

# 陕南地区土地利用与生态承载力动态变化分析

卓悦<sup>1,2</sup>, 王小文<sup>\*</sup>, 徐杰峰, 杨楠 (1. 西北大学环境科学系, 陕西西安710127; 2. 陕西省环境信息中心, 陕西西安710004)

**摘要** 研究了陕南地区1998~2004年土地利用类型结构、速度、程度以及生态承载力时间和空间动态变化, 利用回归分析方法研究了陕南地区汉中、安康、商洛“三市”土地利用程度与人均生态承载力的关系。结果表明, 陕南地区耕地、水域面积总量及其比例急剧减小, 林地、未利用土地情况相反; 各种类型土地面积变化速度, 时间和空间差异较大; 土地利用程度不断降低; 总生态承载力和人均生态承载力逐年递减, 耕地减少量与其余土地类型增量失衡致使总生态承载力降低。陕南“三市”土地利用程度和人均生态承载力回归分析表明两者之间符合Linear(拟合直线)模型, 拟合程度较好, 平行性明显, 表明“三市”人均生态承载力在一定范围内随土地利用程度的减弱(增强)而有所降低(提高), 且增减趋势基本相同。

**关键词** 陕南; 土地利用; 生态承载力; 动态变化

中图分类号 X37 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2009)03-01266-05

## Dynamic Change of Land Use and Ecological Carrying Capacity in Southern Shaanxi Province

ZHUO Yue et al (Department of Environmental Science, Northwest University, Xi'an, Shaanxi, 710127)

**Abstract** This study aimed to figure out the dynamic change of land use (consists of structure, speed and degree) and ecological carrying capacity in Southern Shaanxi Province from 1998 to 2004, and analyze the relationship between the land use degree and per capita ecological carrying capacity in Hanzhong, Ankang and Shangluo City by regression analysis. The result showed that the area and its proportion of arable land, waters were obviously reduced, which was contrary to the station of forest land and unused land; there were obvious differences in land use change between time and space; land use degree decreased continuously; total and per capita ecological carrying capacity declined annually, the former was due to the imbalance between the reduction of arable land and the increase of other land type. A regression analysis between the land use degree and per capita ecological carrying capacity was fit for Linear model, which has a better simulation degree, the per capita ecological carrying capacity declined (increased) when the land use degree decreased (strengthened) in a certain scale.

**Key words** Southern Shaanxi Province; Land use; Ecological carrying capacity; Dynamic change

土地利用是人类通过一定的行动, 利用土地的特性来满足自身需要的过程<sup>[1]</sup>。自20世纪80年代以来, 土地利用变化成为全球变化研究的重要内容之一, 并取得了一定的研究成果<sup>[2-5]</sup>。生态承载力一般被用来表征一个地区的生态容量, 其主要研究方法包括生态足迹法、自然植被净第一性生产力法、供需平衡法以及高吉喜法等<sup>[6-8]</sup>。目前国内外学者基于统计年鉴和土地统计数据, 利用生态足迹法对生态承载力定量研究较多, 但是关于土地利用变化对地区生态承载力影响的研究尚不多见<sup>[9]</sup>。因此, 笔者以陕南地区作为研究对象, 基于相关统计资料, 利用生态足迹模型研究了该地区的土地利用及生态承载力动态变化, 以及土地利用程度变化对人均生态承载力的可能影响, 以期从土地合理利用的角度出发, 为保持陕南地区可持续发展及保障其生态安全提供依据。

## 1 研究区概况与研究方法

**1.1 研究区概况** 陕南地区位于陕西省南部(区内包括汉中、安康、商洛3市), 位于105°30'30"~111°1'25"E, 31°42'~34°25'40"N, 西接甘肃, 南连四川、重庆、湖北, 东与河南毗邻, 北与陕西本省宝鸡、西安、渭南3市接壤, 国土总面积69 930 km<sup>2</sup>, 约占陕西全省面积的35%, 其中西部属于北亚热带季风气候区, 东部为北亚热带与南暖温带过度地域, 全区气候温和, 雨量充沛, 四季分明; 年平均气温在13.5~15.0℃, 年降水量655~1 100 mm, 降水东部少于西部区; 年日照时数1 395~1 729 h, 西部少于东部区; 多年来地表水资源量383.49亿m<sup>3</sup>, 占陕西省地表水总量的91.3%; 现有森林面积38 833.3 km<sup>2</sup>, 覆盖率为55.5%, 比陕西省平均水平高18.2个百分点。

