

# 安康市 2003 年生态足迹分析

韦良焕, 赵先贵, 高利峰

(陕西师范大学旅游与环境学院, 西安 710062)

**摘要:**生态足迹分析方法是当前国内外比较流行的一种测量可持续发展的新方法。利用安康市城镇与农村居民的消费数据, 对该市 2003 年的生态足迹进行了计算和分析。研究结果表明, 安康市人均生态足迹需求为 0.755 9  $\text{hm}^2$ , 人均生态承载力为 0.798 4  $\text{hm}^2$ , 人均生态盈余为 0.042 6  $\text{hm}^2$ , 由此说明了安康市目前的发展是可持续的。

**关键词:**生态足迹; 生态承载力; 生态盈余; 可持续发展; 安康市

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)01-0004-03

## Analysis on Ecological Footprint of Ankang City in 2003

WEI Liang-huan, ZHAO Xian-gui, GAO Li-feng

(College of Tourism and Environmental Sciences, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

**Abstract:** The ecological footprint analysis method is a new domestic and foreign popular method for measuring ecological sustainable development. Using the city and village inhabitant's expense data, the ecological footprint of Ankang in 2003 is calculated and analyzed. The results show that the ecological footprint demand is 0.7559  $\text{hm}^2$  per capita, the ecological capacity is 0.7984  $\text{hm}^2$  per capita, the ecological surplus is 0.0426  $\text{hm}^2$  per capita. It also shows that Ankang is in a sustainable situation in present.

**Key words:** ecological footprint; ecological capacity; ecological surplus; sustainable development; Ankang city

## 1 引言

自从里约世界环境与发展大会提出可持续发展的思想之后, 在世界范围内兴起了研究可持续发展的热潮。纵观国内外对可持续发展的研究, 其各种制表及计算方法主要分为以下三类: 第一, 以系统理论和方法为指导构件的指标体系; 第二, 给予环境货币化估值的指标体系; 第三, 具体的生物物理量衡量的指标, 以加拿大生态经济学家 E. R. William 和其博士生 Wackernagel 于 20 世纪 90 年代初提出的用“生态足迹”(Ecological footprint)测度生态可持续发展状况为代表, 它从需求方面计算生态足迹的大小, 从供给方面计算生态承载力, 通过二者的比较, 评价研究对象的生态可持续发展状况。

1992 年 E. R. William 和 Wackernagel 提出了生态足迹, 在全球尺度上, 他们计算了全球人类活动对自然的平均影响; 在国家尺度上, 他们计算了 52 个国家和地区 1997 年的生态足迹, 这 52 个国家和地区包括了世界经济论坛全球竞争力报告中所涉及的 47 个国家, 拥有世界 80% 的人口和 95% 的世界 GDP, 它们对全球的可持续发展举足轻重<sup>[1]</sup>。除此之外, 目前已经有近几十个国家利用生态足迹方法计算了各类生态承载力问题以及区域的可持续发展状况。1996 年生态足迹概念引入中国之后, 引起国内许多专家学者的广泛关注。徐中民等计算了甘肃省 1998 年的生态足迹, 介绍了生态足迹的概念、生态足迹计算模型、生态足迹模型中使用的生物生产面积类型及其状况<sup>[2]</sup>。之后, 陈东景等对中国西北五省区(陕西、甘肃、宁夏、青海、和新疆)<sup>[3]</sup>、中国西部 12 个省(市区)<sup>[4]</sup>、中国干旱区(以新疆为例)<sup>[5]</sup> 1999 年的生

态足迹分别做了分析研究, 对生态足迹理论做了进一步的评述。除了对各省区生态足迹静态意义上的研究以外, 也有学者开始了生态足迹的动态分析。例如, 徐长春等利用近 10 年的经济发展断面资料对新疆目前的发展状况进行了初步评估<sup>[6]</sup>。刘宇辉等在中国历年生态足迹计算与发展可持续性评估中简单介绍了生态足迹模型的基本概念、研究进展、计算方法, 对中国历年的生态足迹进行了实证研究<sup>[7]</sup>, 把生态足迹在国内的应用与研究进一步深化。而本文利用生态足迹模型理论对安康市的可持续发展做出评价, 以期对相关决策部门提供依据。

