

# 江苏省生态足迹实证分析

韩艳红<sup>1,2</sup>, 陆玉麒<sup>1</sup>

(1. 南京师范大学地理科学学院, 江苏 南京 210023)  
(2. 南京晓庄学院地理系, 江苏 南京 211171)

[摘要] 生态足迹分析方法是判断区域可持续发展状况的理论之一. 本文用生态足迹分析方法计算江苏省 2007~2010 年的生态足迹, 得出江苏省近 4 年的生态赤字较高, 环境所承受的压力较大. 本文还引用前人的研究成果, 分析江苏省 1990 年以来生态足迹变化趋势. 1990 年以来江苏省的生态赤字基本处于增长状态, 说明江苏省人地矛盾日趋尖锐, 有必要引导人口合理流动, 并探寻绿色环保的生产、生活方式.

[关键词] 生态足迹, 江苏省, 可持续性策略, 生物生产面积

[中图分类号] X321 [文献标志码] A [文章编号] 1001-4616(2013)03-0120-05

## The Calculation and Analysis of Ecological Footprints of Jiangsu Province

Han Yanhong<sup>1,2</sup>, Lu Yuqi<sup>1</sup>

(1. School of Geography Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)  
(2. Department of Geography, Nanjing Xiaozhuang University, Nanjing 211171, China)

**Abstract:** Ecological footprint is one of the theories to judge the state of regional sustainable development. The paper calculates the ecological footprint of Jiangsu Province in 2007~2010. The ecological deficit of Jiangsu Province is high and the environment stress is too much. The paper quotes the previous research results to analyse the variation trend of Jiangsu Province since 1990. The ecological deficit of Jiangsu Province is in a state of growth, which explains there is sharp contradiction between human and land. So it is necessary to guide the rational flow of the population and explore the green production and life style.

**Key words:** ecological footprint, Jiangsu Province, measuring sustainable development, ecological productive area

生态足迹分析方法简称 EFAA, 是一种基于土地面积度量指标来度量可持续发展程度的方法. 1992 年加拿大生态经济学家 William Rees 最先提出生态足迹分析方法, 1996 年其博士生 Wackernagl 对生态足迹分析方法进行完善. 由于其独特的优势, 生态足迹分析方法成为当前广为流行的分析方法. 1999 年徐中民第一次将这种方法引入国内, 掀起国内生态足迹研究的高潮, 生态足迹方面的研究成果如雨后春笋纷纷涌现. 总的说来, 国外的研究主要集中在国家层级的生态足迹计算方面<sup>[1~3]</sup>, 而国内的研究大多集中在国家、省、市和县的生态足迹分析和应用方面<sup>[4~8]</sup>. 如徐中民对甘肃省生态足迹的实证计算和分析<sup>[9]</sup>, 张恒义对浙江省生态足迹的计算与分析<sup>[10]</sup>, 赖力、王宏、谈静华对江苏省生态足迹的计算与分析<sup>[11~13]</sup>, 都是以省域为单位来进行生态足迹研究. 作为国家一级行政区, 省域生态足迹研究对于全国可持续发展研究具有重要意义, 而省域内各县、市的生态足迹空间差异往往要与省域平均水平相比较, 因此, 以省域为单位进行生态足迹研究的重要性不言而喻.

江苏省人口密度多年来一直居全国各省区之首. 2009 年末, 江苏省人口密度达到 753 人/km<sup>2</sup>, 是全国平均水平的 5.4 倍. 2010 年, 江苏全省人口密度达到 767 人/km<sup>2</sup>, 是全国平均水平的 5.5 倍. 江苏是经济大省, 其经济发展对能源的依赖性很强, 但同时江苏又是资源小省, 能源供应以省外调入为主, 如 2006 年 85% 的煤炭、92% 的原油从省外调进. 人口密度大, 经济发展水平高, 但自然资源短缺, 这就给经济、社会、

收稿日期: 2012-12-26.  
基金项目: 国家自然科学基金(40071037、40771075)、2013 年江苏省普通高校研究生科研创新计划项目(CXZZ13\_03).  
通讯联系人: 韩艳红, 博士, 讲师, 研究方向: 区域发展与区域规划. E-mail: hyh0808nj@163.com

资源、环境的可持续发展带来巨大的压力,引起政府部门的充分重视,目前,江苏的可持续发展正向纵深推进. 本文通过分析江苏省近年来生态足迹的变化趋势,找出制约江苏省可持续发展的主要因素,为缓和江苏省人地矛盾、促进江苏省的可持续发展进言献策.

