

安徽省土地利用格局演变及其预测研究

陈丹丹, 鲁成树, 吕军, 张明锋

(安徽师范大学 国土资源与旅游学院, 安徽 芜湖 241003)

摘要:以 1996—2005 年安徽省土地利用变更数据为基础资料,采用景观生态学结构定量分析方法对该省土地利用格局演变进行了分析。结果表明,安徽省土地利用多样性和均匀度呈增强趋势,优势度则呈减弱趋势。并运用 NOSA 的典型相关分析进行了土地利用格局演变驱动机制研究,借助 GKSIM 模型对土地利用格局演变趋势进行了预测分析。结果表明,到 2020 年,安徽省耕地、园地、牧草地、水域、未利用地面积将减少,而林地、居民点工矿用地、交通用地呈上升趋势,土地利用变化速度减小。该研究结果对安徽省优化土地资源配置,促进土地资源合理利用具有现实意义,也可为土地利用总体规划修编和土地利用政策的制定提供参考。

关键词:土地利用格局;景观生态学;NOSA;GKSIM 模型;安徽省

文献标识码:A

文章编号:1000—288X(2009)04—0180—06

中图分类号:F301.2

Evolution and Prediction of Landuse Pattern in Anhui Province

CHEN Dan-dan, LU Cheng-shu, LU Jun, ZHANG Ming-feng

(College of Territorial Resources and Tourism, Anhui Normal University, Wuhu, Anhui 241003, China)

Abstract: Based on the data from landuse change survey in Anhui Province from 1996 to 2005, the evolution of landuse pattern in the province is studied using structural quantitative analysis methods of landscape ecology. It is found that the diversity and evenness of landuse show an upward trend and the dominance shows a downward trend. The drive mechanisms of the evolution of landuse pattern are studied by means of canonical correlation analysis of NOSA and the trend of evolution of landuse pattern is predicted using GKSIM model. Results show that by 2020, the areas of cultivated land, garden land, grass land, water surface, and unutilized land will decrease, but forest land, housing, industrial and mineral land, as well as land for traffic will increase; and the rate of landuse change will decrease. The study is significant for the optimization of land resource allocation and the rational use of land resources and gives references for landuse plan and landuse policy making.

Key words: landuse pattern; landscape ecology; NOSA; GKSIM model; Anhui Province

土地利用格局演变是当前土地利用相关研究的热点,景观生态学相关理论的应用为其提供了新的发展空间。区域土地景观格局研究将土地利用/土地覆被变化(LUCC)的空间特征和时间过程紧密联系,可以更好的分析和理解土地利用格局演变规律。

国外对土地利用景观格局的研究比较早,研究方法也比较成熟^[1-2],相对而言,我国的土地利用景观格局研究历史还比较短暂,当前研究主要集中在对景观的结构和动态演变研究上。周华峰等^[3-4]利用景观指数分别对北京东灵山地区和辽河下游的景观格局进行了研究;张希彪等^[5-7]运用 RS 和 GIS 技术结合景观生态学结构定量方法分别对泾河上游流域、南京市和鄱阳湖地区十几年来土地利用结构特征的变化进

行了研究,并分析了造成变化的主要驱动力及驱动机制。目前主要采用空间统计特征比较、马尔柯夫转移矩阵法和以元细胞自动理论为基础的景观格局动态模拟对土地景观格局演变分析。曾辉等^[8-11]利用空间自相关分析方法和马尔柯夫模型对深圳、海口和福建省等地进行了土地利用景观动态分析和预测;陈利顶等^[12]提出了借用模式识别的原理和方法开展景观格局分析与尺度转换的思路,为土地利用景观格局研究提供了新的研究方法。

土地利用格局演变过程极其复杂,受多种因素的综合影响。总结当前的研究发现,对土地利用景观变化进行定量分析采用的模型主要集中在对土地利用转移矩阵的比较修正,但未能有效地引入相应的驱动

收稿日期:2008-11-24

修回日期:2009-03-13

资助项目:安徽省哲学社会科学规划项目(AHSKF05-06D28);安徽省软科学研究计划项目(07030503014)

作者简介:陈丹丹(1985—),女(汉族),安徽省芜湖市人,硕士研究生,研究方向为土地评价与规划。E-mail:asdgltddd@sohu.com; cdd711@mail.ahnu.edu.cn.