## 2 研究区域与方法

### 2.1 研究区域概况

安康, 古称“金州”, 位于陕西省东南部, 处于中国中、西结合部位, 位于秦巴山区东段, 北依秦岭, 南踞巴山, 东经 108°01′~110°12′, 北纬 31°42′~33°49′, 汉江自西向东横贯其中, 形成南北高山夹峙, 河谷向东开口的基本地貌。最高海拔 2964.60 m(秦岭东梁), 最低海拔 170 m(白河县汉江出境处), 国土总面积 23529  $\text{km}^2$ , 占陕西省国土总面积的 11.4%。由于安康市地处北亚热带北缘, 气候温和, 雨量充沛, 年均气温 15℃左右, 最低气温 3℃以上, 年降水量 750~1100 mm。

### 2.2 研究方法

#### 2.2.1 生态足迹计算方法

生态足迹的计算基于以下两个简单的事实: (1) 人类能够估计自身消费的大多数资源、能源及其所产生的废弃物数量; (2) 这些资源和废弃物流能折算成生产和消费这些资源

\* 收稿日期: 2006-02-24

基金项目: 国家自然科学基金项目(3937055, 39670586); 陕西省自然科学基金项目(2001SM27)

作者简介: 韦良焕(1981-), 女, 陕西富平人, 硕士研究生, 主要从事生态环境评价研究。

和废弃物流的生物生产面积(Biologically productive area)。因此, 可以将任何已知人口(某个人、一个城市或者一个国家)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面积。其计算公式为:

$$EF= N\times ef= N\sum_{i=1}^n(a_i)= N\sum_{i=1}^n(c_i/p_i)(i= 1, 2, 3, \dots, n)$$

(1)

式中:  $EF$ ——总的生态足迹;  $ef$ ——人均生态足迹;  $N$ ——人口数;  $a_i$ —— $i$  种物质人均占用的生物生产面积;  $c_i$ —— $i$  种物质的人均消费量;  $p_i$ —— $i$  种物质的平均生产能力。

在计算生态足迹时, 由于单位面积的耕地、草地、林地、水域以及建设用地的生物生产能力差异很大, 为了使计算结果转化为一个可比较的标准, 有必要对每种生物生产面积乘以均衡因子, 以转化为统一的、可比较的生物生产面积。均衡因子(Equivalence factor)的选取来自 WWF2004 年的生态足迹报告<sup>[13]</sup>。耕地、林地、草地、水域以及建设用地的均衡因子分别为 2. 19、1. 38、0. 48、0. 36 以及 2. 19。

### 2.2.2 生态承载力的计算方法

生态承载力(Ecological capacity) 即一个城市的生态足迹供给, 在数值上等于这个区域所能提供的资源和能源的生物生产性土地面积的总和。其计算公式为:

$$EC= N\sum_{j=1}^6ec= N\sum_{j=1}^6(a_{ij}\times r_j\times y_j)(j= 1, 2, 3, \dots, 6)$$

(2)

式中:  $EC$ ——区域生态承载力;  $N$ ——人口数;  $ec$ ——人均生态承载力;  $a_{ij}$ ——可提供的人均生物生产面积;  $r_j$ ——均衡因子;  $y_j$ ——产量因子。

在计算生态承载力时考虑到同类生产性土地的生产力在不同国家和地区之间存在着差异, 因而各国各地区同类生产性土地的实际面积是不能直接进行对比的。产量因子(Yield factor)就是一个将各国各地区同类生产性土地转化为可比面积的参数, 是一个国家或地区某类土地的平均生产力与世界同类平均生产力的比率。耕地的产量因子是按照安康市 2003 年粮食产量与全球平均产量相比较得到的, 为 1. 33。表明安康市耕地的生物产出率是世界平均水平的 1. 33 倍。因为建筑用地大都来自产出率高的耕地, 其产量因子与耕地相同。而草地、林地、水域的产量因子则按文献[ 17] 中对中国生态足迹的计算取值, 分别为 0. 19、0. 91、和 1。此外, 根据世界环境与发展委员会(WCED) 的报告, 在区域生态足迹供给中至少要留出 12% 的生物生产性土地面积, 用以保护区域内生物多样性。表 1 中计算了耕地中夏粮等各项的产量因子。为了使计算更为准确, 在此, 笔者以耕地中各项的面积作为权重计算, 得耕地的产量因子为 1. 33。

