

# 1990 年以来武汉城市圈土地利用变化时空特征研究

柯新利<sup>1,2</sup>, 韩冰华<sup>1</sup>, 刘蓉霞<sup>1</sup>, 袁永卫<sup>2</sup>

(1. 咸宁学院 资源与环境科学学院, 湖北 咸宁 437100; 2. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 北京 100101)

**摘要:** 武汉城市圈是全国首批资源节约与环境友好型社会建设综合配套改革试验区之一, 也是长江经济带发展战略和中部崛起战略的重点区域。科学认识武汉城市圈土地利用变化时空格局的历史特征, 对区域土地利用政策的制定和实施具有重要的意义。对已有的土地利用分类编码方式进行改进, 结合土地利用动态度模型, 对武汉城市圈 1990 年、1995 年、2000 年和 2005 年 4 期土地利用数据进行分析, 形成对武汉城市圈 1990 年以来土地利用变化的基本规律、阶段性趋势和空间差异的科学认识。结果表明: 1990 年以来, 武汉城市圈耕地、林地和草地大面积减少, 水域和建设用地的面积有较大幅度的增加。在不同的发展阶段, 武汉城市圈土地利用变化呈现出不同的规律: 1990—1995 年武汉城市圈的土地利用变化以耕地减少为主要特征; 1995—2000 年武汉城市圈土地利用变化以耕地和水域的相互转换为主要特征; 2000—2005 年武汉城市圈土地利用变化以耕地向水域和建设用地转换为主要特征。武汉城市圈土地利用变化表现出明显的空间差异性: 土地利用动态度最大的区域集中在武汉市及其周边县域; 从单一土地利用类型看, 耕地、林地、建设用地动态度最大的区域也主要集中在武汉市及其周边县域, 而水域动态度最大的区域集中在仙桃市和潜江市。

**关键词:** 土地利用变化; 空间差异; 阶段性特征; 武汉城市圈

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2012)01-0076-06

## Study on Spatial—Temporal Characteristics of Land Use Change in Wuhan Metropolitan Area Since 1990

KE Xin-li<sup>1,2</sup>, HAN Bing-hua<sup>1</sup>, LIU Rong-xia<sup>1</sup>, YUAN Yong-wei<sup>2</sup>

(1. School of Resources & Environment Science, Xianning College, Xianning, Hubei Province, 437000, China;

2. Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

**Abstract:** Wuhan Metropolitan Area is one of the earliest resource-saving and environment-friendly society comprehensive experimental areas, it also the most important area of Yangtze River Economic Belt and the Central China Development Strategy. Understanding scientifically of land use change pattern of Wuhan Metropolitan Area during past decades is of great significance for regional land use policy formulation and implementation. In this paper, traditional land use classes coding system is improved to adapt our research. By combining the improved coding system and land use dynamic degree model, we analysis land use data of 1990, 1995, 2000 and 2005 of Wuhan Metropolitan Area to recognize general pattern, trends in phases and regional heterogeneity of Wuhan Metropolitan Area since 1990. Results show that: (1) In Wuhan Metropolitan Area, area of cropland, forest and grassland decreased greatly, while water body and build up area increased during 1990 to 2005. Most decreased cropland was transformed to water body and build up area. (2) In different phases, it shows different land use change pattern in Wuhan Metropolitan Area: during 1990 to 1995, decreasing of cropland was the major characteristics; during 1995 to 2000, interconversion of cropland and water body was the main characteristics; during 2000 to 2005, cropland transformed to water body and build up area was the main characteristics. (3) Spatial heterogeneity of land use change in Wuhan Metropolitan Area is apparent: regions with large land use dynamic degree are centered on Wuhan City and counties beside it; as far as the land use dynamic degree for single land use class is concerned, regions with large cropland

收稿日期: 2011-05-11

修回日期: 2011-06-08

资助项目: 国家自然科学基金(41101098); 教育部人文社科基金(10YJC790121); 湖北省自然科学基金(2009CDB342, 2010CDB05101)

作者简介: 柯新利(1977—), 男, 湖北天门人, 博士, 副教授, 主要从事土地系统动态模拟、土地利用变化研究。E-mail: kexl@igsnr.ac.cn

通信作者: 韩冰华(1964—), 男, 湖北咸宁人, 博士, 教授, 主要从事土地经济学方面的研究。E-mail: hbh098@163.com

dynamic degree, forest dynamic degree and build up dynamic degree are centered on Wuhan City and counties beside it, while regions with large water body dynamic degree are centered on Xiantao City and Qianjiang City.

