

湖北省生态足迹和生态承载力 时空动态研究

田玲玲 罗静 董莹 刘和涛 曾菊新

1. 华中师范大学地理过程分析与模拟湖北省重点实验室, 湖北武汉 430079;
2. 华中师范大学城市与环境科学学院, 湖北武汉 430079;
3. 湖北省城市规划设计研究院, 湖北武汉 430071)

摘要: 研究湖北省内部可持续发展的趋势, 以 2005 年、2010 年、2013 年统计数据为基础, 应用生态足迹分析法核算湖北省 17 个市(州、林区)在三个时间节点的生态足迹与生态承载力, 对各地区生态足迹和生态盈亏状况从时间和空间上进行动态研究。研究结果表明: 湖北省 17 个市(州、林区)的总生态足迹和人均生态足迹呈迅速增长趋势, 其中中部地区增长最快; 2005 年生态赤字最为严重的地区集中于以武汉为代表的中东部, 2013 年生态赤字最为严重的地区集中于中西部, 生态赤字空间分布的重心逐渐由东部向西部转移; 6 种生态生产性土地增长速度由快到慢依次是建筑用地、化石能源、草地、水域、林地和耕地, 其中潜江、恩施、天门、仙桃、黄冈等地建筑用地生态足迹增速最快, 十堰、那州、黄石、荆州、荆 i-i 等地则是水域生态足迹增速最快, 草地、水域、化石能源用地和耕地的生态足迹增长共同决定各地区人均生态足迹的变化趋势。

关键词: 生态足迹; 生态承载力; 生态盈亏; 时空动态; 湖北省

中图分类号: X24; K903 文献标识码: A 文章编号: 1004-8227(2016)02-0316-10

DOI:10.11870/cjlyzyyhj201602018

生态足迹主要研究自然资本消费的空间, 用来评估人类生存与发展对生态系统需求, 反映对生态系统的消耗量, 加拿大生态经济学家 William Rees 在 1992 年将其形象地比喻为“一只负载着人类与人类所创造的城市、工厂等的巨脚踏在地球上留下的脚印”。生态承载力则是指一个区域实际提供给人类的所有生物生产土地面积(包括水域)的总和。世界自然基金会(WWF)2014 年发布的《地球生的命力报告》显示, 需要 1.5 个地球才能承载目前人类的生态足迹, 中国以 30 亿全球公顷的生态足迹总量位居全球第一。生态足迹与生态承载力实质是生态供给与需求的关系, 若只考虑局部空间范围内的人类活动和自身生态供给能力, 很多地区尤其是大城市、工业快速发展的地区, 必然会有生态赤字, 这些地区要维持生存和发展就必须利用外化空间的生态供给, 即要消费其他地区的“生态盈余”。主体功能区规划提出“生态产品”理论, 突破了区域自然资源与市场的约束, 扩大了人类活动的消费空间, 因此, 通过研究生态足迹能帮助发现提供生态产品的区域以及需要消费其他地区生态产品的区域, 为计算生态转移支付和生态补偿提供必要的理论基础。

生态足迹的理论和方法于 1999 年被引入国内, 目前国内外研究主要集中在三个主要方面: 一是理论方法的研究, 如生态足迹模型的修正、产量因子的选择、与其他模型的结合应用等; 二是针对不同对象、不同尺度的研究, 空间尺度上表现为在国家、区域、省市或者单个城市等, 时间尺度上既有单时间节点的研究也有时间动态研究; 三是应用领域的扩展, 如能源消耗、交通、旅游、国际贸易、消费品、森林等领域以及区域可持续发展能力、生态安全评价与环境评价等。根据目前的研究来看, 从空间角度来研究区域内部的动态变化以及空间动态差异的相对较少。基于此, 本文将湖北省作为研究区域, 湖北省是长江经济带的重要经济支点, 也是全国重要的生态支点, 湖北经济在中部崛起以来得到了快速发展, 中部经济支点的地位日益突出, 但生态环境问题也日益凸现。采用生态足迹方法来测算各地区生态盈亏变化, 评估生态系统可持续状态, 对湖北省实施主体功能区划, 推进新型城镇化和生态强省等战略, 探求经济-社会-生态协调可持续发展具有深远的意义。