因子,且很少考虑格局内部相互之间的关系。本研究在区域土地利用格局演变特征分析的基础上,结合未来社会经济发展态势,借助 GKSIM 模型,对安徽省土地利用格局演变趋势进行预测研究。预测不仅考虑了土地利用类型间的相关关系,还引入了社会经济因子对土地利用格局演变的驱动力作用,研究结果对安徽省优化土地资源配、促进资源合理利用具有重要意义。

1 研究方案

1.1 研究区概况

安徽省位于全国经济发展的战略要冲和国内几大经济板块的对接地带。近年来,安徽省与长江三角

洲经济圈融合趋势不断增强,土地利用结构调整频繁,因此选择安徽省作为研究对象具有很强的典型性和代表性。

安徽省地处长江中下游,介于东经 114°54'—119°37',北纬 29°41'—34°38' 之间,土地总面积约 $1.40 \times 10^5 \text{ km}^2$,约占全国土地总面积的 1.46%。2005 年全省总人口 6 515 万人, GDP 达 5375.84 亿元,位居全国第 15 位^[13]。安徽省地形地貌复杂多样,平原、丘陵、山地相间排列,其中以山地、丘陵为主。1996—2005 年,全省土地利用变化的特点是耕地、园地、牧草地、水域用地和未利用地面积减少,其中耕地减少数量最大,园地和水域用地面积变化幅度不大,林地和各项建设用地面积不断增长(表 1)。

表 1 安徽省土地利用结构变化

用地类型	1996 年		2005 年		净增减 数量/ hm^2	年均变化/ hm^2
	面积/ hm^2	比重/ %	面积/ hm^2	比重/ %		
耕地	5 971 720.64	42.62	5 733 947.41	40.92	- 237 773.23	- 26 419.25
园地	344 875.62	2.46	341 906.93	2.44	- 2 968.69	- 329.85
林地	3 378 719.61	24.11	3 599 831.60	25.69	221 111.99	24 568.00
牧草地	43 413.63	0.31	28 025.16	0.20	- 15 388.47	- 1 709.83
居民点工矿用地	1 262 970.74	9.01	1 304 571.12	9.31	41 600.38	4 622.26
交通用地	261 456.05	1.87	281 652.84	2.01	20 196.79	2 244.09
水域用地	1 996 070.49	14.24	1 988 384.99	14.19	- 7 685.50	- 853.94
未利用地	753 352.42	5.38	734 259.15	5.24	- 19 093.27	- 2 121.47

注:数据来源于安徽省土地利用变更调查数据。

1.2 研究方法

(1) 土地利用格局分析模型。采用景观生态学中结构数量分析方法对土地利用格局演变特征进行研究,选取多样性、优势度和均匀度作为分析指数,各指数含义及计算方法参见文献[1-7]。

(2) 典型相关分析。采用 NOSA 软件进行典型相关分析,揭示土地利用演变和驱动因子之间的相关关系。

(3) GKSIM 预测模型^[14-18]。借助 GKSIM (generalized Kane's simulation model) 模型,对安徽省未来土地利用格局进行预测。GKSIM 模型是日本 LU/ GEC 项目基于美国学者提出的用于环境模拟和政策评估的 KSIM 模型所构建的土地利用变化和驱动因子之间的函数关系,用于模拟区域未来土地利用动态变化。我国学者摆万奇,丁贤忠、张克锋、彭晋福等先后采用该模型对奈曼旗地区和中国未来土地利用变化进行模拟分析并取得了一定成果。GKSIM 模型的一般形式为:

$$y_{i,t+1} = b_i - q_i (b_i - y_{i,t} / s_i)^{s_i W_{i,t} d_t}$$

$$\sum_{i=1}^n y_i(t+1) = T$$

式中: n ——土地利用类型的数量; $y_{i,t}$ ——第 i 种土地利用类型在 t 时的面积, $i = 1, \dots, n$; q_i —— i 种土地利用类型的极端边际值之差; b_i ——第 i 种土地利用类型的最大边界值; q_i, s_i ——统计参数; T ——区域土地总面积; d_t ——保证区域土地总面积保持不变的调整系数; $W_{i,t}$ ——土地利用类型内部之间相互作用力 $W_{1(i,t)}$ 及外部驱动力 $W_{2(i,t)}$ 对土地面积的综合影响。

2 土地利用格局演变及其驱动机制分析

2.1 土地利用格局演变特征分析

研究结果显示,1996—2005 年安徽省土地利用类型的数量保持不变,土地利用多样性、均匀度总体呈增强趋势,而优势度则呈现减弱趋势(图 1—2)。产生这种演变特征的主要原因是随着社会经济的快速发展、城市化进程的加快,安徽省土地利用结构中占有绝对优势的耕地面积不断减少,而居民点及工矿

用地、交通用地等土地利用类型的面积不断上升,同时由于实施生态退耕政策,林地面积也出现大幅上升,使得各利用类型的土地面积更趋于平均和多样。图 1—2 的结果存在一个共同之处,即 2001—2004 年间各计算结果变化最为剧烈,说明安徽省土地利用结构在 2001—2004 年间存在一个较强的变化。

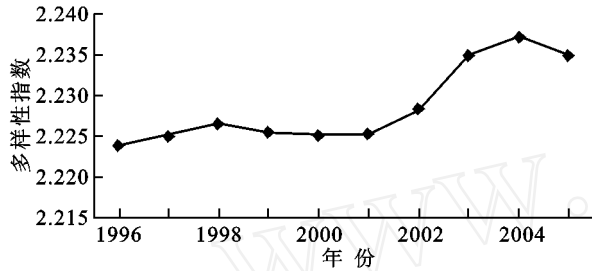


图 1 安徽省 1996—2005 年土地利用多样性变化

2.2 驱动机制分析

从长期来看,自然和人为因素都驱动着土地格局演变,但短期内,人类活动无疑是主要的驱动力。由

于研究的时间跨度小,期内自然因素相对稳定,主要对土地利用格局演变和社会经济驱动因子之间的相关关系进行研究。标准变量组 Y 反映期内各类土地利用变化,为增强研究的可行性,选取变化较为显著的地类进行驱动机制分析。自变量组 X 反映各社会经济条件的变化。采用 NOSA 探索性分析中的典型相关分析进行分析,得出运行结果(表 2)。相关分析和检验表明判别的解释变量能充分的解释相应指标变量的变化。

