

# 中部地区土地利用变化、驱动因子及其趋势分析

杨艳琳<sup>1</sup>, 娄飞鹏<sup>2</sup>

(1. 武汉大学经济发展研究中心, 湖北 武汉 430072; 2. 武汉大学经济与管理学院, 湖北 武汉 430072)

**摘要:** 研究目的: 分析中部地区土地利用的影响因素及其未来变化趋势。研究方法: 主成分分析法、灰关联分析。研究结果: 土地利用动态变化在省际间呈现出较大的一致性, 而在土地利用类型之间有明显的差异; 经济总量、人均产值以及三次产业结构和农业产出是中部地区土地利用的主要社会经济影响因素; 中部地区未来林地将可能大幅度增加, 而耕地则可能大幅度减少。研究结论: 要采取多种措施实现土地综合利用与经济增长的良性互动和协调发展。

**关键词:** 中部地区; 土地利用; 驱动因子

**中图分类号:** F301.24

**文献标识码:** A

## 1 引言

进入20世纪90年代以来, 随着全球人口、资源与环境问题的日益突出, 土地利用问题也随之引起了各界人士的关注。对土地利用变化的研究不仅成为一个热点问题<sup>[1]</sup>, 而且也是目前全球变化研究的核心问题之一<sup>[2]</sup>。在研究土地利用方面, 不同的学者有着不同的视角和研究方法。例如, 运用遥感技术对土地利用进行动态的监测<sup>[3]</sup>; 运用主成分分析、典型相关分析<sup>[4]</sup>、二元定距变量相关性分析<sup>[5]</sup>等分析土地利用的各种影响因素; 运用马尔可夫过程链<sup>[6]</sup>、将神经网络和模糊理论相结合建立模糊神经网络模型<sup>[7]</sup>等预测土地利用的未来趋势等。

从历史的发展来看, 人类的各种社会经济活动对土地利用的变化造成了重大的影响, 因此, 分析土地利用变化的社会经济因素理应放在重要的位置。正是出于这种考虑, 本文以中国中部地区6省为例, 对中部地区6省土地利用已有的变化、影响因素及其未来变化的趋势进行一个尝试性的研究探讨。

## 2 研究区域概况与数据来源

### 2.1 研究区域概况

本文所研究的中国中部地区6省包括: 安徽省、河南省、湖北省、湖南省、江西省、山西省。这6个省地处中国中部地区, 地区国土总面积102.8万km<sup>2</sup>, 约占中国国土总面积的10.71%。改革开放以来, 6省经济发展迅速, 取得了丰硕的成果。从经济总量看, 截至到2006年底, 6省人口总量为35251万人, 约占中国总人口的26.82%; 当年GDP总量为43217.98万元, 约占全国GDP总量的20.49%。从人均水平看, 2006年底, 6省人均GDP为12260.07元, 比全国的平均水平低23.58%。从经济结构来看, 截至到2006年底, 6省的三次产业所占的比重分别为15.3%、48.5%、36.2%, 与中国的产业结构相比, 第一产业的比重相对较高, 而第二、三产业的比重相对偏低; 城市化水平为38%, 比全国的城市化水平低5.9个百分点。从土地利用情况看, 中部6省土地开发利用的历史悠久。2006年底, 6省的耕地面积约占全国耕地总面积的10.8%, 与全国的平均水平以及其他省(市)相比, 中部6省农用地、建设用地所占的比重较高, 而牧草地所占的比重较低。

### 2.2 数据的选取

在对土地利用进行动态变化分析和对土地未来利用趋势进行预测时, 本文主要选取了中部地区6省耕地、

**基金项目:** 教育部人文社会科学重点研究基地重大项目“中国中部地区资源、环境与经济协调发展研究”(06JJD790023); 武汉大学“985工程”“‘两型’社会建设”创新研究项目; 武汉大学“211工程”(三期)重点学科建设项目“开放经济条件下中国金融发展与产业升级和区域发展”。

