

南京市 2005 年生态足迹分析

刘薇, 景元书^{*} (南京信息工程大学应用气象学院, 江苏南京 210044)

摘要 采用生态足迹分析方法比较生态足迹需求与生态承载力, 对南京市 2005 年生态足迹(包括生物资源消费、能源消费)进行计算, 得出 2005 年该市人均生态足迹为 4.488 207 hm², 可利用的人均生态承载力为 0.285 67 hm², 人均生态赤字 4.202 537 hm²。结果显示, 南京市人均生态足迹是可利用的人均生态承载力的 15 倍, 生态赤字远大于生态承载力。这反映了南京市的生产、生活强度超过了生态系统的承载能力, 城市生态系统所受压力偏大。最后, 针对南京市的社会经济发展与资源的利用特征, 提出了缓解南京市城市生态压力的合理建议。

关键词 生态足迹; 生态承载力; 生态赤字

中图分类号 X171 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2008)29-12823-03

Analysis of Ecological Footprint of Nanjing in 2005

LIU Wei et al (College of Applied Meteorology, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing, Jiangsu 210044)

Abstract Ecological footprint need and ecological capacity were compared by using the ecological footprints analysis method. Ecological footprints, including the biotic resource consume and energy consume, in Nanjing were calculated in 2005. The average per capita ecological footprint and the per capita available ecological capacity in 2005 were 4.488 207 and 0.285 67 hm², respectively. And the ecological deficit was 4.202 537 hm². Result showed that the average per capita ecological footprint in Nanjing was 15 times of the per capita available ecological capacity. Ecological deficit was far greater than the ecological capacity, which reflected that the production and life intensity had gone beyond the capacity of its ecosystem. The carrying capacity of the eco-systems in Nanjing was under great pressure. Finally, aiming at the character of socio-economic development and resource utilization, some reasonable suggestions were proposed to alleviate the city's eco-pressure.

Key words Ecological footprint; Ecological capacity; Ecological deficit

地球生态系统是人类社会生存和发展的物质基础, 而地球生态承载力是有限的。生态足迹(Ecological Footprint, 简称 EF)是一种定量衡量人类对自然资源的利用程度以及自然界为人类提供的生命支持服务功能的方法, 核心观点是把人类对资源与环境的利用换算成对土地和水域面积的占用, 反映出资源消耗和废物吸收所需要的生产性土地面积^[1]。生态足迹的研究方法最初是由加拿大生态经济学家 E. R. William 于 1992 年提出, 1996 年由其学生 M. Wackernagel 加以完善。该方法从一个全新的角度考虑人类及其发展与生态环境的关系, 由于其科学、完善的理论基础和精简统一的指标体系, 使该方法一经提出, 就得到了国内外学者的广泛关注和应用。我国于 1999 年引入了生态足迹分析理论, 并很快作为一种新的理论方法被应用于分析研究一些省市和地区的可持续发展态势^[2-5]。笔者试用生态足迹理论与方法对南京市 2005 年的生态足迹指标进行定量计算, 得出南京市生态足迹、生态承载力及其差值, 旨在分析该地区的可持续发展状况。

1 生态足迹的计算方法

生态足迹分析法是度量可持续发展程度的一种方法, 通过测定现今人类为了维持自身生存而利用自然的量来评估人类对生态系统的影响。生态足迹的计算基于以下基本假设: ①人类自身消费的大多数资源、能源及其所产生的废弃物数量能够通过计算得到; ②这些资源与废弃物能折算成生产和吸纳这些资源与废弃物的生物生产性土地面积。因此, 可以将任何已知人口的国家或地区的生态足迹表述为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物所需要的生物生产土地面积(biologically-productive are-

a)。计算中把人类使用的生物生产性土地面积分为 6 种类型: 耕地、林地、草地、水域、建筑用地和化石能源用地。

1.1 生态足迹的计算 生态足迹(EF)是指在一定技术条件下, 要维持某一消费水平下一定的人口持续生存所必需的生态生产性土地面积, 其模型计算公式如下:

$$\begin{cases} EF = \sum_{j=1}^6 A_j = \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^n \gamma_j \times \frac{C_{ji}}{P_{ji}} \\ ef = EF/N \end{cases}$$