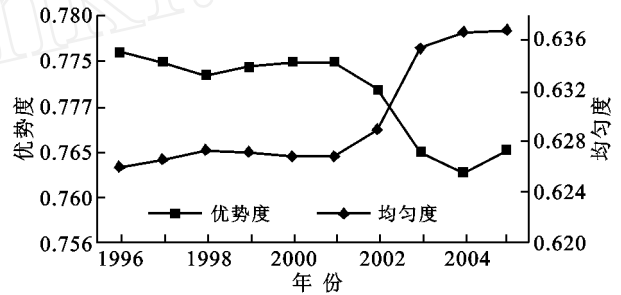


图 2 安徽省 1996—2005 年土地利用优势度和均匀度变化

表 2 安徽省土地利用变化的典型载荷典型相关分析

变量名称	涵义	典型载荷				
		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
组 Y: 地类	ZY1 耕地	- 0.711 8	0.025 3	- 0.181 9	- 0.109 5	0.096 0
	ZY2 林地	- 0.197 2	0.462 0	- 0.154 6	- 0.089 9	0.413 5
	ZY3 牧草地	- 0.061 1	0.126 1	0.424 5	- 0.438 0	0.250 9
	ZY4 居民点工矿用地	0.531 0	0.616 1	0.494 9	0.174 2	- 0.362 2
	ZY5 交通	0.227 1	- 0.526 4	0.535 2	0.105 0	- 0.304 6
组 X: 社会 经济 因素	ZS1 总人口/10 ⁴ 人	0.154 1	- 0.285 0	0.156 5	0.460 4	- 0.358 3
	ZS2 农业人口/10 ⁴ 人	- 0.427 5	0.351 4	0.439 6	- 0.001 4	0.393 4
	ZS3 GDP/10 ⁴ 元	0.277 8	- 0.178 3	0.164 8	0.333 2	- 0.466 4
	ZS4 固定资产投资/10 ⁴ 元	0.189 3	0.527 3	0.442 7	- 0.237 0	- 0.421 1
	ZS5 城市化水平/ %	0.330 3	0.211 6	0.518 1	- 0.384 2	- 0.018 4
	ZS6 农业生产总值/10 ⁸ 元	- 0.237 3	0.037 1	- 0.094 6	0.104 8	0.090 8
	ZS7 工业生产总值/10 ⁸ 元	0.564 5	0.204 6	0.325 2	0.311 5	- 0.079 5
	ZS8 粮食总产量/10 ⁷ kg	0.322 6	0.111 2	- 0.061 8	- 0.011 0	- 0.113 5
	ZS9 农业机械总动力/10 ⁴ W	0.106 0	0.138 1	0.038 0	- 0.031 0	- 0.313 0
	ZS10 人均 GDP/元	0.150 3	0.454 9	0.227 8	0.340 9	0.242 3
	ZS11 农民人均纯收入/元	- 0.075 2	0.223 5	- 0.101 2	0.193 6	0.200 4
	ZS12 职工工资/元	0.290 0	0.210 1	0.114 1	0.094 6	0.247 6
	ZS13 人均粮食占有量/kg	0.559 0	0.170 0	0.359 0	0.415 0	0.079 0

注:经济数据均来源于安徽省统计年鉴。

第一个典型变量将耕地从其它地类中分离出来,其典型载荷为 - 0.711 8,自变量组中与之相对应的解释变量主要是工业生产值和人均粮食占有量,相应的典型载荷分别为 0.564 5 和 0.559 0,均呈负相关,表明在人均粮食充足的情况下,随着工业的不断

发展,一部分耕地被转换成了其它用地。第二个典型变量将居民点工矿用地从其它地类中分离出来,其典型载荷为 0.616 1,自变量组中与之相对应的解释变量为固定资产投资和人均 GDP,相应的载荷分别为 0.527 3 和 0.454 9,均呈正相关,表明随着地方经济

的发展,城乡建设进一步加快,城乡建设用地需求量上升。第3个典型变量将交通用地从其它类型中分离出来,其典型载荷为0.5352,其驱动因子主要是城市化水平和固定资产投资,相应的载荷分别为0.5181和0.4427,表明安徽省为促进经济增长和城市化加快,加强了交通建设,使交通用地面积增加;第4个典型变量将牧草地从林地中分离出来,其典型载荷为-0.4380,驱动因子主要是总人口和人均粮食占用量,均呈负相关,表明为保障粮食安全,在农业生产技术没有突破性革新的情况下,只能依靠耕地面积的扩张来实现,牧草地转换为耕地便是牧草地面积减少的一个主要原因。