现有人口约890万, 占陕西省人口总数的23%。经济总量和发展速度均落后于陕西省平均水平。该地区是我国中部地区生态安全屏障以及南水北调中线供水工程主要水源区, 被誉为世界基因的宝库, 也是我国自然资源最富集的地区之一。

## 1.2 研究方法

**1.2.1 土地利用速度变化计算。** 土地利用变化速度可采用土地利用动态度定量描述, 该指标对比较土地利用变化的区域差异和预测未来变化趋势都具有积极的作用。土地利用动态度又可以细分为单一土地利用度和综合土地利用动态度。

单一土地利用动态度可定量描述某研究区一定时间范围内某种土地利用类型变化的速度, 其表达式为<sup>[10-11]</sup>:

$$K = \frac{U_b - U_a}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (1)$$

式中,  $K$ 为研究时段内某一土地利用类型动态度;  $U_a$ 为研究期初某种土地利用类型的数量;  $U_b$ 为研究期末某种土地利用类型的数量;  $T$ 为研究时段长, 当 $T$ 的时段设定为年时,  $K$ 值即为该研究区该特定类型土地利用的年变化率。

综合土地利用动态度表示区域土地利用的整体动态, 其表达式为<sup>[11-12]</sup>:

$$LC = \frac{\sum_{i=1}^n LU_{i-j}}{\sum_{i=1}^n LU_i} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (2)$$

式中,  $LC$ 为研究时段内综合土地利用动态度;  $LU_i$ 为监测起始时间第 $i$ 类土地利用面积;  $LU_{i-j}$ 为监测时段内第 $i$ 类土地利用类型转为非 $i$ 类土地利用面积的绝对值;  $T$ 为监测时段长度。当 $T$ 的时段设定为年时,  $LC$ 的值即为该研究区土地利用年变化率。

**1.2.2 土地利用程度变化计算。** 土地利用程度是土地利用广度和深度的属性表征, 它既反映了土地利用中土地本身的自然属性, 又反映了人类因素与自然环境因素的综合效

基金项目 国家自然科学基金(50678147)项目资助。

作者简介 卓悦(1975-), 女, 广东大浦人, 在读硕士, 工程师, 从事环境规划与评价研究。\* 通讯作者, 副教授, E-mail: wxw8633@163.com。

收稿日期 2008-11-17

应<sup>[13]</sup>。笔者利用刘纪远等提出的土地利用分级原则和分级公式以定量化陕南地区土地利用程度<sup>[14-15]</sup>：

$$I_j = 100 \times \prod_{i=1}^4 A_i \times C_i I_j \quad (100, 400) \quad (3)$$

式中,  $I_j$  为  $j$  时段土地利用程度综合指数, 用以量化时间段内土地利用程度;  $A_i$  为第  $i$  级土地利用程度分级指数;  $C_i$  为第  $i$  级土地利用程度分级面积百分比。其中土地利用类型为未利用土地级(未利用土地或难利用地), 分级指数为 1; 林、草、水用地级(林地、草地、水域), 分级指数为 2; 农业用地级(耕地、园地), 分级指数为 3; 城镇聚落用地级(居民点及工矿用地、交通用地), 分级指数为 4。

土地利用程度变化量可表达为<sup>[16]</sup>：

$$I_{b-a} = I_b - I_a \quad (4)$$

式中,  $I_{b-a}$  为研究期末与研究初期土地利用程度综合指数的差;  $I_b$  为  $b$  时间区域土地利用程度综合指数;  $I_a$  为  $a$  时间区域土地利用程度综合指数; 如果  $I_{b-a} > 0$ , 则该区域土地利用处于发展时期; 否则处于调整期或衰退期。

**1.2.3 生态承载力计算。**生态承载力是指在一定的生活水平条件下, 一个国家或一个地区所能提供其特定人口所需的资源和吸纳这些人口所产生废弃物的生物生产性土地和水域功能用地的总面积, 其中生物生产性土地由化石能源用地、耕地、牧草地、林地、建筑用地和水域等组成<sup>[17-20]</sup>。其计算公式如下<sup>[21-22]</sup>：

$$EC = N \times ec = N \times \prod_{i=1}^6 (a_i \times y_i \times r_i) \quad (i=1, 2, 3, \dots, 6) \quad (5)$$

