

# 1986—2007 年重庆主城区土地利用变化及其驱动因素研究

范科红<sup>1,2</sup>, 李阳兵<sup>2</sup>

(1. 重庆师范大学 地理与旅游学院, 重庆 400047; 2. 重庆市高校地理信息系统应用研究实验室, 重庆 400047)

**摘要:**以重庆主城区为研究区域,利用 1986 年、2000 年和 2007 年 3 期的遥感影像和地形图,运用人机交互目视解译方法以及 GIS 的空间分析和数理统计功能,获得重庆主城区土地利用现状、土地利用类型转移矩阵、土地利用动态度和综合程度变化指数等专题图、数据,并结合社会经济及人口数据,对重庆主城区土地利用的时空变化的驱动力进行了分析。结果显示:(1)1986—2007 年间研究区建设用地面积迅速扩大,耕地面积持续下降,林地和灌丛面积有所增加,水体的变化比例一直很小;(2)土地利用类型的变化主要是耕地与建设用地和林地之间的相互转移;(3)1986—2007 年间,研究区土地利用变化强度较大,其中以灌丛和建筑用地的单一土地利用动态度增幅最为显著,此外,研究区 1986—2007 年间的土地利用程度指数呈显著增长;(4)主城区土地利用变化的主要驱动因子是人口增长和经济发展,同时还受到地形、交通、政府政策、城市规划及人们环保意识提高的影响。总体来看,经济发展是土地利用变化的主导因素。

**关键词:**土地利用变化; 驱动因素; 重庆主城区

中图分类号:F301

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2012)01-0168-06

## Land Use Change and Its Driving Force Analysis in the Central Area of Chongqing City from 1986 to 2007

FAN Ke-hong<sup>1,2</sup>, LI Yang-bing<sup>2</sup>

(1. College of Geographical Science, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China; 2. Key Laboratory of GIS, Chongqing Major University, Chongqing 400047, China)

**Abstract:** Using the case study of central area in Chongqing City, based on the Landsat TM images 1986, 2000 and 2007 for central area in Chongqing City, as well as actual land use maps and socioeconomic and demographic data, we analyzed the dynamic changes of urban land use/land cover as well as driving factors in the central area of Chongqing from 1986 to 2007. The present land use situation, the dynamic degree of land use and a land use conversion matrix were introduced to describe the temporal and spatial variation of urban land use. The results show that there were major changes in the land use structure in the study area from 1986 to 2007. The areas of shrub land and construction land had a net increase, while the cropland use types presented a net decrease, and the forestland decreased first and then increased. The major patterns of land use change were the conversions of the cropland to construction land and forestland, and in particular to urban construction areas. The land use comprehensive indices were 279.3 in 1986, 281.4 in 2000 and 282.3 in 2007, respectively, and the dynamic degrees of all land uses, especially, the shrub land and construction land changed a lot during the 21 years. The reasons for change and mechanism of land use include development of economy and population, landscape, industrialization policy of politics and economy. The development of economy is the main driving force, the state macroscopic policies play an important role in the structural changes of land use in this region, too.

**Key words:** land use change; driving factor; central area of Chongqing City

收稿日期:2011-06-02

修回日期:2011-07-18

资助项目:重庆师范大学校级基金项目(08XLZ12);国家自然科学基金(40361004);重庆市科委自然科学基金(CSTC2010BB0322);重庆市人文地理学重点学科科研项目

作者简介:范科红(1983—),女,陕西宝鸡人,硕士研究生,主要从事水土保持、土地利用研究。E-mail:kehong0510@163.com

通信作者:李阳兵(1968—),男,博士后,教授,主要研究方向:土地资源与生态环境治理。E-mail:li-yabin@sohu.com

LUCC 变化作为全球环境变化研究的核心主题之一<sup>[1-4]</sup>,已经受到国内外学者的广泛关注<sup>[5-8]</sup>。遥感和 GIS 技术为快速、准确、动态监测土地资源的变化提供了有效的手段,已成为 LUCC 研究的重要方法<sup>[3]</sup>,有关的研究和报道已经很多。王思远、刘纪远等在遥感与 GIS 支持下,对中国近 5 a 来土地利用的时空变化特征进行了定量研究<sup>[9]</sup>;高志强、刘纪远等采用 GIS 工具和数学模型方法,对中国土地利用的现状进行了分析<sup>[10]</sup>。以往研究多集中于土地利用的数量与格局的时空分析以及主要领域方法论的探讨,对引起变化的自然和社会经济因素研究较薄弱。而利用遥感与 GIS 技术,揭示其空间变化规律与驱动机制,已经成为当前开展 LUCC 研究的最新趋势<sup>[11-13]</sup>。