杨艳琳(1964-), 男, 湖北赤壁人, 教授, 博士, 博士生导师; 娄飞鹏(1983-), 男, 河南通许人, 博士研究生。

园地、林地、牧草地、居民点及工矿用地、交通用地、水利设施用地等7种土地利用类型的数据。而在分析中部地区6省土地利用的社会经济影响因素时,本文主要选取了地区生产总值(万元)、年底总人口(万人)、全社会固定资产投资(亿元)、轻工业总产值(亿元)、重工业总产值(亿元)、人均GDP(元/人)、第一产业人均产值(元/人)、第二产业人均产值(元/人)、第三产业人均产值(元/人)、第一产业比重(%)、第二产业比重(%)、第三产业比重(%)、城乡消费比(农村=1)、粮食单位面积产量( $t/hm^2$ )、水果产量(万t)等15个指标。

数据选取的年度区间为1999—2004年共计6年,主要来源于《中国统计年鉴》、《中国国土资源年鉴》、《安徽统计年鉴》、《江西统计年鉴》、《河南统计年鉴》、《湖北统计年鉴》、《湖南统计年鉴》、《山西统计年鉴》,以及中经网统计数据库等。

### 3 中部地区土地利用动态变化分析

#### 3.1 土地利用数量的动态变化

土地利用数量的动态变化,可以通过计算研究区域内某种土地利用类型在监测期末与期初相对数量的年均变化速度来表示。在本部分利用最为传统和最简单的分析模型<sup>[9]</sup>,从单一土地利用类型的变化幅度和单一土地利用类型的变化速度两个方面进行分析。分别用*i*表示各种土地利用类型(*i*=Y1、Y2、Y3、Y4、Y5、Y6、Y7分别对应于耕地、园地、林地、牧草地、居民点及工矿用地、交通用地、水利设施用地), $R_i$ 表示第*i*种土地利用类型的变化幅度, $K_i$ 表示第*i*种土地利用类型的变化速度, $t_1$ 、 $t_2$ 分别表示监测期初和期末, $LA_{(i,t_1)}$ 、 $LA_{(i,t_2)}$ 表示监测期初和期末第*i*种土地利用类型的数量。则计算第*i*种土地利用类型变化幅度的数学表达式为<sup>[9]</sup>:

$$R_i = \frac{LA_{(i,t_2)} - LA_{(i,t_1)}}{LA_{(i,t_1)}} \times 100\% \quad (式1)$$

而计算第*i*种土地利用类型变化速度的数学表达式为:

$$K_i = \frac{LA_{(i,t_2)} - LA_{(i,t_1)}}{LA_{(i,t_1)}} \times \frac{1}{t_2 - t_1} \times 100\% \quad (式2)$$

根据式1、2计算的1999—2004年中部6省各种土地利用类型的变化幅度和速度,分别见表1、表2。

表1 1999—2004年中部地区6省土地利用类型数量变化幅度 %

Tab. 1 The range of quantity changes of land-use types during 1999—2004, the 6 middle provinces %

土地利用类型	安徽	河南	湖北	湖南	江西	山西
耕地	-3.746	-2.091	-4.875	-2.935	-3.837	-10.198
园地	0.738	6.368	5.077	-0.578	11.803	55.216
林地	6.517	6.734	3.021	1.266	0.792	16.724
牧草地	-4.822	-2.041	-7.595	-1.133	-2.564	-22.854
居民点及工矿用地	1.618	-0.496	2.038	2.583	4.984	3.553
交通用地	-66.851	-70.752	-63.307	-45.144	-51.462	-65.280
水利设施用地	-53.253	-39.594	-24.799	-24.698	-11.828	-50.815

资料来源:据《中国统计年鉴》、《中国国土资源年鉴》、《安徽统计年鉴》、《江西统计年鉴》、《河南统计年鉴》、《湖北统计年鉴》、《湖南统计年鉴》、《山西统计年鉴》,以及中经网统计数据库整理。

表2 1999—2004年中部地区6省土地利用类型数量变化速度 %

Tab. 2 The rate of quantity changes of land-use types during 1999—2004, the 6 middle provinces %

土地利用类型	安徽	河南	湖北	湖南	江西	山西
耕地	-0.624	-0.349	-0.812	-0.489	-0.640	-1.700
园地	0.123	1.061	0.846	-0.096	1.967	9.203
林地	1.086	1.122	0.503	0.211	0.132	2.787
牧草地	-0.804	-0.340	-1.266	-0.189	-0.427	-3.809
居民点及工矿用地	0.270	-0.083	0.340	0.431	0.831	0.592
交通过地	-11.142	-11.792	-10.551	-7.524	-8.577	-10.880
水利设施用地	-8.876	-6.599	-4.133	-4.116	-1.971	-8.469

