

淮海经济区生态足迹时空差异与城市可持续性评价

宋亚洲^{1,4}, 韩宝平^{1,2}, 马晓冬³, 沈正平³

(1. 中国矿业大学 环境与测绘学院, 江苏 徐州 221008; 2. 徐州工程学院, 江苏 徐州 221008;
3. 徐州师范大学 城市与环境学院, 江苏 徐州 221116; 4. 江苏省丰县农业委员会, 江苏 丰县 221700)

摘要: 基于生态足迹模型研究了淮海经济区 1986—2008 年生态足迹(EFs)的年度变化及其空间差异, 并对 20 个成员市的生态可持续性进行了评价。研究表明, 区域人均生态足迹呈现快速增长趋势, 年均增幅达 5.74%。2008 年, 处在前 4 位的依次为莱芜市(9.143 6 hm²), 枣庄市(6.340 4 hm²), 淮北市(6.185 2 hm²), 济宁市(5.004 9 hm²); 后 4 位的分别是阜阳市(1.038 5 hm²), 周口市(1.122 1 hm²), 宿迁市(1.209 7 hm²), 开封市(1.319 5 hm²)。各成员市之间存在明显差异, 最高者与最低者相差近 8 倍, 其中能源用地是导致生态足迹空间差异的最主要因子。经济区人均生态承载力(ECs)表现为稳中有降, 但各成员市之间空间差异程度不大, 基本在 0.4~0.7 hm² 之间变化。由此, 淮海经济区生态供需状况由 1986—1988 年的较小盈余, 1989 年以后逐年出现生态赤字, 到 2008 年人均赤字(EDs)达 1.692 1 hm², 年均增长 29.08%, 显然现有生态承载力已不足以支持其生态足迹需求, 很大程度上需依靠消耗自然资本存量来弥补生态赤字差额, 这种发展模式对自身生态经济系统安全构成了潜在威胁。根据生态可持续评价结果, 各成员市的生态可持续指数(I_{ES})普遍偏低, 半数以上的城市处在“中度不可持续类”发展状态。其中, 莱芜、枣庄、淮北、济宁、泰安、徐州、日照等 7 市已进入“强不可持续类”城市。最后, 从区域科学发展的角度, 提出了增强区域可持续发展能力的对策和建议。

关键词: 生态足迹; 生态承载力; 可持续性评价; 成员市; 淮海经济区

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)02-0222-06

中图分类号: X321

Spatio-temporal Variability of Ecological Footprints and Sustainability Assessment on Cities of Huaihai Economic Zone

SONG Ya-zhou^{1,4}, HAN Bao-ping^{1,2}, MA Xiao-dong³, SHEN Zheng-ping³

(1. College of Environment Sciences and Spatial Informatics, CUMT, Xuzhou, Jiangsu 221008, China;
2. Xuzhou Institute of Technology, Xuzhou, Jiangsu 221008, China; 3. College of City and Environmental Sciences, XZNU, Xuzhou, Jiangsu 221116, China; 4. Commission of Agriculture of Feng County, Feng, Jiangsu 221700, China)

Abstract: Based on ecological footprint(EF) model, EF distributions over time and space were determined in Huaihai Economic Zone from 1986 to 2008, and the eco-system sustainability was assessed on the twenty city members of the Zone. The study shows that regional EF per capital had increased rapidly by 5.74% per year. In 2008, the four highest EFs was observed respectively on cities of Laiwu(9.143 6 hm²), Zaozhuang(6.340 4 hm²), Huaibei(6.185 2 hm²), and Jining(5.004 9 hm²), and the four lowest EFs respectively on Fuyang(1.038 5 hm²), Zhoukou(1.122 1 hm²), Suqian(1.209 7 hm²), and Kaifeng(1.319 5 hm²). For all cities, the largest EF was as approximately nine times as that of the smallest. Among the six types of land, energy land was the most important factor that contributed to EF differences. Total ecological capacity(EC) per capital decreased slightly, and ECs of all cities ranged between 0.4~0.7 hm². Ecological surplus was found in 1986, 1987 and 1988. After 1989, ecological deficits(EDs) become increasingly larger as 1.692 1 hm² in 2008, with an annual increasing rate of 29.08%. Therefore, the EFs had been over demanded sub-

