遥感和 GIS 支持下浙江省自然资源资产负债表编制研究

邱　琳[1]，俞　洁[2]，邓劲松[3*]，林　溢[3]，董　俐[3]，岑　庆[3]，周梦梦[3]

（1.浙江省环境保护科学设计研究院，浙江杭州 310058；2.浙江省环境监测中心，浙江杭州 310058；
3.浙江大学环境与资源学院，浙江杭州 310058）

【摘　要】 自然资源资产负债表的编制是生态文明建设制度创新的一项重大举措。本文依据“先实物后价值、先存量后流量、先有形后无形”的原则构建自然资源资产负债表框架结构，在遥感和GIS技术支持下探索自然资源资产负债表编制核算路径，确定土地资源、矿产资源、水资源、林木资源、土壤资源、大气资源等六类有形资产核算指标，以及生物多样性维持功能、碳固定功能、水源涵养功能、土壤保持功能等四类无形资产核算指标，并以浙江省为例，完成了浙江省自然资源资产负债表的编制与其核算过程。研究结果表明：①浙江省2014年自然资源资产存量价值约为126 800亿元，相当于当年浙江省GDP的3倍，是浙江省可持续发展的重要基础；②2000—2014年浙江省自然资源资产存量价值总体呈上升趋势，固定资产存量价值增加900亿元，无形资产存量价值增加200亿元；③2000—2014年浙江省自然资源资产负债累计2100亿元，大气资源负债占比最高，达39.07%，其次是水资源负债，达27.07%。本文提出的自然资源资产负债表编制与核算经验，可为全国自然资源资产负债表编制提供有益探索。

【关键词】 自然资源资产负债表；环境经济核算；自然资源资产价值评估

【中图分类号】F062.1；TP79　　【文章编号】1674-6252（2019）05-0036-06

【文献标识码】A　　【DOI】10.16868/j.cnki.1674-6252.2019.05.036

引言

自然资源是人类社会生存和发展不可或缺的现实基础和物质支撑，将自然资源资产列入国家资产负债表已经获得国内外学者的共识[1]。我国自然资源形势严峻，资源短缺耗竭、环境污染严重、生态破坏加剧。党的十八届三中全会提出“探索编制自然资源资产负债表，对领导干部实行自然资源资产离任审计，建立生态环境损害责任终身追究制”[2]。这意味着自然资源资产负债表将成为推进生态文明建设的宏观管理工具之一[3]，用以扭转“唯GDP论英雄”的政绩观，明确政府合理开发利用自然资源的责任和义务[4]。同时也是国家加快生态文明制度建设、健全自然资源管理体系、实现政府高效管理与科学评价、建设美丽中国、实现可持续发展的根本战略需求[3,4,6,7]。从国家到地方各级政府开始积极探索编制自然资源负债表，2015年9月17日，国家统计局发布《编制自然资源资产负债表试点方案》，在内蒙古呼伦贝尔市、浙江湖州市、湖南娄底市、贵州赤水市、陕西延安市等五地开展自然资源资产负债表编制试点工作。

联合国、欧盟委员会等国际组织发布的环境经济核算体系（SEEA）是当前世界上受到广泛认可的资源核算体系[8,9]，自SEEA—1993发布后，自然资源核算账户与传统国民经济核算体系开始结合，绿色GDP[10,11]在科学研究以及国民生产统计中得到广泛应用[12-16]，标志着自然资源核算由理论走向实践。之后SEEA—2012的发布，将自然资源核算账户作为卫星账户嵌入到国民经济核算体系中，使SEEA的实用性得到进一步提升[17,18]。然而SEEA—2012注重账户流量核算，仍是对GDP的补充[19]，且环境保护支出属于资产减项，环境税费收入属于资产增项，不能完全满足我国自然资源资产负债表的编制需求[3-17]。

