

管理科学

基于生态足迹模型的黑龙江省可持续发展研究

付会霞 张彦明 尹志红 辛玲

(东北石油大学石油经济与管理研究所,大庆 163318)

摘要 随着科技进步和经济的迅猛发展,人类在从大自然获取日益增长的物质财富的同时,也导致自然资源过度消耗、生态环境恶化等影响经济社会可持续发展的严重问题。通过对2000—2009年黑龙江省生态足迹需求和生态承载力及生态赤字的动态变化分析,显示黑龙江省生态赤字比较严重,且呈上升趋势,生态经济处于弱不可持续发展状态。

关键词 生态足迹 生态承载力 生态赤字 可持续发展

中图分类号 F205; **文献标志码** A

随着人类经济活动与资源、环境之间矛盾的日益突出,倡导经济、社会和资源环境协调发展的可持续发展理论已经成为广泛关注和研究的热点。其中,可持续发展的定量评价问题一直是国际研究的前沿热点。20世纪90年代提出的生态足迹模型为生态经济系统的定量分析研究开拓了新途径。生态足迹(Ecological Footprint,简称EF)的概念最早是由加拿大生态经济学家 William Rees 在1992年提出,William 曾将其形象地比喻为“一只负载着人类与人类所创造的城市、工厂……的巨脚踏在地球上留下的脚印”^[1]。1996年由他和 Wackernagel 加以完善和发展,形成了完整的生态足迹模型^[2]。它是从生态学角度来衡量生态容量、生态承载力和可持续发展程度的一种新方法。由于该方法能在一定程度上反映地区经济发展是否具有可持续性,所以很快受到各国学术界的广泛关注和应用,并于1999年引入中国。

1 研究区域与分析方法

1.1 研究区概况

黑龙江省位于中国东北部,是中国位置最北、纬度最高的省份,东西跨14个经度,南北跨10个纬

度。全省土地总面积45.4万平方公里,约占全国土地总面积的4.7%;全省森林面积2 007万公顷,是国家最重要的国有林区和最大的木材生产基地;天然湿地434万公顷,占全省国土面积的9.18%。黑龙江省也是国家重要的能源工业基地。2009年全省原油产量4 000.7万吨,原煤产量8 748.7万吨,天然气30亿立方米;除此之外,电力也占有重要地位。2009年全省地区生产总值达到8 288亿元,全社会固定资产投资完成5 029.1亿元,增长37.6%,粮食产量再创历史新高,畜牧业稳步发展,实现产值870亿元,增长9.2%,工业生产逐步回升,规模以上工业实现增加值2 905.5亿元,增长12.1%。科技成果转化步伐不断加快,高新技术产业产值达到3 186亿元,增长22%。

1.2 生态足迹分析方法

任何已知人口(个人、城市或国家)的生态足迹就是生产这些人口所消费的所有资源和吸纳这些人口所产生的所有废弃物所需要的生物生产性土地的总面积。在计算生态足迹时,生物生产性土地主要考虑6种类型:耕地、牧草地、林地、水域、化石能源用地和建筑用地。将生态足迹同国家或区域范围内所能提供的生物生产面积(生态承载力)相比较,能够判断一个国家或区域的生产消费活动是否处于当地的生态系统承载力范围之内^[3]。

计算步骤:

1.2.1 计算人均生态足迹

公式为:

2011年9月28日收到,10月26日修改 黑龙江省教育厅
人文社会科学指导项目(12514018)和黑龙江省高等学校
人文社会科学重点研究基地人文社会科学研究规划
项目(JD20110207)资助
第一作者简介:付会霞(1977—),女,河南洛阳人,东北石油大学讲
师,硕士,研究方向:区域经济学。

$$e_f = \sum_{j=1}^6 e_j = \sum_{j=1}^6 (r_j \sum_{i=1}^n A_i) = \sum_{j=1}^6 \left(r_j \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{Y_i} \right) = \sum_{j=1}^6 \left(r_j \sum_{i=1}^n \frac{(P_i + I_i - E_i)}{(Y_i N)} \right)。$$

