

DOI: 10.5846/stxb201312303070

熊传合, 杨德刚, 张新焕, 唐宏. 新疆生态经济系统可持续发展空间格局. 生态学报, 2015, 35(10): 3428-3436.

Xiong C H, Yang D G, Zhang X H, Tang H. Research on the spatial patterns of ecological and economic sustainable development capacities in the Xinjiang Region. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(10): 3428-3436.

新疆生态经济系统可持续发展空间格局

熊传合^{1,2}, 杨德刚^{1,*}, 张新焕¹, 唐宏³

1 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011

2 中国科学院大学, 北京 100049

3 四川农业大学经济管理学院, 成都 611130

摘要: 运用生态足迹模型、生态经济系统发展能力指标、生态压力区分区标准和生态经济系统分区标准分析了 1995—2010 年新疆生态可持续性和生态经济系统可持续性的时空演变过程。结果表明: (1) 1995—2010 年间, 生态压力指数、生态赤字总体逐年增大, 新疆生态环境不可持续性增强; 生态经济系统发展能力指数呈快速上涨趋势, 生态经济系统发展能力显著提高, 万元 GDP 生态足迹显著下降, 资源利用效率有明显的提高。(2) 各地州市 1995—2010 年间区域差异逐渐增大, 生态赤字区逐渐增多, 生态压力指数逐渐增大, 生态环境不可持续性逐渐增强。一直处于高生态压力区的是乌鲁木齐市、克拉玛依市和石河子市, 主要是因为它们经济发展水平和城市化水平高, 生物资源、能源消费量大。(3) 2000 年后, 各地州市可持续发展状况发生巨大的变化, 主要是因为生态足迹的快速增长, 生态承载力基本不变, 导致生态压力指数增大, 生态赤字增加, 归根源于西部大开发战略的成效显著, 新疆各地州市经济发展和人口快速增长, 生物资源能源消费量增多; 1995—2010 年间, 新疆各地州市生态经济系统发展能力和资源利用效率有了显著提高, 但是区域差异变大。新疆生态环境和生态经济系统可持续发展面临挑战。

关键词: 生态足迹模型; 可持续发展; 时空演变; 新疆

Research on the spatial patterns of ecological and economic sustainable development capacities in the Xinjiang Region

XIONG Chuanhe^{1,2}, YANG Degang^{1,*}, ZHANG Xinhuan¹, TANG Hong³

1 Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China

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

3 College of Economics and Management, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China

Abstract: The quantitative measurement of sustainable development has become one of the frontiers of sustainable development research since the concept was put forward. Ecological footprint theory, as an important tool for the quantitative assessment of regional sustainable development, is currently accepted by a majority of experts and scholars. The ecological footprint concept was formally introduced by William Rees and Mathis Wackernagel in the early 1990s, and it was then used widely as a measure of sustainability. However, it is also criticized by scholars because evidence, such as static accounts, suggests that it falls short. In this paper, a method used for determining spatial and temporal disparities in ecological footprints is presented, and then combined with development capacity indexes, the evaluation criteria for ecological pressure based on the ecological pressure index and ecological deficit, and the evaluation criteria for ecological economic systems based on sustainable development capacity index. It is then applied to the Xinjiang Region for the time period spanning 1995 to 2010. The results indicate that from 1995 to 2010, the overall ecological deficit and ecological pressure index grew

基金项目: 中国科学院西部行动计划项目 (KZCX2-XB3-01); 新疆重点资源开发利用项目 (Y243101001)

收稿日期: 2013-12-30; 修订日期: 2014-11-15

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: dgyang@ms.xjb.ac.cn

rapidly: the ecological deficit increased from 0.3702 hm²/capita in 1995 to 2.5395 hm²/capita in 2010, and the pressure index increased from 1.21 in 1995 to 2.51 in 2010. The Xinjiang Region has been changed from a low-ecological pressure area to a middle-ecological pressure area; this indicates that Xinjiang Region's development is unsustainable. On the other hand, development capacity grew slowly; the development capacity index increased from 2.88 in 1995 to 4.57 in 2010, which can be attributed to the low index of the ecological footprint's diversity. Additionally, the Xinjiang Region had improved resource-use efficiency; the ecological footprint of 10,000 Yuan GDP decreased from 4.1983 hm² in 1995 to 1.6942 hm² in 2010. At the state level, regional disparity in Xinjiang's ecological footprint continued to increase, the number of ecological deficit areas rose, and every state's ecological pressure index grew rapidly. The ecological footprints of Karamay City and Kashi Prefecture were 14.6565 hm²/capita (the largest) and 0.6572 hm²/capita (the smallest) respectively in 1995 while they were 34.9865 hm²/capita and 2.4912 hm²/capita respectively in 2010. There were five ecological deficit areas in 1995, while there were thirteen ecological deficit areas in 2010. This indicates that every state became more unsustainable, especially Urumqi City, Karamay City, and Shihezi City, which had been in high ecological pressure areas since 1995 because of their high level of economic development and urbanization. The reason every state's ecological pressure index grew rapidly is rapid economic development throughout the analyzed period. At the same time, every state's development capacity and resource-use efficiency had been improved, but regional disparity continued to widen, which can be attributed to the differences in resource endowment and the social economic foundation. According to the above results, the present developing model is not sustainable, the ecological environment is at risk, and Xinjiang Region's sustainable development faces a sizable challenge. Therefore, the following suggestions are proposed: introduction of new technology to increase yield, and improvements in energy and land utilization.

