

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

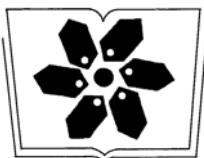
Acta Ecologica Sinica



第 33 卷 第 24 期 Vol.33 No.24 **2013**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 24 期 2013 年 12 月 (半月刊)

目 次

前沿理论与学科综述

- 中国南方红壤生态系统面临的问题及对策 赵其国, 黄国勤, 马艳芹 (7615)
- 《生态学基础》: 对生态学从传统向现代的推进——纪念 E.P. 奥德姆诞辰 100 周年
..... 包庆德, 张秀芬 (7623)

- 食物链长度理论研究进展 张 欢, 何 亮, 张培育, 等 (7630)

个体与基础生态

- 天山盘羊夏季采食地和卧息地生境选择 李 叶, 余玉群, 史 军, 等 (7644)
- 松果梢斑螟对虫害诱导寄主防御的抑制作用 张 晓, 李秀玲, 李新岗, 等 (7651)
- 菹草附着物对营养盐浓度的响应及其与菹草衰亡的关系 魏宏农, 潘建林, 赵 凯, 等 (7661)
- 濒危高原植物羌活化学成分与生态因子的相关性 黄林芳, 李文涛, 王 珍, 等 (7667)
- 四年 O₃ 熏气对小麦根际土壤氮素微生物转化的影响 吴芳芳, 郑有飞, 吴荣军, 等 (7679)
- 重金属 Cd²⁺ 和 Cu²⁺ 胁迫下泥蚶消化酶活性的变化 陈肖肖, 高业田, 吴洪喜, 等 (7690)

种群、群落和生态系统

- 不同生境中橘小实蝇种群动态及密度的差异 郑思宁 (7699)
- 亚热带樟树-马尾松混交林凋落物量及养分动态特征 李忠文, 闫文德, 郑 威, 等 (7707)

景观、区域和全球生态

- 中国陆地生态系统通量观测站点空间代表性 王绍强, 陈蝶聪, 周 蕾, 等 (7715)
- 雅鲁藏布江流域 NDVI 变化与风沙化土地演变的耦合关系 李海东, 沈渭寿, 蔡博峰, 等 (7729)
- 高精度遥感影像下农牧交错带小流域景观特征的粒度效应 张庆印, 樊 军 (7739)
- 高寒草原土壤有机碳及土壤碳库管理指数的变化 蔡晓布, 于宝政, 彭岳林, 等 (7748)
- 芦芽山亚高山草甸、云杉林土壤有机碳、全氮含量的小尺度空间异质性
..... 武小钢, 郭晋平, 田旭平, 等 (7756)
- 湘中丘陵区不同演替阶段森林土壤活性有机碳库特征 孙伟军, 方 晰, 项文化, 等 (7765)
- 东北黑土区片蚀和沟蚀对土壤团聚体流失的影响 姜义亮, 郑粉莉, 王 彬, 等 (7774)
- 滇西北高原纳帕海湿地土壤氮矿化特征 解成杰, 郭雪莲, 余磊朝, 等 (7782)
- 红壤区桉树人工林炼山后土壤肥力变化及其生态评价 杨尚东, 吴 俊, 谭宏伟, 等 (7788)
- 2000—2010 年黄河流域植被覆盖的时空变化 袁丽华, 蒋卫国, 申文明, 等 (7798)
- 庐山森林景观格局变化的长期动态模拟 梁艳艳, 周年兴, 谢慧玮, 等 (7807)

暖温带-北亚热带生态过渡区物种生境相关性分析 袁志良,陈 云,韦博良,等 (7819)

不同生境和去趋势方法下的祁连山柏径向生长对气候的响应 张瑞波,袁玉江,魏文寿,等 (7827)

资源与产业生态

大小兴安岭生态资产变化格局 马立新,覃雪波,孙 楠,等 (7838)

生态环境移动数据采集系统研究与实现 申文明,孙中平,张 雪,等 (7846)

城乡与社会生态

城市遥感生态指数的创建及其应用 徐涵秋 (7853)

研究简报

大明竹属遗传多样性 ISSR 分析及 DNA 指纹图谱研究 黄树军,陈礼光,肖永太,等 (7863)

干旱胁迫下 4 种常用植物幼苗的光合和荧光特性综合评价 卢广超,许建新,薛 立,等 (7872)

基于 ITS2 和 16S rRNA 的西施舌群体遗传差异分析 孟学平,申 欣,赵娜娜,等 (7882)

两种浒苔无机碳利用对温度响应的机制 徐军田,王学文,钟志海,等 (7892)

北京山区侧柏林冠层对降雨动力学特征的影响 史 宇,余新晓,张建辉,等 (7898)

学术信息与动态

景观生态学研究:传统领域的坚守与新兴领域的探索——2013 厦门景观生态学论坛述评
..... 杨德伟,赵文武,吕一河 (7908)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 296 * zh * P * ¥ 90.00 * 1510 * 33 * 2013-12



封面图说:黄土丘陵农牧交错带——黄土丘陵是中国黄土高原的主要地貌形态,由于黄土质地疏松,加之雨季集中,降水强度较大,地表流水冲刷形成很多沟谷,斜坡所占的面积很大。这里千百年来的农牧交错作业,地表植被和生态系统均遭受了严重的破坏。利用高精度影像对小流域景观的研究表明,这里耕地、林地和水域景观相对比较规则简单,荒草地和人工草地景观比较复杂。农牧交错带小流域景观形态具有分形特征,各类景观斑块的分维数对粒度变化的响应不同,分维数随粒度的增大呈非线性下降趋势。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@ 163.com

DOI: 10.5846/stxb201306101602

马立新,覃雪波,孙楠,杨国亭.大小兴安岭生态资产变化格局.生态学报,2013,33(24):7838-7845.