随着人类经济活动的加剧和城市化进程的广泛深入,城市土地利用格局发生了很大变化,甚至导致了违背自然规律的土地利用格局<sup>[14]</sup>,从而直接或间接地改变着景观生态系统的结构和功能,对区域生物多样性和重要的生态过程产生深刻的影响<sup>[15]</sup>。因此,本文以重庆主城区为研究单元,基于 GIS 的空间分析和数理统计功能,探讨研究区土地利用变化的主要类型、方向和强度特点以及演变规律,并进一步对研究区土地利用变化的驱动力因子进行深入分析,有利于了解人类活动对不同土地利用类型的干扰程度及土地利用类型的相互转换,对区域土地资源可持续利用及区域经济与生态环境的协调发展,具有重要的意义。

## 1 研究区概况

重庆主城区位于东经  $106^{\circ}22'$ — $106^{\circ}37'$ ,北纬

$29^{\circ}26'$ — $29^{\circ}37'$ ,范围包括渝中区、江北区、沙坪坝区、九龙坡区、南岸区、北碚区、大渡口区、渝北区、巴南区 9 个区,土地总面积  $548\,884.3\text{ hm}^2$ ,2007 年总人口约为 659.09 万人。研究区属中亚热带季风性湿润气候,多年平均气温  $16\sim 18^{\circ}\text{C}$ ,年均降水量约  $1\,100\text{ mm}$ 。地貌属四川盆地东部平行岭谷区的低山丘陵地区(即川东平行岭谷区),条带状的山脉南北向纵列其间。主要干流为长江、嘉陵江,受自然条件和资源环境影响,城市布局以组团式结构座落在长江和嘉陵江汇合地带及两岸丘陵化的河流 I—VI 级阶地上。区内人口密集,工农业发达,经济活动频繁,是重庆市都市圈的重要组成部分,也是重庆市政治、文化、经济的中心地区。

## 2 研究数据与方法

### 2.1 数据来源与处理

本研究所应用的基础数据包括 1986 年、2000 年 TM 影像和 2007 年中巴影像,研究区域 1:5 万地形图;社会经济数据来源于历年重庆市统计年鉴。数据处理平台包括 ArcGIS 9.0, Erdas Imagine 8.5 和 FRAGSTATS 3.3 软件。利用 Erdas Imagine 8.5 影像处理软件进行影像处理,由于选用遥感影像均已经过几何校正且位置相对准确,误差在一个像元之内,故无需几何精校正。在 ERDAS 软件中用最大似然法分别对三幅遥感影像进行解译,分别获取这三个时段的土地利用信息,根据研究区的实际情况,结合《全国土地利用分类标准(试行)(国土资源部地籍司,2001)》,最终将研究区划分为林地、灌丛、水体、建设用地、水田、旱地共 6 个一级土地利用类型,分类结果如图 1 所示。