Key Words: ecological footprint; sustainable development; spatial and temporal disparities; Xinjiang Region

新疆属于大陆性干旱气候,是我国干旱区的主体,干旱是最大的特征,属典型的山地-绿洲-荒漠生态系统,生态系统脆弱。绿洲是受干旱区自然和人文因素双重影响的自然生态系统,比一般生态系统更脆弱,破坏后不易恢复。新疆绿洲面积小,仅占总面积的 8.6%^[1],且被荒漠、戈壁包围、分割,使得生态系统不稳定性系数增大,但绿洲上集聚了全疆 90%以上的人口,人类活动剧烈,绿洲承受的环境压力越来越大,对可持续发展的要求越来越迫切。研究可持续发展的方式有多种,但是生态足迹模型是非常有效且应用广泛,并被普遍认可的方法。生态足迹分析方法是加拿大生态经济学家 William Rees 和 Wackernagel 最早提出的一种可持续发展的生物物理评价方法。通过测定现今人类为了维持自身生存而利用自然的量来评估人类对生态系统的影响,测量人类对自然生态服务的需求与自然所能提供的生态服务之间的差距,在地区、国家和全球等不同尺度上比较人类对自然的消费量与自然资源的承载量,判定地区、国家或全球的可持续发展状况^[2-3]。

生态足迹方法自提出以来,因其指标指示意义明确、评价结果全球可比性强以及模型简便、可操作性强、资料易获取等优点而被广泛应用于区域可持续发展的生态评估。国内外学者研究主要集中于选择一个时间点对区域可持续发展状态进行评估^[4-11]、从时间序列上反映研究区域生态经济可持续性发展的变化趋势^[12-16]、选择一个时间点对区域可持续发展进行空间差异的分析^[17-19],而较少从区域生态可持续空间格局演变及人类活动对生态系统的影响上对一个区域生态足迹变化进行分析,这导致评估结果难以真实反映研究区域生态经济可持续性发展的内部差异与变化趋势。本文采用生态足迹模型,分析了新疆 1995、2000、2005、2010 年生态经济系统可持续发展的空间格局演变,弥补了单纯横向纵向研究的不足,然后结合生态足迹多样性、生态经济系统发展能力和万元 GDP 生态足迹等指标,分析了社会经济活动对新疆省域生态持续发展能力的影响,揭示了新疆生态经济存在的问题,并提出了建议和对策,为制定各种规划、计划提供依据。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 研究方法

1.1.1 生态足迹

生态足迹是指生产一定人口所消费的资源 and 吸纳这些人口消费产生的废弃物所需要的生态生产性土地的总面积^[2]。生态足迹的计算公式为:

$$EF = N \times ef \quad (1)$$

$$ef = \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^n (r_j a_i) = \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^n (r_j \times c_i / p_i) \quad (2)$$

式中, EF 为区域总的生态足迹, ef 为区域人均生态足迹, N 为区域人口数量, i 为消费资源的类别, a_i 为根据世界第 i 种消费资源平均产量折算的人均占有生态生产性土地, c_i 为第 i 种消费资源人均消费量, p_i 为生态生产性土地生产第 i 种消费资源的世界平均产量, r_j 为第 j 种生物生产性土地的均衡因子。

1.1.2 生态承载力

生态承载力即是区域内部的生物生产性土地数量, 计算公式为:

$$EC = N \times ec \quad (3)$$

$$ec = \sum_{j=1}^6 (A_j r_j y_j) \quad (4)$$

式中, EC 为区域总的实际生态承载量, ec 为区域实际人均生态承载量, N 为区域人口数量, j 为生态生产性土地的类别, A_j 为第 j 种生态生产性土地的人均面积, r_j 为第 j 种生态生产性土地的均衡因子, y_j 为第 j 种生态生产性土地的产量因子。

最后, 参照世界环境与发展委员会 (WCED) 的报告《我们共同的未来》, 扣除 12% 的生物生产性土地面积用于保护生物多样性, 得到实际可利用的人均生态承载力。

1.1.3 生态盈余/赤字与生态压力指数

生态盈余/赤字是指某区域的生态承载力与生态足迹的差值; 生态压力指数是指某区域的生态足迹与生物承载力的比值^[19], 来综合考虑该地区的生态安全状况。公式如下:

$$ER(ED) = BC - EF \quad (5)$$

$$er(ed) = bc - ef \quad (6)$$

$$t = ef/bc \quad (7)$$

式中, $ER(ED)$ 为总的生态盈余/赤字, $er(ed)$ 为某区域的人均生态盈余/赤字; t 为区域的生态压力指数; BC 为该区域的总的生态承载力 (扣除 12% 以保留生物多样性), bc 为该区域的人均生态承载力 (扣除 12% 以保留生物多样性); ef 为该区域的人均生态足迹。

