

DOI: 10.5846/stxb201902220326

张丽云, 郭克疾, 李炳章, 吕永磊, 张路, 欧阳志云. 唐古拉山以北地区生态资产核算. 生态学报, 2020, 40(10): 3229-3235.

Zhang L Y, Guo K J, Li B Z, Lü Y L, Zhang L, Ouyang Z Y. Ecological asset accounting in North District of Tanggula Mountain. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(10): 3229-3235.

唐古拉山以北地区生态资产核算

张丽云^{1,2}, 郭克疾³, 李炳章⁴, 吕永磊⁴, 张路¹, 欧阳志云^{1,*}

1 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085

2 中国科学院大学, 北京 100049

3 西藏自治区林业厅, 拉萨 850000

4 西藏自治区林业调查规划研究院, 拉萨 850000

摘要: 生态系统核算可以为生态文明建设提供定量性的决策依据, 包括生态资产核算和生态系统服务核算两个方面, 生态资产指生产和提供生态系统产品和服务的生态系统。以唐古拉山以北地区 (简称唐北地区) 为研究对象对其生态资产进行了核算, 建立生态资产实物量及变化核算表、损益表, 提出了生态资产综合指数。2015 年唐北地区草地生态资产面积为 21800.01 km², 其中良级比重最高达 68.46%, 湿地生态资产面积为 4763.01 km², 其中优级比例最高为 59.72%, 野生动植物共有 138 种, 其中重点保护动物 10 种。2015 年唐北地区生态资产综合指数为 79.77, 比 2000 年降低了 3.60%。2000—2015 年, 湿地、草地生态资产分别增加了 164.23、2.82 km²。2000—2015 年湿地生态资产存量增加 202.90 km², 其中由湿地恢复导致面积增加最大为 200.50 km², 存量减少 38.63 km², 其中湿地退化是导致存量减少的主要原因, 面积为 36.23 km², 草地存量增加了 39.18 km², 主要是由于湿地退化导致的草地扩张, 存量减少 36.26 km², 主要由湿地恢复和荒漠化引起。研究中不同生态资产质量等级的核算以及生态资产综合指数的提出利于生态资产的全面核算和比较, 对于建立离任责任制、生态文明建设意义重大。

关键词: 唐北地区; 生态资产; 综合指数

Ecological asset accounting in North District of Tanggula Mountain

ZHANG Liyun^{1,2}, GUO Keji³, LI Bingzhang⁴, LÜ Yonglei⁴, ZHANG Lu¹, OUYANG Zhiyun^{1,*}

1 Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

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

3 The Forestry Department of Tibet Autonomous Region, Lhasa 850000, China

4 Forestry Survey Planning Institute of Tibet Autonomous Region, Lhasa 850000, China

Abstract: The ecosystem accounting can offer quantitative evidence for evidence-based decision making in ecological civilization building, including ecological asset accounting and ecosystem services accounting. However, the ecological asset accounting system has not reached a consensus by stakeholders. Ecological asset indicates the ecosystems that provide ecological goods and services. In our study, we took the north district of Tanggula Mountain (Tangbei District for short) as a case to do a comprehensive ecological asset accounting. The biophysical account and changes sheet, profit and loss account sheet were built. We established a composite index of ecological asset. The results revealed that the grassland ecosystems were mainly of good level (68.46%). The wetland ecosystems were mainly of excellent level (59.72%). There were 138 kinds of wild fauna and flora, of which ten were state-level key protected animals. The composite index of ecological asset was 79.77 in 2015 that decreased by 3.60% from 2000 to 2015. During the fifteen years, the ecological

基金项目: 国家自然科学基金项目 (71603251); 中国科学院战略先导专项 (XDA20020402); 西藏重点研发及转化计划项目 (西藏唐北地区湿地生态系统评估和保护策略研究)

收稿日期: 2019-02-22; **网络出版日期:** 2020-04-03

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

assets of wetland ecosystem and grassland ecosystem increased by 164.23 km² and 2.82 km², respectively. The wetland asset increased by 202.90 km² mainly because of wetlands recovery (200.50 km²) and decreased by 38.63 km² mainly due to wetland degradation (36.23 km²). The grassland ecosystem asset increased by 39.18 km² that mainly caused by grassland expansion and decreased by 36.26 km² that mainly caused by wetlands recovery (26.20 km²) and desertification (9.65 km²). The comprehensively accounting system of ecological asset meant a lot to implement outgoing accountability regime so as to build ecological civilization in China.