Ma L X, Qin X B, Sun N, Yang G T. The pattern of ecological capital in Daxiaoxinganling, Heilongjiang Province, China. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(24): 7838-7845.

大小兴安岭生态资产变化格局

马立新¹,覃雪波²,孙楠³,杨国亭^{1,*}

(1.东北林业大学生态研究中心,哈尔滨 150040; 2.天津自然博物馆,天津 300074;

3.东北农业大学水利与建筑学院,哈尔滨 150030)

摘要:利用遥感定量测量,采用 Landsat 25 卫星数据及其他辅助数据,结合生态学方法,对大小兴安岭的 18 个县市 2004 年和 2011 年两个年度的生态资产进行评估,分析其分布格局及其变化。结果表明生态资产空间格局呈现中部较高,南北部较低的特征;从 2004 到 2011 年,生态资产总量由 2379.26 亿元减少到 2308.53 亿元,减少了 2.97%,减少幅度较小,说明总量相对稳定;然而,各县市生态资产变化趋势不同,变化幅度从-29.54%到 26.38%之间,即从中度退化到中度增长;随着经济发展,国内生产总值在生态资产中的比重增高。研究表明,经济发展水平不同的区域应该采取不同的资源利用方式,提高生态资产,促进当地可持续发展。

关键词:生态资产;评估;大小兴安岭;格局

The pattern of ecological capital in Daxiaoxinganling, Heilongjiang Province, China

MA Lixin¹, QIN Xuebo², SUN Nan³, YANG Guoting^{1,*}

1 Center for Ecological Research, Northeast Forest University, Harbin 150040, China

2 Tianjin Natural History Museum, Tianjin 300074, China

3 School of Water Conservancy & Architecture, Northeast Agriculture University, Harbin 150030, China

Abstract: Ecological capital is one of the base of social and economic development. Understanding the ecological capital in a region is very useful to take effective management to improve the sustainable development. Thus, it is very important to assess of the ecological capital in a region. In this study, the ecological capital of the 18 counties in Daxiaoxinganling in 2004 and 2011 were evaluated. The main objectives of this study were to investigate (1) the spatial and temporal variation in ecological capital, (2) the changes in the ratio of Gross Domestic Product (GDP) and ecological capital in Daxiaoxinganling. The results showed that the ecological capital of the Daxiaoxinganling is unevenly distributed. The high ecological capitals were mainly found in the center region, while the relatively low values were occurred in north and south regions. Such pattern of the ecological capital distribution may be explained by two reasons. One is the land use. The high ecological capitals were occurred in center regions, which is due to the fact that there are large number areas of wetland in there. This is because that the service value of the wetland is with the highest value, for example it's is 65 times higher than forest. The other reason is the net primary productivity (NPP) of the vegetations is different in different regions. NPP is impacted by many factors such as soil type, climate (solar radiation, precipitation, temperature) and human disturbance, etc. In the center regions, which have the optimal environmental factor for the vegetation growth, thus the NNP is high. The total ecological capital was reduced from 2379.26×10^8 Yuan in 2004 to 2308.53×10^8 Yuan in 2011, with a decrease of

基金项目:黑龙江省科技攻关资助项目(GZ11C002)

收稿日期:2013-06-10; 修订日期:2013-10-08

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: shengtaiban@126.com

2.97%。This indicates that there were no significant changes in the total ecological capital. However, there were profound variations in ecological capital in different counties, with the range from -29.54% to 26.38%. In this study, the variation of ecological capital was classified into seven levels including sharp decline ($<-50\%$), moderate decline ($-50\%--15\%$), light decline ($-15\%--5\%$), approximately stable ($-5\%--5\%$), light increase ($5\%--15\%$), moderate increase ($15\%--50\%$) and sharp increase ($>50\%$). Bayan County, Donghe County and Heihe City were in the moderate decline for their decline exceeding 15%. Luobei County, Nenjiang County and Suiling County were in the light decline. Beian City and Wudalianchi City were in the moderate increase, while Yichun City, Tieli City and Tangyuan County were in the light increase. The remaining counties were in the approximately stable. The variation of the ecological capital changes can be attributed to the changing in land use as consequence of urbanization. In the present study, the ratios between GDP and ecological capital were gradually increasing in all the counties. It is due to the development of the economy. In order to increase the ecological capital and then improve the sustainable development, the natural resource should be used in different ways in the different economic level regions of Daxiaoxinganling.

Key Words: ecological capital; evaluation; Daxiaoxinganling; pattern

生态系统不仅给人类提供食物、原材料、药品等实物型生态资源,还提供净化空气、保持水土、涵养水源等非实物型生态服务,具有巨大的经济价值^[1-4]。随着资源、环境和人口问题的日益突出,以自然资源价值和生态系统服务功能效益为核心的生态资产开始被认为是一种国家资产^[5]。及时、准确和动态地掌握生态资产状况,对于国民经济发展、生态环境建设与保护具有重要的科学价值和现实意义^[5]。

大小兴安岭是我国重要的林区、木材资源战略储备基地,同时也是我国北方重要生态屏障,在维护国家生态安全、应对气候变化、保障国家长远木材供给等方面具有不可替代的作用。然而,由于长期高强度地开发,使该区域生态功能发生退化^[6],影响当地的可持续发展。生态资产作为人类社会经济发展的基础,其时空变化可以作为判定区域可持续发展的关键指标之一^[7]。本文以大小兴安岭为研究对象,对其 2004 和 2011 两个年度的生态资产进行估算,分析生态资产时空格局及变化原因,为促进当地的可持续发展提供借鉴。

