

基于 GIS 与 RS 技术的城市土地利用/覆盖变化分析

李艳丽¹, 赵纯勇², 穆新伟³

(1. 山东省济南市济南中学, 济南 250001;

2. 重庆师范大学地理科学学院, 重庆 400047; 3. 山东师范大学图书馆, 济南 250014)

摘 要: 根据重庆市主城区 1961 年、1981 年土地利用现状图, 1993 年、2000 年和 2003 年 TM 遥感影像数据, 利用 GIS 与 RS 信息获取技术、空间分析技术和数理统计方法, 分析了研究区土地利用时空变化特征, 明确了土地利用变化的主要类型和方向, 并探讨了土地利用随时间的变化特征。

关键词: GIS; RS; 土地利用/覆盖变化; 城市; 重庆市主城区

中图分类号: F301.24; TP79

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)03-0072-03

Analysis on Urban Land Use and Land Cover Change Based on GIS and RS

LI Yan-li¹, ZHAO Chun-yong², MU Xin-wei³

(1. Jinan Middle School, Jinan 250001, China;

2. Department of Geography, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China;

3. The Library of Shandong Normal University, Jinan 250014, China)

Abstract: Based on remote sensing images, the land use and land cover change of the main districts of Chongqing from 1961 to 2003 was discussed. The images include the present conditions of land use in 1961 and 1981, Landsat TM data in 1993, 2000 and 2003. Based on the spatial analysis techniques supported by ArcGIS software and other statistical methods, the authors analyzed the spatial-time change characteristics of land use in this region, revealed the major patterns and trends of land use and land cover change, and discussed the change characteristics of land use over time.

Key words: GIS; RS; land use and land cover change; city; the main districts of Chongqing

1995 年 IGBP 和 HDP 联合提出“土地利用与土地覆盖变化”研究计划以来, 土地利用/覆盖变化研究已成为全球环境变化研究的前沿与热点问题^[1-3], 利用 GIS 与 RS 技术研究土地利用/覆盖变化, 揭示其时空变化规律, 建立土地利用变化的驱动力模型, 已经成为当前国际上开展土地利用/覆盖变化研究的最新趋势^[4,5]。区域和地方尺度上的典型研究为土地利用变化的综合研究提供了丰富的区域信息, 也是参与全球环境变化的具体途径。

重庆市主城区地处长江与嘉陵江两江交汇处, 是个山水合一的山城与水城, 位于四川盆地东部平行岭谷区的低山丘陵地区, 由条形背斜几列平行山脉组成, 之间的向斜地带多为低山丘陵, 是现在城区发展的主要地域。加强对重庆市土地利用动态变化的研究, 有助于了解土地利用的变化原因与机制, 并通过调整人类社会经济活动, 促使重庆市土地的合理利用。本文以重庆市主城区为研究区, 运用 GIS 与 RS 技术, 建立了研究区 1961 年、1981 年、1993 年、2000 年和 2003 年土地利用数据库和 1961~2003 年土地利用变化数据库, 分析了研究区土地利用的时空变化特征, 为重庆市城市总体规划部门提供决策支持, 为城市土地可持续利用奠定基础。

1 研究区概况、数据来源及处理方法

1.1 研究区概况

重庆市主城区位于四川盆地东部平行岭谷区的低山丘

陵地区, 由条形背斜几列平行山脉组成, 之间的向斜地带多为低山丘陵, 主要包括渝中半岛、沙坪坝区、南岸区、江北区及周边地区, 面积共约 713 km², 是城区发展的主要地域。主城区为长江和嘉陵江切割, 在第二、三、四阶地上发展起来, 多为低山丘陵, 地形破碎。研究区地带性自然植被类型是亚热带常绿阔叶林。但经过长期的人为活动影响, 原来郁郁葱葱的植被破坏严重。目前区内大片分布的是人工种植的马尾松、柏木等纯林以及各种灌丛或草丛, 农业植被也占有重要地位。

