

延安市 2001 - 2006 年生态足迹分析*

邢华超^{1,2}, 陈知送¹, 王秀茹¹, 许其功², 夏训峰², 高如泰², 席北斗²

(1. 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083; 2. 中国环境科学研究院, 北京 100012)

摘要:生态足迹模型近年来被越来越多地应用于区域经济可持续发展的定量研究中, 它可以形象的反映出人类经济活动对生态环境影响的程度。以延安市 2001 - 2006 年统计年鉴数据为依据, 运用该模型对延安地区生态足迹进行计算, 并对结论进行分析, 得出延安地区生态足迹需求远远大于生态供给, 发展处于不可持续状态。最后提出了地区可持续发展的几点建议。

关键词:生态足迹; 生态承载力; 可持续发展; 延安地区

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)06-0143-04

Analysis of Ecological Footprint of Yan 'an from 2001 to 2006

XING Hua-chao^{1,2}, CHEN Zhi-song¹, WANG Xiu-ru¹, XU Qi-gong²,

XIA Xun-feng², GAO Ru-tai², XI Bei-dou²

(1. Beijing Forestry University Institute of Soil and Water Conservation, Beijing 100083, Chian; 2. Chinese Research Academy of Environmental Science, Beijing 100012, Chian)

Abstract: In recent years, the ecological footprint model was applied to many more and more sustainable development of regional economy in the quantitative study, it can reflect the image of human economic activities impact on the extent of the ecological environment. In this paper, based on the data from Yan 'an City Statistical Yearbook 2001 - 2006, using of the model and calculated the ecological footprint of Yan 'an, and an analysis of the conclusions was carried. Results showed that Yan 'an ecological footprint is much larger than the demand for eco-supply, development was carried is unsustainable. Finally, several suggestions were put forward for sustainable development.

Key words: ecological footprint; ecological bearing capacity; sustainable development; Yan 'an area

生态足迹的概念是 William Rees 和 Wackernagel 于 1992 年提出并逐渐完善的一种可以度量可持续发展程度的生物物理方法^[1-2]。该方法通过测算人类对自然资源消费量和生态环境自身的承载力, 分析生态赤字或生态盈余, 从而来衡量一个地区的可持续发展状况, 对地区可持续发展的决策具有一定的指导意义。1997 年发展重定义组织计算了 52 个国家和地区的生态足迹^[3], 徐中民, 张志强等^[4-6]对生态足迹概念及模型进行了一定的研究并对我国部分省区进行了生态足迹计算和分析。本文基于生态足迹模型, 对延安地区的生态足迹进行计算, 并对 2001 - 2006 年的生态足迹进行动态分析, 为该地区的社会经济与生态环境建设的和谐发展提供定量参考依据。

1 生态足迹模型及计算方法

1.1 生态足迹

把人类使用的生物生产土地面积分为 6 种类型: 化石燃料土地、可耕地、林地、草场、建筑用地和水域。计算区域内人类消费的所有资源和吸纳人类消费产生的全部废弃物所需要的生物生产性总面积, 即生态足迹, 其计算公式如式(1)^[4]。

$$EF = N \times (ef) = N \sum_{j=1}^6 (C_i / Y_i) = N \sum_{j=1}^6 (P_i + I_i - E_i) / (Y_i \times N) \quad (j = 1, \dots, 6) \quad (1)$$

式中: EF ——总人口生态足迹; N ——人口数; ef ——人均生态足迹; j ——生物生产面积类型; r_j ——不同类型生物生产面积均衡因子; i ——消费

* 收稿日期: 2009-05-12

基金项目: 国家重点基础研究发展规划(973)项目(2005CB724203); 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2008ZX07106-001)

作者简介: 邢华超(1983-), 男, 山东菏泽人, 硕士研究生, 主要从事水土保持, 水污染防治方面研究。E-mail: xhcjackson@126.com

项目类型; Y_i ——生物生产土地第 i 种消费项目年(世界)平均产量(kg/hm^2); C_i —— i 种消费项目人均消费量; P_i ——第 i 种消费项目年生产量; I_i ——第 i 种消费项目年进口量; E_i ——第 i 种消费项目年出口量。本文均衡因子采用 Wackernagel 等提出的 6 种生物生产土地均衡因子,即耕地 2.8,林地 1.1,草地 0.5,水域 0.2,化石能源用地 1.1,建筑用地 2.8。

1.2 生态承载力

作为生态足迹重要组成部分生态承载力,Hardin 将其定义为在不损害生态系统生产力和功能完整前提下,可无限持续的最大资源利用量和废弃物产生量所转化的生物生产性面积^[7]。其计算公式为如式(2)。

$$EC = N \times (ec) = N \times (a_j \times r_j \times y_j) \quad (j = 1, \dots, 6)$$
 (2)