Key Words: North District of Tanggula Mountain; ecological asset; composite index

党的十八大和十九大报告明确要将资源消耗纳入到社会经济发展评价体系,要加快生态文明建设,《生态文明体制改革总体方案》中提出“完善生态文明绩效考核制度”、“树立资源价值和资源资本的理念”等要求^[1-2]。生态系统核算是我国生态文明制度建设的重要内容,包括表征生态系统存量的生态资产核算和表征生态系统流量的生态系统服务核算^[3-4]两个部分,生态资产体现“能力”,生态系统服务体现“产出”,“能力”是“产出”的基础,“产出”在一定条件下也会影响“能力”,导致资产发生变化^[5-7]。面向“山水田林湖”统一管理目标,生态资产核算可能成为资源绩效管理考核的一项重要指标^[8]。

国内外对生态资产研究存在概念混淆的问题^[9-12],本研究中将生态资产定义为生产和提供生态系统产品和服务的生态系统,根据这一定义对当前的文献进行了调研分析:中国森林生态资产价值评估^[13]中将生态资产和生态系统服务二者明确区分并评估中国森林生态资产的价值,云南省^[14]和上海市^[15]的生态资产核算中核算了基准年不同生态系统类型不同质量等级的面积,宋晓谕等探讨了水资源资产负债表编制的指标筛选和表达方式等^[16],范小杉等对露天煤矿矿区生态资产核算进行了探讨^[17],这些研究对于生态资产的概念范围界定、生态资产实物量核算等方面提供了理论基础,但是缺乏实践,核算的案例也未能反应某一区间内的变化情况,也就无法满足当前绩效考核的要求^[14]。近年来,为实现自然资源离任审计我国学者对自然资源资产核算进行了研究,其中核心内容资源过度消耗、环境损害和生态破坏成为了核算不确定性的主要来源,同时考虑到生态资产价值核算的不确定性较大,生态资产核算借鉴 SEEA2012 (System of Environment-Economic Accounting Central Framework 2012)^[18]对于自然资源仅进行实物量核算而不列出其价值量的核算方法,对生态资产核算实现“先实物量、后价值量”的核算思路。

本研究以唐古拉山以北地区(以下简称唐北地区)生态系统为研究对象,对其 2000—2015 年生态资产进行核算,建立了唐北地区生态资产实物量及变化核算表、损益表,反映唐北地区生态资产现状、变化及变化原因,为政府部门采取有效的管理保护措施,实现离任审计制度提供依据。提出生态资产综合指数,以便直观比较不同地区或者同一地区不同时段内生态资产状况。近 20 年来国内外相关资产评估表明生态系统服务价值量评估由于估算方法的差异往往导致结果数量级的变化,而且生态系统提供的非使用价值很难用货币准确表达^[19-20],为此,刘焱序等^[8]建议应用于重要生态功能区的干部离任审计,评估重要生态系统物质质量的优先级应高于价值量,从而有效降低生态系统服务间接使用价值和非使用价值核算的误差,在本研究中唐北地区部分区域属于三江源保护区范围,属重点生态功能区,研究仅比较了生态资产实物量的变化并未对其价值量进行核算。

1 研究区域概况

唐北地区地处青藏高原腹地,位于青海、西藏交界的三江源地区,总面积 55000 多 km²,是长江和澜沧江的发源地,也是高寒草原草甸、高寒草原湿地等脆弱生态系统的典型分布区。区域特殊的地理位置孕育了丰富的生态资源,是具有全球意义的生物多样性保护热点区、我国重要水源涵养区,在国家与区域生态安全战略中具有重要地位。2015 年唐北地区主要生态系统类型包括草地、湿地(河流、湖泊、沼泽)、冰川/永久积雪、荒