该区属亚热带湿润季风气候, 热量丰富, 冬暖夏热、春早秋短, 四季分明; 霜雪极少, 多云雾, 少日照; 降水丰沛, 季节分配不均, 雨热同季。年平均气温在 16~18℃, 年均降雨量 1100 mm 左右, 各地年均降雨量相差不大, 各地光照都较少, 光照年内分布特点是冬弱夏强, 夏季骄阳似火, 酷热难当, 而冬季却阴沉密云, 难见天日。重庆主城区山谷相间, 地形闭塞, 风速小, 静风频率高, 空气湿度大, 有利于雾的形成。

1.2 数据来源与处理方法

研究数据包括 1:1 万地形图、1961 年和 1981 年的 1:1 万土地利用现状图, 1993 年、2000 年和 2003 年的 TM 遥感影像数据。利用 ArcMAP 软件对研究区 1:1 万地形图进行数字化, 生成 1:1 万 DEM 图。再对两期 1:1 万土地利用现状图进行数字化, 得到 1:1 万土地利用现状图。三期遥感影像的处理包括几何校正、配准和标准化, 误差控制

在一个象元内, 并利用监督分类与目视判读相结合的方法, 参考中国科学院“中国资源环境数据库”土地利用遥感分类体系, 根据研究区实际情况, 将研究区土地利用类型划分为城镇用地、农村居民点用地、水体、旱地、水田、草地和林地 7 类, 并得到研究区不同时期的土地利用分类图。利用 ArcGIS 软件将不同时期土地利用类型图进行空间叠置分析, 得到 5 个时期的土地利用变化图, 并对土地利用变化的属性数据进行统计, 生成研究区 1961~ 2003 年土地利用变化转移矩阵, 分析土地利用时空变化特征, 并分析土地覆盖的特征。

由于人机交互土地利用判读的精度存在一定的问题, 误差在所难免, 一些数据与实际情况有一定的出入, 但这种影响在误差允许的范围之内, 不影响对研究区土地利用变化规律的分析。

2 土地利用变化过程与结果分析

2.1 土地利用变化程度模型

土地利用动态度可定量描述区域土地利用变化速度, 它对比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^[6]。利用 ArcGIS 软件的面积量算功能, 量测出 1961~ 1981 年、1981~ 1993 年、1993~ 2000 年和 2000~ 2003 年主城区 7 类土地利用实际增加、实际减少及净变化的面积数。根据土地利用动态度、土地利用耗减度和土地利用开发度公式^[7], 计算得到各类型土地利用动态的各指数值, 如表 1。

表 1 重庆市主城区各类型土地利用动态变化指数表 %							
土地利用类型	旱地	水田	城镇用地	农村居民点	林地	草地	水体
动态度(1961~ 1981)	1.24	- 1.96	2.68	- 6.81	- 1.08	3.30	0.02
动态度(1981~ 1993)	- 0.26	- 0.66	1.84	- 4.57	- 0.34	0.00	0.00
动态度(1993~ 2000)	- 0.30	- 6.52	4.43	- 5.15	- 0.68	0.00	0.00
动态度(2000~ 2003)	- 9.17	- 6.17	9.37	- 26.76	- 3.28	0.00	- 0.02
开发度(1961~ 1981)	1.92	0.16	5.83	0.24	0.08	9.70	0.02
开发度(1981~ 1993)	0.07	0.00	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00
开发度(1993~ 2000)	0.85	0.02	6.71	1.76	0.05	0.00	0.00
开发度(2000~ 2003)	0.00	0.06	13.34	3.15	0.28	0.00	0.00
耗减度(1961~ 1981)	0.27	1.56	0.06	3.12	0.97	0.00	0.00
耗减度(1981~ 1993)	0.12	0.89	0.04	3.08	0.32	0.00	0.00
耗减度(1993~ 2000)	1.14	4.50	0.30	5.55	0.69	0.00	0.00
耗减度(2000~ 2003)	7.19	5.26	0.32	18.03	3.26	0.00	0.02

