

# 生态足迹模型在武城县环境友好型 土地利用模式建设中的应用\*

丁喜莲<sup>1</sup>, 王强<sup>1</sup>, 徐海燕<sup>2</sup>

(1. 山东省地质科学实验研究院, 山东 济南 250013; 2. 北京师范大学资源学院, 北京 100875)

**摘要:**应用生态足迹模型,对武城县2005年的生态足迹进行了计算,得出武城县人均生态足迹是1.66 hm<sup>2</sup>/人,可利用的全县人均生态承载力为0.54 hm<sup>2</sup>/人,全县人均生态赤字为1.12 hm<sup>2</sup>/人,远高于全国平均水平。全县生态赤字最多的是草地,然后依次是化石燃料用地、耕地、建设用地、林地,这表明武城县对自然环境的影响已经大大地超出了生态环境承载力。人们对生活环境要求的提高,以及工业的飞速发展对化石燃料消耗和耕地占用的急剧增加是产生生态赤字的主要原因。

**关键词:**生态足迹模型;生态承载力;环境友好型;山东武城

**中图分类号:**X171.1;F301.24

**文献标识码:**A

## 0 引言

土地利用与生态环境是一个有机整体,生态环境问题与土地利用活动紧密相关,不同的土地利用程度决定了不同的生态环境压力。如何构建一种“生态化”的土地利用模式是摆在人类面前的现实性问题。环境友好型土地利用模式,是针对特定的地域单元,以保护和改善生态环境、节约与集约利用土地,即可持续利用土地为战略目标的土地利用方式,其基础是自然生态环境、资源承载能力及环境容量。通过生态足迹模型研究了武城县的生态环境现状,以期能为更加合理的土地利用规划和生态环境建设提供理论依据。

武城县位于鲁西北边缘、卫运河下游,总面积751 km<sup>2</sup>。地势平坦,土层深厚肥沃,土壤以潮土类为主,地形以高、坡、洼地为主,属于典型的黄河冲积平原。全县属于暖温带季风区域大陆性气候,其特征为四季分明,雨热同期,干湿交替,热量较为丰富,光照充足,适宜多种农作物和树木的生长。2005年全县人口38.59万,城市化水平达32.16%,生产总值46.99亿元,形成了以玻璃钢、橡塑加工为龙头带

动各业发展的格局。完成农林牧渔总产值15.78亿元,较好地发挥了商品粮生产基地的优势。

## 1 研究方法

生态足迹(Ecological Footprint,简称EF)又称生态空间占用,最早由加拿大生态经济学家 William Rees 在1992年提出,并由其学生 Wackemagel 在1996年予以完善<sup>[1]</sup>。生态足迹模型目前已在很多国家和地区的可持续发展评价中得到应用。生态足迹法是一种定量度量生态经济发展协调状况及发展能力的有效方法,是基于生态生产性土地面积的一种量化指标<sup>[2]</sup>,通过估算维持人类生存的自然资源消费量并且同化人类产生的废弃物所需要的生产性土地面积(需求方面),与维持一定人口的区域生态承载力(供给方面)比较研究,从而衡量区域的可持续发展程度<sup>[3,4]</sup>。生态足迹分析可以度量一个地区或国家生态赤字和全球超载的程度。具体生态足迹和生态承载力计算公式如下:

$$EF = N \times ef = N \times \sum_{i=1}^n aa_i = N \times \sum_{i=1}^n (c_i/p_i)$$

$$EC = N \times (ec) = a_j \times r_j \times y_j$$

式中:EF为总的生态足迹;N为人口数;ef为人均生态足迹;i为消费商品和投入的类型;j为生物生产

\* 收稿日期:2008-06-03;修订日期:2008-07-01;编辑:王秀元

作者简介:丁喜莲(1981-),女,山东曹县人,助理工程师,主要从事土地利用与规划及相关研究工作。

性土地类型; $r_j$  为均衡因子; $aa_i$  为人均  $i$  种消费商品折算的生物生产面积; $c_i$  为  $i$  种商品的人均消费量; $p_i$  为  $i$  种消费品的平均生产能力。 $EC$  为区域总人口的生态承载力 ( $hm^2$ ),  $ec$  为人均生态承载力 ( $hm^2/人$ ),  $a_j$  为人均生物生产面积 ( $hm^2/人$ ),  $r_j$  为均衡因子,  $y_j$  为产量因子<sup>[5]</sup>。通过对生态足迹和生态承载力的计算得出武城县生态环境现状情况, 为全县环境友好型土地利用模式建设提供依据。由于单位面积耕地、化石燃料土地、牧草地、林地等的生产能力差异很大, 有必要在每个类型生物生产面积前乘上一个均衡因子, 以转化为统一的、可比较的生物生产面积。

