

# 基于生态足迹的巫山县土地承载力研究

谭波, 傅瓦利

(西南大学 地理科学学院, 重庆 400715)

**摘 要:** 巫山县地处三峡库区的腹心地带, 三峡水库蓄水后, 人地矛盾将更加尖锐。以巫山县为研究对象, 运用生态足迹模型对巫山县 2006 年生态足迹进行定量计算和分析, 结果表明: 2006 年巫山县的人均生态足迹为  $1.2969 \text{ hm}^2$ , 可利用的人均生态承载力仅为  $0.5592 \text{ hm}^2$ , 人均生态赤字高达  $0.7377 \text{ hm}^2$ 。其中, 生态赤字部分主要来源于耕地产品、草地类产品和能源的消费。可见, 巫山县的人类社会活动对自然资源的消耗已经超过了巫山县生态系统的承受能力, 区域发展处于不可持续状态。并在结果分析的基础上提出了实现巫山县可持续发展的措施。

**关键词:** 生态足迹; 土地承载力; 巫山县; 生态建设; 可持续发展

中图分类号: X171.1; X825

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)05-0105-04

## Study on Land Carrying Capacity Based on Ecological Footprint Model in Wushan County

TAN Bo, FU Wali

(School of Geographic Science, Southwest University, Chongqing 400715, China)

**Abstract:** Wushan county is located in the central region of the Three Gorges Reservoir area. When the Three Gorges Reservoir impounds, the contradiction between people and land in the Three Gorges Reservoir area will become even more acute. Taking Wushan county as the research object, counting and analyzing the ecological footprint of Wushan county in 2006 based on ecological footprint model. The result shows that: its per capita ecological footprint is  $1.2969 \text{ hm}^2$ , available ecological capacity per capita is only  $0.5592 \text{ hm}^2$ , and per capita ecological deficit is as high as  $0.7377 \text{ hm}^2$  in 2006. Among them, the major ecological deficit of products derived from cultivated land, lawn land and energy consumption land. Thus, human's consumption of natural resources in social activities exceeded the capacity of ecosystem in Wushan county, its regional development is unsustainable. On the base of analysis, the suggestions for the sustainable development of Wushan county is put forward.

**Key words:** ecological footprint; land carrying capacity; Wushan county; ecological construction; sustainable development

随着人口、资源、环境和发展的问题日益突出, 土地承载力的研究不再局限于探讨某一区域“养活多少人”<sup>[1-2]</sup>这一问题, 而是涉及生态、经济、科技等更多领域的综合考虑。巫山县是典型的山区县城, 地处三峡库区的腹心地带, 人多地少, 山高坡陡, 土地资源贫瘠, 水土流失严重。1996 年, 巫山县的移民搬迁工作正式启动, 作为三峡库区重庆境内的首淹首迁县, 巫山县移民任务艰巨, 需要移民 10 万余人。除了外迁移民外, 还有相当大部分移民的安置方式是就地后

靠, 这无疑加重了土地承载压力, 对库区持续发展造成了巨大的负担, 如何在保护生态环境的前提下挖掘土地生产潜力, 进行土地资源的合理开发利用, 对库区的社会经济可持续发展有着至关重要的影响。近年来, 已经有学者注意到研究库区的土地承载力对库区土地资源的合理利用和人地关系协调发展的重要性<sup>[3-5]</sup>, 并开始对移民安置区的土地承载力问题进行了初步的研究<sup>[6-7]</sup>, 也有较少部分的学者<sup>[8-9]</sup>开始对库区土地承载力进行初步研究, 但没有形成十分系统和

收稿日期: 2010-05-07

资助项目: 重庆市移民局课题“三峡库区职业教育移民研究”(200909)

作者简介: 谭波(1984-), 女, 重庆开县人, 西南大学在读硕士研究生, 主要从事土地利用与土壤环境研究。E-mail: tan\_tanya@126.com

通信作者: 傅瓦利(1954-), 女, 山西籍重庆人, 教授, 硕士生导师, 博士, 主要从事土壤地理和土地利用研究。E-mail: fuwali@swu.edu.cn

©1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

清晰完整的库区土地综合承载力评价指标体系。为了定量分析移民搬迁 10 a 后的巫山县土地承载力状况,参考以上研究,运用生态足迹模型对巫山县 2006 年的土地资源承载力进行分析,以期对巫山县的生态建设和可持续发展规划作参考。

