衡法	水源涵养价值	替代成本法(水库建设成本)
土壤保持 Soil retention	土壤保持量	修正通用土壤流失方程	减少泥沙淤积价值 减少面源污染价值	替代成本法(清淤成本) 替代成本法(环境工程降解成本)
防风固沙 Sand-fixing	固沙量	修正风力侵蚀模型	固沙价值	替代成本法(沙地恢复成本)
洪水调蓄 Flood mitigation	湖泊:可调蓄水量 林灌草:可调蓄水量 沼泽:滞水量	湖泊调蓄模型 水量平衡法 沼泽调蓄模型	调蓄洪水价值	替代成本法(水库建设成本)
空气净化 Air quality maintenance	大气污染物净化量	污染物净化模型	净化大气污染物价值	替代成本法(污染物治理成本)
水质净化 Water purification	水体污染物净化量	污染物净化模型	净化水体污染物价值	替代成本法(污染物治理成本)
固碳释氧 Carbon sequestration-oxygen release	固定二氧化碳量 氧气提供量	固碳机理模型 释氧机理模型	固定二氧化碳价值 氧气生产价值	替代成本法(造林、制氧成本)
气候调节 Climate regulation	植被蒸腾消耗能量 水面蒸发消耗能量	蒸散模型	植被蒸腾调节温度价值 水面蒸发调节温度价值	替代成本法(空调/加湿器降温增湿成本)

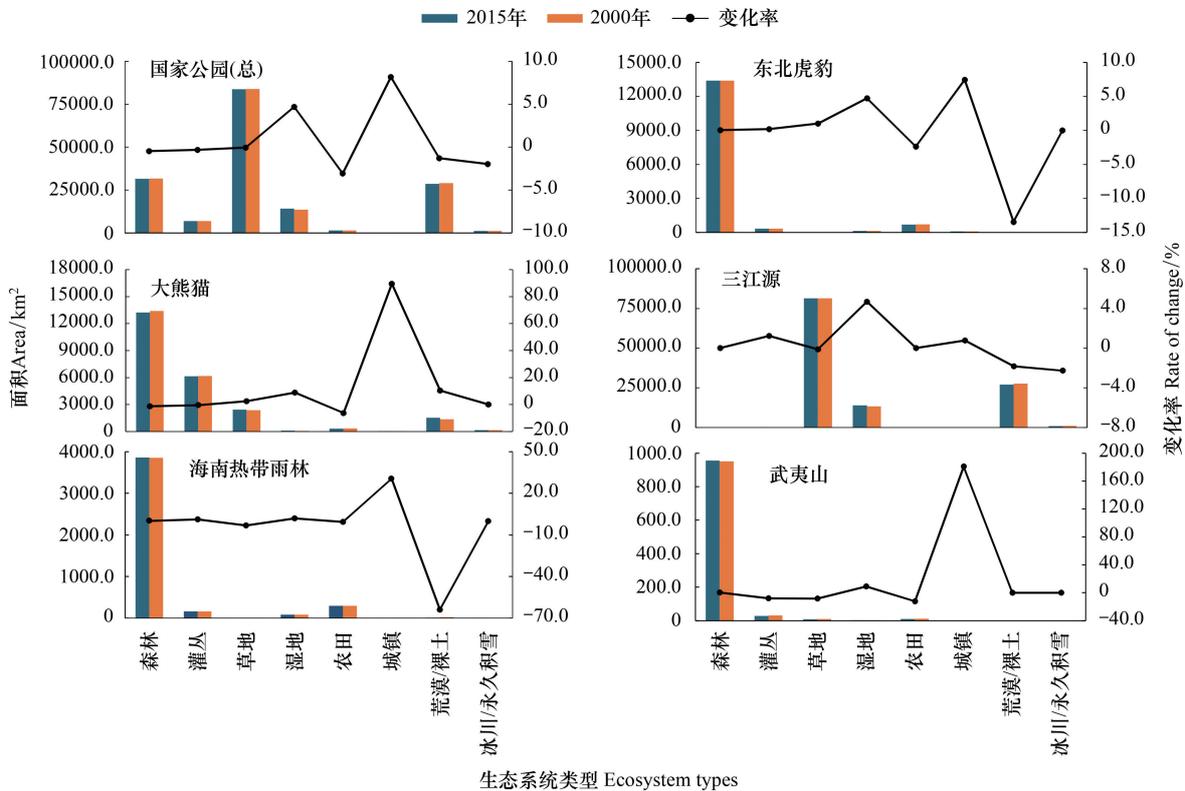


图 2 2000—2015 年国家公园各类生态系统面积及变化率

Fig.2 The area and rate of change of various ecosystems in national parks(2000—2015)

根据转移矩阵,15年间国家公园范围内生态系统变化主要体现在荒漠/裸土变为湿地,占总变化面积比例的37.4%;草地变为湿地,占9.1%。东北虎豹国家公园有21.7%的湿地变成了森林,农田主要变成湿地和森林;大熊猫国家公园森林面积的减少,主要变成了裸土(岩)和灌丛,分别占24.4%和20.0%;三江源国家公园湿地面积的增长,主要来自荒漠和草地,分别占56.0%和13.6%;海南热带雨林国家公园森林生态系统增长主要来自裸土和农田;武夷山国家公园森林生态系统主要来自灌丛、农田和草地(表2、图3)。