式中, EF 为区域生态系统的总生态足迹; j 为土地类型; A_j 为 j 类土地消费项目折算的生态足迹分量; γ_j 为 j 类土地的均衡因子; i 为不同类型土地的消费项目类型; C_{ji} 为某一区域 j 类土地的 i 类消费项目的人均消费量; P_{ji} 为 j 类土地的 i 类型消费项目的世界年均产量; ef 为人均生态足迹; N 为总人口数。为了使计算结果转化为一个可比较的标准, 在每种生物生产面积前乘上一个均衡因子, 均衡因子的选取来自世界各国生态足迹的报告^[6]。采用的均衡因子分别为: 耕地和建筑用地 2.8、草地 0.5、林地 1.1、水域 0.2、化石燃料用地 1.1。

1.2 人均生态承载力的计算 生态承载力(EC)反映了各类土地的承载能力, 不同类型土地的承载力之和即为区域的生态承载力。模型计算公式为:

$$\begin{cases} EC = \sum_{j=1}^6 B_j = \sum_{j=1}^6 b_j \gamma_j y_j \\ ec = EC/N \end{cases}$$

式中, EC 为区域生态承载力; j 为土地类型; B_j 为 j 类土地消费项目折算的生态承载力分量; b_j 为 j 类土地的生态承载力; γ_j 为 j 类土地的均衡因子; y_j 为产量因子, 且 $y_j = y_{kj}/y_{wj}$; y_{kj} 为某区域 j 类土地的平均生产力; y_{wj} 为 j 类土地的世界平均生产力; ec 为人均生态承载力; N 为地区人口总数。

2 南京市生态足迹计算

2.1 南京市生态足迹计算 根据生态足迹的概念及其计算方法, 以南京市 2005 年的统计资料为数据源, 对 2005 年南京

基金项目 江苏省科技项目(BS2006059)资助。

作者简介 刘薇(1984-), 女, 江苏常州人, 硕士研究生, 研究方向: 城市生态与环境。*通讯作者。

收稿日期 2008-06-10

市的生态足迹进行计算。截止 2005 年底,南京市人口数为 595.80 万人。项目计算主要由两部分组成:①生物资源消费,包括农产品、动物产品、水果和木材等;②能源消费。由于缺少南京市与其他地区及国外贸易的详细统计数据,因此没有考虑贸易调整量。

2.1.1 生物资源消费生态足迹。生物资源消费生态足迹是根据 2006 年南京市统计年鉴中各农产品的生产量来计算

的。主要农产品有粮食、棉花、油料、蔬菜、水果、肉类、禽蛋、水产品等 15 种,具体计算结果见表 1。

2.1.2 能源消费生态足迹。能源消费部分主要计算煤、焦炭、汽油、柴油和电力等能源的足迹,计算时将能源消费转化为化石能源土地面积,采用世界上单位化石能源土地面积平均发热量为标准,将南京市能源消费所消耗电热量折算成一定的化石能源土地面积,计算结果见表 2。

表 1 2005 年南京市生物资源消费生态足迹

Table 1 Ecological footprints of biological resources consumption in Nanjing in 2005

类型 Type	全球平均产量//kg/hm ² Global average yield	区域生物产量//t Regional biological yield	总生态足迹//hm ² Total ecological footprint	人均毛生态足迹//hm ² Gross ecological footprint per capita	人均生态足迹//hm ² Ecological footprint per capita	生产性土地类型 Productive land type
粮食 Grain	2 744	965 436	351 835.277 0	0.059 053	0.165 347	耕地 Arable land
棉花 Cotton	1 000	5 920	5 920	0.000 994	0.002 782	耕地 Arable land
油料 Oil plant	1 856	211 685	11 4054.418 1	0.019 143	0.053 601	耕地 Arable land
麻类 Fiber crop	1 500	4 013	2 675.333 3	0.000 449	0.001 257	耕地 Arable land
蔬菜、瓜类 Vegetable and melon	18 000	3 470 282	192 793.444 4	0.032 359	0.090 605	耕地 Arable land
糖类 Sugar	18 000	66 478	3 693.222 2	0.000 620	0.001 736	耕地 Arable land
茶叶 Tea	566	2 043	3 609.540 6	0.000 606	0.001 696	耕地 Arable land
水果 Fruit	3 500	42 495	12 141.428 6	0.002 038	0.005 706	耕地 Arable land
牛羊肉 Beef and mutton	33	13 374	405 272.727 3	0.068 022	0.034 011	草地 Grassland
猪肉 Pork	74	120 039	1 622 148.649 0	0.272 264	0.136 132	草地 Grassland
家禽 Poultry	33	64 649	1 959 060.606 0	0.328 812	0.164 406	草地 Grassland
禽蛋 Poultry egg	400	83 265	208 162.5	0.034 938	0.017 469	草地 Grassland
奶类 Milk	502	138 034	274 968.127 5	0.046 151	0.023 076	草地 Grassland
蜂蜜 Honey	50	1 948	38 960	0.006 539	0.003 270	草地 Grassland
蚕茧 Pod	1 000	441	441	0.000 074	0.000 037	草地 Grassland
水产品 Aquatic product	29	180 414	6 221 172.414	1.044 171	0.208 834	水域 Water area
干果 Dry fruit	3 000	1 962	654	0.000 110	0.000 121	林地 Woodland
木材 Timber	1.99*	34 300**	17 236.180 9	0.002 893	0.003 182	林地 Woodland
合计 Total					0.913 268	