式中: EC ——总生态承载力; ec ——人均生态承载力; a_j ——人均生物生产面积; r_j ——均衡因子; y_j ——产量因子。产量因子是一个可比面积参数,某个国家或地区某类土地的产量因子是其平均生产力与世界同类土地生产力比率。所以耕地产量因子是延安粮食

年平均产量与全球平均产量比较得出,建筑用地多是由耕地转化而来的,产量因子与耕地相同,林地为果品产量和林木产量,草地为禽蛋奶类产量,水域为水产品产量,另外将近年实施的退耕还林、三北防护林等生态林作为吸收 CO_2 的专用林地。

1.3 生态赤字与生态盈余

生态赤字/生态盈余是将一个区域的生态足迹与生态承载力进行比较,其计算公式为: $G = EF - EC = N \times (ef - ec)$ 。当研究区域 $EF > EC$,称为生态赤字,表示该区域的人类负荷已经超过了其生态承受能力,反之则为生态盈余。

2 研究区概况

2.1 社会经济

延安市位于陕北黄土高原丘陵沟壑区,介于北纬 $35^{\circ}21' - 37^{\circ}31'$,东经 $107^{\circ}41' - 110^{\circ}31'$ 。北接榆林,南连咸阳、铜川、渭南,东隔黄河与山西省临汾、吕梁相望,西依子午岭与甘肃省庆阳为邻。全市总面积 $37\,037\text{ km}^2$,共辖 1 区 12 县,属内陆干旱半干旱气候。

表 1 延安市 2000 - 2006 年生产总值

亿元

项目	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年
生产总值	94.32	106.26	117.1	142.76	191.76	370.62	453.11
其中工业	42.34	48.77	55.74	74.17	113.74	276.44	345.92

表 2 延安市 2001 - 2006 年人口及人均 GDP

类型	2001	2002	2003	2004	2005	2006
城镇/万人	42.52	45.97	50.44	53.00	54.44	56.59
农村/万人	155.63	154.77	155.17	155.80	156.26	158.49
总人口/万人	198.15	200.74	205.61	208.80	210.70	215.08
人均 GDP/万元	0.54	0.58	0.69	0.92	1.76	2.11

2.2 生态环境

近几年来,延安市紧紧抓住西部大开发的历史机遇,大力加强生态环境建设,实施退耕还林还草,全面实行封山禁牧,累计退耕还林 57.7 万 hm^2 ,占全省的 26.9%,全市生态环境恶化的趋势得到初步遏制。

3 结果与分析

生态足迹计算主要有 3 部分组成,生物资源的消费、化石能源的消费和贸易调整部分。生物资源消费部分,根据年鉴归纳了 7 大类,粮食、蔬菜、奶类、禽蛋类、肉类、干鲜果、水产品。通过与生物资源的世界平均产量之间进行换算,将生物资源消费转为提供这类消费所需的生物生产面积。由于年鉴中未提供贸易数据,本部分未作统计。能源消费部分为各能源消费量通过折算系数折算后,与全球平均能源足迹和全市人口相比较,得出延安市总能源生态足迹和人均生态足迹。生物资源和化石能源消费

折算后生产面积总和,通过各土地类型均衡因子折算,即为本地区的总生态足迹和人均生态足迹。以 2005 年为例,计算结果如表 3。

(1)从表 3 可以看出,生物资源的消费主要集中在耕地和草地上,由表 8 可以看出,人们对粮食和蔬菜的消费基本没有增加,对奶类、禽蛋类和肉类的消费却呈现出上升的趋势,说明随着人们收入水平的不断提高,消费需求向更高层次转移,对草地的生态压力也会逐渐增大,草地资源生态负荷日益严峻。

(2)人口的增加对生态足迹的影响只是一部分,2005 年人均生物资源消费为 0.465 6,化石能源消费却为 2.041 3,占人均生态足迹的 81.35%,而化石能源消费中原油的消耗又占到了 89.42%,其中由表 1 也可以看出,2000 年以来,工业产值在生产总值中的比重逐年增加,由 2001 年的 45.9%增加到 2006 年的 76.3%,工业产值的增加无疑给当地的经济插上了腾飞的翅膀,支撑工业发展的能源消

耗也使环境付出了沉重的代价。环境保护与经济建设协调发展,走可持续发展道路势在必行。

人均各地类土地面积经产量因子和均衡因子折算后,即为延安市人均生态承载力,扣除 12 % 的生物多样性保护面积,得出可利用的人均生态承载力。以 2005 年为例,计算汇总如表 5。

