

衡阳市生态足迹分析与生态环境保护对策

王 鹏¹,庄大昌²

(1. 衡阳师范学院资源环境与旅游管理系,衡阳 421008; 2. 广东商学院 旅游与环境学院,广州 510320)

摘 要:采用生态足迹模型对衡阳市 2004 年的生态足迹进行了实证计算和分析,结合衡阳市的生态环境现状和可持续发展状况,得出结论:衡阳市生态足迹占用已远远超过其生态承载力,对生态系统造成了巨大的压力,在此基础上提出了相应的环境治理对策。

关键词:生态足迹模型;生态承载力;生态赤字;衡阳市

中图分类号:X171.1;F323.2

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2007)02-0246-03

An Analysis of Ecological Footprint in Hengyang City
and Ecological Environment Protection

WANG Peng¹,ZHUANG Da-chang²

(1. Department of Resources, Environment and Tourism Management,
Hengyang Normal University, Hengyang 421008, China;

2. Department of Tourism and Environment, Guangdong Commercial College, Guangzhou 510320, China)

Abstract :The ecological footprint method presents a simple framework for national and natural capital accounting. Taking Hengyang City as an example , the authors calculated and analyzed the ecological footprint of Hengyang City in 2004 , with a conclusion that the ecological footprint of Hengyang City has exceeded its eco-capacity and posed a tremendous pressure on ecological system based on the present situation of environment and sustainable development of city. Some countermeasures are given to solve this problem.

Key words :ecological footprint model ; eco-capacity ; ecological deficit ; Hengyang city

生态足迹的研究方法是近年来度量地区可持续发展程度的较为通行的方法。它是 1992 年 William Ress 和他的博士生 Wackernagel 提出,于 1996 年完善,并应用生态足迹指标对世界上 52 个国家和地区 1997 年的生态足迹进行了实证计算研究^[1~3]。生态足迹是指按可持续发展方式,支持给定数量的人口消费所需要的生物生产型土地面积^[4]。由于是采用看得见的足迹来反映人类消费对自然的影响,生态足迹研究方法自提出以来,已经得到了广泛地应用^[5]。生态足迹的概念于 1999 年引入国内,近几年国内学者也展开了生态足迹指标的实证应用研究^[6~11]。本文旨在用当前国际上流行的生态足迹理论,定量分析衡阳市的生态环境现状和可持续发展状况,为衡阳市自然资源开发利用、生态保护和建设提供科学依据。

1 衡阳市生态足迹计算与分析

1.1 生态足迹与生态承载力计量方法

生态足迹是指能够提供或消纳废物的具有一定生产能力的生态生产性土地面积。生态生产性土地是这一概念的基础,是指具有一定生态生产能力的土地及水体,它包括化石能源地、可耕地、牧草地、森林、建设用地、水域六大类^[7]。生态足迹的计量是以生态生产性土地为基础,将生态资源的

消费折算成具有一定生产能力的生态生产性土地。生态足迹计算的数学模型如下:

$$EF = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{EP_i} EQ_i = \sum_{i=1}^n \frac{P_i + I_i - E_i}{EP_i} EQ_i \quad (1)$$

式中:EF——总生态足迹,EP_i——生态生产力(全球平均);C_i——资源消费量,P_i——资源生产量,I_i——资源进口量,E_i——资源出口量,i——生态生产性土地类型,分为六大类,EQ_i——均衡因子,一般采用化石能源地 1.14,可耕地 2.82,牧草地 0.54,森林 1.14,建设用地 2.82,水域 0.22。森林的均衡因子 1.14,即表示森林生态系统生物生产量为全球生态系统平均生物生产量的 1.14 倍。总生态足迹除以区域总人口,为人均生态足迹。

生态承载力(或者称生态足迹供给)是与生态足迹相关的概念。它是指区域所能提供给人类的生态生产性土地总和,计算方法是将区域内各类生态生产性土地面积乘以均衡因子及产量调整系数后,求和得到总生态承载力或总生态足迹供给,除以总人口数,即为人均生态承载力,或人均生态足迹供给。计算公式如下:

$$EC = \sum_{i=1}^n A_i EQ_i Y_i / N \quad (i = 1, 2, 3, \dots, 6) \quad (2)$$

式中:EC——人均生态承载力,A_i——不同类型生态生产性

* 收稿日期:2006-08-04

基金项目:湖南省自然科学基金(05jj40062);衡阳市科技局计划项目(2005 KS01 - 036);衡阳师范学院重点课程建设项目资助
作者简介:王鹏(1965 -),男,湖南祁东县人,副教授,博士,主要从事土地管理与区域可持续发展研究。

