

## 基于生态足迹的咸阳市适度人口研究

韩中山

(咸阳师范学院资源环境与城市科学系, 陕西咸阳 712000)

**摘要:**一个区域生态适度人口的确定取决于区域生态承载力与区域人口对生态资源的需求。首先介绍了生态足迹模型的基本概念和计算方法,其次计算了咸阳市1999—2006年的生态足迹和实际利用的生态承载力,并在此基础上估算了咸阳市1999—2006年的生态适度人口。结果表明:在1999—2001年之间,咸阳市实际人口从467.12万增加到477.32万;咸阳市生态适度人口从188.85万增加到了195.41万。在2002—2006年之间,咸阳市实际人口从481.66万增加到499.69万;咸阳市生态适度人口从177.44万下降到138.03万。总之,咸阳目前已经出现了过度人口和生态赤字,咸阳市具有相对较大的人地矛盾,生态赤字较大,目前的人口规模是非常不合理的。最后提出咸阳市未来可持续发展的可选途径。

**关键词:**生态足迹;适度人口;咸阳市

中图分类号:C922

文献标识码:A

论文编号:2009-0964

### Study on the Optimum Population of Xianyang City Based on Ecological Footprint

Han Shenshan

(Department of Resources Environment and Urban Science, Xianyang Normal University, Xianyang Shaanxi 712000)

**Abstract:** The ecological optimum population of a district is decided by ecological capacity in the district and district population's need about the ecological resources. This paper, firstly, introduced the key conceptions and procedures of the model, and then calculated the ecological footprint and the utilizable ecological capacity from 1999 to 2006 in Xianyang city. On this basis, the optimum population was estimated from 1999 to 2006 in Xianyang city. During 1999—2001, the actual population of Xianyang city gradually increased from 4671.2 thousand to 4773.2 thousand, and the ec-optimum population of Xianyang city gradually increased from 1888.6 thousand to 1954.0 thousand. During 2002—2006, the actual population of Xianyang city gradually increased from 4816.6 thousand to 4996.9 thousand, and the ec-optimum population of Xianyang city gradually decreased from 1774.3 thousand to 1380.4 thousand. To sum up, it revealed that Xianyang city had already in a state of ecological deficit and overpopulation, and the current size of the population was very unreasonable. Finally, the available ways for the sustainable development of Xianyang city in the future were put forward.

**Key words:** ecological footprint, optimum population, Xianyang city

### 0 引言

基于生态环境系统在服务于人类的同时,又对人口的过度膨胀产生制约作用的互动关系出发,运用生态足迹法来测定咸阳市的适度人口,以期为政府的人口政策制定提供科学的决策依据。1957年,南京大学地理系的孙本文教授从中国当时粮食生产水平和劳动就业角度研究了中国适度人口的数量,并在《文汇

报》上发表了《八亿人口是我国最适宜的人口数量》。1981年,田雪原等<sup>[1]</sup>从就业角度研究了中国适度人口的数量。1981年,宋健等<sup>[2]</sup>以食物生产和淡水资源为基础探讨了中国的适度人口数量。1989年,胡鞍钢<sup>[3]</sup>从充分就业和人均收入、人均占有粮食、生态平衡以及人口老龄化对人口结构的影响等几方面分别探讨中国的适度人口,并明确提出中国人口发展目标应当

**基金项目:**陕西省科技厅项目(07K03-01-2);咸阳师范学院科研专项基金(08XSYK215);咸阳师范学院教改项目(200702010)。

**作者简介:**韩中山,男,1970年出生,陕西省礼泉县人,硕士,副教授,主要从事农业经济研究。通信地址:712000 陕西省咸阳市文林路咸阳师范学院资源环境与城市科学系。Tel: 029-33721233。E-mail: xyhshsh@163.com。

