

# 湖南省生态系统格局变化驱动力分析

黄河仙<sup>1,2</sup>, 罗岳平<sup>1,2</sup>, 殷芙蓉<sup>3</sup>, 易敏<sup>1,2</sup>, 廖秀英<sup>4</sup>, 胡树林<sup>1,2</sup>, 邢宏霖<sup>1,2</sup>

(1. 湖南省环境监测中心站, 湖南长沙 410014; 2. 国家环境保护重金属污染监测重点实验室, 湖南长沙 410014;  
3. 中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司, 湖南长沙 410014; 4. 湖南科技大学建筑与城乡规划学院, 湖南湘潭 411201)

**摘要:** 利用遥感信息技术和 GIS 空间分析方法, 从时间和空间上对湖南省 2000~2010 年间土地利用变化和景观格局动态变化过程进行了系统调查和评价, 结果表明: 1) 10 年间湖南全省表征生态环境总体变好, 10 年来湖南省生态系统类型以森林、耕地、灌丛为主, 分别占全省土地面积的 41.1%, 30.0%, 20%, 湿地、城镇、草地、裸地合计仅占 7.9%; 2) 生态系统空间格局变化及双向转换主要集中在城镇与耕地生态系统互转, 城镇面积增加明显, 耕地减少显著, 可见人类经济活动是湖南生态系统类型空间格局变化的主要因素; 3) 全省的斑块破碎化程度较高, 景观完整性较差, 因此城镇化建设过程中, 加大绿地斑块和建设绿地廊道链接分离的绿地景观, 实现城镇与周边森林、灌木、湿地等保护核心区的连接, 既能维护整个区域的生态连续性, 成为研究区内生态流之间的高效通道和联系途径, 以达到社会经济与生态保护的可持续性发展。

**关键词:** 湖南省; 生态系统格局; 景观格局; 土地利用变化; 驱动力

**中图分类号:** X87 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-9102(2015)02-0060-08

## Analysis on the driving forces of compositions and pattern changes of ecosystem in Hunan Province

Huang Hexian<sup>1,2</sup>, Luo Yueping<sup>1,2</sup>, Yin Furong<sup>3</sup>, Yi Ming<sup>1,2</sup>, Liao Xiuying<sup>4</sup>, Hu Shulin<sup>1,2</sup>, Xin Honglin<sup>1,2</sup>

(1. Hunan Environmental Monitoring Center, Changsha 410014, China; 2. State Environmental Monitoring Centre, Changsha 410014, China;  
3. Hydrochina Zhongnan Engineering Corporation, Changsha 410014, China; 4. Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China)

**Abstract:** Study on composition rules and pattern changes of ecosystem during the rapid development of economy and society has an important guiding significance for the construction of well-off society, how to handle the relationship between environment and development. The remote sensing information technology and GIS space was used to investigate and assess the changes of land use and landscape pattern dynamic in Hunan Province during 2000~2010. The results showed that, Woodland, cultivated land and Shrub land is the main ecosystem types in Hunan Province during 2000~2010, which respectively accounted for 41.1%, 30.0%, 20% of the whole province area, while wetlands, urban land, grassland and bare land made only 7.9% in total. Most of spatial pattern change of ecosystem and the bidirectional transformation mainly occur in the urban land and farmland ecological system. The urban area of increase mostly come from cultivated land, woodland and shrub land. The area of farmland decrease mostly come from urban land. Ecological environment is getting better in Hunan Province during 2000~2010. The patches in woodland, shrub land, cultivated land and bare land declined in its number and which of area increased, and terrestrial ecosystems function and condition is becoming better. But patch Fragmentation of ecological system is relatively large, and landscape is poor integrity. Human economic activities are the main factors to spatial patterns change of ecosystem. In view of the above, the government should take policies of the maximum slow the development of important ecological function areas in eastern, southern, western, Dongting Lake area in Hunan Province, core area to prohibit the development. It is necessary to prohibit farmland to develop urban land, and strictly abide by the cultivated land redline. The construction of city green land patch pattern and urban green corridors could contribute to maintaining the regional ecological system continuity, and promoting the sustainable development of social economy and ecological protection.