## 1 研究区概况

巫山县位于重庆市东部边缘,跨越东经  $109^{\circ}33' - 110^{\circ}11'$ 、北纬  $30^{\circ}45' - 31^{\circ}28'$ ,全境幅员面积  $2\,958.21\text{ km}^2$ ,海拔高度  $2\,606.9\text{ m}$ 。巫山县地处亚热带湿润区,年平均气温为  $18.2^{\circ}\text{C}$ ,年平均降水总量为  $1\,056.8\text{ mm}$ ,年平均日照总时数为  $1\,570.9\text{ h}$ ,无霜期为  $305\text{ d}$ 。全县土壤有 7 个土类,以水稻土、潮土、紫色土、黄壤土、石灰岩土、山地棕壤土为主;地貌以山地为主,占土地面积  $95.98\%$ ,丘陵平坝仅占  $4.02\%$ 。土地资源瘠薄,耕地质量差,坡耕地比重大,水土流失严重。2006 年末,全县坡度  $15^{\circ}$  以下耕地面积  $9\,372.98\text{ hm}^2$ ,占耕地总面积的  $22.42\%$ ;  $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$  的耕地面积  $20\,053.31\text{ hm}^2$ ,占  $47.96\%$ ;  $25^{\circ}$  以上的坡耕地  $12\,384.30\text{ hm}^2$ ,占耕地总面积的  $29.62\%$ 。三峡水库达正常蓄水位  $175\text{ m}$  后,全县受淹面积  $49.3\text{ km}^2$ ,淹没线下耕园地及河滩地  $1\,800\text{ hm}^2$ 。2006 年末,全县总人口为  $607\,814$  人,国内生产总值  $226\,569$  万元。

## 2 生态足迹的理论及计算方法

### 2.1 生态足迹的概念和原理

生态足迹是指支持一定地区人口所需的生态生产性土地和水域的面积,以及吸纳这些人口所产生的废弃物所需要的土地总和。William E. R. 曾将其形象地比喻为“一只负载着人类与人类所创造的城市、工厂的巨脚踏在地球上留下的脚印”<sup>[10]</sup>;生态足迹模型主要用来计算在一定的人口和经济规模条件下,维持资源消费和废弃物吸收所必需的生物生产面积<sup>[11]</sup>。“生态生产性土地”是生态足迹分析法为各类自然资本提供的统一度量基础<sup>[12]</sup>,生态足迹模型的所有指标都是基于这一模型而定义的。

生物生产性土地是指具有生物生产能力的土地和水域,主要包括 6 种土地利用类型:化石燃料土地、可耕地、林地、草场、建筑用地和水域。由于这 6 类生物生产面积的生态生产力不同,因此,需要引入均衡因子,将具有不同生态生产力的生物生产面积转化为具有相同生态生产力的面积,再对其进行比较。不仅如此,不同国家或地区的各种自然和社会经济因素不同,从而使得单位面积同类生物生产面积类型的生态

生产力也差异很大。因此,不同国家和地区同类生物生产面积类型的实际面积是不能进行直接对比的,需要对不同类型的面积进行标准化。于是引入“产量因子”,即某个国家或地区某类土地的平均生产力与世界同类土地的平均生产力的比率。同时,在生态承载力计算时还应扣除  $12\%$  的生物多样性保护面积。

生态承载力(即生态足迹供给)为地球生态系统所能提供的、满足人们活动需要的土地面积。如果一个地区的生态承载力小于生态足迹,则出现生态赤字(Ecological Deficit);反之,则出现生态盈余(Ecological Remainder);如果生态承载力等于生态足迹,则出现生态均衡(Ecological Balance),生态系统与经济发展相对均衡。

### 2.2 生态足迹的计算公式

生态足迹法的计算包括两个部分:生态足迹(需求)和生态承载力(供给)。

生态足迹具体计算公式:

$$EF = N \cdot ef = N \cdot r_j \cdot \sum(a_{ai}) = N \cdot r_j \cdot \sum(c_i/p_i)$$