土地面积, EQ_i ——均衡因子,含义同(1)式中 EQ_i ; N ——总人口数; Y_i ——不同类型生态生产性土地产量调整系数(产出因子),是用区域单位面积生物生产力与全球平均生物生产力比值表示,如果 $Y_i > 1$,表明区域单位面积生物生产力高于全球平均生物生产力,反之亦反。将一个地区的生态足迹(生态足迹需求)同该地区能提供的生物生产土地面积(生态承载力)进行比较,能判断一个地区的生态消费是否处于生态承载力的范围内。

按照上述公式,计算衡阳市的生态足迹以及相应的生态承载力,计算分为 3 个步骤:按公式(1)计算生态总足迹及人均生态足迹,分生态资源与能源两部分计算;按公式(2)计算人均生态承载力;编制生态足迹与生态承载力平衡表。

1.2 衡阳市生态足迹计算的生物资源帐户

衡阳市的生态足迹主要由二部分组成:(1)生物资源消费。(2)能源的消费。生物资源消费可分农产品、动物产品、林产品、水果和木材等大类,此大类下有一些细分类。计算足迹时,采用联合国粮农组织 1993 年有关生物资源的世界平均产量资料^[2,3](采用这一公共标准是为了使计算结果可以比较),将衡阳市 2004 年的消费转化为提供这些消费需要的生物生产性面积。衡阳市生态足迹计算中生物资源计算结果见表 1。

表 1 2004 年衡阳市生态足迹计算中生物资源账户					
分类项目	全球平均产量/(kg·hm ⁻²)	衡阳市生物量/t	按全球平均产量总生态足迹/hm ²	人均生态足迹/(hm ² ·人 ⁻¹)	生产面积类型
农产品产量					
谷 物	2744	3035399	1106194.971	0.156035062	耕地
豆 类	1856	40701	21929.4181	0.003093269	耕地
薯 类	12607	86598	6869.041009	0.000968917	耕地
油 料	1856	162 231	87408.94397	0.012329526	耕地
棉 花	1000	19380	19380	0.002733659	耕地
甘 蔗	18000	47616	2645.333333	0.000373139	耕地
麻 类	1500	328	218.6666667	3.08442 ×10 ⁻⁵	耕地
烟 叶	1548	10 295	6650.516796	0.000938093	耕地
蔬 菜	18000	2187990	121555	0.017146021	耕地
林产品产量					
油桐籽	1 600	2725	1703.125	0.000240235	林地
油茶籽	3000	67059	22353	0.003153017	林地
松 脂	3900	410	105.1282051	1.48289 ×10 ⁻⁵	林地
笋 干	945	1407	1488.88889	0.000210016	林地
板 栗	3000	2978	992.6666667	0.000140021	林地
水果产量	3 500	469593	134169.4286	0.018925357	林地
茶 叶	566	1 678	2964.664311	0.000418183	林地
木 材	1.99 *	108900 **	54723.61809	0.007719076	林地
动物产品产量					
猪 肉	74	545557	7372391.892	1.039917608	草地
牛羊肉	33	11130	337272.7273	0.047574227	草地
禽 肉	457	85239	186518.5996	0.026309504	草地
奶 类	502	342	681.2749004	9.60977 ×10 ⁻⁵	草地
水产品产量	29	194071	6692103.448	0.943959072	水域

注: *单位为 m³/hm², * *单位为 m³。表中所用的资料来自衡阳统计年鉴 2002(衡阳市统计局编),以下相同。

1.3 衡阳市生态足迹计算的能源帐户

衡阳市能源消费考虑:原煤、洗精煤、焦炭、煤气、汽油、

煤油、柴油、燃料油、液化石油气、热力、电力。计算足迹时,以世界上单位化石燃料生产土地面积平均发热量为标准^[2,3],将当地能源所消耗的热量折算成一定的化石燃料土地面积^[9],结果见表 2。

表 2 2004 年衡阳市生态足迹计算中化石能源帐户						
分类项目	全球平均能源足迹/(G·hm ⁻²)	折算系数	总消费量/(G·t ⁻¹)	人均消费量/(G·人 ⁻¹)	人均生态足迹/(hm ² ·人 ⁻¹)	生产面积类型
原煤洗精煤	55	20.934	2571646	7.593708546	0.138067428	化石燃烧土地
焦 炭	55	28.47	90189	0.362185916	0.006585198	化石燃烧土地
煤 气	93	18.003	2413 *	0.056929836	0.000612149	化石燃烧土地
汽油煤油	93	43.124	5694	0.034635943	0.000372429	化石燃烧土地
柴 油	93	42.705	15413	0.092844552	0.000998329	化石燃烧土地
燃料油	71	50.2	54991	0.38939095	0.00548438	化石燃烧土地
液化石油气	71	50.2	32	0.000226592	0.000003191	化石燃烧土地
热 力	1000	29.344	1744570 **	0.246081475	0.000246081	建筑用地
电 力	1000	11.84	206622 ***	1.048061489	0.001048061	建筑用地

