

# 三峡库区 2010 年度土地利用现状分析

王福海<sup>1</sup>, 周启刚<sup>1</sup>, 杨 霏<sup>2</sup>, 杨鹏五<sup>1</sup>, 王 尧<sup>1</sup>

(1. 重庆工商大学 旅游与国土资源学院, 重庆 400067; 2. 重庆工商大学 长江上游经济中心, 重庆 400067)

**摘 要:**土地是一种稀缺的自然资源,一个区域各部门的生产建设都要落实到土地上,对区域土地利用现状进行全面的研究和分析,能揭示人类利用土地的广度、深度和合理程度,有助于全面分析土地利用变化的内在机理,反映生产规模、水平和特点,为土地利用结构的优化调整提供依据。基于 RS 与 GIS 技术,利用三峡库区 2010 年 TM 影像数据,获得三库区土地利用现状数据,并采用计量地理学和景观生态学的方法对三峡库区土地利用现状进行分析。结果表明:由于自然条件和社会经济条件的不同,三峡库区各区县在土地类型多样化、组合类型形式和区位指数各有差异。从库区土地利用多样化指数来看,兴山县用地类型最单一,主要以林地为主;从土地利用程度来看,渝中区土地利用程度最高;从土地利用综合指数来看,长寿区土地利用综合指数最低。文章旨在为制定保护三峡库区生态环境的相关政策提供参考和依据。

**关键词:**土地利用; RS; GIS; 计量地理; 三峡库区

**中图分类号:** X87

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2013)05-0221-05

## Research for the Land Use Status of Three Gorges Reservoir Area in 2010

WANG Fu-hai<sup>1</sup>, ZHOU Qi-gang<sup>1</sup>, YANG Fei<sup>2</sup>, YANG Peng-wu<sup>1</sup>, WANG Yao<sup>1</sup>

(1. *Tourism and Land Resources School, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China*; 2. *Research Center of the Economy of the Upper Reaches of Yangtze River, Chongqing 400067, China*)

**Abstract:** Land is one of scarce natural resources, the construction in an area should be based on the land. The comprehensive analysis of the land use can show the scope, depth and rationality of it. It also be helpful to analysis the internal mechanism of land use change, and provide the basis for adjustment and optimization of the land use structure. Based on the RS and GIS, the land use status data of the Three Gorges Reservoir area were obtained by using the TM images of 2010. The land use statuses were analyzed with the methods of quantitative geography and landscape ecology in this paper. The results indicate that: due to the different of natural conditions and social and economic condition, there are difference between each counties of the Three Gorges Reservoir area in land type diversification, combination type form and locational index. From the land use diversity index, Xishan's land use type is the most single, and forest is mainly land use. Form land use degree, the highest degree of land use is in Yuzhong District. Form integrated land use index, Changshou District is the lowest. The results provide references for making policies to protect the ecological environment of the Three Gorges Reservoir area.

**Key words:** land use; RS; GIS; quantitative geography; Three Gorges Reservoir Area

土地是人类生存和发展的基本要素,是农业与工业的生产资料和源泉。库区人地矛盾突出,土地资源能否合理利用直接关系到库区居民生活水平的提高、库区经济建设的发展和库区生态环境的保护。

土地利用现状分析是对土地利用类型、数量、分布及其组合特征进行评价和研究的过程,其结果可反

映库区内土地资源的特点和优劣势,诊断土地利用是否合理<sup>[1]</sup>。选择三峡库区作为研究区,一方面了解三峡库区土地利用变化的特点与方向,为库区土地利用规划提供指导;另一方面从定量分析的角度反映社会经济各指标对各类土地利用变化的作用;此外三峡库区作为一个新的研究区,丰富了土地利用变化研究,

同时也验证了传统的土地利用变化研究方法的实用性。本研究以三峡库区为例,借助计量地理学和景观生态学理论,对区域土地利用现状进行较为全面的分析,为土地利用结构的优化调整提供依据。