式中,  $EC$  为总承载力( $hm^2$ );  $ec$  为人均生态承载力( $hm^2/人$ );  $N$  为人口总数(人);  $a_i$  为人均占有的生物生产性面积;  $r_i$  为某类生物生产面积的世界平均潜在生产力与全球各类生物生产面积的平均潜在生产力的比值, 即均衡因子;  $y_i$  为不同类型生态生产性土地产量调整系数, 即产量因子。

均衡因子采用世界野生动物基金会(WWF)2004年报告中所给值, 即建筑用地和耕地为 2.19, 水面为 0.36, 草地为 0.48, 林地和化石能源用地为 1.38, 水电用地为 1.00<sup>[23]</sup>; 产量因子均采用我国平均水平, 即耕地和建筑用地为 1.66, 草地为 0.19, 林地为 0.91, 水域为 1.00<sup>[24]</sup>。鉴于陕南地区特殊的生态环境质量情况及重要作用, 在扣除 12% 生物多样性保护面积的基础上<sup>[25-26]</sup>, 多扣除 3% 以得到陕南地区可利用总承载力及人均生态承载力(以下分别简称为总承载力和人均生态承载力)。

## 2 结果与分析

### 2.1 陕南地区土地利用动态变化

**2.1.1 土地利用结构变化。**由表 1 可知, 1998~2004 年, 陕南地区园地、林地、牧草地、居民点及工矿用地、交通用地、未利用土地增加, 耕地、水域减少。绝对数量变化幅度最大的是耕地和林地, 其变化幅度分别为 239 066.3  $hm^2$  和 212 756.8  $hm^2$ , 其次是水域、未利用土地、居民点及工矿用地、牧草地和交通用地。其中, 耕地减少量大致等于林地、园地、牧草地增加量之和; 水域减少量略高于未利用土地增加量。土地面积比例变化幅度最大的是耕地、林地、园地, 其次是水域、居民点及工矿用地、未利用土地、牧草地、交通用地, 耕地和林地变化比例分别为 3.41% 和 3.03%。此外, 陕南地区各类型土地 1998~2001 年和 2001~2004 年 2 个时段土地面积比例变化差异明显, 园地、牧草地 1998~2001 年面积变化比例幅度超过 2001~2004 年, 分别占研究期内面积变化比例的 60.87% 和 84.62%; 耕地、林地、居民点及工矿用地、水域、未利用土地增减幅度 1998~2001 年落后于 2001~2004 年, 后者分别占研究期内面积变化比例的 60.41%、62.04%、98.08%、88.8%、94.87%; 交通用地面积比例增幅则呈年平均相等趋势。

**2.1.2 陕南地区土地利用类型速度变化。**由表 2 可知, 陕南

表 1 1998~2004 年陕南地区土地利用结构变化

Table 1 Changes of land use structure in southern Shaanxi Province from 1998 to 2004

土地类型 Land type	1998 年		2001 年		2004 年		1998~2004 年变化 Changes from 1998 to 2004	
	面积 $hm^2$	比例 %	面积 $hm^2$	比例 %	面积 $hm^2$	比例 %	面积 $hm^2$	比例 %
	Area	Proportion	Area	Proportion	Area	Proportion	Area	Proportion
耕地 Cultivated land	1 185 995.0	16.89	1 091 068.5	15.54	946 928.7	13.48	- 239 066.3	- 3.41
园地 Garden plot	60 172.1	0.86	70 718.0	1.00	76 506.7	1.09	16 334.6	0.23
林地 Woodland	4 924 671.4	70.13	5 004 852.8	71.28	5 137 428.2	73.16	212 756.8	3.03
牧草地 Grassland	244 005.2	3.48	252 982.5	3.59	253 563.9	3.61	9 558.7	0.13
居民点及工矿用地 Residential points, industrial and mining land	112 701.5	1.61	113 641.9	1.62	150 012.2	2.13	37 310.7	0.52
交通用地 Traffic land	28 154.3	0.40	29 627.5	0.42	31 387.8	0.43	3 233.5	0.03
水域 Water area	137 809.2	1.96	127 795.0	1.82	50 399.3	0.71	- 87 409.9	- 1.25
未利用土地 Unused land	328 191.9	4.67	332 240.9	4.73	410 337.5	5.84	82 145.6	1.17