资料来源：据《中国统计年鉴》、《中国国土资源年鉴》、《安徽统计年鉴》、《江西统计年鉴》、《河南统计年鉴》、《湖北统计年鉴》、《湖南统计年鉴》、《山西统计年鉴》，以及中经网统计数据库整理。

由表1和表2可以看出，1999—2004年，中部地区6省土地利用的动态变化在省际间高度相似，而在土地利用类型间的差异较大。其具体的变化情况如下：第一，园地、林地、居民点及工矿用地的土地利用数量有所增加（湖南省的园地、河南省的居民点及工矿用地的数量有小幅度减少），相比之下，居民点及工矿用地的增加幅度最大，园地的增加幅度最小，林地的增加幅度居中；第二，耕地、牧草地、交通过地、水利设施用地的土地利用数量有所减少，以交通过地和水利设施用地减少的幅度最大；第三，从土地利用类型看，数量变化幅度最大的是交通过地，最小的是耕地；第四，从分省来看，山西省的各种土地利用类型的变化幅度和速度最大，湖南省的相关数据为最小。

### 3.2 土地利用结构的动态变化

土地利用结构的动态变化侧重于分析监测期初和期末各种土地利用类型占土地总量的百分比。本文所分析的土地利用类型结构是指各种土地利用类型占7种土地利用类型之和的比重，其计算方式如下：

$$P_{in} = \frac{LA_{(i,m)}}{\sum_i LA_{(i,m)}} \times 100\% \quad n=1,2. \quad (\text{式3})$$

其中， $P_{in}$ 为第*i*种土地利用类型占土地总量的百分比， $LA_{(i,m)}$ 为第*i*种土地利用类型在1999年或者2004年的数量， $\sum_i LA_{(i,m)}$ 为1999年或者2004年7种土地利用类型的总量。用式3计算的各种土地利用类型的结构变化，见表3。

表3 1999—2004年中部地区6省土地利用结构比较 %

Tab.3 The comparison of structure of land-use types during 1999—2004, the 6 middle provinces %

省份	年份	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
----	----	----	----	----	----	----	----	----

安徽	1999年	50.720	2.883	28.737	0.335	10.830	2.310	4.184
安徽	2004年	50.654	3.013	31.759	0.331	11.419	0.795	2.030
河南	1999年	58.735	2.187	20.525	0.107	13.450	2.818	2.179
河南	2004年	59.061	2.390	22.499	0.107	13.745	0.846	1.352
湖北	1999年	33.653	2.782	52.456	0.377	6.531	1.490	2.711
湖北	2004年	32.476	2.966	54.822	0.354	6.760	0.555	2.068
湖南	1999年	22.185	2.830	66.250	0.598	5.766	0.924	1.448
湖南	2004年	21.633	2.826	67.400	0.593	5.942	0.509	1.096
江西	1999年	20.628	1.693	70.987	0.027	4.162	0.902	1.601
江西	2004年	19.932	1.902	71.892	0.026	4.390	0.440	1.418
山西	1999年	44.320	1.844	36.300	8.271	6.998	1.611	0.656
山西	2004年	39.983	2.875	42.566	6.410	7.280	0.562	0.324

资料来源：据《中国统计年鉴》、《中国国土资源年鉴》、《安徽统计年鉴》、《江西统计年鉴》、《河南统计年鉴》、《湖北统计年鉴》、《湖南统计年鉴》、《山西统计年鉴》，以及中经网统计数据库整理。

从表3中可以发现，1999—2004年中部地区6省土地利用结构变化也呈现明显的特征。其具体表现如下：第一，耕地、林地、居民点及工矿用地所占的比重较大，其它几种类型的土地所占的比重较小；第二，耕地、交通用地和水利设施用地所占的比例都有所下降，而其它几种类型的土地所占的比例则有所上升；第三，在监测期间，各种土地利用类型所占的比例占土地总量的比例变化都不是很大。通过土地利用结构的比较可以看出，中部地区6省的土地利用正在朝着利于生态环境保护的方向发展，其突出表现是林地所占的比例都无一例外的增加。另外，土地利用也表现出集约化的特征，交通用地、水利设施用地所占的比例减少就是佐证。