**Keywords:** Hunan Province; ecosystem composition; landscape pattern; changes of land use; driving forces

收稿日期: 2015-01-26

基金项目: 地理空间信息技术国家地方联合工程实验室开放基金资助项目(2014GISNELJJ01); 湖南省自然科学基金资助项目(14JJ6033); 全国生态环境十年(2000~2010年)变化遥感调查与评估项目(STSN-05-18)

通信作者: 廖秀英(1981-), 女, 湖南浏阳人, 博士, 讲师, 从事 GIS 与 RS 理论与应用研究. E-mail: liaoxy.09b@ignrr.ac.cn

生态环境是人类生存和经济社会可持续发展的基础,生态系统格局与空间变化反映了各类生态系统自身的空间分布规律和各类生态系统之间的空间结构关系,是决定生态系统服务功能整体状况及其空间差异的重要因素,也是人类针对不同区域特征实施生态系统服务功能保护和利用的重要依据<sup>[1-2]</sup>. 21世纪第一个10年是湖南省经济社会快速发展的10年,是历史上生态环境受人类干扰和气候变化双重影响最大的10年,在多种因素综合作用下,全省生态环境发生了很大变化. 未来10年是全面建设小康社会关键时期,在新时期,全省如何处理好环境与发展关系,如何更好地落实科学发展观,满足社会发展需求,已经成为影响全局的关键性因素<sup>[3-4]</sup>. 利用遥感信息技术和GIS空间分析方法,从时间和空间上对土地利用变化和景观格局动态变化过程进行系统调查和评价,重点掌握湖南省过去10年生态系统结构变化和各类型之间相互转换特征,生态系统景观格局特征及其变化,并对变化的主要驱动力进行分析,从生态良性循环的角度提出合理建议,为全省生态环境与经济社会的可持续发展提供决策依据.

## 1 研究区域概况

湖南省位于中国东南部,长江中游,幅员辽阔,地处东经108°47′~114°15′,北纬24°39′~30°08′,全省东西直线距离宽667 km,南北直线距离长774 km,土地面积211 800 km<sup>2</sup>. 全省辖13个市、1个自治州、122个县(市、区). 湖南地貌以山地、丘陵为主,全省三面环山,形成从东南西三面向北倾斜开口的马蹄形状. 东有幕阜山、罗霄山脉;南有南岭山脉;西有武陵山、雪峰山脉,海拔从21 m至2 099 m不等,湘北为洞庭湖平原,海拔多在45 m以下;湘中则丘陵与河谷相间. 省内河网密布,水系发达,湘北为洞庭湖,为全国第二大淡水湖;湘江、资水、沅水和澧水等4大水系分别从西南向东北流入洞庭湖,经城陵矶注入长江;5 km以上河流5 341条,河流可通航里程1.5万 km,内河航线贯通95%的县市和30%以上的乡镇. 湖南属中亚热带季风湿润气候,气候条件比较优越,适宜人居和农作物、绿色植物生长. 湖南物产富饶,俗有“湖广熟,天下足”之谓,是著名的“鱼米之乡”.

## 2 数据来源与处理方法

### 2.1 数据来源

本研究选用2000年、2005年的TM数据和2010年的环境一号卫星数据作为影像数据源. 通过ERDAS, ENVI, ArcGIS等遥感与GIS软件,对这些遥感数据进行大气校正、正射校正、几何校正、图像融合以及图像增强等图像处理,并提取湖南省不同时期不同土地利用类型数据. 将研究区域的土地利用类型分为森林、灌丛、草地、湿地、耕地、城镇和裸地7个一级分类. 在GIS技术支持下,对研究区生态系统类型变化量、转移量、转移方向的空间格局变化进行了初步研究.

### 2.2 数据统计方法

本研究根据实际情况,选取面积变化率、综合变化率、类型相互转化强度、边界密度、聚集度指数来反映格局和景观生态变化情况<sup>[5-8]</sup>,有关各指标的含义和计算公式分别如下:

#### 2.2.1 生态系统综合变化率

生态系统综合变化率(EC)是定量描述生态系统的变化速度. 反映研究区生态系统类型变化的剧烈程度,便于在不同空间尺度上找出生态系统类型变化的热点区域. 计算公式为

$$EC = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta ECO_{i-j}}{\sum_{i=1}^n ECO_i} \times 100\%.$$

其中: $ECO_i$ 为监测起始时间第*i*类生态系统类型面积, $ECO_i$ 根据生态系统类型图矢量数据在ARCGIS平台下进行统计获取; $\Delta ECO_{i-j}$ 为监测时段内第*i*类生态系统类型转为非*i*类生态系统类型面积的绝对值, $\Delta ECO_{i-j}$ 根据生态系统转移矩阵模型获取.

#### 2.2.2 生态系统变化趋势

生态系统类型相互转化强度(土地覆被转类指数,LCCI)反映土地覆被类型在特定时间内变化的总体趋势,LCCI值为正,表示此研究区总体上土地覆被类型转好;LCCI值为负,表示此研究区总体上土地覆被类型转差. 计算公式为

$$LCCI_{kj} = \frac{\sum [A_{kj} \times (D_a - D_b)]}{\sum A_{kj}} \times 100\%$$

其中: $LCCI_{ij}$ 为某研究区土地覆被转类指数; $k$ 为研究区; $j$ 为土地覆被类型, $j = 1, \dots, n$ ;  $A_{kj}$ 为某研究区土地覆被一次转类的面积; $D_a$ 为转类前级别; $D_b$ 为转类后级别.