收稿日期: 2010-08-18

修回日期: 2010-10-17

资助项目: 国家社会科学基金项目“我国省际边界区域协调发展的理论与对策研究: 以淮海经济区为例”(06BJL058); 江苏省 2009 年哲学社会科学基金重点项目“黄河夺淮入海与苏北区域自然环境系统演变研究”(09LSA001)

作者简介: 宋亚洲(1978—), 男(汉族), 江苏省丰县人, 博士研究生, 工程师, 主要研究方向为区域生态环境评价与规划。E-mail: songasia@163.com。

通信作者: 韩宝平(1955—), 男(汉族), 江苏省丰县人, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事环境科学与工程方面的教学和科研工作。E-mail: bphan@cumt.edu.cn。

stantially by the ECs, which were continuously consuming the natural capital stocks to compensate EDs, threatening ecological security of the economic system. According to ecological sustainability index (I_{ES}), more than half of the cities had I_{ES} lower than the critical value for the state of “moderately non-sustainable”, within which cities of Laiwu, Zaozhuang, Huaibei, Jining, Taian, Xuzhou and Rizhao were classified as “strongly non-sustainable cities”. Finally, at a perspective of regional scientific development, countermeasures and suggestions have been addressed to promote sustainable development in all cities of Huaihai Economic zone.

Keywords: ecological footprints; ecological capacities; sustainability assessment; membership cities; Huaihai economic zone

生态足迹分析是一种测度区域生态可持续性的有效方法,最早由加拿大生态经济学家 William Rees 和 Wakerangel 博士于 20 世纪 90 年代初提出和发展起来的^[1-2]。该方法基于生物生产性土地面积量化指标,分别在需求层面和供给层面上计算生态足迹和生态承载力,通过二者的比较来评价区域生态资本的可持续利用状况。自 1999 年引入我国以来,受到国内许多学者的普遍关注,目前已被广泛应用于各级行政区和不同行业领域的研究中^[3-6]。针对淮海经济区这一研究区域来说,生态足迹方法仍有其它方法无法比拟的优点,尤其在评价和比较区域生态资本可持续利用方面更显优势。在我国几大经济区板块中,李政海等^[7]对珠江三角洲城市 2000 年的生态足迹进行了研究;王海梅等^[8]在李政海等人研究的基础上,比较了黄河三角洲经济区的生态足迹。除本研究外,目前尚未见到对淮海经济区生态足迹方面的相关研究。在长期的发展过程中,淮海经济区已形成了其独特的产业结构特征,能源、化工、建材、机械等重工业占有较高的比重,资源密集型的工业结构体系特征明显,经济增长的高消耗与环境的低成本并存,经济社会发展与资源、环境的矛盾日益突出^[9]。因此,研究探讨淮海经济区自 1986 年成立以来经济社会发展过程中生态足迹的动态演变及空间差异特征,客观评价 20 个成员市的生态资本消耗与可持续利用状况,对进一步优化区域产业结构布局,加快经济发展方式转变,并对指导区域科学发展规划及生态城市建设等方面都具有重要意义。

1 研究方法

1.1 生态足迹和生态承载力测度

生态足迹是指在一定的社会经济条件下,维持给定人口生产生活和废弃物消纳所需的生物生产性土地面积。该方法首先基于两个基本假定^[3]:(1) 人类可以确定自身消费的绝大多数资源及其所产生的废弃物的数量;(2) 这些资源和废弃物流能转换成相应的生物生产土地面积。生态承载力则是指提供这些消费所需的生物生产性土地面积。具体计算公式为:

$$EF = N \times ef = N \times \omega_j \times \sum_{i=1}^n (c_i / p_i) \quad (1)$$

$$EC = N \times ec = \sum_{j=1}^5 s_j \times \omega_j \times \lambda_j \quad (2)$$

式中,EF——总生态足迹(hm^2); ef——人均生态足迹($\text{hm}^2/\text{人}$); EC——总生态承载力(hm^2); ec——人均生态承载力($\text{hm}^2/\text{人}$); N ——区域总人口; c_i —— i 种消费品的人均年消费量(kg); p_i —— i 种消费品的年均生产能力(kg/hm^2); i ——消费品和投入类型; j ——生物生产性土地类型,包括耕地、林地、草地、水域、化石燃料地和建设用地; S_j ——现有各类土地的实际面积(hm^2); λ_j, ω_j ——相应的产量因子和均衡因子。