1 研究区概况与数据来源

湖北省位于中国中部偏南、长江中游， $29^{\circ}05' - 33^{\circ}20'N$ ， $108^{\circ}21' - 116^{\circ}07'E$ ，北依河南，东连安徽，南邻湖南，西接重庆，东南和西北分别与江西和陕西为邻。地势大致为东、西、北三面环山，中间低平，略呈向南敞开的不完整盆地。全省国土总面积 18.59 万 km^2 ，其中山地占 56%，丘陵占 24%，平原湖区占 20%，境内水网纵横，湖泊密布。下辖 12 个省辖市（其中，1 个副省级城市）、1 个自治州（恩施土家族苗族自治州）、3 个直管市（天门、仙桃、潜江）、1 个林区（神农架林区）。2014 年，湖北省完成地区生产总值 27367.04 亿元，居全国第 10 位，三次产业结构为 11.6 : 46.9 : 41.5，居民人均可支配收入 18283 元，森林覆盖率 40%。

为了客观统一的反映湖北省“十一五”和“十二五”期间生态盈亏特征及演变趋势，依据资料的可获得性与实时性等条件，筛选 2005 年、2010 年及 2013 年作为研究节点。本文基础数据主要来源于 2006 年、2011 年、2014 年（《湖北省统计年鉴》）、各个市（州、林区）2006 年、2011 年、2014 年统计年鉴、《中国城市年鉴》以及《中国农村统计年鉴》；土地类型数据主要来源于湖北省国土厅以及湖北省测绘成果档案馆提供的土地利用类型数据以及地理国情普查数据。

2 评价方法

本文计算生态足迹的模型采用国际通用的一般计算公式，即引用均衡因子将消费量转化成生产性土地。一般计算公式为：

$$EF = N \cdot ef = N \cdot \sum_{j=1}^6 (r_j \cdot aa_j) = N \cdot \sum_{j=1}^6 \left[r_j \cdot \sum_{i=1}^n (a_i) \right] = N \cdot \sum_{j=1}^6 \left[r_j \cdot \sum_{i=1}^n \left(\frac{c_i}{p_i} \right) \right] \quad (1)$$

式中： EF 为区域总生态足迹； N 为人口数； ef 为人均生态足迹； r_j 为均衡因子； aa_j 为各类生物生产土地面积， $j = 1, 2, \dots, 6$ 表示6类生物生产土地面积。 a_i 为人均 i 种消费项目折算的生态生产性面积； i 为消费项目类型； p_i 为 i 种消费品的平均生产能力； c_i 为 i 种消费品的人均年消费量， n 为消费品的数量。

区域生态承载力计算公式如下：

$$EC = N \cdot ec = N \cdot \sum_{j=1}^6 (a_j \cdot r_j \cdot Y_j) = N \cdot \sum_{j=1}^6 (a_j \cdot r_j \cdot \frac{Y_{lj}}{Y_{nj}}) \quad (2)$$

式中： EC 为区域总生态承载力； N 为区域总人口数； ec 为人均生态承载力； a_j 为实际人均占有的 j 类生物生产土地面积； r_j 为均衡因子； y_j 为产出因子； y_{lj} 为区域 j 类土地的平均生产力； y_{nj} 为 j 类土地的世界平均生产力。根据世界环境与发展委员会的报告《我们共同的未来》建议，生态供给中扣除12%的生物多样性土地面积来保护生物多样性^[1-5, 21]。

区域生态足迹与生态承载力的差额称为生态盈亏，用来表示一个区域的生态状况。当生态承载力大于生态足迹时为生态盈余，当生态承载力小于生态足迹时为生态赤字。

在生态足迹计算中，各种资源和能源消费项目被折算为耕地、草地、林地、建筑用地、化石能源土地和水域6种生物生产面积类型。由于这6类生物生产土地面积的生产能力差异很大，计算出的各类生物生产土地面积不能直接相加，因此必须对每种生物生产土地面积乘以均衡因子，以转化为统一的、可比较的生物生产土地面积。根据湖北省省情，在参照其他学者的研究成果的基础上，采用的均衡因子为化石燃料用地1.1，耕地2.8，林地1.1，草地0.5，建筑用地2.8，水域0.2。

考虑到湖北地区的生活方式与消费情况，湖北省各市（州、林区）的生态足迹计算主要为生物资源的消费和化石能源的消费。其生物资源消费分为农产品、动物产品、林产品、水产品四大类，各大类下设有的一些细分类，具体消费品包括小麦、玉米薯类、大豆、棉花、油菜籽、花生、芝麻、麻类、糖类、烤烟、蔬菜、猪肉、牛肉、羊肉、奶类、禽蛋、蚕茧、水产品、生漆、油桐籽、核桃、木耳、茶叶、木材、水果。能源消费为煤炭、天然气、原油、电力四大类。

3 结果与分析

3.1 结果

根据模型计算出湖北省 17 个市（州、林区） 2005 年、2010 年、2013 年三个时间节点的生态足迹、生态承载力以及生态盈亏的变化，具体结果表 1、表 2、表 3 和表 4。

