

文章编号:1672-058X(2012)01-0076-06

基于 RS 和 GIS 的建设用地变化研究*

——以重庆市主城九区为例

李建辉^{1,2}, 周启刚^{1**}, 陈倩^{1,2}, 王红营^{1,2}, 胡弟维^{1,2}, 田兴旺^{1,2}

(1. 重庆工商大学 旅游与国土资源学院, 重庆 400067; 2. 重庆市发展信息管理工程技术研究中心, 重庆 400067)

摘要:以重庆主城九区为例,利用 1978、1985、1988、1993、1996、2000、2007 年和 2009 年 8 个时期的遥感数据,在 3S 技术的支持下对研究区内 1978-2009 年建设用地的景观格局、重心转移、动态度进行分析。结果表明:研究区内建设用地先后经历了 20 世纪 80 年代的快速发展期,80 年代后期至 90 年代初期的缓慢发展期,90 年代后期至 21 世纪中后期的较快发展期和近年来的稳定减速发展期;在空间上,2009 年建设用地的重心较 1978 年向西北移动 2 259.57 m;研究成果对城市发展研究具有重要的参考价值。

关键词:建设用地;3S;景观格局;动态度

中图分类号:TP391

文献标志码:A

城市的发展是一个连续的过程,过去、现在和未来在同一时间链上^[1]。准确描述土地利用/覆盖的空间格局、揭示其变化规律及驱动力机制是土地利用与覆盖变化(LUCC)研究的热点和重点问题^[2]。国内外众多学者从驱动因素、动力学机制等方面进行了广泛的研究,但越来越多的研究将视角重新回归土地本身,通过土地利用的时空变化,并以相应历史时期的重要事件及自然环境特征解释土地利用变化^[3]。改革开放后,尤其是 1997 年成立直辖市以来,重庆市各方面的发展包括城市建设都领先一步,城市空间进入了前所未有的快速扩张期,城市形态发生了显著变化^[4]。在成为第三批国家综合配套改革试验区和重庆市城乡总体规划(2007-2020)的背景下,重庆市的城镇化率将大大提高,城市规模将逐步扩大。随着经济的快速发展和城市化进程的加速推进,对建设用地的研究已受到全球的重视^[5]。

1 研究区概况

重庆市简称渝,地跨东经 105°17′~110°11′、北纬 28°10′~32°13′,是西南地区和长江上游最大的经济中心城市和科技、文化、教育事业的中心。其中,主城为渝中区、南岸区、大渡口区、九龙区、沙坪坝区、江北区、北碚区、渝北区、巴南区九个区。重庆主城地区地形地貌复杂多样,以丘陵低山为主,平坝较少^[6]。地貌类型按其形态划分,可分为中山、低山、丘陵、台地、平原(坝)五大类。重庆主城九区境内河流密布,主要河流有:长江、嘉陵江。重庆主城九区土地总面积 5 473 km²,常驻人口 671.62 万人。重庆属亚热带季风性湿润气候,冬暖夏热,终年少霜雪、多雾。

收稿日期:2011-04-01;修回日期:2011-04-22.

* 基金项目:国家水体污染控制与治理科技重大专项(2009ZX07104-003),重庆市教委项目(KJ100703)和重庆工商大学科技创新基金项目(31994631)共同资助。

作者简介:李建辉(1988-),男,大学本科生,从事资源环境与城乡规划管理研究。

** 通信作者:周启刚(1976-),男,博士,副教授,从事 3S 理论与应用和土地资源管理研究。

2 数据源与数据处理

2.1 数据源

研究主要采用 Landsat-TM 1978、1985、1988、1993、1996、2000、2007 年和 2009 年遥感影像数据。所有影像数据采用 ALBERS 投影,中央经线采用东经 110°,双标准纬线采用分别为 25°和 47°。影像 1、2、3、4、5、7 波段分辨率为 30 m,第 6 波段分辨率为 120 m。同时还收集了其他相关社会经济数据。

2.2 数据处理

2.2.1 遥感图像解译方法的选取

目前,遥感图像解译的方法主要有目视解译法、计算机自动识别法、目视解译与计算机图像处理相结合的解译方法^[7]。陆地卫星 LANDSAT-TM 遥感图像的彩色显示方案主要有真彩色、模拟真彩色、植被^[8]。研究结合实际需求选择植被合成图像作为遥感图像解译的主要彩色显示方案,解译方法选择的目视解译法。