表2 国家公园主要生态系统类型转移矩阵

Table 2 Transfer matrix of main ecosystem types of national parks				
名称 Name	2000年生态系统类型 Ecosystem in 2000	2015年生态系统类型 Ecosystem in 2015	变化面积 Area changes/km <sup>2</sup>	占总变化面积比例 Accounting for total changes/%
国家公园(总) National parks (Total)	荒漠/裸土	湿地	658.4	37.4
	草地	湿地	160.4	9.1
东北虎豹国家公园 Northeast Tiger Leopard National Park	湿地	荒漠/裸土	155.6	8.9
	湿地	森林	19.8	21.7
	农田	湿地	15.7	17.1
大熊猫国家公园 Giant Panda National Park	农田	森林	13.7	14.9
	森林	湿地	12.7	13.9
	森林	裸土(岩)	109.6	24.4
	森林	灌丛	89.8	20.0
三江源国家公园 Three-River-Source National Park	灌丛	森林	65.8	14.7
	森林	草地	44.0	9.8
	灌丛	裸土(岩)	33.9	7.3
	荒漠	湿地	656.9	56.0
海南热带雨林国家公园 Hainan Tropical Rainforest National Park	草地	湿地	160.0	13.6
	湿地	荒漠	154.8	13.2
	裸土	森林	10.6	28.0
武夷山国家公园 Wuyishan National Park	农田	森林	5.1	13.4
	森林	农田	5.0	13.3
	森林	灌丛	4.4	11.8
	灌丛	森林	3.5	9.3
武夷山国家公园 Wuyishan National Park	灌丛	森林	2.2	32.7
	农田	森林	1.2	18.7
	草地	森林	1.1	17.2
	农田	城镇	0.3	5.0

### 3.2 国家公园生态产品价值及其变化

#### (1) 生态产品总值(GEP)及变化

国家公园总GEP 2000年和2015年分别为10707.6亿元和10813.6亿元,增长106.0亿元,增幅为1.0%。

三江源国家公园GEP最高,占比超过总GEP的40%,2000年和2015年分别为4409.5亿元和4547.7亿元,增幅最大(3.1%)。海南热带雨林国家公园GEP约占总值的20%,两年GEP分别为2240.5亿元和2263.4亿元,增幅为1.0%。东北虎豹、武夷山国家公园GEP约占总值的6.8%、4.5%,15年变化较为稳定。大熊猫国家公园GEP超过总值的四分之一,两年GEP分别为2838.7亿元和2781.4亿元,下降了2.0%(表3)。

#### (2) 生态产品价值及变化

价值最高的生态产品是水源涵养和气候调节,其中,水源涵养占总值的近40%,2000年和2015年国家公园水源涵养价值分别为4229.2亿元和4200.9亿元,大熊猫、三江源、海南热带雨林、武夷山国家公园的水源涵养价值均超过各自GEP的30%;气候调节约占总值的30%,东北虎豹、大熊猫、三江源、海南热带雨林气候调节价值均超过各自GEP的27%。洪水调蓄、土壤保持、防风固沙、固碳释氧价值约占总值的15%、7%、4%、3%,其中东北虎豹国家公园在固碳释氧、大熊猫国家公园在土壤保持、三江源国家公园在防风固沙、海南热带雨林和武夷山国家公园在洪水调蓄等方面表现出较高价值(图4)。