### 2.2.3 生态赤字(盈余) 的计算方法

生态赤字(盈余) 的计算公式为:  
生态赤字= 生态足迹- 生态承载力 或 生态盈余 = 生态承载力- 生态足迹

如果区域的生态足迹小于区域的生态承载力, 则表现为生态盈余(Ecological Surplus)。表明人类对自然生态系统的压力处于本地区所提供的生态承载力范围内, 生态系统是安全的; 如果区域的生态足迹超过了区域所能提供的生态承载力, 就出现生态赤字(Ecological Deficit), 表明这一地区的人们对本地区的自然生态系统所提供的产品和服务的需求超过了其供给, 那么本地区的生态系统就是不安全的, 该地区当前的发展也是不可持续的。

## 3 安康市生态足迹的计算

安康市 2003 年生态足迹的计算主要包括两部分: (1) 安康市人民的生物资源消费; (2) 能源消费。这两部分的数据均来自安康市 2004 年的统计年鉴。

表 1 2003 年安康市耕地产量因子的计算					
	生物量 / t	面积 / hm <sup>2</sup>	单产/ ( kg · hm <sup>- 2</sup> )	全球平均产量 / ( kg · hm <sup>- 2</sup> )	各项产 量因子
夏 粮	220686	100138	2204	2744	0. 803141
小 麦	121306	54984	2206	2744	0. 804011
稻 谷	170238	27544	6181	2744	2. 252399
玉 米	257071	75817	3391	2744	1. 23567
豆 类	32024	24892	1287	1856	0. 693167
薯 类	191109	63877	2992	12607	0. 237315
油菜籽	380301	26242	14492	1856	7. 808229
芝 麻	6679	6092	1096	1500	0. 730904
烤 烟	15102	10841	1393	1548	0. 8999
蔬 菜	440143	28812	15276	18000	0. 848688

表 2 安康市 2003 年生态足迹计算中生物资源账户						
	全球平均产量 / ( kg · hm <sup>- 2</sup> )	城镇居民人均 消费量/ kg	农村居民人均 消费量/ kg	总的人均 消费量/ kg	人均生态 足迹/ hm <sup>2</sup>	生产面 积类型
粮 食	2744	73. 51	278. 54	248. 311	0. 0904925	耕地
薯 类	12607	11. 9	11. 66	11. 6954	0. 0009277	耕地
蔬菜及菜制品	18000	83. 185	97. 44	95. 3383	0. 0052966	耕地
油 脂	431	11. 65	6. 16	6. 96942	0. 0462472	耕地
干鲜瓜果类	18000	23. 591	7. 14	9. 56551	0. 0005314	耕地
茶 叶	566	—	0. 32	0. 27282	0. 000482	耕地
烟叶类	1548	—	0. 06	0. 05115	3. 305E- 05	耕地
酒 类	7164	4. 94	8. 57	8. 03481	0. 0011216	耕地
食 糖	4997	7. 3	1. 26	2. 15051	0. 0004304	耕地
猪 肉	457	17. 14	—	2. 52704	0. 0055296	耕地
其他肉	457	0. 34	—	0. 05013	0. 0001097	耕地
禽蛋类	400	5. 29	2. 11	2. 57884	0. 0064471	耕地
坚 果	3000	—	0. 88	0. 75026	0. 0002591	耕地
糕 点	2744	1. 7	—	0. 25064	0. 0001242	耕地
牛 肉	33	1. 26	—	0. 18577	0. 0056293	草地
羊 肉	33	0. 96	—	0. 14154	0. 004289	草地
肉禽及制品	764	2. 54	22. 61	19. 651	0. 0257212	草地
奶及奶制品	502	9. 91	0. 21	1. 64012	0. 0032672	草地
水产品	29	33. 62	0. 79	5. 63029	0. 194148	水域
木 材	1. 99 <sup>*</sup>	—	—	0. 29 <sup>*</sup>	0. 1457286	林地

注: 表 2 中\* 单位为 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>, \*\* 单位为 m<sup>3</sup>

### 3.1 生态足迹计算的生物资源消费帐户

基于安康市 2004 年统计数据, 其生物资源的消费包括城镇居民的消费和农村居民的消费两部分。消费项目主要由农产品、动物产品、水产品以及木材。其生物资源账户见表 2。