表 1 2005 年湖北省各市(州、林区)人均生态足迹

Tab.1 Per Capita Ecological Footprint of Each City (State, District) in 2005

名称	耕地	草地	水域	林地	化石能源	建筑	人均生态足迹
鄂州市	0.437 9	0.574 7	2.509 9	0.015 9	1.427 6	0.027 5	2.496 8
恩施州	0.407 4	0.637 0	0.022 5	0.048 0	0.321 1	0.001 3	0.718 6
黄冈市	0.461 4	0.410 8	0.627 4	0.020 1	0.403 9	0.000 5	0.962 0
黄石市	0.279 3	0.264 7	0.555 7	0.018 4	1.349 5	0.019 0	1.2433
荆门市	0.900 8	0.804 9	1.166 7	0.059 1	0.954 1	0.007 2	1.946 4
荆州市	0.623 1	0.421 9	1.433 0	0.024 1	0.354 9	0.004 0	1.430 5
潜江市	0.597 4	1.325 0	1.281 5	0.028 0	1.078 5	0.002 9	2.156 6
神农架	0.227 2	1.085 8	0.013 1	0.005 8	0.559 6	0.001 5	0.946 5
十堰市	0.244 6	0.330 0	0.109 8	0.024 4	0.748 6	0.010 8	0.734 1
随州市	0.544 8	0.622 7	0.400 6	0.022 0	0.369 9	0.002 4	0.981 2
天门市	0.406 9	0.408 0	0.743 6	0.008 3	0.384 0	0.001 9	0.976 4
武汉市	0.283 3	0.260 0	0.695 6	0.005 5	1.561 0	0.025 2	1.415 3
仙桃市	0.577 2	0.458 4	2.244 7	0.024 1	0.608 2	0.004 4	1.958 5
咸宁市	0.463 8	0.369 5	0.737 2	0.060 1	0.669 3	0.002 0	1.151 0
襄阳市	0.668 6	0.789 2	0.390 4	0.048 7	0.947 9	0.004 1	1.424 5
孝感市	0.493 8	0.623 3	0.898 3	0.015 7	0.719 1	0.001 1	1.375 6
宜昌市	0.439 6	0.782 4	0.426 1	0.120 1	1.779 3	0.007 9	1.777 7

表 2 2010 年湖北省各市(州、林区)人均生态足迹

Tab.2 Per Capita Ecological Footprint of Each City (State, District) in 2010

名称	耕地	草地	水域	林地	化石能源	建筑	人均生态足迹
鄂州市	0.470 2	0.837 5	3.680 6	0.011 3	2.994 9	0.050 6	4.022 6
恩施州	0.501 9	0.994 0	0.026 4	0.113 1	0.570 7	0.001 0	1.103 5
黄冈市	0.619 8	0.838 3	0.934 5	0.033 0	0.920 4	0.001 0	1.673 5
黄石市	0.291 1	0.510 7	0.931 2	0.005 7	2.299 6	0.025 2	2.031 7
荆门市	1.061 7	1.166 4	1.885 7	0.077 2	1.891 4	0.007 6	3.045 0
荆州市	0.807 6	0.750 9	2.590 8	0.022 5	0.705 9	0.004 7	2.441 2
潜江市	0.721 0	0.907 5	1.378 7	0.027 7	2.028 8	0.028 8	2.546 3
神农架	0.607 1	0.539 1	0.037 0	0.004 5	0.759 1	0.065 4	0.987 6
十堰市	0.345 5	0.502 4	0.473 7	0.042 9	1.669 6	0.010 8	1.522 5
随州市	0.748 1	0.913 1	0.461 6	0.030 2	0.688 7	0.006 4	1.424 0
天门市	0.608 3	0.615 3	1.115 4	0.008 0	0.676 9	0.005 2	1.514 6
武汉市	0.233 4	0.332 1	0.627 2	0.004 7	2.635 3	0.030 5	1.931 6
仙桃市	0.761 2	0.683 1	3.421 1	0.028 3	1.204 4	0.010 3	3.054 2
咸宁市	0.490 9	0.778 6	1.119 8	0.065 9	1.408 9	0.009 1	1.936 6
襄阳市	0.879 8	1.357 0	0.446 5	0.036 8	2.129 6	0.007 1	2.428 4
孝感市	0.576 8	1.000 8	1.025 1	0.027 0	1.302 2	0.002 1	1.967 0
宜昌市	0.507 8	1.116 5	0.563 8	0.225 9	3.456 6	0.018 4	2.944 5