1.1.4 生态经济系统发展能力指标

生态经济系统发展能力指标有 3 个。

(1) 生态足迹多样性指数 H

它以不同土地类型的面积作为测算生态经济系统多样性的指标。若生态经济系统中生态足迹的分配越近平等, 系统组分的生态经济系统多样性越高, 系统就越稳定。采用 Shannon-Weaver 的生态多样性公式^[20]。

$$H = - \sum_{j=1}^6 (P_j \times \ln P_j) \quad (8)$$

式中, H 为生态足迹多样性指数; P_j 为 j 类土地的生态足迹在总生态足迹中所占的比例。

(2) 生态经济系统发展能力 C

它可由生态足迹乘以从系统组织角度推导的生态足迹多样性指数得到。按 Ulanowicz 的公式, 发展能力公式可以如下表述^[7]:

$$C = ef \times H \quad (9)$$

式中, C 为生态经济系统发展能力; ef 为国家或地区的人均生态足迹; H 为生态足迹多样性指数。

(3) 万元 GDP 生态足迹指标 W

显然万元 GDP 的足迹需求越大, 则反映资源的利用效益就越低; 反之, 则资源利用效益越高。计算公式如下:

$$W = EF/A \quad (10)$$

式中, W 为万元 GDP 生态足迹; A 为区域当年 GDP; EF 为区域生态足迹。

1.1.5 生态足迹计算参数选取

在计算生态足迹和生态承载力过程中, 参数的选取是影响计算结果的关键。均衡因子采用全球一致因子^[4], 耕地和建设用地均为 2.19, 林地为 1.38, 草地为 0.48, 水域为 0.36, 化石能源用地取 1.14。产量因子则采用 1997 年 Wackernagel 等对中国生态足迹计算时的取值。耕地、建设用地取 1.66, 森林取 0.91, 草地取 0.19, 水域取 1.0, 化石能源用地为 0。

1.2 数据来源及处理

本研究原始数据主要来自 1996、2001、2006、2011 年《新疆统计年鉴》, 新疆各地州市 1996、2001、2006、2011 年统计年鉴和世界粮农组织 (FAO) 网上数据库的资料。

根据生态足迹计算方法和新疆实际状况, 收集了生物资源消费和能源消费两大类数据。生物资源消费分为农产品、动物产品、林产品和水产品四大类, 包括 20 个指标。能源消费根据新疆自治区实际情况和统计资料可获性, 考虑原煤、焦炭、原油、汽油、煤油、柴油、燃料油、天然气和电力共 9 个指标, 计算时以世界单位化石能源土地面积的平均发热量为标准, 将新疆能源消费所消耗的热量折算成一定化石能源土地, 将电力消费转化为建设用地。新疆生态承载力的计算包括耕地、牧草地、林地、水域、建设用地等。

2 计算结果与分析

2.1 新疆生态可持续发展空间格局分析

借鉴按照生态压力指数和生态盈余/赤字大小划分生态压力区域的方法^[18], 也为了突出现在新疆生态可持续发展空间格局, 同时又能很好地展现 1995—2010 年新疆生态可持续发展空间格局的演变过程, 文章选择 2010 年生态压力指数和生态盈余/赤字为基准, 制定生态压力评定标准 (表 1)。

表 1 基于生态压力指数和生态赤字的生态压力区分标准

Table 1 The evaluation criteria for ecological pressure based on the ecological pressure index and ecological deficit

类型 Type	生态压力指数 t Ecological pressure index	生态盈余/赤字 er Ecological deficit
生态盈余区 Ecological surplus area	$t < 1$	$er > 0$
低生态压力区 Low ecological pressure areas	$1 < t < 2$	$-1 < er < 0$
中生态压力区 Middle ecological pressure areas	$2 < t < 4$	$-4 < er < -1$
高生态压力区 High ecological pressure areas	$t > 4$	$er < -4$

2.1.1 总体水平: 生态压力指数与生态赤字逐步增大, 生态环境不可持续性增强

运用生态足迹模型和生态压力区分标准, 评估了新疆的生态可持续发展能力, 结果显示: 1995—2010 年间, 新疆生态足迹呈现递增趋势, 生态足迹由 1995 年的 $2.1101 \text{ hm}^2/\text{人}$ 上升到 2010 年的 $4.2226 \text{ hm}^2/\text{人}$, 而生态承载力基本保持不变, 造成生态赤字逐年增大, 由 1995 年的 $0.3702 \text{ hm}^2/\text{人}$ 增大到 2010 年的 $2.5395 \text{ hm}^2/\text{人}$, 增长了近 7 倍, 生态压力指数由 1995 年的 1.21 增加到 2010 年的 2.51, 由低生态压力区转变为中生态压力区。表明新疆生态恶化, 生态环境不可持续性增强。这源于 (1) 经济发展迅速, 城镇化水平显著提高; (2) 居民消费水平明显提高, 消费结构有所变化; (3) 工业规模扩大, 资源和能源消费剧增, 综合能源利用效益发生