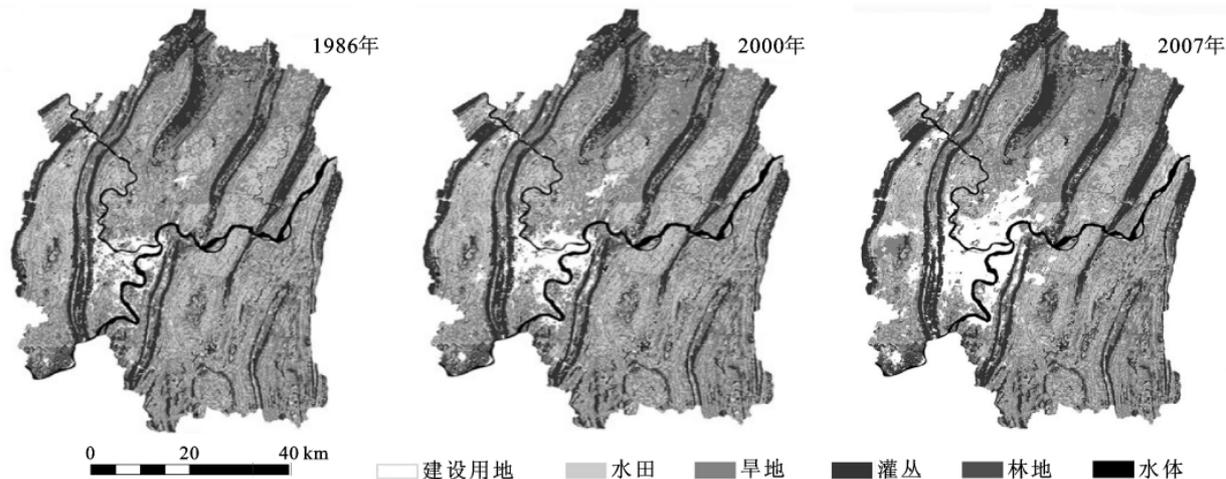


图 1 主城区 1986—2007 年 3 期土地利用空间分布

### 2.2 研究方法

#### 2.2.1 土地利用转移矩阵分析

转移矩阵是国内外

通用的一种揭示土地利用/覆被类型间变化方向的方法,能够全面而具体地反映变化的结构特征和各类型

之间转移的方向,在土地利用变化分析中,运用 Arc-GIS 对 3 期土地利用数据图进行统计和叠加分析,建立重庆市主城区 1986—2007 年土地利用变化图形数据库和土地利用转移矩阵。

2.2.2 土地利用程度变化分析 土地利用动态度:王思远<sup>[16]</sup>、刘纪远<sup>[17]</sup>等提出了反映区域土地利用类型变化剧烈程度的土地利用动态度模型。公式表达为:

$$K=(U_b-U_a)/U_a \times (1/T) \times 100\% \quad (1)$$

式中: $U_a, U_b$ ——研究期初、研究期末某一种土地利用类型的数量; $T$ ——研究时段长; $K$ ——研究时段内某一土地利用类型的动态度。当设  $T$  为年时, $K$  就是该研究区域某种土地利用类型的年变化率。

土地利用程度及其变化:可定量地表达该地区土地利用的综合水平和变化趋势。根据庄大方、刘纪远的计算方法<sup>[18]</sup>:

$$L=100 \times \sum_{i=1}^n A \times C_i \quad L \in [100, 400] \quad (2)$$

$$R=(L_b-L_a)/L_a \quad (3)$$

式中: $L$ ——土地利用程度综合指数; $R$ ——土地利用程度变化; $A$ ——土地利用程度分级指数; $C_i$ ——第  $i$  级土地利用程度分级面积百分比。未利用土地分级指数为 1,林地、草地、水域分级指数为 2,农业用地(耕地、水田)分级指数为 3,建设用地分级指数为 4; $L_b, L_a$ ——研究期末和研究期初的土地利用程度综合指数,若  $R>0$ ,表明土地利用处于发展时期,否则处于衰退期<sup>[19]</sup>。

### 3 结果与分析

#### 3.1 土地利用变化分析

3.1.1 总体特征 各时期的土地利用空间分布表明(图 1),1986—2007 年间研究区各土地利用类型和分布具有明显的过渡性和空间差异性。1986 年研究区各土地类型分布受地形限制作用明显,其中分布最广的是耕地,约占全区总面积的 65%,主要分布于沿河谷地的两侧及平坝槽谷区;其次是林地,主要因地形沿着研究区六大山脉呈条带状分布,同时丘陵谷地区及主城区各大公园如歌乐山森林公园等也有零星分布;灌丛主要分布在各大林地条带边缘地区,槽谷平坝地区也有零散分布;建设用地呈现鲜明的组团式结构分布,主要集中于研究区西南部,分布在长江和嘉陵江两江交汇形成的“半岛”地形周边地区。1997 年重庆直辖后,随着城市经济的快速发展,交通网络的建设与土地的开发和利用,建设用地沿交通网络扩张

