

10.13358/j.issn.1008-813x.2018.03.09

基于生态足迹的山东省可持续发展研究

王建事, 程 钰

(山东师范大学 地理与环境学院, 山东 济南 250358)

摘 要: 运用生态足迹模型计算了山东省 2000—2016 年人均生态足迹、人均生态承载力和生态赤字等指标。研究发现: (1) 2000—2016 年, 山东省人均生态足迹从 2.41 hm^2 增加到 5.00 hm^2 , 人均生态承载力从 0.65 hm^2 下降到 0.62 hm^2 , 生态赤字大于 1 hm^2 , 说明山东省经济发展已经呈现出不可持续状态。(2) 通过测算单位万元 GDP 生态足迹等相关指标, 发现山东省自然资源效率逐渐提高, 但生态环境压力较大, 生态环境破坏严重。并提出控制人口规模、提倡理性消费、合理划分土地利用类型等提高山东省可持续发展的建议。

关键词: 生态足迹; 可持续发展; 山东省

中图分类号: X22

文献标识码: A

文章编号: 1008-813X(2018)03-0034-04

A Study on Dynamic Change and Driving Factors of Ecological Footprint in Shandong Province

Wang Jianshi, Cheng Yu

(College of Geography and Environment, Shandong Normal University, Jinan Shandong 250358, China)

Abstract: This article calculated the per capita ecological footprint, ecological capacity per capita and ecological deficit of Shandong province from 2000 to 2016 using ecological footprint model, and found: (a) 2000—2016, the per capita ecological footprint of Shandong province increased from 2.41 hm^2 to 5.00 hm^2 , the per capita ecological carrying capacity dropped from 0.65 hm^2 to 0.62 hm^2 , and the ecological deficit was more than 1 hm^2 , which indicated that Shandong province has shown an unsustainable development. (b) By measuring the ecological footprint of unit million GDP, the efficiency of natural resources in Shandong province was increased, but the ecological pressure was great and the ecological environment was broken seriously. Finally, according to the conclusion, the article put forward some suggestions on controlling population scale, advocating rational consumption and rationally dividing land use types.

Key words: ecological footprint, sustainable development, Shandong Province

党的十九大又一次明确提出, 建设生态文明 青山”就是金山银山的理念。但严重的生态环境是中华民族永续发展的千年大计, 要树立“绿水青山”就是金山银山的理念。但严重的生态环境问题和自然资源压力, 阻碍着中国走可持续发展

收稿日期: 2018-04-28

作者简介: 王建事(1994-), 男, 山东日照人, 山东师范大学地理与环境学院人文地理专业硕士研究生在读, 主要从事区域可持续发展方面的研究。

*通讯作者: 程钰(1984-), 男, 山东潍坊人, 毕业于山东师范大学人口资源与环境经济专业, 博士, 副教授, 主要从事经济地理及区域环境经济的研究。

展、建设生态文明的道路。生态足迹是指在某一区域(国家、省份等)人口数量已知的条件下,生产这些人口所消费的全部资源和吸纳这些人口产生的全部的废弃物所需要的生物生产总面积,包括水域和陆地^[1-3]。近年来,生态足迹的资源环境效应以及对区域生态文明建设的影响已引起国内外学者的广泛关注,取得了丰富的理论与实证研究成果:利用生态足迹研究的区域已经从国家^[4]扩展到省域^[5]和县域^[6],从单一城市^[7]扩展到城市群^[8];但仅仅用传统的生态足迹指标评估区域的可持续发展状态,会存在许多的缺陷。因此基于传统的生态足迹模型的改进,新的生态足迹方法不断产生,主要有能值生态足迹^[9]、三维生态足迹^[10]以及基于ARIMA方法的生态足迹模型^[11]等;生态足迹主要研究水资源^[12]、能源^[13]、消费^[14]等领域。

利用生态足迹模型对山东省或山东半岛的可持续发展的能力进行研究和测度,大多仅仅计算了某一年份生态足迹,或者仅仅利用单一的生态足迹指标评价山东省的可持续发展能力,未能利用比较全面的可持续发展评价体系和方法进行评价^[15-17]。本研究在测算生态足迹、生态承载力和生态赤字的基础上,增加了生态压力指数、单位万元GDP生态足迹、生态足迹多样性指数等可持续发展测度指标^[18-19],以期能够在新旧动能转换背景下,对山东省可持续发展状况作出比较全面的评价。