注: 数据来自《陕西省土地利用现状数据集》(1998~2004 年), 2002 年(含)以后土地分类按 1984 年标准分类统计。下同。

Note: Data came from the Dataset of Land Use Status of Shaanxi Province (1998-2004). Land classification in 2002 is accorded with the standard classification statistics in 1984. The same as follows.

地区 1998~2004 年期间, 耕地、水域年递减率分别为 3.36% 和 10.57%; 园地、林地、牧草地、居民点及工矿用地、交通用地、未利用土地年递增率分别为 4.52%、0.72%、0.65%、5.52%、1.91%、4.17%。全区耕地递减率最快的是安康市和

商洛市, 分别为 3.83% 和 3.60%; 商洛市的园地呈减少趋势, 汉中市和安康市的园地增长率分别为 3.82% 和 6.64%; 全区林地、牧草地、居民点及工矿用地、交通用地、未利用土地都呈现出增长趋势, 其中安康市增长率最快, 分别达到 0.99%、

2.04%、10.64%、2.15%、4.66%；水域陕南地区一直处于递减状况，递减最快的商洛市，其年均递减率为13.17%；年均综合土地利用动态度最大的是安康市，为陕南地区平均水平的1.25倍，最小的是汉中市。

表2 1998~2004年陕南地区土地利用动态度

Table 2 Dynamic degree of land use in southern Shaanxi Province from 1998 to 2004

行政区域 Administrative region	年均单一土地利用动态度 Dynamic degree of the annual average single land use								年均综合土地利用动态度 Dynamic degree of the annual average comprehensive land use
	耕地 Cultivated land	园地 Garden plot	林地 Woodland	牧草地 Grassland	居民点及工矿用地 Residential points, industrial and mining land	交通用地 Traffic land	水域 Water area	未利用土地 Unused land	
汉中市 Hanzhong City	- 2.64	3.82	0.49	0.66	4.51	2.00	- 9.73	4.25	4.08
安康市 Ankang City	- 3.83	6.64	0.99	2.04	10.64	2.15	- 9.76	4.66	6.26
商洛市 Shangluo City	- 3.60	- 1.50	0.72	0.02	3.29	1.48	- 13.17	3.68	4.42
陕南地区 Southern Shaanxi Region	- 3.36	4.52	0.72	0.65	5.52	1.91	- 10.57	4.17	4.90

2.1.3 陕南地区土地利用程度变化。由表3可知,1998~2004年地区土地利用程度综合指数由217.08降至214.75,呈缓慢减少趋势;陕南各市在土地利用程度方面差异和变化量都较小,且各市1998~2001年和2001~2004年减少量呈相等的趋势。其原因包括:陕南地区在该期间进行了大面积的退耕还林还草工作,大量林地、草地得以恢复;陕南地区局部区域严重的水土流失,自然及人类活动影响所致地质灾害的发生导致部分耕地转化为沙地、裸土地、荒草地、裸岩石砾地,以及大面积水域则转化为沼泽地等,均使其未利用土地大面积增加。以安康市为例,2003年其因灾毁而使耕地面积

减少6916.5 hm<sup>2</sup>,是仅次于生态退耕的耕地减少原因之一。此外,通过比较研究初期和研究末期陕南3市与地区土地利用程度综合指数平均值,可发现陕南地区的土地利用程度差异有加大的趋势。其变化量和变化率均以商洛市为最大。其原因在于商洛市在土地利用过程中耕地锐减,土地资源浪费、破坏、衰退,结构合理性较差<sup>[27]</sup>,水域大面积转化,未利用土地剧增,辖区内交通建设、居民居住地等基础设施建设速率低于汉中市、安康市,导致该市土地利用程度变化量和变化率的降幅均居3市的首位。

表3 1998~2004年陕南地区土地利用综合指数及其变化情况

Table 3 Comprehensive index of land use and its changes in southern Shaanxi Province from 1998 to 2004