其中, e_f 为 人 均 生 态 足 迹 ($\text{hm}^2/\text{人}$), j 为 生 物 生 产 性 土 地 类 型, e_j 为 第 j 类 生 物 生 产 性 土 地 的 人 均 生 态 足 迹 分 量, r_j 为 均 衡 因 子, 其 作 用 是 使 不 同 类 型 的 生 物 生 产 性 土 地 面 积 转 化 为 具 有 相 同 生 态 生 产 力 的 面 积。 i 为 消 费 项 目, A_i 为 第 i 种 消 费 项 目 折 算 的 人 均 生 态 足 迹 分 量 ($\text{hm}^2/\text{人}$), C_i 为 第 i 种 消 费 项 目 的 人 均 消 费 量, Y_i 为 第 i 种 消 费 项 目 的 世 界 平 均 产 量 (kg/hm^2), P_i 、 I_i 、 E_i 分 别 为 第 i 种 消 费 项 目 的 年 生 产 量、年 进 口 量 和 年 出 口 量, N 为 人 口 数。

1.2.2 计算人均生态承载力

公式为:

$$e_c = \sum c_j = \sum a_j r_j y_j。$$

其中, e_c 为 人 均 生 态 承 载 力 ($\text{hm}^2/\text{人}$), c_j 为 第 j 类 生 物 生 产 性 土 地 的 人 均 生 态 承 载 力 分 量, a_j 为 实 际 人 均 占 有 的 第 j 类 生 物 生 产 性 土 地 面 积, y_j 为 产 量 因 子, 其 作 用 是 将 不 同 国 家 或 地 区 同 类 生 态 生 产 力 土 地 面 积 转 化 为 可 比 面 积。

1.2.3 计算生态赤字或生态盈余

如果一个地区的生态承载力大于生态足迹,就会形成“生态盈余”,说明经济社会的发展处于自然生态系统能承受的最大限度之内;反之,则产生“生态赤字”。生态赤字表明该地区的人类负荷超过了其生态容量,区域内的生态环境处于相对不可持续状态^[4]。

2 数据来源与计算

黑龙江省生态足迹需求的计算由三部分构成:生物资源账户、能源资源账户和工业资源账户。针对黑龙江省生物资源产品、能源和工业产品消费结构,选取生物资源消费项目包括4大类——农作物及其副产品、动物产品、水产品 and 林产品,本账户对应的生态生产性土地类型包括耕地、牧草地、水域和林地4类,是各账户中占用土地类型最多的;选取的能源消费项目包括原油、燃料油、汽油、煤油、柴油、焦炭、天然气和电力等8个,其对应的生态生产性土地类型包括化石能源地和建筑

用地两类;选取的工业产品消费项目包括化学纤维、化学肥料、化学农药、塑料制品、成品钢材和水泥等6项,其对应的生态生产性土地类型是化石能源地。

各账户所用的原始数据来自于2001—2010年的《黑龙江统计年鉴》和《中国能源统计年鉴》,有关生物资源的世界平均产量来自联合国粮农组织发布的相关数据。均衡因子采用Wackernagel的研究成果:耕地和建筑用地为2.8,牧草地为0.5,林地和化石燃料用地为1.1,水域为0.2^[5]。生态承载力的计算主要包括耕地、牧草地、林地、水域、化石燃料产地和建筑用地。产量因子依据Wackernagel的文献中计算中国生态足迹时的产量因子而确定,耕地和建筑用地为1.66,牧草地为0.19,林地和化石能源用地为0.91,水域为1.00^[6]。根据世界环境与发展委员会的建议,城市最终生态承载力应在均衡生态承载力的基础上扣除12%的面积用于作为生物多样性保护面积。计算结果如表1、表2和表3所示。

3 结果与分析

3.1 生态足迹需求动态分析

从图1中可以看出,黑龙江省人均生态足迹自2000年的2.812 145 hm^2 增加到2009年的4.258 644 hm^2 ,增长了1.51倍。其中,2000—2003年增加了0.409 795 hm^2 ,年均增长0.102 449 hm^2 ,2003年之后增长速度明显加快,7年间增加了1.036 705 hm^2 ,年均增长0.148 101 hm^2 ,反映了区域对资源和能源的消耗呈明显的增加趋势,同时表明区域资源压力在不断地增大,环境负荷加重。