1 研究区域

大小兴安岭地处我国东北部,在行政区上横跨内蒙古和黑龙江两省区,地貌为中低山区,属寒温带大陆性季风气候,年平均气温 $-2.8\text{ }^{\circ}\text{C}$;年降水量 550—740 mm。森林结构简单,以兴安落叶松(*Larix gmelini*)为绝对优势树种,其次为樟子松(*Pinus sylvestris*)、桦(*Betula*)、杨(*Populus*)等。本研究区域为大小兴安岭的黑龙江省部分,涉及 18 个县市,总面积约 21 万 km^2 。

2 研究方法

2.1 生态资产估算

生态资产是区域内生态系统提供的所有服务功能及自然资源价值的总和^[5],表示为:

$$V = \sum_{c=1}^n V_c \quad (1)$$

式中, V 表示生态资产价值总量; $C=1,2,\dots,n$,表示生态系统类型; V_c 表示第 C 类生态系统的生态资产,计算公式如下:

$$V_c = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m R_{ij} \times V_{ci} \times S_{ij} \quad (2)$$

式中, i 表示第 C 类生态系统的第 i 种生态服务功能; V_{ci} 表示第 C 类生态系统的第 i 种生态服务功能类型的单位面积价值; j 表示一定区域内 V_{ci} 在空间上分布的斑块数, S_{ij} 表示斑块的面积大小; R_{ij} 表示 V_{ci} 在不同斑块的生态参数,取决于生态系统的质量,通常选取植被覆盖度(f)和植被净初级生产力(NPP)来表征^[5]:

$$R_{ij} = (NPP_j/NPP_{\text{mean}} + f_j/f_{\text{mean}})/2 \quad (3)$$

式中, NPP_{mean} 和 f_{mean} 分别为植被净初级生产力和覆盖度的均值; NPP_j 和 f_j 为 j 斑块的植被净初级生产力和覆盖度。

NPP 采用 Thornthwaite 模型计算:

$$NPP = 3000 \times [1 - e^{-0.0009695(E-20)}] \quad (4)$$

$$E = \frac{1.05R}{1 + (1 + 1.05R/L)^2} \quad (5)$$

$$L = 3000 + 25t + 25t^3 \quad (6)$$

式中, E 为年实际蒸散量; L 为年平均蒸散量; t 为年平均气温 ($^{\circ}\text{C}$); R 为年降水量 (mm); e 为自然对数的底数。

2.2 数据来源和处理

采用的遥感影像数据为 Landsat 25 的 TM 数据, 空间分辨率为 $30 \text{ m} \times 30 \text{ m}$ 。对遥感影像数据进行大气和几何校正后, 根据研究区的实际情况, 将大小兴安岭分为 8 类生态系统: 林地、灌丛、草地、耕地 (包括旱地和水田)、水体 (湖泊和河流)、湿地、裸地和建设用地 (包括交通过地)。通过归一化植被指数 NDVI 计算植被覆盖度 (f)。

气温和降水数据来源于大小兴安岭气象站点的观测数据, 并参考当地统计年鉴。国内生产总值 (Gross Domestic Product, GDP) 来源于黑龙江省统计年鉴^[8-9]。

不同生态系统的单位面积生态资产价值初始值参考 Constanza^[1] 和潘耀忠等^[5] 设定, 裸地和建设用地为 0, 其他分别为: 林地 26.03×10^4 元/ km^2 ; 灌丛 29.00×10^4 元/ km^2 ; 草地 20.00×10^4 元/ km^2 ; 耕地 7.93×10^4 元/ km^2 ; 水体 732.00×10^4 元/ km^2 ; 湿地 1687.00×10^4 元/ km^2 。

3 结果

3.1 土地利用变化

从 2004 年到 2011 年, 不同土地的面积变化不明显, 其中林地、水体、耕地和建设用地略有增加, 而灌丛、草地、湿地和裸地则相应减少 (图 1)。

除了林地外, 其它类型土地在不同的县市发生较大变化 (表 1)。变化幅度最大的是巴彦县, 如草地变化幅度高达 87.56%, 变化较小的有嘉荫县、铁力市、黑河市区、北安市、五大连池市、呼玛县和塔河县, 变化幅度均小于 10% (表 1)。

3.2 生态资产总量变化

无论是 2004 年还是 2011 年, 不同的类型土地的生态资产均以湿地最高, 林地次之, 其它较低 (表 2)。从

2004 年到 2011 年, 大小兴安岭生态资产总量由 2379.26 亿元减少到 2308.53 亿元, 减少了 2.97%, 减少幅度较小; 各类型土地的生态资产变化幅度也在 5% 以内 (表 2), 表明生态资产总量相对稳定。

3.3 生态资产空间格局

大小兴安岭生态资产的空间分布不均衡, 单位面积产值相对较高的出现在中部县市, 如北安市、孙吴县、嫩江县、五大连池市、穆棱县等; 而较低的主要出现在南部和北部区域, 如嘉荫县和漠河县; 最低的是地级市的市区, 如鹤岗市区和伊春市区 (表 3)。

从 2004 年到 2011 年, 各县市的生态资产变化趋势不同, 变化幅度为 -29.54% — 26.38% (表 3)。参照徐昔保等^[7] 的划分标准, 生态资产变化幅度分为 7 个等级: 严重退化 (减少 50% 以上)、中度退化 (-50% — -15%)、轻度退化 (-15% — -5%)、基本稳定 (-5% — 5%)、轻度增长 (5% — 15%)、中度增长 (15% — 50%) 和