### 2.2.3 边界密度

边界密度是从边形特征描述景观破碎化程度,边界密度越高说明斑块破碎化程度越高.计算公式为

$$ED = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M P_{ij}, \quad ED_i = \frac{1}{A_i} \sum_{j=1}^M P_{ij}$$

其中: $ED$ 为景观边界密度(边缘密度),边界长度之和与景观总面积之比; $ED_i$ 为景观中第*i*类景观要素斑块密度; $A_i$ 为景观中第*i*类景观要素斑块面积; $P_{ij}$ 为景观中第*i*类景观要素斑块与相邻第*j*类景观要素斑块间的边界长度.

### 2.2.4 聚集度指数(CONT)

反映景观中不同斑块类型的非随机性或聚集程度.聚集度指数越高说明景观完整性较好,相对的破碎化程度较低.计算公式为

$$C = C_{max} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n G_{ij} \ln(G_{ij})$$

$C_{max}$ 为  $G_{ij} = C_i P_{j/i}$  指数的最大值; $n$ 为景观中斑块类型总数; $G_{ij}$ 为斑块类型*i*与*j*相邻的概率.

## 3 结果与分析

### 3.1 生态系统类型变化特征

#### 3.1.1 空间分布特征

遥感监测数据表明,2010年全省一级生态系统构成中,按面积从大到小分别为森林>耕地>灌丛>湿地>城镇>草地>裸地,占全省国土面积比例分别为41.1%,30.0%,20%,4%,3%,2%和0.2%.

如图1所示,2000年、2005年和2010年全省的生态系统类型及分布基本一致.森林生态系统类型非常丰富,主要有阔叶林、针叶林、针阔混交林和稀疏林,绝大部分主要分布在东部暮阜—罗霄山脉、西部雪峰山脉和武陵山脉区、南部的南岭山脉,各种植被类型交叉混杂,以针叶林和针阔混交林为主,间以灌丛较少有单一植被大片存在.耕地生态系统有水田、旱地、园地等,主要分布在北部的洞庭湖平原,湘、资、沅、澧四水干流和支流水系的近岸平原、以及西部山区山前地带也有零星分布,而园地则多呈现零散分布状况.城镇生态系统主要为居住地、城市绿地、工矿区域,主要分布于地形条件好、交通便利、水源充足、土壤肥沃的平原、谷地、坝区内,以长株潭城市群及其周边城市为相对集中区域.湿地主要有沼泽、湖泊、河流等类型,湿地主要分布于洞庭湖区域,湘江、资江、沅江、澧水流域沿线以及郴州市的东江湖区域等,洞庭湖汇集了湘、资、沅、澧四水,形成国内第二大淡水内陆湖泊,也是省内湿地最集中的地区.境内没有荒漠、冰川/永久积雪这2种生态系统,裸地相对也非常少.