各个时期, 除城镇用地是开发度大于耗减度外, 其余各种土地利用类型的开发度都是远远小于耗减度的, 说明该区的城市化水平正在高速前进, 这符合重庆市主城区发展为大都市的情况, 特别是 1993 年以来, 城镇化发展的力度加大, 1993~ 2000 年城镇用地开发度为 6.71%, 而耗减度仅为 0.30%, 2000~ 2003 年开发度增为 13.34%, 耗减度只有 0.32%, 其余各种土地利用类型正在快速退缩, 为城市发展让步。旱地在 1993~ 2000 年的开发度为 0.85%, 耗减度为 1.14%, 在 2000~ 2003 年没有开发, 而耗减度则上升到 7.19%。农村居民点用地变化最为明显, 1993~ 2000 年时开发度为 1.76%, 耗减度为 5.55%, 而 2000~ 2003 年开发度仅 3.15%, 耗减度却为 18.03%, 农村居民点用地急剧减少, 林地大量转化为城镇用地。

2.2 土地利用变化的时空分析

利用 GIS 技术对土地利用数据进行空间叠置分析得到

研究区不同时期土地利用变化的空间转移矩阵(表 2, 表 3, 表 4, 表 5)。1961~ 1981 年, 旱地面积增加了 5 720.3 hm², 占 1981 年旱地面积的 24.77%。有相当数量的城镇用地、农村居民点用地、旱地和林地转化为水田, 减少了 6 578.64 hm², 占 1961 年水田面积的 28.11%。这一期间大量的农村居民点、水田、旱地和林地转化为城镇用地, 增加了 5 749.41 hm², 占 1981 年城镇用地面积的 53.6%。1981~ 1993 年, 农村居民点、水田、旱地和林地大幅度减少, 其中农村居民点用地有 567.35 hm² 转化为城镇用地, 占 1981 年农村居民点面积的 33.49%, 59.39 hm² 转化为旱地, 占 1981 年农村居民点面积的 3.51%。城镇用地增加的面积主要来自于农村居民点、水田、旱地和林地, 占 1993 年城镇用地面积的 22.42%。1993~ 2000 年城镇用地增加 6 176.55 hm², 占 2000 年城镇用地面积的 30.98%。农村居民点用地减少 289.52 hm², 占 1993 年农村居民点用地的 26.43%。水田、旱地和林地均有减少, 分别占 1993 年相应土地利用类型的 31.36%、2.04% 和 4.51%。2000~ 2003 年城镇用地增加 7 790.38 hm², 占 2003 年城镇用地面积的 28.09%。农村居民点、水田、旱地和林地仍然有大幅度减少, 分别占 2000 年相应土地利用类型的 44.64%、15.61% 和 8.96%。可见, 研究区各时期土地利用变化的主要方向为农村居民点、水田、旱地和林地向城镇用地的转化。

表 2 1961~ 1981 年土地利用转移矩阵 hm ²								
	城镇用地	农村居民点	水田	旱地	林地	草地	水体	1981 年行总计
城镇用地	0.00	12.99	15.93	18.64	9.98	0.00	0.00	57.54
农村居民点	1969.09	0.00	128.45	387.24	12.96	0.00	0.00	2497.74
水田	3038.38	43.61	0.00	4048.81	169.23	0.00	20.84	7320.87
旱地	458.70	81.76	362.92	0.00	51.95	0.00	0.00	955.33
林地	340.77	51.26	234.70	2220.81	0.00	92.81	0.00	2940.35
草地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
水体	0.01	0.00	0.23	0.13	0.01	0.00	0.00	0.37
1961 年列总计	5806.95	189.62	742.23	6675.63	244.13	92.81	20.84	13772.20

表 3 1981~ 1993 年土地利用转移矩阵 hm ²								
	城镇用地	农村居民点	水田	旱地	林地	草地	水体	1993 年行总计
城镇用地	0.00	0.00	0.00	51.20	0.17	0.00	0.01	51.38
农村居民点	567.35	0.00	0.00	59.39	0.02	0.00	0.00	626.76
水田	1712.07	0.09	0.00	81.87	0.03	0.00	0.23	1794.29
旱地	324.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	324.37
林地	480.86	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	480.88
草地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
水体	0.01	0.00	0.00	0.13	0.01	0.00	0.00	0.14
1981 年列总计	3084.53	0.09	0.00	192.61	0.22	0.00	0.37	3277.82