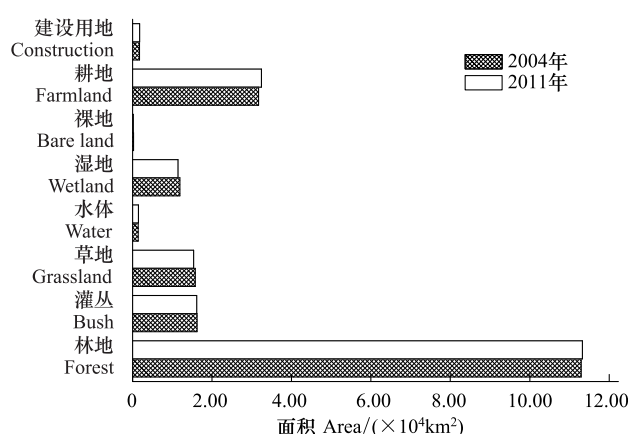


图 1 大小兴安岭土地利用变化

Fig.1 The variation of land use in Daxiaoxinganling Region

快速增长(50%以上)。从表3可见,巴彦县、通河县和黑河市区属于中度退化;萝北县、嫩江县和绥棱县属于轻度退化;北安市和五大连池市属于中度增长;伊春市区、铁力市和汤原县属于轻度增长;其余7个县市属于基本稳定。

表1 各县市各类型土地变化幅度

Table 1 The variation of land use in different counties

县市名 County and city	林地/% Forest	灌丛/% Bush	草地/% Grassland	水体/% Water	湿地/% Wetland	裸地/% Bare land	耕地/% Farmland	建设用地/% Construction
巴彦县	-2.31	-44.27	-87.56	60.20	-23.50	0.00	14.55	2.47
通河县	0.20	0.44	-11.73	9.08	-32.16	0.00	17.77	2.76
鹤岗市区	-0.13	1.10	-3.27	-1.01	16.53	0.00	-0.14	3.18
萝北县	0.69	4.51	29.74	1.84	-22.23	0.00	-1.47	5.77
伊春市区	0.15	-0.26	-1.28	14.78	-0.97	0.00	-1.29	1.73
嘉荫县	0.01	0.00	0.65	-1.74	3.73	0.00	-0.17	-5.92
铁力市	0.59	-7.24	-3.74	2.15	-0.55	0.00	0.40	-2.00
汤原县	0.93	-1.17	12.76	-0.33	-6.45	300.00	-1.21	-3.26
黑河市区 y	-0.33	-0.14	-0.57	-5.55	-2.65	0.00	4.04	-0.30
嫩江县	-0.97	-1.52	-6.72	42.90	-2.12	0.00	2.05	1.21
逊克县	0.51	-1.12	1.66	-3.74	-6.91	-83.91	1.64	2.64
孙吴县	-0.10	-4.48	-6.36	15.28	-0.35	0.00	1.33	1.47
北安市	0.12	5.13	7.34	-5.88	-1.23	0.00	-0.07	0.69
五大连池市 y	0.28	-0.36	-0.25	-2.18	0.08	-2.44	0.05	0.00
绥棱县	-0.61	37.49	-42.38	24.26	-0.25	0.00	0.77	0.05
呼玛县	0.39	-0.16	-4.38	-3.30	0.30	0.00	2.95	6.05
塔河县	-0.01	-0.01	-0.33	-0.38	3.40	0.00	4.54	5.04
漠河县	1.09	-1.51	-7.28	15.66	-7.77	16.29	0.09	39.22

表2 生态资产构成及变化

Table 2 The composition and change of the ecological capital

项目 Item	林地 Forest	灌木 Bush	草地 Grassland	水体 Water	湿地 Wetland	耕地 Farmland	合计 Total
2004/(10 ⁸ 元)	335.68	54.54	35.98	108.43	1822.29	22.34	2379.26
2011/(10 ⁸ 元)	335.30	53.33	34.45	111.79	1750.67	22.99	2308.53
变化量 Change/(10 ⁸ Yuan)	-0.38	-1.21	-1.52	3.36	-71.62	0.65	-70.74
变化率 Change percentage/%	-0.11	-2.22	-4.24	3.10	-3.93	2.89	-2.97
年均变化率 Annual change/%	-0.02	-0.32	-0.61	0.44	-0.56	0.41	-0.42

表3 生态资产变化格局

Table 3 The pattern of the ecological capital

县市名 County and city	2004		2011		变化率 Change	
	单位面积价值 Value per km ² /(10 ⁴ 元)	总价值 Total value /(10 ⁸ 元)	单位面积价值 Value per km ² /(10 ⁴ 元)	总价值 Total value /(10 ⁸ 元)	年均变化率/% Annual chang	总变化率/% Total change
巴彦县	97.72	30.66	70.06	21.98	-4.04	-28.31
通河县	208.62	117.96	147.01	83.12	-4.22	-29.54
鹤岗市区	61.04	27.82	62.74	28.60	0.40	2.80
萝北县	111.49	75.22	100.07	67.51	-1.46	-10.25
伊春市区	59.38	116.08	64.11	125.32	1.14	7.96
嘉荫县	62.89	42.42	61.34	41.37	-0.35	-2.48

续表

县市名 County and city	2004		2011		变化率 Change	
	单位面积价值 Value per km ²	总价值 Total value	单位面积价值 Value per km ²	总价值 Total value	年均变化率/% Annual chang	总变化率/% Total change
	/(10 ⁴ 元)	/(10 ⁸ 元)	/(10 ⁴ 元)	/(10 ⁸ 元)		
铁力市	147.09	94.92	163.36	105.41	1.58	11.05
汤原县	87.05	29.77	92.72	31.71	0.93	6.52
黑河市区	150.00	209.11	120.17	167.52	-2.84	-19.89
嫩江县	230.39	361.65	204.58	321.14	-1.60	-11.20
逊克县	92.71	157.84	95.74	163.01	0.47	3.28
孙吴县	278.54	118.11	265.79	112.70	-0.65	-4.58
北安市	260.32	188.73	329.03	238.51	3.77	26.38
五大连池市	167.37	144.08	193.17	166.29	2.20	15.42
绥棱县	254.13	108.93	225.62	96.71	-1.60	-11.22
呼玛县	114.64	367.49	110.50	354.21	-0.52	-3.61
塔河县	52.74	75.12	50.80	72.36	-0.52	-3.67
漠河县	61.31	113.36	60.05	111.05	-0.29	-2.04