1 研究方法 with 数据来源

1.1 研究方法

计算生态足迹包括生物资源的生态足迹、能源的生态足迹和贸易调整部分. 生物资源消费分为农产品、畜牧产品、林产品和木材等消费,各部分又可以进一步进行细分. 能源的生态足迹是将能源的消费转化为化石燃料生产土地面积,常考虑的能源有:煤炭、焦炭、原油、汽油、煤油、柴油、燃料油、热力和电力. 本文以世界上单位化石燃料生产土地面积的平均发热量作为标准,将区域能源消费所消耗的热量折算成一定的化石燃料土地面积. 当今世界是一个全球化的世界,区域之间常有进出口贸易往来,因此,在生物资源和能源的消费中应该考虑贸易调整部分,这样才能使计算出来的生态足迹更加准确. 由于资料有限,本文生态足迹的计算主要考虑生物资源和能源的生态足迹两部分.

(1)生态足迹供给的计算

EC=Nr\_i \sum a\_i y\_i,

其中 EC 为生态足迹供给,N 为区域总人口,r\_i 为 i 种生物的均衡因子,a\_i 为 i 种生物的人均生态容量,y\_i 为 i 种生物的产量因子.

公式中,均衡因子 r\_i 取值的含义是将生物生产面积标准化,该因子在全球范围内均衡,其取值采用联合国粮农组织 1993 年的生物资源世界平均产量资料,这样计算结果就可以在国家和区域之间进行比较. 产量因子 y\_i 的含义为对应土地类型的生物产出率是世界平均水平的倍数,其值来自中国生态足迹报告.

(2)生态足迹需求的计算

EF=N \sum r(c\_i/P\_i)=(P\_i+I\_i-E\_i)/Y\_{average},

其中 EF 为生态足迹需求,N 为区域总人口数,r 为第 i 项消费项目均衡因子,c\_i 为第 i 项消费项目人均年消费量,P\_i 为第 i 项消费项目的总生产量,I\_i、E\_i 为第 i 项消费项目的进口和出口量,Y\_{average} 为世界上第 i 项消费项目的平均产量.

(3)生态盈余(赤字)的计算

生态盈余(赤字)可以判断一个区域的发展是否可持续,方法是用计算出来的生态足迹需求减去生态足迹供给,其值为正,则出现生态赤字,该区域的发展不可持续;若其值为负,则出现生态盈余,实现可持续发展.

1.2 数据来源

本文的数据来源于 2008 ~ 2011 年江苏省统计年鉴资料.

2 研究结果

2.1 近 4 年江苏生态足迹分析

本文选取 2008 ~ 2011 年江苏省统计年鉴资料,计算出 2007 ~ 2010 年江苏省生态足迹供给和生态足迹需求数据,从而计算出江苏省最近 4 年的生态赤字(见表 1 ~ 表 4).

从生态足迹供给来看,近 4 年江苏省生态足迹供给变化不大. 江苏省生态足迹供给当中,耕地的贡献最大,约占生态足迹供给的 7 成,江苏省积极响应国家耕地保护政策,严格执行耕地占补平衡政策规定,切实提高新补充耕地产能,实现补充耕地与占用耕地数量和产能双平衡,如 2007、2008 年江苏省耕地资源分别为 4 730. 48、4 718. 66 km<sup>2</sup>,减少 0. 250%,而由于耕地产能的提高,在耕地减少的情况下,粮食的产出还有了提高,如 2007、2008 年江苏省粮食产量分别为 3 132. 24、3 175. 49 万 t,提高 1. 381%. 对生态足迹供给贡献较大的还有建筑用地,2007 ~ 2010 年江苏省建筑用地的供给面积分别为 0. 133 9 hm<sup>2</sup>/人、0. 135 8 hm<sup>2</sup>/人、0. 142 0 hm<sup>2</sup>/人、0. 160 1 hm<sup>2</sup>/人,近 4 年的规律是稳中有升,除 2010 年相对于 2009 年增加较多外,其余年份变化也不大.