**Key words:** land use change; spatial heterogeneity; phasic characteristics; Wuhan Metropolitan Area

土地利用/土地覆被变化(LUCC)是全球环境变化与可持续发展研究的重要内容,也是全球变化研究的核心内容<sup>[1-3]</sup>。“国际地圈与生物圈计划(The International Geosphere—Biosphere Programme, IG-BP)”和“全球变化人类因素计划(The International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change, IHDP)”两大国际组织先后共同制定和联合发起了“土地利用/土地覆被变化(LUCC)科学研究计划”和“全球土地计划(Global Land Project, GLP)”,推动土地利用变化逐渐成为研究关注的焦点问题<sup>[4-6]</sup>。土地利用变化的过程、模式及驱动力是土地利用/土地覆被变化研究的重要内容<sup>[6]</sup>,土地利用变化的空间格局研究则是土地利用/土地覆被变化研究的基础。国内土地利用变化研究主要集中在基于遥感和 GIS 的土地利用变化时空格局<sup>[7-8]</sup>、土地利用变化驱动力和驱动机制<sup>[9]</sup>、土地利用效应<sup>[10]</sup>等方面。

武汉城市圈是国务院批准的全国首批资源节约型与环境友好型社会建设综合配套改革试验区,同时也是全国重要的粮食生产基地。快速的经济发展与城市化推动了武汉城市圈的土地利用空间格局演化。科学认识武汉城市圈土地利用变化时空格局对正确理解武汉城市圈土地利用变化规律、理清区域土地利用变化的时空差异、指导区域土地利用政策制定和实施具有重要的意义。因此,本文选择以武汉城市圈为案例区,利用 1990 年、1995 年、2000 年和 2005 年 4 期遥感影像解译数据,对案例区土地利用变化的时空特征进行研究,揭示武汉城市圈 1990 年以来土地利用变化的总体规律、区域差异及阶段性特征。

## 1 研究区域与数据来源

### 1.1 研究区概况

武汉城市圈位于湖北省中东部,辖武汉、黄石、鄂州、孝感、黄冈、咸宁、仙桃、天门、潜江 9 市。该区占湖北省国土面积的 35.9%,武汉城市圈人口的聚集度高,2008 年常住人口为 2 994.3 万人,占湖北省的 52.4%;GDP 达 6 972.11 亿元,占湖北省 GDP 的 61.5%。

武汉城市圈土地总面积 578.532 6 万  $\text{hm}^2$ ,以农用地为主,为 350.053 2 万  $\text{hm}^2$ ,占土地总面积 60.51%;林地 139.960 4 万  $\text{hm}^2$ ,占土地总面积 24.19%;

草地 16.160 8 万  $\text{hm}^2$ ,占土地总面积 2.79%;水域 45.302 2 万  $\text{hm}^2$ ,占土地总面积 7.83%;建设用地上面积为 23.422 5 万  $\text{hm}^2$ ,占土地总面积比重 4.05%;未利用土地面积为 3.633 6 万  $\text{hm}^2$ ,在土地总面积中的比重为 0.63%。

### 1.2 数据来源

本文采用的数据包括研究区域 1990 年、1995 年、2000 年与 2005 年 4 期土地利用数据,涵盖耕地、林地、草地、建设用地、水域、未利用地 6 大用地类型。该土地利用数据集来源于中国科学院资源环境数据中心的土地利用数据库<sup>[1]</sup>。该数据库由 Landsat TM/ETM 影像解译得到,原始空间分辨率为 30 m $\times$ 30 m,对解译结果重采样,得到 100 m $\times$ 100 m 的栅格数据。

## 2 模型与方法

### 2.1 土地利用类型编码方法

为了获取土地利用变化信息,需要将两期土地利用数据进行叠加分析。采用常用的土地利用编码方式(1 为耕地,2 为林地,3 为草地,4 为水域,5 为建设用地,6 为未利用地),两期土地利用数据相减只能通过结果是否为 0 来判断某栅格的用地类型是否发生了变化,而不能根据结果判断该栅格变化前后的土地利用类型。