行政区域 Administrative region	土地利用程度综合指数 Comprehensive index of the land use degree			1998~2004年土地利用程度变化 Changes of land use degree from 1998 to 2004	
	1998年	2001年	2004年	变化量 Variable quantity	变化率 % Variable rate
汉中市 Hanzhong City	216.07	215.37	214.81	- 1.27	- 0.59
安康市 Ankang City	221.63	220.56	219.34	- 2.29	- 1.03
商洛市 Shangluo City	212.40	210.62	209.52	- 2.88	- 1.36
陕南地区 Southern Shaanxi Region	217.08	215.79	214.75	- 2.33	- 1.07

## 2.2 陕南地区生态承载力分析结果

2.2.1 陕南生态承载力动态变化。由表4可知,1998~2004年陕南地区总承载力和人均生态承载力均呈减少趋势,1998~2001年减少幅度及速率明显低于2001~2004年,后者减少速率降低趋势明显,其中人均生态承载力6年间共减少0.0720 hm<sup>2</sup>/人,年减少0.0120 hm<sup>2</sup>/人,变化率为-6.67%;

总生态承载力研究期内共减少460903.7 hm<sup>2</sup>,年减少76817.3 hm<sup>2</sup>,变化率为-4.79%,低于人均生态承载力总变化率。除耕地和水域外,其他用地均表现出增大趋势;变化量最大的是耕地、林地、建筑用地,分别为1.050、0.0178、0.0151 hm<sup>2</sup>/人,其变化率分别为7.22%、6.43%、1.88%。

表4 1998~2004年陕南地区人均生态承载力变化与总生态承载力变化

Table 4 Changes of total and per capita ecological carrying capacity in southern Shaanxi Province from 1998 to 2004

年份 Year	耕地 Cultivated land	草地 Grassplot	林地 Woodland	水域 Water area	建筑用地 Construction land	人均生态承载力 Per capita ecological carrying capacity	总生态承载力 Total ecological carrying capacity
1998	0.4835	0.0025	0.7021	0.0056	0.0574	1.0787	9617653.6
2001	0.4412	0.0026	0.7090	0.0051	0.0579	1.0334	9290539.8
2004	0.3785	0.0025	0.7199	0.0020	0.0725	1.0067	9156749.9
6 a 间变化量 Variable in six years	- 0.1050	0	0.0178	- 0.0036	0.0151	- 0.0720	- 460903.7
6 a 间变化率 % Variable rate in six years	- 7.22	0	6.43	- 0.32	1.88	- 6.67	- 4.79

陕南地区总生态承载力和人均生态承载力变化在陕南“三市”差异也比较明显(表5),主要表现为:“三市”间总承载力和均减小,但总生态承载力减少率小于人均生态承载力减小率,且人均生态承载力差别大,但减小趋势明显,1998年安康市人均生态承载力最大,达到1.176 0 hm<sup>2</sup>/人,汉中市最小,仅为0.986 5 hm<sup>2</sup>/人,相差0.189 5 hm<sup>2</sup>/人,但到2004年,

差距缩小为0.151 0 hm<sup>2</sup>/人;陕南“三市”人均生态承载力均呈减小趋势,其中减少量和减少率最大的是安康市,分别为0.082 1 hm<sup>2</sup>/人和6.98%,汉中市相对最小,但也分别达到0.043 6 hm<sup>2</sup>/人和4.42%;汉中市和安康市人均生态承载力减少量呈年均相等趋势,商洛市则主要集中于2001~2004年,其减少量占6年间减少总量的87.54%。

表5 1998~2004年陕南“三市”人均生态承载力变化与总生态承载力变化

Table 5 Changes of total and per capita ecological carrying capacities in Hanzhong, Ankang and Shangluo Cities from 1998 to 2004

行政区域 Administrative region	1998年 hm <sup>2</sup> /人	2001年 hm <sup>2</sup> /人	2004年 hm <sup>2</sup> /人	人均生态承载力		总生态承载力	
				Per capita ecological carrying capacity		Total ecological carrying capacity	
				变化量 Variable quantity	变化率 % Variable rate	变化量 Variable quantity	变化率 % Variable rate
汉中市 Hanzhong City	0.986 5	0.967 1	0.942 9	- 0.043 6	- 4.42	- 64 132.0	- 1.79
安康市 Ankang City	1.176 0	1.133 9	1.093 9	- 0.082 1	- 6.98	- 199 002.3	- 5.81
商洛市 Shangluo City	1.030 2	1.022 7	0.970 0	- 0.060 2	- 5.84	- 100 708.3	- 4.13