表 3 2013 年湖北省各市(州、林区)人均生态足迹

Tab.3 Per Capita Ecological Footprint of Each City (State, District) in 2013

名称	耕地	草地	水域	林地	化石能源	建筑	人均生态足迹
鄂州市	0.484 7	1.100 7	5.711 4	0.013 0	3.055 8	0.050 1	5.207 9
恩施州	0.483 7	1.146 4	0.030 4	0.129 0	0.726 1	0.007 0	1.261 3
黄冈市	0.626 5	1.048 3	1.081 6	0.034 0	0.998 4	0.001 3	1.895 0
黄石市	0.310 0	0.621 0	1.170 3	0.006 5	3.067 8	0.024 6	2.600 1
荆门市	1.108 7	1.426 7	2.407 7	0.085 3	2.065 7	0.011 6	3.552 9
荆州市	0.841 0	0.846 3	3.015 2	0.028 0	0.786 0	0.007 7	2.762 0
潜江市	0.818 3	1.124 5	1.378 7	0.031 8	2.394 6	0.035 1	2.891 5
神农架	0.270 9	0.519 5	0.000 0	0.005 3	0.994 8	0.007 8	0.899 1
十堰市	0.392 6	0.701 8	0.277 5	0.049 6	1.619 2	0.010 5	1.525 6
随州市	0.751 9	1.602 3	0.555 2	0.035 6	1.120 4	0.004 1	2.034 8
天门市	0.742 6	0.683 2	1.115 4	0.009 3	0.993 0	0.007 7	1.775 6
武汉市	0.229 2	0.345 9	0.678 1	0.003 5	2.958 5	0.032 6	2.123 8
仙桃市	0.839 0	0.700 6	3.421 1	0.028 6	1.658 0	0.013 6	3.330 4
咸宁市	0.545 3	0.941 8	1.290 5	0.075 4	0.983 0	0.003 6	1.919 8
襄阳市	0.927 9	1.593 9	0.478 1	0.044 2	2.547 0	0.008 5	2.799 8
孝感市	0.574 5	1.289 5	1.210 3	0.030 7	1.469 7	0.002 9	2.288 8
宜昌市	0.541 3	1.264 0	0.650 1	0.306 5	4.266 3	0.018 8	3.523 5

表 4 2005、2010、2013年各市(州、林区)人均生态承载力与生态盈亏

Tab.4 Per Capita Ecological Carrying Capacity and Ecological Surplus of Each City (State, District) in 2005, 2010, 2013

名称	2005年人均生态		2010年人均生态		2013年人均生态	
	承载力	态盈亏	承载力	态盈亏	承载力	态盈亏
鄂州市	0.415 6	-1.914 6	0.413 8	-3.289 3	0.415 0	-4.355 1
恩施州	1.276 7	0.374 6	1.360 4	0.095 1	1.450 7	0.025 4
黄冈市	0.613 9	-0.374 7	0.724 5	-0.926 5	0.856 9	-1.020 0
黄石市	0.445 3	-0.762 7	0.464 4	-1.457 0	0.488 4	-1.949 4
荆门市	1.226 8	-0.770 3	1.244 2	-1.745 2	1.262 6	-2.187 5
荆州市	0.662 2	-0.757 7	0.746 5	-1.599 8	0.842 7	-1.811 7
潜江市	0.709 6	-1.373 2	0.760 7	-1.683 1	0.816 5	-1.949 2
神农架	5.056 8	3.193 6	5.231 1	3.296 0	5.412 5	3.520 8
十堰市	1.142 1	0.253 0	1.177 5	-0.428 3	1.215 8	-0.400 4
随州市	0.826 5	-0.221 9	0.968 7	-0.506 7	1.137 7	-0.921 2
天门市	0.597 5	-0.400 7	0.680 5	-0.818 7	0.777 2	-0.976 3
武汉市	0.305 1	-1.029 7	0.251 2	-1.537 5	0.212 5	-1.741 5
仙桃市	0.511 8	-1.353 2	0.641 9	-2.235 2	0.806 7	-2.352 0
咸宁市	0.718 9	-0.460 8	0.812 8	-1.092 7	0.931 4	-0.982 7
襄阳市	0.814 6	-0.630 4	0.855 1	-1.501 5	0.897 8	-1.801 6
孝感市	0.550 5	-0.797 6	0.579 1	-1.307 0	0.612 3	-1.570 1
宜昌市	1.013 2	-0.789 3	0.995 5	-1.853 6	0.979 6	-2.387 5

3.2 生态足迹与生态承载力分析

3.2.1 时间动态分析

(1) 2005-2013年间,湖北省各地的人均生态足迹总体上为迅速增长,平均年增长率达到7.34%。分阶段来看,2005-2010年各地区的平均年增长率为9.09%,2010-2013年为4.55%,较前一时期有所回落。其中神农架林区人均生态足迹年增长率持续保持最低水平;十堰市在2005-2010年间年增长率最高,达到了15.71%,其次分别为黄冈市、荆州市、襄阳市、咸宁市、宜昌市、黄石市、鄂州市、荆门市、仙桃市、天门市,均超过了该阶段各地区平均水平。随州市在2010-2013年间年增长率最高,达到12.63%,其次为鄂州市、黄石市、宜昌市、天门市、荆门市、孝感市、襄阳市、恩施州。