的强度加大,并有向西向北扩张的趋势。而与此同时,耕地面积减少了 27.5%,这反映了传统农业景观向现代城镇景观转变的特征。

3.1.2 土地利用变化过程分析 1986—2000 年和 2000—2007 年,研究区各类土地的空间动态转移情况分别见表 1 和表 2。可以看出,研究区耕地、林地为基质景观,这三种土地利用类型面积与其它三种土地类型相比都占绝对优势,而它们各自的面积则有增有减。(1)耕地面积大量减少,年减少率为 1.2%,其主要向建设用地和林地转化,特别是向城镇居民点、工矿用地和交通用地转化,说明研究区 1986—2007 年期间土地利用处于发展期,土地利用强度迅速加大。产业结构调整和城市扩张是耕地减少的主要原因。(2)林地面积经历了先减后增的过程。第一时段,林地转入面积少于转出面积;而第二时段,林地转入面积大于转出面积。总体上,林地面积由 110 230  $\text{hm}^2$  增加至 120 922  $\text{hm}^2$ 。增加的林地主要源自耕地,也有少量建设用地和灌丛的转入。这主要得益于近年来“森林重庆”项目的启动实施,研究区植树造林成效十分明显。

建设用地、灌丛和水域是在总面积中所占比例较小的三种土地利用类型。(1)建设用地始终处于快速增长阶段。随着人口和经济的不断增长,城区居民点不断扩建,基础设施和交通用地日趋完善,各种开发区、工业区、大学城和大广场的兴起,导致 1986—2007 年间,研究区建设用地增加了 36 154  $\text{hm}^2$ ,总增长率为 208%。从土地转移类型来看,耕地是其主要的转入对象,说明城市的扩张是以牺牲农业用地为代价的。(2)灌丛面积有所增长,其中重要的驱动力之一便是国家退耕还林政策的实施,灌丛也有部分转向林地,其次为建设用地和水体。(3)水体由 16 404.98  $\text{hm}^2$  增加到 17 240.64  $\text{hm}^2$ ,三峡工程的兴建,各种水库、坑塘等蓄水设施的兴建是水体面积增加的原因。

综上所述,1986—2007 年间研究区土地利用演变中,耕地和林地年变化速度较快,建设用地年变化速度最快,灌丛和水域年变化速度相对居中。由于研究区是人口众多、经济发达的城区,人类活动影响显著,主要的土地转移类型是耕地、林地和建设用地的转换,而转化量占绝对优势的是耕地向建设用地的转移。1986—2007 年的转移矩阵中,除了旱地的转入量之外,其它土地类型的转入和转出量都存在 2000—2007 年时段大于 1986—2000 年时段的特征,说明后一时段人类对土地的利用强度大于前一时段。

表 1 1986—2000 年研究区各土地利用转移矩阵

hm<sup>2</sup>

| 土地利用<br>类型   | 2000 年    |         |          |          |           |           | 合计        |
|--------------|-----------|---------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
|              | 林地        | 灌丛      | 水体       | 建设用地     | 水田        | 旱地        |           |
| 1986 年<br>林地 | 97532.68  | 2586.33 | 476.06   | 1706.71  | 231.02    | 7684.64   | 110217.40 |
| 灌丛           | 70.82     | 5431.19 | 34.44    | 67.36    | 0.00      | 370.23    | 5974.05   |
| 水体           | 76.65     | 375.27  | 14010.78 | 390.93   | 474.75    | 1076.59   | 16404.98  |
| 建设用地         | 1381.43   | 31.61   | 258.80   | 17116.42 | 78.37     | 629.22    | 19495.85  |
| 水田           | 1202.80   | 167.23  | 843.41   | 3998.30  | 144615.69 | 553.74    | 151379.20 |
| 旱地           | 3537.63   | 481.18  | 1617.21  | 7954.44  | 530.85    | 231289.21 | 245410.50 |
| 合计           | 103802.20 | 9071.19 | 17240.64 | 31287.51 | 145953.20 | 241529.60 | 548884.30 |