对典型相关分析做进一步研究,将安徽省土地利用格局演变的主要驱动力归纳为经济发展、城市化水平提高和人口增长3个方面。经济高速发展,社会生产规模逐步扩大,伴随收入和投资的增加,城乡建设用地和交通用地迅速增加,农用地向非农建设用地转化的速度明显加快;城镇化进程加快,城镇外延扩张,大量农业人口流入城镇,建设用地不断增加而耕地减少;人口的增加导致居住用地和土地利用输出产品需求量的增加^[19],而输出产品量的增加只有两条途径:调整系统结构、转变土地利用方式和扩大土地利用面积、开发未利用地,从而势必影响土地利用格局。

3 安徽省土地利用格局演变预测研究

3.1 相关参数准备

3.1.1 驱动力参数 以GDP、城市化、人口作为土地利用格局变化的主要外部驱动因素,其变化速率对

土地利用格局演变有着重要影响,具体体现在函数式 $W_{1(i,t)}$ 中^[16-17]。

$$W_{1(i,t)} = C_p \left(\frac{p_t + 1}{p_t} \right)^{K_p} + C_e \left(\frac{e_t + 1}{e_t} \right)^{K_e} + C_u \left(\frac{u_t + 1}{u_t} \right)^{K_u}$$

式中: p_t, e_t, u_t ——分别为 t 时的人口、GDP、城市化; C ——驱动因素对土地利用的影响; K ——反映驱动因素与土地利用之间的关系, $K=1$ 为正向作用, $K=0$ 为没有作用, $K=-1$ 为负向作用。

对安徽省社会经济发展分析,在现有相关研究基础上,确定了相关驱动力参数:到2010年和2020年,安徽省人口分别为6730万和7100万;城镇化水平分别达到42%和55%;全省GDP分别达1万亿元和2.6万亿元(《安徽省城镇体系规划》、《安徽省国民经济和社会发展规划第十一个五年规划纲要》)。

3.1.2 相关模型参数 通过土地利用变化率分析,参考土地利用总体规划等相关权威资料,结合专家意见确定安徽省未来二十年土地类型的可能边界值(表3)。在一定的区域内,土地利用总面积是不变的,因此,一种土地利用类型的变化必然会对其它土地利用类型产生一定的作用,土地利用变化内部变量的作用主要体现在 $W_{2(i,t)}$ 中^[16-17]:

$$W_{2(i,t)} = \frac{V_i + (|C_{ij,t}| + C_{ij,t})}{V_i + (|C_{ij,t}| - C_{ij,t})}$$

式中: $C_{ij,t}$ ——时间 t 时 y_i 和 y_j 之间的相互作用; $V_i > 0$, 一般情况取1。结合前文研究,对土地利用变化内部之间作用方式及土地利用变化与驱动力之间作用方式进行分析,确定其相关系数,量化各因子对土地格局演变的作用强度。

表3 土地利用变化边界值

项目	土地利用变化边界值							10 ⁴ hm ²
	耕地	园地	林地	牧草地	居民点工矿	交通用地	水域用地	未利用地
上限	580.25	36.22	740.78	4.50	150.56	34.95	206.44	74.10
下限	382.19	30.57	356.16	0.89	126.28	26.15	184.78	66.34

3.2 土地利用格局预测分析

对安徽省土地利用预测的结果显示,土地利用在未来十几年内仍将呈现较大变动。耕地面积将进一步减少,但减少幅度会下降,城乡建设用地和交通用地等建设用地面积将持续上升,其它各地类面积也将各有增减,土地利用的总趋势是变化速度减小(图3)。在土地利用政策稳定的前提下,预测结果能基本反映安徽省未来十几年的土地利用格局演变趋势。

(1) 耕地仍将呈下降趋势。1996—2005年,安徽省耕地面积减少了237773.23 hm²,年均减少26419.25 hm²,耕地的减少与经济发展和产业政策有必然的联系。预测到2020年,耕地面积将减少到