表 4 1993~ 2000 年土地利用转移矩阵 hm ²								
	城镇用地	农村居民点	水田	旱地	林地	草地	水体	2000 年行总计
城镇用地	0.00	107.68	14.55	136.07	28.24	0.00	0.01	286.55
农村居民点	424.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	424.62
水田	3922.64	25.39	0.00	950.17	12.04	0.00	0.23	4910.47
旱地	1781.60	0.00	8.80	0.00	0.01	0.00	0.13	1790.54
林地	334.23	2.03	0.00	247.57	0.00	0.00	0.01	583.84
草地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
水体	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
1993 年列总计	6463.10	135.10	23.35	1333.81	40.29	0.00	0.37	7996.02

2.3 土地利用/ 覆盖变化分析

依据上述分析及土地利用类型随时间变化曲线图(图 1), 从 1961~ 2003 年的 42 年中, 重庆主城区内土地利用/ 覆盖变化表现出以下基本特征:

表 5 2000~ 2003 年土地利用转移矩阵								hm ²
	城镇用地	农村居民点	水田	旱地	林地	草地	水体	2003 年行总计
城镇用地	0.00	75.98	18.49	0.00	95.61	0.00	0.01	190.09
农村居民点	434.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	434.88
水田	1687.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1687.93
旱地	4729.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4729.55
林地	1125.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1125.48
草地	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
水体	2.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.63
2000 年列总计	7980.47	75.98	18.49	0.00	95.61	0.00	0.01	8170.56

注: 以上各表中, 行表示的是 k 时刻的各种土地利用类型, 列表示 $k+1$ 时刻的各种土地利用类型。表中第 i 行第 j 列数据表示 k 时刻的 i 种土地利用类型转化为 $k+1$ 时刻 j 种土地利用类型的面积。行总计表示 k 至 $k+1$ 时期内该土地利用类型转变为其它类型的总面积, 列总计表示 k 至 $k+1$ 时期其它类型转变为该土地利用类型的总面积。

(1) 城市化过程明显, 城镇用地持续增加, 而耕地(包括水田与旱地) 则显著减少。在 20 世纪 60 年代和 70 年代, 城镇用地与耕地(包括水田与旱地) 的面积变动不大, 但是从 80 年代起, 也就是改革开放以来, 重庆市主城区城镇用地面积由 132.37 km² 增加到 277.32 km², 所占比例由 18.17% 上升到了 39.33%。研究区耕地(包括水田与旱地) 面积从 378.6 km² 减少到 262.29 km², 所占比例从 53.69% 减少到了 37.19%。由此可见, 在快速的城市化过程中, 城镇用地持续增加, 而耕地则显著减少, 该研究区整体上已经完成了从以农业景观为主的区域向以城镇景观为主区域的转变。

(2) 城乡过渡区成为城市扩展的主要区域, 也是土地利用/ 覆盖变化强度变化最大的地区。主城区内的城乡过渡区是处于中梁山和铜锣山之间的区域, 地势相对比较平坦, 交通比较便利, 因而成为城市扩展的主要区域, 也是土地利用和土地覆盖强度变化最大的区域, 在 42 年快速的城市化过程中完成了从农业为主景观到以城市为主景观的转变。

(3) 城镇用地布局以“多中心、组团式”结构发展, 土地利用/ 覆盖状况表现出明显的梯度差异。由于重庆是著名的山城, 它的规划建筑很大部分都由它的自然地貌地理特征决定, 这就使得重庆这个特殊的城市要以“多中心、组团式”的城市布局结构发展。上世纪改革开放以前, 城镇建设为“一五”和“三线”建设时期, 沿江布局大量工业, 城镇迅速发展, 初步形成“组团式”结构, 但是当时组团比较分散、混乱, 故又称为“分散组团式”结构^[8]。城镇建成区面积 1949 年约为 20.43 km², 1961 年约为 49.81 km², 解放初期重庆城市发展较快, 1973 年的建成区面积约为 51.04 km², 而到 1978 年已经达到 58.32 km²。随着城市化进程的加快, 研究区内各行政区的土地利用/ 覆盖表现出时间变化的明显梯度差异。参考文献:

[1] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域—土地利用/ 覆盖变化的国际研究动向[J]. 地理学报, 1996, 51(6): 553– 558.