自然资源资产负债表的编制是我国政府在生态文明建设方面一项重大的创新举措，一经提出便在学术界、政府部门引起强烈反响，并在理论研究、编制探索、核算应用等方面取得了一定成果。耿健新等[20]、张颖[21]、胡文龙等[22]认为自然资源资产负债表应借鉴现有的SEEA，并以此为基础分别提出了自然资源资产负债表编制的初步设想、统计规范和以资产、负债和净资产为要素的自然资源资产负债表；沈镭等[23]、何利等[24]基于会计学复式记账理论，分别以资产、负债、权益和物理、事理、人理为切入点，提出了自然资源资产负债表编制方法；蒋洪强和王金南[25]则认为应该以生态系统为主线，针对环境容量、环境质量以及生态环境三大系统提出自然资源资产负债编制框架；封志明等[26]提出的“先实物量后价值量、先存量后流量、先分类后综合”的编制原则已成为目前自然资源资产负债表编制的基本共识。然而目前国内外尚无自然资源资

作者简介：邱琳（1984—），女，工程师，硕士，主要从事生态环境保护与评估，E-mail:136765708@qq.com。

*** 责任作者：**邓劲松（1978—），男，副教授，博士生导师，主要从事环境资源遥感与全球变化、GIS和景观生态研究，E-mail:jsong_deng@zju.edu.cn。

产负债表的编制规范与成熟应用，我国这一工作还处于试验阶段，理论基础和技术体系尚不完善[26]。从概念上，对自然资源资产的责权界定、领导干部履职责任界定以及自然资产负债的定义等缺乏共识和研究基础。从操作和执行层面上，一方面自然资源没有会计账本、报表以及凭证做支撑，自然资源资产负债表必然不同于传统会计报表；另一方面自然资源复杂多样，需要多学科多领域共同破除难题。本文在遥感与 GIS 技术支持下，参考现有的环境经济核算框架以及国内外相关研究，探索自然资源资产负债表编制框架和核算技术路径，并以浙江省为例进行研究。

1. 自然资源资产负债表存量与负债

1.1 自然资源负债的概念

由于国家尚未出台自然资源资产负债表的具体执行办法，脱离原有的评价体系而重新设立自然资源资产负债表的可操作性不大并且丧失了与前期数据的可比性。因此在尚未明确自然资源资产负债表的计量模式之前，应该主要结合现有生态环境指标，突出“实物量”“变化量”和“流量”的核算。同时还需要注意区别“存量”和“流量”的概念，国家资产负债表中仅有金融负债，其概念是与金融资产相对应的，而非金融负债却没有涉及，因此不存在“自然资源负债”这一概念。在探索编制自然资源负债表的过程中，国内学者对此也有诸多讨论，一些学者提倡用环保支出等功能账户代替自然资源负债账户[20]，另一些学者则认为自然资源负债应是政府决策对自然资源过度开发造成的生态环境损失，应使用生态恢复的价值补偿来衡量自然资源负债[27]。但自然资源负债的存量数据难以掌握和获取，期初量和期末量的定量表达存在明显的不确定性。因此本文通过对自然资源负债流量数据的计算来表示自然资源负债的变化，而自然资源资产，因其存量数据获取便利，因此可以计算明确的期初量与期末量，进而得到对应的流量数据。

1.2 自然资源资产存量

自然资源资产分为固定资产和无形资产，其中固定资产包括土地、矿产、水、林木等，无形资产包括生物多样性维持功能、水源涵养功能、土壤保持功能和碳固定等生态服务功能。土地资源数据可基于 Landsat-5 TM 和 ETM 以及 Landsat 8 遥感影像的解译得到。本研究利用 ArcGIS 和 eCognition 软件，应用面向对象的分类方法分别获取了浙江省 2000 年、2005 年、2010 年和 2015 年四个年份的土地利用覆被数据。生物多样性维持功能、水源涵养功能等无形资产采用 InVEST 模型计算。矿产资源、水资源和大气资源等数据来源于浙江省相关统计年鉴。