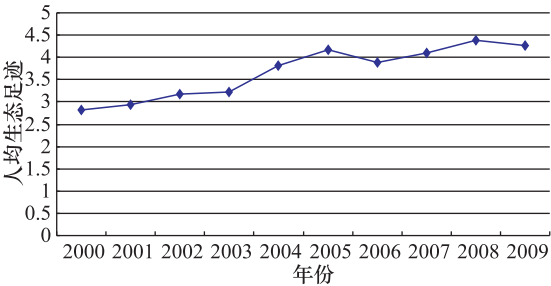


图1 黑龙江省2000—2009年人均生态足迹变化

表 1 2000—2009 年黑龙江省人均生态足迹/(hm²·人⁻¹)

年份	耕地分量	牧草地分量	林地分量	水域分量	化石能源用地分量	建筑用地分量	人均生态足迹
2000	1.934 9	0.199 497	0.099 788	0.069 084	0.498 358	0.010 518	2.812 145
2001	2.035 596	0.226 544	0.095 978	0.072 583	0.503 409	0.012 382	2.946 491
2002	2.228 735	0.260 518	0.090 748	0.075 42	0.515 342	0.012 24	3.183 004
2003	2.178 487	0.305 87	0.112 77	0.075 023	0.536 482	0.013 307	3.221 939
2004	2.710 32	0.378 662	0.091 041	0.077 11	0.537 396	0.014 305	3.808 834
2005	3.146 341	0.444 822	0.113 816	0.080 248	0.362 434	0.013 427	4.161 089
2006	2.709 461	0.336 208	0.113 611	0.059 25	0.651 688	0.015 737	3.911 806
2007	2.817 444	0.358 472	0.113 467	0.061 168	0.732 275	0.016 948	4.099 774
2008	3.380 149	0.457 161	0.131 405	0.063 953	0.335 378	0.017 079	4.385 126
2009	2.762 152	0.425 121	0.116 143	0.068 602	0.868 481	0.018 145	4.258 644

表 2 2000—2009 年黑龙江省人均生态承载力/(hm²·人⁻¹)

年份	耕地分量	牧草地分量	林地分量	水域分量	建筑用地分量	人均生态承载力
2000	1.031 424	0.004 779	0.444 025	0.005 247	0.152 456	1.637 929
2001	1.030 45	0.004 782	0.443 558	0.005 241	0.153 478	1.637 51
2002	1.020 359	0.004 78	0.443 329	0.005 24	0.154 726	1.628 434
2003	1.038 909	0.004 836	0.443 091	0.005 236	0.155 355	1.647 428
2004	1.061 462	0.004 836	0.463 193	0.005 234	0.156 46	1.691 186
2005	1.249 503	0.004 872	0.462 806	0.005 229	0.157 773	1.880 182
2006	1.250 718	0.004 89	0.462 444	0.005 225	0.157 998	1.881 275
2007	1.252 53	0.004 908	0.462 321	0.005 224	0.158 305	1.883 287
2008	1.257 013	0.004 927	0.462 207	0.005 222	0.158 611	1.887 98
2009	1.261 495	0.004 945	0.462 083	0.005 222	0.159 29	1.893 036

注:已扣除生物多样性保护部分。

表 3 2000—2009 年黑龙江省人均生态足迹平衡表/(hm²·人⁻¹)

年份	耕地分量	牧草地分量	林地分量	水域分量	化石能源用地分量	建筑用地分量	人均生态赤字
2000	0.903 476	0.194 718	-0.344 237	0.063 837	0.498 358	-0.141 938	1.174 216
2001	1.005 146	0.221 762	-0.347 58	0.067 342	0.503 409	-0.141 096	1.308 982
2002	1.208 376	0.255 738	-0.352 581	0.070 18	0.515 342	-0.142 486	1.554 569
2003	1.139 578	0.301 034	-0.330 321	0.069 787	0.536 482	-0.142 048	1.574 511
2004	1.648 858	0.373 826	-0.372 152	0.071 876	0.537 396	-0.142 155	2.117 648
2005	1.896 838	0.439 95	-0.348 99	0.075 019	0.362 434	-0.144 346	2.280 906
2006	1.458 743	0.331 318	-0.348 833	0.054 025	0.651 688	-0.142 261	2.004 68
2007	1.564 914	0.353 564	-0.348 854	0.055 944	0.732 275	-0.141 357	2.216 487
2008	2.123 136	0.452 234	-0.330 802	0.058 731	0.335 378	-0.141 532	2.497 145
2009	1.500 657	0.420 176	-0.345 94	0.063 38	0.868 481	-0.141 145	2.365 608