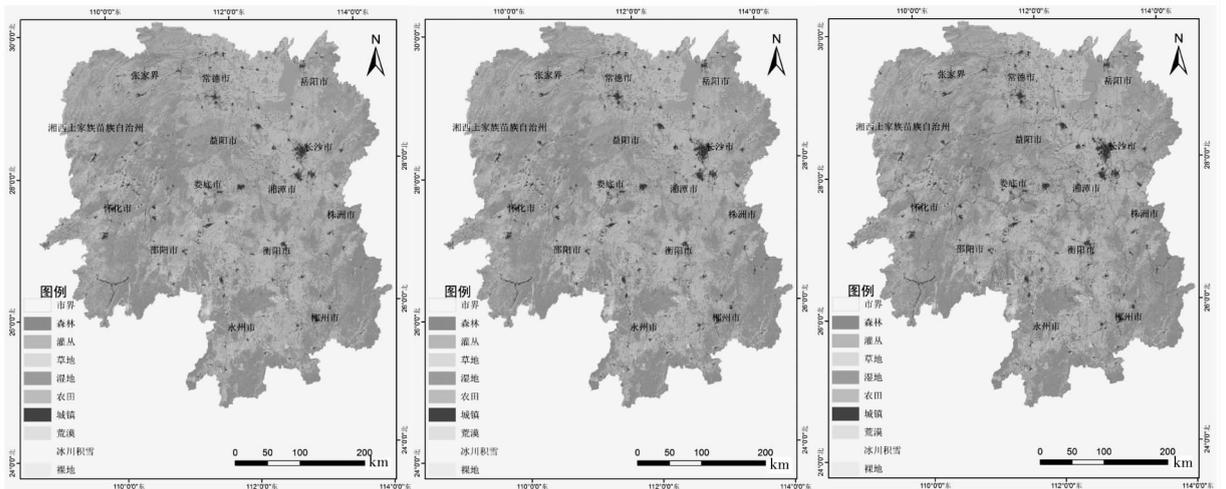


图1 2000年、2005年和2010年湖南省土地利用类型图

### 3.1.2 时间变化特征

如表1所示,2000~2010年,生态系统类型面积变化主要集中在城镇和耕地2类生态系统,城镇生态系统面积增加明显,耕地生态系统面积变化主要表现为减少。10年间,城镇生态系统共增加了1408.3 km<sup>2</sup>,2000年占全省国土面积的2.57%,2005年、2010年分别占2.90%和3.23%,呈逐步增加趋势,主要以居住地增长最大,由2000年、2005年、2010年占全省土地面积分别为1.83%、2.08%、和2.28%,10年共增加了962.7 km<sup>2</sup>,其次是交通用地,2000年、2005年、2010年分别占0.62%、0.69%和0.79%,共增加了366 km<sup>2</sup>;其余城市绿地、工业用地、采矿场等逐年略有增加。10年间耕地生态系统减少了1292.8 km<sup>2</sup>,2000年、2005年、2010年分别占全省土地面积的30.60%、30.36%、30.00%,呈逐步递减趋势,其中以旱地减少幅度最大,10年间共减少661.3 km<sup>2</sup>,其次是水田,10年间减少697.6 km<sup>2</sup>,而其余乔木园地、灌木园地则略有增加,但并不明显。森林生态系统、草地生态系统和湿地生态系统面积10年间略有增加,分别增加了148 km<sup>2</sup>、46.4 km<sup>2</sup>和45.4 km<sup>2</sup>,而灌丛生态系统和裸地生态系统面积则略有减少,分别减少了322 km<sup>2</sup>、33.4 km<sup>2</sup>。

表1 生态系统的构成及变化

I级	2000年		2005年		2010年	
	面积/km <sup>2</sup>	占全省面积比/%	面积/km <sup>2</sup>	占全省面积比/%	面积/km <sup>2</sup>	占全省面积比/%
森林	87402.9	40.99	87387.2	40.99	87551.0	41.06
灌木	42220.8	19.80	42040.9	19.72	41898.8	19.65
草地	4193.5	1.97	4210.8	1.97	4239.9	1.99
湿地	8185.6	3.84	8200.2	3.85	8231.0	3.86
耕地	65252.0	30.60	64729.6	30.36	63959.2	30.00
城镇	5485.2	2.57	6184.7	2.90	6893.5	3.23
裸地	472.0	0.22	458.4	0.21	438.6	0.21

生态系统综合变化率(*EC*)是定量描述生态系统的变化速度,反映研究区生态系统类型变化的剧烈程度,便于在不同空间尺度上找出生态系统类型变化的热点区域。结果表明,2000~2005年的综合变化率为0.8%,2005~2010年综合变化率为0.8%,2000~2010年综合变化率为1.4%。说明10年间,湖南省的生态系统类型变化并不剧烈。

生态系统类型相互转化强度(*LCCI*)反映土地覆被类型在特定时间内变化的总体趋势。*LCCI*值为正,表示此研究区总体上土地覆被类型转好;*LCCI*值为负,表示此研究区总体上土地覆被类型转差。2000~2010年、2000~2010年和2005~2010年的生态系统类型转化强度分别为0.2%、0.0%和0.2%。均表现为正值,10年来湖南省陆地生态系统功能总体向好的方向发展。

### 3.1.3 生态系统双向转换特征

2000~2010年间,全省一级分类生态系统共有2921 km<sup>2</sup>发生了变化,占全省土地面积的1.4%。在生态系统双向转换特征方面,面积转移变化最大的主要以城镇和耕地生态系统为主。

如表2所示,10年间城镇面积变化基本表现为以其他类型单向转入的特征,共转入1415.1 km<sup>2</sup>,占全省总变化面积2921 km<sup>2</sup>的48.5%,而转为其他生态类型仅6.9 km<sup>2</sup>,仅占0.24%。其主要来源为耕地,其中有少量来源于一部分森林和灌丛,分别转入1037.1 km<sup>2</sup>、161.8 km<sup>2</sup>、137.5 km<sup>2</sup>,占转入总面积的73.3%、11.4%和9.7%。其余草地、湿地、裸地转入共仅占5.6%。说明近10年湖南省城市发展迅速,大量耕地、部分森林和灌丛地被开发作为城市建设用地。

耕地生态系统以转出为主,由耕地转为其他生态类型共1698.8 km<sup>2</sup>,占全省总变化面积的58.16%,转入为406 km<sup>2</sup>,仅占13.90%。主要转出方向为城镇生态系统,共转变1037.1 km<sup>2</sup>,占其转出面积的61.04%,其次为转变为森林生态系统,共转变361.4 km<sup>2</sup>,占其转出面积的21.3%。转变为灌丛、草地、湿地、裸地总共为300.4 km<sup>2</sup>,占其转出面积的17.7%。说明耕地被大量占用作为城市开发,期间退耕还林政策也已取得了一定成效。森林、灌丛、草地、湿地生态系统转出与转入面积占全省总变化面积的比例分别为13.6%和18.7%、18.0%和6.9%、3.3%和4.9%、3.3%和4.8%,转出转入比例大体相当,森林、草地、湿

地生态系统略有增加,裸地生态系统则略有减少.