5654200 hm²,年均减少5360 hm²,耕地减少幅度下降,表明为落实最严格的耕地保护政策,耕地被占用的强度和速度均在下降。按预测人口计算,2020年人均耕地为0.0796 hm²,与2005年的0.088 hm²相比下降了0.008 hm²,下降幅度达9.53%。因此,为保障安徽省粮食生产安全,未来土地利用必须以耕地保护为前提,严格控制耕地的流失,加大耕地的补充力度,加强基本农田建设与保护,统筹耕地数量和质量。

(2) 园地面积将持续减少。1996—2005年,安徽省园地变化幅度不大,面积减少了2968.69 hm²,年均减少329.85 hm²。预测到2020年,园地将下降

为 317 400hm², 结果显示园地变化形势不容乐观。安徽省园地主要分布在山地丘陵地区, 未来应按照专业化、区域化和集约化的要求加强园地的的发展, 引导新建园地向条件适宜的丘陵和荒坡地集中发展, 积极提高园地的利用效益。

(3) 林地面积将保持增加趋势, 但增加幅度减小。1996—2005 年, 安徽省林地面积增加了 221 111.99 hm², 年均增加 24 568 hm², 生态退耕政策是导致林地面积增加的一个主要原因, 仅 2002—2005 年林地面积就增加了 183 141.05 hm²。预测到 2020 年, 安徽省林地面积可能增加到 3 634 400 hm², 年均增加 2 326 hm²。持续上升的林地面积为保持区域良好的生态环境提供了保障, 但是考虑到为保证粮食安全, 未来耕地利用有可能会向林地进一步扩张, 因此, 要加强林地的征占用管理, 管好、用好现有林地, 加强改造低效林地, 加快更新迹地和恢复、重建受损林地, 同时充分利用宜林荒山荒坡造林, 扩大林地面积。

(4) 建设用地仍将持续增加。经济发展、人口增加和城市化水平提高, 各类建设用地的需求量不断增加。1996—2005 年, 安徽省居民点、工矿用地增加了 41 600.38 hm², 交通用地增加了 20 196.79 hm², 预计到 2020 年, 居民点、工矿用地可能增加 135 000 hm², 交通用地可能增加 63 700 hm²。各类建设用地增加幅度较为明显, 将进一步加剧安徽省人地紧张的

矛盾, 因此加强土地节约集约利用是当前土地利用的必然选择。未来土地利用要围绕提高建设用地保障科学发展的能力, 坚持需求引导与供给调节, 严格控制建设用地规模, 防止建设用地的无序扩张, 积极盘活存量建设用地; 科学配置城镇工矿用地, 合理规范农村建设用地, 使城镇建设用地的增加与农村建设用地的减少相挂钩, 确保城乡建设用地结构不断优化; 按照合理布局、集约高效的要求统筹安排交通用地, 严格工程项目的建设标准, 优化各类交通用地的规模、结构和布局。

(5) 牧草地、水域用地和未利用地都将逐渐减少。由于区域气候及土地退化等原因, 安徽省牧草地面积不大, 且减少幅度较为明显。预计到 2020 年, 安徽省牧草地面积可能下降为 14 100 hm²。牧草地的大量减少会进一步加剧土地生态问题, 为此应积极推进牧草地的综合整治, 合理利用现有资源, 支持退化草场治理和草地生态系统恢复等工程的建设。水域用地减少主要是由于大规模的土地开发利用和农业生产活动造成水域用地退化现象。要按照水资源可持续利用和节水型社会建设的要求, 合理安排各项水利设施用地, 促进水域用地的改善。未利用地是重要的后备土地资源, 为限制建设用地增量, 未来要重视未利用地的管理, 严格控制未利用地的开发, 促进土地资源节约集约利用。