1.2 基于生态足迹的城市可持续性评价指数

为便于比较各成员市生态可持续程度的大小,本研究引入基于生态足迹的“生态可持续指数”的概念。所谓生态可持续指数(ecological sustainability index, I_{ES})是指一定区域生态承载力与生态足迹(EF)和生态承载力(EC)之和的比值^[5]。其计算公式为:

$$I_{ES} = EC / (EF + EC) \quad (3)$$

式中:EF 和 EC 意义同上, I_{ES} 介于 0 和 1 之间,当 I_{ES} 等于 0.5 时,生态足迹等于生态承载力,二者处于平衡状态,是可持续与不可持续的临界点;当 I_{ES} 趋于 1 时,EC 大大超过 EF,表明有足够的富余生态承载力可以支持未来的生态足迹增长,区域处于可持续状态;当 I_{ES} 趋于 0 时,EF 大大超过 EC,表明该区域的生态承载力不足以支持当地的生态足迹,必须通过扩大进口或动用自然资本存量来平衡一部分生态承载力的差额,区域处于不可持续发展状态。根据生态可持续指数远离 0.5 的程度,将可持续发展程度从强到弱分为 6 类^[5]:(1) $I_{ES} \geq 0.80$, 强可持续;(2) $0.65 \leq I_{ES} < 0.80$, 中等可持续;(3) $0.50 \leq I_{ES} < 0.65$, 弱可持续;(4) $0.35 \leq I_{ES} < 0.50$, 弱不可持续;(5) $0.20 \leq I_{ES} < 0.35$, 中等不可持续;(6) $I_{ES} < 0.20$, 强不可持续。

2 研究区概况

淮海经济区最早成立于 1986 年 3 月,由苏、鲁、豫、皖这 4 省接壤地区的 20 个地级市组成,包括江苏

省的连云港、徐州、淮安、盐城和宿迁市；山东省的济宁、临沂、枣庄、日照、泰安、莱芜和菏泽市；安徽省的淮北、宿州、阜阳、蚌埠和亳州市；河南省的开封、商丘和周口市。淮海经济区位居全国经济东西结合和南北交流的枢纽地带，是沿海开放城市带和新亚欧陆桥经济带的结合部，在我国经济总格局中，具有极其重要的战略地位^[9]。该区域总面积约 $1.78 \times 10^5 \text{ km}^2$ ，占国土总面积的 1.86%。截至 2008 年底，总人口达到 1.26 亿人，占全国的 9.5%。该区域属暖温带季风气候区，常年温度适中，雨量充沛，四季分明，有利于农林牧渔业的发展，因此是我国重要的商品粮和农副产品基地。同时也是我国重要的煤炭能源基地，原煤产量约占全国的 10%。近年来，经济区发展迅速，总体经济实力不断增强，2008 年 GDP 达到 19 564 亿元，占全国的 6.5%，人均 GDP 达 15 497 元，低于全国的平均水平，总体上仍属于经济欠发达地区。

3 数据来源与说明

根据淮海经济区自然资源的消费特点，结合指标的代表性、数据的可获取性等原则，生态足迹的计算包括生物资源消费和能源消费两大部分。生物资源

消费选取谷物、豆类、薯类、油料、棉花、蔬菜、水果、木材、蚕茧、肉类、奶类、禽蛋、水产品等，采用联合国粮农组织 2003 年的全球生物资源平均产量数据折算成提供这些消费项目所需的生物生产性土地面积。能源消费部分包括原煤、焦炭、原油、汽油、柴油、煤油、燃料油、液化石油气、热力和电力等，以全球单位化石能源的平均发热量为标准进行折算^[6]。本研究所需的资料数据主要来源于各成员市历年的政府统计数据^[10-11]。此外，由于一个地区或国家的生物资源产量往往是在通过复种的情况下而得到的数据结果，因此根据研究区耕地复种指数对耕地生态足迹进行了相应调整，耕地复种指数取各成员市多年的平均值 (1.86)。在生态承载力的计算方面，考虑到现有统计数据的缺乏，且生态承载力随时间的变化较小，在不影响最终研究结论的情况下，所需的数据是由中国科学院地理与资源研究所提供的 1990、1995、2000 和 2005 年这 4 个时相的土地利用遥感影像解译数据^[6]。同时按国际惯例及生态安全性的考虑，实际的生态承载力扣除了 12% 的生物多样性保护面积。本研究仅以徐州市为例，详细说明生态足迹和生态承载力的计算过程 (表 1)。