漠四大类(图 1)。

2 研究数据

本研究中 2000 年的生态系统分类数据来自“中国生态系统评估与生态安全数据库”(网址: <http://www.ecosystem.csdb.cn/ecogj/index.jsp>), 该数据库生态系统类型图是基于 Landsat TM 数据采用面向对象的决策遥感分类方法完成的, 以 2000 年为基准年基于 landsat 5 和 landsat 8 数据对 2015 年做变化检测, 完成生态系统制图。一级类别总精度>95%, 二级类别总精度>85%。水质数据、动植物数据来自全国第二次湿地调查结果。

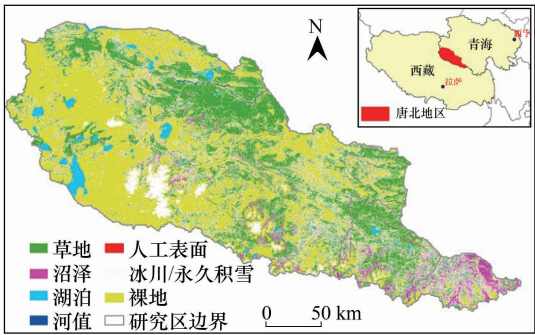


图 1 2015 年唐古拉山以北地区土地利用类型图
Fig.1 The land-use in North District of Tanggula Mountain in 2015

3 研究方法

依据“先实物量,后价值量”的核算思路,核算了唐北地区生态资产实物量及其变化。生态资产核算中要体现生态资产的质量^[21], 从而反应由于受污染或者人类干扰造成的自然资源品质的下降。在本研究区域, 由于冰川/永久积雪、荒漠生态系统基本没有提供生态系统服务, 根据生态资产定义, 在生态资产核算中不予考虑。

3.1 生态资产实物量及变化核算

生态资产实物量是不同质量等级草地、湿地生态系统的面积, 野生动植物数量和重要保护物种的物种数量。草地、湿地生态系统的质量分别采用植被覆盖度^[22] 和水质等级来评价(表 1)。

表 1 生态系统分级标准
Table 1 Grading standards of ecosystems

生态系统类型 Ecosystem types	评价指标 Index	分级标准 Grading standard				
		优 Excellent	良 Good	中 Midium	差 Poor	劣 Bad
草地 Grassland	覆盖度	≥ 85%	70%—85%	50%—70%	25%—50%	< 25%
湿地 Wetland	水质等级	I 类	II 类	III 类	IV 类	V 类和劣 V 类

生态资产核算产生的统计表包括生态资产实物量及变化核算表、损益表。前者是记录不同质量等级的生态资产期初和期末实物量, 以及在该核算期内发生的变化情况。后者是记录草地、湿地各单项生态资产期初和期末的存量, 在该核算期内发生的各类变化以及变化原因, 可以评估当前的经济活动方式是否会导致现有生态资产发生耗减和退化, 能够为生态资产管理提供有效帮助。

3.2 生态资产综合指数

生态资产综合指数是核算草地、湿地等生态资产实物量和质量的综合指标, 可以实现研究区域内纵向和不同研究区域之间横向的比较。计算公式如下:

$$EQ = \frac{\sum_{i=1}^5 (EA_i \times i)}{(EA \times 5)} \times 100$$

式中, EQ: 生态资产综合指数; EA_i : 第 i 等级生态资产面积; i : 生态资产质量等级指数, 即 1—5 级; EA: 生态资产总面积。

4 研究结果

4.1 唐北地区生态资产实物量核算

2015 年唐北地区湿地和草地生态资产分别占到了生态系统总资产的 57.41% 和 42.59%。良级草地生态

资产比重最高达 68.46%,其次是中级和优级分别占到了 19.83%和 9.68%。湿地生态资产质量等级仅有优级和良级,优级比例最高达到了 59.72%,其中湖泊和河流良级比例较高,而沼泽湿地优级比例高达 71.44%。根据全国第二次湿地调查数据,唐北地区野生动植物共有 138 种(其中 85 种高等植物,53 种脊椎动物),地区内没有分布重要保护植物,国家级重点保护动物共有 10 种,其中 I 级 6 种,II 级 4 种(表 2)。2000 至 2015 年,草地、湿地生态资产面积增加。草地生态资产质量呈现降低趋势,优级草地生态资产面积减少了 52.37%。湿地生态资产质量整体提高,其中优级湖泊生态资产增加了 7.10%,良级增加了 21.05%,而优级和良级沼泽和河流生态资产均有不同程度的减少,趋势较缓。因为唐北地区 2000 年动植物种类等没有数据记录,在此并没有表示其变化。

生态资产实物量损益表是记录各单项生态资产期初和期末的存量,以及存量在该核算期内发生的各类变化。2000—2015 年湿地存量增加了 202.90 km²,其中湿地恢复(指草地、冰川/永久积雪和荒漠转为湿地)面积最大为 200.50 km²,湿地存量减少了 38.63 km²,其中湿地退化(指湿地转为草地、冰川/永久积雪和荒漠)面积最大为 36.23 km²(表 3)。2000—2015 年草地存量增加了 39.18 km²,主要是湿地退化导致的草地扩张,存量减少了 36.26 km²,主要是湿地恢复及荒漠化引起的(表 4)。

4.2 唐北地区生态资产综合指数

2015 年,唐北地区生态资产综合指数为 79.77,草地生态资产综合指数最高为 63.28,湿地生态资产综合指数为 16.49。2000—2015 年唐北地区生态资产综合指数降低了 3.60%,但是湖泊生态资产综合指数升高了 12.73%,其他生态资产综合指数均呈现不同程度的降低趋势。整体而言,唐北地区生态资产综合指数变化不大,生态系统状况较为稳定(表 5)。

5 讨论

生态系统核算是健全自然资源管理制度的重要内容,对中国当前资源环境管理具有重大意义^[23-25],尽快的建立健全生态资产的评估是目前迫切需要解决的科学问题。本研究以唐北地区生态资产为例,建立唐北地区生态资产实物量及变化核算表、损益表,定量的评估区域的生态资产状况及变化特征,可以用来考核这一区域的生态管理成效,纳入到政府政绩考核体系中。唐北地区生态资产状况良好,15 年间并没有明显变差的趋势,可能与唐北地区特殊的地理位置有关,人类活动干预相对较少,生态系统变化主要是由于温度、降水等气候变化引起的,与人类活动关系并不密切^[26]。但该地区草地生态资产质量明显降低,可能与近年来放牧强度逐渐增大有关,过度的放牧会导致植被和土壤的双重退化^[27]。损益表反映了 15 年间生态资产变化的具体原因,湿地增加主要是由于湿地恢复,而草地减少则是由于湿地恢复和荒漠化共同作用导致的,由于唐北地区人类活动很少再加上该地区特殊的生活方式,由于城市化等造成的变化基本没有。

生态资产核算中,不同生态资产质量等级的核算非常重要,研究选用了最能反映草地和湿地生态资产状况的植被覆盖度和水质来进行分级^[14-15],同一生态资产不同质量等级可提供的生态系统产品和服务是有极大差异的,如同一湖泊,质量等级为优时可提供的水质净化、游憩价值要显著高于劣级或差级时的湖泊。但是随着生态资产研究的不断深入,紧紧依靠某一个指标对生态资产进行质量等级划分并不合理,还需要加入新的划分标准,比如湖泊还需要考虑其面积、容积等,草地则考虑物种入侵等。综合指数法广泛应用于水资源评估^[28]、土地生态状况分析^[29]等领域,方便对同一研究对象不同属性值进行汇总分析。本研究提出的生态资产综合指数,有利于将研究区域内不同质量等级、不同生态资产类型进行汇总,得出一个易于比较、分析,可以快速判断其生态资产状况的值。完整的生态资产综合指数需要将生物多样性考虑入内,在目前的研究条件下,生物多样性调研花费的时间、经济、人力成本太大很难实现高频次的调查,同时良好的生态环境质量可以为动植物提供优良的生长生活环境,两者是正相关关系,本研究中生态资产综合指数将不同生态系统数量和质量考虑入内,可以一定程度上反应该区域的生物多样性,但是在以后的研究中应逐渐将生物多样性更加全面的考虑入内。