### 1 研究区概况

三峡库区通常指三峡工程建成后受长江水位影响的区县,沿长江西起重庆市江津区,东至湖北省宜昌市夷陵区。位于东经 106°16′—111°28′,北纬 28°56′—31°44′。东南、东北延伸至鄂西,西南与川黔接壤,西北与川陕相邻。库区横跨重庆、湖北 26 个区县,幅员面积约 57 336 km<sup>2</sup>。2010 年末,三峡库区总人口 3 450.97 万人,其中农业人口 2 317.36 万人,占三峡库区总人口的 67.15%。三峡库区常住人口 3 032.496 万人。城镇化率由 2009 年的 28.42% 增长到 2010 年的 32.85%。2010 三峡库区人均 GDP 为 23 796.2 元。

### 2 数据源与数据处理

此次研究采用美国陆地卫星 Landsat TM 影像

作为信息源来获取土地资源数据。TM 地面分辨率为 30 m。三峡库区全段共涉及 9 景影像,其轨道号为 125038,125039,126038,126039,127038,127039,127040,128039,128040。由于原始影像会存在几何畸变,波普特征不明显以及多个波段分离等问题,需要对原始影像进行几何纠正、图像增强、图像融合等技术处理<sup>[2-3]</sup>。在这一系列处理之后,采用目视判读的方式对遥感影像进行人工解译,得到库区 2010 年的土地利用现状矢量数据。

### 3 土地利用现状结构分析

利用 GIS 软件对解译出的土地利用现状数据进行分析,结果如表 1 所示。库区全段面积为 57 336 km<sup>2</sup>,其中林地最多,面积为 28 987.95 km<sup>2</sup>,占整个库区面积的 50.56%;其次是耕地,面积为 22 554.3 km<sup>2</sup>,比例占 39.34%;草地面积 3 184.43 km<sup>2</sup>,占 5.55%;水域和建设用地面积相当,分别为 1 293.97 km<sup>2</sup>,1 286.89 km<sup>2</sup>,各占总面积的 2.26%,2.24%;未利用地面积最小,为 28.46 km<sup>2</sup>,只占整个库区的 0.05%。

表 1 三峡库区各区县 2010 年度土地利用状况

区县	项目	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地
江津	面积/km <sup>2</sup>	1611.45	1388.60	55.46	84.40	67.07	0.00
	百分比/%	50.25	43.30	1.73	2.63	2.09	0.00
九龙坡	面积/km <sup>2</sup>	206.34	102.66	0.14	19.69	72.70	0.00
	百分比/%	51.39	25.57	0.03	4.90	18.11	0.00
渝中	面积/km <sup>2</sup>	1.89	2.83	0.00	10.97	54.48	0.00
	百分比/%	2.69	4.03	0.00	15.64	77.64	0.00
大渡口	面积/km <sup>2</sup>	41.61	14.73	0.00	12.17	35.24	0.00
	百分比/%	40.11	14.20	0.00	11.73	33.97	0.00
巴南	面积/km <sup>2</sup>	1038.23	680.22	11.65	36.08	55.33	0.22
	百分比/%	56.99	37.34	0.64	1.98	3.04	0.01
南岸	面积/km <sup>2</sup>	111.39	55.82	0.54	11.25	61.16	0.00
	百分比/%	46.38	23.24	0.22	4.68	25.47	0.00
沙坪坝	面积/km <sup>2</sup>	158.28	106.79	1.41	7.16	92.95	0.00
	百分比/%	43.18	29.13	0.39	1.95	25.35	0.00
江北	面积/km <sup>2</sup>	103.68	46.72	0.69	33.01	57.50	0.00
	百分比/%	42.91	19.34	0.29	13.66	23.80	0.00
渝北	面积/km <sup>2</sup>	857.11	319.43	89.59	31.01	145.36	0.43
	百分比/%	59.40	22.14	6.21	2.15	10.07	0.03
北碚	面积/km <sup>2</sup>	392.02	265.52	8.08	17.03	61.94	0.24
	百分比/%	52.63	35.65	1.08	2.29	8.32	0.03
长寿	面积/km <sup>2</sup>	952.77	360.73	13.11	79.45	54.03	0.00
	百分比/%	65.25	24.71	0.90	5.44	3.70	0.00
涪陵	面积/km <sup>2</sup>	1386.58	1146.16	243.00	86.88	46.67	0.15
	百分比/%	47.66	39.39	8.35	2.99	1.60	0.01