因此,需要对土地利用编码方式进行改进,使相减以后的结果能反应变化前后的土地利用类型。分别用  $1(2^0)$ 、 $2(2^1)$ 、 $4(2^2)$ 、 $8(2^3)$ 、 $16(2^4)$ 、 $32(2^5)$  表示耕地、林地、草地、水域、建设用地和未利用地。采用改进后的编码方式对土地利用数据进行编码后,两期土地利用数据相减可能得到的结果如表 1 所示。由表 1 可见,采用改进编码方式的两期土地利用数据相减结果不仅可以判断是否发生了变化,还可以判断变化前后的土地利用类型。

### 2.2 土地利用变化模型

土地利用变化模型在区域土地利用变化规律总结上发挥了重要的作用,已经被广泛应用于土地利用变化研究中。本文主要研究武汉城市圈近 20 a 来土地利用变化的总体规律、区域差异以及阶段变化特征,涉及单一土地利用动态度模型、单一地类变化的方向分析模型、土地利用动态度模型、土地利用相对变化率模型和土地利用重要度模型<sup>[11]</sup>。

表 1 采用改进编码方式的两期土地利用数据相减结果

项目	1(耕地)	2(林地)	4(草地)	8(水域)	16(建设用地)	32(未利用地)
1(耕地)	0	1	3	7	15	31
2(林地)	-1	0	2	6	14	30
4(草地)	-3	-2	0	4	12	28
8(水域)	-7	-6	-4	0	8	24
16(建设用地)	-15	-14	-12	-8	0	16
32(未利用地)	-31	-30	-28	-24	-16	0

### 3 结果与分析

#### 3.1 近 20 年来武汉城市圈土地利用变化基本特征

1990 年武汉城市圈耕地面积为 3 029 143 hm<sup>2</sup>, 林地面积为 1 760 479 hm<sup>2</sup>, 草地面积为 144 356 hm<sup>2</sup>, 水域面积为 558 338 hm<sup>2</sup>, 建设用地面积为 287 342 hm<sup>2</sup>; 2005 年武汉城市圈耕地面积为 2 945 030 hm<sup>2</sup>, 林地面积为 1 755 647 hm<sup>2</sup>, 草地面积为 142 168 hm<sup>2</sup>, 水域面积为 602 305 hm<sup>2</sup>, 建设用地面积为 328 289 hm<sup>2</sup>。1990—2005 年武汉城市圈土地利用总体变化情况见图 1。耕地面积有较大幅度减少, 15 a 间耕地面积总共减少 84 113 hm<sup>2</sup>; 林地和草地面积也有一定程度的减少, 15 a 间分别减少了 4 832 hm<sup>2</sup> 和 2 188 hm<sup>2</sup>; 水域和建设用地面积有较大幅度增加, 其中水域面积增加了 43 967 hm<sup>2</sup>, 建设用地面积增加了 40 947 hm<sup>2</sup>;

未利用面积也较小幅度的增加, 15 a 间总共增加 6 219 hm<sup>2</sup>。

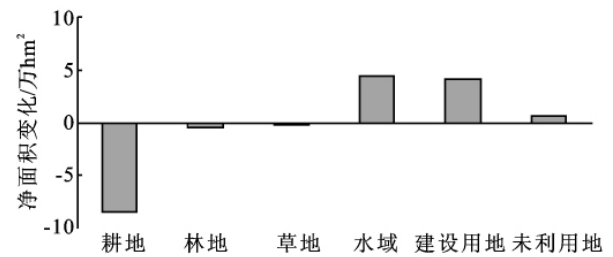


图 1 武汉城市圈 1990—2005 年土地利用变化情况

为了更清楚分析 1990—2005 年武汉城市圈各土地利用类型变化的方向, 采用前面提出的土地利用类型编码方式对研究区域土地利用数据进行编码, 在 ArcGIS 9.3 软件支持下对研究区域 1990 年与 2005 年的土地利用数据进行叠加分析, 得到武汉城市圈 1990—2005 年土地利用转移矩阵(表 2)。

表 2 武汉城市圈 1990—2005 年土地利用转移矩阵

hm<sup>2</sup>

项目	2005 年						转出总量
	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地	
耕地	—	3734	486	61175	32777	846	99018
林地	5325	—	990	1779	2713	44	10851
草地	1035	1756	—	1072	529	15	4407
1990 年 水域	8101	297	632	—	5533	9151	23714
建设用地	102	36	4	611	—	131	884
未利用地	342	196	107	3044	279	—	3968
转入总量	14905	6019	2219	67681	41831	10187	—