**收稿日期:**2009-05-06, **修回日期:**2009-07-06。

是“适度人口目标”。1992年石玉林<sup>[4]</sup>在《中国土地资源的人口承载力研究》一书中对人口与资源相互关系的定量研究方法作了分析,并将数学模型运用到中国部分省市的人口承载力研究。1995年毛志锋<sup>[5]</sup>在《适度人口与控制》一书中将适度人口划分为经济适度人口、生态适度人口与社会适度人口。2004年,彭希哲和刘宇辉<sup>[6]</sup>以生态足迹理论为依据,研究了西部12省市的生态适度人口。从目前的适度人口研究进展来看,有以关注经济发展为目标的经济适度人口,有以关注国防需要和国家竞争力的军事适度人口,有以关注资源约束的资源适度人口,有以关注充分就业,防止人口老龄化的社会协调发展适度人口,有以关注可持续发展的生态适度人口。然而随着人地关系日渐紧张,从维护生态系统稳定,保证自然资源的可持续利用的角度来考虑区域适度的人口规模,即生态适度人口也开始成为一个研究热点。它有助于正确理解人对自然生态系统的依赖,协调经济发展与保护生态系统之间的关系,从而保证人类发展的可持续性。基于生态足迹理论的咸阳市适度人口的计算及变动趋势分析,是笔者拟解决的关键问题。

### 1 研究区概况

咸阳市是陕西省著名的工业城市 and 历史文化名城。咸阳市位于关中平原中部,东经107°39'—109°11',北纬34°9'—35°34'之间,属暖温带大陆性季风气候,四季分明、雨热同季,年平均温度9.0~13.2℃,全年无霜期180~220天,年降水量637~650 mm。市域南北长145 km,东西长106 km。总面积10 119 km<sup>2</sup>,其中市区面积527 km<sup>2</sup>。2006年末全市总人口为497.44万人。

### 2 研究方法

#### 2.1 生态足迹(生态需求)的计算方法

任何已知人口(某个人、一个城市或一个国家)的生态足迹是指生产这些人口所消费的资源 and 吸纳其产生的废弃物所需要的生物生产性土地面积<sup>[7]</sup>。其计算公式如下:

$$EF = N \cdot ef = N \sum r_i A_i = N \sum r_i \left[ \frac{c_i}{p_i} \right] \dots (1)$$

式中:EF为总的生态足迹;N为区域总人口数;ef为人均生态足迹;i为消费项目的类型;r<sub>i</sub>为第i项消费项目的均衡因子;A<sub>i</sub>为第i项消费项目人均占用的实际生态生产性土地面积;c<sub>i</sub>为i项的人均年消费量;p<sub>i</sub>为第i项消费项目的全球单位面积年平均产量。

其计算步骤为:(1)计算各主要消费项目的总量,然后根据人口总量计算人均年消费量(c<sub>i</sub>)。(2)利用全

球平均产量(p<sub>i</sub>)将各类消费量折算为有可比性的生物生产性土地面积(A<sub>i</sub>)。(3)生物生产性土地分类及其均衡化处理。生态足迹理论将地球表面的生物生产性土地划分为耕地、林地、草地、建筑用地、化石燃料用地和水域6种类型。将上述计算得到的生物生产性土地面积按照这6种类型进行归并,对归并后的各类生物生产土地面积乘以“均衡因子(r<sub>i</sub>)”,将其转化为具有相同生态生产力的土地面积。笔者采用的均衡因子分别为:林地和化石能源用地1.14,建筑用地和耕地2.82,草地0.54,水域0.22<sup>[8]</sup>。(4)计算人均生态足迹。对经过“均衡因子”转化后的生物生产性土地面积进行加总求和,即可得到人均生态足迹(ef)。(5)计算区域总的生态足迹。人均生态足迹与区域总人口数的乘积。

#### 2.2 生态承载力(生态供给)的计算方法

计算生态承载力的公式为:

$$\text{生态承载力} = \text{各类生产性土地面积} \times \text{均衡因子} \times \text{产出因子} \dots (2)$$

由于单位面积耕地、化石燃料土地、牧草地、林地等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(权重),以转化为统一的、可比较的生物生产面积。在计算生态承载力时,由于同类生态生产性土地的生产力在不同国家和地区之间是存在差异的,因而各国各地区同类生态生产性土地的实际面积是不能直接进行对比的。产出因子就是一个将各国各地区同类生态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。笔者采用的产出因子分别为:耕地和建筑用地1.66,草地为0.19,园地和林地0.91,水域是1.00<sup>[7]</sup>。在生态承载力的计算时,将现有的各种物理空间的面积乘以相应的均衡因子和当地的产量因子,就可以得到带有世界平均产量的世界平均生态承载力。同时,根据世界环境与发展委员会(WCED)的建议,扣除了12%的生物多样性保护面积,即可得到实际利用的生态承载力。