表 1 徐州市 2008 年人均生态足迹和生态承载力

土地利用类型	人均生态足迹/hm ²			人均生态承载力/hm ²		
	均衡因子	实际面积	标准面积	产量因子	实际面积	标准面积
耕地	2.8	0.113 4	0.317 4	1.66	0.075 5	0.351 1
草地	0.5	1.003 2	0.501 6	0.19	0.000 9	0.000 1
林地	1.1	0.032 3	0.035 5	0.91	0.006 0	0.006 0
水域	0.2	0.606 4	0.121 3	1	0.012 2	0.002 4
化石燃料地	1.1	1.491 8	1.641 0	—	—	—
建筑用地	2.8	0.015 3	0.042 8	1.66	0.037 1	0.172 6
合计			2.659 6	扣除 12% 生物多样性保护		0.468 3
生态盈余/赤字				-2.191 3		

注：化石燃料地是指单独列出的专门用于吸收二氧化碳等温室气体所需的林地面积。

4 结果与分析

4.1 淮海经济区区域生态足迹的动态变化

4.1.1 生态足迹及其各组分的年际变化 利用同样的方法分别计算出淮海经济区其余 19 个成员市的人均生态足迹，汇总后求其平均值，如图 1 所示。

从图 1 可以看出，1986—2008 年，淮海经济区人均生态足迹总体呈现出较快增长趋势，由 1986 年的 $0.683 7 \text{ hm}^2$ ，增加到 2008 年的 $2.333 1 \text{ hm}^2$ ，23 a 时间，增长了 $1.649 4 \text{ hm}^2$ ，年均增长 5.74%，表明一方面随着淮海经济区经济发展水平和人民生活水平的不断提高，人均消费各类生物资源、能源以及各种服务的绝对量在不断增加，另一方面也反映出经济发展

对淮海经济区生态资源与环境造成的压力在不断加大。进一步研究发现，生态足迹的变化与区域经济发展具有相似的增长阶段性：1986—1991 年为第 1 阶段，即生态足迹增长相对平缓阶段，5 a 仅增长了 $0.117 0 \text{ hm}^2$ ，年均增长 3.21%，分析其原因主要是改革开放初期，区域经济总体发展水平较低，对生态足迹的需求增长不明显；1992—1996 年为第 2 阶段，生态足迹由 1992 年的 $0.908 2 \text{ hm}^2$ 增加到 1996 年的 $1.425 6 \text{ hm}^2$ ，年均增长 11.93%，为生态足迹的第一个快速增长阶段，说明 1992 年邓小平“南巡讲话”以后，我国改革开放进入了一个新的发展阶段，为淮海经济区经济发展注入了新的生机和活力，因此出现了生态足迹需求的快速增长；1997—2005 年为第 3 阶

段, 8 a 增长了 0.8869 hm^2 , 年均增长 6.72% , 表明我国经济在经过 1997 年金融风暴的影响之后, 加之 2000 年加入世贸组织以后, 整个经济开始复苏, 再次步入快车道, 淮海经济区也不例外, 由此出现了生态足迹的第 2 个快速增长期; 2006—2008 年为第 4 阶段, 生态足迹增长又开始变得平缓, 原因可能是一方面受 2007 年前后全球经济危机的影响, 整个经济发展处于低糜状态, 对生态足迹的需求滞缓; 另一方面此期间我国加大了经济结构的转型力度和经济发展方式的转变, 无疑降低了单位 GDP 生态足迹的需求, 因此可认为这一时期是经济结构转型和发展方式转变后生态足迹需求更趋于理性发展的阶段。