由表 2 可见, 1990—2005 年武汉城市圈耕地转出面积达到 99 018 hm<sup>2</sup>, 居各土地利用类型转出面积之首。其中, 耕地转为水域的面积最大, 为 61 175 hm<sup>2</sup>, 占耕地转出总面积的 61.78%; 耕地转为建设用地的面积次之, 为 32 777 hm<sup>2</sup>, 占耕地转出总面积的 33.10%。除耕地之外, 水域的转出总面积也较大, 达到了 23 714 hm<sup>2</sup>。其中, 水域转变为未利用地和耕地的比重较大, 分别占水域转出总面积的 38.59% 和 34.16%, 水域转换为耕地主要是因为围湖造田导致的。15 a 间林地转出总面积达到 10 851 hm<sup>2</sup>, 其中转变为耕地的有 5 325 hm<sup>2</sup>, 占林地转出总量的 49.07%。

从转入总量来看, 1990—2005 年武汉城市圈各土地利用类型转入面积最多的为水域。由其它土

地利用类型转换为水域的面积达到 67 681 hm<sup>2</sup>。其中, 由耕地转为水域的面积占到水域转入总面积的 90.39%。建设用地的转入量仅次于水域, 达到 41 831 hm<sup>2</sup>, 其中由耕地转为建设用地的面积占建设用地转入总量的 78.36%。15 a 间耕地转入量也达到 14 905 hm<sup>2</sup>, 主要由水域和林地转换而来, 分别占到耕地转入总量的 54.35% 和 35.73%。

为了定量反映 1990—2005 年武汉城市圈各种类型的土地利用变化的快慢程度, 采用单一土地利用动态模型分别计算各类型土地利用动态度(图 2)。可见, 1990—2005 年武汉城市圈未利用地的土地利用动态度最大, 达到了 35.41%。但由于未利用地的基数很小, 未利用总量变化有限。其次是建设用地,

动态度达到了 14.26%，说明 1990—2005 年武汉城市圈建设用地扩张十分迅速。水域的动态度也比较高，达到了 7.94%，即武汉城市圈 1990—2005 年间水域的增加也比较明显。耕地动态度虽然只有 -2.78%，但是研究区域耕地基数较大，耕地的大量减少仍然值得关注。

### 3.2 近 20 a 来武汉城市圈土地利用变化的阶段性特征

就武汉城市圈整体而言，在 1990—1995 年、1995—2000 年和 2000—2005 年三个阶段土地利用变化特征各有特点：(1)1990—1995 年武汉城市圈土地利用变化的特征主要表现为耕地—水域间的相互转换剧烈，耕地流失明显，建设用地增长较快；(2)1995

—2000 年武汉城市圈土地利用变化以耕地向水域和建设用地转换、林地向耕地转换以及水域向耕地和未利用转换为主要特征；(3)2000—2005 年耕地向水域和建设用地转换成为这一阶段武汉城市圈土地利用变化的主要特征(表 3)。

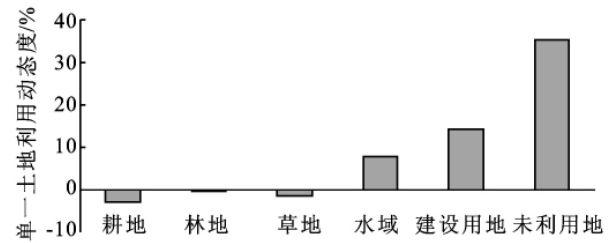


图 2 武汉城市圈 1990—2005 单一土地利用动态度

表 3 武汉城市圈分阶段土地利用转移矩阵

hm<sup>2</sup>

土地利用类型	1995 年						
	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地	转出总量
耕地	—	17789	310	22010	14871	1299	56279
林地	4810	—	1346	241	615	9	7021
草地	149	1138	—	334	170	0	1791
水域	25179	2167	258	—	1946	1348	30898
建设用地	1609	131	7	331	—	8	2086
未利用地	435	173	0	539	77	—	1224
转入总量	32182	21398	1921	23455	17679	2664	—