续表 1

武隆	面积/km <sup>2</sup>	1173.64	1370.27	261.58	22.71	19.89	0.00
	百分比/%	41.21	48.11	9.18	0.80	0.70	0.00
丰都	面积/km <sup>2</sup>	1353.88	1276.59	203.52	61.80	20.16	0.00
	百分比/%	46.43	43.78	6.98	2.12	0.69	0.00
石柱	面积/km <sup>2</sup>	857.36	1856.85	240.40	17.27	13.97	0.00
	百分比/%	28.71	62.19	8.05	0.58	0.47	0.00
忠县	面积/km <sup>2</sup>	1209.79	734.57	134.17	96.78	15.03	0.00
	百分比/%	55.23	33.54	6.13	4.42	0.69	0.00
万州	面积/km <sup>2</sup>	1706.39	975.52	608.22	97.26	48.35	0.00
	百分比/%	49.67	28.39	17.70	2.83	1.41	0.00
开县	面积/km <sup>2</sup>	2056.93	1403.22	452.75	35.43	29.28	0.00
	百分比/%	51.71	35.28	11.38	0.89	0.74	0.00
云阳	面积/km <sup>2</sup>	1431.23	1761.08	304.14	121.85	24.33	1.02
	百分比/%	39.28	48.33	8.35	3.34	0.67	0.03
奉节	面积/km <sup>2</sup>	1367.10	2523.29	114.56	79.41	40.82	1.07
	百分比/%	33.13	61.15	2.78	1.92	0.99	0.03
巫溪	面积/km <sup>2</sup>	813.76	2918.99	235.87	24.89	15.37	0.38
	百分比/%	20.30	72.81	5.88	0.62	0.38	0.01
巫山	面积/km <sup>2</sup>	970.86	1785.02	83.64	62.44	26.56	0.55
	百分比/%	33.15	60.94	2.86	2.13	0.91	0.02
巴东	面积/km <sup>2</sup>	1045.53	2170.22	1.96	55.04	60.00	7.09
	百分比/%	31.30	64.98	0.06	1.65	1.80	0.21
秭归	面积/km <sup>2</sup>	802.94	1327.56	1.48	92.89	54.61	2.66
	百分比/%	35.18	58.17	0.06	4.07	2.39	0.12
兴山	面积/km <sup>2</sup>	299.73	1895.01	33.61	39.19	46.45	6.87
	百分比/%	12.91	81.65	1.45	1.69	2.00	0.30
夷陵	面积/km <sup>2</sup>	603.84	2499.53	84.86	57.93	67.63	7.78
	百分比/%	18.18	75.25	2.55	1.74	2.04	0.23
库区总计	面积/km <sup>2</sup>	22554.3	28987.95	3184.43	1293.97	1286.89	28.46

4 土地利用现状数量结构分析

土地数量结构分析是对区域内各种土地类型的数量组合进行多样化、组合类型和区位意义研究，其目的在于分析现状土地利用的差异程度。

4.1 多样化分析

土地数量结构多样化用于表征区域内各种地类的齐全程度，其主要的分析方法是运用吉布斯·马丁指数(GM)模型来衡量多样化程度<sup>[4]</sup>。该模型的数学公式为：

$$GM=1-\sum_{i=1}^nf_i^2/(\sum_{i=1}^nf_i)^2$$

(1)

式中： $f_i$ ——区域内第  $i$  种土地利用类型总的占地面积。

根据公式(1)可以看出，GM 的取值范围是 0~1，当  $GM\infty 1$  时，表明该类型土地利用的集中化程度高；

反之，当  $GM\infty 0$  时则说明其集中化程度低。如果类型丰富且不同类型的土地面积比较均衡，则  $GM\infty 1$ ；如果一个区域土地利用类型单一，则  $GM\infty 0$ 。因此，用吉布斯·马丁指数模型也能够反映出土地利用类型的齐全程度。