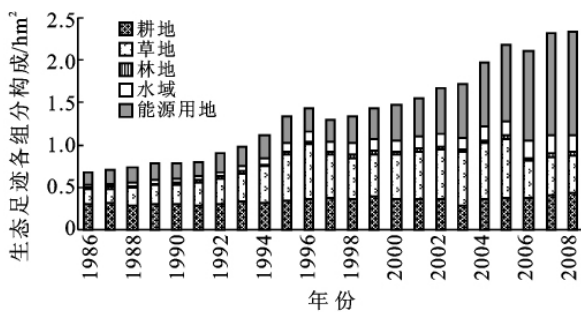


图 1 淮海经济区 1986—2008 年人均生态足迹及其各组分构成

注: 为便于反映能源足迹的变化, 将化石能源地和建设用地一并归入能源用地。下同。

进一步分析生态足迹的各组分看出, 5 类足迹在研究期内均有不同程度的增长, 其中能源用地的增幅最为明显, 由 1986 年的 0.1544 hm^2 , 占总生态足迹的 22.6% , 增加到 2008 年的 1.2166 hm^2 , 占比达 52.1% , 年均增长 9.84% , 并从 2000 年开始陆续超过耕地、草地成为贡献率最大的生态足迹因子; 其次为草地, 由 1986 年的 0.1671 hm^2 , 增至 1996 年的 0.6436 hm^2 , 10 a 增加了近 3 倍, 1999 年以后增幅逐渐减少, 2006 年以后草地足迹略有下降, 其原因主要是居民消费水平达到一定程度之后, 对肉类、禽蛋等的需求变得稳定, 继而随着人们饮食营养的多样化, 比如增加水产品消费量的同时减少了其消费量; 尽管水域对生态足迹的贡献率较小, 2008 年仅 0.2006 hm^2 , 所占比重不足 10% , 但年均增速较快, 达 9.09% , 未来有望成为生物资源消费的重要组成部分; 林地足迹方面, 2000 年以前年均增长较快, 为 4.14% , 2000 年以后有所下降, 但这并不能说明对所有林产品(比如水果类)消费量的减小, 只是在某种程度上反映出各地区加大了对当地林木资源的保护力度。此外, 对粮食消费为主的耕地足迹需求变化不大, 年均增长仅 1.52% , 但近年来随着人

们对各种各样蔬菜(瓜类)消费量的不断增加, 反映在耕地足迹上则表现为稳中有升。

4.1.2 生态足迹总需求与总供给的年际变化 从图 2 可以看出, 与生态足迹相比, 淮海经济区生态承载力却稳中有降, 生态供需状况表现出由盈余到较小生态赤字, 随后生态赤字不断加大的趋势。从具体年份来看, 1986, 1987 和 1988 年, 尚存在较小生态盈余, 分别为 $0.1182, 0.0794, 0.0329 \text{ hm}^2$; 1989 年, 首次出现生态赤字 0.0171 hm^2 ; 2008 年, 人均生态赤字进一步扩大为 1.6921 hm^2 , 是 1989 年的近 100 倍, 年均赤字增长 29.08% , 表明区域生态足迹需求已超出自身生态经济系统的承载能力, 生态资源供需矛盾呈加剧之势, 这一点印证了淮海经济区长期以来资源密集型的工业结构体系, 以及经济增长与资源的高消耗、环境的高成本为代价。