(2) 2005-2013年间,各地区的人均生态承载力变化幅度总体较小,平均年增长率仅有2.03%,由于神农架林区地广人稀,国土空间开发强度小,其人均生态承载力远超于其他地区。2005-2010年间,武汉市、宜昌市、鄂州市三个地区出现负增长,武汉市最低,为一3.81%;荆州市、咸宁市、天门市、随州市、黄冈市和仙桃市增长率超过地区平均水平,仙桃市最高,达到4.63%。2010-2013年间,除鄂州市由负增长转为微量增长外,其余各地区与上一时间段相比变化态势基本一致。

3.2.2 空间动态分析

利用 ArcGIS 将数值进行自然分等定级,可以明显看到生态足迹与生态承载力在空间上呈现一定特征,空间分布不均衡,且在三个时间点上空间变化也较为突出。

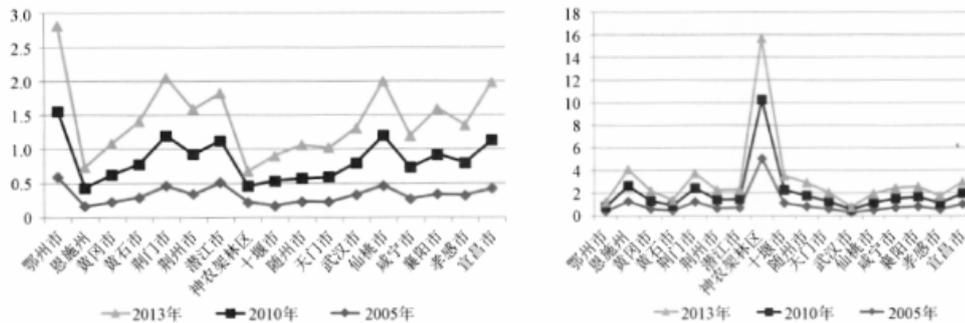


图1 各市(州、林区)人均生态足迹与人均生态承载力时间变化

Fig.1 Temporal Variation of the Per Capita Ecological Footprint and the Per Capita Ecological Carrying Capacity of Each City (State, District)

(1) 2005年人均生态足迹最高的为鄂州市,其次为宜昌市、荆门市、潜江市、仙桃市。2010年宜昌、荆门、仙桃三市增长较快,同时位于南北两侧的荆州市、襄阳市等级也出现明显升高,随州市在2013年由较低上升至中等水平。总的来看,人均生态足迹较高的市(州、林区)主要在湖北省中部,而鄂西的秦巴山区、武陵山区和部东的大别山区、幕阜山区四个地域则相对较低。湖北省人均生态足迹空间格局动态变化总体上表现为“四角不变,中部开花”的态势,即四个山区维持低值不变,高值区则以宜昌市、荆门市为中心逐渐向四周蔓延。

2005 年总生态足迹最高的为武汉市和荆州市，其次为黄冈市、孝感市、荆门市、襄阳市和宜昌市，其余地区则相对较低。襄阳市、宜昌市分别在 2010 年、2013 年有较大增长。总生态足迹空间分布格局动态变化总体上表现为“顺时针扩散”的态势，即以江汉平原腹地为圆心，以总生态足迹最高的武汉市为原点，顺时针沿荆州市、宜昌市、襄阳市呈环状扩散。

从各地区生态足迹结构可以发现，不同地区的主导生态足迹结构分异明显。对武汉、宜昌、襄阳、黄石、十堰和潜江生态足迹贡献度最高的是化石能源，这与其作为湖北省重要的工业基地地位相吻合。武汉、宜昌、襄阳是湖北省“一主两副”城镇体系空间结构的载体，黄石是武汉城市圈的副中心城市，十堰是著名的汽车工业基地，潜江是江汉油田所在地，各市对化石能源的需求量和消费量都较高。神农架林区、恩施州和随州生态足迹贡献度最高的是草地，主要因为神农架林区和恩施州全部地处山区，随州大部分处于丘陵岗地，耕地和水域面积比例较小，畜牧业相对较为发达。鄂州、黄冈、荆门、荆州、天门、仙桃、咸宁、孝感生态足迹贡献度最高的是水域，这些地区全部或者大部分位于江汉平原，河湖众多，水系发达，水产品生产和消费需求旺盛。