### 3.3 土地利用的相对变化率

土地利用的相对变化率是一个很好的反映土地利用变化区域差异的方法。监测期初和期末某种特定土地利用类型的相对变化率，可以表示为：

$$V_i = \frac{\sum_i LA_{(i,t2)}}{\sum_i LA_{(i,t1)}} \bigg/ \frac{LA_{(i,t2)}}{LA_{(i,t1)}} \quad (\text{式4})$$

其中， $V_i$ 表示第*i*种土地利用类型的相对变化率，其他符号的含义同前文。如果某区域某种土地利用类型的相对变化率 $V_i > 1$ ，则表示这种土地利用类型变化较全区域大<sup>[11]</sup>。利用式4计算的中部地区6省土地利用类型的相对变化率，见表4。

表4 1999—2004年中部地区6省土地利用类型的相对变化率 %

Tab.4 The relative rate of changes of land-use types during 1999—2004, the 6 middle provinces %

地区	安徽	河南	湖北	湖南	江西	山西
----	----	----	----	----	----	----

耕地	1.001	0.994	1.036	1.025	1.035	1.108
园地	0.957	0.915	0.938	1.001	0.890	0.641
林地	0.905	0.912	0.957	0.983	0.987	0.853
牧草地	1.013	0.994	1.067	1.007	1.021	1.290
居民点及工矿用地	0.948	0.979	0.966	0.970	0.948	0.961
交通用地	2.907	3.329	2.686	1.815	2.050	2.867
水利设施用地	2.062	1.612	1.311	1.322	1.129	2.024

资料来源：据《中国统计年鉴》、《中国国土资源年鉴》、《安徽统计年鉴》、《江西统计年鉴》、《河南统计年鉴》、《湖北统计年鉴》、《湖南统计年鉴》、《山西统计年鉴》，以及中经网统计数据库整理。

由此可以发现，1999—2004 年中部地区 6 省的耕地、牧草地、交通用地、水利设施用地的土地利用类型变化较全区域大（河南省的林地、牧草地两种土地利用类型的变化除外），而园地、林地、居民点及工矿用地的土地利用类型变化较全区域小。

通过本部分的分析，我们可以发现中部地区 6 省 1999—2004 年土地利用的动态变化在各个省份之间呈现出较大的一致性，而在各种土地利用类型之间则表现出明显的差异，具体见表 5。

表 5 各种土地利用类型动态变化趋势差异

Tab. 5 The difference dynamic tendencies between land-use types

变化类型	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
变化幅度增减	减少	增加	增加	减少	增加	减少	减少
结构变化增加	减少	增加	减少	增加	减少	增加	增加
相对变化率大小	较大	较小	较小	较大	较小	较大	较大

#### 4 中部地区土地利用的驱动因子分析

一般而言，土地利用变化的影响因素即驱动因子可以分为两类：自然因素和社会因素<sup>[11]</sup>。自然因素包括气候、土壤、水文等自然条件，而社会因素包括人口数量、贫富状况、技术进步、经济增长、经济结构等社会经济因素<sup>[12]</sup>。受到数据可得性的限制，并鉴于社会经济因素在土地利用方面所起的决定性作用，本文主要分析影响土地利用的社会经济因素。为了使选择的变量更具有代表性，在运用 SPSS13.0 对获取的社会经济指标的数据进行多重共线性检验之后，本文主要选取了以下变量进行分析：X1-地区生产总值（万元）、X2-年底总人口（万人）、X3-全社会固定资产投资（亿元）、X4-轻工业总产值（亿元）、X5-重工业总产值（亿元）、X6-人均 GDP(元/人)、X7-第一产业人均产值（元/人）、X8-第二产业人均产值（元/人）、X9-第三产业人均产值（元/人）、X10-第一产业比重（%）、X11-第二产业比重（%）、X12-第三产业比重（%）、X13-城乡消费比（农村=1）、X14-粮食单位面积产量（t/hm<sup>2</sup>）、X15-水果产量（万 t）。运用 SPSS13.0 计算的经济变量与各种土地利用类型的 Pearson 相关系数，见表 6。