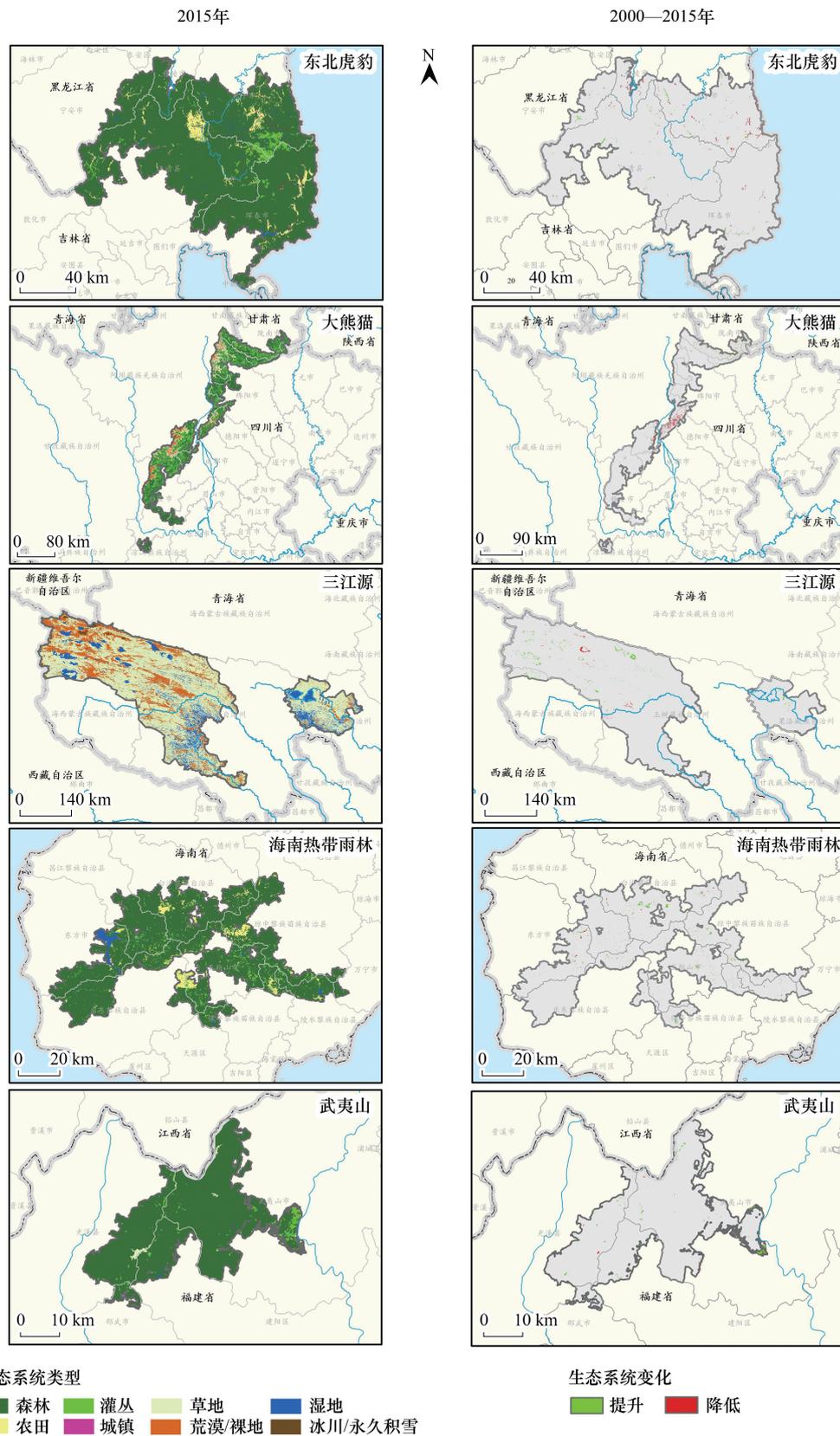


图3 2015年国家公园生态系统类型和2000—2015年生态系统类型变化分布

Fig.3 Types of national park ecosystems (2015) and changes of ecosystem distribution (2000—2015)

2000—2015年生态系统类型变化分布(右图)中,根据“湿地>森林>灌丛>草地>农田>城镇>荒漠/裸土”的原则,生态系统类型由低级变成高级为提升,反之为降低

国家公园生态产品价值变化方面,增长最多的是防风固沙,增长 94.4 亿元,增幅为 27.3% (来自三江源国家公园),水质净化、气候调节、洪水调蓄分别增长 4.7%、1.8%、1.2%;而土壤保持、水源涵养、固碳释氧、空气净化价值呈下降趋势,分别下降 4.5%、0.7%、0.6%、0.4%。海南热带雨林国家公园各指标价值均呈增长趋势;东北虎豹、武夷山国家公园总体上升,而洪水调蓄价值略有下降;大熊猫国家公园土壤保持、水源涵养、固碳释氧等价值呈下降趋势,这与大熊猫国家公园森林、灌丛生态系统面积下降有关(表 3)。

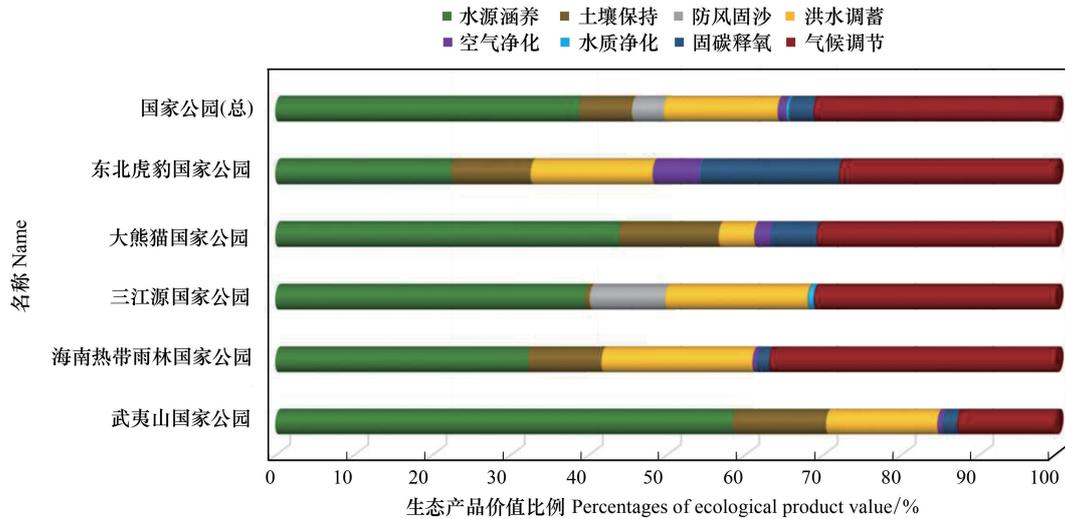


图 4 国家公园生态产品价值比例(2015 年)

Fig.4 Percentages of ecological product value of national parks (2015)

### 3.3 国家公园单位面积生态产品价值及其变化

2015 年国家公园单位面积 GEP 为 652.0 万元/ $\text{km}^2$ ,高于全国均值 480.7 万元/ $\text{km}^2$ <sup>[3]</sup>;其中,海南热带雨林、武夷山、大熊猫、东北虎豹国家公园单位面积 GEP 均超过全国水平,分别为 5140.5 万元/ $\text{km}^2$ 、4816.1 万元/ $\text{km}^2$ 、1222.7 万元/ $\text{km}^2$ 、505.6 万元/ $\text{km}^2$ 。而三江源国家公园相对偏低,为 369.4 万元/ $\text{km}^2$ 。2000—2015 年,国家公园单位面积 GEP 基本稳定,变化率(1.0%)低于全国均值(21.1%),其中,三江源国家公园变化率最高(3.1%);海南热带雨林国家公园达到均值水平;武夷山、东北虎豹国家公园基本不变;而大熊猫国家公园略有下降,降低 2.0%(图 5)。