1.3 自然资源资产负债

自然资源负债账户基本与自然资源资产账户相对应，分为土地资源负债、矿产资源负债、大气资源负债、水资源负债以及无形资源负债。土地、大气和水资源负债数据来源包括历年中国统计年鉴、中国环境统计年鉴和浙江省环境状况公报等。无形资产负债的碳排放量计算方法为：

碳排放量 = 原煤消耗量 × 原煤碳排放系数 + 原油消耗量 × 原油碳排放系数 + 天然气消耗量 × 天然气碳排放系数

其中浙江省能源消耗数据来源国家统计局网站。

2 自然资源资产负债表框架设计与核算方法

2.1 实物量账户编制

实物量账户的内涵是自然资源资产负债表的实物量核算，即在自然资源资产负债表基础框架的基础上，运用实物单位（物理量单位）建立不同层次的实物量账户，用以描述自然资产的实际存量、增量以及减少量等。

本研究按以下步骤优先构建浙江省自然资源资产负债表（实物量）的整体框架：

1. 自然资源负债表的实物量账户主要由两部分构成，即左列的自然资源资产存量账户和右列的自然资源负债账户。

2. 本研究的研究期间为 2000—2015 年，即 2000 年为期初年，2015 年为期末年。

具体见表 1。浙江省自然资源资产负债表（实物量）数据获取方法和来源见表 2。

2.2 价值量账户编制

实物量账户运用指标的价值量账户建立有利于自然资源资产负债表全方位多维度的比较和分析。本研究基于浙江省自然资源资产负债实物量表，对各项自然资源资产负债实物量进行价值化，具体价值化方法见表 3。为了避免由于物价上涨与之相关的通货膨胀、货币贬值带来的价格影响，本研究将所有价值量都折算成 2015 年的价格进行比较分析，折算方法为：

$$P_{2015}=P_X\times（1+\text{当期平均通货膨胀率}）^{2015-X}$$

P_{2015} 为折算后的自然资源资产及负债的价值量；P_X 为 2000—2015 年中任意年份的价值量；X 表示计算的目标年份，平均通货膨胀率为当期 15 年内消费者价格指数（CPI）涨幅的平均值，数值为 2.3%。数据来源于国家统计局统计年鉴，均为最新修正后的数据，具体见表 4。

3 自然资源资产负债表的应用——以浙江省为例

3.1 自然资源资产负债实物量表

自然资源资产存量的实物量变化主要体现在固定资产上，其中土地资源虽然总量上保持不变，但是内部变化剧烈。森林面积增加，但草地、湿地、灌丛等生态用地面积都有萎缩，栖息地面积减少，同时城镇化占用了大量耕地，使耕地面积大幅减少，这也导致在对实物量进行价值化表达之后，土地资源资产总体存量价值呈下降趋势。矿产资源中的非金属矿产存量有明显增加，金属矿产和能源矿产则呈现减少。水资源量略有增加。无形资产中生物多样性维持功能以及水源涵养功能略有下降，土壤保持功能和碳固定功能则略有提升。具体见表 5。

表 1 自然资源资产负债表（实物量）整体框架

自然资源资产存量				期初（2000 年）	期末（2015 年）	存量变化	自然资源负债		
							2000—2015 年		
固定资产	土地资源	森林					土地资源负债	城镇增加	
		草地						栖息地减少	
		湿地						生活垃圾排放量	
		农田						工业废弃物排放量	
		城镇						农业废弃物排放量	
		灌丛						总计	
		裸地					矿产资源负债	化石燃料消耗量	
		土壤厚度						金属矿产减少量	
		土壤有机质含量							
		总计							
	矿产资源	能源矿产	煤炭				大气资源负债	降尘量	
			天然气					硫化物排放量	
			石油					氮氧化物排放量	
		金属矿产					水资源负债	取水量	
		非金属矿产						污水排放量	
	水资源						无形资产负债	碳排放量	
	林木资源								
无形资产	生物多样性维持功能								
	水源涵养功能							土壤流失量	
	土壤保持功能								
	碳固定功能								