注:生态赤字/盈余=人均生态足迹-人均生态承载力。

耕地是生态足迹的主要构成部分,其次是化石能源用地和牧草地,且大多土地的人均生态足迹都呈上升趋势,其中最明显的是牧草地,从 $0.199\ 497\ \text{hm}^2$ 增加至 $0.425\ 121\ \text{hm}^2$,增加了2.13倍,这说明区域发展过程中对牧草地资源的需求在快速地增长。另外,水域的生态足迹呈下降趋势,这主要和水域面积的减少有密切的关系。2000—2009年各种土地类型人均足迹增长倍数由高至低依次为:牧草地、化石能源地、建筑用地、耕地、林地、水域。

3.2 生态承载力动态分析

由表2可以看出,黑龙江省水域的生态承载力呈下降趋势,其他几种生态性土地的生态承载力呈上升趋势,其中,耕地是生态承载力的主要构成部分,其变化直接决定了黑龙江省总体生态承载力的变化。从图2可以看出,黑龙江省人均生态承载力自2000年至2009年呈波动上升趋势,但上升的幅度从2005年开始减少。2000年的人均生态承载力为 $1.637\ 929\ \text{hm}^2$,2009年人均生态承载力上升到 $1.893\ 036\ \text{hm}^2$ 。

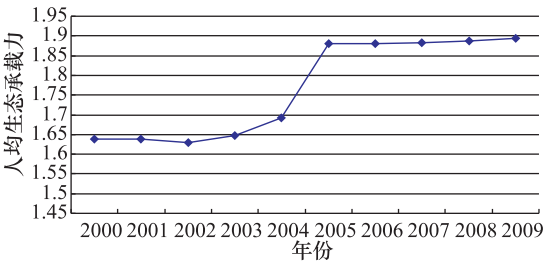


图2 黑龙江省2000—2009年人均生态承载力变化

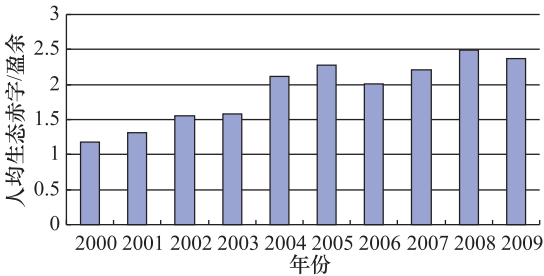


图3 黑龙江省2000—2009年人均生态赤字的变化

3.3 生态赤字动态分析

生态赤字是黑龙江省的发展所需要的生态环境资源与环境所能提供能力之间的差值。从表3可以看出,生态土地的供给结构和社会经济发展的需

求结构之间,具有显著的不对称性。表现在耕地、牧草地、水域和化石能源地的供给不足,耕地尤为突出,其次是化石能源地;而林地和建筑用地的供给充足。图3可以看出,黑龙江省的生态赤字大体呈现波动式上升的趋势,说明黑龙江省的发展所消耗的环境资源超过了区域所能提供的水平,属于不可持续发展状态。从具体数值来看,2000年黑龙江省人均生态赤字为 $1.174\ 216\ \text{hm}^2$,2009年则上升至 $2.365\ 608\ \text{hm}^2$,平均每年增加 $0.119\ 139\ \text{hm}^2$ 。就此趋势,未来几年黑龙江省的生态赤字将会继续增加,这将进一步对黑龙江省的生态环境构成沉重的压力。由于统计数据的局限性,无法获得人类生产或消费的所有项目统计数据,所以计算结果仍是一种保守的估计。事实上,黑龙江省的生态承载力要高于全国的平均水平($0.8\ \text{hm}^2/\text{人}$),严重的生态赤字主要是由过高的生态足迹需求产生的。

