

新疆生态足迹与环境压力的时空分异

李红丽¹, 智颖飙^{2,3,*}, 张荷亮², 陶文辉², 王再岚⁴, Emmy Komada⁵,
杜永春⁶, 白志刚⁷, 刘秀珍⁸

(1. 北京林业大学自然保护区学院, 北京 100083; 2. 内蒙古大学鄂尔多斯学院, 鄂尔多斯 017000;

3. 安徽大学生命科学学院, 合肥 230039; 4. 中国人民大学环境学院, 北京 100872;

5. 美国旧金山中国文化研究中心, 旧金山 94102; 6. 内蒙古鄂尔多斯市农业科学研究所, 鄂尔多斯 017000;

7. 内蒙古鄂尔多斯市达拉特旗农业局, 鄂尔多斯 017000; 8. 新疆农业大学, 乌鲁木齐 830052)

摘要:提高生态现代化总体水平是改善区域生态环境承载力的核心和关键。利用生态环境质量指数和生态现代化指数(EMI)对我国西部生态环境脆弱区的新疆维吾尔自治区生态足迹和环境压力的变动态势进行了系统分析。结果表明:2004年新疆生态现代化指数在全国排名为27位,仍然为我国生态现代化水平落后的地区之一。1980—2005年,新疆综合现代化水平远低于高收入国家、世界平均水平和中等发达国家。1998年新疆人均生态足迹由25957hm²增加到2007年的40551hm²,人均生态承载力由3.1270hm²减少到2.8266hm²。区域环境水平呈下降趋势。资源转化率、生态保护指数呈明显上升态势。环境治理指数呈剧烈变动,1996—2003年呈“N”型变动态势,区域生态脆弱性没有明显逆转。

关键词:生态整体性; 环境可持续性指数; 生态足迹; 归一化系数; 新疆

Parallel analysis of ecological footprint and regional ecological capacity: a case study for Xinjiang

LI Hongli¹, ZHI Yingbiao^{2,3,*}, ZHANG Heliang², TAO Wenhui², WANG Zailan⁴, Emmy Komada⁵, DU Yongchun⁶,
BAI Zhigang⁷, LIU Xiuzhen⁸

1 College of Nature Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

2 Ordos College of Inner Mongolia University, Ordos 017000, China

3 School of Life Science, Anhui University, Hefei 230039, China

4 School of Environment and Natural Resources, Renmin University of China, Beijing 100872, China

5 Chinese Culture Center of San Francisco, San Francisco, CA. 94102, USA

6 Ordos Agricultural Science Institute of Inner Mongolia, Ordos 017000, China

7 Agricultural Bureau of Dalate County in Inner Mongolia, Ordos 017000, China

8 Xinjiang Agriculture University, Urumqi 830052, China

Abstract: It is the popular measure to analyze sustainable development state by the way of ecological footprint and ecological capacity. Then, it could be used to assess ecological deficit or ecological surplus of region, province and country, which is the base of ecological modernization. The key to improving overall levels of ecological modernization is improving the regional ecological environment carrying capacity of a system's key components. The use of an eco-environmental quality index and ecological modernization index (EMI) on the fragile ecological environment of western China's Xinjiang Uygur Autonomous Region was used to assess an ecological footprint and analyze environmental pressure changes under the condition of ecological deficit in the world, which could give some materials about ecological reconstruction, ecological restoration and environment improvement. Results showed that in 2004, the region's ecological

基金项目: 中国博士后基金资助项目(20060400551); 中央高校基本科研业务费专项基金资助(YX2010-3)

收稿日期: 2010-01-09; 修订日期: 2010-06-17

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhiyingbiao@gmail.com

modernization index stood 27th in the national rankings, signifying a steep lag behind the average index exhibited by other regional ecological reforms. Since 1980, when the “25a” comprehensive modernization roadmap for Xinjiang was introduced, ecological modernization in the region has lagged far behind not only high-income countries, but also behind the world average posted by only moderately developed countries. Between 1998 and 2007, Xinjiang’s per capita ecological footprint stood at 25957hm² and 40551hm², and its per capita ecological carrying capacity was reduced from 3.1270hm² to 2.8266 hm². This indicates a clear trend toward a jeopardized environmental quality in the region. The rates at which the resource conversion and ecological protection indexes altered further support such an interpretation of this trend. A significant reference point here notes the lack of change in environmental governance indexes. In one such index, the years between 1996 and 2003 were all qualified as “N” type situation changes, with no significant regional ecological vulnerability reversed. During the period between 1995 and 2006 the levels indicated by Xinjiang’s regional environmental indexes also declined. Any such plan of action for Xinjiang should incorporate should: harness geographical and regional resource advantages; utilize efficient, low cost and low high-density materials; incorporate high-standard, low-emission, and non-toxic practices; foster environmental justice and ecological ethics; and design an approach that develops an artificial ecological restoration design. Establishing an ecological compensation system will necessitate a system that incentivizes environmental responsibility and requires environmental risk assessments, and should specifically focus on innovating an environmental protection and development model tailored to Central Asian regional cooperation. Such a model would be fully capable of launching Xinjiang by 2015 into China’s environmental performance standards for regions of middle-level resources, and by 2020 into mid-level standards of ecological modernization for its Western Region standards.