表 2 唐北地区生态资产实物量及变化核算表

Table 2 The biophysical account and changes of ecological asset in North District of Tanggula Mountain													
生态资产类别 Ecological asset category	生态资产科目 Ecological asset types	质量等级 Grading quality/km ²											
		合计 Total		优 Excellent		良 Good		中 Midium		差 Poor		劣 Bad	
		2000	2015	变化量	2000	2015	变化量	2000	2015	变化量	2000	2015	变化量
湿地 Wetland	湿地小计	4598.78	4763.01	164.23	2805.26	2844.25	38.99	1793.52	1918.76	125.24			
	湖泊	1193.96	1363.75	169.79	584.37	625.84	41.47	609.59	737.91	128.32			
	河流	585.29	583.52	-1.78	208.27	206.76	-1.51	377.02	376.76	-0.27			
	沼泽	2819.53	2815.74	-3.79	2012.62	2011.65	-0.97	806.91	804.09	-2.82			
	草地	21797.19	21800.01	2.82	4428.90	2109.64	2319.26	14059.79	14923.54	863.75	3031.31	4323.91	1292.60
草地 Grassland											245.66	387.58	141.92
											31.53	55.34	23.81
类别 Category		2000		2015		变化量							
野生动植物 Wild fauna and flora	野生植物数量	—		85(高等植物)		—							
	野生动物数量	—		53(脊椎动物)		—							
重要保护动物 State-level key protected animals	国家一级	—		6(黑颈鹤、雪豹、西藏野驴、野牦牛、藏羚、白唇鹿)		—							
	国家Ⅱ级	—		4(棕熊、盘羊、岩羊、藏原羚)		—							
重要保护植物 State-level key protected plants	国家一级	—		0		—							
	国家Ⅱ级	—		0		—							

表 3 唐北地区湿地生态资产损益表

Table 3 Profit and loss account of wetlands ecological asset in North District of Tanggula Mountain

核算项目 Accounting Index	湿地面积 Wetland area/km ²			
	合计 Total	湖泊 Lake	河流 River	沼泽 Marsh
2000 年生态资产存量 Ecological asset in 2000	4598.78	1193.96	585.29	2819.53
存量增加 Asset increase				
湿地间转换	2.40	2.35	0.01	0.04
湿地恢复	200.50	197.79	1.99	0.72
人工表面转入	0.00	0.00	0.00	0.00
存量总增加	202.90	200.15	2.00	0.76
存量减少 Asset decrease				
湿地间转换	2.40	0.05	1.80	0.56
湿地退化	36.23	30.28	1.97	3.98
转入人工表面	0.00	0.00	0.00	0.00
存量总减少	38.63	30.33	3.77	4.54
2015 年生态资产存量 Ecological asset in 2015	4763.01	1363.75	583.52	2815.74

湿地间转换指湖泊、河流、沼泽 3 种湿地类型之间的转换;湿地退化指湿地转为草地、冰川/永久积雪和荒漠;湿地恢复指草地、冰川/永久积雪和荒漠转为湿地

表 4 唐北地区草地生态资产损益表

Table 4 Profit and loss account of grassland ecological asset in North District of Tanggula Mountain

核算项目 Accounting Index	草地面积 Grassland area/km ²	
	合计 Total	草地 Grassland
2000 年生态资产存量 Ecological asset in 2000	21797.19	21797.19
存量增加 Asset increase		
湿地退化	31.01	31.01
自然转入	8.17	8.17
人工表面转入	0.00	0.00
存量总增加	39.18	39.18
存量减少 Asset decrease		
湿地恢复	26.20	26.20
荒漠化	9.65	9.65
自然转出	0.41	0.41
转入人工表面	0.00	0.00
存量总减少	36.26	36.26
2015 年生态资产存量 Ecological asset in 2015	21800.01	21800.01