1 研究方法

1.1 数据来源

研究所用的数据主要包括生物资源数据和能源消费数据。生物资源项目主要包括农产品、林产品、水产品、畜牧产品等;能源消费项目包括煤炭、焦炭、原油、燃烧油、汽油、煤油、柴油、液化石油气、电力等;数据主要来源于《山东省2001—2017年统计年鉴》。其中,各类生物资源的全球平均产量来自于联合国粮农组织(FAO)数据库。在计算能源消费数据时,采用世界上单位化石燃料生产土地面积的平均发热量为标准,将其转化为一定化石燃料的土地面积。耕地、林地、草地、水域、能源用地、建筑用地六大土地类型的均衡因子和产量因子分别为2.8, 1.1, 0.5, 0.2, 2.8, 1.1和1.66, 0.91, 0.19, 1, 1.66, 0。

1.2 研究方法

生态足迹计算公式如下:

$$ef = \sum r_i A_i = \sum r_i C_i / (Y_i \times N) \quad (1)$$

式中: ef 为人均生态足迹 (hm^2); EF 为总生态足迹; A_i 为第 i 种消费项目折算的人均占有生物生产性土地面积 (hm^2); C_i 为 i 种生物资源的消费量 (kg); Y_i 为世界上 i 种生物资源的平均产量 (kg/hm^2); r_i 为均衡因子; N 为人口数 (人)。

生态承载力计算公式为:

$$ec = \sum a_i \times r_j \times y_i \quad (2)$$

式中: ec 为人均生态承载力 (hm^2); a_i 人均生物生产面积 (hm^2); r_j 为均衡因子; y_i 产量因子。

生态压力指数计算公式为:

$$ep = ef / ec \quad (3)$$

式中: ep 为生态压力指数, ef 为人均生态足迹 (hm^2), ec 为人均生态承载力 (hm^2)。

单位万元GDP生态足迹计算公式为:

$$f = EF / g \quad (4)$$

式中: f 为单位万元GDP生态足迹 (hm^2), EF 区域总生态足迹 (hm^2); g 区域生产总值 (万元)。

生态足迹多样性指数其计算公式为:

$$H = - \sum (P_i \times \ln P_i) \quad (5)$$

式中: H 为多样性指数; P_i 为第 i 类土地类型生态足迹占总生态足迹中的比例 (%)。

2 结果与分析

2.1 山东省生态足迹分析

2000—2016年山东省人均生态足迹整体呈增加的趋势(见图1),从2.41 hm^2 增长到5.00 hm^2 ,增加了2.59 hm^2 ,年平均增长率为4.67%。说明随着山东省经济发展、工业化和城镇化加快,人民生活改善,自然资本被人类大量消耗,已经不能满足人类日益增长的需求,产生了大量污染,威胁着生态环境安全。人均生态承载力变化呈波动式变化(见图1),呈现出小幅度的下降趋势,由0.65 hm^2 下降到0.62 hm^2 ,降幅为4.52%。生态承载力下降一方面源于人口大量增长,消耗大量的生物资源和服务;另一方面城镇化加快,耕地、草地、林地等资源被占用,土地浪费严重,土地利用集约度不高,造成了人均生态承载力的下降。

2.2 不同地类生态足迹、生态承载力分析

2000—2016年,在各类土地账户生态足迹中(表1),化石能源用地生态足迹所占面积最大,2016年达到2.94 hm^2 ,所占比重为58.815%,年增长率为9.66%,说明近年来山东省的经济发

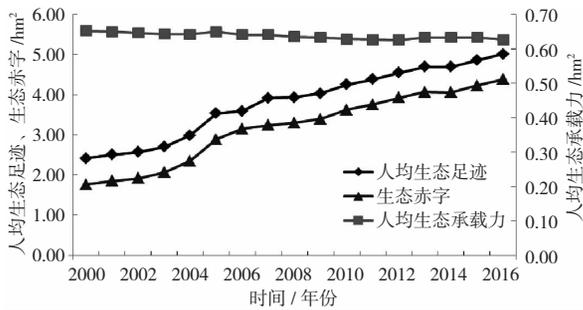


图1 2000—2016年山东省人均生态足迹生态承载力和生态赤字

展消耗了大量的化石能源。耕地的生态足迹所占面积仅次于化石能源用地，2016年耕地生态足迹所占比重为16.765%。水域和草地的生态足迹一直增加，增长幅度较小，两种土地的生态足迹比重分别维持在13%~22%和10%~22%之间。耕地、草地、水域三种土地类型生物性生产面积的增加主要由于山东省是全国著名的农业资源大省，各类农产品产量丰富，随着人均收入增加，生活质量不断提高，增加了对各类生物资源的需求量。林地的生态足迹有所下降，这与近年来山

东省大力植树造林，提高森林面积覆盖率，改善生态环境有很大关系。建设用地的生态足迹比重由0.053%增加到0.129%，说明随着工业化、城市化的加快，企业规模和生活规模都扩大了，建设用地生态足迹也随之上升。