其原因在于:1998~2004年陕南地区虽然城市化进程较慢,退耕还林还草工作也取得了一定效果,但由于陕南地区城市扩展占用耕地以及水土流失等生态环境问题<sup>[28]</sup>,导致以人均耕地面积为主的人均生物生产性土地大量减少以及局部区域不合理的土地利用导致其余各类土地增量失衡,进而致使陕南地区整体及各市总生态承载力降低;陕南地区(“三市”)整体总人口数量基数庞大及其总量持续增长,导致该地区出现严重的人口超载现象,进而降低该地区人均生态承载力。已有的研究表明,陕南地区生态适度人口容量约为647万人,目前该地区人口超载情况明显,并且该现象将持续到2020年,人口超载数量将会维持在280万~330万<sup>[29]</sup>。

**2.2.2 陕南地区土地利用程度与人均生态承载力回归分析结果。**由于土地利用程度可以较好地反映人类因素与自然因素的综合效应,因此该研究以土地利用程度为自变量,人均生态承载力为因变量,分别对汉中、安康、商洛3市土地利用程度与人均生态承载力进行回归分析(表6),并对3条回归直线的平行性和重合性进行了检验(利用SPSS13.0确定回归直线,并就其斜率和截距分别进行协方差分析)。

表6 陕南“三市”土地利用程度与人均生态承载力回归分析结果

Table 6 Regression analysis between land use degree and per-capita ecological carrying capacity in Hanzhong, Ankang and Shangluo Cities

行政区域 Administrative region	回归方程 Regression equation	拟合度 (R <sup>2</sup> ) Fitting degree	显著性水平(P) Significance level
汉中市 Hanzhong City	$y = - 5.589 + 0.03x$	0.904	0.001
安康市 Ankang City	$y = - 2.093 + 0.015x$	0.846	0.003
商洛市 Shangluo City	$y = - 2.708 + 0.18x$	0.892	0.007

上述分析结果表明:陕南“三市”土地利用程度与人均生态承载力之间呈极显著的正相关,且具有统计学意义(R<sup>2</sup>分别为0.904、0.842、0.892, P分别为0.001、0.003、0.007,均<0.05);3条回归直线斜率无差异,截距差异性明显,即陕南“三市”人均生态承载力随土地利用程度在一定范围内减弱(升高)而降低(增大),并且降低(增大)趋势基本相同,同

时由于各市基本情况有一定差异,所以3条直线并不重合。

综上可得,对于陕南“三市”,从土地利用角度而言,提高区域土地利用程度可在一定范围内提高地区人均生态承载力。

### 3 结论与讨论

(1) 陕南地区耕地、水域面积急剧减少,林地和未利用土地面积增幅较大。土地利用转移趋势为:耕地转化为林地、园地和牧草地,水域主要转化为未利用土地。陕南“三市”土地利用变化存在较大的时空差异,时间上2001~2004年土地利用变化较为明显;空间上安康市土地利用变化最快,汉中市最小。

(2) 研究期内,陕南地区土地动态度差异明显。年均单一土地利用动态度最大的分别为水域、园地、未利用土地;年均综合土地利用动态度安康市最大,汉中市最小。

(3) 陕南地区土地利用程度降低,其中商洛市降幅和降低比例均最大。

(4) 陕南地区总承载力和人均生态承载力1998~2004年不断降低,且降幅和比例都较大,各市之间差距缩小;各市减少量和减少率随时间变化差异较大,商洛市主要集中于2001~2004年,汉中市和安康市呈年均减少相同趋势。造成总生态承载力降低的原因在于以耕地为代表的生物生产性土地减小,以及局部区域其余土地增量失衡。人均生态承载力降低是总生态承载力降低和人口基数庞大及其持续增长的结果。

(5) 通过土地利用程度与人均生态承载力之间相关性分析,陕南“三市”土地利用程度与人均生态承载力呈高度正线性相关,且减少(增大)趋势基本相同,这对从土地利用角度提高陕南地区人均生态承载力提供了理论依据。