#### 2.3 生态适度人口的计算方法

所谓适度人口,一般是指在一定目标和条件下区域能够供养的最优人口数量。其大小不仅取决于区域各种自然经济承载力和区域人口对这些承载力的需求水平之间的平衡。从维护生态系统稳定,保证自然资源的可持续利用的角度来考虑区域适度的人口规模,即生态适度人口也开始成为一个研究热点。它有助于正确理解人对自然生态系统的依赖,协调经济发展与保护生态系统之间的关系,从而保证人类发展的可持

续性。

在计算人口承载力时,用生态承载力代表一个地区所能提供的资源环境条件,生态足迹代表人口的消费水平。在生态承载力内,按照一定人均生态足迹计算的人口可以说是一个区域的生态适度人口,也可以说是一个区域的可持续人口容量<sup>[6]</sup>。可以用公式表示为:

$$P=N \times e_c / e_f \dots\dots\dots (3)$$

式中, $P$ 为区域的生态适度人口, $e_c$ 为人均实际利用的生态承载力, $e_f$ 为人均生态足迹。

### 3 基于生态足迹的咸阳市2006年生态适度人口的计算

#### 3.1 人均生态足迹(生态需求)的计算

由于咸阳市贸易数据无法得到,依据生态足迹理论和计算方法,并结合咸阳市的自然资源和消费特点,笔者在计算中忽略了贸易调整,因此2006年咸阳市人均生态足迹的计算只包括生物资源消费和化石能源消费两部分。(1)生物资源消费,包括农产品、动物产品、林产品和水产品等,该部分的数据来源于2006年《咸

阳市统计年鉴》(咸阳市统计局)。(2)能源消费主要包括原煤、洗精煤、其他洗煤、焦炭、天然气、汽油、煤油、柴油、燃料油、液化石油气和电力等。因为热力主要由煤和天然气等其他能源转换而来,原油的消费主要是用于提炼汽油、煤油、柴油等原料,为了避免重复计算,故热力和原油的消费未纳入能源部分账户。具体的计算方法参阅王先贵等撰写的文章<sup>[9]</sup>,计算结果如表1所示。

#### 3.2 人均生态承载力(生态供给)的计算

依据生态足迹理论和计算方法,将咸阳市2006年实际提供的生物生产性土地面积与均衡因子、产量因子相乘,转化为以全球平均生物生产性土地面积表示的咸阳市生态承载力。2006年的各年的生物生产性土地面积的数值来源于2006年《陕西省土地利用现状数据集》(陕西省国土资源厅)。具体的计算方法参阅王先贵等撰写的文章<sup>[9]</sup>,计算结果如表2所示。

#### 3.3 生态适度人口的计算

依据公式(3),可以计算出咸阳市2006年生态适度人口数为:

表1 咸阳市2006年人均生态足迹 (hm<sup>2</sup>/人)

年份	耕地	草地	林地	水域	建筑用地	化石能源	总计
2006	0.5246	0.4317	0.2039	0.0128	0.0069	0.4822	1.6621

表2 咸阳市2006年人均生态承载力 (hm<sup>2</sup>/人)

年份	耕地	草地	林地	园地	水域	建筑用地	总计
2006	0.3067	0.0004	0.0379	0.0249	0.0004	0.0888	0.4591

注:表中的所有数据是实际可利用的生态承载力,即扣除12%的生物多样性保护面积后的生态承载力。

$P$ (生态适度人口) $=N$ (实际人口) $\times e_c/e_f=499.69 \times 0.4591 / 1.6621 = 138.02$ (万人),过剩人口数为 $=499.69 - 138.02 = 361.67$ (万人)。

### 4 咸阳市1999—2005年生态适度人口的计算

首先依照上述方法,分别计算出1999—2005年咸阳市人均生态足迹(生态需求)时间序列值。其中,生物资源消费部分的数据来源于1999—2005年《咸阳市统计年鉴》(咸阳市统计局);能源消费部分的数据除2004年因统计年鉴缺失外,其余年份的数据均来自于相应年份的咸阳市统计年鉴,2004年的数据取2003年和2005年对应数据的平均值。