表2 湖南省一级生态系统构成转移矩阵

km<sup>2</sup>

年代	类型	森林	灌丛	草地	湿地	耕地	城镇	裸地
2000 ~ 2010	森林	87 005.4	22.6	64.4	28.7	105.0	161.8	15.3
	灌丛	110.3	41 696.3	29.4	17.2	224.8	137.5	5.4
	草地	16.8	25.7	4 097.8	3.8	13.7	35.0	0.6
	湿地	23.4	6.0	1.6	8 089.4	32.9	31.3	1.0
	耕地	361.4	139.6	38.8	76.8	63 554.4	1 037.1	45.2
	城镇	0.4	0.4	0.3	1.8	4.0	5 479.0	0
	裸地	33.8	8.3	7.7	13.2	25.6	12.4	371.0
2000 ~ 2005	森林	87 127.2	22.1	13.8	15.3	143.7	73.9	7.3
	灌丛	84.2	41 924.6	25.5	11.7	117.8	48.7	8.3
	草地	5.2	3.2	4 154.5	0.3	27.7	1.0	1.7
	湿地	22.1	6.8	2.5	8 111.0	25.2	16.8	1.1
	耕地	138.0	77.3	13.3	55.6	64 389.4	555.6	23.9
	城镇	0.4	0.3	0.1	0.2	4.0	5 480.7	0.1
	裸地	10.4	6.7	1.1	6.1	23.0	8.7	416.0
2005 ~ 2010	森林	87 196.3	7.1	51.5	12.2	28.3	80.1	12.2
	灌丛	43.2	41 779.1	15.5	7.2	151.2	42.8	2.2
	草地	12.9	34.8	4 129.6	4.8	11.0	17.4	0.4
	湿地	1.7	0.6	0.2	8 157.5	24.4	15.5	0.4
	耕地	272.3	75.2	36	37.0	63 722.7	551.9	35.8
	城镇	0.1	0.1	0.3	1.8	2.0	6 181.0	0
	裸地	25.0	2.0	7.0	10.5	20.7	5.6	387.7

在2000~2005年与2005~2010年2个时间段,全省分别有1 611.0 km<sup>2</sup>,1 660.9 km<sup>2</sup>生态系统类型发生了变化,占全省土地面积的0.76%,0.78%.耕地以转出为主,主要变为城镇用地,城镇以转入为主,主要来源于耕地生态系统.与2000~2005年相比,2005~2010年耕地转化为其它类型的比例增大,而其它类型转化为耕地的比例减少得更明显,耕地的损失速度加快,而森林生态系统变化也较大,主要以转入为主,主要来源于耕地生态系统.灌丛、草地、湿地、裸地生态系统转出与转入基本平衡.

### 3.2 生态系统景观格局变化特征

斑块指数、平均斑块面积、边界密度和聚集度指数等可反映湖南省景观结构组成和变化规律<sup>[9]</sup>.斑块指数主要用来衡量目标景观的复杂程度,斑块数量越多说明景观构成越复杂.在2000~2010年间,全省斑块数分别为762 500个、755 379个和753 327个,一直呈减少趋势,10年间总共减少了9 173个.如表3所示,森林、灌木、草地、湿地、耕地和裸地等生态系统构成趋于简单,10年间斑块数量一直呈减少趋势,分别减少了2 672个、3 665个、825个、135个、1 310个、1 304个,而城镇的景观构成趋于复杂,10年间斑块数量共增加了738个,符合10年间的生态环境保护政策和城市快速发展规律.