各地类生态承载力中（表1），耕地生态承载力所占比例最高，但耕地生态承载力总体呈下降趋势，这是城市化扩张、乡镇企业增多、农业结构多元化等造成的。从侧面也说明山东省生态承载力下降主要是因为耕地面积减少所致。林地人均生态承载力有所上升，比重由4.046%增加到5.596%，这主要是由于山东省坚持“严格保护、积极发展、科学经营、持续利用”的方针，统筹协调林地保护与利用的关系，人工造林面积增加，森林覆盖率提高。水域人均生态承载力一直下降，人均生态承载力减少了57%，湖泊面积减少、近海水域受到污染等使得水域人均生态承载力减少较快。草地人均生态承载力所占比重最小，因为山东省地形以平原和丘陵为主，天然草场较少；另一方面，人类对草地的过度开垦，

表1 不同地类生态足迹、生态承载力所占比重

| 年份 | 生态足迹 | | | | | | 生态承载力 | | | | |
|------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|
| | 耕地 | 草地 | 建设用地 | 水域 | 林地 | 能源用地 | 耕地 | 草地 | 建设用地 | 水域 | 林地 |
| 2000 | 30.151 | 19.014 | 0.053 | 22.189 | 0.661 | 27.932 | 78.560 | 0.005 | 16.730 | 0.660 | 4.046 |
| 2002 | 25.504 | 19.876 | 0.065 | 20.572 | 0.328 | 33.655 | 78.560 | 0.005 | 16.730 | 0.660 | 4.046 |
| 2004 | 24.110 | 18.647 | 0.071 | 18.048 | 0.289 | 38.834 | 78.280 | 0.005 | 16.670 | 0.657 | 4.387 |
| 2006 | 21.030 | 15.499 | 0.074 | 14.791 | 0.238 | 48.369 | 79.115 | 0.005 | 17.065 | 0.649 | 3.167 |
| 2008 | 20.251 | 12.794 | 0.085 | 13.609 | 0.282 | 52.979 | 78.832 | 0.005 | 17.162 | 0.647 | 3.355 |
| 2010 | 18.664 | 12.198 | 0.094 | 13.282 | 0.424 | 55.338 | 78.374 | 0.005 | 17.062 | 0.643 | 3.917 |
| 2012 | 17.940 | 11.787 | 0.100 | 13.184 | 0.539 | 56.450 | 77.898 | 0.005 | 16.958 | 0.639 | 4.499 |
| 2014 | 18.274 | 11.716 | 0.106 | 13.569 | 0.528 | 55.807 | 76.271 | 0.001 | 18.232 | 0.298 | 5.198 |
| 2016 | 16.765 | 10.734 | 0.129 | 13.160 | 0.397 | 58.815 | 75.604 | 0.001 | 18.503 | 0.296 | 5.596 |

造成草地退化，使得草地质量和数量降低。

2.3 相关指标分析

单位万元GDP生态足迹与自然资源利用效率呈反比，其值越大，说明自然资源利用效益越低，反之，其值越小，自然资源利用效益越高。2000—2016年，山东省万元GDP生态足迹逐渐下降（表2），2000年万元GDP生态足迹为2.54hm²，到2016年减少到0.75hm²。万元GDP生态足迹下降表明近年来山东省能源利用的效率逐渐提高，对各种生物资源依赖程度降低，经济发展质量有所提升。生态足迹多样性指数反映出某一区域土地利用的数量和生态足迹的分配程度，若生态足迹在各类土地中公平分配，多样性指数

表2 山东省万元生态足迹、多样性指数、生态压力指数

| 年份 | 生态足迹/hm ² | 多样性指数 | 生态压力指数 |
|------|----------------------|-------|--------|
| 2000 | 2.54 | 1.04 | 3.7 |
| 2002 | 2.20 | 1.04 | 3.97 |
| 2004 | 1.77 | 1.01 | 4.66 |
| 2006 | 1.61 | 0.94 | 5.92 |
| 2008 | 1.19 | 0.89 | 6.19 |
| 2010 | 1.03 | 0.88 | 6.76 |
| 2012 | 0.88 | 0.88 | 7.27 |
| 2014 | 0.77 | 0.88 | 7.41 |
| 2016 | 0.75 | 0.85 | 7.99 |

应为1.7918。山东省2000—2016年生态足迹多样性指数较小，在0.85~1.04范围之间波动，小于多样性指数1.7918，表明山东省各类土地之间的生态足迹分配不合理，各类土地利用较为粗

放,土地集约程度较低。生态压力指数测算可以反映区域的生态安全程度。山东省生态压力指数一直上升,由3.70增加到7.99,按照生态压力指数等级,当前山东省生态环境已处于不安全状态,生态环境压力逐渐增大。