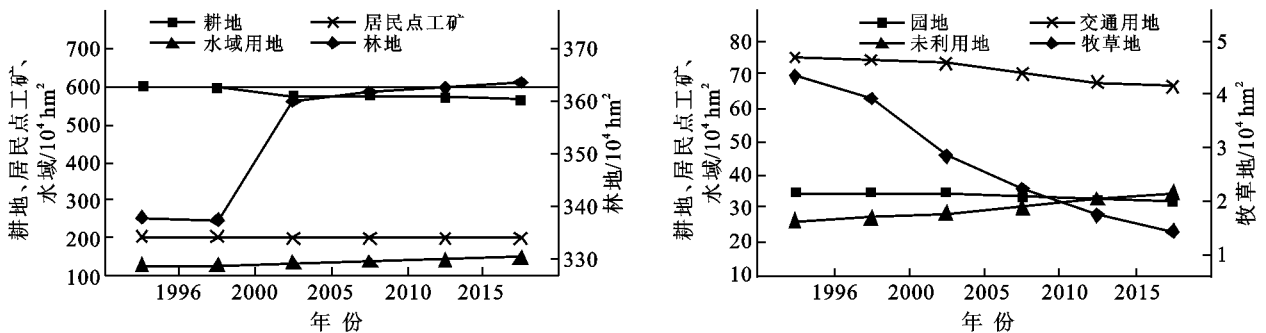


图 3 安徽省土地利用格局演变预测

4 结论与讨论

(1) 运用景观生态学的结构数量分析方法对 1996—2005 年安徽省土地利用格局演变进行定量研究, 其演变规律是土地利用多样性和均匀度呈上升趋势, 而优势度呈减弱趋势, 2001—2004 年的变化尤其明显, 研究结果表明安徽省土地利用面积分配更趋于平均化和多样性。运用 NOSA 对安徽省土地利用格局演变进行驱动机制分析, 分析结果显示经济发展、城市化水平提高和人口增加是安徽省土地利用格局演变的主要影响因素。

(2) 对安徽省土地利用进行预测, 不仅考虑了驱动因子对土地利用格局变化的作用, 还将土地利用类型之间的关系定量化, 综合体现了未来土地利用格局的演变。土地利用变化的总体趋势是: 耕地、园地、牧草地、水域、未利用地不断减少, 而林地、居民点工矿用地、交通用地不断增加, 土地利用变化速度逐步减小。预测结果表明, 未来安徽省土地利用局面较以前将有所改善, 但统筹土地资源的开发、利用和保护仍是未来土地利用的重点。

(3) 土地利用格局演变同时受到自然、社会、经济因素的综合影响, 由于各种自然、政策因素无法定

量化,因此相应的预测是在目前稳定的土地利用政策的前提下进行的,若能进一步融入自然和政策因子将可以改进预测的效果,今后在这一方面需要进一步研究。且在参数确定过程中引用了相应的预测数据,可能存有一定的人为影响,因此本研究预测的结果只是从社会经济发展层面反映未来安徽省土地利用格局的演变趋势,并非土地利用变化的惟一的真实结果。研究旨在为土地利用总体规划修编和土地利用政策的制定提供参考。

[参 考 文 献]