表3 生态系统类斑块数量

年份	森林	灌木	草地	湿地	耕地	城镇	裸地
2000	167 284	256 713	57 320	32 570	164 095	74 406	10 112
2005	164 270	254 572	57 043	31 979	163 563	74 336	9 616
2010	164 612	253 048	56 495	32 435	162 785	75 144	8 808

平均斑块面积可以用于衡量景观总体完整性和破碎化程度,平均斑块面积越大说明景观较完整,破碎化程度较低.如表4所示,人工干预较强的耕地、城镇生态系统平均斑块面积变化比较明显.城镇平均斑块面积增加比例比较明显,10年间共增加了0.018 017 km<sup>2</sup>,增加了24.4%,3个年份表现呈逐渐增加的趋势,说明10年间城镇建设的快速扩张;耕地斑块平均面积10年间共减少0.004 74 km<sup>2</sup>,且一直呈减小趋势,主要由于城镇的扩张大量侵占耕地,加之农村劳动力大量向城镇转移,导致耕地被大量抛荒,政府的退耕还林政策的

推行等是主要原因;森林斑块面积表现为前5年增加,后5年基本保存稳定,湿地、灌丛、草地等斑块平均面积均有不同程度的增加,说明退耕还林、洞庭湖区的退耕还湖等生态保护政策在一定程度上取得了成效,裸地斑块平均面积也出现了增加,比例达到了6.7%,说明10年其间还存在土地退化现象。

表4 生态系统类斑块平均面积

年份	森林	灌木	草地	湿地	耕地	城镇	裸地
2000	0.522 5	0.164 5	0.073 2	0.251 4	0.397 6	0.073 7	0.046 7
2005	0.532 0	0.165 1	0.073 8	0.256 5	0.395 7	0.083 2	0.047 7
2010	0.531 9	0.165 6	0.075 0	0.253 8	0.392 9	0.091 7	0.049 8

km<sup>2</sup>

边界密度是从边形特征描述景观破碎化程度,边界密度越高说明斑块破碎化程度越高<sup>[10]</sup>。聚集度指数越高说明景观完整性较好,相对的破碎化程度较低。一般认为影响地区景观结构聚集程度的因素主要以边界密度占主导,10年间湖南省的边界密度均维持在为60 m/hm<sup>2</sup>左右,而聚集度指数小于60% (如表5所示),因此湖南省的斑块破碎化程度较高,景观完整性较差。

表5 生态系统景观格局特征变化

年份	斑块数	边界密度	聚集度指数
2000	762 500	60.5	54.8
2005	755 379	60.3	54.6
2010	753 327	60.3	54.4

### 3.3 空间格局变化的社会经济驱动力分析

土地利用变化驱动力是指导致土地利用方式和目的发生变化的因素,土地利用变化驱动力包括自然生物、社会经济、制度及技术因素。自然驱动力因素包括气象、地貌、植物演替等,10年时间相对较短,自然因子对景观格局变化影响较小。社会经济驱动力包括社会、经济、技术等因素,可以通过影响人们在土地利用上的决策对区域土地利用变化产生直接影响目的发生变化的因素<sup>[11-15]</sup>。

10年间,湖南省生态系统面积变化主要集中在城镇、耕地2种类型,与刘纪远等研究的结论一致<sup>[16]</sup>。2000~2010年全省城镇面积共增加了1 408.3 km<sup>2</sup>,耕地面积减少了1 292.8 km<sup>2</sup>,两者呈现高度的负相关性( $r = -0.755^{**}$ ,  $p < 0.01$ )。城镇与耕地生态系统是典型的以人类活动为中心,按照人类的理想要求建立的人工生态系统,具有受人类社会强烈干预和影响的典型特点。长株潭城市群是国家级两型社会建设综合配套改革试验区,肩负着“立足全国资源节约型和环境友好型社会(以下简称“两型”社会)建设、中部崛起、长株潭城市群一体化发展等战略加以提升,为促进城市群一体化建设、有效配置城市群资源、推进“两型”社会建设、带动区域协调发展提供指南”的职责,集中了全省最大的城市资本、土地和劳动力,交通便利,在政策和经济驱动下城市面积不断扩大。而城市发展较快的永州、常德、郴州等市级城市,相对狭小的城镇面积无法适应市场经济的快速发展,因此凭借城区周边地势平坦、交通方便、开发成本低廉等优势,在政策指引下迅速扩张城市面积,以适应城市社会、经济的发展步伐。城市所在地绝大部分都是比较开阔的平原地带,周边土地利用类型主要是菜地、水田等为主的耕地,在城市的外扩过程中,大量农田被征用,开发成本也相对较低。说明城镇与耕地的高度负相关性与现实情况完全符合,社会经济的发展是影响和改变人工生态系统格局的重要驱动因素<sup>[17]</sup>。

随着国家和省政府加大对生态环境保护的力度,退耕还林、封山育林、禁砍禁伐、植树造林等政策取得一定成效<sup>[18-20]</sup>。经济发展促进农村生活水平提高,在农村中能源结构逐步发生转变,燃煤、液化石油气等石化能源、沼气、太阳能等清洁能源在能源消费中的比重逐步提高<sup>[21-22]</sup>,农民减少对森林、灌木的砍伐,但灌木林经过10年的演替,乔木已经成为优势树种,城郊灌木区也因城镇的发展而逐渐消失,因此表征生态环境良好质量的森林面积出现明显的增加,灌木面积一直呈减少趋势。