(6) 陕南地区人均生态承载力的提高是一个综合性的过程,其基本工作应围绕提高地区总生态承载力和控制地区人口总量展开。由于提高土地利用程度与提高地区总生态承载力、控制人口总量的结果是一致的,从而为从土地利用角度提高地区人均生态承载力提供了现实依据,并且应在规划编制等工作中将人口控制和提高土地利用程度工作相结合,由此提高地区人均生态承载力,以保持地区可持续发展及保障其生态安全。

## 参考文献

- [1] 郭怀成, 尚金城, 张天柱. 环境规划学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001: 205 - 207.
- [2] 任志远. 土地利用变化及驱动因素分析[J]. 干旱区研究, 2003, 20(3): 201 - 205.
- [3] 师江澜, 杨改河. 澜沧江源头杂多县1985~2000年土地利用变化分析[J]. 干旱区农业研究, 2008, 26(3): 236 - 240.
- [4] 胡明, 马继东. 安塞县土地利用变化与经济的关系[J]. 水土保持研究, 2008, 15(1): 182 - 185.
- [5] 莫宏伟, 任志远, 谢红霞. 东南丘陵土地利用变化及驱动力研究[J]. 长江流域资源与环境, 2004, 13(6): 551 - 556.
- [6] 王宁, 刘平, 黄锡欢. 生态承载力研究进展[J]. 农业生态科学, 2004, 20(6): 278 - 281.
- [7] 许联芳, 杨勋林, 王克林, 等. 生态承载力研究进展[J]. 生态环境, 2006, 15(5): 1111 - 1116.
- [8] 高吉喜. 可持续发展理论探索——生态承载力理论、方法与应用[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2001: 57 - 80.
- [9] 顾康康, 刘景双, 窦晶鑫. 资源型城市生态承载力对土地利用变化的响应[J]. 生态与农村环境学报, 2007, 23(2): 7 - 11.
- [10] 朱会义, 李秀彬. 环渤海地区土地利用的时空分析[J]. 地理学报, 2001, 56(3): 253 - 259.
- [11] 王秀兰, 包玉海. 土地利用动态变化研究方法探讨[J]. 地理科学进展, 1999, 18(1): 81 - 87.
- [12] 任志远, 张艳芳. 土地利用变化与生态安全评价[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [13] 王安周, 张桂宾, 郑洁, 等. 新乡市土地利用动态变化分析[J]. 水土保持研究, 2008, 15(1): 63 - 65.
- [14] 刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1996: 262 - 275.
- [15] 庄大方, 刘纪元. 中国土地利用程度的区域分异模型的研究[J]. 自然资源学报, 1997, 12(2): 146 - 152.
- [16] 董隼, 臧淑英. 大庆区域环境承载力对土地利用变化的响应[J]. 东北林业大学学报, 2008, 36(4): 45 - 47.
- [17] 李友辉, 董增川, 孔琼菊. 廖坊水利工程对抚河流域生态承载力的影响分析[J]. 长江流域资源与环境, 2008, 17(1): 148 - 151.
- [18] HUANG H Q, WANG R H, REB Z Y, et al. Regional ecological security assessment based on long periods of ecological footprint analysis [J]. Resources, Conservation and Recycling, 2007, 51(1): 24 - 41.
- [19] 任志远, 黄青, 李晶. 陕西省生态安全及空间差异定量分析[J]. 地理学报, 2005, 60(4): 579 - 606.
- [20] 韦良焕, 赵先贵, 高利峰. 基于生态足迹的青海省生态安全初步研究[J]. 水土保持通报, 2007, 27(1): 155 - 158.
- [21] ZHAO S, LI Z Z, LI W L. A modified method of ecological footprint calculation and its application [J]. Ecological Modelling, 2005, 185(1): 65 - 75.
- [22] 毛锋, 宾国澍, 肖劲松. 生态足迹与区域可持续发展评价[J]. 地域研究与开发, 2005, 24(5): 42 - 47.
- [23] 赵先贵, 韦良焕, 马彩虹, 等. 西安市生态足迹与生态安全的动态研究[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 27(1): 1 - 5.
- [24] 徐中民, 陈东景, 张志强, 等. 中国1999年的生态足迹分析[J]. 土壤学报, 2002, 39(3): 441 - 445.
- [25] 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.
- [26] MATHS VACKERNAGEL, LARRY ONSTO, PATRICIA BELLO, et al. National natural capital accounting with the ecological footprint concept [J]. Ecological Economics, 1999, 29(3): 375 - 390.
- [27] 白巧凤, 张晓虎. 浅论商洛山区土地资源的可持续利用[J]. 水土保持学报, 2002, 16(6): 132 - 135.
- [28] 徐杰峰, 王小文, 卓悦, 等. 陕南地区生态环境问题及其潜在影响初探[J]. 水土保持通报, 2008, 28(6): 30 - 35.
- [29] 杨楠. 基于P-S模型的陕南地区生态适度人口容量研究[D]. 西安: 西北大学, 2008.