其次依照上述方法,分别计算出1999—2005年咸阳市实际利用的人均生态承载力时间序列值。其中1999—2001年各年的生物生产性土地面积的数值来源于2000—2002年《咸阳年鉴》(咸阳年鉴编纂委员会),2002—2005年的各年的生物生产性土地面积的数

值来源于2002—2005年《陕西省土地利用现状数据集》(陕西省国土资源厅)。

最后依照上述方法,分别计算出1999—2005年咸阳市生态适度人口,并汇总2006年数据结果见表3。

## 5 结果与分析

#### 5.1 1999—2001年咸阳市“三种人口”都在不断增加

在1999—2001年之间,咸阳市实际人口在逐步增加,从1999年的467.12万一直增加到2001年的477.32万;咸阳市生态适度人口也呈现出逐步增加的趋势,从1999年的188.85万一直增加到2001年的195.41万;咸阳市过剩人口也呈现出逐步增加的趋势,从1999年278.27万一直增加到2001年的281.91万;咸阳市实际人口与生态适度人口的比值呈现出不断下降的趋势,从1999年的2.47一直下降到2001年的2.44。在此时段内,咸阳市人均生态足迹下降了0.0524 hm<sup>2</sup>/人,人均生态承载力下降了0.0148 hm<sup>2</sup>/人,前者是后者的

表3 咸阳市1999—2006年生态适度人口

年份	人均生态承载力/ ( $\text{hm}^2/\text{cap}$ )	人均生态足迹/ ( $\text{hm}^2/\text{cap}$ )	实际人口/ (万人)	生态适度人口/ (万人)	过剩人口/ (万人)	实际人口/ 生态适度人口
1999	0.5289	1.3082	467.12	188.85	278.27	2.47
2000	0.5177	1.2688	474.51	193.61	280.90	2.45
2001	0.5141	1.2558	477.32	195.41	281.91	2.44
2002	0.4894	1.3285	481.66	177.44	304.22	2.71
2003	0.4780	1.4324	483.91	161.48	322.43	3.00
2004	0.4766	1.5485	489.75	150.74	339.01	3.25
2005	0.4724	1.5909	494.26	146.77	347.49	3.37
2006	0.4591	1.6620	499.69	138.03	361.66	3.62

注:表中的人均生态承载力是指实际可利用的生态承载力,即扣除12%的生物多样性保护面积后的生态承载力。

3.54倍。由此可见,咸阳市生态可持续发展逐步变好的主要原因应归于总需求的不断下降,从而引起生态适度人口的不断增加,但生态可持续发展仍在不可持续的范围内。其总需求不断下降的主要原因在于:耕地的需求在不断的下降,从1999年 $0.4998 \text{ hm}^2/\text{人}$ 下降到2001年的 $0.4415 \text{ hm}^2/\text{人}$ ,下降了 $0.0583 \text{ hm}^2/\text{人}$ ;林地的需求在不断地增加,从1999年 $0.1304 \text{ hm}^2/\text{人}$ 上升到2001年的 $0.1415 \text{ hm}^2/\text{人}$ ,增加了 $0.0111 \text{ hm}^2/\text{人}$ ;草地的需求也在不断地增加,从1999年 $0.2489 \text{ hm}^2/\text{人}$ 上升到2001年的 $0.2536 \text{ hm}^2/\text{人}$ ,增加了 $0.0047 \text{ hm}^2/\text{人}$ ;但前者下降的幅度远远大于后两者增加的幅度之和,因而总需求呈现出不断下降的态势。耕地、草地和林地比例的相对变化,反映了居民消费水平的提高和消费结构的多元化,人类对肉类产品和奶产品需求稳定上升,降低了对粮食作物的依赖。