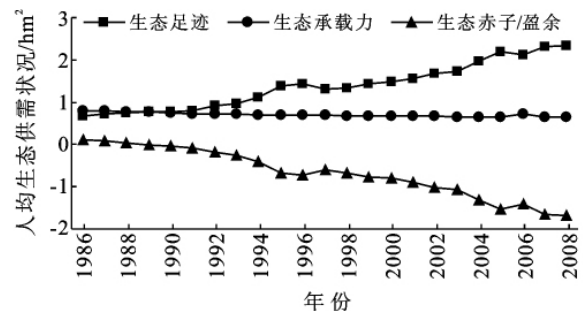


图 2 淮海经济区 1986—2008 年人均生态足迹与承载力动态

4.2 淮海经济区各成员市生态足迹的空间差异

4.2.1 生态足迹的空间差异 以最新的 2008 年数据为例, 分别计算出各成员市的人均生态足迹(图 3)。在 20 个地级市中, 处于前 4 位的依次为莱芜市 (9.1436 hm^2)、枣庄市 (6.3404 hm^2)、淮北市 (6.1852 hm^2)、济宁市 (5.0049 hm^2); 后 4 位的分别是阜阳市 (1.0385 hm^2)、周口市 (1.1221 hm^2)、宿迁市 (1.2097 hm^2)、开封市 (1.3195 hm^2), 最大与最小相差近 8 倍, 表明各地区受经济发展水平、产业结构、消费习惯等各种因素的影响, 人类对自然资源的消耗利用程度不同, 由此形成了淮海经济区生态足迹的空间差异。进一步研究发现, 在各类足迹中, 能源用地的差异最为显著, 也是导致总生态足迹空间差异的最主要因素, 其中莱芜、枣庄、淮北、济宁、泰安、徐州等城市的能源用地所占比重已超过了 50% , 说明由于其历史形成的产业结构分布特征, 煤炭、化工、建材、机械等高能耗产业在这类城市中占据主导地位, 这直接导致了能源足迹的高需求。在非能源足迹中, 水域、草地的差异较为显著, 分别达 1.1080 和 0.3937 hm^2 ,

盐城、连云港、日照等沿海 3 市的水域足迹需求明显高于其它内陆城市。特别是近 1/2 以上的成员市非能源用地所占比重大于 50%，这与第一产业在这类城市产业结构中的比重偏高(多数成员市目前仍是农业大市)有关,可见生态足迹不仅可以反映经济发展对自然资本需求的高低,而且在某种程度上也反映了区域产业结构的分布特征。

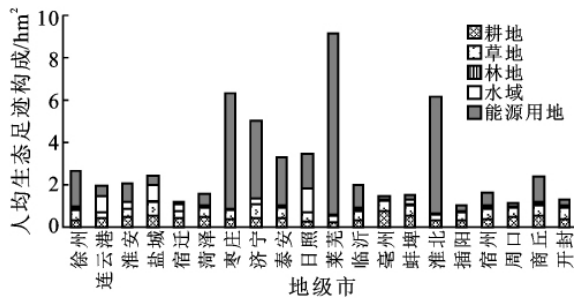


图 3 淮海经济区 2008 年各成员市的人均生态足迹比较

影响生态足迹空间差异的因素可谓众多,本研究在生态足迹及其各组分差异分析的基础上,选取代表经济总体发展水平(人均 GDP)、工业化程度及其内部结构(规模以上工业增加值、重工业所占比重)和固定资产投资额、城市化率(以人均建设用地面积表示)等 5 个指标,研究发现,人均 GDP 与生态足迹的相关系数达 0.87;城市化率、固定资产投资次之,分别为 0.84 和 0.79;规模以上工业增加值、重工业比重与能源足迹的相关系数分别达 0.98 和 0.76,表明经济发展水平的高低直接影响生态足迹需求的大小,而城市化水平的加快、固定资产投资的增加,又间接拉动了消费需求的增长,使生态足迹需求扩大。对总体处在工业化初期的淮海经济区而言,随着工业化程度的提高,未来对能源足迹的需求仍将继续呈上升趋势。

4.2.2 生态承载力的空间差异 受自然条件、人口及行政区划等因素的影响,淮海经济区人均生态承载力虽呈现一定的空间差异(图 4),其中盐城、日照、蚌埠 3 市的生态承载力最大,分别为 0.712 2, 0.696 0, 0.681 3 hm^2 ; 枣庄、阜阳、徐州 3 市的生态承载力最小,分别为 0.398 7, 0.456 4, 0.468 4 hm^2 ,但总体处在 0.4 至 0.7 hm^2 之间,以 0.55 hm^2 处为轴线上波动,表明各成员市存在着相似的资源环境基础(自然资本存量)。从其构成来看,耕地对生态承载力的贡献最大,占 63.6%~74.1%;其次为建设用地,占 34.1%~23.1%;草地、林地、水域 3 项之和尚不足 6.5%,表明耕地和建设用地(实际上绝大多数建设用地占用的是耕地)是淮海经济区的绝对优势资源,可结合实际进行合理的开发利用,而对于相对稀缺的草