3.4 国内生产总值(GDP)与生态资产比较

各县市 GDP 与生态资产总量的比值结果见图 2。从 2004 年到 2011 年,两者比值呈现增高的趋势,但各县市增幅不同,增幅较大的有通河县、汤原县、嫩江县、孙吴县和五大连池市,增幅高达 300% 以上(图 2)。

4 讨论

4.1 生态资产时间变化

经历多年高强度采伐,大小兴安岭森林资源受到严重破坏,采伐抚育失调,生态功能下降^[6]。然而,从 2004 年到 2011 年,大小兴安岭的生态资产总量并没有发生较大的变化(表 1),表明近年来生态功能基本稳定,生态恶化的趋势得以控制。这主要得利于国家出台各种政策。首先是 2000 年实施天然林资源保护工程^[10]。该政策实行之后,大小兴安岭由开始阶段的限采限伐,继而全面禁伐,一方面保护了原有未受破坏的森林资源,另一方面,加强了对已破坏的森林资源恢复,从而提高生态功能。其次是 2002 年启动的退耕还林工程^[11]。退耕还林工程有助改良土壤,涵养水源,从而增加生态系统的净初级生产力,使生态环境得到改善^[12-13]。此外,2010 年,大小兴安岭生态保护与经济转型规划上升到国家战略层面。这些政策有利于保护大小兴安岭的森林资源,控制生态退化趋势,提升当地的可持续发展潜力。

4.2 生态资产空间变化

大小兴安岭的生态资产空间分布呈现中部较高,南北部较低的特征(表 3)。造成这种差异主要有两方面的原因。一是土地利用类型。在陆地生态系统类型中,湿地单位面积价值最高^[1, 5]。这可能与湿地能提供碳储存、保护生物多样性、水产品、净化水质和防止侵蚀等多种生态功能相关^[14]。因此,湿地面积较高的地区,生态资产也较高。在大小兴安岭中部的北安市、孙吴县、嫩江县和五大连池市,它们的湿地面积较大,均在 500 km² 以上,甚至达到 2500 km² (嫩江县)(表 1),因而生态资产总量较高。二是植被净初级生产力(NPP)。NPP 反映植被生产能力和陆地生态系统的质量^[15-16]。通常,NPP 和生态资产呈正相关^[5]。NPP 受土壤类

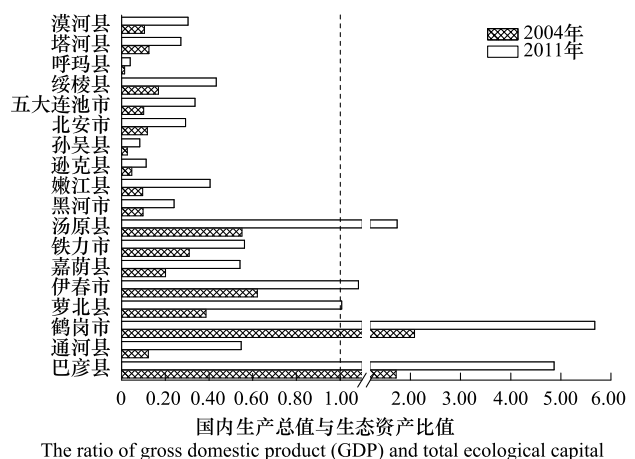


图 2 国内生产总值(GDP)与生态资产比值

Fig. 2 The ratio of the GDP and ecological capital in different counties

型、气候(光、降水量、温度)和人类干扰等多种因子影响^[17]。在本研究中,大小兴安岭的土壤类型相同或相近,因此,造成各县市 NPP 差异可能原因是气候和人类干扰。相对于南、北部,中部的黑河市所辖的各县市所在的区域是大小兴安岭降水量较高、温度相对适中的地区,同时人口少,人为干扰小。而在南部,由于是人口多,人为干扰明显,如鹤岗市区和伊春市区,人口密集,干扰明显,生态资产均较低(表 3);北部区域尽管人少干扰小,降水量也大,但气温偏低,不利于植物的生长,NPP 较低,表现为生态资产较低。

生态资产退化是生态系统的一种逆向演替过程,表现为对干扰低抗力低、缓冲能力弱,敏感性和脆弱性高,是生态恶化的结果^[18]。本研究中,巴彦县、通河县和黑河市区属于中度退化。巴彦县和通河县主要由于湿地的减少(减少 20%以上)造成。他们湿地的减少归结于城市化,作为哈尔滨市所辖县,近年来随着哈尔滨城市化加快,其所辖的县市也加快城市化进程。城市化使得分布于巴彦县和通河县的城市周边的湿地转为建设用地,从而降低了生态资产。这表明城市化会导致当地的生态资产降低^[19]。对于黑河市区,各类土地(包括湿地)变化幅度也较小,生态资产退化可能另有原因。通过比较两个年度的降水量发现,2011 年的降水量为 368 mm,不到 2004 年(749 mm)的 50%。由此可推断,降水是影响其生态资产降低的主要原因。因为降水减少会加剧干旱,使森林结构改变、湿地、草原退化、农作物减产等^[20-22],从而导致生态资产降低。由此可见,气象也是影响生态资产变化的重要因素。嫩江县的生态资产总量在 18 个县市中位居第二,然而从 2004 年到 2011 年,生态资产减少了 11.2%(表 3),属于轻度退化,这表明自然资源禀赋较高的地方,生态资产也发生退化,因此应该采取有效举措进行遏制。在本研究中,生态资产增加的县市多为旅游城市,如五大连池市,伊春市区、铁力市等。这是由于相对其它工业,旅游业对自然环境的影响较小,而且为了吸引游客,这些旅游城市加大对生态环境的保护和治理,有助于提高生态资产。