(2) 2005 年人均生态承载力最低的为武汉、鄂州和黄石。其次为黄冈、孝感、天门和仙桃。荆门、宜昌、十堰、神农架林区和恩施州则相对较高。2010 年宜昌和潜江有所下降；2013 年潜江、仙桃、天门、荆州、黄石、鄂州和黄冈均有上升。人均生态承载力空间分布格局动态变化总体上表现为“东升西降”的态势，即东部各地区则普遍上升，西部的宜昌地位有所下降。总生态承载力除仙桃、潜江地位略有上升之外均无变化，空间格局动态变化总体上趋于稳定。

对生态承载力结构分析发现，耕地和林地是影响各地区生态承载力最重要的两个指标。林地主要影响神农架林区和十堰市，这两个地区地处秦巴山区，森林覆盖率高，所能提供的产品比重大。其余地区生态承载力均主要受耕地影响，恩施州虽位于武陵山区，但是阶梯层状地貌明显，耕地面积约为林地面积近 3 倍，导致耕地影响度比林地较高；位于鄂北岗地、江汉平原、鄂东丘陵的县市是粮食主产区，生态承载力受耕地面积影响明显。

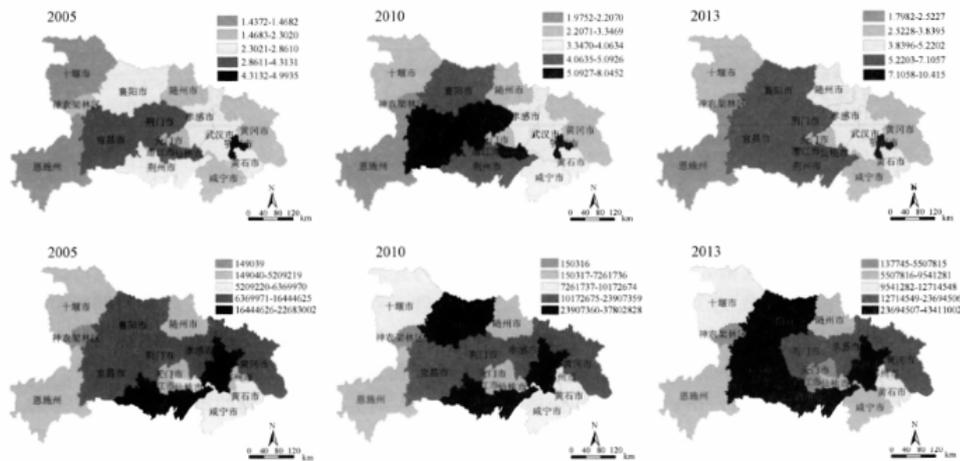


图 2 2005、2010、2013 年各市(州、林区)人均生态足迹与总生态足迹空间分布图

Fig.2 Spatial Distribution of the Per Capita Ecological Footprint and Total Ecological Footprint of Each City (State, District) in 2005, 2010, 2013

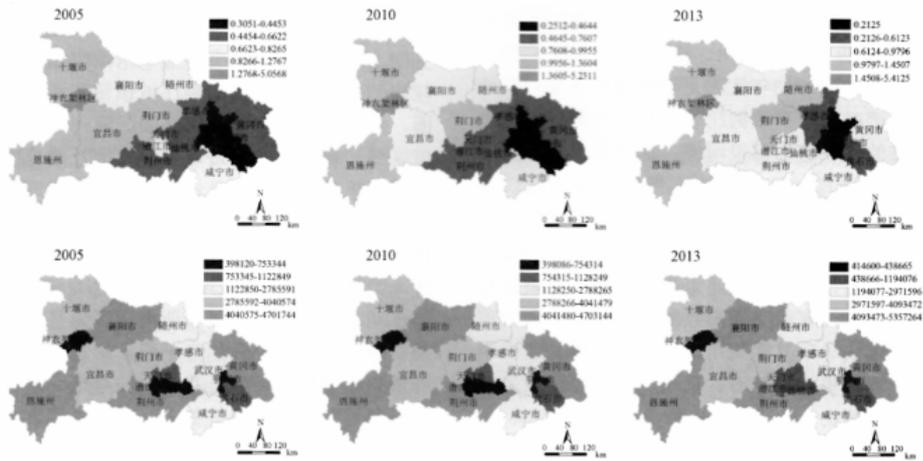


图3 2005、2010、2013年各市(州、林区)人均生态承载力与总生态承载力空间分布图

Fig.3 Spatial Distribution of the Per Capita Ecological Carrying Capacity and Total Ecological Carrying Capacity of Each City (State, District) in 2005, 2010, 2013