式中:  $EF$ ——总的生态足迹;  $N$ ——人口数;  $ef$ ——人均生态足迹;  $c_i$ ——第  $i$  种商品的人均消费量;  $p_i$ ——第  $i$  种消费商品的平均生产能力;  $a_{ai}$ ——人均第  $i$  种交易商品折算的生物生产面积;  $i$ ——消费商品和投入的类型;  $r_j$ ——均衡因子。

生态承载力的计算公式:

$$EC = N \cdot ec = N \cdot \sum a_j \cdot r_j \cdot y_j \quad (j = 1, 2, 3, \dots, 6)$$

式中:  $EC$ ——区域总生态承载力;  $N$ ——人口数;  $ec$ ——人均生态承载力( $\text{hm}^2/\text{人}$ );  $a_j$ ——人均生物生产面积;  $r_j$ ——均衡因子。

## 3 巫山县生态承载力评价

### 3.1 参数的选取与确定

关于均衡因子的选取,参照国际统一标准,耕地和建筑用地均衡因子为  $2.8$ ,草地为  $0.5$ ,水域为  $0.2$ ,林地和化石燃料用地为  $1.1$ <sup>[13]</sup>。某一区域某类土地的产量因子是其平均生产力与世界同类土地平均生产力的比率<sup>[14]</sup>。Wackernagel 等人在计算中国生态足迹时所采用的产量因子为:耕地和建筑用地均为  $1.66$ ,草地  $0.19$ ,林地  $0.91$ ,化石燃料用地为  $0$ <sup>[15]</sup>。由于巫山县范围较之整个中国要小得多,加之其本身土地生产力不强,故有必要对计算巫山县生态足迹所用的产量因子进行修正。在不同的土地利用类型中,耕地所占的比例最大(占了绝大多数),所以只对耕地的产量因子进行修正,具体修正过程如下:

首先,分别算出各类作物的产量因子,即某种作

物在某个地区的平均产量与全球平均产量之比。然后, 将各种作物的产量因子乘以权重( 各类作物种植面积占总耕地面积的比重) 便得到了耕地的产量因子。详细数据见表 1。

表 1 2006 年巫山县耕地产量因子计算结果

项 目	粮食	油料	棉花	烟叶	蔬菜	麻类
年产量/kg	206357000	8424000	85000	9867000	138096000	12000
种植面积/hm <sup>2</sup>	67738	9526	146	3843	7016	20
平均产量/( kg · hm <sup>-2</sup> )	3046. 3990	884. 3166	582. 1918	2567. 5250	19683. 01	600
全球平均产量/( kg · hm <sup>-2</sup> )	2744	1856	1 000	1548	18000	1500
各类作物的产量因子	1. 11	0. 48	0. 58	1. 66	1. 09	0. 40
占总耕地面积的比重	0. 7672	0. 1079	0. 0017	0. 0435	0. 0795	0. 0002
耕地产量因子	1. 06					

建筑用地多为耕地转化而来<sup>[16]</sup>, 所以两者的产量因子相同, 都为 1. 06。

3. 2 巫山县生态足迹的计算方法与过程

利用所收集的《2007 年重庆统计年鉴》和《2007 年巫山统计年鉴》的统计数据, 采用上述生态足迹的理论和计算方法对巫山县 2006 年的生态足迹进行计算和分析。生态足迹的计算主要涉及三个部分: 生物资源消费、能源消费和贸易调整部分。由于统计年鉴中没有贸易调整部分的明细表, 所以巫山县生态足迹的计算只包括两部分, 即生物资源消费和能源消费。

生物资源消费包括农产品、动物产品、林产品和水产品等, 各大类的细分项目与统计年鉴资料保持一致。为了让计算结果更具可比性, 在计算生物资源消费时, 生物资源折算面积采用联合国粮农组织 1993 年计算的有关生物资源的世界平均产量资料标准<sup>[17]</sup>, 将巫山县 2006 年的生物资源消费量统一转化为提供这类消费所需的生物生产性土地面积。