土地利用类型	2000 年						
	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地	转出总量
耕地	—	4370	203	37216	10101	898	52788
林地	19810	—	1840	2258	816	10	24734
草地	1100	1850	—	239	195	7	3391
水域	8664	238	562	—	2258	8691	20413
建设用地	4783	335	127	1002	—	75	6322
未利用地	1515	85	0	2750	129	—	4479
转入总量	35872	6878	2732	43465	13499	9681	—

土地利用类型	2005 年						
	耕地	林地	草地	水域	建设用地	未利用地	转出总量
耕地	—	809	118	29455	14093	426	44901
林地	14	—	31	1272	1655	35	3007
草地	14	857	—	1053	324	0	2248
水域	1718	34	301	—	2788	1829	6670
建设用地	27	41	1	646	—	150	865
未利用地	28	2	138	2602	182	—	2952
转入总量	1801	1743	589	35028	19042	2440	—

为了分析武汉城市圈土地利用变化特征的空间差异，本文采用土地利用动态度模型分别计算武汉城市圈各县域 3 个 5 a 期的土地利用动态度(图 3)。可见，位于武汉城市圈北部的大悟县、安陆市、红安县、麻城市等区域在前两个 5 a 期内土地利用动态度较大，而在最后一个 5 a 期内土地利用动态度很小；位于武汉城市圈中部的武汉市市辖区、汉阳区、仙桃市、武昌区、新洲区、黄冈市辖区和鄂州市辖区等在 3 个 5

a 期中都具有较高的土地利用动态度；而位于武汉城市圈东南部的通城县、崇阳县、通山县等区域在 3 个 5 a 期内的土地利用动态度都较低。

### 3.3 近 20 a 来武汉城市圈土地利用变化区域差异

本文通过计算武汉城市圈各县域土地利用动态度识别土地利用动态度的区域差异，计算结果如图 4 所示。可见，1990—2005 年武汉城市圈土地利用动态度较大的区域集中在武汉市市辖区、汉阳区、仙桃

市、黄冈市市辖区、鄂州市市辖区和嘉鱼县等区域；而位于武汉城市圈西部和北部的天门市、应城市、安陆市、大悟县和红安县以及位于武汉城市圈东部的罗田县、英山县、团风县、浠水县、蕲春县和阳新县等区域土地利用动态度较小。

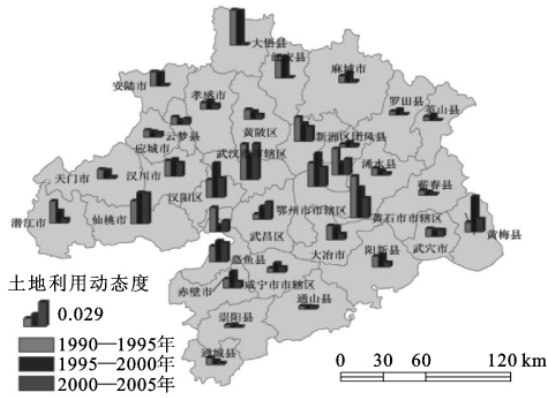


图 3 武汉城市圈分阶段土地利用变化特征的区域差异

为了剖析武汉城市圈各种土地利用类型土地利用动态度的区域差异，本文对各种土地利用类型在武汉城市圈各县域的土地利用动态度进行了计算（图 5）。结果表明：耕地利用动态度最大的区域集中于武汉市辖区及其周边的汉阳区、仙桃市、黄冈市市辖区、鄂州市市辖区和黄石市市辖区，其它区域的耕地利用动态度相对较小；林地利用动态度比较大的区域也是

以武汉市市辖区及其周边地区为主，主要包括武汉市辖区及其周边的汉阳区、仙桃市、汉川市、黄冈市市辖区、新洲区、武昌区、鄂州市市辖区、黄石市市辖区、咸宁市市辖区、嘉鱼县和赤壁市等区域；水域利用动态度最大的区域为仙桃市和潜江市，位于东南部的咸宁市市辖区、嘉鱼县、赤壁市和位于中部的黄陂区、新洲区、黄冈市市辖区以及与云梦县和汉川市的水域利用动态度相对较高；建设用地动态度最大的区域集中在武汉市市辖区及其周边的汉阳区、武昌区、黄陂区和大悟县等区域，而位于武汉城市圈西部的潜江市、天门市、仙桃市、汉川市、应城市和位于武汉城市圈东部的蕲春县、阳新县和黄梅县等区域的建设用地动态度较低。