3.3 生态盈亏分析

2005年,湖北省除了十堰市、恩施自治州、神农架林区以外,其他地区都出现不同程度的生态赤字,其中鄂州、武汉、仙桃、潜江赤字相对较高;到2010年和2013年,未出现生态赤字的地区仅有恩施州和神农架林区,其余地区的生态赤字加大,表现较为明显的为鄂州、宜昌、荆门、仙桃、襄阳、荆州、十堰和随州。

空间分布来看,2005年生态赤字最为严重的地区主要集中于中东部,2010年全省除神农架林区和恩施州外,中部地区生态赤字加大,2013年生态赤字最为严重的地区主要集中于中西部。主要原因是近年“两圈两带”、“荆江城镇带”及“一主两副”等战略的推进,促进了湖北中西部地区的发展,人口集聚强度增大,城市扩张迅速,导致生态足迹总量和人均水平波动较大,生态赤字空间分布的重心逐渐由东部向西部转移。其中以武汉、鄂州、随州、仙桃等为代表的武汉城市圈地区,以宜昌、襄阳为代表的西部中心城市,以荆州、荆门为代表的中部城市生态赤字明显,生态赤字趋势较其他地区更严峻。

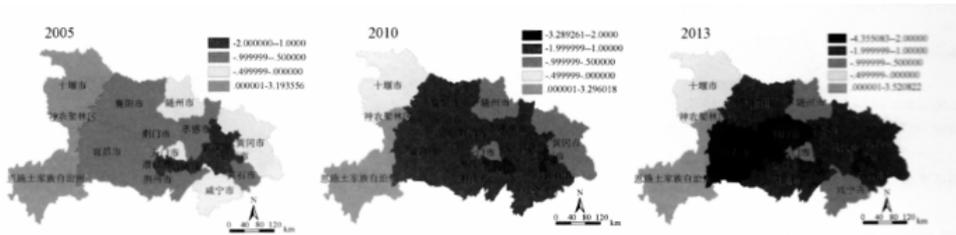


图4 2005、2010、2013年各市(州、林区)生态盈亏状态空间分布图

Fig.4 Spatial Distribution of the Ecological Surplus and Deficit of Each City (State, District) in 2005, 2010, 2013

3.4 变化趋势分析

图5反应了17个市(州、林区)6种生态生产性土地在2005年到2013年生态足迹的增长速度。耕地生态足迹时间序列数据比较平稳,各地区耕地生态足迹的增长速度都很缓慢。从总体上看,生态生产性土地增长速度由快到慢的依次是建筑用地、化石能源、草地、水域、林地和耕地。以单个市州来看,潜江、恩施、天门、仙桃、黄冈、孝感、宜昌、襄阳等地建筑用地生态足迹增速较快,其中作为东西交通节点的潜江工业化、城市化速度过快导致其建筑用地生态足迹增长速度最快。十堰、鄂州、黄石、荆州、荆门等水域生态足迹增速最快,除咸宁市以外,其他各市(州、林区)化石能源用地生态足迹增长速度均很快。

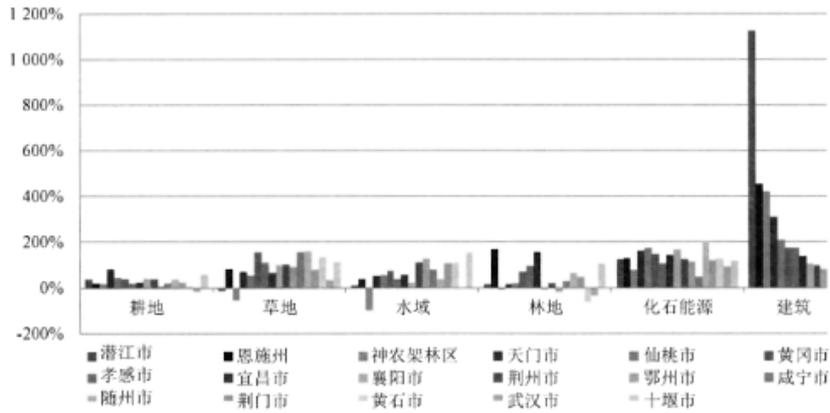


图5 各市(州、林区)6种生态生产性土地在2005-2013年间生态足迹的增长率

Fig.5 Growth Rate of Ecological Footprint of Six Kinds of Ecological Productive Land of Each City (State, District) from 2005 to 2013