2.2.2 景观格局指数的提取模型

格局指数已经越来越广泛的应用于景观格局定量化的分析,特别是随着各种景观指数软件的普遍应用,格局的定量化研究更为方便,景观格局的时空动态变化研究也更为实际^[9]。研究选择有代表性的景观格局指数(表 1)利用 Fragstats 软件对研究区内建设用地的景观格局与扩展进行时间序列的分析^[10]。

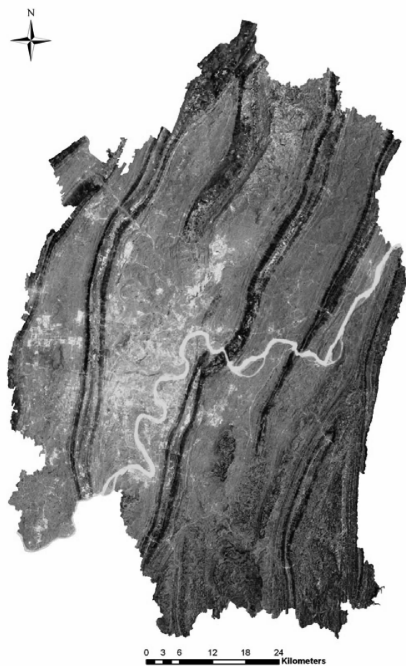


图 1 研究区范围及地形分布图

表 1 景观格局指数

指数(缩写)	表达式	变量解释	特征	单位
斑块密度(PD)	$PD = \frac{n_i}{A} \times (10\ 000) (100)$	n_i = 类型 i 的斑块数目 A = 面积总数(m^2)	密度 指数	个/100 hm^2
最大斑块 指数(LPI)	$LPI = \frac{\max_j(a_{ij})}{A} (100)$	a_{ij} = 斑块 ij 的面积(m^2) A = 景观面积总数(m^2)	面积 指数	%
斑块聚合 指数(AI)	$AI = \left[\frac{g_{ii}}{\max_j g_{ij}} (100) \right]$	g_{ii} = 相应景观类型的相似 邻接斑块数量	聚合程 度指标	
周长面积分 维数(PAFRAC)	$PAFRAC = \frac{2 \left[n_i \sum_{j=1}^n (\ln p_{ij} - \ln a_{ij}) \right] - \left[\left(\sum_{j=1}^n \ln p_{ij} \right) \left(\sum_{j=1}^n \ln a_{ij} \right) \right]}{\left(n_i \sum_{j=1}^n \ln p_{ij}^2 \right) - \left(\sum_{j=1}^n \ln p_{ij} \right)^2}$	a_{ij} = 斑块 ij 的面积(m^2) p_{ij} = 斑块 ij 的周长(m^2) n_i = 斑块数目	形状 指数	
景观形状指数 (LSI)	$LSI = \frac{e_i}{\text{mine}_i}$	e_i = 类型 i 的边界 总长度(m)	边界 指数	

2.2.3 基于 GIS 的建设用地重心计算与迁移速率计算模型

区域土地利用空间变化的一个总体特征是地类重心的迁移,这一特征可以用重心坐标的变化来反映。本研究将矢量化后的遥感数据,在 ARCGIS 9.2 的支持下计算建设用地的重心坐标,算法为^[11]:

$$X_t = \frac{\sum_{i=1}^n (a_{ii} \times x_i)}{\sum_{i=1}^n a_{ii}} \quad (1)$$

$$Y_t = \frac{\sum_{i=1}^n (a_{ii} \times y_i)}{\sum_{i=1}^n a_{ii}} \quad (2)$$

其中 X_t, Y_t 为第 t 年建设用地的重心坐标; a_{ii} 为第 i 块建设用地斑块的面积; x_i, y_i 为第 i 块建设用地斑块的 centroid 坐标。

结合重心坐标信息采用式(3)计算建设用地的重心迁移速率。从重心迁移的速率的变化分析研究区内建设用地扩展的空间差异^[12]:

$$V_{t_{i+1}-t_i} = \frac{\sqrt{(x_{t_{i+1}} - x_{t_i})^2 + (y_{t_{i+1}} - y_{t_i})^2}}{t_{i+1} - t_i} \quad (3)$$

其中 x, y 分别表示某时期地类重心的 x, y 坐标, $t_{i+1} - t_i$ 表示地类重心转移的时间间隔, $V_{t_{i+1}-t_i}$ 表示时间为 $t_{i+1} - t_i$ 内的地类重心年迁移速率。