表 1 2007 年江苏省生态足迹计算

Table 1 Calculation of the ecological footprint of Jiangsu Province in 2007

土地类型	生态足迹的供给				土地类型	生态足迹的需求		
	总面积/ (hm <sup>2</sup> /人)	产量因子	均衡因子	均衡面积/ (hm <sup>2</sup> /人)		总面积/ (hm <sup>2</sup> /人)	均衡因子	均衡面积/ (hm <sup>2</sup> /人)
耕地	0.062 0	1.66	2.8	0.288 4	耕地	0.000 3	2.8	0.001 0
草地	0.000 3	0.19	0.5	0.000 0	草地	0.000 4	0.5	0.000 2
林地	0.004 1	0.91	1.1	0.004 1	林地	0.004 6	1.1	0.005 1
CO <sub>2</sub> 吸收	0	0	0	0.000 0	建筑用地	0.013 9	2.8	0.039 0
建筑	0.028 8	1.66	2.8	0.133 9	化石燃料	1.326 9	1.1	1.459 6
水域	0.199 4	1	0.2	0.039 9	水域	0.001 9	0.2	0.000 4
总供给面积				0.466 3	总需求足迹			1.505 3
生物多样性保护				0.056 0	可利用承载力			0.410 4
可利用承载力				0.410 4	生态赤字			1.095 0

表 2 2008 年江苏省生态足迹计算

Table 2 Calculation of the ecological footprint of Jiangsu Province in 2008

土地类型	生态足迹的供给				土地类型	生态足迹的需求		
	总面积/ (hm <sup>2</sup> /人)	产量因子	均衡因子	均衡面积/ (hm <sup>2</sup> /人)		总面积/ (hm <sup>2</sup> /人)	均衡因子	均衡面积/ (hm <sup>2</sup> /人)
耕地	0.061 5	1.66	2.8	0.285 7	耕地	0.000 2	2.8	0.000 5
草地	0.000 3	0.19	0.5	0	草地	0.000 5	0.5	0.000 2
林地	0.004 1	0.91	1.1	0.004 1	林地	0.005 2	1.1	0.005 7
CO <sub>2</sub> 吸收	0	0	0	0	建筑用地	0.014 6	2.8	0.040 9
建筑	0.029 2	1.66	2.8	0.135 8	化石燃料	1.372 8	1.1	1.510 0
水域	0.199 4	1	0.2	0.040	水域	0.001 9	0.2	0.000 4
总供给面积				0.465 5	总需求足迹			1.557 8
生物多样性保护				0.055 9	可利用承载力			0.409 6
可利用承载力				0.409 6	生态赤字			1.148 2

表 3 2009 年江苏省生态足迹计算

Table 3 Calculation of the ecological footprint of Jiangsu Province in 2009

土地类型	生态足迹的供给				土地类型	生态足迹的需求		
	总面积/ (hm <sup>2</sup> /人)	产量因子	均衡因子	均衡面积/ (hm <sup>2</sup> /人)		总面积/ (hm <sup>2</sup> /人)	均衡因子	均衡面积/ (hm <sup>2</sup> /人)
耕地	0.060 7	1.66	2.8	0.282 1	耕地	0.189 6	2.8	0.530 8
草地	0.000 3	0.19	0.5	0.000	草地	0.474 5	0.5	0.237 2
林地	0.004 1	0.91	1.1	0.004 1	林地	0.012 3	1.1	0.013 4
CO <sub>2</sub> 吸收	0	0	0	0.000	建筑用地	0.015 4	2.8	0.043 2
建筑	0.030 5	1.66	2.8	0.142 0	化石燃料	1.447 4	1.1	1.592 1
水域	0.199 4	1	0.2	0.039 9	水域	1.978 6	0.2	0.395 7
总供给面积				0.468 1	总需求足迹			2.810 7
生物多样性保护				0.056 2	可利用承载力			0.411 9
可利用承载力				0.411 9	生态赤字			2.398 8

表 4 2010 年江苏省生态足迹计算

Table 4 Calculation of the ecological footprint of Jiangsu Province in 2010

土地类型	生态足迹的供给				土地类型	生态足迹的需求		
	总面积/ (hm <sup>2</sup> /人)	产量因子	均衡因子	均衡面积/ (hm <sup>2</sup> /人)		总面积/ (hm <sup>2</sup> /人)	均衡因子	均衡面积/ (hm <sup>2</sup> /人)
耕地	0.059 3	1.66	2.8	0.275 5	耕地	0.188 9	2.8	0.528 9
草地	0.000 3	0.19	0.5	0.000 0	草地	0.483 6	0.5	0.241 8
林地	0.004 1	0.91	1.1	0.004 1	林地	0.006 9	1.1	0.017 2
CO <sub>2</sub> 吸收	0	0	0	0.000 0	建筑用地	0.017 7	2.8	0.050 0
建筑	0.034 4	1.66	2.8	0.160 1	化石燃料	1.578 1	1.1	1.735 9
水域	0.199 4	1	0.2	0.039 2	水域	2.020 2	0.2	0.404 0
总供给面积				0.478 9	总需求足迹			2.967 8
生物多样性保护				0.057 5	可利用承载力			0.421 4
可利用承载力				0.421 4	生态赤字			2.546 4