表 6 经济变量与土地利用类型 Pearson 相关系数

Tab.6 The Pearson correlations between economic variables and land-use types

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
X1	0.627	0.387	-0.141	-0.497	0.734	0.059	0.212
X2	0.813	0.316	-0.252	-0.602	0.942	0.459	0.398
X3	0.418	0.316	-0.077	-0.356	0.512	-0.211	0.011
X4	0.741	0.307	-0.256	-0.576	0.787	0.308	0.445
X5	0.673	0.153	-0.401	-0.129	0.638	0.057	-0.003
X6	0.009	0.334	0.106	-0.081	0.048	-0.488	-0.142
X7	-0.291	0.268	0.454	-0.487	-0.22	-0.352	0.277
X8	-0.148	0.347	0.207	-0.082	-0.171	-0.373	0.064
X9	0.043	0.433	0.123	0.061	0.087	-0.469	-0.293
X10	0.129	0.206	0.27	-0.848	0.335	0.329	0.602
X11	0.341	-0.274	-0.630	0.595	0.119	-0.036	-0.350
X12	-0.778	0.288	0.714	0.135	-0.680	-0.489	-0.265
X13	0.204	0.077	-0.202	0.425	0.083	0.015	-0.218
X14	-0.123	0.658	0.656	-0.786	0.104	0.012	0.533
X15	0.526	0.04	-0.315	-0.147	0.562	-0.172	-0.169

运用 SPSS13.0 进行主成分分析, 得出主成分分析的特征值、方差的贡献率和累计贡献率 (见表 7)。从表 7 可以看出, 前 3 个主成分的特征值都大于 1, 并且方差累积贡献率达到了 83.95%。由此可见, 这三个成分已经对大多数数据给出了充分的概括, 并且其所解释的方差占总方差的 83.95%。按照主成分确定的一般原则<sup>[13]</sup>, 方差的累积贡献率较高且特征值大于 1, 最后的结果是从中提取 3 个主成分, 其负荷矩阵及其旋转后的负荷矩阵, 见表 8。

表 7 主成分分析特征值、方差的贡献率和累计贡献率

Tab.7 Total variance explained

主成分	协方差矩阵特征值			因子提取结果		
	特征值	方差率 (%)	累计贡献率 (%)	特征值	方差率 (%)	累计贡献率 (%)
1	6.815	45.435	45.435	6.815	45.435	45.435
2	3.228	21.519	66.954	3.228	21.519	66.954

3	2.550	16.999	83.954	2.550	16.999	83.954
4	0.922	6.149	90.103			
5	0.767	5.112	95.215			
6	0.255	1.700	96.915			
7	0.205	1.365	98.279			
8	0.102	0.682	98.961			
9	0.080	0.531	99.492			
10	0.032	0.216	99.708			
11	0.018	0.120	99.828			
12	0.013	0.084	99.912			
13	0.006	0.040	99.952			
14	0.004	0.025	99.977			
15	0.003	0.023	100.000			

表 8 旋转前和旋转后的主成分负荷矩阵

**Tab.8 Both the component matrix and the rotated component matrix**

变量	主成分（旋转前）			主成分（旋转后）		
	1	2	3	1	2	3
X1	0.921	0.319	-0.148	0.898	0.392	-0.113
X2	0.597	0.584	-0.506	0.911	-0.113	-0.334
X3	0.943	0.122	0.053	0.750	0.586	0.029
X4	0.794	0.369	-0.311	0.900	0.181	-0.143
X5	0.845	-0.116	-0.354	0.829	0.227	0.339
X6	0.831	-0.216	0.443	0.355	0.868	0.237
X7	0.494	0.196	0.745	0.038	0.868	-0.287
X8	0.692	-0.279	0.583	0.151	0.903	0.239
X9	0.820	-0.304	0.353	0.370	0.798	0.341
X10	-0.097	0.953	-0.026	0.203	-0.176	-0.920
X11	0.419	-0.799	-0.307	0.275	0.083	0.909
X12	-0.452	0.004	0.636	-0.703	0.242	-0.235

X13	0.421	-0.585	-0.111	0.230	0.219	0.656
X14	0.353	0.691	0.497	0.200	0.535	-0.722
X15	0.774	0.006	-0.271	0.761	0.239	0.191