表 2 浙江省自然资源资产负债表（实物量）数据来源

自然资源资产		自然资源存量	自然资源资产负债
固定资产	土地资源	遥感影像解译、浙江土种志	遥感影像解译、浙江省环境资源公报
	矿产资源	浙江省资源环境统计年鉴	浙江省资源环境统计年鉴
	水资源	浙江省水资源公报	浙江省环境状况公报
	林木资源	浙江省统计年鉴	浙江省统计年鉴
	大气资源	—	中国环境统计年鉴
无形资产	生物多样性维持功能	生物生境质量指数	—
	水源涵养功能	产水量	—
	土壤保持功能	土壤保持量	土壤流失量
	碳固定功能	碳储量	碳排放量

表 3 浙江省自然资源资产负债表价值化方法

自然资源资产		价值化方法	
		存量	负债
固定资产	土地资源	文献数据法、替代价值法	文献数据法、替代价值法
	矿产资源	市场价格法	市场价格法
	水资源	市场价格法	市场价格法
	林木资源	市场价格法	市场价格法
	大气资源	—	市场价格法
无形资产	生物多样性维持功能	意愿调查法	—
	碳固定功能	碳税法	碳税法
	水源涵养功能	影子工程法	—
	土壤保持功能	替代价值法	替代价值法

表 4 2000—2015 年中国年度 CPI 涨幅

年份	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年
CPI 涨幅	0.4%	0.7%	−0.8%	1.2%	3.9%	1.8%	1.5%	4.8%
年份	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2015 年	2000—2015 年
CPI 涨幅	5.9%	−0.7%	3.3%	5.4%	2.6%	2.6%	2.0%	2.3%

表5　2000—2015年浙江省自然资源资产负债表（实物量）

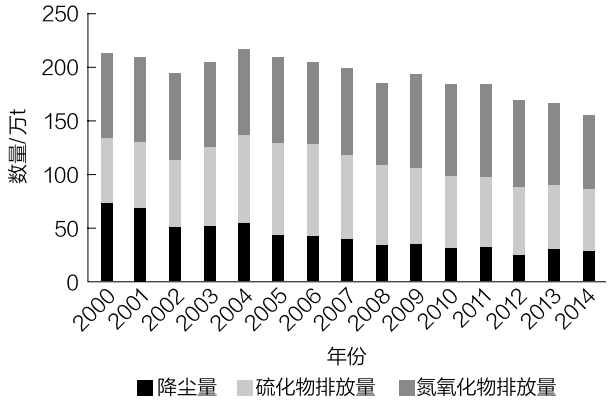
自然资源资产存量							自然资源资产负债		
				期初（2000年）	期末（2015年）	存量变化	2000—2015年		
固定资产	土地资源	森林 /km²		58 392.11	61 140.84	2 748.73	土地资源负债	栖息地减少 /km²	2 888.91
		草地 /km²		2 473.29	1 058.1	−1415.19		城镇增加 /km²	5 703.47
		湿地 /km²		7 296.57	6 710.8	−585.78		生活垃圾排放量 / 万 t	1 293.53
		农田 /km²		26 796.75	21 439.59	−5 357.16		工业废弃物排放量 / 万 t	4 452.12
		城镇 /km²		6 928.27	12 631.74	5 703.47		农业废弃物排放量 / 万 t	536.85
		灌丛 /km²		2 331.37	1 443.42	−887.95		总计 / 万 t	6 282.50
		裸地 /km²		239.86	33.74	−206.13			
		总计 /km²		104 458.22	104 458.22	−			
		土壤厚度 /mm		165.30	165.30	−			
		土壤有机质含量		2.86%	2.86%	−			
	矿产资源 / 万 t	能源矿产	煤炭	11 047.00	9 309.00	−1 738.00	矿产资源负债 / 万 t	化石燃料消耗量	1 738.00
			天然气	−	−	−		金属矿产减少量	3 331.89
			石油	−	−	−	大气资源负债 / 万 t	降尘量	650.32
		金属矿产		6 469.25	3 137.36	−3 331.89		硫化物排放量	1 044.91
		非金属矿产		227 243.00	354 051.00	126 808.00		氮氧化物排放量	1 197.46
	水资源 / 亿 m³			963.67	1 130.69	167.02	水资源负债 / 亿 t	取水量	3 200.74
	林木资源 / 万 m³			212.19	150.28	−61.91		污水排放量	162.44
无形资产	生物多样性维持功能（无单位）			0.525 4	0.513 4	−0.01	无形资产负债 / 万 t	碳排放量	145 227.94
	水源涵养功能（亿 m³/ 年）			1 099.39	1 096.92	−2.47		土壤流失量	19 491 141.46
	土壤保持功能（万 t/ 年）			6 028 451.18	6 036 343.96	7 892.78			
	碳固定功能 / 万 t 碳			97 216.62	98 272.55	1 055.93			