地、林地、水域(滩涂)等自然资源应予以重点保护,以提高其可持续再生能力。

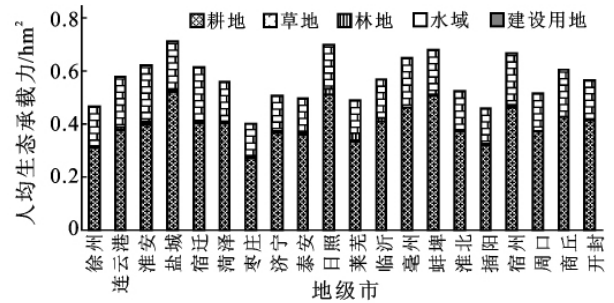


图 4 淮海经济区 2008 年各成员市的人均生态承载力比较

4.3 淮海经济区城市生态可持续性评价

4.3.1 生态可持续指数评价 生态可持续性衡量城市可持续发展的重要基础,生态可持续指数则反映了一个地区自然资本的可持续利用状况^[6]。如图 5 所示, I_{ES} 由大到小依次为: 宿迁(0.336 6) > 周口(0.315 4) > 亳州(0.307 8) > 蚌埠(0.307 3) > 阜阳(0.305 3) > 开封(0.299 6) > 宿州(0.288 3) > 菏泽(0.266 9) > 连云港(0.231 1) > 淮安(0.230 3) > 盐城(0.227 0) > 临沂(0.221 0) > 商丘(0.202 4) > 日照(0.167 9) > 徐州(0.149 7) > 泰安(0.131 9) > 济宁(0.091 8) > 淮北(0.078 4) > 枣庄(0.059 2) > 莱芜(0.050 8);可以看出,各成员市的生态可持续程度普遍偏低,半数以上的城市处在中度不可持续类发展状态。其中,莱芜、枣庄、淮北、济宁、泰安、徐州、日照 7 市已进入强不可持续类城市。总而言之,各地区生态承载力已不足以支持生态足迹需求,很大程度上需依靠消耗自然资本存量以弥补生态赤字差额,这种发展模式对自身生态经济系统安全已构成潜在威胁,加快转变经济发展方式显得更为重要。

4.3.2 生态资源利用效率评价 万元 GDP 生态足迹是指每万元 GDP 产出所占用的生态足迹大小。万元 GDP 足迹越小,说明生态资源利用效率越高;反之,则越低。各成员市的万元 GDP 生态足迹(hm^2)由高到低依次为: 淮北(3.823) > 莱芜(2.527) > 枣庄(2.223) > 亳州(2.130) > 商丘(2.129) > 宿州(2.011) > 济宁(1.940) > 阜阳(1.895) > 菏泽(1.737) > 日照(1.269) > 徐州(1.254) > 连云港(1.253) > 周口(1.238) > 盐城(1.228) > 淮安(1.216) > 泰安(1.203) > 蚌埠(1.131) > 临沂(1.056) > 宿迁(0.987) > 开封(0.927)。进一步分析看出,皖北 5 市平均值最大(2.198);鲁南、豫东次之,分别为 1.708 和 1.431;苏北 5 市平均值最小 1.188,表明苏北 5 市的生态资源利用效率总体高于豫东 3

市, 豫东 3 市高于鲁南 7 市, 鲁南 7 市又高于皖北 5 市, 但与所处省份相比^[6], 淮海经济区生态资源利用效率均低于所在省的平均水平, 因此仍需进一步提高生态资源利用效率, 以增强城市可持续发展能力。

5 结论

作为地处我国长三角和环渤海两大发达经济区夹缝之中的淮海经济区, 自 1986 年成立以来, 虽然经济发展和居民生活水平得到了明显提高, 但由此带来的对自然资源的高强度开发与低效率利用, 导致该地区资源环境矛盾日显突出, 各成员市生态可持续指数普遍偏低, 其中, 莱芜、枣庄、淮北、济宁、泰安、徐州、日照 7 市已进入强不可持续类, 说明该地区生态承载力已不足以支持生态足迹需求, 很大程度上需依靠消耗自然资本存量以弥补生态赤字差额, 这种发展模式对自身生态经济系统安全已构成潜在威胁。本研究从区域科学发展角度, 提出了减缓生态赤字, 提升区域可持续发展能力的对策和建议。

(1) 优化国土资源开发格局, 提高生态环境承载能力。一方面加强枣庄、淮北、济宁等市矿区开采塌陷地及废黄河(湿地)土壤沙化区的生态环境修复与重建, 提高区域总体生态服务功能及承载能力; 另一方面通过改善农业生产条件, 推广现代农业技术, 大力发展生态高效农业, 以增加单位面积生物资源的供给能力。同时, 合理布局产业结构, 优化城镇建设用地格局, 严禁侵占基本农田行为, 切实保护占总生态承载力 80% 以上的耕地资源。