2.2.4 土地利用变化动态度模型

土地利用动态度对比较土地利用变化的区域差异和预测未来土地利用变化趋势都具有积极的作用^[13]。

王思远等建立了土地利用动态度模型,模型为^[14]: $K = \frac{U_a - U_b}{U_a} \times \frac{1}{T} \times 100\%$

U_a, U_b 分别为研究初期及研究末期某种土地利用类型的面积; T 为研究时段长; K 为研究时段内某种土地利用类型的动态度。

3 结果分析

3.1 主城九区 1978-2009 建设用地景观格局分析

利用 Fragstats 软件以景观指数最佳分析尺度 90 m 对相应景观指数进行模拟^[15]。统计出各个时期的景观格局指数(表 2)。利用 Arcgis 软件和矢量数据得到 1978-2009 建设用地分布现状图(图 2)。

表 2 1978-2009 景观格局指数统计表

指数	PD	LPI	LSI	PAFRAC	AI
1978	0.018 5	0.214 1	16.626 9	1.373 9	83.556
1985	0.059 9	0.407 4	31.042 7	1.469 2	74.007 2
1988	0.043 1	0.906 5	32.765 3	1.528 3	78.197 2
1993	0.031 3	1.049 6	31.746 7	1.519 8	79.295 2
1996	0.058 9	1.062 5	29.432 3	1.509 3	74.331 2
2000	0.042 6	1.233 5	27.371 9	1.503 1	85.309 1
2007	0.114 3	1.671 8	45.130 8	1.491 9	82.923 1
2009	0.113 7	1.866 0	44.284 7	1.493 4	83.885 4

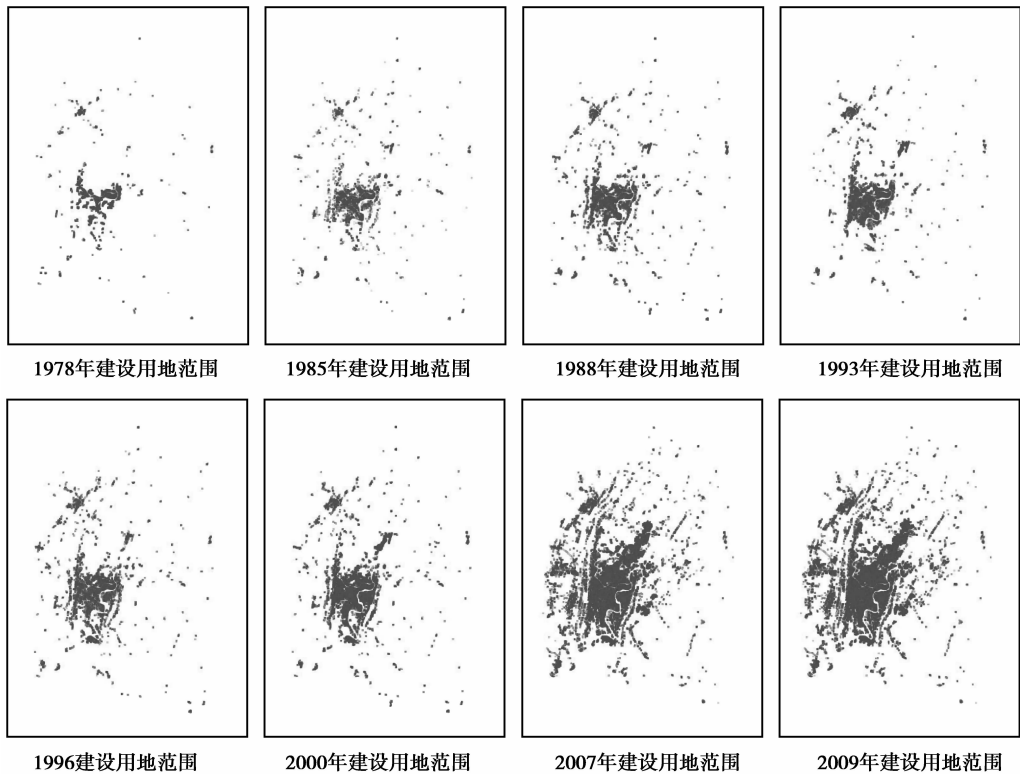


图 2 1978-2009 年建设用地分布现状图

从表 2 和图 2 可以看出:

(1) 研究区内建设用地斑块密度(PD)在 1985、1996、2007 年的波峰和 1993、2000 年的波谷间波动上升,建设用地斑块密度的上升和建设用地的总面积的增加表明建设用地斑块数量越来越多;PD 指数的波动表明斑块在数量增加的同时也在进行着斑块之间的融合;PD 指数在 2007-2009 年的下降表明城市有降速发展的趋势;

(2) 最大斑块指数(LPI)在 1985-1988 年间和 1996-2007 年间增加速度较快,而其他时间段内增长缓慢。LPI 指数总体的增加表明斑块在不断融合为大斑块的发展趋势;

(3) 景观形状指数(LSI)在 1978-1985 年间和 2000-2007 年间大幅度的增加,1985-2000 年间处于较平稳状态。1978-2007 年间的 LSI 指数表明建设用地形状从较规则不断发展成为复杂的景观类型。2007-2009 年间 LSI 的回落表明城镇的规则化发展趋势;

(4) 周长面积分维数(PAFRAC)在 1978-1988 年间有大幅上升,1988-2007 年呈现小幅下降的发展趋势,2007-2009 年则表现为回升的发展趋势。PAFRAC 指数表明 1988 年到 2007 年斑块形状朝着规则化、大型化发展,2007-2009 年指数的上升表明了斑块又开始有离散发展的趋势;

(5) 斑块聚合指数(AI)在 1996 年和 2000 年的波峰,1985、1996 和 2007 年的波谷间不断波动表明建设用地的向心力和离散力之间还处在一个相互角力的状态,两者之间的难分伯仲反应出了重庆城镇还处于并将继续处于发展期。2007-2009 年 AI 指数的上升表明了城镇的聚集发展趋势。

3.2 主城九区建设用地重心迁移分析

通过 ARCGIS 的重心分析得到建设用地重心点坐标(表 3),并利用重心坐标信息分析建设用地重心坐标轨迹迁移(图 3)和重心迁移速率(表 4)。

表 3 建设用地重心坐标统计表

坐 标	1978	1985	1988	1993	1996	2000	2007	2009
X	-334 139	-333 955	-334 478	-334 626	-334 510	-334 144	-334 779	-334 560
Y	1 918 180	1 917 740	1 917 490	1 918 570	1 917 940	1 917 840	1 920 060	1 920 400

表 4 1978-2009 年重庆主城九区建设用地迁移速率

年 份	1978-1985	1985-1988	1988-1993	1993-1996	1996-2000	2000-2007	2007-2009
迁移速率	68.13	193.23	218.02	213.53	94.85	329.86	202.21

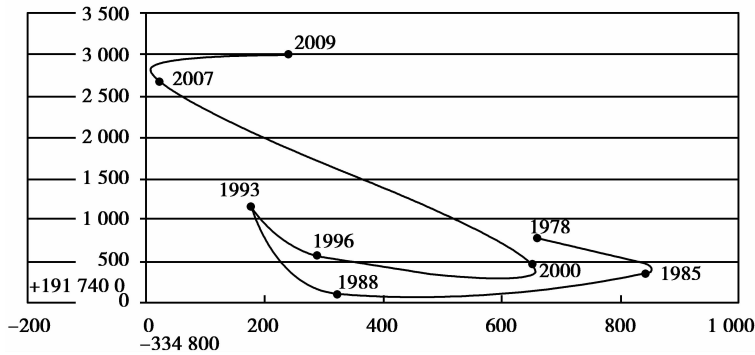


图 3 1978-2009 建设用地坐标点轨迹迁移

从表 3、4 和图 3 可以看出,1978 年建设用地的重心坐标为 1985 年重心较 1978 年向东偏移 184 m,向南偏移 440 m,偏移年均速率为 68.13 m;1988 较 1985 年西偏 523 m,南偏 250 m,偏移年均速率为 193.23 m;1993 较 1988 年西偏 148 m,北偏 1 080 m,偏移年均速率为 218.02 m;1996 年较 1993 年东偏移 116 m,南偏 630 m,偏移年均速率为 213.53 m;2000 年较 1996 年东偏 366 m,南偏 100 m,偏移年均速率为 94.85 m;2007 较 2000 年西偏 635 m,北偏 2 220 m,偏移年均速率为 329.86 m;2009 年较 2007 年东偏 219 m,北偏 340 m,偏移年均速率为 202.21 m。