表 2 全球平均产量下巫山县 2006 年生物资源消费生态足迹

种类	生态足迹 类型	全球平均产量/ ( kg · hm <sup>-2</sup> )	巫山县产量/ kg	生态足迹/ hm <sup>2</sup>	人均生态足迹 ( hm <sup>2</sup> / 人)	合计
粮食	耕地	2744	206357000	75202. 99	0. 12373	0. 15468
油料	耕地	1856	8424000	4538. 79	0. 00747	
棉花	耕地	1000	85000	85. 00	0. 00014	
烟叶	耕地	1548	10082000	6512. 92	0. 01072	
麻类	耕地	1500	12000	8. 00	0. 00001	
蔬菜	耕地	18000	138096000	7672. 00	0. 01262	0. 00292
水果	林地	18000	22335000	1240. 83	0. 00204	
茶叶	林地	566	165000	291. 52	0. 00048	
油桐子	林地	1600	385000	240. 63	0. 00040	
猪肉	草地	74	32489600	439048. 65	0. 72234	
牛肉	草地	33	4467320	135373. 33	0. 22272	1. 16984
羊肉	草地	33	3655080	110760. 00	0. 18223	
禽蛋	草地	400	3810000	9525. 00	0. 01567	
水产品	水域	29	750000	25862. 07	0. 04255	0. 04255

据统计资料显示, 巫山县能源消费部分主要包括原煤和电力, 计算能源消费足迹时, 以世界单位化石燃料生产土地面积的平均发热量为标准, 将巫山县能源消耗的热量折算成化石燃料用地面积。

巫山县 2006 年生态足迹计算结果见表 2- 3, 乘以均衡因子折算后的生态足迹结果见表 5, 再将各类型生物生产性土地的生态足迹相加就得到巫山县 2006 年人均生态足迹为 1. 296 9 hm<sup>2</sup>。

3. 3 土地承载力的计算方法与过程

利用巫山县 2006 年的土地利用变更数据, 运用上述的生态承载力计算模型, 将各类生物生产性土地面积乘以均衡因子和产量因子, 再减去 12% 的生物多样性保护面积后, 得到巫山县 2006 年的土地承载力为 0. 559 2 hm<sup>2</sup>。

根据表 2- 4 的计算结果, 进一步计算巫山县 2006 年的生态承载力, 并将其生态足迹与生态承载力进行比较, 分析其生态盈余/ 赤字状况( 见表 5)。

表 3 巫山县 2006 年能源消费生态足迹

种类	生态足迹 类型	全球平均能源足迹/ (GJ·hm <sup>-2</sup> )	折算系数/ (GJ·t <sup>-1</sup> )	消费量/ t	生态足迹/ hm <sup>2</sup>	人均生态足迹 (hm <sup>2</sup> /人)
煤炭	化石能源用地	55	20.934	386000	146918.6182	0.2417
电力	建筑用地	1000	0.0036 <sup>*</sup>	8600 <sup>**</sup>	309.6000	0.0005

注: \* 的单位为 GJ/(kW·h), \*\* 的单位为 10<sup>4</sup> kW·h

表 4 巫山县 2006 年生物生产性土地面积

土地类型	土地面积/ hm <sup>2</sup>	占全县 总面积/%	人均面积 (hm <sup>2</sup> /人)
耕地	41810.59	17.09	0.0688
林地	179460.23	73.34	0.2953
草地	2071.54	0.85	0.0034
水域	1828.93	0.75	0.0030
建筑用地	19511.95	7.97	0.0321

3.4 结果分析

上述计算结果表明: 2006 年巫山县的人均生态足迹为 1.296 9 hm<sup>2</sup>, 可利用的人均生态承载力仅为 0.559 2 hm<sup>2</sup>, 人均生态赤字高达 0.737 7 hm<sup>2</sup>。其中, 生态赤字部分主要来源于耕地产品、草地类产品和能源消费。巫山县的人均生态赤字较高, 自然资源消费量远远超过生态承受力, 区域的发展处于不可持续状态, 令人堪忧。

表 5 巫山县 2006 年人均生态足迹与人均生态承载力计算汇总

土地类型	人均生态足迹			人均生态承载力			
	人均面积/hm <sup>2</sup>	均衡因子	均衡面积/hm <sup>2</sup>	人均面积/hm <sup>2</sup>	均衡因子	产量因子	均衡面积/hm <sup>2</sup>
耕地	0.15468	2.8	0.4331	0.0688	2.8	1.20	0.2312
林地	0.00292	1.1	0.0032	0.2953	1.1	0.91	0.2956
草地	1.16984	0.5	0.5849	0.0034	0.5	0.19	0.0003
水域	0.04255	0.2	0.0085	0.0030	0.2	1.00	0.0006
化石能源	0.24170	1.1	0.2658	0.0000	1.1	0.00	0.0000
建筑用地	0.0005	2.8	0.0014	0.0321	2.8	1.20	0.1079