Key Words: ecological integrity; environmental sustainability index (ESI); ecological footprint; normalization factor; Xinjiang

基于生态足迹分析法是近年来度量地区可持续发展程度的较为通行的方法,依据生态足迹及环境承载力状况,来分析国家、省市及地区是生态盈余还是生态赤字,从而提出相应的对策^[1-3],如福建、成都和衡阳,而且运用生态足迹分析的方法来计算旅游环境承载力^[4],为分析发展与生态环境协调度及世界现代化程度提供基本依据^[4]。

世界现代化的生态效应和生态现代化过程中的生态响应、生态经济和生态社会的基本事实和历史经验表明,生态现代化是一种历史必然^[5]。同时,生态现代化要求采用预防和创新原则,推动经济增长与环境退化脱钩,实现经济与环境的双赢。在过去 20 多年里,许多发达国家选择了生态现代化,并取得显著成效^[6]。

目前,对国家样本的生态效率、生态结构、生态制度和生态观念的长期趋势、世界前沿、国际差距和统计分析研究多见报道^[7-10],但对区域间,特别是生态脆弱区生态整体性以及生态现代化水平的研究相对较少^[11-12]。以新疆为例,快速的工业化、城市化进程,使得生态足迹迅速扩展^[13]。资源与环境的双重约束仍然是中国西部地区生态承载力面临的严峻挑战^[14-15]。

国际上普遍采用生态现代化指数(ecological modernization index)和生态可持续性指数(environmental sustainability index, ESI)^[5,10]、生态足迹指数(eco-footprint index, EFI)^[1-4]等量化指标进行国家或地区的生态环境绩效评价。虽然基于生态足迹理论模型对新疆生态赤字进行了研究^[16],但是对于新疆运用现代化指数来研究其环境状态较少报道。该研究应用 ESI 及其相关理论,在全球生态赤字的背景下,对新疆地区生态足迹与环境压力的时空变异进行国际、国内和区域间的比较分析,以期为我国西部地区生态重建、自然恢复与环境综合治理提供借鉴。

1 分析方法

1.1 相关指数计算^[17]

(1) 废物排放水平 = 排放密度 × 人均排放量

(2) 水污染指数 = 点源污染(人均 COD 排放 + 单位径流 COD 排放) + 面源污染(单位耕地农药与化肥用量)

(3) 环境质量指数(environmental quality index, EQI)

$$EQI = 0.4 \times (100 - A_{SO_2} \times SO_2 \text{排放量/区域面积}) + 0.4 \times (100 - A_{COD} \times COD \text{排放量/区域年均降雨量}) + 0.2 \times (100 - A_{sol} \times \text{固体废物排放量/区域面积})$$

式中, A_{SO_2} 为 SO_2 的归一化系数, A_{COD} 为 COD 的归一化系数, A_{sol} 为固体废物的归一化系数(其中归一化系数 = $100/A_{\text{最大值}}$, $A_{\text{最大值}}$ 指某指数归一化处理前的最大值)

(4) 生态环境指数(Ecological Index, EI)

$$EI = 0.25 \times \text{生物丰度指数} + 0.2 \times \text{植被覆盖指数} + 0.2 \times \text{水网密度指数} + 0.2 \times \text{土地退化指数} + 0.15 \times \text{环境质量指数}$$

1.2 数量模型^[5-8]

生态现代化是生态进步、经济生态化、社会生态化和国际竞争力的交集。即:

$$M_{el} = \{M_{elq}\} \cap \{E_{el}\} \cap \{S_{el}\} \cap \{G_{elr}\} \quad (1)$$

$$M_{el} = \{M_{elq}, M_{els}, M_{els}, M_{elin}, M_{elid}, M_{elr}\} \quad (2)$$