各指标中,国家公园水源涵养能力最强,为 253.3 万元/ $\text{km}^2$ ,其中武夷山国家公园水源涵养单位面积价值最高,为 2816.4 万元/ $\text{km}^2$ 。其次是气候调节能力,为 203.0 万元/ $\text{km}^2$ ,其中,海南热带雨林、武夷山国家公园该功能能力较强。洪水调蓄中海南热带雨林、武夷山国家公园价值较高。15 年间,防风固沙增幅最大(27.3%);其次是水质净化,各国家公园均达到均值水平;气候调节和洪水调蓄小幅增长,除大熊猫国家公园气候调节、东北虎豹国家公园洪水调蓄价值下降外,其他国家公园稳中有升;水源涵养、土壤保持、空气净化、固碳释氧均值略有下降(表 4)。

## 4 讨论与结论

### 4.1 讨论

国家公园具有较高的生态产品价值,海南热带雨林、武夷山国家公园单位面积 GEP 是全国均值的近 10 倍,体现了国家公园是我国生态产品的重要供给区域,在提供高质量生态产品中发挥着重要作用。三江源国家公园 GEP 最高,主要由于三江源国家公园面积最大(占国家公园总面积的 71.8%),且位于青藏高原江河源区,其水源涵养、气候调节、防风固沙等价值远超其他国家公园;但由于其荒漠生态系统面积大,植被覆盖度不高(2000、2015 年分别为 16.1%、36.6%),而本文的价值核算为了避免指标重复未考虑生物多样性,使其单位面积

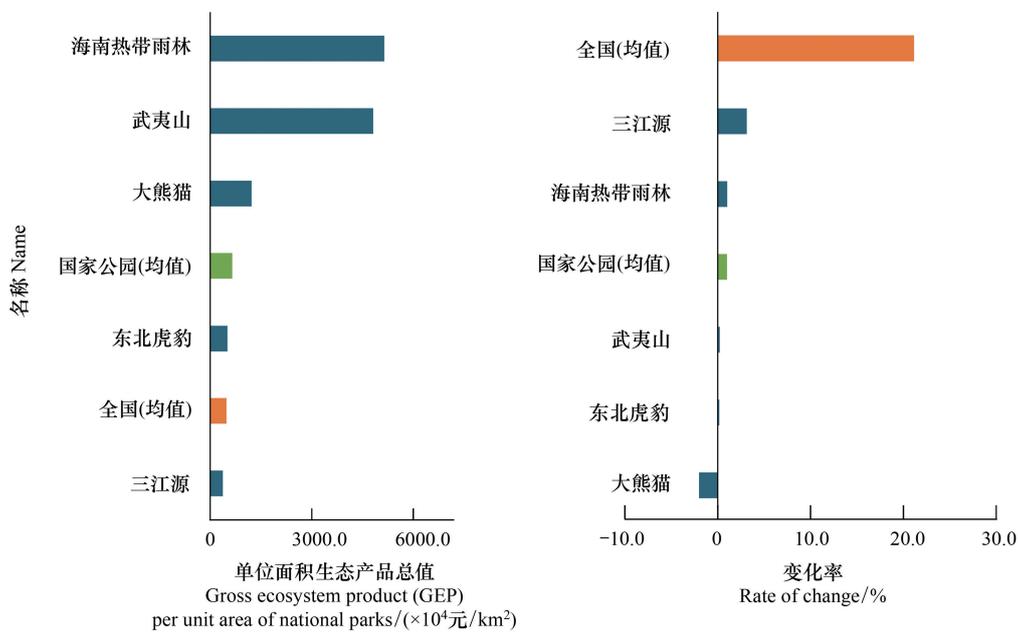


图5 国家公园单位面积 GEP(2015) 及变化率(2000—2015)

Fig.5 GEP per unit area of national parks (2015) and rate of change (2000—2015)

GEP 相对偏低。单位面积 GEP 最高的国家公园是海南热带雨林国家公园,其本底条件好,森林覆盖度高(2000、2015 年分别为 90.5%、99.0%),以原始林为主,是我国分布最集中、保存最完好、连片面积最大的热带雨林。

15 年间,国家公园 GEP 总体稳定,体现出了自然保护地建设、廊道建设与生物栖息地恢复建设等工程影响下国家公园的保护成效。三江源国家公园 GEP 呈增长趋势,主要由于我国 2005 年开始实施三江源生态保护和建设工程,使该区域“增水”效果明显,生态修复效果显著,植被覆盖度增长了 2.3 倍;大熊猫国家公园 GEP 下降,主要与地震等地质灾害导致的以森林为主的自然生态系统面积减少有关;海南热带雨林、武夷山国家公园自然本底条件良好,森林生态系统面积大,2015 年植被覆盖度分别为 99.01%、98.16%,由于原自然保护地在保护与修复等方面的工作较为成熟,15 年植被覆盖度变化不大,因此 GEP 相对稳定。国家公园单位面积 GEP 变化率低于全国均值,由于国家公园主要由国家级自然保护区等自然保护地构成,生态系统本底条件好,且长期受严格保护,GEP 稳定;而近 20 年全国范围内普遍开展生态保护修复工程,生态保护成效明显,因此 GEP 增长较快。