### 3.2 生态足迹计算的能源消费帐户

能源消费主要包括原煤、汽油、煤油、柴油、燃料油以及电力。安康市工业企业能源消费结构主要以煤炭和电力为主, 二者占消费总量的 99. 46%, 其中电力占 43. 87%, 煤炭占 55. 53%。而其他的仅占能源消费的很少一部分。其能源账户见表 3。

### 3.3 安康市生态足迹计算小结

表 4 是安康市 2003 年生态足迹的计算结果, 由生态足迹需求和生态足迹供给(生态承载力) 两部分构成。

## 4 结果与分析

### 4.1 从生态盈余看可持续性

生态足迹模型实现了对区域可持续发展状态的定量测量。计算结果表明, 2003 年安康市人均生态足迹需求 0. 7559 hm<sup>2</sup>, 而实际人均生态承载力为 0. 7984 hm<sup>2</sup>, 人均生态盈余为 0. 0426 hm<sup>2</sup>。生态盈余的存在说明安康市人民对自然生态系统的影响在安康市生态承载力范围之内, 安康市当前的发展是可持续的, 自然生态系统是安全的。

根据 Wackernagel 等的计算<sup>[1, 11]</sup>, 中国 1997 年的人均生态足迹为 1.2 hm<sup>2</sup>, 人均生态承载力仅为 0.8 hm<sup>2</sup>, 人均生态赤字为 0.4 hm<sup>2</sup>, 而安康市 2003 年人均生态足迹为 0.755 9 hm<sup>2</sup>, 人均生态承载力为 0.798 4 hm<sup>2</sup>, 人均生态盈余为 0.042 6 hm<sup>2</sup>. 人均生态足迹需求可以反映一个国家居民的资源消耗强度, 人均生态足迹越大, 资源利用也就越多。因此, 安康市人民的资源利用率远远低于中国人均资源利用率, 这是由于安康地处中国西部, 经济发展比较缓慢造成的。这也是安康市产生生态盈余的一个原因。

另外, 虽然生态盈余的存在证明了安康市目前的发展是可持续的, 但是 0.042 6 hm<sup>2</sup> 的生态盈余是很小的。因此, 在安康市经济不断发展的同时, 还必须合理的利用资源, 尽

表 4 安康市 2003 年生态足迹计算结果

生态足迹的需求				生态足迹的供给(生态承载力)				
土地类型	总面积 /(hm <sup>2</sup> ·人 <sup>-1</sup> )	均衡因子	均衡面积/ (hm <sup>2</sup> ·人 <sup>-1</sup> )	土地类型	均衡面积 /(hm <sup>2</sup> ·人 <sup>-1</sup> )	总面积/ (hm <sup>2</sup> ·人 <sup>-1</sup> )	均衡因子	产量因子
耕地	0.158023	2.19	0.34607	耕地	0.0652	2.19	1.33	0.189908
草地	0.038907	0.48	0.01868	草地	0.0232	0.48	0.19	0.002116
林地	0.145729	1.38	0.20111	林地	0.5640	1.38	0.91	0.708271
水域	0.194148	0.36	0.06989	水域	0.0136	0.36	1	0.004896
化石燃料	0.063782	1.38	0.088019	CO2 吸收地	0	0	0	0
建筑用地	0.014655	2.19	0.032095	建筑用地	0.0001	2.19	1.6	0.002131
总需求足迹			0.755858	总供给面积				0.907322
				生物多样性保护(12%)				0.108879
				总的可利用足迹				0.798444

4.2 从生态足迹看可持续性

从生态足迹的组分来看, 各类土地类型的生态足迹之间存在很大的差异。各土地类型的生态足迹由大到小的顺序依次是耕地(占 45.79%)、林地(26.61%)、化石燃料用地(11.64%)、水域(9.25%)、建筑用地(4.25%)、草地(2.47%)。可见, 安康市的发展模式主要是消耗自然资源的存量。其中生物资源的消费主要以农林产品为主, 能源的消费主要以煤炭为主。化石燃料足迹占总的生态足迹的 11.64%, 在目前能源资源紧缺, 环境污染日益严重的情况下, 如果能增强节能意识, 加大能源管理基础工作, 制定节能规划, 实施有效措施, 积极采用新技术、新工艺, 则可以降低安康市生态足迹需求, 增加其生态盈余。