表 2 2000—2007 年研究区土地利用转移概率矩阵

hm<sup>2</sup>

| 土地利用<br>类型   | 2007 年    |          |          |          |           |           | 合计        |
|--------------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
|              | 林地        | 灌丛       | 水体       | 建设用地     | 水田        | 旱地        |           |
| 2000 年<br>林地 | 69098.05  | 23415.75 | 453.43   | 7849.27  | 556.86    | 2428.86   | 103802.20 |
| 灌丛           | 3396.17   | 4032.24  | 277.87   | 789.03   | 143.81    | 432.07    | 9071.19   |
| 水体           | 371.72    | 879.05   | 13673.09 | 1020.84  | 525.16    | 770.78    | 17240.64  |
| 建设用地         | 4122.72   | 2682.93  | 617.39   | 21878.91 | 878.31    | 1107.24   | 31287.51  |
| 水田           | 11176.70  | 809.29   | 1908.38  | 19701.10 | 112175.57 | 182.18    | 145953.20 |
| 旱地           | 32757.48  | 4071.90  | 3206.14  | 27468.55 | 2003.59   | 172021.91 | 241529.60 |
| 合计           | 120922.80 | 35891.20 | 20136.31 | 78707.65 | 116283.30 | 176943.00 | 548884.30 |

3.1.3 土地利用变化程度分析 从研究区各种土地利用类型的单一动态度来看(图 2),1986—2000 年间(前期)和 2000—2007 年间(后期)灌丛、建设用地的增幅较大,单一土地利用动态度分别由前期的 3.7%,4.3%增加到后期的 42.2%和 21.7%;旱地、水田明显减少,由前期的 0.15%,0.25%减少为 2.9%和 3.8%;林地增幅先减后增由 0.42%增加到 2.4%;水体增幅相对较稳定。2000—2007 年期间城市建设用地的增长速度比 1986—2000 年间快,这是因为重庆市直辖以来经济快速发展的结果。林地和耕地的变化速度也是后期大于前期,是由于退耕还林措施的实施及环境保护,城市绿化等工作的有效开展和城市发展对主城区边缘耕地的占用。后期水域面积的增加速度大于前期主要是部分水库、中心湖的建设,还有三峡蓄水量的增加造成的。

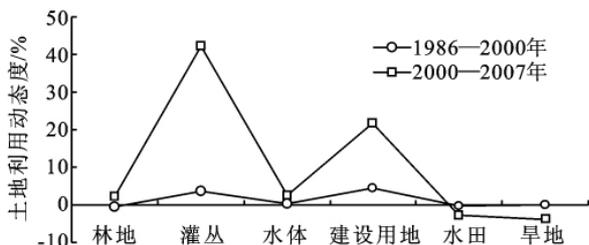


图 2 2003—2008 年重庆主城区土地利用动态度

根据公式(2),计算得出重庆主城区 1986 年、2000 年和 2007 年的土地利用程度综合指数分别为 279.3,281.4 和 282.3,呈现明显上升趋势。根据公式(3)计算出 1986—2000 年和 2000—2007 年的土地利用程度变化值分别为 0.007 52 和 0.003 20,大于

0,说明在 1986—2007 的 21 a 间研究区的土地利用始终处于发展时期。

### 3.2 土地利用变化驱动因素分析

研究区土地利用动态变化驱动因子主要受地形条件限制、交通网对平行岭谷区的贯通、人口与经济增长、城市规划、国家政策等因素的综合影响。在不同的发展阶段,不同的因素组合占主导地位,使各阶段土地利用变化速度、变化模式有所不同。

3.2.1 自然驱动因素 城市地貌格局对城市用地选择、功能分区和规划布局等都具有强烈的控制作用<sup>[17]</sup>。研究区典型的南北向平行岭谷地貌(图 3),自西向东分别是缙云山山脉(A)、华蓥山—歌乐山—中梁山山脉(B)、龙王洞山脉(C)、铜锣山脉(D)、明月山脉(E)、桃子荡山脉(F)等。对土地利用变化具有阻隔作用,低山之间的谷地景观格局具有单一性与稳定性,而距中心城市远近不同的岭谷区,土地利用与景观格局空间差异很大。1986—2000 年时段,研究区交通尚不发达,受南北向低山条带阻隔,建设用地主要是在歌乐山—铜锣山之间形成了主要沿长江、嘉陵江等自然通道的空间扩散,导致歌乐山—铜锣山之间两江沿岸的建设用地较为密集,斑块面积也较大;城市形态最初主要采取沿江“分散组团式”布局。