### 3.4 主要驱动因子分析

2000~2010年10年之间,湖南省生态系统类型的格局发生了一些变化,主要是由于自然和人为因素综合影响的结果。

1) 自然因素:湖南省地处我国东南部,全省地貌以山地、丘陵为主,三面环山围绕,南高北低的地势,

属于亚热带季风气候,春季温度多变,夏季酷热,秋季气温骤降,冬季寒冷,全年日照时间较长,热量丰富,年均气温较高,且降水量较丰富,为我国降雨较多的省区之一,在这样的气候条件之下,适宜人类居住,生态系统类型多样,且森林、耕地、灌丛、湿地、城镇、草地、裸地生态系统类型分布于全省,占全省国土面积比例分别为41.1%,30.0%,20%,4%,3%,2%和0.2%。

2)经济因素:随着经济发展、人口增长、城市化进程的推进,越来越多的农村人口涌入到城市居住,人类对于建设用地的需求越来越大,特别是居住用地和交通用地,只有不断的占用周边耕地、灌丛等用来发展成为城镇居住用地及城市基础设施用地,10年间,城镇生态系统共增加了1408.3 km<sup>2</sup>,主要以居住地增长最大,增加了962.7 km<sup>2</sup>,其次是交通用地,而减少最多的是耕地,耕地转为其他生态类型共1698.8 km<sup>2</sup>,转变为城镇生态系统1037.1 km<sup>2</sup>,可见湖南省生态系统转移方面有双向转换特征。由于人类活动的复杂性,城镇的景观构成趋于复杂,10年间斑块数量共增加了738个,平均斑块面积增加了24.4%,3个年份表现呈逐渐增加的趋势,说明10年间城镇建设的快速扩张。

3)政策因素:随着国家退耕还林政策和洞庭湖区退耕还湖政策的实施,10年间,研究区耕地生态系统2000年、2005年、2010年分别占全省土地面积的30.60%,30.36%,30.00%,呈逐步递减趋势,耕地转变为森林生态系统,共转变361.4 km<sup>2</sup>,占其转出面积的21.3%,有少部分耕地转变为湿地,退耕还林政策也使得耕地生态系统更加集中化、整体化,研究区耕地生态系统的斑块数量和平均斑块面积分别减少了1310个和0.00474 km<sup>2</sup>,均呈减少趋势,生态系统构成趋于简单。

## 4 结论

1)区域生态安全格局是实现区域可持续发展、促进生态系统与社会经济系统协调的基础保障。在经济快速发展地区,构建生态安全格局必须充分发挥人类的主动作用,促进生态系统与社会经济发展相协调,生态安全格局的构建总体目标是保护生态系统的稳定性,同时通过水平方向的有机链接,为经济的快速增长提供生态保障与环境支撑<sup>[23-24]</sup>。

2)10年间湖南全省表征生态环境变好,森林、灌木、耕地、裸地等斑块呈现简单、平均斑块面积增大的趋势,陆地生态系统功能和生态环境稳步向好的方向发展。但全省的斑块破碎化程度还较高,景观完整性较差。湘东、湘南及湘西山脉作为湖南省森林主要分布区和生物多样性和水源涵养等重点生态功能区所在地,湘北洞庭湖区作为重点湿地保护区,需要最大限度减缓开发,核心区禁止开发,优先保护以大型的自然植被斑块、水面和水源涵养区等重要的生态功能区,维护生态系统的稳定性。

3)人类经济活动是湖南生态系统类型空间格局变化的主要因素<sup>[25-26]</sup>,10年间生态系统面积变化主要集中在城镇与耕地生态系统。城镇面积增加明显,耕地明显减少。湖南省是农业大省,耕地比例占30%,主要集中在湘中平原及洞庭湖区,在全省山地丘陵小平原零星分布,该区域对农业生态意义重大,在城镇开发建设过程中要严守耕地红线,禁止大量占用耕地的现象。

4)在城市发展过程中,尤其是住宅、公共设施以及道路等的建设,会逐渐占用和“蚕食”城市周边的耕地和城市的绿地资源,使得城市在形态上表现出往外扩张的趋势,从而很大程度上改变了土地利用现状和景观格局,导致景观异质性显著,各类型的斑块分割程度高,相互之间连通性差,破碎化程度加剧,进而减少城镇生态系统赖以维持的能流和物质流的供应,影响城市的可持续发展<sup>[27]</sup>。因此在城镇建设过程中,加大绿地斑块和建设绿地廊道链接分离的绿地景观,实现城镇与周边森林、灌木、湿地等保护核心区的连接,既能维护整个区域的生态连续性,成为研究区内生态流之间的高效通道和联系途径,又能以最小的人类利益损失为代价,达到社会经济与生态保护的可持续性发展。