(上接第1265页)

是苏、美、日、捷等国家在研究、开发利用非传统农用矿物岩石方面, 积累了大量资料。国内在开展农业地质背景研究方面, 也积累了不少资料。这些资料目前比较分散, 各方面还不够完善, 还没有一套完整的、独立系统的学科理论和工作方法<sup>[5]</sup>。长期以来, 地质、农业、水利、环保、气象等部门从不同专业角度出发开展工作研究, 形成了岩、土、水、气、生物等介质的调查和研究方法, 制定了相应的规范, 但这些调查和研究工作多从部门与学科专业角度出发, 调查研究的介质要素相对单一, 分析测试指标较少, 不少方法技术主要适用于局部性、专题性的研究目标。近年来, 重庆市相关地勘单位在沿江经济带也进行了一定的工作, 但各部门工作受条款管理和专业限制, 相互间交流甚少, 影响了科技成果的综合应用。当前, 需要有一套具有科学性、可操作性、实用性的工作方法技术体系予以支持。因此, 近年来, 农业地质评价的框架思路、标准依据、方法模型已成为当今研究的热点课题。

随着当代科技的进步, 高新技术的应用已成为现代农业地质调查和评价的重要手段。如GPS、GIS、RS等技术迅速在农业地质环境调查和研究中得到推广与普及, 为野外调查、快速高效地采集数据资料提供了技术条件; 现代分析仪器、测试方法及技术水平的发展, 土壤沉积物、植物、水等介质中多元素定量测试技术的成熟, 为多要素、多指标因子的农业地质调查综合评价研究提供了方法与手段; 计算机技术、数

据库技术、地理信息系统的发展和成熟, 为海量数据资料的管理、统计处理、空间分析和解释评价提供了技术平台。

### 3 结语

我国是农业大国, 在实现现代化战略目标的进程中, 农业现代化起着基础性重要作用。科学划分农业地质土壤, 合理布局农作物, 注重水土保持, 使有限的耕地发挥最大的经济效益和生态效益, 保证农业经济可持续发展, 有着重要意义<sup>[6]</sup>。笔者建议, 对于重庆市沿江经济带尤其是渝东北的云阳县、奉节县及巫山县等农业地质工作开展相对薄弱的地区, 要结合当地政府规划, 学习国内农业地质工作发达省份(如浙江省)先进的实践经验和理论, 并结合农业地质的自身特征, 有目的地开展较大规模的农业地质调查, 详细划定适于绿色经济作物生长区或有益元素利用区等, 为农业的高速发展提供更翔实的基础资料。

### 参考文献

- [1] 唐将, 张茂忠, 杨乐超, 等. 重庆市沿江经济带生态地球化学报告[R]. 2006.
- [2] 张鹏晖, 朱长生, 栾进华, 等. 重庆市1:5万奉节幅、庙宇幅联测修测设计[Z]. 2008.
- [3] 周国华, 董岩翔, 张建明, 等. 浙江省农业地质环境调查评价方法技术[M]. 北京: 地质出版社, 2007.
- [4] 李明辉, 梁晓龙, 盖玉国, 等. 农业地质主攻方向初探[J]. 沉积与特提斯地质, 2001(2): 1 - 5.
- [5] 韩再生. 生态环境地质调查进展与展望[J]. 地质通报, 2003(12): 977 - 983.
- [6] 林崇献. 土壤与农业地质土壤[J]. 广西地质, 2001(1): 41 - 45.