表 5 唐北地区生态资产综合指数表

Table 5 Compositive index of ecological asset in North District of Tanggula Mountain

时间 Time	湖泊 Lake	河流 River	沼泽 Marsh	草地 Grassland	合计 Total
2000	4.06	1.93	10.07	66.68	82.74
2015	4.58	1.91	9.99	63.28	79.77
变化率 Rate of change/%	12.73	-0.96	-0.75	-5.10	-3.60

生态资产核算可以反映唐北地区生态资产的“家底”和结构^[30],期末期初变化及原因的分析可为离任责任制的实现提供数据支撑,特别是对于生态资产质量等级的划分,利于当地政府明晰生态资产的实际状况^[21]。生态资产核算要结合生态系统服务核算一同为绩效考核、管理决策等提供依据,利用生态系统服务空间制图等进行区域空间用途规划,同时考虑生态系统服务之间的权衡与协同的关系,在不损害生态资产未来提供生态系统服务能力的前提下合理开发。在生态资产价值核算不确定性较大的前提下,价值核算应用性不高,应该依据唐北地区特殊的地理位置、生态重要性以及发展规划设定合理的情景,比较不同情境下生态资产

的变化情况,从而找到最优的发展路径。

本研究中一手监测数据有限,特别是水质数据,并没有形成连续系统的监测体系。生态资产的核算,最终落脚点仍然是生态资产核算在各行政区域尺度上的实践^[16],一方面要考虑其核算的科学性,还要考虑地方的可操作性,数据方面要依托现有的监测、统计体系尽快完善,弥补资源数据空白,增强技术数据收集^[31],规范化参数的选择与采集^[14],为地方实践提供便利条件。同时生态资产实物量如何转化为价值量也是以后研究的一个重点内容,生态资产在管理决策中的应用最终还是需要落实到成本收益核算评估中,目前生态资产核算的主流方法忽略了生态资产的管理和利用方式以及气候变化等可能会对未来收益造成的影响^[13],生态资产变化与生态系统服务之间的非线性关系^[32]也无法考虑入内,有极大的不确定性。生态资产的价值化有待进行深入研究。

参考文献 (References):