式中, M_{el} 指广义生态现代化, $\{\dots\}$ 指各种生态现代化变量的集合; M_{elq} 指生态质量现代化, E_{el} 指经济生态化, S_{el} 社会生态化, M_{elc} 指生态效率现代化, M_{els} 指生态结构现代化, M_{elin} 指生态制度现代化, M_{elid} 指生态观念现代化, G_{elr} 指国际相关地位变化。

$$\begin{cases} \Delta X_t = X_t - X_{t-1} \\ \Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} \\ \Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1} \\ \Delta(X_t/X_{mt})_t = X_t/X_{mt} - X_{t-1}/X_{mt-1} \\ \Delta(Y_t/Y_{mt})_t = Y_t/Y_{mt} - Y_{t-1}/Y_{mt-1} \\ \Delta(Z_t/Z_{mt})_t = Z_t/Z_{mt} - Z_{t-1}/Z_{mt-1} \end{cases}$$

$$M_{elq} = \{\Delta X_t\} \cap \{\Delta Y_t\} \cap \{\Delta Z_t\} \cap \{\Delta X_t/X_{mt}, \Delta Y_t/Y_{mt}, \Delta Z_t/Z_{mt}\}$$

$$M_{elt} = (\Delta(X_t/X_{mt}) \times (Y_t/Y_{mt}) \times (Z_t/Z_{mt}))$$

式中, ΔX_t 指生态质量的变化, $\Delta(X_t/X_{mt})_t$ 生态质量的相对变化; ΔY_t 指经济生态化变化, $\Delta(Y_t/Y_{mt})_t$ 指社会生态化的相对变化; ΔZ_t 指社会生态化变化, $\Delta(Z_t/Z_{mt})_t$ 指社会生态化的相对变化。 t 为年份, Z_m 指生态社会化的世界最新水平。

1.3 生态足迹压力指数

$$EFI = [EF/BC] \times 100\%$$

式中, BC 指生物承载力(Bio-capacity), EF 指生态足迹(Ecological footprint), 若 $EFI > 1$ 时, 表明处于生态赤字(Ecological deficit)。

1.4 数据与统计分析

数据主要来源于《中国现代化报告》^[5]、《中国可持续发展战略报告》^[10]、1999—2009 年《中国统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》、《新疆统计年鉴》以及《中国环境年鉴》。数据统计采用 Excel 和 SPSS 15.0 分析。

2 结果与分析

2.1 生态现代化指数的静态国际比较

根据已有的研究成果, 经过模型计算后表明, 2004 年我国生态现代化指数与高收入国家平均值的绝对差距为 57 分, 相对差距为 2.4 倍(图 1)。

具体而言, 根据生态现代化指数矩阵模型和表 1 核算的结果, 我国生态进步指数、经济生态化指数、社会

生态化指数与高收入国家的相对差距分别为 1.4、4.5 倍和 2.1 倍。我国人均 CO₂ 和 SO_x 排放量分别是 2.7 和 15kg/人,分别低于发达国家 0.3 倍和 0.6 倍;淡水工业污染比例低于发达国家 0.5 倍;生态进步指数中城市废物处理率、森林覆盖率、国家保护区比例低于发达国家平均值的绝对差距分别为 86.4%、8%、8.2%,自然资源消耗率、生物多样性损失率高于发达国家平均值的绝对差距分别为 1.7%、6.9%。有机农业比例(0.06%)低于高收入国家的绝对差距为 3.65,我国农业与化肥脱钩(37.3kg/万美元)、工业与污染脱钩(37.3kg/万美元)、工业能源密度(0.49kg 油/美元)高于高收入国家的绝对差距为 157、31.4、0.3;经济生态化指标中绿色生态旅游(21 美元/人)、物质经济效率(1522 美元/人)、安全饮水比例(77%)、能源使用效率(1.1 美元/kg 油)低于高收入国家的绝对差距分别为 531、52936、23、3.9,可再生能源比例(17.3%)、物质经济比例(59%)、经济与能源脱钩(0.9kg 油/美元)、经济与废气脱钩(2.48kg /美元)、城市空气污染(99 μg·m⁻³)高与高收入国家的绝对差距分别为 7.2、31、0.7、2.04、72.3。环境风险(10950‰)高于高收入国家的绝对差距为 10556。由此可见,全球生态现代化水平在区域之间存在比较明显的空间分异。

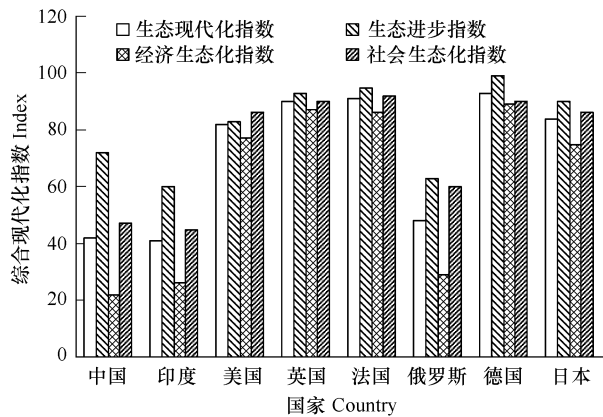


图 1 生态现代化指数的国际比较
Fig.1 Comparation among the main countries for eco-modernization index