变化;(4)产业、工业结构发生调整变化;(5)人口快速增长等等。

2.1.2 空间格局:区域差异逐渐增大,生态赤字区域逐渐增多且有逐渐增大趋势

运用生态足迹模型和生态压力区分标准,分析了新疆各地州市典型时段(1995年、2000年、2005年和2010年)的生态环境可持续发展能力,结果(图1)表明:1995—2010年间,生态盈余区由1995年的10个减少到2010年的2个,只剩下阿勒泰地区和克孜勒苏柯尔克孜自治州,生态赤字区1995年的5个增加到2010年的13个且生态赤字逐渐增大,特别是乌鲁木齐市、克拉玛依市和石河子市,一直处于高生态压力区。

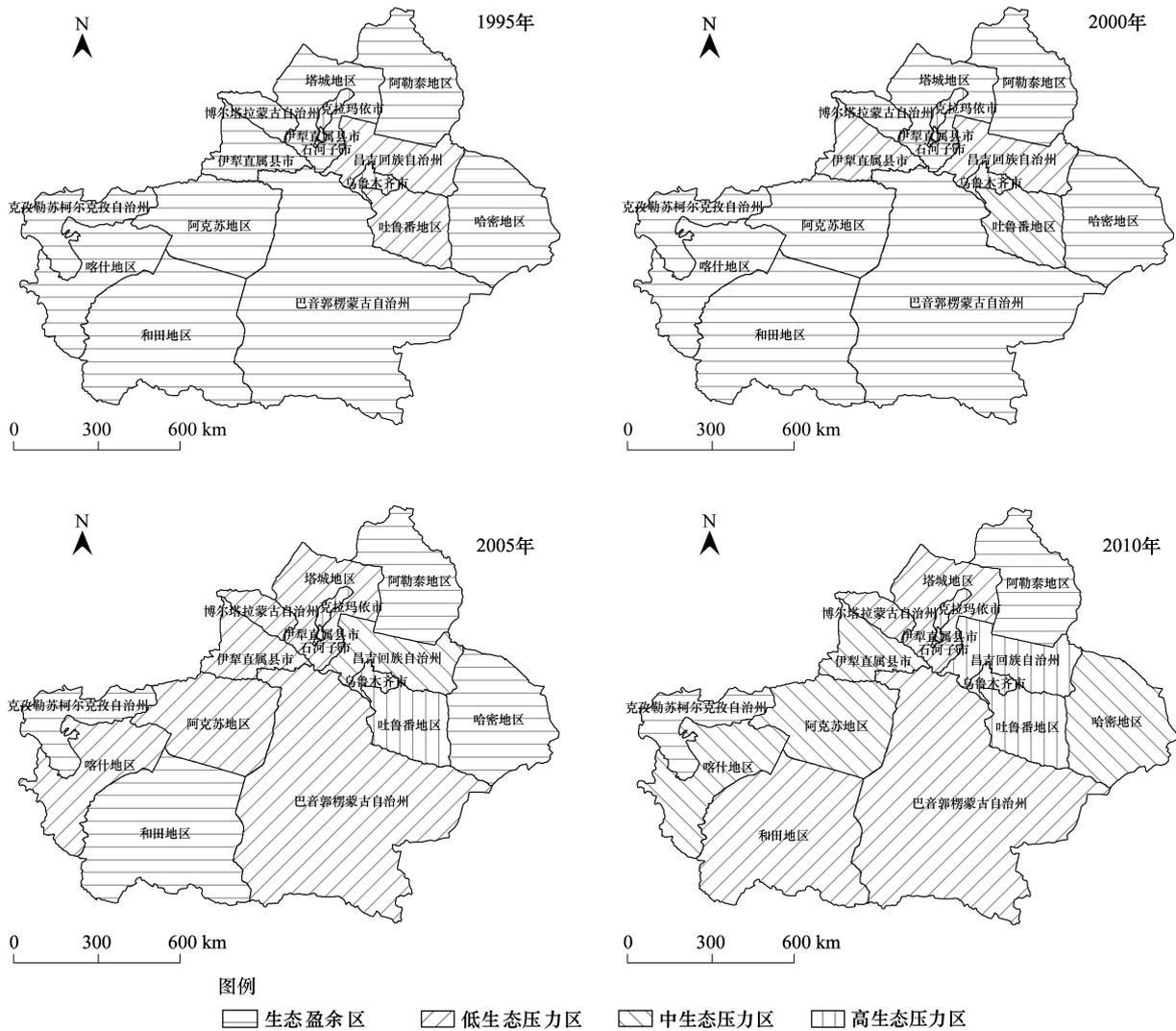


图1 1995—2010年新疆生态压力
Fig.1 Ecological pressure of Xinjiang Region from 1995 to 2010