[2] Verburg PH, Veldkamp T A, Bouma J. Land Use Change under Conditions of High Population Pressuer: the Case of Java [J]. Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions, 1999, 9: 303– 312.

[3] 史培军, 宫鹏, 李晓兵, 等. 土地利用/ 覆盖变化研究的方法与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2000.

[4] 史培军, 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.

[5] 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.

[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– 86.

[7] 黄丽芳. 基于遥感和 GIS 的海南岛土地利用动态变化特征试验研究[D]. 北京: 中国科学院, 2001.

[8] 中国科学院西南资源开发考察队. 重庆地貌与经济建设[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1992.

革开放以来, 城市进入快速发展阶段, 市中区高边坡和深切割洼地被辟为城市用地, 江北南岸、沿江和沿公路干线的低丘平坝、丘间洼地等新辟为城市新区开发用地, 同时长江、嘉陵江大桥也都应运而生, 结束了江河分割城市的历史。这一阶段形成了多中心、组团式的城市布局结构, 城区有 14 个有机分散的片区, 1981 年市区面积约 110.39 km², 约占现在主城区面积的 15.65%, 到 1990 年, 市区面积已将近 200 km²。1997 年直辖以来, 重庆城市以前所未有的速度发展, 到 2000 年, 城市布局形成有机分散的多中心、组团式结构, 中间有绿色隔离带, 建成区面积达到了 200 km²。到 2003 年建成区的面积已达 277.32 km²。耕地(包括旱地与水田) 与林地的面积相应地下降很快, 渝中区是重庆市的核心地区, 该区耕地面积在 1961 年大约有 3.64 km², 到 2003 年几乎消失殆尽。整个研究区内的耕地面积由 1961 年的 407.73 km² 减少到 2003 年的 262.37 km², 总体比例由 1961 年的 57.82% 下降到 2003 年的 37.19%, 农村居民点用地在 1973 年的面积约为 43.09 km², 而 1981 年却锐减至 16.94 km², 总体比例由 6.11% 减少到 2.40%。此后的几年中农村居民点用地快速下降, 到 2000 年为 8.04 km², 2003 年仅有 4.46 km² 的农村居民点用地在主城区内。土地利用/ 覆盖变化主要表现为城镇用地内部的改造变化和城镇用地占用耕地和农村居民点用地的快速扩展。林地面积大幅度减少, 由 1961 年的 152.30 km² 减少到 2003 年的 104.67 km², 减少了 31.27%, 年平均减少速率为 1.13%, 递减趋势表现出梯度差异^[4]。

3 讨论与结论

(1) 研究区土地利用变化速率很快, 在各种土地类型中农村居民点、城镇用地、水田、旱地和林地的变化速率都比较大, 其中, 除了城镇用地的变化速率是正值, 也就是增加以外, 其余各种土地类型的变化速率都是负值, 即是减少的。

(2) 研究区的土地利用变化存在着明显的空间差异。城镇用地主要是在沿江两岸周围的较平坦地区, 山区则主要发展林地、旱地等。1993 年以前, 山区林地遭到严重的破坏, 水田也在急剧减少, 而旱地大量增加。1993 年以后, 旱地、水田急剧减少, 而城镇用地急剧增加, 从沿江两岸扩展到周边的丘陵山地区。其原因是随着重庆市城市人口的增加和经济发展, 居民点和建设用地不断扩张而挤占大量农田, 而农民为了生存, 进行毁林开荒, 林地退化, 植被覆盖率锐减, 自然环境日益恶化。今后研究区内应严格控制林地开发, 禁止陡坡开荒, 防止自然环境的进一步恶化, 实现土地资源的可持续利用。

(3) 研究区农村居民点、耕地与林地大幅度减少, 城镇用地快速增加, 城镇化速度急剧加快, 研究区整体上已经完成了从以农业景观为主的区域向以城镇景观为主区域的转变。“多中心、组团式”城市结构日益明显, 突出显示了重庆市作为一个山城的特殊性。