## 参考文献:

- [1] 于贵瑞. 生态系统管理学的概念框架及其生态学基础[J]. 应用生态学报, 2001, 12(5): 787-794.
- [2] 杨荣金, 傅伯杰, 刘国华. 生态系统可持续管理的原理和方法[J]. 生态学杂志, 2004, 23(3): 103-108.
- [3] 王志红, 李勇. 科学发展的辉煌答卷[N]. 湖南日报, 2010-12-30(01).
- [4] 奋力开创“十二五”科学发展新局面[N]. 湖南日报, 2011-01-26(01).
- [5] 欧阳贝思, 张明阳, 王克林, 等. 2000-2010年南方丘陵山地土地覆被及景观格局变化特征[J]. 农业现代化研究,

2013, 34(4): 468-471.

- [6] 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.
- [7] 邬建国. 景观生态学——概念与理论[J]. 生态学杂志, 2000, 19(1): 42-52.
- [8] 徐燕侠. 城市区域生态系统结构域格局遥感调查与变化分析[D]. 杭州: 浙江大学, 2013.
- [9] 李雪冬, 杨广斌, 张旭亚, 等. 基于RS和GIS的喀斯特山区生态系统构成与格局及转化分析[J]. 中国溶岩, 2014, 33(1): 83-90.
- [10] 张金屯, 邱扬, 郑凤英. 景观格局的数量研究方法[J]. 山地学报, 2000, 18(4): 346-352.
- [11] 王艳芳, 沈永明. 盐城国家级自然保护区景观格局变化及其驱动力[J]. 生态学报, 2012, 32(15): 4844-4851.
- [12] 高翔, 蔡雄飞, 王济, 等. 贵州典型矿区10年景观格局变化及驱动力分析[J]. 环境科学与技术, 2013, 36(11): 168-174.
- [13] 谭少华, 倪绍祥. 区域土地利用变化驱动力的成因分析[J]. 地理与地理信息科学, 2005, 21(3): 47-50.
- [14] 杨梅, 张广录, 侯永平. 区域土地利用变化驱动力研究进展与展望[J]. 地理与地理信息科学, 2011, 27(1): 95-100.
- [15] 李平, 李秀彬, 刘学军. 我国现阶段土地利用变化驱动力的宏观分析[J]. 地理研究, 2001, 20(2): 129-138.
- [16] 刘纪远, 布和敖斯尔. 中国土地利用变化现代过程时空特征的研究——基于卫星遥感数据[J]. 第四纪研究, 2000, 20(3): 229-239.
- [17] 石玉胜, 肖捷颖, 沈彦俊, 等. 土地利用与景观格局变化的空间分异特征研究[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(2): 416-421.
- [18] 李定一, 柏方敏, 陶接来. 湖南省退耕还林工程成效与发展对策[J]. 湖南林业科技, 2006, 33(2): 1-5.
- [19] 国家林业局退耕还林办公室. 湖南省退耕还林成效显著[EB/OL]. [2007-5-20]. <http://www.forestry.gov.cn/portal/main/s/435/content-31926.html>.
- [20] 刘东生, 谢晨, 刘建杰, 等. 退耕还林的研究进展、理论框架与经济影响[J]. 北京林业大学学报(社会科学版), 2011, 10(3): 74-81.
- [21] 刘利花, 尹昌斌. 基于灰色关联的我国农村能源消费量及能源结构分析:1999~2010[J]. 浙江农业学报, 2014, 26(2): 503-509.
- [22] 张力小, 胡秋红, 王长波. 中国农村能源消费的时空分布特征及其政策演变[J]. 农业工程学报, 2011, 27(1): 2-9.
- [23] 赵筱青, 王海波, 杨树华, 等. 基于GIS支持下的土地资源空间格局生态优化[J]. 生态学报, 2009, 29(9): 4893-4901.
- [24] 汪雪格. 吉林西部生态景观格局变化与空间优化研究[D]. 长春: 吉林大学, 2008: 69-133.
- [25] 刘纪远, 刘明亮, 庄大方, 等. 中国近期土地利用变化的空间格局分析[J]. 中国科学(D辑), 2002, 32(12): 1032-1040.
- [26] 张金龙, 陈英, 葛劲松, 等. 1977-2010年青海湖环湖区土地利用/覆盖变化与土地资源管理[J]. 中国沙漠, 2013, 33(4): 1256-1266.
- [27] 仇江啸, 王效科, 逯非, 等. 城市景观破碎化格局与城市化及社会经济发展水平的关系[J]. 生态学报, 2012, 32(9): 2659-2669.