4 结论

通过对黑龙江省2000—2009年生态足迹变化的动态分析可以得出,10年来黑龙江省生态足迹需求和生态足迹供给都呈上升趋势,但生态足迹需求的增长速度超过了生态足迹供给的增长速度,因而生态赤字逐渐加大,反映了黑龙江省社会与经济的发展超过了资源与环境的承载力。要降低黑龙江省对外部生态系统的依赖度,必须降低生态足迹需求,提高生态承载能力,尽可能地缩减生态足迹与生态承载力之间的巨大缺口,减少生态足迹和缓解生态环境的压力,实现经济、社会 and 环境的可持续发展。

第一,黑龙江省作为产粮大省,对于提高生态承载力来说,提高耕地的承载力显得尤为重要。首先,要采用高新技术,提高单位土地面积的生产力,提高产量因子;其次,要优化农业种植业结构,调整农业内部产业结构比例,积极推广有利于改善土地生态效率的高新技术,通过农业和水利措施,改造中低产田,使农业逐步转变为运用高科技的生态农业,以实现农业的高产和低耗,进而提高耕地生态承载力。

第二,优化产业结构,大力的发展旅游观光业、餐饮业等服务行业,加大对第三产业的发展力度。同时还要调整第二产业结构,重视矿产资源和初级

2

Sharpe W F. Portfolio theory and capital markets, McGraw – Hill (New York), 1970

3

周革平. 现代资产组合理论的产生与发展综述. 金融与经济, 2004;(8):10—12

4

李 翀. 国际金融资产组合的选择. 广东社会科学, 2005;(4): 51—57

5

张卫国. 不相关资产组合投资优化模型及实证分析. 系统工程理论与实践, 1998;(4):34—40

6

李楚霖. 多期风险资产组合的有效前沿. 管理工程学报, 2000;(2):39—42

7

易 江. 外汇储备最优组合的方法. 预测, 1997;(2):57—60

The Affection of Currency Allocation to International Asset Allocation

WANG Hai-tao

(Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200052, P. R. China)

[Abstract] Assets and exchange rates are the two central parts of international asset allocation. The expectation and variance of earning from exchange rates have significant affection to international asset allocation. Markowitz theory of portfolio can bring remarkable benefit when used in the currency allocation part, which can be found in the empirical analysis of USD, JPY, EUR, AUD and CNY.

[Key words] international asset allocation currency allocation exchange rate

(上接第 964 页)

农产品的深加工^[7],逐步转移或淘汰资源消耗量大、环境污染严重、循环利用率低的产业,大力发展电子信息、生物医药、新材料等高新技术产业,加快对传统产业的技术改造。

参 考 文 献

1

Rees W E. Ecological footprint and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. Environment and Urbanization, 1992;4(2):121—130

2

Rees W E, Wackernagel M. Urban ecological footprints: Why cities cannot be sustainable and why they are a key to sustainability. Environmental Impact Assessment Review, 1996; 16:224—248

3

张 颖. 北京市生态足迹变化和对可持续发展的影响研究. 中国地质大学学报(社会科学版),2006;6(4):47—55

4

斯 嵩,汤 洁,王 娟,等. 基于生态足迹模型的可持续性度量研究. 经济地理,2005;25(6):757—760

5

Wackernagel M,Rees W E. Our ecological footprints:reducing human impact on the earth. Gabriola Island:New Society Publishers, 1996

6

徐中民,张志强,程国栋. 甘肃省 1998 年生态足迹计算与分析. 地理学报,2000;(5):607—601

7

赵新宇. 东北地区生态足迹评价研究. 吉林大学社会科学学报, 2009;49(2):60—65

Study on Sustainable Development in Heilongjiang Based on Ecological Footprint Model

FU Hui-xia, ZHANG Yan-ming, YIN Zhi-hong, XIN Ling

(Research institution of Petroleum Economics and Management, Northeast Petroleum University, Daqing 163318, P. R. China)

[Abstract] With the rapid technological progress and economic development, human has got massive material wealth from the nature, but we has also led to some serious problems which effects economic and social’s sustainable development such as excessive consumption of natural resources, environmental degradation etc. The results show the ecological deficit of Heilongjiang Province is serious, and the trend is increasing by the dynamics analysis among ecological footprint, ecological capacity and ecological deficit from 2000 to 2009, ecological economic is in a state of unsustainable development in Heilongjiang province.

[Key words] ecological footprint ecological capacity ecological deficit sustainable development