(1)1995年新疆生态盈余区有10个,分别是哈密地区、伊犁直属县市、塔城地区、阿勒泰地区、博尔塔拉蒙古自治州、巴音郭楞蒙古自治州、阿克苏地区、克孜勒苏柯尔克孜自治州、喀什地区、和田地区;低生态压力区有2个,分别是吐鲁番地区和昌吉回族自治区;无中生态压力区;高生态压力区有3个,分别是乌鲁木齐市、克拉玛依市和石河子市。这个时期除乌鲁木齐市、克拉玛依市和石河子市外,其他各地州市生态环境可持续性良好。

(2)2000年的可持续发展状况与1995年基本保持一致,不过伊犁直属县市由生态盈余区转变为低生态压力区,吐鲁番地区由低生态压力区转变为中生态压力区,这个时期除乌鲁木齐市、克拉玛依市和石河子市

外,其他各地州市生态环境可持续性依然良好。

(3)2005 年可持续发展状况发生了很大的变化,生态盈余区由 9 个减为 4 个,塔城地区、博尔塔拉蒙古自治州、巴音郭楞蒙古自治州、阿克苏地区、喀什地区转变为低生态压力区,昌吉回族自治州由低生态压力区转变为中生态压力区,吐鲁番地区由中生态压力区转变为高生态压力区,乌鲁木齐市、克拉玛依市和石河子市依然处于高生态压力区。这个时期除哈密、阿勒泰、克孜勒苏柯尔克孜自治州、和田外,其他各地州市生态环境不可持续性增强。

(4)2010 年可持续发展状况进一步发生变化,生态盈余区减少到 2 个,只剩下阿勒泰地区和克孜勒苏柯尔克孜自治州且生态盈余量接近于 0,和田地区有生态盈余区转变为低生态压力区,哈密地区直接由生态盈余区转变为中生态压力区,伊犁直属县市、阿克苏地区、喀什地区由低生态压力区转变为中生态压力区,昌吉回族自治州由中生态压力区转变为高生态压力区。至此,生态盈余区有 2 个,分别是阿勒泰地区和克孜勒苏柯尔克孜自治州;低生态压力区 4 个,分别是塔城地区、博尔塔拉蒙古自治州、巴音郭楞蒙古自治州和和田地区;中生态压力区 4 个,分别是哈密地区、伊犁直属县市、阿克苏地区和喀什地区;高生态压力区 5 个,分别是乌鲁木齐市、克拉玛依市、石河子市、吐鲁番地区和昌吉回族自治州。这个时期除阿勒泰、克孜勒苏柯尔克孜自治州外,其他各地州市生态环境不可持续性进一步增强。

综上所述,新疆各地州市 1995—2010 年间区域差异逐渐增大,生态赤字区逐渐增多,生态压力指数逐渐增大,生态环境不可持续性逐渐增强。新疆一直处于高生态压力区的是乌鲁木齐市、克拉玛依市和石河子市,主要是因为它们经济发展水平和城市化水平高,生物资源、能源消费量大,受发展基础、资源等因子驱动;喀什地区和伊犁直属县市受国家政策因子驱动,生态压力逐渐变大。2000 年后,各地州市可持续发展状况发生巨大的变化,主要是因为生态足迹的快速增长,生态承载力基本不变,导致生态压力指数增大,生态赤字增加,归根源于西部大开发战略的成效显著,新疆各地州市经济发展和人口快速增长,生物资源能源消费量增多。

2.2 新疆生态经济系统可持续发展空间格局分析

充分考虑生态环境可持续性、资源利用效率和突出现在新疆生态经济系统发展的空间格局同时又能很好地展现 1995—2010 年新疆生态经济系统发展空间格局的演变过程,本文以 2010 年生态经济系统发展能力指数和万元 GDP 生态足迹为基准将各地州市划分为九个区域:低生态经济发展能力和资源利用区块(低-低)、低生态经济发展能力中效资源利用区块(低-中)、低生态经济发展能力高效资源利用区块(低-高)、中等生态经济发展能力低效资源利用区块(中-低)、中等生态经济发展能力和资源利用区块(中-中)、中等生态经济发展能力高效资源利用区块(中-高)、高生态经济发展能力低效资源利用区块(高-低)、高生态经济发展能力中效资源利用区块(高-中)、高生态经济发展能力高效资源利用区块(高-高),具体划分标准如表 2。

表 2 生态经济系统分区标准

Table 2 The evaluation criteria for ecological economic system based on sustainable development capacity index