注:*单位为 m³/hm²,**单位为 m³。

Note:Units of * and ** are m³/hm² and m³, respectively.

表 2 2005 年南京市能源消费生态足迹

Table 2 Ecological footprint of energy consumption in Nanjing in 2005

类型 Type	全球平均能源生态足迹//GJ/hm ² Ecological footprint of global average energy	折算系数//GJ/t Conversion coefficient	消费量//t Consumption	人均消费量//GJ/人 Consumption per capita	人均生态足迹//hm ² /人 Ecological footprint per capita	生产面积类型 Produce area type
煤炭 Coal	55	20.934	19 482 881	68.455 0	1.244 636	化石燃料地 Fossil fuel land
焦炭 Coke	55	28.47	3 663 862	17.507 6	0.318 320	化石燃料地 Fossil fuel land
高炉煤气 Blast furnace gas	93	18.003	14 126 918	42.686 6	0.458 996	化石燃料地 Fossil fuel land
原油 Crude oil	93	41.868	18 615 124	130.812 0	1.406 581	化石燃料地 Fossil fuel land
汽油 Gasoline	93	43.124	39 222	0.283 9	0.003 053	化石燃料地 Fossil fuel land
煤油 Coal oil	93	43.124	10 143	0.073 4	0.000 789	化石燃料地 Fossil fuel land
柴油 Diesel oil	93	42.705	118 481	0.849 2	0.009 132	化石燃料地 Fossil fuel land
燃料油 Fuel oil	71	50.2	652 020	5.493 7	0.077 376	化石燃料地 Fossil fuel land
液化石油 Liquefied petroleum	71	50.2	250 914	2.114 1	0.029 776	化石燃料地 Fossil fuel land
天然气 Natural gas	93	38.978	372 833.2	2.439 1	0.026 227	化石燃料地 Fossil fuel land
热力 Thermal power	1 000	29.344	60 602 858**	0.010 2	0.000 028	建筑用地 Construction land
电力 Electric power	1 000	11.84	15 712 820 000*	0.009 5	0.000 026 6	建筑用地 Construction land
合计 Total					3.574 939	

注:*单位为 kw·h,在计算时应按能源转化系数折算成 GJ;**单位为 1×10⁶ kJ。

Note:Unit of * is kw·h, and it is converted into GJ when calculated; the unit of ** is 1×10⁶ kJ.

由表 1、2 得出,生物资源的人均生态足迹为 0.913 268 hm²,化石能源的人均生态足迹为 3.574 939 hm²,南京市的人

均生态足迹为 4.488 207 hm²。

2.2 南京市 2005 年生态承载力的计算 南京市 2005 年耕地面积 491 186 hm²、林地 147 856 hm²、草地 102 hm²、水域 229 065 hm²、建筑用地 372 072 hm²。这里涉及产量因子,产量因子是一个可比面积参数,即某个国家或地区各类型土地生产力与全球平均生产力的比率。南京市耕地的产量因子根据其 2005 年粮食的平均产量与全球平均产量的比较,得出耕地的产量因子为 0.72;建筑用地多数是由耕地转化而来的,所以产量因子相同;因南京市没有大面积草地,故对草地不予考虑;其余土地类型的产量因子按照文献[1]对我国生态足迹的计算取值,林地 0.91,水域为 1.0。根据世界环境与发展委员会(WCED)的报告,至少有 12% 生态承载力需要被保存,以保护生物多样性,故在此予以扣除。