3.2.2 人口增长和经济发展 人口增长是土地利用变化的重要驱动力,对城市用地规模起着决定性的影响<sup>[20]</sup>。1997—2007 年,研究区人口由 526.74 万人迅速增长到 659.09 万人,增长了 1.24 倍;人口的聚集增长带动了房地产、商业等的发展,进一步促进了基础设施的改善,推动了城市化进程,引起主城区用地

的快速变化。而社会经济的发展是土地利用结构及其演变的最根本动力<sup>[21]</sup>。研究区国内生产总值由 1997 年的 469 亿元迅速增长到 2007 年的 1 812 亿元(图 4), 且 GDP 年均增长速率基本保持在 10% 以上。经济的迅猛发展不仅使城市土地的需求量不断上升, 也为旧城改造和新区开发提供了强大的资金保证。

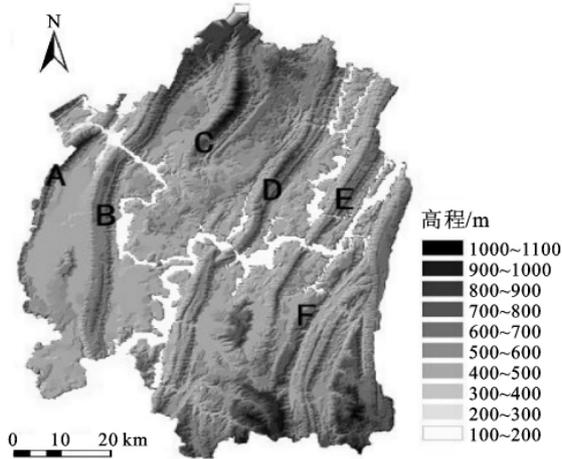


图 3 研究区数字高程模型及主要山脉分布

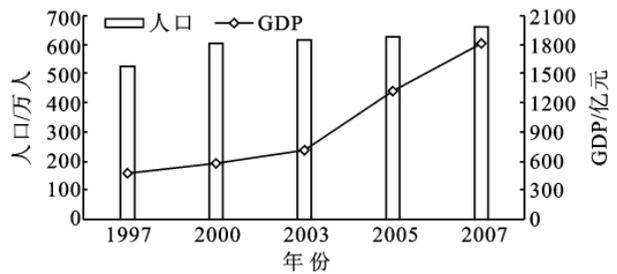


图 4 研究区人口与国内生产总值(GDP)

3.2.3 交通建设因素 为了分析交通的驱动效应, 选取研究区的主要交通干线, 通过 GIS 的缓冲区分析, 分别计算道路缓冲距离 200, 500, 1 000 m 影响区域内, 建设用地占总面积的比重及斑块数的变化(表 4)。可以看出, 随着道路缓冲距离的增加, 建设用地的面积增大, 但其所占总土地面积的比重减少; 2007 年建设用地面积在不同缓冲区所占比重均要高于 1986 年和 2000 年。土地类型的斑块数增加, 景观破碎性增加, 这说明主要交通干线的发展是城市建设用地迅猛发展的直接动力, 而交通道路的沿线耕地与林地大量流失。

表 4 不同道路缓冲区建设用地占总面积比重及斑块数目

| 年份   | 缓冲距离 200 m |        | 缓冲距离 500 m |        | 缓冲距离 1000 m |        |
|------|------------|--------|------------|--------|-------------|--------|
|      | 比重/%       | 斑块数目/个 | 比重/%       | 斑块数目/个 | 比重/%        | 斑块数目/个 |
| 1986 | 0.079      | 84     | 0.075      | 113    | 0.073       | 145    |
| 2000 | 0.116      | 113    | 0.112      | 153    | 0.106       | 194    |
| 2007 | 0.207      | 454    | 0.203      | 645    | 0.200       | 926    |