注：由于浙江省陆域内尚无发现油气资源，能源矿产中天然气和石油不作统计

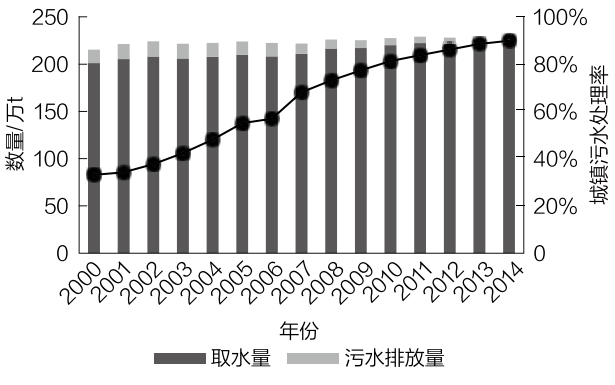
自“十五”以来，浙江省明显加强了生态省建设、环境治理投入，研究周期内主要污染物排放总量基本得到有效控制，工业产品的污染物排放强度逐年下降，“十二五”更是加大了大气污染以及水污染的治理投入，使得大气资源负债和水资源负债的累积速率放缓，环境治理措施取得显著成效。具体见图1。

3.2 自然资源资产负债价值量表

浙江省2015年自然资源资产存量价值约12.68万亿元，相当于当年浙江省GDP的3倍，是浙江省可持续发展的重要基础。截至2015年，自然资源资产价值以无形资产为主，价值为9.08万亿元，占自然资源资产总价值的71.61%，固定资产价值3.60万亿元，占自然资源资产总价值的28.39%。无形资产中以土壤保持功能和碳固定功能为主，合计占无形资产总价值的90.93%；固定资产以土地资源和水资源为主。当期内浙江省自然资源资产存量价值总体呈增加趋势，固定资产存量价值增加0.09万亿元，无形资产存量价值增加0.02万亿元。2000—2015年浙江省自然资源资产负债累



(a) 大气资源负债



(b) 水资源负债

图1　2000—2015年浙江省大气资源负债和水资源负债统计

计 0.21 万亿元，大气资源负债占比最高，达 39.07%，其次是水资源负债，达 27.07%。具体见表 6。

将研究周期内负债流量价值与资产流量价值（资产价值变化量）相除得到流量价值比值。碳固定功能负债流量价值与资产流量价值比值为 3.25，表明现在的碳固定功能还不能满足碳排放的需求，未来必须重视绿色低碳经济和生态经济的发展。水资源的资产增量与负债流量基本持平，说明水资源方面基本达到了可持续发展的要求。矿场资源资产的增量主要来源于非金属矿产，而金属矿产资源量 14 年间降低至一半。具体见表 7。

表7 2000—2015年浙江省自然资源资产与自然资源负债的流量价值

自然资源资产	当期资产流量价值 / 万元	当期负债流量价值 / 万元	负债流量价值与资产流量价值比值
矿产资源	3 086 061.09	1 974 327.49	0.64
水资源	5 945 912.00	5 713 372.15	0.96
碳固定功能	1 288 869.68	4 193 396.83	3.25