图6看出,6种生态生产性土地的生态足迹在空间上的变化趋势各有特征。水域生态足迹增长较快的集中在东中部的荆江城镇带和武汉市城市圈,草地生态足迹增长在襄阳、随州为代表的北部区域,耕地生态足迹以鄂北岗地丘陵地区和中部江汉平原地区增长最快,化石能源用地生态足迹增长较快的在宜昌、襄阳、武汉为代表的城市化快速发展区域,建筑用地生态足迹普遍增速较快,尤其是“仙天潜”区域,林地生态足迹的变化集中在湖北山区地区,以鄂西南山区为甚。各市州的耕地生态足迹上升趋势平稳,建筑用地生态足迹增长幅度快大,但是基数小,草地、水域和化石能源用地生态足迹基数大,增长幅度也大。各地区人均生态足迹的逐年上升短时期内由草地、水域、化石能源用地和耕地的生态足迹增长共同决定,但是建筑用地生态足迹的影响作用越来越凸显。

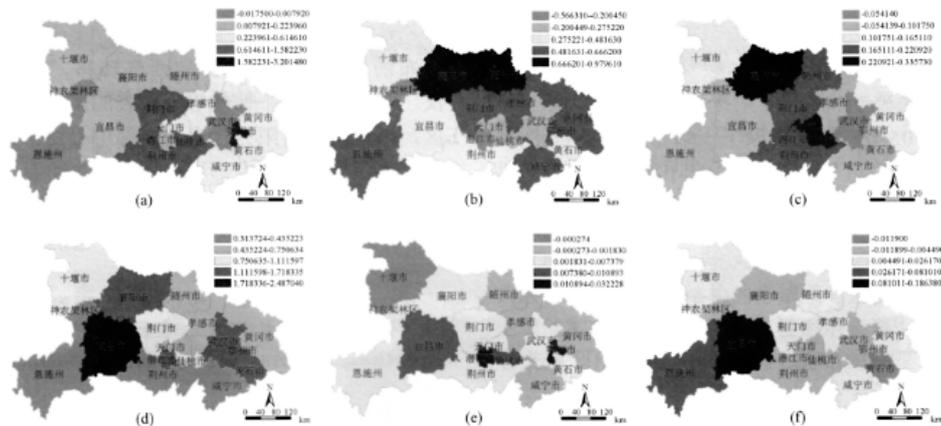


图6 各市(州、林区)2005-2013年6种生态生产性土地生态足迹空间变化趋势

(a: 水域生态足迹 b: 草地生态足迹 c: 耕地生态足迹 d: 化石能源生态足迹 e: 建筑生态足迹 f: 林地生态足迹)

Fig.6 Spatial Change Trend of Ecological Footprint of Six Kinds of Ecological Productive Land of Each City (State, District) from 2005 to 2013

(a: fishing land, b: grassland, c: cropland, d: fossil energy land, e: construction land, f: forest land)

4 结论与讨论

通过从时间和空间上研究各市州生态足迹与承载力的总量、人均水平及其构成特点,得出了以下结论:(1)湖北省各市(州、林区)的生态足迹呈快速增长态势,大部分地区均出现了生态赤字,湖北省整体处于不可持续状态,且有恶化的趋势。(2)湖北省各市(州、林区)生态环境恶化程度不同,空间差异明显,中部地区的人均生态足迹和总生态足迹都相对较高且增长最快,生态赤字的空间分布重心逐渐由东部的武汉城市圈向西部的鄂西生态文化旅游圈转移。(3)6种生态生产性土地的生态足迹均呈现上升趋势,且空间差异明显,草地、水域、化石能源用地主要影响生态足迹的变化趋势,建筑用地生态足迹的影响作用随着时间的变化越来越凸显。

鉴于研究结论，根据湖北省各地区生态盈亏状况提出几点发展建议：一是积极实施主体功能区规划，加大生态补偿力度，转变经济发展方式，帮助生态功能区提高生态产品供给能力，提高生态承载力，逐步解决生态功能区的生态赤字状况，保证生态功能区能生态盈余。二是发展生态产品交易，将生态赤字地区为维持发展而消耗其他地区的生态足迹作为生态转移支付和生态产品交易的参考，重点开发区等地将其转化为经济、社会等补偿支付给生态盈余区域，促进各区域最大程度地利用本区域发展优势以及外化空间的生态资源和市场，通过生态产品的流通达到整个区域的生态总供给和总需求平衡。三是各区域根据实际情况调整政策，降低自身生态足迹。武汉、宜昌、襄阳等经济较好的地区注重发展低碳循环经济，优化能源消费结构，提高化石能源的使用效率；仙桃、潜江、鄂州等城镇化、工业化迅速发展的地区注重节约集约用地，防止城市盲目扩张；江汉平原、鄂北岗地等农产品主产区加快基本农田建设，优化生产结构，提高单位面积生态生产性土地的生物产量；西部山区以及长江、汉江流域加大节能环保投入，注重森林、草地和水资源的保护。