由表 1 中的数据可以计算出三峡库区及 26 个区县的土地利用现状多样化指数(表 2)。分析结果显示：三峡库区整体土地利用多样化指数为 0.59，土地利用类型较丰富。其中，江北、大渡口、沙坪坝和南岸区的土地利用多样化指数最高，分别为 0.7、0.69，0.66 和 0.66，渝北、忠县、江津、秭归、巴南、石柱、巫山、奉节、长寿、巴东巫溪、夷陵、渝中和兴山的土地利用多样化指数均低于整个库区的平均水平。土地利用多样化指数最低的区县是兴山县，为 0.32，说明兴山县的土地利用类型最为单一。

表 2 三峡库区及其各区县 2010 年度土地利用多样化指数

区县	多样化指数	区县	多样化指数
库区	0.59	丰都	0.59
江津	0.56	石柱	0.52
九龙坡	0.64	忠县	0.58
渝中	0.37	万州	0.64
大渡口	0.69	开县	0.60
巴南	0.53	云阳	0.60
南岸	0.66	奉节	0.52
沙坪坝	0.66	巫溪	0.43
江北	0.70	巫山	0.52
渝北	0.58	巴东	0.48
北碚	0.59	秭归	0.54
长寿	0.51	兴山	0.32
涪陵	0.61	夷陵	0.40
武隆	0.59		

4.2 组合类型分析

近年来,威弗—托马斯组合系数法被看作是研究土地利用组合类型,解决土地结构问题的最好方法。其基本原理是将区域内各种土地利用类型的实际分布与假设的均匀分布进行逐一比较,然后找出最逼近于实际分布的一种均匀分布,这种分布的组合类型即所求的组合类型<sup>[5]</sup>。

其实现的步骤为:首先,各类土地利用类型按面积百分比由大到小顺序。其次,依次假设土地分配给一种类型、两种类型…,当分配给第一种类型时分布即为 100%,其它类型的分布为 0;当分配给前两种类型,则其分布各为 50%,其它类型的假设分布为 0,并依此类推,直至土地均匀分配给所有类型。然后,根据每一种假设分布与实际分布通过对应项之差的平方和计算组合系数。最后,组合系数最小值所对应的假设分布即为该区域的土地利用组合类型。根据上述原理可以得到库区及其各区县的土地利用组合类型情况,如表 3 所示。由表 3 可见,三峡库区的平均土地组合类型为两种,为“林地—耕地”组合类型。从单个区县情况来看,除大渡口、沙坪坝、南岸和江北有三种组合类型外,其他区县均只有一种或两种,说明库区内大多数区县土地利用整体功能偏弱,渝中、巫溪、兴山和夷陵地区尤为单一。

4.3 区位指数分析

区位就是自然地理区位、经济地理区位和交通地理区位在空间地域上有机结合的具体表现。通过对土地利用区位指数的分析能够反映出一个地区各种土地利用类型在更高一层的区域空间内相对聚集的程度。具体的区位指数( $Q_i$ )计算公式为<sup>[4]</sup>:

$$Q_i = (f_i / \sum f_i) / (F_i / \sum F_i) \quad (2)$$

式中: $f_i$ ——区域内第  $i$  种土地利用类型的总面积;

$F_i$ ——高一层区域内对应土地利用类型的总面积;  
 $\sum f_i$ ——该区域土地面积的总和; $\sum F_i$ ——高一层次区域内的土地面积总和。若  $Q_i > 1$ ,则说明区域内该类土地利用类型的区位意义比较明显, $Q_i$  越大则区位意义越大。