注：由于土地资源资产存量价值减少，且减少的存量价值量已包含了负债，故在此不做比较。

表6 2000—2015年浙江省自然资源资产负债表（价值量）

自然资源资产存量价值 / 万元						自然资源资产负债 / 万元		
			期初（2000 年）	期末（2015 年）	价值量变化	2000—2015 年		
固定资产	土地资源	森林	1 864 518.42	1 952 288.11	87 769.69	土地资源负债	栖息地减少	90 857.05
		草地	33 100.47	14 160.73	−18 939.74		城镇增加	14 343.66
		湿地	645 220.03	593 421.13	−51 798.90		城市垃圾处理投资	771 315.32
		农田	355 030.13	284 053.15	−70 976.98		工业固废处理投资	45 964.48
		城镇	17 423.92	31 767.57	14 343.66		总计	922 480.51
		灌丛	52 822.09	32 703.68	−20 118.41	林木资源负债	林木消耗	−56 461.92
		裸地	603.23	84.84	−518.39	矿产资源负债	化石燃料消耗	52 313.80
		土壤资源	307 243 151.10	307 243 151.10	—			
		总计	310 211 869.38	310 151 630.31	−60 239.07		金属矿产减少	1 553 860.00
	矿产资源		6 204 646.99	9 290 708.08	3 086 061.09		矿山环境恢复治理投入资金	368 153.69
	水资源		34 306 652	40 252 564	59 45 912.00	水资源负债	取水量	11 394.63
	林木资源		193 517.28	137055.36	−56 461.92		污水处理费用	5 701 977.52
无形资产	生物多样性维持功能		45 930.00	55 080.00	9 150.00	大气资源负债	废气处理设施运行费用	6 488 809.33
	水源涵养功能		82 454 250.00	82 269 000.00	−185 250.00		工业废气治理投资	1 757 223.88
	土壤保持功能		646 196 194.60	647 042 230.20	846 035.60	无形资产负债	碳排放	4 193 396.83
	碳固定功能		177 174 081.10	178 462 950.80	1 288 869.68		土壤流失	2 089 276 510

4. 结论与讨论

4.1 结论

（1）在自然资源资产负债表的编制上，本文遵循由简单到复杂的原则，明晰自然资源资产负债实物量计量是构建其价值量账户的前提，在实物量基础上核算价值量，通过对自然资源负债流量数据的计算来表示自然资源负债的变化。实物量账户可以准确表达自然资源资产负债的实物属性和具体数量。本文对于自然资源实物量账户的设计主要参考了 SEEA—2012 中心框架，创新性地在自然资源资产负债表中加入了无形资产。价值量账户是在实物量账户的基础上对实物量账户进行价值化表达。价值量账户相对实物量账户的优势是可将不同单位和属性的实物量全部转化为相同的价值单位，即让自然资源资产负债可以基于价值量进行多角度对比分析。

（2）以浙江省为例应用自然资源资产负债表，结果表明，浙江省土地资源资产总体存量价值呈下降趋势，未来发展需提高城镇化质量，根据资源环境承载能力构建科学合理的城镇化宏观布局，促进城市集约化发展。同时，碳排放造成的价值损失量大于碳固定功能流量价值增加量，应以绿色低碳经济发展为目标，统筹推进控制温室气体排放的各项举措，包括加快产业结构优化升级、大力推进节能降耗和循环经济发展、积极发展清洁能源、增加碳汇、控制非能源活动温室气体排放和加强高排放产品节约与替代等。

4.2 讨论

（1）本文是浙江省自然资源资产负债表编制与应用是初创性工作，涉及浙江省的生态安全问题，需要大量的数据资料和技术储备，以及海量数据核查复核工作。文中涉及的数据主要来源于对外公布的统计年鉴数据和公报数据、遥感解译数据以及利用 ArcGIS 技术的反演数据，这些数据尚未经过权威部门的审核认定，可能会有数据覆盖不全面、数据值偏差造成的研究区域内自然资源资产负债计量有误的情况。因此对于自然资源资产负债表的应用仅为初步尝试，主要目的仍以在现有数据基础上，探索自然资源资产负债表的构建以及可操作性，尝试编制浙江省自然资源资产负债实物量表为主。