类型 Type	生态经济系统发展能力指数 C Ecological economic system development capacity index	万元 GDP 生态足迹 W Per capita of ecological capacity
低-低 Low-low areas	$C < 3$	$W > 3$
低-中 Low-middle areas	$C < 3$	$1.5 < W < 3$
低-高 Low-high areas	$C < 3$	$W < 1.5$
中-低 Middle-low areas	$3 < C < 5$	$W > 3$
中-中 Middle-middle areas	$3 < C < 5$	$1.5 < W < 3$
中-高 Middle-high areas	$3 < C < 5$	$W < 1.5$
高-低 High-low areas	$C > 5$	$W > 3$
高-中 High-middle areas	$C > 5$	$1.5 < W < 3$
高-高 High-high areas	$C > 5$	$W < 1.5$

2.2.1 总体水平:生态经济系统发展能力和资源利用效率显著提高

1995—2010 年间,全疆的生态经济系统发展能力指数由 2.88 增加到 4.57,生态经济系统发展能力显著提高,但是生态系统多样性指数呈缓慢下降趋势,新疆生态经济系统可持续发展力的提升主要是生态足迹的上升,因此,生态经济系统可持续性的驱动因子是与生态可持续的驱动因子是一致的;万元 GDP 生态足迹由 4.1983 hm²降到 1.6942 hm²,资源利用效率也有明显的提高。提高资源利用效率是减小生态赤字的有效手段,新疆是一个资源大省,并且生态赤字有进一步加大的趋势,因此提高能源利用效率势在必行。

2.2.2 空间格局:生态经济系统发展能力和资源利用效率的区域差异变大

运用生态足迹模型和生态经济系统分区标准,分析了新疆各地州市典型时段(1995 年、2000 年、2005 年和 2010 年)的生态经济系统可持续发展能力(图 2)。

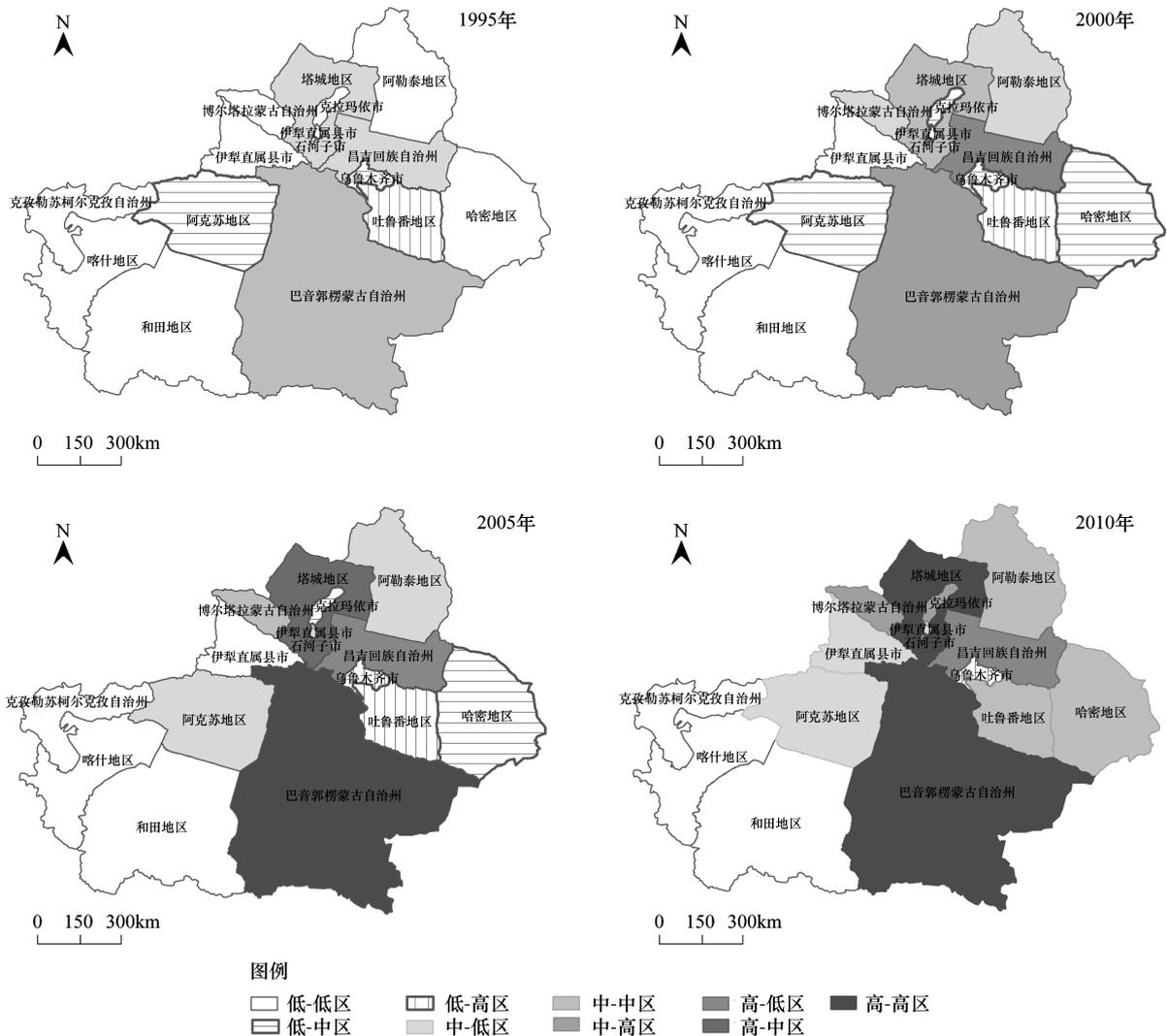


图 2 1995—2010 年新疆生态经济系统发展能力

Fig.2 Ecological economic system sustainable development capacity of Xinjiang Region from 1995 to 2010