从生态足迹组成结构来看(表 5), 在各种生物生产性土地面积中, 巫山县草地生态占用的面积最大, 占人均生态足迹的 45.1%; 其次是耕地, 占人均生态足迹的 33.4%。这说明, 巫山县人民的消费结构中, 高能量的肉类消费已经占了很大的比例, 也表明其产业结构主要在一、二产业。

4 结论

由上述计算得知, 2006 年巫山县的人均生态足迹为 1.296 9 hm<sup>2</sup>, 可利用的人均生态承载力仅为 0.559 2 hm<sup>2</sup>, 人均生态赤字高达 0.737 7 hm<sup>2</sup>。可见, 巫山县人口规模和人们生活消费模式已经超过巫山县土地生态系统的承受能力, 生态压力巨大, 可持续状况令人堪忧。随着人们生活水平的提高, 对生态环境的压力将会越来越大。若要保证在人民生活水平提高的前提下, 库区的土地资源得到可持续利用,

从生物资源消费看(表 2), 在各种生物资源消费项目中, 人均猪肉的消费占用的生产性土地面积最大, 其次是牛羊肉, 三者占到总生物资源消费生态面积的 92.91%。麻类、棉花、茶叶、油桐子的人均消费占用生产性面积较小。可见, 巫山县人民的日常消费结构中, 肉类生产占用了较多的土地面积, 说明人们生活质量较高。

从能源消费来看(表 3), 据可得数据反映, 巫山县的能源消费中煤炭消费人均占用生物生产性土地面积占了所有能源消费生态面积的绝大部分。化石能源的过度消费, 不仅在一定程度上浪费了资源, 而且也造成了严重的环境污染, 甚至引发一些自然灾害和生态灾害发生。这种以煤炭为主的能源结构特征给巫山县的生态环境造成了巨大压力, 这种能源消费方式需要改变, 应该向清洁能源转变。

就必须加强农业科技投入, 充分挖掘土地生产潜力, 健全移民机制, 缓解人口压力, 切实保护现有耕地数量, 加强人们国土观念的教育, 提高公民珍惜耕地资源, 自觉保护和合理利用土地资源, 保护好生态环境, 实现经济发展和生态环境相结合的可持续发展。

参考文献:

[1] Fu Bojie, Gulinck H. Land evaluation in area of severe erosion: the loess plateau of China[J]. Land Degradation & Rehabilitation, 1994, 5(1): 33-40.

[2] Stomph T J, Fresco L O, Keulen H. Land use system evaluation: concepts and methodology[J]. Agricultural Systems, 1994, 44: 243-255.

[3] 陈晓楠, 施国庆, 赵言文, 等. 水库库周区土地极限承载力分析方法及应用[J]. 河海大学学报: 自然科学版, 2006, 34(5): 587-591.

(下转第 113 页)

## 4 结论

(1) 河西走廊敦煌绿洲天然胡杨林土壤含水量变化总体表现为随深度增加而增加的趋势, 但不同生境不同树龄土壤含水量略有差异。特别是在土壤表层, 这种差异最大; 在深度 0–60 cm 之间各个采样点的土壤水分含量都呈增加趋势, 且增加趋势显著; 60 cm 以下其余各层土壤水分含量变化差异显著, 但变化的趋势趋于平缓。在 100–120 cm, 除 HSH<sub>2</sub> 土壤含水量增加外, 其余各采样点的土壤含水量的变化趋势都呈降低趋势。

(2) 通过计算土壤水分的变异系数可以看出, 不同土壤含水量的变异系数在不同层次间有较明显的差异, 且土层越深, 其含水量变化程度越小。

(3) 各土层含水量的分布在空间上存在着较强的相似性, 各土层含水量的空间分布总体上均呈西低东高的空间分布。

**致谢:** 感谢敦煌市西湖国家级自然保护区管理局袁海峰科长和后坑保护站站长常斐、王志广及相关工作人员在采样中给予的热心帮助与指导。感谢研究生张锐、安建科和曹立国三位同门在野外采样中给予的帮助。

### 参考文献:

[1] 李禄军, 蒋志荣, 车克钧, 等. 绿洲–荒漠交错带不同沙丘土壤水分时空动态变化规律[J]. 水土保持学报,

2007, 21(1): 123–127.