由表 8 可知，旋转后的主成分的负荷系数比旋转之前趋势更加明显。分析旋转之后的主成分可以发现，第一个主成分对 X1-X5 有绝对值较大的负荷系数，第二个主成分对 X6-X9 有绝对值较大的负荷系数，而第三个主成分对 X10-X15 有绝对值较大的负荷系数。根据这些变量的原始含义，可以对三个主成分进行命名，第一个主成分主要概括了经济总量，第二个主成分主要概括了人均产值，而第三个主成分主要概括了经济结构和农业产出情况。综合对主成分的分析，我们可以得出经济总量、人均产值以及三次产业结构和农业产出是影响中部地区 6 省土地利用的经济因素，相比之下经济总量、人均产值以及第一、二产业的比重是主要的驱动因子。

## 5 中部地区土地利用的变化趋势

### 5.1 估计模型

虽然上文对中部地区 6 省的土地利用数据的动态变化进行了分析，并且运用主成分分析法对影响中部地区 6 省土地利用的社会经济因素进行了分析，但是影响土地利用的因素很多，并且很多因素是未知的或者是难以有效获知的。因此可以将土地利用看作是一个灰色系统。也正是如此，本部分尝试着运用多维灰色规划的 GM (1, 1) 模型对中部地区 6 省土地利用的未来变化趋势进行一个简单的预测。

灰色模型 GM (1, 1) 的 (白) 微分方程形式为：

$$\frac{dY^{(1)}}{dt} + aY^{(1)} = b$$

若有序列  $Y^{(0)} = (Y^{(0)}(1), Y^{(0)}(2), \dots, Y^{(0)}(n))$ ，且有  $Y^{(0)}$  的累加生成序列  $Y^{(1)}$ ，即  $Y^{(1)} = AGO(Y^{(0)})$ 。则可将方程：

$$\frac{dY^{(1)}}{dt} + aY^{(1)} = b \quad (式 5)$$

称之为 GM(1, 1) 的灰微分方程形式，其中  $\gamma^{(1)}$  是导数  $\frac{dY^{(1)}}{dt}$  的背景值， $a$  为发展系数，其大小及其符号反映  $Y^{(0)}$  及  $Y^{(1)}$  的发展态势， $b$  是灰作用量，是灰的信息覆盖的作用量。在本文中， $a$  和  $b$  分别是中部地区 6 省土地利用类型的变化趋势和变化的关系。

对灰微分方程进行差分变换后，可以得出白化响应式：

$$\hat{Y}^{(1)}(n+1) = (Y^{(0)}(1) - \frac{b}{a})e^{-an} + \frac{b}{a} \quad (式 6)$$