4.3 从生态承载力看可持续性

在安康市生态承载力的计算中, 安康市所能提供的人均林地面积占总的可利用足迹的 88.71%, 其次是耕地

可能减少对自然生态系统的压力。

表 3 安康市 2003 年生态足迹计算中的能源帐户

能源类型	全球平均能源足迹 /(GJ·hm <sup>-2</sup> )	这算系数 /(GJ <sup>-1</sup> ·t <sup>-1</sup> )	消费量/t	总生态足迹/hm <sup>2</sup>	人均生态足迹/(hm <sup>2</sup> ·人 <sup>-1</sup> )	土地类型
原煤	55	20.934	323393.5	123089.4	0.041838	化石燃料地
汽油	93	43.124	28987.35	13441.4	0.004571	化石燃料地
煤油	93	43.124	8552.79	3965.92	0.001349	化石燃料地
柴油	93	43.705	44970.06	21133.51	0.007187	化石燃料地
燃料油	71	50.2	36673.57	25929.76	0.008818	化石燃料地
电力	1000	3.6	11684840*	42065.42	0.014655	建筑用地

注: 表 3 中\* 单位为 1000 kW·h

23.78%、水域 6.13%、建筑用地 2.67%、以及草地 2.65%。结合表 4 来看, 安康市人民对耕地、草地、水域以及化石燃料用地的需求大于供给, 而林地和建筑用地的供给大于需求。因此, 大面积林地的供给是安康市生态盈余的一个主要因素, 但这也与近几年安康市当地政府采取的政策法规有很大关系:

(1) 农作物种植结构的调整。2003 年以来, 安康市农民工作以农民增收为核心, 以产业结构调整为主线, 以产业化经营为主体, 在进一步调整种植结构的同时, 依靠科技大力发展农业优势产业。使得粮食面积缩减, 经济作物面积逐渐扩大。

(2) 退耕还林(草), 植树造林稳步发展。2003 年安康市完成造林面积 7.88 万 hm<sup>2</sup>, 退耕还林(草)面积 3.998 万 hm<sup>2</sup>, 使得林业资源管理和保护工作进一步加强。

[1] Wackernagel M, Onisto L, Bello P, et al. Ecological footprint of nations[Z]. 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] 陈东景, 徐中民, 程国栋, 等. 中国西北地区的生态足迹[J]. 冰川冻土, 2001, 23(2): 164– 169.

[4] 张志强, 徐中民, 程国栋, 等. 中国西部 12 省(区市)的生态足迹[J]. 地理学报, 2001, 56(5): 599– 610.

[5] 陈东景, 徐中民. 生态足迹理论在我国干旱区的应用与探讨—以新疆为例[J]. 干旱区地理, 2001, 4(4): 305– 309.

[6] 徐长春, 熊黑钢, 秦珊, 等. 新疆近 10 年生态足迹及其分析[J]. 新疆大学学报(自然科学版), 2004, 21(2): 181– 185.

[7] 刘宇辉, 彭希哲. 中国历年生态足迹计算与发展可持续性评估[J]. 生态学报, 2004 24(10): 2 257– 2 262.

[8] 龙爱华, 张志强, 苏志勇. 生态足迹评介及国际研究前沿[J]. 地球科学进展, 2004 19(6): 971– 981.

[9] 紫檀, 潘志华. 内蒙古武川县生态足迹分析[J]. 中国农业大学学报, 2005, 10(1): 64– 68.

[10] 郭秀锐, 杨居荣, 毛显强. 城市生态足迹计算与分析—以广州为例[J]. 地理研究, 2003 22(5): 654– 651.

[11] 杨开忠, 杨咏, 陈洁. 生态足迹分析理论与方法[J]. 地理学报, 2000, 55(5): 607– 616.

[12] 赵秀勇, 缪旭波, 孙勤芳, 等. 生态足迹分析法在生态持续发展定量研究中的应用——以南京市 1998 年的生态足迹计算为例[J]. 农村生态环境, 2003, 19(2): 58– 60.

[13] 陶在朴. 生态包袱与生态足迹—可持续发展的重量及面积观念[M]. 北京: 经济科学出版社, 2003. 169– 181.

[14] 安康市统计局. 安康市统计年鉴 2004[Z]. 北京: 中国统计出版社, 2004.