3.2.4 政府政策 政府政策通常会助长或制约城市的用地变化, 对土地利用变化及分化起宏观调控作用<sup>[22]</sup>。1986—1997 年时段, 城区建设用地有所扩张, 但植被变化并不显著。其主要原因是重庆还只是四川省的第 2 大城市, 各项基础设施建设规模较小。1997—2007 年时段, 随着重庆直辖和西部大开发战略的实施, 老城区内部重组和城区土地利用大规模的外延扩张同时进行, 导致建设用地的面积快速增长。与此同时, 国家“全面建设小康社会”目标的提出, 研究区加大了对农业结构调整力度, 加之“退耕还林”政策的实施, 使得耕地面积持续减少, 而林地和灌丛面积持续增长。

3.2.5 城市规划及开发区建设 重庆市 1983 年、1998 年和 2005 年的城市总体规划及重庆“都市圈”规划等, 对城区用地布局有重要的引导作用。从 1983 年城市总体规划确定以北部地区为城市发展的主要方向, 到 1998 年“跨过两江向江北区、北部新区和南岸区发展”与《重庆市城市总体规划(2005—2020 年)》的“跨山发展”思路的提出, 即通过跨越铜锣山和中梁山分别向东、向西发展, 新增茶园和西永两个城市副中心, 使土地利用发生了较大变化, 城区布局由

“多中心, 组团式”的“一主三副”城市多中心体系变成了“一主六副”的城市体系。加之城区内部的“开发区热”和“大学城”、“大广场”建设, 如西永微电子工业区, 江北、渝北的北部新区, 南岸的南坪和九龙坡的高新区建设, 这些都将进一步影响研究区城市扩展方向及土地利用格局变化, 导致建设用地急剧膨胀和耕地锐减。

## 4 结论与讨论

本文利用遥感与 GIS 技术, 定量分析了重庆主城区土地利用时空变化规律, 并对其驱动机制进行了初步研究, 有利于全面系统地把握区域土地利用变化的格局及过程, 这将为今后土地资源合理规划、管理和开发提供依据。1986—2007 年间, 重庆主城区的土地利用变化在数量、结构、程度及驱动力方面有以下特征:

(1) 1986—2007 年, 重庆主城区的土地利用类型发生了很大变化, 其中, 建设用地面积大规模增加, 2007 年面积是 1986 年面积的 3 倍多; 耕地共减少 102 345 hm<sup>2</sup>, 平均每年减少率约 1%; 各土地利用类型间转换激烈, 土地利用转移量较大的是耕地向建设

用地的转移,以及耕地向林地和灌丛的转移,其中耕地是主要的转出源,建设用地为主要转入源。

(2) 研究时段内,研究区土地利用综合程度不断升高,表明重庆主城区的土地利用与开发还处于发展时期,随着城市化进程的不断加快,重庆主城区今后几年土地利用的演变速度也在加快,因此遥感技术和地理信息系统技术在监测和研究分析土地利用动态变化方面将发挥出更大的作用。

(3) 此外,由于研究区地形地貌条件的制约,限制了城市发展初期的土地利用方式;随着城市化的进程的加速,人口和资本的高度集中是研究区耕地面积大量减少的直接驱动力;加之交通道路网络对研究区平行岭谷的贯通作用,使得城市用地呈现跳跃式扩张,建设用地利用强度增大,而道路沿线的耕地和林地面积大量减少;国家政策、城市规划是研究区土地利用变化的宏观影响因子。