表 1 我国与部分国家主要生态现代化指数的静态比较*

指数 Index	中国 China	印度 India	美国 America	英国 England	法国 France	俄罗斯 Russia	德国 Germany	日本 Japan
生态现代化指数 Eco-modernization index	42	41	82	90	91	48	93	84
排名 Ranking in the world	100	101	14	8	6	78	5	13
生态进步指数 Index of eco-progress	72	60	83	93	95	63	99	90
经济生态化指数 Index of economic and ecological	22	26	77	87	86	29	89	75
社会生态化指数 Index of social ecologization	47	45	86	90	92	60	90	86
人均 CO ₂ 排放 CO ₂ emissions per capita	100		53	100	100		100	100
人均 SO _x 排放 SO _x emissions per capita	100		52	100	100		100	100
自然资源消耗 Consumption of natural resources	47	43	100	100	100	5	100	100
生物多样性损失 Loss of biodiversity	56	45	100	93	92	62	100	100
森林覆盖率 Forest cover ratio	73	79	100	41	98	100	100	100
国家保护区比例 The proportion of the national protected areas	49	33	100	100	83	50	100	43
工业能源密度 Industrial energy density	39	22	100	100	100	13	100	100
城市空气污染 Air pollution in urban	27	15	100	100	100	100	100	64
环境风险 Environmental risks	100	6	100	100	59	6	100	100

* 以 2000 年全国各种环境绩效指数为 100 计算;表中数据根据文献^[5,10]运用模型整理获得,并经归一化系数核算

2.2 新疆生态现代化水平的静态比较

2004 年新疆生态现代化指数在全国排名为 27 位。与我国发达地区相比,绝对差距相距甚远。与其他少数民族自治区相比,落后于西藏、内蒙古,与广西相近,好于宁夏(表 2)。

表 2 新疆与我国部分地区生态现代化指数比较^{[5,10]*}

Table 2 The domestic comparisons in ecological modernization index of Xinjiang

指数与指标 Index and item	新疆 Xinjiang	西藏 Tibet	内蒙古 Inner Mongolia	宁夏 Ningxia	广西 Guangxi	北京 Beijing	上海 Shanghai	天津 Tianjin	重庆 Chongqing
生态现代化指数 Eco- modernization index	35	50	40	32	36	61	55	46	38
排名 Rank in China	27	3	16	30	26	1	2	8	21
生态进步指数 Index of eco-progress	48	85	51	40	55	77	63	65	68
经济生态化指数 Index of economic and ecological	20	39	27	21	17	44	38	25	17
社会生态化指数 Index of social ecology	44	37	45	40	48	68	69	60	50
人均 SO ₂ 排放 SO ₂ SO ₂ emissions per capita	100	100	51	50	100	100	92	100	98
淡水工业污染 Industrial pollution of freshwater	22	100	30	27	24	100	100	51	100
生活废水处理率 Domestic sewage treatment rate	36		40	48	11	60	63	56	18
城市废物处理率 Municipal waste disposal rate	36		41	29	61	80	20	61	49
森林覆盖率 Forest cover ratio	10	39	61	21	100	73	11	28	77
国家保护区比例 The proportion of the national protected areas	84	100	84	62	37	47	92	91	67
农业与化肥脱钩 Decoupling of agricultural and fertilizer	49	100	95	56	27	29	25	26	
工业与污染脱钩 Decoupling of industrial and pollution	4	31	6	3	1	90	64	25	6
绿色生态旅游 Green eco-tourism	1	2	2	0	1	39	32	7	1
物质经济效率 Matter of economic efficiency	6	2	6	3	3	13	22	15	3
物质经济比例 The proportion of material economy	42	59	41	42	44	70	54	49	46
经济与能源脱钩 Decoupling of economic and energy	16		14		27	27	32	26	26
安全饮水比例 The proportion of safe drinking water	73	14	56	46	61	100	100	96	70
卫生设施比例 The proportion of health facilities	56	14	56	40	57	95	99	87	53
城市空气污染 Urban air pollution	23	51	33	22	34	18	27	24	19
能源使用效率 Energy efficiency	17		15		29	28	34	28	27

* 以 2000 年全国各种环境绩效指数为 100 计算;表中数据根据文献^[5,10]运用模型整理获得,并经归一化系数核算

2.3 新疆综合现代化水平的动态比较

自 1980 年以后的 25a,新疆综合现代化水平远低于高收入国家、世界平均水平和中等发达国家。但从 20 世纪 90 年代中期以前,低于低收入国家水平,但高于全国平均水平,20 世纪 90 年代中期以降发生逆转,综合现代化水平低于全国平均水平,但高于低收入国家水平(图 2)。与其他少数民族自治区相比,呈现不稳定变动态势。