$$\hat{Y}^{(0)}(n+1) = \hat{Y}^{(1)}(n+1) - \hat{Y}^{(1)}(n) \quad (式 7)$$

通过上述方程式可以得出未来数据的估计值<sup>[14]</sup>。

### 5.2 估计结果

运用数学和灰色模型的相关理论对式 5 中的发展系数  $a$  和灰作用量  $b$  的估计，其结果见表 9。经过残差检验，其精度很高。

表 9 中部地区 6 省各种土地利用类型 GM(1, 1)模型 a、b 估计值

**Tab. 9 The estimate of parameters a, b of GM(1,1) for different land-use types, the 6 middle provinces**

省份	土地类型	a	b	省份	土地类型	a	b
安徽	Y1	0.011094	609.833641	湖南	Y1	0.007448	397.692578
安徽	Y2	0.000408	34.256707	湖南	Y2	0.004555	51.133703
安徽	Y3	-0.018905	324.466043	湖南	Y3	-0.003435	1166.191277
安徽	Y4	0.012434	4.017803	湖南	Y4	0.002182	10.612643
安徽	Y5	-0.004015	126.210356	湖南	Y5	-0.005154	101.802981
安徽	Y6	0.363072	44.721803	湖南	Y6	0.205914	22.514254
安徽	Y7	0.247125	70.090814	湖南	Y7	0.089473	29.390171
河南	Y1	0.005646	816.591641	江西	Y1	0.010008	302.022787
河南	Y2	-0.010465	30.306828	江西	Y2	-0.013992	25.315350
河南	Y3	-0.018867	272.921239	江西	Y3	-0.002363	1017.779307
河南	Y4	0.004804	1.480618	江西	Y4	0.007833	0.394621
河南	Y5	0.002640	185.823336	江西	Y5	-0.012204	58.871079
河南	Y6	0.396362	66.239884	江西	Y6	0.244496	18.651113
河南	Y7	0.164121	38.362813	江西	Y7	0.038977	24.504159
湖北	Y1	0.013469	504.150998	山西	Y1	0.023121	465.637002
湖北	Y2	-0.010156	40.569190	山西	Y2	-0.005833	28.249604
湖北	Y3	-0.008405	757.195545	山西	Y3	-0.043087	344.616372
湖北	Y4	0.014842	5.684852	山西	Y4	0.026290	74.775472
湖北	Y5	-0.004600	95.060824	山西	Y5	-0.007305	71.574492
湖北	Y6	0.331877	34.873465	山西	Y6	0.345872	26.939861
湖北	Y7	0.090879	45.605262	山西	Y7	0.214236	8.702731

将表 9 中的发展系数 a 和灰作用量 b 的估计值分别引入白化响应式 6、7 可以对中部地区 6 省各种土地利用类型的数值进行估计。为了了解中部地区 6 省未来的土地利用形势，我们分别对 2010 年、2015 年、2020 年各种土地利用类型进行了相应的估计。具体到各个年份每种土地利用类型占该省土地总量（此处的土地总量系所研究的 7 种土地利用类型数量之和）的比重，见表 10。

表 10 中部地区 6 省 2010 年、2015 年、2020 年土地利用结构 %

**Tab.10 The land-use structure in 2010, 2015, 2020, the 6 middle provinces %**

省份	年份	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
安徽	2010年	48.140	3.057	36.180	0.312	11.852	0.069	0.389
安徽	2015年	45.150	3.025	39.424	0.291	11.988	0.011	0.112
安徽	2020年	42.040	2.971	42.648	0.269	12.038	0.002	0.032
河南	2010年	57.664	2.575	25.561	0.106	13.583	0.060	0.450
河南	2015年	55.737	2.698	27.929	0.102	13.328	0.008	0.197
河南	2020年	53.617	2.813	30.369	0.099	13.015	0.001	0.086
湖北	2010年	30.126	3.180	58.181	0.334	6.991	0.059	1.128
湖北	2015年	28.057	3.333	60.448	0.309	7.127	0.011	0.714
湖北	2020年	26.018	3.479	62.533	0.285	7.233	0.002	0.449
湖南	2010年	20.767	2.760	69.012	0.589	6.145	0.126	0.603
湖南	2015年	19.961	2.692	70.046	0.581	6.291	0.045	0.384
湖南	2020年	19.153	2.621	70.966	0.572	6.428	0.016	0.245
江西	2010年	18.830	2.079	73.148	0.025	4.739	0.083	1.097
江西	2015年	17.885	2.226	73.910	0.024	5.030	0.024	0.901
江西	2020年	16.960	2.380	74.561	0.023	5.330	0.007	0.739
山西	2010年	32.797	2.770	52.102	5.057	7.152	0.052	0.070
山西	2015年	26.908	2.627	59.520	4.083	6.832	0.008	0.022
山西	2020年	21.560	2.432	66.406	3.220	6.373	0.001	0.007

由表 10 可以发现，中部地区 6 省未来土地利用变化趋势呈现以下几个特点：第一，耕地、牧草地、交通用地、水利设施用地所占的比重呈下降态势；第二，林地和居民点及工矿用地呈上升态势；第三，相比之下园地用地的省际变化态势不一致，安徽、湖南、山西 3 省的园地用地所占比重呈上升态势，而其他 3 省园地用地所占的比重呈下降态势；第四，各种土地利用类型中，所占比重较高的是耕地、林地、居民点及工矿用地，安徽、河南两省的耕地所占的比重最高，其余 4 省的林地所占的比重最高。