表 3 延安市 2005 年生物资源消费生态足迹

类型	全球均产/ (kg·hm ⁻²)	人均消费量/kg		总消 费量/kg	总生态足 迹/hm ²	单项人均面积 (hm ² /人)	各地类人均面积 (hm ² /人)	生产性 土地类型
		城镇	农村					
粮食	2744	96.60	198.41	362624506	132151.79	0.0627	0.0666	耕地
蔬菜	18000	92.00	63.26	148934876	8274.16	0.0039		
奶类	502	23.80	1.10	14675580	29234.22	0.0139	0.5477	草地
禽蛋类	400	8.10	2.00	7534840	18837.10	0.0089		
肉类	33	23.70	15.10	36497540	1105986.06	0.5249		
干鲜果	18000	46.40	0.00	25260160	1403.34	0.0007	0.0007	林地
水产品	29	1.90	0.20	1346880	46444.14	0.0220	0.0220	水域

注:2005 年全市总人口 2107000 人,其中城镇人口 544400 人,农村人口 1562600 人。

表 4 延安市 2005 年能源消费生态足迹

类型	全球平均能源足 迹/(GJ·hm ⁻²)	折算系数/ (GJ·t ⁻¹)	总消 费量/t	单项人均面积 (hm ² /人)	各地类人均面积 (hm ² /人)	生产性 土地类型
煤炭	55	20.93	777860	0.1405	1.8557	化石燃料地
焦炭	55	28.47	111755	0.0275		化石燃料地
原油	93	41.87	7765669	1.6593		化石燃料地
汽油	93	43.12	13046	0.0029		化石燃料地
柴油	93	42.71	56147	0.0122		化石燃料地
燃料油	71	50.20	39070	0.0131		化石燃料地
液化石油	71	50.20	687	0.0002		化石燃料地
天然气	93	38.98	53	0.0000		化石燃料地
电力	1000	11.84	133117	0.0007	0.0007	建筑用地

表 5 延安市 2005 年人均生态足迹与生态承载力

人均足迹				人均承载力					
土地 类型	各地类人均面积 (hm ² /人)	均衡 因子	均衡面积 (hm ² /人)	土地 类型	面积/ hm ²	人均面积 (hm ² /人)	均衡 因子	产量 因子	均衡面积 (hm ² /人)
林地	0.0666	2.80	0.1866	耕地	270156	0.1282	2.80	1.05	0.3607
草地	0.5477	0.50	0.2739	草地	2085200	0.9897	0.50	0.19	0.0940
林地	0.0007	1.10	0.0007	林地	293782	0.1394	1.10	1.91	0.2929
水域	0.0220	0.20	0.0044	水域	1438	0.0007	0.20	1.00	0.0001
建筑 用地	0.0007	2.80	0.0021	建筑 用地	320	0.0002	2.80	1.05	0.0004
化石 能源	1.8557	1.10	2.0413	CO ₂ 吸收地	55903	0.0265	1.10	0.61	0.0178
人均生态足迹/ hm ²		人均生态承载力/ hm ²		12 %生物多样性 保护面积/hm ²		可利用的人均 生态承载力/hm ²		生态赤字/ hm ²	
2.5090		0.7661		0.0919		0.6741		1.8348	

(3) 从表 5 可以看出,2005 年延安市人均生态足迹为 2.509,人均生态承载力为 0.766 1,减去 12 % 的生物多样性保护面积,可利用的人均生态承载力仅为 0.674 1,生态赤字达 1.834 8,表明该地区人类活动对自然资源的利用远远超过了该地区自然资源对人类的供给,供需矛盾尖锐,社会经济的发展是以对自然资源的过度掠夺为代价的,揭示了当前生态形势的严峻性,说明延安市近年社会与经济的发展是不可持续的。

(4) 由表 6 可以看出,延安市 2001 - 2006 年人均生态足迹是不断增加的,由 2001 年的 2.06 增加到 2006 年的 2.91,而人均生态承载力却不断减小,由 2001 年的 0.873 8 减少到 2006 年的 0.744 8,生态赤字则相应地从 2001 年的 1.291 9 增加到 2006 年的 2.257 7,说明随着社会经济的发展,人口的增加,尤其是城镇人口的增加,对自然资源的需求量逐渐增多,表现为生态足迹的不断增大,而同时对生产性土地的不断占用,表现为生态承载力的不断减小,生态足迹与生态承载力的差