- [2] 王军, 傅伯杰, 邱扬, 等. 黄土丘陵小流域土壤水分的时空变异特征: 半变异函数[J]. 地理学报, 2000, 55(4): 428–438.
- [3] 邱扬, 傅伯杰, 王军, 等. 土壤水分时空变异及其与环境因子的关系[J]. 生态学杂志, 2007, 26(1): 100–107.
- [4] 冉有华, 李新, 王维真, 等. 黑河流域临泽盐碱化草地网格尺度多层土壤水分时空稳定性分析[J]. 地球科学进展, 2007, 24(7): 817–824.
- [5] 常学向, 赵爱芬, 赵文智, 等. 黑河中游荒漠绿洲区免灌植被土壤水分状况[J]. 水土保持学报, 2003, 17(2): 126–129.
- [6] 马海艳, 龚家栋, 王根绪, 等. 干旱区不同荒漠植被土壤水分的时空变化特征分析[J]. 水土保持研究, 2005, 12(6): 231–234.
- [7] 肖德安, 王世杰. 土壤水研究进展与方向评述[J]. 生态环境学报, 2009, 18(3): 1182–1188.
- [8] 魏庆莒, 胡杨[M]. 北京: 中国林业出版社, 1990: 1–17.
- [9] 唐红莉. 祁连山林区土壤水分生态研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2003.
- [10] 徐建华. 现代地理学中的研究方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [11] 张正铎. 空间变异理论及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [12] 敦煌市编纂委员. 敦煌市志[M]. 北京: 新华出版社, 1994.
- [13] 马兴华, 王桑. 甘肃疏勒河流域植被退化与地下水位及矿化度的关系[J]. 甘肃林业科技, 2005, 30(2): 53–55.
- [14] 豪树奇. 额济纳绿洲土壤水分状况的研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2005.

(上接第108页)

- [4] 黄云, 廖铁军, 傅瓦利. 三峡库区土地开发利用潜力与可持续发展: 以重庆市万州区为例[J]. 中国农学通报, 2006, 22(4): 385–388.
- [5] 傅瓦利, 魏朝富. 三峡库区开县土地利用空间优化配置及其生态经济效益的比较研究[J]. 经济地理, 2006, 26(1): 133–136.
- [6] 吴宗法, 杨世港, 谈采田. 移民安置区土地承载力研究[J]. 河海大学学报: 自然科学版, 1999, 27(4): 39–44.
- [7] 邱元锋, 罗金耀. 移民安置区土地资源及人口承载力研究[J]. 中国农村水利水电, 2002, 35(6): 50–52.
- [8] 程见尧. 秭归县移民安置区土地承载力及其可持续农业利用[J]. 华中农业大学学报: 社会科学版, 1999, 33(3): 11–13.
- [9] 刘传江, 朱劲松. 三峡库区土地资源承载力现状与可持续发展对策[J]. 长江流域资源与环境, 2008, 17(4): 522–527.
- [10] William E R. Revisiting carrying capacity: Area based indicators of sustainability[EB/OL]. <http://www.dieoff.com/page110.htm>, 1997-09-27.

- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 赵先贵, 肖玲, 马良煊, 等. 基于生态足迹的可持续评价指标体系的构建[J]. 中国农业科学, 2006, 39(6): 1202–1207.
- [14] 斯藹, 林年丰, 汤洁, 等. 生态足迹法在可持续发展度量及趋势预测中的应用[J]. 干旱区资源与环境, 2006, 20(3): 37–40.
- [15] Wackernagel M, Onisto L, Bello P, et al. National natural capital accounting with the ecological footprint concept[J]. Ecological Economics, 1999, 29(3): 375–3901.
- [16] 贾永飞, 施国庆, 孙中良, 等. 基于生态足迹的移民安置区生态承载力研究: 以丹江口水库工程淅川库区为例[J]. 水利水电科技进展, 2009, 29(3): 32–36.
- [17] 许月卿. 基于生态足迹的北京市土地生态承载力评价[J]. 资源科学, 2007, 29(5): 37–42.