由表 4 看出,耕地在库区的多数区县中都具有区位意义,因此说明耕地是三峡库区主要的土地利用类型;渝中区的建设用地区位指数最高,为 34.592 2,可以看出渝中区建设利用程度相当高;而在渝东北奉节、巫溪、巫山和湖北段的 4 个区县中,林地具有区位意义,说明这些地区林地较多,森林资源丰富;而在渝北、涪陵、武隆、丰都、石柱、忠县、万州、开县、云阳和巫溪地区,草地区位指数均大于 1,草地优势明显。

表 3 三峡库区及其各区县 2010 年度土地利用组合类型

区域	组合类型数	组合类型	组合系数
库区	2	林地—耕地	114.01
江津	2	耕地—林地	44.96
九龙坡	2	耕地—林地	598.93
渝中	1	建设用地	499.93
大渡口	3	耕地—建设用地—林地	412.33
巴南	2	耕地—林地	912.26
南岸	3	耕地—建设用地—林地	333.96
沙坪坝	3	耕地—林地—建设用地	178.17
江北	3	耕地—建设用地—林地	378.43
渝北	2	耕地—林地	864.67
北碚	2	耕地—林地	212.89
长寿	2	耕地—林地	872.49
涪陵	2	耕地—林地	117.96
武隆	2	林地—耕地	80.87
丰都	2	耕地—林地	51.44
石柱	2	林地—耕地	601.64
忠县	2	耕地—林地	298.42
万州	2	耕地—林地	466.96
开县	2	耕地—林地	219.67
云阳	2	林地—耕地	117.70
奉节	2	林地—耕地	408.91
巫溪	1	林地	739.50
巫山	2	林地—耕地	403.78
巴东	2	林地—耕地	573.90
秭归	2	林地—耕地	286.31
兴山	1	林地	336.67
夷陵	1	林地	612.49

4.4 土地利用程度分析

土地利用程度主要反映了土地系统中人为因素的影响程度,而土地系统本身是一个复杂的自然社会综合体。土地利用程度的分级为:农业用地级、林草用地级、城镇聚落用地级和未利用地级。其中耕地的土地利用分级指数为 1;林地、水域和草地的土地利用分级指数为 2;建设用地的土地分级指数为 3;未利用地的土地分级指数为 4,其表达土地利用程度综合

指数( $L_a$ )的具体公式如下<sup>[6]</sup>：

$$L_a=100\times\sum_{i=1}^nA_i\times C_i\quad L_a\in[100,400]\quad (3)$$

式中： $A_i$ ——一个区域中某一类土地利用类型程度分级指数； $C_i$ ——该类土地利用类型的面积百分比。由式(3)可知，土地利用程度综合指数是一个取值区间[100,400]之间的连续函数。在一定的单位网络区域

内，综合指数的大小反映土地利用程度的高低。任何地区的土地利用程度均可以通过计算其综合指数的大小而得到。由于土地利用变化的驱动因子来源于自然和社会两个方面，故通过土地利用程度综合指数，可以很好地体现自然和人类社会因子对土地利用的影响。