（2）在价值量核算方面，目前没有统一的自然资源价值量评估体系，也缺乏基于活跃有效市场的价值参考标准，使价值化结果容易受评价人的主观判断影响，同时评价指标的空间异质性受到限制，难以体现空间变化。因此，目前的自然资源资产负债表还应侧重实物量表的编制，明确自然资源的权属性质，完善自然资源资产负债表的框架体系，从“实物量”和“变化量”出发，突出“实物量”“变

化量”和“流量”的核算，由易到难，逐步实现自然资源资产负债表的构建。同时在构建过程中还应注重领导干部自然资源离任审计体系的框架搭建，提炼前期生态环境保护工作的经验和结果，完善自然资源决策体系，为自然资源管理和使用提供参考依据。

致谢： 感谢浙江省生态环境厅和审计厅提供项目资助和数据支持。

参考文献

[1] 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, 163-163.

[2] 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 [M]. 北京 : 人民出版社 , 2013.

[3] 史丹 . 自然资源资产负债表 : 在遵循国际惯例中体现中国特色 (英文)[J]. 中国经济学人 (英文版), 2015, 10(4): 22-43.

[4] 陈志芳 , 赵晓宇 . 云南省自然资源资产负债表编制初探 [J]. 生态经济 , 2018, 34(11): 146-152.

[5] 杜文鹏 , 闫慧敏 , 杨艳昭 . 自然资源资产负债表研究进展综述 [J]. 资源科学 , 2018, 40(5): 875-887.

[6] 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 [J]. 中国科学院院刊 , 2014, 29(4): 449-456.

[7] 杨桂花 , 颜景金 . 自然资源资产负债表的编制——基于自然资源资产离任审计的视角 [J]. 财会月刊 , 2018(13): 119-126.

[8] BANERJEE O, CICOWIEZ M, HORRIDGE M, et al. A conceptual framework for integrated economic–environmental modeling[J]. The journal of environment & development, 2016, 25(3): 276-305.

[9] WIDODO H. Economic Performance and Factors Affecting the Context Socio Economic Environmental Accounting (SEEA)[A]. 1st International Conference on Intellectuals' Global Responsibility (ICICR 2017)ICI. Paris: Atlantis Press, 2018: 10-13.

[10] LI P, FAN C, CHEN D J, et al. Sustainability analysis of SEEA indicators for non-renewable resources[J]. Chinese journal of population resources and environment, 2013, 11(2): 97-108.

[11] 邱琼 , 施涵 . 关于自然资源与生态系统核算若干概念的讨论 [J]. 资源科学 , 2018, 40(10): 1901-1914.

[12] 李鹏 , 张晓敏 . 丝绸之路经济带资源环境成本及生态负荷强度的时空演变分析 [J]. 中国环境管理 , 2017, 9(3): 69-77.

[13] 沈晓艳 , 王广洪 , 黄贤金 . 1997—2013 年中国绿色 GDP 核算及时空格局研究 [J]. 自然资源学报 , 2017, 32(10): 1639-1650.

[14] 孙才志 , 王雪利 , 王嵩 . 环境约束下中国技术进步偏向测度及其空间效应分析 [J]. 经济地理 , 2018, 38(9): 38-46.

[15] 王普查 , 孙冰雪 . 资源利用效率、环保投资对绿色 GDP 的影响研究 [J]. 生态经济 , 2018, 34(4): 75-79, 92-92.

[16] 赵泽林 . 绿色 GDP 绩效评估算法的探索、比较及其优化路径 [J]. 统计与决策 , 2019, 35(3): 25-29.