## 2 武城县生态足迹及生态承载力

根据生态足迹的概念和计算方法, 参考《武城县统计年鉴》(2005) 等资料, 对武城县生态足迹和生态承载力进行计算。武城县生物生产性土地现状见表 1。人类的生产、生活消费由生物资源消费和能源消费 2 部分组成。生物资源的消费主要包括农产品、动物产品、水果和木材等几大类, 能源消费主要涉

表 1 武城县 2005 年生物生产性土地利用现状

土地类型	土地面积 ( $hm^2$ )	占全县总面积 (%)	人均面积 ( $hm^2/人$ )
耕地	499113.43	96.68	1.335
草地	0	0.00	0
林地	1058.31	0.20	0.0028
建设用地	14137.55	2.74	0.0378
水域	1967.85	0.38	0.0053
总计	516277.14	100.00	1.3809

及:煤、焦炭、燃料油、汽油、柴油和电力等<sup>[6]</sup>。计算生态足迹时将能源转化为化石燃料生产土地面积, 以全球化石燃料生产土地单位面积的平均发热量为标准, 将当地能源消费所耗的热量折算为一定的化石燃料土地面积<sup>[7]</sup>。根据生态足迹的计算公式和统计资料数据, 计算出武城县生物资源消费生态足迹和能源消费生态足迹 (表 2, 表 3)。

由表 1 计算出各类土地的人均占有量, 并乘以相应的均衡因子和产量因子, 综合得到人均生态承载力, 再扣除 12% 的生物多样性保护面积, 得到实际可利用的人均生态承载力。由表 4 和表 5 得知, 武城县 2005 年的人均生态足迹是  $1.66 hm^2/人$ , 人均生态承载力为  $0.62 hm^2$ , 可利用的人均生态承载力为  $0.54 hm^2$ , 生态足迹为该区域生态承载力的 3 倍, 人均生态赤字为  $1.12 hm^2/人$ , 远高于全国  $0.40 hm^2/人$  的平均水平 (根据 Wackemagel 计算出的 1997 年中国生态足迹)。全县生态赤字最多的是草地, 然后依次是化石燃料用地、耕地、建设用地、林地, 水域有一定的生态盈余。

表 2 武城县生物资源消费生态足迹

生物资源	全球平均产量 ( $t/hm^2$ )	武城总产量 (t)	总生态足迹 ( $hm^2$ )	人均生态足迹 ( $hm^2/人$ )	生产面积类型
粮食	2744	201000	73250.73	0.0590	耕地
油料	1856	2300	1239.22	0.0160	耕地
蔬菜	18000	461000	25611.11	0.0066	耕地
牛羊奶	502	7234	14410.36	0.2072	草地
禽蛋	400	21600	54000.00	0.0574	草地
猪肉	74	7586	102513.51	0.0167	草地
牛羊肉	66	14369	217712.12	0.1650	草地
水果	3500	2000	571.43	0.0025	林地
木材	0.83	1800		0.0262	林地
采伐量	( $m^3/hm^2$ )	( $m^3$ )	2168.67		

表 3 武城县能源消费生态足迹

能源类型	全球平均能源足迹 ( $GJ/hm^2$ )	消费量 (10000t 标准煤)	折算系数 ( $GJ/t$ )	人均消费量 ( $GJ/人$ )	人均生态足迹 ( $hm^2/人$ )	生物生产性土地类型
原煤	55	30.17	20.934	16.9642	0.30844	化石燃料用地
焦炭	55	1.19	28.47	0.9100	0.01655	化石燃料用地
原油	93	0.022	41.868	0.0247	0.00027	化石燃料用地
汽油	93	0.29	43.124	0.3359	0.00361	化石燃料用地
煤油	93	0.011	43.124	0.0127	0.00014	化石燃料用地
柴油	93	0.4	42.705	0.4588	0.00493	化石燃料用地
燃料油	71	0.007	50.2	0.0094	0.00013	化石燃料用地
电力	1000	13.12	11.84	4.1725	0.00417	建筑用地