3 结论与对策

3.1 结论

研究利用生态足迹模型对山东省可持续发展进行测算与评估,结果表明:(1)2000—2016年,山东省人均生态足迹不断增加,人均生态承载力波动下降,人均生态赤字不断扩大,经济社会发展呈现不可持续状态。(2)山东省各地类生态足迹所占比重中,化石能源用地生态足迹占较大比重,耕地次之,并且各地类生态足迹均呈增加趋势,但增加速度有所差异;各地类生态承载力所占比重中,耕地占较大比重,是生态承载力的主要组成部分,但近年来逐渐减少,其他地类生态承载力所占比重较小。(3)万元GDP生态足迹不断下降,生态足迹多样性指数较小,生态经济系统发展能力指数增加,生态压力指数较大,说明山东省的经济发展有所好转,能源利用效率提高,但生态环境还承受较大压力,生态环境问题比较突出。

3.2 对策

针对研究中山东省可持续发展过程中出现的问题,提出如下建议:(1)控制人口规模,减少人均生态足迹。要将总人口数控制在合理的范围之内,降低人均资源消耗,协调好人地之间的矛盾,促进人与自然友好共生。(2)提倡理性消费,强化公众参与环保意识。改善居民消费结构,提倡基于生态文明的理性消费,倡导简约适度、绿色低碳的生活方式,加强居民生态环境教育,提高居民生态环境意识,提倡人与自然和谐发展。(3)合理划分土地利用类型,完善土地功能分区。控制城镇面积,解决好耕地减少和建设用地增加两者的关系,将二者控制在合理范围之内。加强黄河沿线流域环境和渤海近海岸流域综合管理,强化黄河三角洲湿地保护和恢复。(4)通过新旧动能转换,实现经济转型升级。优化产业布局,大力发展服务业、金融业、信息

业、人工智能等新兴产业。发展生态经济和绿色经济,综合治理生态环境,减轻生态环境压力,提高山东省生态文明建设水平。

参考文献

- [1] 靳相木,柳乾坤.自然资源核算的生态足迹模型演进及其评论[J].自然资源学报,2017,32(1):163-176.
- [2] 龙爱华,张志强,苏志勇.生态足迹评介及国际研究前沿[J].地球科学进展,2004,19(6):971-981.
- [3] 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.
- [4] NICCOLUCCI V, BASTIANONI S, TIEZZI E B P, et al. How deep is the footprint? A 3D representation[J]. Ecological Modelling, 2009, 220(20): 2819-2823.
- [5] 张志强,徐中民,程国栋,等.中国西部12省(区市)的生态足迹[J].地理学报,2001,56(5):598-609.
- [6] 岳东霞,巩杰,熊友才,等.民勤县生态承载力动态趋势与驱动力分析[J].干旱区资源与环境,2010,24(6):37-44.
- [7] 田玲玲,罗静,董莹,等.湖北省生态足迹和生态承载力时空动态研究[J].长江流域资源与环境,2016,25(2):316-325.
- [8] 杜悦悦,彭建,高阳,等.基于三维生态足迹的京津冀城市群自然资本可持续利用分析[J].地理科学进展,2016,35(10):1186-1196.
- [9] 刘森,胡远满,常禹,等.基于能值理论的生态足迹方法改进[J].自然资源学报,2008,36(3):447-457.
- [10] 方恺.生态足迹深度和广度:构建三维模型的新指标[J].生态学报,2013,33(1):267-274.
- [11] 张勃,刘秀丽.基于ARIMA模型的生态足迹动态模拟和预测?——以甘肃省为例[J].生态学报,2011,31(20):6251-6260.
- [12] 张振龙,孙慧,苏洋.新疆干旱区水资源生态足迹与承载力的动态特征与预测[J].环境科学研究,2017,30(12):1880-1888.
- [13] 谭德明,何红渠.基于能值生态足迹的中国能源消费可持续性评价[J].经济地理,2016,36(8):176-182.
- [14] 张丹,成升魁,高利伟,等.城市餐饮业食物浪费的生态足迹——以北京市为例[J].资源科学,2016,38(1):10-18.
- [15] 王建源,陈艳春,李曼华,等.基于能值分析的山东省生态足迹[J].生态学杂志,2007,17(9):1505-1510.
- [16] 彭利民,贾永飞,邵波,等.基于生态足迹模型的山东半岛区域可持续发展研究[J].生态经济,2011,238(5):95-99.
- [17] 谢文瑄,黄庆旭,何春阳.山东半岛城市扩展模式与生态足迹的关系[J].生态学报,2017,37(3):969-978.
- [18] 杨屹,加涛.21世纪以来陕西生态足迹和承载力变化[J].生态学报,2015,35(24):7987-7997.
- [19] 李炳意,师学义.基于生态足迹的资源型城市可持续发展能力分析——以山西省晋城市为例[J].水土保持研究,2016,23(2):255-261.

(编辑:周利海)