#### 参考文献:

- [1] Turner II B L, Skole D, Fischer G, et al. Land-use and Land-cover Change [R] Science/Research Plan. IGBP reportno. 35, HDP Reportno, 1995.
- [2] 李秀彬. 全球环境变化的核心领域:土地利用/覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553-557.
- [3] Meyer W B, Turner II B L. Change in Land Use and Land Cover: A global perspective [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- [4] 顾朝林. 北京土地利用/覆盖变化机制研究[J]. 自然资源学报, 1999, 14(4): 307-312.
- [5] Bürgi M, Anna M H, Nina S. Driving forces of landscape change-current and new directions[J]. Landscape Ecology, 2004, 19: 857-868.
- [6] Wu Q, Li H Q, Wang R S, et al. Monitoring and predicting land use change in Beijing using remote sensing and GIS[J]. Landscape and Urban Planning, 2006, 78: 322-333.
- [7] Zhang K, Yu Z, Li X, et al. Land use change and land degradation in China from 1991 to 2001[J]. Land Degradation and Development, 2007, 18: 209-219.
- [8] Thielen D R, San José J J, Montes R A, et al. Assessment of land use changes on woody cover and landscape fragmentation in the Orinocosavannas using fractal distributions[J]. Ecological Indicators, 2008, 8: 224-238.
- [9] 王思远, 刘纪远, 张增祥, 等. 中国土地利用时空特征分析[J]. 地理学报, 2001, 56(6): 631-639.
- [10] 高志强, 刘纪远, 庄大方. 基于遥感和 GIS 的中国土地利用/土地覆盖的现状研究[J]. 遥感学报, 1999, 3(2): 134-139.
- [11] 匡文慧, 张树文, 张养贞, 等. 1900 年以来长春市土地利用空间扩张机理分析[J]. 地理学报, 2005, 60(5): 841-850.
- [12] 史培军, 陈晋, 潘耀忠. 深圳市土地利用变化机制分析[J]. 地理学报, 2000, 55(2): 151-160.
- [13] 任志远. 土地利用变化及驱动因素分析: 以内蒙古准格尔旗为例[J]. 干旱区研究, 2003, 20(3): 202-205.
- [14] 史培军, 李晓兵, 江源, 等. 土地利用/覆盖变化与生态安全响应机制[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 1-10.
- [15] 臧淑英, 黄樾, 郑树峰. 资源型城市土地利用变化的景观过程响应: 以黑龙江省大庆市为例[J]. 生态学报, 2005, 25(7): 1699-1705.
- [16] 王思远, 张增祥, 周全斌, 等. 基于遥感和 GIS 技术的土地利用时空特征研究[J]. 遥感学报, 2006, 6(3): 223-228.
- [17] 刘纪远, 布尔敖斯尔. 中国土地利用变化现代过程时空特征的研究[J]. 第四纪研究, 2000, 20(3): 229-239.
- [18] 庄大方, 刘纪远. 中国土地利用程度的区域分异模型研究[J]. 自然资源学报, 1997, 17(2): 105-111.
- [19] 张军辉. 基于遥感的区域土地利用变化及生态系统服务价值研究[D]. 河北保定: 河北农业大学, 2008.
- [20] 潮洛濛, 翟继武, 韩倩倩. 西部快速城市化地区近 20 年土地利用变化及驱动因素分析[J]. 经济地理, 2010, 30(2): 239-243.
- [21] 谈明洪, 李秀彬, 吕昌河. 我国城市用地扩张的驱动力分析[J]. 经济地理, 2003, 23(5): 635-639.
- [22] 张海龙, 蒋建军, 解修平, 等. 近 25 年来西安地区土地利用变化及驱动力研究[J]. 资源科学, 2006, 22(4): 70-77.
- [7] 任勇, 俞海, 冯东方, 等. 建立生态补偿机制的战略与政策框架[J]. 环境保护, 2006(10): 18-23.
- [8] Christian L. Conservation of endangered species: Can incentives work for private landowners [J]. Ecological Economics, 2006, 57: 558-572.
- [9] 李青, 张落成, 武清华. 太湖上游水源保护区生态补偿支付意愿问卷调查: 以天目湖流域为例[J]. 湖泊科学, 2011, 23(1): 143-149.
- [10] 李芬, 甄霖, 黄河清, 等. 鄱阳湖区农户生态补偿意愿影响因素实证研究[J]. 资源科学, 2010, 32(5): 824-830.
- [11] 李芬, 陈红枫. 海南省森林生态补偿机制的社会经济影响分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2007, 17(6): 113-118.
- [12] Bernard F, de Groot R S, Campos J J. Valuation of tropical forest services and mechanisms to finance their conservation and sustainable use: A case study of Tapantí National Park, Costa Rica[J]. Forest Policy and Economics, 2009, 11(3): 174-183.
- [13] 梁修存, 丁登山, 葛向东. 大别山五大水库区社会发展系统分析与反贫困策略[J]. 山地学报, 2002, 20(2): 199-205.

(上接第 167 页)