与表 3 中 1999 年、2004 年的土地利用结构相比，就所占土地的比重而言，中部地区 6 省的耕地、牧草地、交通用地、水利设施用地所占的比重更小，林地、居民点及工矿用地所占的比重更大，而园地的变化趋势不明显。就变化的绝对量而言，耕地较少的幅度较大，林地增加的幅度较大，其他几种土地的变化幅度相对较小。

## 6 简要结论

第一，1999—2004 年，中部地区 6 省土地利用的动态变化在各个省份之间呈现出较大的一致性，而在各种土地利用类型之间则表现出明显的差异。

第二，影响中部地区 6 省土地利用的经济因素包括经济总量、人均产值以及三次产业结构和农业的产出，相比之下经济总量、人均产值以及第一、二产业的比重是其中主要的驱动因子。

第三,就2010年、2015年、2020年中部地区6省的土地利用变化趋势而言,耕地、牧草地、交通过地、水利设施用地所占的比重将持续降低,而林地、居民点及工矿用地所占的比重将持续增加,园地用地所占的比重变化趋势不明显。其中,耕地减少的幅度最大,林地增加的幅度最大,其他几种土地的变化幅度相对较小。

因此,对于中国中部地区6省来说,在促进中部地区经济崛起的经济发展过程中,要通过实施可持续发展、转变经济增长方式、优化经济结构、土地资源制度创新、利用科学技术提高土地资源的利用效率和节约土地等措施来实现土地综合利用与经济增长的良性互动和协调发展。

### 参考文献

- [1]Tuener IBL. Local Faces, Global Flow: The Role of Land Use and Land Cover in Global Environmental Change [J]. Land Degradation and Rehabilitation, 1994, (5): 71-78.
- [2]李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域——土地利用/土地覆盖变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553-557.
- [3]曹雪, 柯长青. 基于TM影像的南京市土地利用遥感动态监测[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2006, 31(11): 958-961.
- [4]龙花楼, 李秀彬. 长江沿线样带土地利用格局及其影响因子分析[J]. 地理学报, 2001, 56(4): 417-425.
- [5]曹银贵, 等. 中国耕地变化的驱动因子及其省域差异分析[J]. 中国土地科学, 2008, 22(2): 17-22.
- [6]杨国清, 刘耀林, 吴志峰. 基于CA-Markov模型的土地利用格局变化研究[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2007, 32(5): 414-418.
- 黄海, 祝国瑞. 基于模糊神经网络的土地合理储备量预测研究[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2006, 31(6): 561-563.
- [7]Bruce P, Maurice Y. Rural/Urban Land Conversion I: Estimating the Direct and Indirect Impacts [J]. Urban Geography, 1993, 14(4): 323-347.
- [8]刘盛和, 何书金. 土地利用动态变化的空间分析测算模型[J]. 自然资源学报, 2002, 17(5): 533-540.
- [9]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.
- [10]摆万奇, 赵世洞. 土地利用变化驱动力系统分析[J]. 资源科学, 2001, 23(3): 39-41.
- [11]Turner II, B. L, W. B/ Meyer, DL Skole. Global Land-use/Land-cover Change: Towards an Integrated Program of Study [J]. Ambio, 1994, 23(1): 91-95
- [12]陈正昌, 等. 多变量分析方法[M]. 台北: 五南图书出版股份有限公司, 2005: 321.
- [13]邓聚龙. 多维灰色规划[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 1989: 15-19.

## An Analysis of Land-use Change, Driving Factors and Trends in Central Region of China

YANG Yan-lin<sup>1</sup>, LOU Fei-peng<sup>2</sup>

(1.Center for Economic Development Research, Wuhan University, Wuhan 430072, China; 2. School of Economics and Management, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

**Abstract:** The purpose of the paper is to analysis dynamic changes, driving factors and trends of land-use in central region of China. Methods of principal component analysis, grey incidence analysis were employed. The results indicate that the dynamic change of land-use presents big uniformity in inter-provincial, but shows obvious difference between each kind of land-use types; the aggregate economic output, the average per person output value as well as the industrial structure and the agriculture output are the main economic and social influencing factors of land-use in central region of China. The forecast indicates that the woodland will be a substantial increase, and arable land will be significantly reduce in the future. Finally, the paper concludes that it is necessary to take some measures to fulfillment the harmony between land-use and economic growth.

**Key words:** central region; land-use; driving factor

收稿日期: 2008-11-26;