(1)1995 年,新疆低-低区有 9 个,分别是克拉玛依市、哈密地区、伊犁直属县市、阿勒泰地区、博尔塔拉蒙古自治州、克孜勒苏柯尔克孜自治州、喀什、和田和石河子市,低-中区 2 个,分别是乌鲁木齐市和阿克苏地区,低-高区 1 个,是吐鲁番地区,中-低区 2 个,分别是塔城地区、昌吉回族自治区,中-中区 1 个,是巴音郭楞蒙古自治州,这一时期新疆生态经济系统发展能力低、资源利用效率低。

(2)2000 年,克拉玛依市和哈密地区由低-低区转变为低-中区,阿勒泰地区、博尔塔拉蒙古自治州和石河

子市由低-低区转变为中-低区,塔城地区由中-低区转变为中-中区,昌吉回族自治州由中-低区组转变为高-低区,巴音郭楞蒙古自治州由中-中区转变为中-高区,其他地区未变,这一时期新疆生态经济系统发展能力和资源利用效率有了提高。

(3)2005年,伊犁直属县市由低-低区转变为中-低区,乌鲁木齐市由低-中区转变为低-高区,阿克苏地区由低-中区转变为中-低区,博尔塔拉蒙古自治州和石河子市由中-低区转变为中-中区,塔城地区由中-中区转变为高-中区,巴音郭楞蒙古自治州由中-高区转变为高-高区,这一时期新疆生态经济系统发展能力和资源利用效率有了进一步提高。

(4)2010年,克拉玛依市由低-中区转变为中-高区,哈密地区由低-中区转变为中-中区,吐鲁番地区由低-高区转变为中-中区,阿勒泰地区由中-低区转变为中-中区,博尔塔拉蒙古自治州由中-中区转变为中-高区,石河子市由中-中区转变为高-高区,塔城地区由高-中区转变为高-高区。至此,低-低区有3个,分别为克孜勒苏柯尔克孜自治州、喀什、和田,低-高区1个,为乌鲁木齐市,中-低区2个,分别是伊犁直属县市、阿克苏地区,中-中区3个,分别为哈密地区、吐鲁番地区和阿勒泰地区,中-高区2个,分别为克拉玛依市和博尔塔拉蒙古自治州,高-低区1个,为昌吉回族自治州,高-高区3个,分别为塔城地区、巴音郭楞蒙古自治州和石河子市。这一时期新疆生态经济系统发展能力和资源利用效率显著提高。

综上所述,1995—2010年间,新疆各地州市生态经济系统发展能力和资源利用效率的区域差异变大,同时各地州市有了显著提高。各地州市呈现了较强的空间差异性,其原因是各地的资源禀赋和社会经济基础的不同。

3 结论

运用生态足迹模型、生态压力区分区标准和生态经济系统分区标准分析了1995—2010年新疆各地州市生态可持续性和生态经济系统可持续性的时空演变过程。结果表明:

(1)1995—2010年间,新疆生态足迹呈现递增趋势,生态足迹由1995年的 $2.1101 \text{ hm}^2/\text{人}$ 上升到2010年的 $4.2226 \text{ hm}^2/\text{人}$,而生态承载力基本保持不变,造成生态赤字逐年增大,由1995年的 $0.3702 \text{ hm}^2/\text{人}$ 增大到2010年的 $2.5395 \text{ hm}^2/\text{人}$,增长了近7倍,生态压力指数由1995年的1.21增加到2010年的2.51,由低生态压力区转变为中生态压力区。表明新疆生态恶化,生态环境不可持续性增强。

(2)新疆各地州市1995—2010年间区域差异逐渐增大,生态赤字区逐渐增多,生态压力指数逐渐增大,生态环境不可持续性逐渐增强。新疆一直处于高生态压力区的是乌鲁木齐市、克拉玛依市和石河子市,主要是因为它们经济发展水平和城市化水平高,生物资源、能源消费量大。2000年后,各地州市可持续发展状况发生巨大的变化,主要是因为生态足迹的快速增长,生态承载力基本不变,导致生态压力指数增大,生态赤字增加,归根源于西部大开发战略的成效显著,新疆各地州市经济发展和人口快速增长,生物资源能源消费量增多。