根据计算模型,对人均拥有的各类生物生产面积乘以均衡因子和产量因子,南京市 2005 年的人均生态承载力为 0.324 63 hm²,减去 12% 的生物多样性保护面积 0.038 96 hm²,实际可利用的人均生态承载力为 0.285 67 hm²。

3 结论与讨论

(1)将南京市 2005 年人均生态足迹和人均生态承载力对比分析可知,南京市人均生态足迹是可利用的人均生态承载力的 15 倍,生态赤字为 4.202 537 hm²,生态赤字远大于生态承载力。当然,由于统计数据的不完整,人均生态足迹的计算值比实际小;而由于生态环境的破坏,生态承载力的计算值比实际大。所以,可得该市生态赤字应该还要大得多。这说明南京市的消费需求远远超过了自然系统的再生能力,南京市当前的发展是通过消耗自然资本存量或是依赖从外部输入生态足迹来获得当前的发展和弥补生态供给的不足^[7],其发展属于不可持续的发展类型,生态环境压力不断增加,处于不安全状态,必须引起重视。

(2)南京市高生态赤字存在的主要原因在于高能源消耗、人口过于密集、可耕地的减少以及化石燃料的极大消耗等。在不降低当地居民现有的生活水平的前提下,要减少当地生态赤字,首先,要合理开发和有效保护资源和环境,严格控制非农业占地,建立永久性的基本农田保护区制度,切实保护好耕地资源,提高土壤肥力;其次,应加大科技创新和人力资本培育力度,南京市高校密集,科研单位众多,人力资源丰富,应进一步发展高新技术产业,积极采用高新技术以提高资源的利用率和单位面积自然系统的生物产量;再次,高效利用现有的资源存量,重视可再生能源的开发利用,提倡发展循环经济挖掘城市自身的生产潜力;最后,改变当地的传统生产方式和人们的消费方式,从工业文明消费模式走向生态文明模式,建立资源节约型社会生产体系和合理健康的消费体系^[8]。

参考文献

[1] WACKERNAGEL M, ONISTO L, BELLO P. Ecological footprints of nations [R]. Toronto: International Council for Local Environmental initiatives, 1997:10-21.
[2] 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.
[3] 李静. 基于生态足迹分析的深圳市可持续发展评价[J]. 国土与自然资源研究, 2004(4):7-9.
[4] 叶田, 杨海真. 上海市 2003 年生态足迹计算与分析[J]. 四川环境, 2005, 24(3):15-18.
[5] 杨世琦, 孙兆敏, 冯永忠, 等. 陕西省 2001 年生态足迹分析[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2004, 32(9):14-18.
[6] REES W E. Ecological footprint and appropriated carrying capacity: What urban economics leaves out [J]. Environment and Urbanization, 1992, 4(2):121-130.
[7] 龙爱华, 张志强, 苏志勇. 生态足迹评价及国际研究前沿[J]. 地球科学进展, 2004, 19(6):971-981.
[8] 王万茂, 李俊梅. 生态足迹分析法及其在持续性规划中应用研究[J]. 中国生态农业学报, 2003, 11(2):153-155.

(上接第 12770 页)



图 3 棉蚜消退期预测模型

Fig. 3 Forecast model of the regressive period of cotton aphid



图 4 棉蚜危害程度预测模型

Fig. 4 Forecast model of the damage degree of cotton aphid

3 结论与讨论

以上述棉蚜预报数理模型为基础,结合大量图文并茂的病虫害科普知识,实现了不同权限用户在互联网上进行棉花虫害预测预报查询、在线数值预测预报等功能,保证了不同的用户获取丰富、实用的信息,可以更好地为广大农牧民服务。新疆棉花主要虫害预测预报模型经应用推广后,达到了准确预测棉蚜的始发期、高峰期、消退期、危害强度,为棉蚜

的防治起到了较好的作用。同时也可作为气象部门的一个新增服务内容,进而可推广到其他部门应用,使该模型得到更好的推广应用。该模型还需在生产实践中继续应用完善,为棉花虫害的防治提供更好的服务。

参考文献

[1] 陈红. 北疆棉花高密度膜下滴灌条件下病虫害发生规律研究[M]. 北京:中国农业大学, 2006:1-48.