(2) 调整能源消费结构, 积极开发利用清洁能源。研究表明, 化石能源地在总生态足迹中占有相当大的比重(平均为 43.9%), 是导致区域生态赤字的主要根源。为缓解区域生态压力, 一方面应逐步转变以化石燃料为主的能源消费结构, 积极开发利用太阳能、生物质能、核能等清洁能源, 同时大力发展煤炭液(气)化技术, 实现现有煤炭资源的清洁利用(减少燃烧过程污染物排放); 另一方面可充分利用农业生产中的废弃物、畜禽粪便等发展生物质能源, 这样既可缓解农村能源短缺, 又能有效解决农村环境污染问题。

(3) 加大科技创新力度, 提高生态资源利用效率。一方面通过发展循环经济, 提高生态资源利用效率, 这样既能减少污染物排放量, 改善生态环境, 又能直接减少资源和能源消费带来的生态赤字。另一方面可充分利用现有科技人才优势, 大力发展低能耗、低污染、高附加值的新兴产业, 淘汰传统的落后产能, 加快经济发展方式转变, 从根本上降低经济发展对资源和能源的过度依赖。

(4) 加强生态文明建设, 积极创建资源节约型、环境友好型社会。研究表明, 生活方式是影响生态足迹大小的关键因素, 高消费的生活方式将直接导致生态足迹的高需求。因此, 在保障居民生活质量的同时, 应积极创建资源节约型、环境友好型社会, 倡导可持续的消费模式, 实现社会生活的生态化, 建立一种与人类的生态安全、社会责任和精神相适应的健康的生活方式, 这样可以减少人类自身发展对生态足迹的需求, 从而缓解区域生态环境压力。

与其它现有研究成果相比, 本研究更侧重于较大尺度下的生态足迹时空差异分析, 并对各成员生态资本的可持续利用状况进行了评价。毋庸置疑, 任何研究方法都有它的不足, 一方面受模型本身的影响, 它选取的指标有些单一, 更多的是生态可持续性评价; 另一方面因缺乏对社会经济、管理水平、科技进步等其它因素的考虑, 使生态足迹方法存在一定缺陷。今后将在可持续发展系统描述与建模等方面开展更深入的研究, 比如与系统动力学、多目标优化等其它方法的结合可能会对区域可持续发展带来更有价值的研究成果。

[参 考 文 献]

- [1] Ree W E. Ecological footprint and appropriated carrying capacity: What urban economics leaves out [J]. *Environment and Urbanization*, 1992, 4(2): 121-130.
- [2] Wackernagel M, Rees W E. Perceptual and structural barriers to investing in natural capital: Economics from an ecological footprint perspective [J]. *Ecological Economics*, 1997, 20:3-20.
- [3] 杨开忠, 杨咏, 陈洁. 生态足迹分析理论和方法 [J]. *地球科学进展*, 2000, 15(6): 630-636.
- [4] 徐中民, 张志强, 程国栋. 甘肃省 1998 年生态足迹计算与分析 [J]. *地理学报*, 2000, 55(5): 607-616.
- [5] 刘钦普, 林振山, 冯年华. 生态足迹改进模型及在江苏省耕地利用评价中的应用 [J]. *生态学杂志*, 2007, 26(10): 1685-1689.
- [6] 韩宝平, 宋亚洲, 马晓冬, 等. 基于生态足迹理论的区域科学发展研究: 以淮海经济区为例 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2009: 49-55.
- [7] 李政海, 王海梅, 高吉喜, 等. 珠江三角洲地区生态足迹分析 [J]. *内蒙古大学学报: 自然科学版*, 2006, 37(5): 588-589.
- [8] 王海梅, 李政海, 韩国栋, 等. 黄河三角洲及珠江三角洲生态足迹分析 [J]. *生态环境*, 2007, 16(2): 602-608.
- [9] “迈进新世纪的淮海经济区”丛书编委会. 迈进新世纪的淮海经济区(区域卷) [M]. 北京: 人民日报出版社, 2003: 5-17.
- [10] 淮海经济区 20 个成员市统计局. 市统计年鉴(1986—2009) [M]. 北京: 中国统计出版社, 2010.
- [11] 淮海经济区联络处. 淮海经济区城市年鉴 [M]. 北京: 中国经济出版社, 2007: 2-23.