4.3 国内生产总值(GDP)在生态资产总量中的变化

在本研究中,各县市 2004 年的 GDP/生态资产总量比值比相应的 2011 年要低(图 2),表明 GDP 在生态资产中的比重呈现增高趋势。由于生态资产变化相对较小(表 3),而各县市的 GDP 在 7a 间均翻一番^[8-9],因此,比值增加的主要原因是各县市 GDP 增加,即经济的发展。这与之之前胡德永等研究得到的结论相似,他们认为湖州 GDP/生态资产总量比值增高主要与经济快速增长相关^[23]。

生态资产是社会经济发展的重要基础^[7],也是 GDP 增长的基础。大量开发利用自然资源有利于提高 GDP,但若是不合理或过度开发,又导致生态环境退化,使得生态资产降低,不利于当地的可持续发展。然而,GDP 增加可以通过提高生态资产的利用效率来实现。如利用先进的生产技术,对自然资源进行深加工,增加其附加值,提高 GDP。这种通过提高利用效率的生产方式有助于提高生态资产,促进可持续发展。可见,GDP/生态资产总量比值并不能决定是否可持续发展,但对可持续发展却产生重要影响。

4.4 资源开发利用

根据 2011 年各县市的 GDP,将 18 县市分为较发达(GDP>100 亿元,有鹤岗市区、伊春市区、嫩江县)、欠发达(GDP<20 亿元,有孙吴县、呼玛县、逊克县)和一般(20 亿元<GDP<100 亿元,其余 12 县市)3 个经济水平^[9]。大小兴安岭不同县市生态资产变化幅度不同,GDP/生态资产总量比值也不同,因此,不同经济发展区域应该采取不同的资源开发利用方式,以提升当地可持续发展潜力。

在经济较发达区域,根据生态资产变化幅度分为 3 种资源利用方式:(1)生态资产增长(轻度和中度增长)区域,如伊春,延续或改进目前的资源利用方式,同时加强环境保护,不断提高生态资产总量。(2)生态资产稳定区域,如鹤岗市区,要提高资源利用率,促进产品升级和更新,控制发展与生态保护相冲突的产业,如煤矿业,提高区内矿山企业采选技术准入条件,强化土地复垦和环境整治义务;对已经进行开采和深加工的企业,要求采用新工艺、新技术,提高资源综合利用和环保水平,实行清洁生产。(3)生态资产退化(轻度和中度退化)区域,如嫩江县,首先,改变资源利用方式;其次,制定和实施生态恢复计划;再次,发展绿色产业。针对嫩江县湿地面积较大的特点,可以发展湿地生态旅游。

在本研究中,经济欠发达区域的 3 个县市的生态资产均为基本稳定(表 3)。一方面要改进当前的资源开

发方式,提高生态资产总量;另一方面要发展经济,提高 GDP。因此,要加强环境保护和提高自然资源利用率,培育新兴产业、淘汰落后和污染严重的产业,如发展绿色食品产业,促进经济发展和提升环境质量。

对经济发展一般,生态资产退化区域,一要积极治理环境污染,提高生态环境质量;二要降低单位产值能耗及污染物排放,同时提高生产效率,使经济与环境协调发展。生态资产增长或稳定的区域,要继续加强环境保护,与此同时,通过优化产业结构、提高产品升级,如发展木材精加工业、中药材加工等,避免走先污染后治理的老路,在提高 GDP 的同时也要做好环境保护。

5 结论

大小兴安岭生态资产空间格局呈现中部较高、南北部较低的特征。从 2004 到 2011 年,生态资产总量减少幅度较小,相对稳定。18 个县市生态资产变化幅度从中退化到中度增长之间,中度退化的有巴彦县、通河县和黑河市区;轻度退化的有嫩江县、萝北县和绥棱县;中度增长有北安市和五大连池市,轻度增长的有伊春市区、铁力市和汤原县;其余 7 个县市,包括鹤岗市区、嘉荫县、逊克县、孙吴县、呼玛县、塔河县和漠河县,属于基本稳定。随着经济发展,GDP 在生态资产中的比重也呈现增高趋势。为提高生态资产,促进可持续发展,不同经济发展的区域应该采取不同的资源开发方式。

References:

- [1] Costanza R, D'Arge R, De Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R V, Paruelo J, Raskin R G, Sutton P, van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, 387(6630): 253-260.
- [2] Xie G D, Zhang Y L, Lu C X, Zheng D, Cheng S K. Study on rangeland ecosystem services of China. *Journal of Natural Resources*, 2001, 16(1): 47-53.
- [3] Norgaard R B. Ecosystem services: From eye-opening metaphor to complexity blinder. *Ecological Economics*, 2010, 69(6): 1219-1227.
- [4] Zhang B, Li W H, Xie G D. Ecosystem services research in China: Progress and perspective. *Ecological Economics*, 2010, 69(7): 1389-1395.
- [5] Pan Y Z, Shi P J, Zhu W Q, Ku X H, Fan Y D, Li J. Quantitative remote sensing measurement of ecological capital of terrestrial ecosystem in China. *Science in China Series D: Earth Sciences*, 2004, 34(4): 375-384.
- [6] Geng Y D, Zhou Y. Ecological function areas model in Daxing'anling and Xiaoxing'anling. *Forestry Economics*, 2012, (4): 73-76, 79-79.
- [7] Xu X B, Chen S, Yang G S. Spatial and temporal change in ecological assets in the Yangtze River Delta of China 1995—2007. *Acta Ecologica Sinica*, 2012, 32(24): 7667-7675.
- [8] Heilongjiang Provincial Bureau of Statistics. *Heilongjiang Statistical Yearbook—2005*. Beijing: China Statistics Press, 2005.
- [9] Heilongjiang Provincial Bureau of Statistics, Survey Office of the National Bureau of Statistics of China in Heilongjiang. *Heilongjiang Statistical Yearbook—2012*. Beijing: China Statistics Press, 2012.
- [10] Hu H F, Liu G H. Carbon sequestration of China's National Natural Forest Protection Project. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(1): 291-296.
- [11] Zhu Z Q, Liu L M, Zhang J L. Impact of grain for green project on landscape pattern in hilly loess region in Southern Ningxia: landscape evolution process assessment of Zhong-zhuang-cun small watershed in 1993—2005. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(1): 146-154.
- [12] Long H L, Heilig G K, Wang J, Li X B, Luo M, Wu X Q, Zhang M. Land use and soil erosion in the upper reaches of the Yangtze River: some socio-economic considerations on China's Grain-for-Green Programme. *Land Degradation and Development*, 2006, 17(6): 589-603.
- [13] Caldwell I M, Maclaren V W, Chen J M, Ju W M, Zhou S, Yin Y, Boland A. An integrated assessment model of carbon sequestration benefits: A case study of Liping County, China. *Journal of Environmental Management*, 2007, 85(3): 757-773.
- [14] Moreno-Mateos D, Power M E, Comín F A, Yockteng R. Structural and functional loss in restored wetland ecosystems. *Plos Biology*, 2012, 10(1): 1001247-1001247.
- [15] Imhoff M L, Bounoua L, DeFries R, Lawrence W T, Stutzer D, Tucker C J, Ricketts T. The consequences of urban land transformation on net primary productivity in the United States. *Remote Sensing of Environment*, 2004, 89(4): 434-443.
- [16] Field C B, Behrenfeld M J, Randerson J T, Falkowski P. Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. *Science*, 1998, 281(5374): 237-240.
- [17] Yu D Y, Shao H B, Shi P J, Zhu W Q, Pan Y Z. How does the conversion of land cover to urban use affect net primary productivity? A case study in Shenzhen city, China. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2009, 149(11): 2054-2060.
- [18] Su P P, Guo Z Y, Ye S F. Assessing the ecological assets in coastal zone using remote sensing data: a case study of Baoshan, Shanghai. *Journal of East China Normal University: Natural Science*, 2011, (4): 75-82, 93-93.

- [19] Chen M H, Chen Y B, Guo G H, Ai B. Ecological property assessment in the rapidly urbanized region based on RS: A case study of Dongguan. *Journal of Natural Resources*, 2012, 27(4): 601-613.
- [20] Withey P, van Kooten G C. The effect of climate change on optimal wetlands and waterfowl management in Western Canada. *Ecological Economics*, 2011, 70(4): 798-805.
- [21] Tabari H, Aghajanloo M B. Temporal pattern of aridity index in Iran with considering precipitation and evapotranspiration trends. *International Journal of Climatology*, 2013, 33(2): 396-409.
- [22] Liu X, Liu W, Xia J. Comparison of the streamflow sensitivity to aridity index between the Danjiangkou Reservoir basin and Miyun Reservoir basin, China. *Theoretical and Applied Climatology*, 2013, 111(3/4): 683-691.
- [23] Yu D Y, Pan Y Z, Liu X, Wang Y Y, Zhu W Q. Ecological capital measurement by remotely sensed data for Huzhou and its socio-economic application. *Journal of Plant Ecology*, 2006, 30(3): 404-413.

参考文献:

- [2] 谢高地, 张钰铨, 鲁春霞, 郑度, 成升魁. 中国自然草地生态系统服务价值. *自然资源学报*, 2001, 16(1): 47-53.
- [5] 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*, 2004, 34(4): 375-384.
- [6] 耿玉德, 周延. 大小兴安岭生态功能区建设模式研究. *林业经济*, 2012, (4): 73-76, 79-79.
- [7] 徐昔保, 陈爽, 杨桂山. 长三角地区 1995—2007 年生态资产时空变化. *生态学报*, 2012, 32(24): 7667-7675.
- [8] 黑龙江省统计局. 黑龙江统计年鉴—2005. 北京: 中国统计出版社, 2005.
- [9] 黑龙江省统计局, 国家统计局黑龙江省调查总队. 黑龙江统计年鉴-2012. 北京: 中国统计出版社, 2012.
- [10] 胡会峰, 刘国华. 中国天然林保护工程的固碳能力估算. *生态学报*, 2006, 26(1): 291-296.
- [11] 朱战强, 刘黎明, 张军连. 退耕还林对宁南黄土丘陵区景观格局的影响——以中庄村典型小流域为例. *生态学报*, 2010, 30(1): 146-154.
- [18] 苏盼盼, 过仲阳, 叶属峰. 基于遥感的上海市宝山区海岸带生态资产评估. *华东师范大学学报: 自然科学版*, 2011, (4): 75-82, 93-93.
- [19] 陈明辉, 陈颖彪, 郭冠华, 艾彬. 快速城市化地区生态资产遥感定量评估——以广东省东莞市为例. *自然资源学报*, 2012, 27(4): 601-613.
- [23] 于德永, 潘耀忠, 刘鑫, 王艳艳, 朱文泉. 湖州市生态资产遥感测量及其在社会经济中的应用. *植物生态学报*, 2006, 30(3): 404-413.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.33, No.24 Dec., 2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- The problems in red soil ecosystem in southern of China and its countermeasures ZHAO Qiguo, HUANG Guoqin, MA Yanqin (7615)
- Fundamentals of Ecology: promoting ecology from tradition to modern: To Commemorate The 100th Anniversary of E. P. Odum's Birthday BAO Qingde, ZHANG Xiufen (7623)
- Food chain length theory: a review ZHANG Huan, HE Liang, ZHANG Peiyu, et al (7630)