2.4 新疆生态足迹与承载力的动态变化特征

已有的研究表明,新疆人均生态足迹由 1998 年 25957hm²增加到 2007 年的 40551hm²,人均生态承载力由

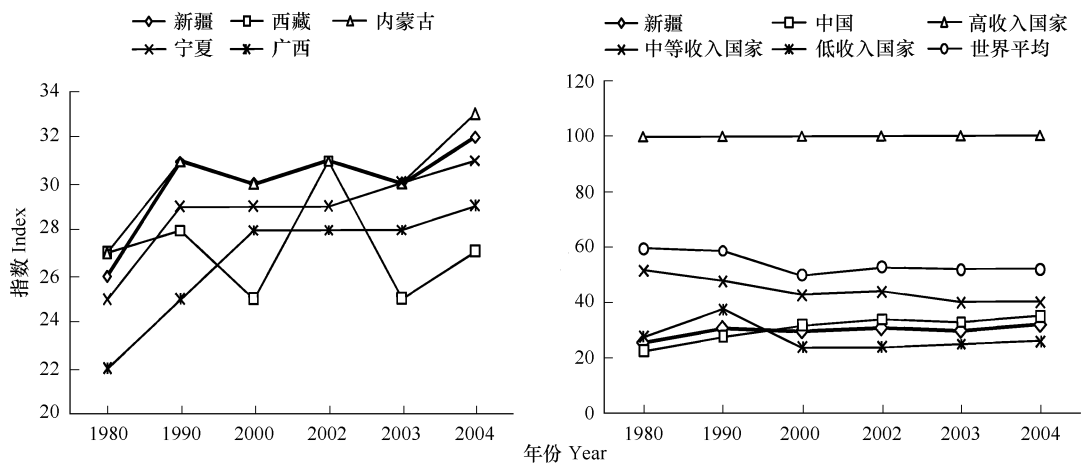


图2 新疆综合现代化指数变动态势的动态比较
Fig. 2 The change trends in integrative ecological modernization index of Xinjiang

为 3.1270hm²减少到 2.8266hm²^[18],在 2003 年以后,生态压力指数大于 1,表明自 2003 年以后,新疆的生态足迹已经超过了其生态承载力,处于典型的生态赤字状态(图 3)。

横向看,我国以 2003 年为截面的生态赤字仅为 0.40 hm²,而新疆的生态赤字虽然远低于美国、比利时、英国、日本和德国等发达国家水平^[10,18],但远高于我国平均水平(表 3)。

纵向看,1995—2006 年期间新疆区域环境水平呈下降趋势,2003 年后低于我国西部平均水平,2005 年后低于全国平均水平。资源转化率、生态保护指数呈明显上升态势。抗逆水平在 2004 年达到峰值后下降。土地资源指数、水污染指数、生物资源指数、气候变异指数以及区域生态水平、区域环境水平呈下降态势,生态脆弱指数保持恒定。环境治理指数呈剧烈变动,1996—2003 年呈“N”型变动态势,区域生态脆弱性没有明显逆转(表 4)。

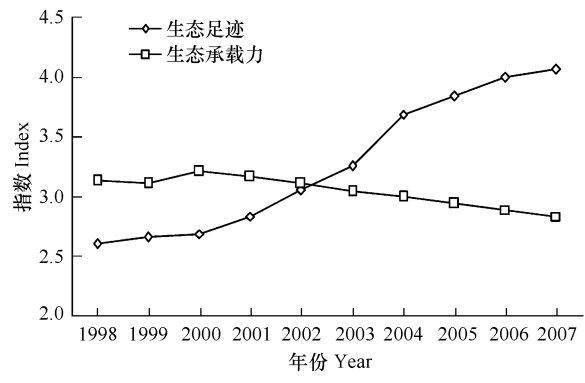


图3 新疆生态足迹与承载力的动态变化特征
Fig. 3 The change trends in ecological modernization index of Xinjiang

表 3 2003 生态赤字的横向比较

Table 3 Ecological deficit among the different countries and region

	美国 America	比利时 Belgium	英国 England	日本 Japan	德国 Germany	中国 China	新疆 Xinjiang
生态赤字/(hm ² /人) Ecological deficit	4.80	4.40	4.00	3.60	3.50	0.40	3.25

3 讨论与结论

自 1978 年以来,我国快速的经济增长、工业化和城市化相伴而生的是给资源与环境带来的巨大压力。自 1990 年以来在大气管理、水管理、废弃物管理、自然与生物多样性保护、环境与经济一体化、环境与社会以及区域与国际合作领域取得的成绩,一定程度上实现了国际环保目标和履行了国际承诺^[6]。因此,在全球生态现代化水平在区域之间存在比较明显的时-空间分异的背景下,研究区域如甘肃和澳门的生态足迹及环境承载力,为该地区的可持续发展的目标提供一定的指导和依据^[19-20];对于占全国陆地总面积六分之一的新疆,