从生态足迹需求来看,近4年江苏省生态足迹需求稳定上升,这是因为江苏省经济发展水平高,吸引了大量的外来人口,人口总量大,2007~2010年江苏省人口数分别为7 624.5万、7 676.5万、7 724.5万、7 859.34万,庞大的人口需要消耗大量生活资料,如2008~2009年耕地生态足迹需求增加0.530 3 hm<sup>2</sup>/人;另一方面,随着人们生活水平的提高,对肉类、奶类、水产品、水果类的消费需求大大增加,对应的生态足迹也有了很大的提高,如2008~2009年草地生态足迹需求增加0.237 0 hm<sup>2</sup>/人,水域生态足迹增加0.395 3 hm<sup>2</sup>/人,林地生态足迹增加0.007 7 hm<sup>2</sup>/人.另外随着人们生活方式的变化,柴油、电力等能源的消耗量也有了很大增加,体现在化石原料土地和建筑用地生态足迹需求的增加.进一步分析表明,化石原料土地的消耗对生态足迹需求贡献最大,近4年江苏省对化石原料土地的消耗保持高位上升的态势,其中能源当中的煤炭在生态足迹需求中占的比例最高,其次是焦炭和原油.2007~2010年江苏省化石原料土地的消耗占生态足迹需求的比例分别为96.96%、96.93%、56.64%、58.49%,如果去掉化石原料土地的消耗,则生态足迹需求分别降低为0.045 7、0.047 8、1.218 6、1.238 9 hm<sup>2</sup>/人,可见能耗的降低使生态足迹需求下降明显.除此之外,建筑用地对生态需求的贡献也较大,同样保持着稳定上升的态势.

从生态赤字来看,近4年江苏省的生态赤字一直在上升,2009年和2010年人均生态足迹超出全球生态标杆1.8 hm<sup>2</sup>/人,人地矛盾尖锐,人口对环境的影响超出其承载力范围,环境所承受压力较大,需要消耗来自区外的资源以维持经济的正常运转.

2.2 1990年以来江苏生态足迹变化趋势

本文选取1999年以来10年的生态足迹数据<sup>[13,14]</sup>,绘制成图1。

从图1可以发现,江苏省生态足迹供给呈现长期增长,短期有所回落的趋势,而生态足迹需求则基本呈现稳定增长的趋势,因而除2003、2007年生态赤字出现短暂缓和外,江苏省生态赤字一直都在上升,说明生态环境面临的压力较大,情形不容乐观,需引起社会各界的充分重视.

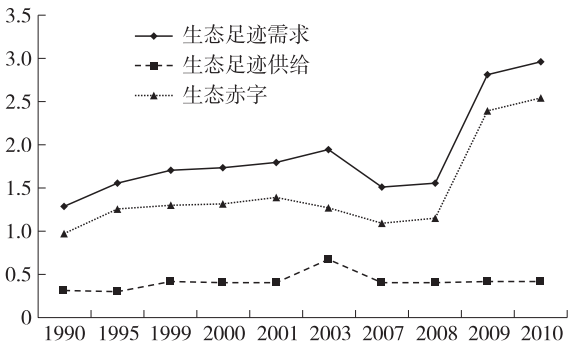


图1 1990年以来江苏省生态足迹变化趋势图  
Fig.1 The variation trends of the ecological footprint of Jiangsu Province since 1990

3 结论与讨论

本文计算了江苏省近4年的生态足迹,并引用前人的研究成果,分析了江苏省从1990年至今的生态足迹变化,为江苏省的人口、经济、资源、环境的长期发展提供理论依据.

生态足迹是一种静态的分析方法,最终计算出来的生态承载力和生态足迹与理论数据会有差异,同时由于资料有限,本文没有计算贸易对生态足迹的调整值,事实上江苏省经济外向度较高,因而贸易部分对江苏省的生态足迹无疑具有一定的影响,笔者将在后续研究中作进一步的深入研究.

总的来看,江苏省的生态赤字比较大,要缓和现阶段的人地矛盾,很重要的一点是正确引导江苏省的人口流动.江苏省是中国东部经济发展高地,众多的就业(创业)机会、较高的收入和良好的发展环境引无数优秀人才竞折腰,2007~2010年江苏省人口的机械增长占总增长人口的比例分别为76.41%、65.75%、58.48%、83.50%.如此庞大的流动人口在省域内的分布极其不平衡,苏南、苏中、苏北三大区域常住人口“南增北减”的格局已持续约20年,导致苏南地区的人口密度居高不下,其生态足迹要高于苏中、苏北地区,带来较多的负面影响,因此,政府部门应制定向农村地区 and 向苏中、苏北地区倾斜的政策,引导人口合理地流动.