在以往针对某一国家公园,或国家公园所在保护地的生态产品价值或生态系统服务功能研究的基础上,本文以我国 5 处国家公园为研究对象,并选择目前相对完善的模型和参数,核算其 GEP。通过对比相关研究<sup>[27,58]</sup>,发现国家公园 GEP 核算结果具有一定差异,也体现了本文在核算指标、方法、价格等方面的特征:(1)核算指标方面,本文的指标不包括生物多样性、土壤保肥等生态系统支持服务,以避免重复计算;(2)模型方法方面,本文的固碳量采用了净生态系统生产力(NEP)法,在研究常见的净初级生产力(NPP)法的基础上,去除土壤异养呼吸消耗碳量,以确保其为人类提供服务;(3)价格参数方面,本文根据最近年份的价格进行折算,避免因通货膨胀等价格波动带来的价值差距。

本文根据 2000 年和 2015 年国家公园 GEP 核算结果,评估了 15 年间我国国家公园范围内生态系统变化及生态产品价值变化情况,以反映其生态保护成效和生态产品效益;同时,也为国家公园生态产品价值实现提供量化基础,有利于推动核算结果在生态补偿标准制定、生态产品市场化交易、管理成效评估和领导干部离任审计等方面的应用。另外,针对 GEP 核算存在的统计数据收集困难、本地化参数缺失等问题,国家公园在未来建设中,可完善自然资源和生态环境监测体系,以获取范围内气候、土壤、植被等参数信息,制定国家公园生态产品价值核算规范,建立核算参数数据库,为国家公园生态产品核算提供数据基础。

表 3 国家公园生态产品价值及变化/亿元

生态产品 Ecological products	国家公园(总) National parks (Total)		东北虎豹国家公园 Northeast Tiger Leopard National Park		大熊猫国家公园 Giant Panda National Park		三江源国家公园 Three-River-Source National Park		海南热带雨林国家公园 Hainan Tropical Rainforest National Park		武夷山国家公园 Wuyishan National Park							
	2015年	2000年	2015年	2000年	2015年	2000年	2015年	2000年	2015年	2000年	2015年	2000年						
	变化 Change		变化 Change		变化 Change		变化 Change		变化 Change		变化 Change							
水源涵养 Water retention	4200.9	4229.2	-28.3	165.6	165.6	0.1	1222.4	1234.9	-12.5	1802.8	1826.5	-23.7	728.0	720.4	7.6	282.0	281.8	0.2
土壤保持 Soil retention	731.9	766.7	-34.7	75.7	75.7	0.0	355.3	390.9	-35.6	26.6	26.9	-0.3	216.6	215.6	1.0	57.8	57.6	0.2
防风固沙 Sand-fixing	439.5	345.1	94.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	439.5	345.1	94.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
洪水调蓄 Flood mitigation	1575.3	1557.5	17.9	115.2	115.5	-0.3	126.4	123.8	2.6	828.0	821.4	6.6	437.2	428.2	9.0	68.6	68.6	0.0
空气净化 Air quality maintenance	120.1	120.6	-0.5	44.3	44.3	0.0	56.6	57.1	-0.6	3.2	3.2	0.0	12.8	12.8	0.0	3.2	3.2	0.0
水质净化 Water purification	30.7	29.3	1.4	0.3	0.3	0.0	0.2	0.2	0.0	30.1	28.7	1.4	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
固碳释氧 Carbon sequestration-oxygen release	348.2	350.3	-2.1	131.6	131.2	0.4	165.5	172.7	-7.2	6.6	2.4	4.3	35.3	35.3	0.0	9.2	8.8	0.4
气候调节 Climate regulation	3366.9	3309.0	58.0	206.4	205.3	0.9	855.1	859.2	-4.1	1410.8	1355.2	55.6	833.4	828.0	5.3	61.5	61.3	0.2
生态产品总值 Gross Ecosystem Product, GEP	10813.6	10707.6	106.0	738.9	737.7	1.1	2781.4	2838.7	-57.3	4547.7	4409.5	138.2	2263.4	2240.5	22.9	482.3	481.3	1.0

表 4 国家公园生态产品总值(GEP)各指标单位价值(2015)及变化率(2000—2015)