如何进一步改善新疆以及不同地区的生态现代化水平,推进综合环境绩效评价体系的建立,加强环境预测、流域管理、环境统计、环境规划、环境监察与执法、资源有偿使用、生态补偿、保护臭氧层以及应对和适应气候变化,加快调整经济结构、提高资源利用效率,削减污染物排放总量,改善环境质量,仍需做出积极努力。

表 4 新疆区域生态环境水平变动趋势分析*

Table 4 Performance evaluation of environmental resources in Inner Mongolia

变化趋势 Trends	年份 Year					
	1996	1998	2000	2002	2004	2006
资源转化效率变化趋势 Change of conversion efficiency of resources	100.4	101.5	101.5	101.9	102.1	102.3
抗逆水平变化趋势 Resilience level trends	82.1	85.4	86.7	88.7	89.6	88.8
土地资源指数变化趋势 Change of land resources index	105.3	106.2	106.5	106.1	105.2	105.8
水资源指数变化趋势 Trend of water resources index	80.4	83.6	81.3	86.1	78.5	81.7
生物转化效率指数变化趋势 Bio-conversion efficiency index trend	99.4	99.6	98.7	99.1	96.9	97.4
生物资源指数变化趋势 Trends of bio-resources index	84.6	82.7	77.7	78.2	76.7	74.7
水污染指数变化趋势 Trend of water pollution index	106.5	103.3	105.9	105.8	102.0	99.9
大气污染指数变化趋势 Trend of air pollution index	110.2	111.0	112.7	111.8	108.6	105.7
排放强度指数变化趋势 Emission intensity index trend	112.6	110.9	111.9	109.1	107.2	104.6
土地退化指数变化趋势 Trend of land degradation index	88.7	88.7	88.7	88.6	88.6	88.6
资源转化效率变化趋势 Change of conversion efficiency of resources	100.4	101.5	101.5	101.9	102.1	102.3
生态脆弱指数变化趋势 Trend of ecological vulnerability index	103.4	103.4	103.4	103.4	103.4	103.4
气候变异指数变化趋势 Change of climate variability index	113.8	97.7	90.2	84.8	82.4	87.0
生态保护指数变化趋势 Trend of ecological protection index	69.1	70.6	74.4	80.0	81.0	81.6
区域生态水平变化趋势 Trend of regional ecological level	102.0	96.6	94.1	92.3	91.5	93.0
区域环境水平变化趋势 The level of regional environmental trend	109.9	108.1	110.2	108.9	105.8	103.5
环境治理指数变化趋势 Trend of environmental governance index	95.0	100.1	98.9	97.4	98.1	96.0

* 以 1995 年全国基数为 100 计算;表中数据依照参考文献^[10]进行分析整理

生态现代化指数与区域经济发展水平和发展阶段密切相关。新疆作为我国西部地区的重要能源、粮棉和畜牧业基地,将全方位扩大对内对外开放,面向国际国内两种资源、两个市场,坚持全面推进“外引内联、东联西出、西来东去”的开放战略,到 2015 年新疆人均地区生产总值将达到全国平均水平,促使将新疆对外开放和生态优先提升为国家战略。这对于加大结构调整和技术创新力度以及采用综合配套措施完全有可能缩短目前能源、资源密集型的发展阶段^[21-22],逐步提升新疆在我国西部地区综合竞争力,在提高新疆生态现代化水平与挑战并存的前提下,实现可持续发展^[23-25]。基于上述分析,得出如下结论:

(1) 新疆仍然为我国生态现代化水平落后的地区之一。2004 年新疆生态现代化指数在全国排名为 27 位。与我国发达地区相比,绝对差距相距甚远。与其他少数民族自治区相比,落后于西藏、内蒙古,与广西相近,但好于宁夏。

(2) 自 1980 年以后的 25a,新疆综合现代化水平远低于高收入国家、世界平均水平和中等发达国家。但从 20 世纪 90 年代中期以前,低于低收入国家水平,但高于全国平均水平,20 世纪 90 年代中期以后发生逆转,综合现代化水平低于全国平均水平,但高于低收入国家水平。与其他少数民族自治区相比,呈现不稳定变动态势。

(3) 新疆人均生态足迹由 1998 年 25957hm²增加到 2007 年的 40551hm²,人均生态承载力由为 3.1270hm²减少到 2.8266 hm²。

(4) 1995—2006 年期间新疆区域环境水平呈下降趋势。资源转化率、生态保护指数呈明显上升态势。抗逆水平在 2004 年达到峰值后下降。环境治理指数呈剧烈变动,1996—2003 年呈“N”型变动态势,区域生态脆弱性没有明显逆转。依据对 2000—2007 年新疆生态足迹与环境压力的时空差异分析,建议新疆立足地缘和资源(自然和旅游资源)优势,遵循高效低耗、高品低密、高标低排和无毒无害的原则,树立环保公理和生