5.2 2002—2006年咸阳市生态适度人口在不断下降,其余两种人口在不断增加

在2002—2006年之间,咸阳市实际人口在逐步增加,从2002年的481.66万一直增加到2006年的499.69万,5年共增加了18.03万;咸阳市生态适度人口反而呈现出不断下降的态势,从2002年的177.44万一直下降到2006年的138.03万,5年共减少了39.41万;咸阳市过剩人口也呈现出逐步增加的态势,从2002年304.22万一直增加到2006年的361.66万,5年共增加了57.44万;咸阳市实际人口与生态适度人口的比值呈现出不断增加的态势,从2002年的2.71一直增加到2006年的3.62。在此时段内,咸阳市人均生态足迹上升了 $0.3335 \text{ hm}^2/\text{人}$ ,人均生态承载力下降了 $0.0303 \text{ hm}^2/\text{人}$ ,前者是后者的11.01倍。由此可见,咸阳市生态可持续发展逐步恶化的主要原因应归于总需求的不断上升,从而引起生态适度人口的不断减少,生态可持续发展仍在不可持续的范围内。其总需求不断增加主要的

原因在于:草地的需求在不断地增加,从2002年 $0.2997 \text{ hm}^2/\text{人}$ 上升到2006年的 $0.4317 \text{ hm}^2/\text{人}$ ,增加了 $0.1320 \text{ hm}^2/\text{人}$ ;耕地的需求也在不断地增加,从2002年 $0.4507 \text{ hm}^2/\text{人}$ 上升到2006年的 $0.5246 \text{ hm}^2/\text{人}$ ,增加了 $0.0739 \text{ hm}^2/\text{人}$ ;林地的需求也在不断地增加,从2002年 $0.1398 \text{ hm}^2/\text{人}$ 上升到2006年的 $0.2039 \text{ hm}^2/\text{人}$ ,增加了 $0.0641 \text{ hm}^2/\text{人}$ ;化石能源用地的需求也在不断地增加,从2002年 $0.4226 \text{ hm}^2/\text{人}$ 上升到2006年的 $0.4822 \text{ hm}^2/\text{人}$ ,增加了 $0.0596 \text{ hm}^2/\text{人}$ ,水域和建筑用地的需求也在不断的增加,但增加的数值不大。草地需求的大幅度增加,表明人们对于肉、奶、蛋产品的需求在大幅度的增加,反映了人们生活水平的日益提高。耕地需求的增加,主要是由于人口增加而引起的粮食需求的增加所致。林地需求的增加,主要是由于以苹果为主的果品加工业的大力发展和退耕还林工程的大力实施所致。化石能源用地需求的增加,表明以机械、石化、能源为主导的资源密集型产业在咸阳市产业结构中所占比例较大。因此,咸阳市应大力发展循环经济,以提高能源利用率。

## 6 政策建议

第一,实行严格的人口控制政策,以控制人口的总量增长,从而减少消费,缓解人均生态供给不足。第二,加强对土地资源的管理。开展土地整理和复耕,增加土地后备资源。强化节约用地意识,加强耕地保护和基本农田建设,加强建设用地管理,提高土地资源利用效率。第三,调整农业生产结构,积极发展畜牧业和林果业,以满足人们对肉类、水果、奶产品和林产品的需求。第四,通过提高化石能源利用率和改善能源消费结构,积极开发生物能源和地热资源,降低化石能源消费绝对量。第五,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,争取资源消耗和废物排放减少,这是从人口、消费的角度促进整个

社会发展模式转变的重要环节。只有在这些方面采取有效措施,减轻人类对自然的压力,才能实现可持续发展。

### 参考文献

- [1] 穆光宗.“适度人口思想”的反思和评论[J].开放时代,2000,(3):78-85.
- [2] 陈卫,孟向京.中国人口容量与适度人口问题研究[J].市场与人口分析,2000,6(1):21-31.
- [3] 胡鞍钢.人口与发展——中国人口经济问题的系统研究[M].杭州:浙江人民出版社,1989:236-239.
- [4] 陈如勇.中国适度人口研究述评[J].西北人口,2001,(1):12-15.
- [5] 陈如勇.中国适度人口研究的回顾与再认识[J].中国人口资源与环境,2000,10(1):31-33.
- [6] 彭希哲,刘宇辉.生态足迹与区域生态适度人口——以西部12省市为例[J].市场与人口分析,2004,10(4):9-15.
- [7] 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):280-285.
- [8] Wackernagel M Onisto L, Bello P, et al. Ecological footprints of Nations[R]. Toronto: International Council for Local Environmental initiatives,1997:10-21.
- [9] 赵先贵,王书转,马彩虹,等.西安市2002年生态足迹分析[J].干旱区资源与环境,2005,19(6):33-37.