政府是实现江苏可持续发展的主导层面,政府应运用经济、法律和行政手段,完善其监测、监督体系,加强对企业的引导和管理,限制高耗能产业过快增长,促使企业坚持节约和环保优先,推进全社会节能减排.由于人均生态足迹与城镇化水平正相关,政府应稳定城镇化速度,促进土地城镇化向人口城镇化转变,避免土地资源的浪费,同时政府应科学规划城镇,在城市规划与建设过程中加强生态理念,合理规划居住密度,发展公共交通,减少直接能源消耗.政府应将绿色GDP纳入年度考核范畴,致力于提高自然生态系统的生产效率,将资源效率指标纳入衡量绿色发展的约束性指标,将生态环境成本纳入到经济生产成本核

算中.

企业是实现江苏可持续发展的主体层面,目前江苏省的重化工业比重较大,能耗和水耗都很高,高的生态赤字不可避免.企业应进行生产方式的创新,积极采取节能降耗措施,以循环经济、资源节约型经济改造产业,逐渐转变产业结构,促进产业结构向高水平演化,大力发展先进制造业,优化能源结构,积极开发利用清洁可再生资源,同时优化经济结构,加快发展现代服务业.

社会是实现江苏可持续发展的参与层,该层面应大力宣传绿色环保的生活方式,提高国民素质.家庭是社会的细胞,家庭的生态足迹需求主要在住房、交通和商品消费等方面.降低家庭住房方面的生态足迹需求应引导社会舆论,改变传统的思维方式和价值观念,勿以房产论英雄;城建部门应集约利用土地,大幅度提高小户型住房的建设比例;政府部门应严格土地管理,禁止别墅类房地产开发用地,加快推进房产税的出台,提高一个家庭拥有多套住房的成本,节约社会资源.交通方面,要大力投资公共交通,确保公交优先,同时提高油价和车辆购置税,积极引导居民选择公共交通出行,减少生活方面的化石能源消耗.在商品消费方面,要推动形成节约型、生态化、可持续的消费模式,引导消费结构理性升级,摒弃以高消费为生活追求的消费模式,同时开发可持续产品,引导可持续消费及模式的建立,推广产品可持续认证,倡导资源节约利用的社会消费氛围.此外,水、电、气消费也是家庭生态足迹需求的重要方面,应加快推进全省阶梯水价、电价、气价的实施,通过经济手段督促全民节约资源.

# [ 参考文献 ]

- [1] Wackernagl M. National natural capital accounting with the ecological footprint concept[J]. Ecological Economics,1999,29(3): 375-390.
- [2] Bicknell K B. New methodology for the ecological footprint with an application to the New Zealand economy[J]. Ecol Eon, 1998,27(2):149-160.
- [3] Lenzen M. A modified ecological footprint method and its application to Australia[J]. Ecological Economics,2001,37(2): 229-255.
- [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] 张志强,徐中民,程国栋. 中国西部 12 省的生态足迹[J]. 地理学报,2001,56(5):599-610.
- [6] 徐中民,程国栋,张志强. 生态足迹方法:可持续定量研究的新方法[J]. 生态学报,2001,21(9):1 484-1 493.
- [7] 邓蹊. 四川省 2001 年生态足迹分析[J]. 四川环境,2003,22(6):45-47.
- [8] 郭秀锐. 城市生态足迹计算与分析[J]. 地理研究,2003,22(5):654-662.
- [9] 徐中民. 甘肃省 1998 年的生态足迹计算与分析[J]. 地理学报,2000,55(9):607-615.
- [10] 张恒义,刘卫东,林育欣,等. 基于改进生态足迹模型的浙江省域生态足迹分析[J]. 生态学报,2009,29(5):2 738-2 748.
- [11] 赖力,黄贤金,刘伟良,等. 区域人均生态足迹的社会经济驱动模型——以 1995 年~2003 年江苏人均足迹为例[J]. 资源科学,2006,28(1):14-18.
- [12] 王宏. 基于生态足迹节约型社会建设影响因素实证研究——以江苏为例[J]. 生产力研究,2006,22(3):81-83.
- [13] 谈静华,汤茂林. 生态足迹理论与江苏省生态建设[J]. 南京师大学报:自然科学版,2006,29(3):121-126.
- [14] 窦贻俭. 江苏省生态足迹分析与可持续发展研究[J]. 长江流域资源与环境,2004,13(6):519-523.

[ 责任编辑:丁 蓉 ]