[17] 王乐锦 , 朱炜 , 王斌 . 环境资产价值计量 : 理论基础、国际实践与中国选择——基于自然资源资产负债表编制视角 [J]. 会计研究 , 2016(12): 3-11.

[18] 周龙 , 方锐 . 美、德国家环境资产核算比较及其对我国的启示——基于 SEEA2012 中心框架的理论分析 [J]. 会计之友 , 2018(2): 24-30.

[19] 刘明辉 , 孙冀萍 . 论“自然资源资产负债表”的学科属性 [J]. 会计研究 , 2016(5): 3-8.

[20] 耿建新 , 胡天雨 , 刘祝君 . 我国国家资产负债表与自然资源资产负债表的编制与运用初探——以 SNA2008 和 SEEA2012 为线索的分析 [J]. 会计研究 , 2015(1): 15-24.

[21] 张颖 . 生态资产核算和负债表编制的统计规范探究——基于 SEEA 的视角 [J]. 中国地质大学学报 (社会科学版), 2018, 18(2): 92-101.

[22] 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 [J]. 中国人口 · 资源与环境 , 2015, 25(8): 1-9.

[23] 沈镭 , 钟帅 , 何利 , 等 . 复式记账下的自然资源核算与资产负债表编制框架研究 [J]. 自然资源学报 , 2018, 33(10): 1675-1685.

[24] 何利 , 沈镭 , 陶建格 , 等 . 基于 WSR 方法论的自然资源核算与资产负债表编制 [J]. 财会月刊 , 2019(9): 55-61.

[25] 蒋洪强 , 王金南 , 吴文俊 . 我国生态环境资产负债表编制框架研究 [J]. 中国环境管理 , 2014, 6(6): 1-9.

[26] 封志明 , 杨艳昭 , 闫慧敏 , 等 . 自然资源资产负债表编制的若干基本问题 [J]. 资源科学 , 2017, 39(9): 1615-1627.

[27] 张友棠 , 刘帅 , 卢楠 . 自然资源资产负债表创建研究 [J]. 财会通讯 , 2014(4): 6-9.

Research on the Compilation of Natural Resources Balance Sheet in Zhejiang Province Based on RS and GIS

QIU Lin[1], YU Jie[2], DENG Jinsong[3*],LIN Yi[3], DONG Li[3], CEN Qing[3], ZHOU Mengmeng[3]

(1.Zhejiang Environmental Protection Science Design and Research Institute, Hangzhou 310058, China; 2. Zhejiang Environmental Monitoring Center, Hangzhou 310058, China; 3. College of Environmental & Resource Sciences of Zhejiang University, Hangzhou 310058, China)

Abstract: Tentative compilation of Natural Resources Balance Sheet (NRBS) is an institutional innovation of the construction of ecological civilization. This paper built the frame structure of NRBS based on three principles: first in physical and then in monetary terms, first in stock and then in flow terms, first in intangible assets and then in tangible terms. And the possible accounting pathways of NRBS were explored by RS and GIS. Six kinds of accounting indices of tangible resources categorized land resources, mineral resources, water resources, timber resources, soil resources and atmospheric resources and four kinds of accounting indices of intangible resources categorized biodiversity maintenance functions, carbon fixation, water conservation function and soil conservation function were explicated. Taking Zhejiang Province as a study area, this paper explicated the overall thought and technological pathways for compiling a NRBS. The results showed that: ①the total natural resource assets of Zhejiang Province was 12.68trillion CNY in 2014, which was 3 times of its GDP; ②the total natural resource assets was in the rise in 2000-2014, the tangible natural resource assets increased by 90 billion CNY and intangible natural resource assets increased by 20 billion CNY;③the accumulative total liabilities of local NRBS in 2000-2014was to 210 billion CNY, the atmospheric resources liability was the highest, reaching 39.07%, the second was water resources liability, reaching 27.07%.The experience of compilation and pathways accounting for NRBS in Zhejiang Province might be applicable to other regions in China.

Keywords: natural resource balance sheet; environmental economic accounting; natural resource assets evaluation