表 4 三峡库区及其各区县 2010 年度土地利用区位指数

区县	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地
江津	1.2774	0.8564	0.3113	1.1661	0.9318	0.0000
九龙坡	1.3064	0.5057	0.0061	2.1733	8.0666	0.0000
渝中	0.0684	0.0798	0.0000	6.9283	34.5922	0.0000
大渡口	1.0195	0.2808	0.0000	5.1975	15.1334	0.0000
巴南	1.4488	0.7385	0.1151	0.8775	1.3532	0.2458
南岸	1.1791	0.4598	0.0404	2.0750	11.3457	0.0000
沙坪坝	1.0976	0.5762	0.0695	0.8657	11.2966	0.0000
江北	1.0909	0.3825	0.0515	6.0535	10.6039	0.0000
渝北	1.5100	0.4379	1.1180	0.9521	4.4884	0.5951
北碚	1.3380	0.7051	0.1953	1.0129	3.7053	0.6369
长寿	1.6589	0.4887	0.1617	2.4111	1.6487	0.0000
涪陵	1.2115	0.7792	1.5038	1.3232	0.7146	0.1024
武隆	1.0476	0.9516	1.6536	0.3533	0.3112	0.0000
丰都	1.1803	0.8659	1.2567	0.9390	0.3081	0.0000
石柱	0.7300	1.2300	1.4497	0.2563	0.2085	0.0000
忠县	1.4041	0.6633	1.1029	1.9578	0.3057	0.0000
万州	1.2626	0.5616	3.1874	1.2543	0.6270	0.0000
开县	1.3146	0.6978	2.0494	0.3947	0.3280	0.0000
云阳	0.9985	0.9560	1.5029	1.4818	0.2975	0.5663
奉节	0.8423	1.2095	0.4999	0.8527	0.4408	0.5215
巫溪	0.5160	1.4401	1.0593	0.2751	0.1708	0.1904
巫山	0.8426	1.2054	0.5142	0.9445	0.4040	0.3777
巴东	0.7958	1.2852	0.0106	0.7303	0.8005	4.2799
秭归	0.8944	1.1506	0.0117	1.8035	1.0662	2.3497
兴山	0.3283	1.6150	0.2607	0.7482	0.8917	5.9616
夷陵	0.4621	1.4884	0.4600	0.7727	0.9072	4.7204

表 5 三峡库区及各区县土地利用程度综合指数

区域	土地利用综合指数	区域	土地利用综合指数
库区	163.01	丰都	154.26
江津	151.84	石柱	171.75
九龙坡	166.72	忠县	145.45
渝中	274.95	万州	151.74
大渡口	193.86	开县	149.02
巴南	146.07	云阳	161.44
南岸	179.08	奉节	167.91
沙坪坝	182.18	巫溪	180.11
江北	180.89	巫山	167.80
渝北	150.73	巴东	170.92
北碚	155.75	秭归	167.44
长寿	138.45	兴山	189.68
涪陵	153.96	夷陵	184.33
武隆	159.49		

从表 5 分析得出，渝中区的土地利用程度最高，长寿区最低；另外，大渡口、兴山、夷陵、沙坪坝、江北、

巫溪的土地利用程度相当，都较高；而云阳、武隆、北碚、丰都、涪陵、江津、万州、渝北、开县、巴南、忠县和长寿均低于整个库区的平均水平。

5 结 论

整个库区林地面积较大，占整个库区面积的一半，有区县林地更是占了 80%以上，这从另一方面也说明，库区山地较多，森林资源丰富。三峡库区各区县土地利用情况差异很大，土地类型多样化、组合类型形式和区位指数各有差异。渝中区除水域以外主要为建设用地，用地类型单一；而从多样化指数来看，湖北省的兴山县用地类型最单一，主要以林地为主。从土地利用程度来看，渝中区土地利用程度最高，土地利用综合指数最低的是长寿区。

需要从以下几个方面进行改善:

(1) 节约利用土地,加强农业科技研究和推广应用,提高土地的生态承载力<sup>[17]</sup>,解决土地资源紧张的问题;科学管理矿产资源,减弱资源开采强度,加强对矿产资源的保护<sup>[18]</sup>,改变原有粗放式资源开发模式,降低产业经济对资源的依赖性,缓解资源匮乏的现状。

(2) 降低矿产、冶金、石化等严重污染工业在经济结构中所占的比重。实现在经济发展上制定严格的环保标准,控制引进环境污染企业和项目,建立和实施石家庄市的生态补偿机制<sup>[19]</sup>,并以此为基础来减轻石家庄市环境污染严重的程度。