Autecology & Fundamentals

- Foraging and bed site selection of Tianshan argali (*Ovis ammon karelini*) in Central Tianshan Mountains in Summer LI Ye, YU Yuqun, SHI Jun, et al (7644)
- Inhibition of pine coneworm, larvae *Dioryctria pryeri*, on herbivore-induced defenses of *Pinus tabulaeformis* ZHANG Xiao, LI Xiuling, LI Xingang, et al (7651)
- Response of periphyton to nutrient level and relationships between periphyton and decay degree of *Potamogeton crispus* WEI Hongnong, PAN Jianlin, ZHAO Kai, et al (7661)
- Correlative study between chemical constituents and ecological factors of *Notopterygii Rhizoma* Et Radix of endangered plateau plant HUANG Linfang, LI Wentao, WANG Zhen, et al (7667)
- Induced changes in soil microbial transformation of nitrogen in maize rhizosphere by 4-year exposure to O₃ WU Fangfang, ZHENG Youfei, WU Rongjun, et al (7679)
- Changes of digestive enzyme activity of *Tegillarca granosa* exposed to cadmium and copper CHEN Xiaoxiao, GAO Yetian, WU Hongxi, et al (7690)

Population, Community and Ecosystem

- Population dynamics and density of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) in different habitats ZHENG Sining (7699)
- Litter fall production and nutrient dynamic of *Cinnamomum camphora* and *Pinus massoniana* mixed forests in subtropics China LI Zhongwen, YAN Wende, ZHENG Wei, et al (7707)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Assessing the spatial representativeness of eddy covariance flux observation stations of terrestrial ecosystems in China WANG Shaoqiang, CHEN Diecong, ZHOU Lei, et al (7715)
- The coupling relationship between variations of NDVI and change of aeolian sandy land in the Yarlung Zangbo River Basin of Tibet, China LI Haidong, SHEN Weishou, CAI Bofeng, et al (7729)
- Effects of higher resolution image and spatial grain size on landscape pattern in a small watershed of the farming-pastoral zone ZHANG Qingyin, FAN Jun (7739)
- The changes of soil organic carbon and carbon management index in alpine steppe CAI Xiaobu, YU Baozheng, PENG Yuelin, et al (7748)
- Spatial heterogeneity of soil organic carbon and total nitrogen at small scale in subalpine meadow and *Picea meyeri* forest in Luya Mountain WU Xiaogang, GUO Jinping, TIAN Xuping, et al (7756)
- Active pools of soil organic carbon in subtropical forests at different successional stages in Central Hunan, China SUN Weijun, FANG Xi, XIANG Wenhua, et al (7765)
- The impact of sheet and gully erosion on soil aggregate losses in the black soil region of Northeast China JIANG Yiliang, ZHENG Fenli, WANG Bin, et al (7774)
- Net nitrogen mineralization in soils of Napahai wetland in Northwest Yunnan XIE Chengjie, GUO Xuelian, YU Leichao, et al (7782)

- Variation of soil fertility in *Eucalyptus robusta* plantations after controlled burning in the red soil region and its ecological evaluation YANG Shangdong, WU Jun, TAN Hongwei, et al (7788)
- The spatio-temporal variations of vegetation cover in the Yellow River Basin from 2000 to 2010 YUAN Lihua, JIANG Weiguo, SHEN Wenming, et al (7798)
- Long-term dynamic simulation on forest landscape pattern changes in Mount Lushan LIANG Yanyan, ZHOU Nianxing, XIE Huiwei, et al (7807)
- Species habitat correlation analysis in temperate-subtropical ecological transition zone YUAN Zhiliang, CHEN Yun, WEI Boliang, et al (7819)
- Responses of Qilian junipers radial growth of different ecological environment and detrending method to climate change in Qinghai Province ZHANG Ruibo, YUAN Yujiang, WEI Wenshou, et al (7827)
- Resource and Industrial Ecology**
- The pattern of ecological capital in Daxiaoxinganling, Heilongjiang Province, China MA Lixin, QIN Xuebo, SUN Nan, et al (7838)
- Research and implementation of mobile data collection system for field survey of ecological environment SHEN Wenming, SUN Zhongping, ZHANG Xue, et al (7846)
- Urban, Rural and Social Ecology**
- A remote sensing urban ecological index and its application XU Hanqiu (7853)
- Research Notes**
- Genetic diversity and DNA fingerprint of *Pleioblastus* by ISSR HUANG Shujun, CHEN Liguang, XIAO Yongtai, et al (7863)
- Comprehensive evaluation on photosynthetic and fluorescence characteristics in seedlings of 4 drought resistance species LU Guangchao, XU Jianxin, XUE Li, et al (7872)
- Stock difference of *Coelomactra antiquata* based on nuclear (ITS2) and mitochondrial (16S rRNA) DNA sequence and secondary structure MENG Xueping, SHEN Xin, ZHAO Nana, et al (7882)
- The mechanism of the characters of inorganic carbon acquisition to temperature in two *Ulva* species XU Juntian, WANG Xuwen, ZHONG Zhihai, et al (7892)
- Research on changes of dynamic characteristics of rainfall though *Platycladus Orientalis* plantation canopy in Beijing Mountain Area SHI Yu, YU Xinxiao, ZHANG Jianhui, et al (7898)

《生态学报》2014 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

本期责任副主编 丁 平

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 33 卷 第 24 期 (2013 年 12 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 24 (December, 2013)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel: (010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail: journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add: P.O.Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元