态伦理观念,发展人工设计生态方案的生态重建途径^[11]。建立生态补偿制度、关键岗位环境责任制和项目环境风险评价制度^[12],着力加强中亚区域环保合作与发展模式创新^[26],新疆完全有能力到 2015 年步入我国西部资源环境绩效中等水平地区,到 2020 年步入我国生态现代化中等水平地区。

References:

- [1] Luo P N, Yao J, Yu H, Tang J. An analysis of ecological footprint in Chendu and ecological environment protection. *Ecological Environment and Tour Exploitation*, 2006, 23(3): 103-107.
- [2] Wang P, Zhuang D C. An analysis of ecological footprint in Hengyang City and ecological environment protection. *Research of Soil and Water Conservation*, 2007, 14(2): 246-248.
- [3] Weng B Q, Wang Y X, Huang Y B, Ying Z Y, Huang Q L. Dynamic changes of ecological footprint and ecological capacity in Fujian Province. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2006, 17(11): 2153-2157.
- [4] Jia N, Jin L. Tourism environmental capacity of Gansu Province based on ecological footprint model. *Arid Land Geography*, 2009, 32(1): 125-129.
- [5] Research Group of China Modernization Strategic Studies. Center of Chinese Academy of Sciences of China's Modernization//China Modernization Report-2007. Beijing: Peking University Press, 2007: 142-224, 320-455.
- [6] OECD. The evaluation for environmental performance of China. [access date] 2007 <http://www.oecdchina.org/work/index.html>.
- [7] Chen S F. A study on the evaluation of China's resource and environmental performance in 2000—2005. *Scientific Management Research*, 2007, 25(6): 51-53, 84.
- [8] Chen S F. A conservation-oriented society, resources and environmental performance of the international comparative study. *China's Sustainable Development*, 2006, 3: 23-26.
- [9] Chen C Z, Lin Z S, Jia D X. Spatiotemporal analysis on sustainable ecosystem in world based on ecological footprint index. *Geography and Geo-Information Science*, 2007, 23(6): 68-72.
- [10] Sustainable Development Research Group of Chinese Academy of Sciences. China Sustainable Development Strategy Report 2007-Water: Governance and Innovation. Beijing: Science Press, 2007: 285-388.
- [11] Zhang X S. An intellectual enquiring about ecological restoration and recovery, their scientific implication and approach. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 2010, 34(1): 112-118.
- [12] Zhi Y B, Wang Z L, Ma Z, Han X, Li J M, Ren P, Li H L, Gao T Y, Bai F M. Research on Ningxia's resource and environmental performance and its changing trends. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(12): 6490-6498.
- [13] Xinjiang Uygur Autonomous Region Bureau of Statistics, National Bureau of Statistics Survey of Xinjiang Corps. 2007 National Economic and Social Development of Statistical Bulletin of Xinjiang. [access date]. <http://www.kashi.gov.cn/Article/200804/7398.htm>.
- [14] Li H Y, Du Y P, Wang H Y. The research on the discrepancy of provinces' Urbanization level in China. *Journal of Inner Mongolia Agricultural University: Social Science Edition*, 2008, 10(1): 81-83.
- [15] Chao Y E, Taxipulati T B, Yang J J, Ma Y. The analysis of carrying capacity of resources and environment in the general land use planning of Xinjiang. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2008, 28(1): 36-39.
- [16] Ma X Y, Ye X Y. Calculations of long-term ecological deficit based on the ecological footprint theory — take Xinjiang as an example. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2006, 20(3): 6-10.
- [17] State Environmental Protection Administration. China's Environmental Protection Industry Marked HJ/T192-2006 // Ecological Environment Evaluation of Technical Specifications (for Trial Implementation). Beijing: China Environmental Science Press, 2006: 1-6.
- [18] Xue N C, Anniwaer A M T, Gong L. The study of ecological footprint and ecological capacity in Xinjiang Province during decade. *Journal of Arid Land and Environment*, 2009, 26(6): 26-29.
- [19] Yue D X, Xu X F, Li Z Z, Hui C, Li W L, Yang H Q, Ge H P. Spatiotemporal analysis of ecological footprint and biological capacity of Gansu, China 1991—2015: Down from the environmental cliff. *Ecological Economics*, 2006, 58(2): 393-406.
- [20] Lei K P, Hu D, Wang Z, Yu Y Y, Zhao Y H. An analysis of ecological footprint trade and sustainable carrying capacity of the population in Macao. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 2009, 16(2): 127-136.
- [21] Chen C Z, Lin Z S. Analysis and dynamic prediction of per capita ecological footprint and biocapacity in China based on empirical mode decomposition method. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(12): 5291-5299.
- [22] Wang Z L, Ma Z. Development mode selection of forestry economy under doubled siege of resource and environment. *Journal of Agricultural Economy*, 2008, 2: 91-94.