生态产品 Ecological products	国家公园(均值) National parks (Average)		东北虎豹国家公园 Northeast Tiger Leopard National Park		大熊猫国家公园 Giant Panda National Park		三江源国家公园 Three-River-Source National Park		海南热带雨林国家公园 Hainan Tropical Rainforest National Park		武夷山国家公园 Wuyishan National Park	
	价值量 Value/( $\times 10^4$ 元/ $\text{km}^2$ )	变化率 Rate of change/%	价值量 Value/( $\times 10^4$ 元/ $\text{km}^2$ )	变化率 Rate of change/%	价值量 Value/( $\times 10^4$ 元/ $\text{km}^2$ )	变化率 Rate of change/%	价值量 Value/( $\times 10^4$ 元/ $\text{km}^2$ )	变化率 Rate of change/%	价值量 Value/( $\times 10^4$ 元/ $\text{km}^2$ )	变化率 Rate of change/%	价值量 Value/( $\times 10^4$ 元/ $\text{km}^2$ )	变化率 Rate of change/%
	253.3	-0.7	113.4	0.0	537.4	-1.0	146.5	-1.3	1653.4	1.1	2816.4	0.1
水源涵养 Water retention	253.3	-0.7	113.4	0.0	537.4	-1.0	146.5	-1.3	1653.4	1.1	2816.4	0.1
土壤保持 Soil retention	44.1	-4.5	51.8	0.0	156.2	-9.1	2.2	-1.1	491.9	0.4	576.8	0.3
防风固沙 Sand-fixing	26.5	27.3	0.0	—	0.0	—	35.7	27.3	0.0	—	0.0	—
洪水调蓄 Flood mitigation	95.0	1.1	78.8	-0.3	55.6	2.1	67.3	0.8	992.9	2.1	684.8	0.0
空气净化 Air quality maintenance	7.2	-0.4	30.3	0.0	24.9	-1.0	0.3	0.0	29.1	0.3	31.6	0.3
水质净化 Water purification	1.9	4.7	0.2	4.7	0.1	9.4	2.4	4.7	0.4	2.1	0.1	8.6
固碳释氧 Carbon sequestration-oxygen release	21.0	-0.6	90.0	0.3	72.8	-4.2	0.5	182.0	80.1	0.0	92.2	4.7
气候调节 Climate regulation	203.0	1.8	141.1	0.4	375.9	-0.5	114.6	4.1	1892.7	0.6	614.4	0.4
合计 Total	652.0	1.0	505.6	0.1	1222.7	-2.0	369.4	3.1	5140.5	1.0	4816.1	0.2

## 4.2 结论

本文以东北虎豹、大熊猫、三江源、海南热带雨林、武夷山 5 处国家公园为研究对象,核算其 2000 年和 2015 年 GEP,发现国家公园生态产品价值较高,是我国生态产品供给的重要区域,15 年间国家公园 GEP 稳定,各国家公园均处于良好的发展态势。具体研究结果如下:

(1) 国家公园生态系统格局以草地和森林生态系统为主,占总面积的近 70%,其次是荒漠、湿地、灌丛等生态系统。各国家公园中,三江源国家公园以草地、荒漠、湿地生态系统为主,东北虎豹、海南热带雨林、武夷山国家公园约 90% 的面积为森林生态系统,大熊猫国家公园以森林、灌丛、草地、荒漠等生态系统为主。2000—2015 年,湿地面积大幅增长(4.7%),荒漠/裸土生态系统面积减少较大(-1.3%)。根据转移矩阵,15 年间国家公园生态系统变化主要体现在荒漠/裸土变为湿地,占总变化面积比例的 37.4%,其次是草地变为湿地,及灌丛与森林之间的转换等。

(2) 2015 年,国家公园总 GEP 为 10813.6 亿元,15 年间增长了 1.0%。各国家公园中,三江源国家公园 GEP 最高(4547.7 亿元),其次为大熊猫、海南热带雨林、东北虎豹国家公园;15 年 GEP 变化方面,三江源和海南热带雨林国家公园增幅较大(3.1%和 1.0%),大熊猫国家公园有所下降(-2.0%)。各指标中,水源涵养和气候调节价值最高,占总值的 38.9%和 31.1%。

(3) 国家公园单位面积 GEP(651.95 万元/km<sup>2</sup>)高于全国均值(480.7 万元/km<sup>2</sup>),海南热带雨林国家公园最高,是全国均值的近 10 倍,武夷山、大熊猫、东北虎豹国家公园均超过全国水平。15 年间,国家公园单位面积 GEP 略有增长(1.0%),但均低于全国水平(21.1%),其中,三江源国家公园年均变化率最高(0.21%)。各指标中水源涵养能力最强(253.27 万元/km<sup>2</sup>),其次是气候调节、洪水调蓄等;防风固沙增幅最大(27.3%)。

本文对于国家公园 GEP 核算存在一些困难和不足,首先,不同于以往行政区域的 GEP 核算,本文的核算对象是国家公园,其边界复杂、统计数据不足,使得数据收集难度和局限性较大,因此,本文暂未核算国家公园的物质产品和文化服务价值;其次,5 处国家公园面积和地域跨度较大,本地化参数获取困难,参数的确定主要来自参考文献,精细化程度有待提高。本文能够反映出国家公园范围内一定时期的生态环境状态和变化,为国家公园的生态保护和管理建设提供了科学依据。