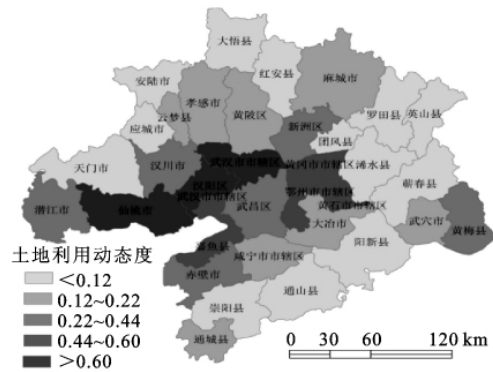


图 4 武汉城市圈 1990—2005 年土地利用动态度的区域差异

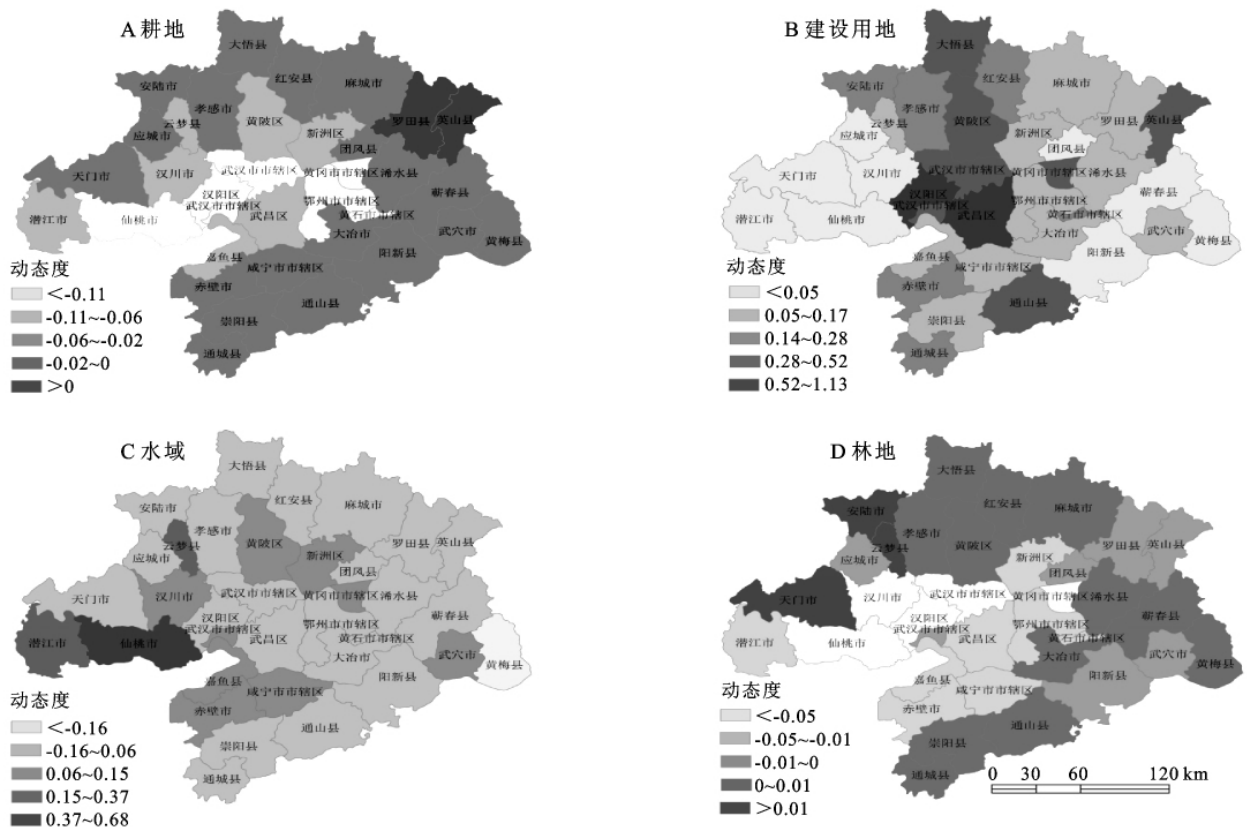


图 5 武汉城市圈 1990—2005 年单一土地利用动态度区域差异

## 4 结论与讨论

武汉城市圈位于湖北省中东部,地处长江经济带发展战略和中部崛起战略的重点区域。1990 年以来,随着社会经济的快速发展和城市化进程的推进,武汉城市圈土地利用时空格局也发生较大的变化。本文利用 1990—2005 年武汉城市圈 4 个 5 a 期的数据,对武汉城市圈土地利用变化时空格局进行了研究。研究结果表明:1990—2005 年的武汉城市圈土地利用变化呈现明显的时空差异性。