这说明, 武城县的区域生态系统已经处于人类的过度开放利用和压力状态之下。武城县生态足迹赤字的存在, 一方面是因为人们对生活环境要求的

提高, 从而引起对草地需求的增加, 另一方面是工业的飞速发展对化石燃料的消耗和耕地占用的急剧增加。今后应协调土地利用与生态环境建设, 构筑环

境友好型土地利用模式。依据武城县土地利用现状及存在的问题,武城县环境友好型土地利用模式的建设应包括:能耗低、绿量高、废弃物就地资源化的生态社区建设;低耗、高效、绿色、高端的生态工业园区建设,以及优质、高效、低耗、科技含量高的生态农业建设。

表4 2005年武城县生态足迹

生物生产面积类型	人均面积 (hm <sup>2</sup> /人)	均衡因子	均衡面积 (hm <sup>2</sup> /人)
耕地	0.2689	2.8	0.7528
草地	1.0439	0.5	0.5219
林地	0.0074	1.1	0.0081
建设用地	0.0042	2.8	0.0117
化石燃料用地	0.3341	1.1	0.3675
水域	0	0	0
总生态足迹 (hm <sup>2</sup> /人)	1.6620		

表5 2005年武城县生态承载力计算结果

土地类型	人均面积 (hm <sup>2</sup> /人)	均衡因子	产量因子	均衡面积 (hm <sup>2</sup> /人)
耕地	0.1282	2.8	1.66	0.5959
草地	0	2.8	0.19	0.0000
林地	0.0019	1.1	0.19	0.0019
建设用地	0.0311	1.1	1.49	0.0036
化石燃料用地	0	0	0	0
水域	0.0022	0.5	1	0.0156
总人均生态承载力				0.6169
生物多样性保护(12%)				0.0740
可利用人均生态承载力				0.5429
生态赤字				1.1191

给和需求2个方面考虑人类发展与生态环境的关系,从而可以在环境质量评价中作出客观判断,为武城生态县的建设提供科学依据。武城县应在不降低人们生活水平的前提下,减少对生态足迹的需求,首先应采用高新技术,提高自然资源单位面积的生产量;其次,高效利用现有资源存量;第三,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。今后,应提高生态环境质量和加大科技投入,增加可利用的足迹、减少人类消费与生态足迹间的转换系数。

### 参考文献:

- [1] WACKERNAGEL M, REES W. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth[M]. Gabriola Island: New Society Publishers, 1996.
- [2] 陈成忠, 林振山. 中国人均生态足迹与生物承载力变化的EMD分析及情景预测[J]. 生态学报, 2007, 27(12): 5291-5299.
- [3] 刘艳中, 李江风, 张祚, 等. 生态足迹模型在我国土地利用评价中的应用及启示[J]. 地理与地理信息科学, 2008, 24(1): 80-84.
- [4] 王景华, 赵善伦. 山东省2003年生态足迹计算与分析[J]. 山东师范大学学报(自然科学版), 2006, 21(2): 96-98.
- [5] 焦士兴, 王安周. 河南省2003年生态足迹的计算与分析[J]. 安阳师范学院学报, 2006, 10(2): 112-115.
- [6] 王闰平, 崔克勇, 陈凯, 等. 山西省可持续发展状况生态足迹分析[J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(3): 199-201.
- [7] 杨志峰, 何孟常, 毛显强, 等. 城市生态可持续发展规划[M]. 北京: 科学出版社, 2004.

## 3 结论

与以往的“承载力”指标相比,生态足迹法从供

## Application of Ecological Footprint Model in Establishing Environment - friendly Land - use Patterns in Wucheng County

DING Xi-lian<sup>1</sup>, WANG Qiang<sup>1</sup>, XU Hai-yan<sup>2</sup>

(1. Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences, Shandong Jinan 250013, China; 2. Resource College of Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Abstract:** By using ecological footprint model, the ecological footprint of Wucheng county in 2005 is calculated. The average ecological footprint is 1.66 hm<sup>2</sup>, the average ecological carrying capacity is 0.54hm<sup>2</sup>, and the average ecological deficit is 1.12hm<sup>2</sup>, which is far higher than national average level. The highest ecological deficit is turf, followed by fossil fuel sites, farmland, construction sites and woodland. It is showed that the natural environment has been greatly effected by the improvement of human living level, and rapid development of industrial fossil fuel consumption and the use of arable land.

**Key words:** Ecological footprint model; ecological carrying capacity; environment friendly pattern; Wucheng city in Shandong province