## 参考文献(References):

- [1] 中共中央办公厅、国务院办公厅. 关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见.[2019-06-26]. [http://www.gov.cn/zhengce/2019-06/26/content\\_5403497.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2019-06/26/content_5403497.htm).
- [2] 中共中央办公厅、国务院办公厅. 建立国家公园体制总体方案.[2017-09-26]. [http://www.gov.cn/zhengce/2017-09/26/content\\_5227713.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2017-09/26/content_5227713.htm).
- [3] 欧阳志云,肖隸,朱春全. 生态系统生产总值(GEP)核算理论与方法. 北京:科学出版社,2021.
- [4] 欧阳志云,朱春全,杨广斌,徐卫华,郑华,张琰,肖隸. 生态系统生产总值核算:概念、核算方法与案例研究. 生态学报, 2013, 33(21): 6747-6761.
- [5] 生态环境部环境规划院,中国科学院生态环境研究中心. 陆地生态系统生产总值(GEP)核算技术指南,2020.
- [6] 深圳市市场和质量监督管理委员会. 盐田区城市生态系统生产总值(GEP)核算技术规范(SZDB/Z 342-2018),2018.
- [7] 浙江省市场监督管理局. 生态系统生产总值(GEP)核算技术规范——陆域生态系统(DB33/T 2274-2020),2020.
- [8] 马国霞,於方,王金南,周夏飞,袁婧,牟雪洁,周颖,杨威杉,彭菲. 中国 2015 年陆地生态系统生产总值核算研究. 中国环境科学, 2017, 37(4): 1474-1482.
- [9] 欧阳志云,靳乐山. 面向生态补偿的生态系统生产总值(GEP)和生态资产核算. 北京:科学出版社,2018.
- [10] 高敏雪. 生态系统生产总值的内涵、核算框架与实施条件——统计视角下的设计与论证. 生态学报, 2020, 40(2): 402-415.
- [11] Ouyang Z, Song C S, Zheng H, Polasky S, Xiao Y, Bateman I J, Liu J G, Ruckelshaus M, Shi F Q, Xiao Y, Xu W H, Zou Z Y, Daily G C. Using Gross Ecosystem Product (GEP) to value nature in decision making. PNAS, 2020, 117(25): 14593-14601.
- [12] 宋昌素,欧阳志云. 面向生态效益评估的生态系统生产总值 GEP 核算研究——以青海省为例. 生态学报, 2020, 40(10): 3207-3217.
- [13] Wang F, Zhang S L, Hou H P, Yang Y J, Gong Y L. Assessing the changes of ecosystem services in the Nansi Lake Wetland, China. Water, 2019, 11(4): 788.
- [14] Zou Z Y, Wu T, Xiao Y, Song C S, Wang K L, Ouyang Z Y. Valuing natural capital amidst rapid urbanization: assessing the Gross Ecosystem Product (GEP) of China's 'Chang-Zhu-Tan' megacity. Environmental Research Letters, 2020, 15(12): 124019.
- [15] Liang L N, Siu W S, Wang M X, Zhou G J. Measuring Gross Ecosystem Product of nine cities within the Pearl River Delta of China. Environmental Challenges, 2021, 4: 100105.