3.3 主城九区建设用地动态变化分析

通过动态度模型以及 Arcgis 软件统计分析研究区内 1978-2009 建设用地的变化速度(表 5)。

表 5 1978-2009 年不同时期建设用地的变化速度

年份	1978-1985	1985-1988	1988-1993	1993-1996	1996-2000	2000-2007	2007-2009	1978-2009
变化率	46.557	58.010	3.814	7.065	36.409	106.159	8.146	682.807
动态度	6.651	19.337	0.763	2.355	9.102	15.166	4.073	22.026

从各个时期建设用地的单一动态度(表 5)看,1978-2009 年建设用地增加了 515.950 2 km²,总增长率为 682.807%,平均年增长率达到 22.026%。其中 1988-1993 年的城市发展最为缓慢,动态度为 0.763%;1978-1985 年、1993-1996 年和 1996-2000 年的动态度分别为 6.651%、2.355% 和 9.102%;1985-1988 年和 2000-2007 年城镇扩展速度最快,动态度分别为 19.337% 和 15.166%;通过 2007-2009 年间建设用地的动态度的较大幅度的降低说明研究区的城镇发展进入了一个稳定的减速发展期。

从以上分析可以看出:研究区内建设用地先后经历了 20 世纪 80 年代的快速发展期、80 年代后期至 90 年代初期的缓慢发展期、90 年代后期至 21 世纪中后期的较快发展期和近年来的稳定减速发展期。

4 结论与讨论

研究利用3S技术、Fragstats软件和Landsat-TM数据,对建设用地景观格局、重心转移、动态度进行分析,得出结论:

- (1) 建设用地PAFRAC指数和LSI指数都还处于较高的水平,城市内部非建设用地数量相对较大;
- (2) 城市化的程度正逐步加大,但建设用地的扩张速度将有所放缓,目前和今后一段时间内建设用地将处于动态度为3~6的平稳扩张期;
- (3) 除1988年城市重心位于嘉陵江内以外,城市重心1978-2009年都位于江北区内,2009年建设用地重心较1978年向西北方向移动2 259.57 m;
- (4) 研究只采用8期LANDSAT影像,时段数据较少,某些细微指标变化无法揭示;对建设用地内部非建设用地斑块的迁移规律研究不足。在今后的研究中还需要更多时相的影像数据和更完善的建设用地发展趋势分析预测模型以提高成果精度和准确性,同时对研究区内生态环境、土地利用变化等研究还需要进一步开展。

参考文献:

- [1] 朱一文. 空间·符号·城市[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1993
- [2] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域—土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报,1996,51(6):553-558
- [3] MARTIN H,NOAH C G,KEITH C C. The spatiotemporal form of urban growth:measurement,analysis and modeling [J]. Remote Sensing of Environment,2003,86:286-203
- [4] 鲁春阳,田永中,杨庆媛,等. 重庆市主城区土地利用动态变化时空特征分析[J]. 西南师范大学学报,2006,31(5):186-189
- [5] 张予,段学军,秦贤宏,等. 泰州市建设用地扩展规律与格局演化研究[J]. 长江流域资源与环境,2010,19(1):27-33
- [6] 李东芝. 重庆城市近代化迟滞原因探析[J]. 重庆工商大学学报:自然科学版,2007,17(6):49-52
- [7] 梅安新. 遥感导论[M]. 北京:高等教育出版社,2010
- [8] 马建文,赵忠明,布和敖斯尔. 遥感数据模型与处理方法[M]. 北京:中国科学技术出版社,2001
- [9] 赵二磊,陈东辉,陈亮. 基于QuickBird卫星影像的徐径镇城市景观格局分析[J]. 江苏环境科技,2007,20(1):41-43
- [10] 岳文泽. 基于遥感影响的城市景观格局及其热环境效应研究[M]. 北京:科学出版社,2008
- [11] 王玉鹏,孟献丽,任政,等. 基于定量遥感的重庆市土地利用动态变化研究[J]. 西南师范大学学报:自然科学版,2009,31(10):154-159
- [12] 刘诗苑,陈松林. 基于重心测算的厦门市建设用地时空变化驱动力研究[J]. 福建师范大学学报:自然科学版,2009,25(2):108-112
- [13] 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
- [14] 李卫海,李阳兵,周焱,等. 1991-2006年贵阳市土地利用变化及其驱动因素分析[J]. 资源科学,2008,30(12):1891-1892
- [15] 鲍蕾,张志,刘亚林. 基于最佳尺度的武汉市土地覆盖景观格局分析[J]. 资湖北大学学报:自然科学版,2009,31(2):201-205

(下转第90页)