(3)1995—2010年间,全疆的生态经济系统发展能力指数由2.88增加到4.57,生态经济系统发展能力显著提高,但是生态系统多样性指数呈缓慢下降趋势,新疆生态经济系统可持续发展力的提升主要是生态足迹的上升;万元GDP生态足迹由 4.1983 hm^2 降到 1.6942 hm^2 ,资源利用效率也有明显的提高。提高资源利用效率是减小生态赤字的有效手段,新疆是一个资源大省,并且生态赤字有进一步加大的趋势,因此提高能源利用效率势在必行。

(4)1995—2010年间,新疆各地州市生态经济系统发展能力和资源利用效率有了显著提高,但是区域差异变大。各地州市呈现了较强的空间差异性,其原因是各地的资源禀赋和社会经济状况的不同。

(5)综上所述,新疆生态恶化、生态环境不可持续性增强、各地州市生态中高压区增多的原因是生态足迹的快速增长,同时,新疆及各地州市生态经济系统发展力的提升主要是生态足迹的上升,这就要求加大政府财政投入,引进新技术,提高资源利用效率,确保生态经济系统的持续发展。

参考文献 (References):

- [1] 王国刚, 杨德刚, 乔旭宁, 杨莉, 唐宏. 基于生态足迹模型的新疆区域生态经济可持续发展能力变化分析. 冰川冻土, 2009, 31(5): 969-975.
- [2] Wackernagel M, Rees W E. Our Ecological Footprint Reducing Human Impact on the Earth. Gabriola Island; New Society Publishers, 1996: 61- 83.
- [3] Wackernagel M, Rees W E. Perceptual and structural barriers to investing in natural capital; economics from an ecological footprint perspective. Ecological Economics, 1997, 20(1): 3-24.
- [4] Wackernagel M, Onisto L, Bello P, Linares A C, Falfán I S L, García J M, Guerrero A I S, Guerrero M G S. National natural capital accounting with the ecological footprint concept. Ecological Economics, 1999, 29(3): 375-390.
- [5] Van Vuuren D P, Smeets E M W. Ecological footprints of Benin, Bhutan, Costa Rica and the Netherlands. Ecological Economics, 2000, 34(1): 115-130.
- [6] 刘淼, 胡远满, 李月辉, 常禹, 张薇. 生态足迹方法及研究进展. 生态学杂志, 2006, 25(3): 334-339.
- [7] 徐中民, 张志强, 程国栋, 陈东景. 中国 1999 年生态足迹计算与发展能力分析. 应用生态学报, 2003, 14(2): 280-285.
- [8] 余万军, 吴次芳, 尹奇, 方斌. 基于生态足迹的资源节约型发展初探—以杭州市为例. 自然资源学报, 2005, 20(6): 916-924.
- [9] 赵云龙, 唐海萍, 李新宇, 张新时. 河北省怀来县可持续发展状况的生态足迹分析. 自然资源学报, 2004, 19(1): 128-135.
- [10] 章锦河, 张捷. 旅游生态足迹模型及黄山市实证分析. 地理学报, 2004, 59(5): 763-771.
- [11] 包正君, 赵和生. 基于生态足迹模型的城市适度人口规模研究——以南京为例. 华中科技大学学报: 城市科学版, 2009, 26(2): 84-89.
- [12] Wackernagel M, Monfreda C, Erb K H, Haberl H, Schulz N B. Ecological footprint time series of Austria, the Philippines, and South Korea for 1961-1999; comparing the conventional approach to an 'actual land area' approach. Land Use Policy, 2004, 21(3): 261-269.
- [13] 张乐勤, 陈素平, 宋慧芳, 许信旺. 安徽省池州市 2001-2010 年可持续发展动态测度与分析. 地理研究, 32(3): 439-449.
- [14] 李菅刚, 蒋勇军. 基于生态足迹模型的重庆市涪陵区可持续发展研究. 西南大学学报, 2009, 31(6): 73-77.
- [15] 孙鹏, 王青, 刘建兴, 顾晓薇, 李广军. 沈阳市交通生态足迹的时间序列分析. 资源科学, 2008, 30(6): 864-869.
- [16] 陈敏, 王如松, 张丽君, 怀保光. 1978-2003 年中国生态足迹动态分析. 资源科学, 2005, 27(6): 132-139.
- [17] 张志强, 徐中民, 程国栋, 陈东景. 中国西部 12 省(区市)的生态足迹. 地理学报, 2001, 56(5): 599-610.
- [18] 张恒义, 刘卫东, 林育欣, 单娜娜, 王世忠. 基于改进生态足迹模型的浙江省域生态足迹分析. 生态学报, 2009, 29(5): 2739-2748.
- [19] 任志远, 黄青, 李晶. 陕西省生态安全及空间差异定量分析. 地理学报, 2005, 60(4): 597-606.
- [20] Shannon C E, Weaver W. The Mathematical Theory of Communication. Urbana, IL: University of Illinois Press, 1949.