- [16] Jiang H Q, Wu W J, Wang J N, Yang W S, Gao Y M, Duan Y, Ma G X, Wu C S, Shao J C. Mapping global value of terrestrial ecosystem services by countries. *Ecosystem Services*, 2021, 52: 101361.
- [17] 韩增林, 赵玉青, 闫晓露, 钟敬秋. 生态系统生产总值与区域经济耦合协调机制及协同发展——以大连市为例. *经济地理*, 2020, 40(10): 1-10.
- [18] 尹岩, 郗凤明, 王娇月, 邴龙飞, 杜立宇. 生态系统价值在政策制度设计中的应用——以福州市为例. *应用生态学报*, 2021, 32(11): 3815-3823.
- [19] 靳乐山, 刘晋宏, 孔德帅. 将 GEP 纳入生态补偿绩效考核评估分析. *生态学报*, 2019, 39(1): 24-36.
- [20] 邹紫荆, 曾辉. 基于 meta 分析的中国森林生态系统服务价值评估. *生态学报*, 2021, 41(14): 5533-5545.
- [21] 孙美平, 马维谦, 姚晓军, 张明军, 李忠勤, 秦大河. 祁连山冰川服务价值评估及其时空特征. *地理学报*, 2021, 76(1): 178-190.
- [22] 宋洁, 温璐, 王凤歌, 李宽, 吴程, 张宏伟, 张雪峰. 乌兰布和沙漠生态系统服务价值时空动态. *生态学报*, 2021, 41(6): 2201-2211.
- [23] 王若思, 潘洪义, 刘翔涵, 唐玉萍, 张之风, 马红菊. 基于动态当量的乐山市生态系统服务价值时空演变及驱动力研究. *生态学报*, 2022, 42(1): 76-90.
- [24] 荔琢, 蒋卫国, 王文杰, 吕金霞, 邓越. 基于生态系统服务价值的京津冀城市群湿地主导服务功能研究. *自然资源学报*, 2019, 34(8): 1654-1665.
- [25] 陈万旭, 李江风, 朱丽君. 长江中游地区生态系统服务价值空间分异及敏感性分析. *自然资源学报*, 2019, 34(2): 325-337.
- [26] 肖怡, 陈尚, 曹志泉, 夏涛, 郝林华. 基于 CVM 的山东海洋保护区生态系统多样性维持服务价值评估. *生态学报*, 2016, 36(11): 3321-3328.
- [27] 陈宗铸, 雷金睿, 吴庭天, 陈德祥, 周璋, 李苑菱, 洪小江, 杨众养, 李意德. 国家公园生态系统生产总值核算——以海南热带雨林国家公园为例. *应用生态学报*, 2021, 32(11): 3883-3892.
- [28] 郑德凤, 郝帅, 吕乐婷, 徐文瑾, 王燕燕, 王辉. 三江源国家公园生态系统服务时空变化及权衡-协同关系. *地理研究*, 2020, 39(1): 64-78.
- [29] 段艺璇, 赵晓迪, 邹文涛, 闫钰倩, 许单云, 叶兵, 何友均. 钱江源国家公园体制试点区湿地生态系统服务价值评估. *林业经济*, 2019, 41(4): 50-57.
- [30] 张彩南, 张颖. 青海省祁连山国家公园生态系统服务价值评估研究. *环境保护*, 2019, 47(3-4): 41-47.
- [31] 汪琳, 付潇, 朱创业. 大熊猫国家公园岷山片区生态系统服务价值的时空演变. *湖北农业科学*, 2021, 60(15): 44-49.
- [32] 王洪翠, 吴承祯, 洪伟, 何东进, 林琴琴, 王萍兰, 陈灿. 武夷山风景名胜区生态系统服务价值评价. *安全与环境学报*, 2006, 6(2): 53-56.
- [33] 曹梦琪, 蔡英楠, 张丽, 徐建英. 卧龙自然保护区典型生态系统服务时空变化研究. *生态学报*, 2021, 41(23): 9341-9353.
- [34] 肖寒, 欧阳志云, 赵景柱, 王效科. 森林生态系统服务功能及其生态经济价值评估初探——以海南岛尖峰岭热带森林为例. *应用生态学报*, 2000, 11(4): 481-484.
- [35] 欧阳志云, 张路, 吴炳方, 李晓松, 徐卫华, 肖燧, 郑华. 基于遥感技术的全国生态系统分类体系. *生态学报*, 2015, 35(2): 219-226.
- [36] 侯元兆. 中国森林资源核算研究. 北京: 中国林业出版社, 1995.
- [37] 袁正科, 田大伦, 袁德波. 森林生态系统净化大气 SO<sub>2</sub> 能力及吸 S 潜力研究. *湖南林业科技*, 2005, 32(1): 1-4.
- [38] 潘辉, 黄石德, 王玉芹. 福州市城市森林吸收 SO<sub>2</sub> 功能及价值评价. *闽江学院学报*, 2014, 35(2): 122-127.
- [39] 吴耀兴, 康文星, 郭清和, 王卫文. 广州市城市森林对大气污染物吸收净化的功能价值. *林业科学*, 2009, 45(5): 42-48.
- [40] 黄石德, 潘辉, 王玉芹, 蔡干强, 陈杰, 黄丽. 厦门 14 种主要树种吸收硫及固碳能力. *城市环境与城市生态*, 2014, 27(1): 38-41, 46.
- [41] 姜红卫. 苏州高速公路绿化减噪吸硫滞尘效果初探[D]. 南京: 南京农业大学, 2005.
- [42] 李国伟, 赵伟, 魏亚伟, 方向民, 高波, 代力民. 天然林资源保护工程对长白山林区森林生态系统服务功能的影响. *生态学报*, 2015, 35(4): 984-992.
- [43] 汪有奎, 郭生祥, 汪杰, 袁虹, 徐柏林, 王多尧. 甘肃祁连山国家级自然保护区森林生态系统服务价值评估. *中国沙漠*, 2013, 33(6): 1905-1911.
- [44] 邱媛, 管东生, 宋巍巍, Peart M.R.. 惠州城市植被的滞尘效应. *生态学报*, 2008, 28(6): 2455-2462.
- [45] 宋英石. 北京空气细颗粒物污染特征及常见绿化树种滞尘效应研究. 北京: 中国科学院大学, 2015.
- [46] 赵勇, 李树人, 阎志平. 城市绿地的滞尘效应及评价方法. *华中农业大学学报*, 2002, 21(6): 582-586.
- [47] 何介南, 康文星. 洞庭湖湿地对污染物的净化功能与价值. *中南林业科技大学学报*, 2008, 28(2): 24-28, 34.
- [48] 张彪, 高吉喜, 谢高地, 王艳萍. 北京城市绿地的蒸腾降温功能及其经济价值评估. *生态学报*, 2012, 32(24): 7698-7705.
- [49] 王莉雁, 肖燧, 欧阳志云, 韦勤, 博文静, 张健, 任苓. 国家级重点生态功能区县生态系统生产总值核算研究——以阿尔山市为例. *中国人口·资源与环境*, 2017, 27(3): 146-154.
- [50] 王菊英. 青海省三江源区水资源特征分析. *水资源与水工程学报*, 2007, 18(1): 91-94.
- [51] 张黎明, 魏志远, 漆智平. 近 30 年海南不同地区降雨量和蒸发量分布特征研究. *中国农学通报*, 2006, 22(4): 403-407.
- [52] 刘安专. 小兴安岭东南部清河区东北虎猎物种群密度及潜在生境适宜性评价[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2020.
- [53] 刘蕊蕊, 陆宝宏, 许丹, 张杰, 翟梦恩, 常娜, 李莉会. 石羊河流域蒸发量变化特征及影响因素分析. *水文*, 2013, 33(1): 82-89, 93.
- [54] 牛赟, 成彩霞, 赵维俊, 敬文茂. 祁连山大野口流域青海云杉林水文特征与生态因子关系研究. *中南林业科技大学学报*, 2017, 37(1): 62-68.
- [55] 娄雪冬, 康冰, 胡理乐. 秦岭西部地区近 41 年来气候变化特征. *安徽农业科学*, 2013, 41(17): 7609-7613, 7648.
- [56] 胥媛媛. 县域大熊猫栖息地生态系统服务价值评估——以四川省宝兴县和石棉县为例[D]. 南充: 西华师范大学, 2020.
- [57] 王钊. 三江源草地生态服务价值变化及生态补偿研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2019.
- [58] 苟廷佳. 三江源生态产品价值实现研究[D]. 西宁: 青海师范大学, 2021.