(3) 全面建设和推广使用循环经济,在提高经济发展水平的同时降低对自然资源的消耗,提高资源的利用效率,能够有效地解决经济发展与资源环境承载力不足之间的矛盾<sup>[20]</sup>。在此基础上,积极引进新技术,完成经济增长由资源推动向技术推动的转变,从而实现石家庄市生态经济系统的可持续发展<sup>[21]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] Rees W E. Ecological footprint and appropriated carrying capacity: what urban economics leave out[J]. *Environment and Urbanization*, 1992, 4(2): 120-130.
- [2] Wackernagel M, Rees W E. *Our Ecological Footprint Reducing Human Impact on the Earth*[M]. Gabriola Island: New Society Publishers, 1996.
- [3] 张威,张恒庆.生态足迹方法:辽宁省2005—2007年生态足迹计算与分析[J]. *环境科学与管理*, 2010, 35(6): 150-153.
- [4] 尹璇,倪晋仁,毛小琴.生态足迹研究述评[J]. *中国人口·资源与环境*, 2004, 14(5): 45-52.
- [5] 金丹,卞正富.基于能值的生态足迹模型及其在资源型城市的应用[J]. *生态学报*, 2010, 30(7): 1725-1733.
- [6] 柴志敏,刘小英,李富忠,等.2003—2007年山西省生态足迹动态变化分析[J]. *干旱区资源与环境*, 2011, 25(3): 49-52.

- [7] WWF2004: *Living Planet Report* [EB/OL]. <http://www.China.info.gov.cn/data/200503,2004-10-10>.
- [8] Wackernagel M, Onisto L, Bello P, et al. National natural capital accounting with the Ecological Footprint Concept[J]. *Ecological Economics*, 1999, 29(3): 375-390.
- [9] 林锡雄.台湾物质流之建置与应用研究初探[D].台湾:中原大学,2001.
- [10] 姚星期.基于物质流核算的浙江省循环经济研究[D].北京:北京林业大学,2009.
- [11] Schuetz H, Bringezu S. *Economy-wide Material Flow Accounting(MFA): Technical Documentation*[R]. Germany: Wuppertal Institute, 1998.
- [12] 张音波,陈新庚,彭晓春,等.广东省环境经济系统的物质流分析[J]. *环境科学学报*, 2008, 28(5): 1021-1031.
- [13] 黄和平,毕军,张炳,等.物质流分析研究述评[J]. *生态学报*, 2007, 27(1): 368-379.
- [14] 王明星.中国气候与海平面变化及其趋势和影响(三):全球气候变暖[M].济南:山东科学技术出版社,1996.
- [15] 张礼军.基于物质流和生态足迹核算的甘肃省循环经济评价研究[D].兰州:兰州大学,2011.
- [16] 刘敬智,王青.中国经济的直接物质投入与物质减量分析[J]. *资源科学*, 2005, 27(1): 46-51.
- [17] 李兰图,陈文宽,孙丽娜.江苏省土地综合承载力时空差异分析[J]. *水土保持研究*, 2011, 18(1): 12-16.
- [18] 李佳,雷国平,崔明哲,等.基于三角模型的矿业城市土地利用可持续性评价[J]. *水土保持研究*, 2012, 19(5): 196-201.
- [19] 杨志平.基于生态足迹变化的盐城市麋鹿自然保护区生态补偿定量研究[J]. *水土保持研究*, 2011, 18(2): 261-264.
- [20] 宫继萍,潘竟虎,石培基.基于生态足迹和灰色关联度的甘肃省可持续发展研究[J]. *水土保持研究*, 2011, 18(2): 198-201.
- [21] 赵卉卉,王远,谷学明,等.基于物质流和生态足迹的可持续发展指标体系构建:以安徽省铜陵市为例[J]. *生态学报*, 2012, 32(7): 2025-2032.

(上接第225页)

#### 参考文献:

- [1] 朱凤武,彭补拙,丁建中,等.温州市土地利用空间格局研究[J]. *经济地理*, 2001, 21(1): 101-104.
- [2] 陈述彭,赵英时.遥感地学分析[M].北京:测绘出版社,1990.
- [3] 赵英时.遥感应用分析原理与方法[M].北京:科学出版

社,2003.

- [4] 吴殿廷,乔家君,曹康,等.区域分析与规划教程[M].北京:北京师范大学出版社,2007.
- [5] 刘闯.区域土地数量分析模型及其应用[J]. *中国土地科学*, 1989, 3(3): 31-38.
- [6] 张树文,张养贞,李颖,等.东北地区土地利用/覆被时空特征分析[M].北京:科学出版社,2006.