- [1] Miehiro F, Takao K. Changes in the landscape structure of the Nagara River Basin, central Japan[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2004, 70(3): 261-270.
- [2] Guillem C, Danielle D, Joan L P. Landcover mapping with patch-derived landscape index[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2004, 69(4): 437-449.
- [3] 周华锋, 马克明, 傅伯杰. 人类活动对北京东灵山地区景观格局影响分析[J]. *自然资源学报*, 1999, 14(2): 117-123.
- [4] 陈文波, 肖笃宁. 景观指数分类、应用及构建研究[J]. *应用生态学报*, 2002, 13(1): 121-125.
- [5] 张希彪. 泾河中上游流域土地利用格局变化与驱动因子分析[J]. *水土保持学报*, 2005, 19(6): 137-152.
- [6] 周生路, 朱青, 赵其国. 近十几年来南京市土地利用变化结构特征分析[J]. *土壤*, 2005, 37(4): 394-399.
- [7] 刘序, 陈美球, 陈文波, 等. 鄱阳湖地区 1985—2000 年土地利用格局变化及其社会经济驱动力研究[J]. *安徽农业大学学报*, 2006, 33(1): 117-122.
- [8] 曾辉, 江子瀛, 孔宁宁, 等. 快速城市化景观的空间自相关特征分析: 以深圳市龙华地区为例[J]. *北京大学学报: 自然科学版*, 2000, 36(6): 824-831.
- [9] 史培军, 陈晋, 潘耀忠, 等. 深圳市土地利用变化机制分析[J]. *地理学报*, 2000, 55(2): 151-160.
- [10] 田光进, 张增祥, 王长有, 等. 基于遥感与 GIS 的海口市土地利用结构动态变化研究[J]. *自然资源学报*, 2001, 16(6): 543-546.
- [11] 韦素琼, 陈健飞. 福建省土地利用动态变化及其预测分析[J]. *福建师范大学学报*, 2003, 19(4): 85-91.
- [12] 陈利顶, 吕一河, 傅伯杰, 等. 基于模式识别的景观格局分析与尺度转换研究框架[J]. *生态学报*, 2006, 26(3): 663-670.
- [13] 安徽省统计局. 安徽统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 1997—2006.
- [14] Takashi Hoshi, Satoshi Hoshino, Ichiro Nomura. Application of GKSIM Model for Estimating the Changes of Land Use and Land Cover[C]// Shaanxi Ansa: 19th ACRS(Asian Conference on Remote Sensing), 1998: 1-6.
- [15] Imbernon J. A comparison of the driving forces behind deforestation in the Peruvian and the Brazilian Amazon[J]. *Ambio*, 1999, 28(6): 509-513.
- [16] 摆万奇, 丁贤忠. 内蒙古自治区奈曼旗土地利用变化预测研究[J]. *资源科学*, 2003, 25(2): 73-76.
- [17] 张克锋, 彭晋福, 张定祥, 等. 基于城镇化水平和 GDP 情景下中国未来 30 年土地利用变化模拟[J]. *中国土地科学*, 2007, 21(2): 58-64.
- [18] 何春阳, 李景刚, 史培军, 等. 中国北方未来土地利用变化情景模拟[J]. *地理学报*, 2004, 50(4): 599-607.
- [19] 任志远, 李晶, 王小峰, 等. 城郊土地利用变化与区域生态安全动态[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 3-170.
- [14] Ter Braak C J F, Smilauer P. CANOCO reference manual and user's guide to canoco for windows: Software for canonical community ordination (version 4.5) [M]. New York: Microcomputer Power, 1998.
- [15] 中国植被编辑委员会. 中国植被[M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [16] Nilsson C, Berggren K. Alterations of riparian ecosystems caused by river regulation[J]. *BioScience*, 2000, 50(9): 783-792.
- [17] 朱源, 康慕谊. 排序和广义线性模型与广义可加模型在植物种与环境关系研究中的应用[J]. *生态学杂志*, 2005, 24(7): 807-811.
- [18] Franz E H, Bazzaz F A. Simulation of vegetation response to modified hydrologic regimes: A probabilistic model based on niche differentiation in a floodplain forest[J]. *Ecology*, 1997, 58(1): 176-183.
- [19] Jansson R, Nilsson C, Dynesius M, et al. Effects of river regulation on river-margin vegetation: a comparison of eight boreal rivers[J]. *Ecological Applications* 2000, 10(1): 203-224.
- [20] Rains M C, Mount J F, Larsen E W. Simulated changes in shallow groundwater and vegetation distributions under different reservoir operations scenarios[J]. *Ecological Applications*, 2004, 14(1): 192-207.
- [21] WCD(World Commission on Dams). Dams and development: a new framework for decision-making[M]. London: Earthscan Publications, 2000.
- [22] Luckeydoo L M, Fausey N R, Brown L C, et al. Early development of vascular vegetation of constructed wetlands in northwest Ohio receiving agricultural waters[J]. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2002, 88(1): 89-94.

(上接第 152 页)