值即生态赤字必然会不断增大。

表 6 延安市 2001 - 2006 年人均生态足迹、生态承载力以及生态赤字 $\text{hm}^2/\text{人}$

年份	人均生态足迹	人均生态承载力	12 % 生物多样性保护面积	多可利用的人均生态承载力	生态赤字
2001	2.0609	0.8738	0.1049	0.7690	1.2919
2002	1.8057	0.7861	0.0943	0.6918	1.1139
2003	2.4730	0.7931	0.0952	0.6979	1.7750
2004	2.5000	0.9113	0.1094	0.8019	1.8104
2005	2.5090	0.7483	0.0898	0.6585	1.8505
2006	2.9131	0.7448	0.0894	0.6554	2.2577

表 7 延安市 2001 - 2006 耕地面积及产量因子

项目	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005	2006 年
耕地面积/ hm^2	290908	260202	239021	275019	270156	263230
产量因子	0.71	0.88	0.87	0.97	1.00	1.05

表 8 延安市 2002 - 2006 年主要生物资源消费 $\text{hm}^2/\text{人}$

生产性土地类型	2002 年	2003 年	2004 年	2005	2006 年
耕地(粮食,蔬菜)	0.0695	0.0623	0.0590	0.0666	0.0644
草地(奶,禽蛋,肉)	0.3040	0.4215	0.4331	0.5477	0.5057

4 结 论

随着社会经济的发展,人们消费水平的不断提高,人口的增加,尤其是城镇人口的增加,对自然资源的需求逐渐增多,同时占用更多的生产性土地,工业的发展消耗了大量的能源,地区人类活动对自然资源的利用远远超过了该地区自然资源对人类的供给,社会经济的发展是以对自然资源的过度掠夺为代价的,环境破坏严重,生态形势严峻,环境保护与经济建设协调发展,走可持续发展道路势在必行。

5 讨 论

随着人们的生活水平不断提高,对自然资源的索取会进一步加剧,如果不采取一定措施,最终环境将难以承受地区人口负荷,影响区域的可持续发展。根据以上分析提出几点建议。

(1)控制本地区人口数量,确定恰当的人口规模,以减轻对自然资源的过度消耗。(2)进一步提高土地利用效率,增加单位面积的产量。(3)结合自身城市文化底蕴,大力推广红色旅游,促进本地区旅游业和服务业的发展,使第一产业和第三产业的比重在地区生产总值中有所提高,以减轻单独依靠工业拉动经济的负担。(4)提高能源的利用率,不断研发新材料,以减轻对自然资源的损耗,尤其是石油工业,

(5)由 2005 年承载力计算可知,生态承载力的供给主要由耕地和林地提供,分别为 0.361 和 0.293,占人均承载力的 87.3 %。从表 7 可以看出,2001 - 2006 年延安市耕地面积是不断减少的,2001 年为 290 908 hm^2 ,2006 年减少为 26 3230 hm^2 。但产量因子却由 2001 年的 0.71 提高到 2006 年的 1.05,耕地生态承载力由 2001 年的 0.29 增加到了 2006 年的 0.36。说明近年来土地利用效率逐年增大,耕地潜力发挥巨大。另外随着政府近年来对封山育林等生态林建设以及苹果等经济林建设的大力支持,生态环境得到一定改善的同时,林地对人均承载力的贡献也日益增大。

要转变观念,重视管理,提高企业的社会责任心。
(5)个人要树立节约意识,环保意识。

参考文献:

[1] Rees W E. Ecological footprint and appropriated carrying capacity: what urban economics leave out [J]. Environment and Urbanization, 1992, 4(2): 120-130.

[2] Wackernagel M. Rees W E. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth [M]. Gabriola, B C, Canada:New Society,1996: 61-83.

[3] Mathis Wackernagel, Larry Onisto, Patricia Bello, et al. National natural capital accounting with the ecological footprint concept [J]. Ecological Economics, 1999, 29: 375.

[4] 张志强,徐中民,程国栋. 生态足迹的概念及计算模型 [J]. 生态经济, 2000(10): 8-10.

[5] 张志强,徐中民,程国栋. 中国西部 12 省(区市)的生态足迹 [J]. 地理学报, 2001, 56(5): 599.

[6] 徐中民,张志强,程国栋,等. 中国 1999 年生态足迹计算与发展能力分析 [J]. 应用生态学报, 2003, 14(2): 280.

[7] Wackernagel M. Rees W E. Perceptual and structural burners to in natural capital: economics from ecological footprint perspective [J]. Ecological Economics, 1997, 20 (21): 24-31.

[8] 张青峰,吴发启,李华,等. 陕西省子洲县生态足迹分析 [J]. 中国水土保持科学, 2007, 5(2): 117-121.

[9] 延安市统计局. 延安市统计年鉴 [M]. 2001 - 2006.