- [1] 欧阳志云,郑华,谢高地,杨武,刘桂环,石英华,杨多贵.生态资产、生态补偿及生态文明科技贡献核算理论与技术.生态学报,2016,36(22):7136-7139.
- [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.统计研究,2018,35(7):3-15.
- [3] 高吉喜,范小杉,李慧敏,田美荣.生态资产资本化:要素构成·运营模式·政策需求.环境科学研究,2016,29(3):315-322.
- [4] 欧阳志云,朱春全,杨广斌,徐卫华,郑华,张琰,肖懿.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] Bai Y, Zhuang C W, Ouyang Z Y, Zheng H, Jiang B. Spatial characteristics between biodiversity and ecosystem services in a human-dominated watershed. Ecological Complexity, 2011, 8(2):177-183.
- [6] Li J H, Jiang H W, Bai Y, Alatalo J M, Li X, Jiang H W, Liu G, Xu J. Indicators for spatial-temporal comparisons of ecosystem service status between regions: a case study of the Taihu River Basin, China. Ecological Indicators, 2016, 60:1008-1016.
- [7] 肖玉,谢高地,鲁春霞,徐洁.基于供需关系的生态系统服务空间流动研究进展.生态学报,2016,36(10):3096-3102.
- [8] 刘焱序,傅伯杰,赵文武,王帅.生态资产核算与生态系统服务评估:概念交汇与重点方向.生态学报,2018,38(23):8267-8276.
- [9] 潘耀忠,史培军,朱文泉,顾晓鹤,范一大,李京.中国陆地生态系统生态资产遥感定量测量.中国科学D辑 地球科学,2004,34(4):375-384.
- [10] 周可法,陈曦,张海波,李静,张清.干旱区生态资产遥感定量评估模型研究.干旱区地理,2004,27(4):492-497.
- [11] 陈百明,黄兴文.中国生态资产评估与区划研究.中国农业资源与区划,2003,24(6):20-24.
- [12] 胡聃,张艳萍,文秋霞,陈超,刘天星,王震,许开鹏.北京城市生态系统总体资产动态及其与城市发展关系.生态学报,2006,26(7):2207-2218.
- [13] 博文静,王莉雅,操建华,王效科,肖懿,欧阳志云.中国森林生态资产价值评估.生态学报,2017,37(12):4182-4190.
- [14] 白杨,李晖,王晓媛,Alatalo J M,江波,王敏,刘文俊.云南省生态资产与生态系统生产总值核算体系研究.自然资源学报,2017,32(7):1100-1112.
- [15] 王敏,江波,白杨,Alatalo J M,王晓媛,黄沈发,谭娟.上海市生态资产核算体系研究.环境污染与防治,2018,40(4):484-490.
- [16] 宋晓谕,陈玥,闫慧敏,杨艳昭,封志明.水资源资产负债表表式结构初探.资源科学,2018,40(5):899-907.
- [17] 范小杉,邢铁朋,魏金发,李文超,何萍,冯朝阳,宋婷.露天煤矿矿区生态资产负债核算技术方案.环境科学研究,2019,32(5):742-748.
- [18] United Nations. System of environmental-economic accounting 2012: central framework. [2016-07-10]. http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaRev/SEEA_CF_Final_en.pdf.
- [19] 戴波,周鸿.生态资产评估理论与方法评介.经济问题探索,2004,9:18-21.
- [20] 王娟娟,王大娟,彭晓春,洪鸿加,杨霞,刘培亮.关于生态资产核算方法探讨.环境与可持续发展,2014,39(6):14-18.
- [21] 范小杉,何萍.国际森林资源资产核算进展及启示.林业经济,2016,10:93-96.
- [22] 欧阳志云,徐卫华,肖懿.中国生态系统格局、质量、服务与演变.北京:科学出版社,2017.
- [23] 中共中央.中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定.中国合作经济,2013.
- [24] 《全面深化改革重要论述》编写组.全面深化改革重要论述.北京:中国方正出版社,2013.
- [25] 封志明,杨艳昭,李鹏.从自然资源核算到自然资源资产负债表编制.中国科学院院刊,2014,29(4):449-456.
- [26] 张翀,李强,李忠峰.三江源地区人类活动对植被覆盖的影响.中国人口·资源与环境,2014,24(5):139-144.
- [27] 高英志,韩兴国,汪诗平.放牧对草原土壤的影响.生态学报,2004,24(4):790-797.
- [28] 黄奎,张礼中,朱吉祥,霍志彬,蔡子昭.基于综合指数法的保定市地表水资源脆弱性评价.南水北调与水利科技,2018,16(6):68-73.
- [29] 马世五,谢德体,张孝成,彭正涛,朱慧,洪惠坤,肖玖金.三峡库区重庆段土地生态状况时空格局演变特征.生态学报,2018,38(23):8512-8525.
- [30] 石薇,徐嵩婷,李金昌,汪劲松.自然资源资产负债表编制研究——以林木资源为例.自然资源学报,2018,33(4):541-551.
- [31] 胡文龙,史丹.中国自然资源资产负债表框架体系研究——以SEEA2012、SNA2008和国家资产负债表为基础的一种思路.中国人口·资源与环境,2015,25(8):1-9.
- [32] Koch E W, Barbier E B, Silliman B R, Reed D J, Perillo G M E, Hacker S D, Granek E F, Primavera J H, Muthiga N, Polasky S, Halpern B S, Kennedy C J, Kappel C V, Wolanski E. Non-linearity in ecosystem services: temporal and spatial variability in coastal protection. Frontiers in Ecology and the Environment, 2009, 7(1):29-37.