- [23] Peng J, Wu J S, Jiang Y Y, Ye M T. Shortcomings of applying ecological footprints to the ecological assessment of regional sustainable development. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(8): 2716-2722.
- [24] Liu J, Wu J G. Perspectives and prospect of biofuels. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(4): 1339-1353.
- [25] Yusuf S, Winters L A. *Dancing with the Giants: China, India and the Global Economy*. Washington D. C.: World Bank, 2007.
- [26] Jilili Abuduwaili, Mubareke Ayupu. Regional ecological security assessment on Central Asia based on ecological footprint analysis. *Geographical Research*, 2008, 27(6): 1308-1320.

参考文献:

- [1] 罗珮宁, 姚建, 于红. 唐静成都市生态足迹分析生态环境保护对策. *生态环境与旅游开发*, 2006, 23(3): 103-107.
- [2] 王鹏, 庄大昌. 衡阳市生态足迹分析与生态环境保护对策. *水土保持研究*, 2007, 14(2): 246-248.
- [3] 翁伯琦, 王义祥, 黄毅斌, 应朝阳, 黄勤楼. 福建省生态足迹和生态承载力的动态变化. *应用生态学报*, 2006, 17(11): 2153-2157.
- [4] 贾宁, 金玲. 基于生态足迹模型的甘肃省旅游环境承载力研究. *干旱区地理*, 2009, 32(1): 125-129.
- [5] 中国现代化战略研究课题组. 中国科学院中国现代化研究中心 // 中国现代化报告-2007. 北京: 北京大学出版社, 2007: 142-224, 320-455.
- [6] OECD. 中国环境绩效评估, 2007. [access date]. <http://www.oecdchina.org/work/index.html>.
- [7] 陈劭锋. 2000—2005 年中国的资源环境综合绩效评估研究. *管理科学研究*, 2007, 25(6): 51-53, 84.
- [8] 陈劭锋. 面向节约型社会的资源环境绩效国际对比研究. *中国可持续发展*, 2006, 3: 23-26.
- [9] 陈成忠, 林振山, 贾敦新. 基于生态足迹指数的全球生态可持续性时空分析. *地理与地理信息科学*, 2007, 23(6): 68-72.
- [10] 中国科学院可持续发展战略研究组 // 2007 中国可持续发展战略报告——水: 治理与创新. 北京: 科学出版社, 2007: 285-388.
- [11] 张新时. 关于生态重建和生态恢复的思辨及其科学涵义与发展途径. *植物生态学报*, 2010, 34(1): 112-118.
- [12] 智颖颀, 王再岚, 马中, 韩雪, 李静敏, 任鹏, 李红丽, 高天云, 白凤梅. 宁夏资源环境绩效及其变动态势. *生态学报*, 2009, 29(12): 6490-6498.
- [13] 新疆维吾尔自治区统计局, 国家统计局新疆调查总队. 2007 年国民经济和社会发展统计公报. 新疆维吾尔自治区 2007 年国民经济和社会发展统计公报. <http://www.kashi.gov.cn/Article/200804/7398.htm>.
- [14] 栗海燕, 杜跃平, 王会叶. 中国城市化发展水平的省区差异研究. *内蒙古农业大学学报: 社会科学版*, 2008, 10(1): 81-83.
- [15] 曹月娥, 塔西甫拉提·特依拜, 杨建军, 马媛. 新疆土地利用总体规划中的区域资源环境承载力分析. *干旱区资源与环境*, 2008, 28(1): 36-39.
- [16] 马晓钰, 叶晓勇. 基于生态足迹理论推算长期的生态赤字——以新疆为例. *干旱区资源与环境*, 2006, 20(3): 6-10.
- [17] 国家环保总局. 中国环境保护行业标注 HJ/T192-2006 // 生态环境状况评价技术规范 (试行). 北京: 中国环境科学出版社, 2006: 1-6.
- [18] 薛乃川, 安尼瓦尔·阿木提, 贡璐. 新疆近十年生态足迹与生态承载力研究. *干旱区资源与环境*, 2009, 26(6): 26-29.
- [21] 陈成忠, 林振山. 中国人均生态足迹与生物承载力变化的 EMD 分析及情景预测. *生态学报*, 2007, 27(12): 5291-5299.
- [22] 王再岚, 马中. 资源-环境双重约束下我国林业经济发展方式选择. *农业经济导刊*, 2008, 2: 91-94.
- [23] 彭建, 吴健生, 蒋依依, 等. 生态足迹分析应用于区域可持续发展生态评估的缺陷. *生态学报*, 2006, 26(8): 2716-2722.
- [24] 刘瑾, 邬建国. 生物燃料的发展前景. *生态学报*, 2008, 28(4): 1339-1353.
- [26] 吉力力·阿不都外力, 木巴热克·阿尤普. 基于生态足迹的中亚区域生态安全评价. *地理研究*, 2008, 27(6): 1308-1320.