注: * 单位为 10⁴ m³, * * 单位为 10⁶ kJ, * * * 单位为 10⁴ kW·h,在计算时应按能源转换系数折算为 G,能源转换的数据见参考文献^[2]。

1.4 衡阳市 2004 年生态足迹盈亏计算

将 2004 年衡阳市的各种生物资源和能源消费的足迹进行汇总,与衡阳市的生态承载力相比较,结果见表 3。

表 3 2004 年衡阳市生态足迹计算汇总 hm ² /人							
人均生态足迹				人均生态承载力			
土地类型	总面积	均衡因子	均衡面积	土地类型	总面积	产出因子	均衡面积
耕 地	0.1936	2.82	0.5460	耕 地	0.0430	1.66	0.2014
林 地	0.0308	1.14	0.0351	林 地	0.0960	0.91	0.0996
草 地	1.1139	0.54	0.6015	草 地	0.0000	0.19	0.0000
化石燃料	0.1534	1.14	0.1748	CO ₂ 吸收	0	0	0
建筑用地	0.0203	2.82	0.0572	建筑用地	0.04	1.66	0.1872
水 域	0.9440	0.22	0.2077	水 域	0.0184	1.00	0.0040
总的需求足迹			1.6224	总的供给足迹			0.4923
生态足迹盈亏			- 1.1892	总供给足迹(已扣生物多样性用地 12%)			0.4332

注:均衡因子、产出因子均取自文献^[2,3],单位均为 hm²/人; * 建筑用地供给取世界平均值。

2 结果与分析

从表 3 可知,2004 年衡阳市的人均生态足迹为 1.622 4 hm²,若不扣除 12%的生物多样性保护面积,衡阳市人均生态承载力为 0.492 3 hm²,人均生态赤字为 1.130 1 hm²,其中草地占用的赤字最大,为 0.601 5 hm²,其次依次为耕地(0.344 6 hm²)、水域(0.203 7 hm²)和化石燃料用地(0.174 8hm²)。而建筑用地和林地存在一定的生态盈余,分别盈余 0.13 hm² 和 0.064 5 hm²。生态赤字的存在表明人类对自然的影响超出了其生态承载力的范围。

草地与水域占用赤字的存在,主要与二种因素的相互强化作用相关。一是衡阳市经济的快速增长推动了人民饮食消费结构的演变,导致动物产品和水产品消耗量大幅度增加;二是衡阳市草地资源禀赋相对缺乏及其退化。

耕地占用赤字达 0.344 6 hm²,仅少于草地,这表明衡阳市在快速的工业化和城市化进程中,耕地资源占用量大,耕地已成为目前最稀缺的资源之一,人地矛盾尖锐。据统计,1995 - 2004 年全市耕地净减少 1 150 hm²,2004 年人均耕地面积仅为 0.043 hm²,已低于联合国粮农组织的人均耕地警戒线标准(0.053 hm²)。

化石燃料用地占用赤字为 $0.174\ 8\ \text{hm}^2$ 。这主要是当前世界各国或地区均未事先留出化石燃料用地,这意味着,当前衡阳市消费掉的化石燃料既未被代替,其废弃物也未被吸收,即人类在直接消费自然资本而不是其利润。因此,高能消耗意味着高的生态赤字,这也是衡阳市高生态赤字的原因之一。

若根据世界环境与发展委员会的报告《我们共同的未来》的建议,出于谨慎性考虑,需留出 12% 的生物生产土地面积以保护生物多样性,即保护地球上其他的 3 000 多万个物种。如果扣除 12% 的生物多样性保护面积,则衡阳市的人均生态承载力为 $0.433\ 2\ \text{hm}^2$,人均生态赤字高达 $1.189\ 2\ \text{hm}^2$ 。

从总人口的生态赤字看,2004 年衡阳市赤字为 $8.43 \times 10^6\ \text{hm}^2$ 。这表明在衡阳市现有人口的当前消费水平下,至少还需要 $8.43 \times 10^6\ \text{hm}^2$ 的全球平均空间的生物生产面积,才能维持衡阳市的生态平衡,实现可持续发展。因此在地市级尺度上,衡阳市的生态足迹占用已远远超过其生态承载力,构成对生态系统的巨大压力。与全国人均生态承载力底线 $0.681\ \text{hm}^2$ 相比^[2],衡阳市的生态足迹超过了全国人均生态承载力,赤字为 $0.941\ 4\ \text{hm}^2$,因此,在国家尺度上也处于不可持续状态。从全球人均 $2\ \text{hm}^2$ 生态承载力底线^[8]的角度看,衡阳市生态足迹仅相当于全球的人均生态承载力的 81.12%,生态盈余达 $0.377\ 6\ \text{hm}^2$,因此在全球尺度上处于可持续范畴。