(1)从整体来看,1990—2005 年期间,武汉城市圈土地利用变化的主要特点是:耕地面积呈现大幅度减少的趋势,林地和草地面积也有一定程度的减少,而水域和建设用地的面积有较大幅度的增加,未利用地有少量增加。其中,耕地面积减少的主要去向是水域和建设用地,尤以水域面积的增加为主;林地减少的去向以耕地为主。即武汉城市圈土地利用的基本特征是以耕地向水域和建设用地转换为主,林地向耕地的转换也比较显著。此外,耕地和水域的相互转换也是武汉城市圈 1990—2005 年土地利用变化的基本特征。

(2)分阶段来看,武汉城市圈土地利用变化的主要特点是:1990—1995 年武汉城市圈土地利用变化以耕地的迅速减少为基本特征,主要表现为其与水域的相互转换及其向林地和建设用地的转换;1995—2000 年武汉城市圈土地利用变化以耕地和水域的相互转换、耕地向建设用地转换、林地向耕地转换为主要特征;2000—2005 年武汉城市圈土地利用的基本特征是耕地向水域和建设用地转换。

(3)从区域差异来看,1990—2005 年武汉城市圈土地利用变化存在着明显的区域差异,土地利用动态最大的区域主要集中于武汉市及其周边的仙桃市、黄冈市市辖区、鄂州市和嘉鱼县等区域;耕地和林地利用动态较大的区域也主要集中于武汉市及其周边的仙桃市、黄冈市市辖区、鄂州市市辖区等区域;水域利用动态最大的区域则主要集中于仙桃市和潜

江市;建设用地动态最大的区域主要集中于武汉市及其周边的黄陂区和大悟县等区域。

参考文献:

- [1] 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): 1031-1040.
- [2] IGBP Secretariat. GLP(2005) Science Plan and Implementation Strategy[R]. IGBP Report No. 53/IHDP Report No. 19, Stockholm, 2005.
- [3] Turner II B L, Lambin E F, Reenberg A. The emergence of land change science for global environmental change and sustainability[J]. PNAS, 2007, 104(52): 20666-20671.
- [4] Lambin E F, Baulies X, Bockstael N, et al. Land-use and land-cover change (LUCC): Implementation strategy: A Core Project of the International Geosphere-Biosphere Programme and the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change[R]. IGBP Report 48, IHDP Report 10, IGBP, Stockholm, 1995.
- [5] Ojima D, Lavorel S, Graumlich L, et al. Terrestrial human-environment systems: The future of land research in IGBP II[J]. IGBP Global Change Newsletter, 2005, 50: 31-34.
- [6] Turner B L, Skole D, Sanderson S, et al. Land Cover Change Science/Research Plan[R]. IGBP Report No. 35, HDP Report 7. IGBP of the ICSU and HDP of the ISSC, Stockholm and Geneva, 1995.
- [7] 刘纪远,张增祥,庄大方,等. 20 世纪 90 年代中国土地利用变化时空特征及其成因分析[J]. 地理研究, 2003, 22(1): 1-12.
- [8] 刘纪远,张增祥,徐新良,等. 21 世纪初中国土地利用变化的空间格局与驱动力分析[J]. 地理学报, 2009, 64(12): 1411-1420.
- [9] 邱炳文. 闽东北沿海罗源县土地利用空间分布格局的多尺度分析[J]. 地理科学进展, 2008, 27(1): 82-89.
- [10] 欧阳芳辉,徐美. 湘乡市土地利用空间格局分析[J]. 国土与自然资源研究, 2009(2): 30-32.
- [11] 朱会义,李秀彬. 关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论[J]. 地理学报, 2003, 58(5): 643-650.