3 生态环境保护的政策建议

衡阳市生态足迹占用已远远超过其生态承载力,人均生态赤字为 $1.189\ 2\ \text{hm}^2$,总人口的生态赤字为 $8.43 \times 10^6\ \text{hm}^2$,表明衡阳市生态系统的压力和强度甚高。衡阳市高生态赤字的原因主要是由于衡阳市经济的快速增长推动了人民饮食消费结构的演变,导致动物产品和水产品消耗量大幅度增加以及衡阳市在快速的工业化和城市化进程中,高能消耗及耕地资源流失量较大造成。从衡阳市 2004 年生态足迹的计算过程来看,由于进出口贸易量不大,因而进出口贸易对足迹的影响不大,要想减少生态足迹的需求,同时不降低人们的生活水平,提高衡阳市生态经济系统可持续发展能

参考文献:

- [1] Wackernagel M, Riss W E. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact to the Earth [M]. Gabriola Island: New Society Publishers, 1996.
- [2] Wackernagel M, Onisto L, Bello P, et al. Ecological Footprints of Nations: How much nature do they have? [R]. Toronto: Commissioned by the Earth Council for the Rio +5 Forum. International Council for Local Environmental Initiatives, 1997. 10 - 21.
- [3] Wackernagel M, Onisto L, Bello P, et al. National natural capital accounting with the ecological footprint concept[J]. Ecological Economics, 1999, 29(3): 375 - 390.
- [4] Hardi P, Barg S, Hodge T, et al. Measuring sustainable development: Review of current practice[Z]. International institute of sustainable development occasional paper numberable 17. November 1997. 1 - 2, 49 - 51.
- [5] Wackernagel M, Riss W. Our ecological footprint-reducing Human impact on the earth[M]. Gabriola Island: New Society Publishers, 1996. 61 - 83.
- [6] 张志强,徐中民,程国栋.生态足迹的概念及计算模型评介[J].生态经济,2000,(10):8 - 10.
- [7] 杨开忠,杨咏,陈洁.生态足迹分析理论与方法[J].地球科学进展,2000,15(6):630 - 636.
- [8] 王书华,毛汉英,王忠静.生态足迹研究的国内外近期进展[J].自然资源学报,2002,17(6):776 - 781.
- [9] 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.
- [10] 徐中民,程国栋,张志强.生态足迹方法:可持续性定量研究的新方法[J].生态学报,2001,21(9):1484 - 1493.
- [11] 胡孟春,张永春,缪旭波,等.张家口市坝上地区生态足迹初步研究[J].应用生态学报,2003,14(2):317 - 320.

力,有必要采取以下措施:

(1) 高效利用现有资源存量,改变人们的生产和生活消费方式,建立资源节约型的社会生产和消费体系^[3],减少生产消费过程中的资源浪费。

(2) 增加科技和财政投入,提高自然资源单位面积的生物产量,即提高单位面积的生物产量或者生态服务功能,从而提高生态系统的承载力。

(3) 多渠道解决生态系统的超负荷人口。一方面积极发展第三产业,组织劳务输出,减少农民对土地的依赖性,减少土地生态系统的压力,减少生态系统的负重量;另一方面必须坚决贯彻计划生育基本国策,降低人口出生率,减少人口总数,提高生态承载力,降低人均生态足迹,这是一项长期而艰巨的任务。

(4) 以产业、产品结构调整为主线,以加快运用高新技术改造传统产业和大力发展高新技术产品为重点,加大工业投入,采用新工艺、新设备、新技术,改造革新和淘汰低效率、高消耗、重污染的老技术。加强企业的环境管理,改变工业污染控制战略,建立污染预防(清洁生产)的新观念。通过企业的“自我决策、自我控制、自我管理”方式,把环境管理融于企业全面管理之中,减少工业对生态系统的危害。

(5) 坚持生态保护和生态建设并重的原则,加强天然林保护及坡耕地退耕还林还草。充分利用衡阳市水热资源条件丰富、生物初级生产力大的优势,着重加强生态环境严重破坏区域及重要干线、水土流失严重监控区、重大项目建设区域进行重点植树造林。同时,通过加强生态保护,限制不合理的人类活动,充分利用生态系统的自我更新能力恢复植被,减轻水土流失,以有限的生态建设资金恢复生态功能,避免生态建设项目可能带来的负面影响。

(6) 大力发展高效生态农业和节水农业,保护农业生态环境。根据衡阳市的特点,突出生态、绿色和特色,改变传统的忽视生态环境保护的资源开发模式以及无视市场需求、粗放地扩大加工能力的再生产方式,重点发展高效节水生态农业和生态旅游农业,建设生态林业基地、绿色农业基地、产业化养殖基地。通地循环利用、节约技术等措施,综合利用资源和生态土地。