

文章编号: 1000-5471(2007)06-0119-06

重庆市景观格局与动态变化分析^①

郭澎涛¹, 武 伟², 刘洪斌^{1,3}

1. 西南大学 资源环境学院, 重庆 400715; 2. 西南大学 计算机与信息技术学院, 重庆 400715;
3. 中国科学院地球化学研究所, 贵阳 550005

摘要: 利用卫星遥感资料, 对重庆市 1995—2000 年的景观格局与动态进行分析. 结果显示: (1) 重庆市景观格局与动态的主要特征表现为以耕地(包括水田和旱地)和林地(包括有林地、灌木林地和其他林地)为基质, 以耕地和林地变动为主; (2) 1995—2000 年, 重庆市景观总体动态水平是: 破碎度趋向加深, 斑块形状趋向复杂, 景观多样性有所提高; (3) 但同时各景观要素又有不同的景观动态特征.

关键词: 重庆; 景观格局; 景观特征指数

中图分类号: TU98; F301.24

文献标识码: A

景观格局是复杂的物理、生物和社会因素相互作用的结果, 同时也影响着许多生态过程. 对于某一区域景观格局的研究, 是揭示该区域生态状况及空间变异性特征的有效手段, 还可以揭示与生态过程相关的区域资源环境问题^[1]. 重庆市地处四川盆地东南边缘, 地貌类型多样, 以丘陵和山地为主, 是西部地区唯一的直辖市, 社会经济发展快, 人类活动对自然景观影响大, 导致景观格局的变化. 为深入了解重庆市直辖前后各种生态过程的动态变化规律, 本文对直辖前后该地区的景观格局与动态进行分析, 为采取相应的政策措施提供依据.

1 研究地区与研究方法

1.1 研究地区概况

重庆市位于东经 105°17′—110°11′、北纬 28°10′—32°13′之间的青藏高原与长江中下游平原的过渡地带. 辖区东西长 470 km, 南北宽 450 km. 地界东临湖北、湖南, 南接贵州, 西靠四川, 北连陕西, 幅员面积 82 430 km².

1.2 资料来源

本文所采用的原始数据包括 TM 和 ETM 卫星照片解译的 1995 年和 2000 年重庆市土地覆被状况和两个时期的基础地理数据. 基础地理数据包括重庆市 1995 年及 2000 年 1:10 万比例尺的土地利用现状图、1996 年 1:60 万土地利用现状图、1995 年重庆市行政区划图、重庆市 1:10 万比例尺的数字化地形图以及经社会调查、资料查询等方法查询获得的文字、图形资料.

1.3 景观生态类型分类

依据景观生态分类的一般原则^[2,3], 结合重庆市景观的特征, 将其景观生态类型归纳为水田、旱地、有

① 收稿日期: 2007-06-02

基金项目: 重庆市教委科学技术研究项目 (1-83).

作者简介: 郭澎涛(1983-), 男, 河南郑州人, 硕士研究生, 主要从事遥感和 GIS 应用, 土地资源可持续利用.

通讯作者: 刘洪斌.

林地、灌木林、其他林地、草地、水域、城乡工矿居民用地、未利用地 9 个类型,具体的类型划分详见表 1.

表 1 重庆市景观生态类型划分

编号	类型名称	含 义
1	水田	指有水源保证和灌溉设施,在一般年景能正常灌溉,用以种植水稻,莲藕等水生农作物的耕地,包括实行水稻和旱地作物轮种的耕地.
2	旱地	指无灌溉水源及设施,靠天然降水生长作物的耕地;有水源和浇灌设施,在一般年景下能正常灌溉的旱作物耕地;以种菜为主的耕地正常轮作的休闲地和轮歇地.
3	有林地	指郁闭度>30%的天然木和人工林.包括用材林、经济林、防护林等成片林地.
4	灌木林	指郁闭度>40%、高度在 2 m 以下的矮林地和灌丛林地.
5	其他林地	未成林造林地、迹地、苗圃及各类园地.
6	草 地	包括覆盖度>50%的天然草地、改良草地和割草地即高覆盖度草地、覆盖度在 20%~50%的天然草地和改良草地构成的中覆盖度草地、覆盖度在 5%~20%的天然草地低覆盖度草地.
7	水 域	包括堤案、河渠、湖泊和水库坑塘.
8	居民点、 工矿用地	包括城镇用地、农村居民点和立于城镇以外的厂矿、大型工业区、油田、盐场、采石场等用地、交通道路、机场及特殊用地.
9	未利用地	主要是裸岩石砾地.地表为岩石或石砾,覆盖面积>5%以下的土地.

1.4 景观特征指数和计算方法

本文根据重庆市 1995 年、2000 年的景观生态类型数据及其数据特征,主要采用景观格局指数方法进行研究的景观空间格局的定量分析.景观格局指数由美国俄勒冈州立大学开发的著名景观格局分析软件系统 Fragstats3.3 计算.

所采用的景观特征指数有:景观类型面积(CA)、斑块数(NP)、斑块密度(PD)、平均斑块面积(MPS)、分维数(FD)、边缘密度(ED)、香农多样性指数(SHDI)、面积加权的平均形状指数(AWMSI)等^[5-7].其计算公式如下:

$$1) \text{景观类型面积 } CA = \sum_{j=1}^n a_{ij}$$

$$2) \text{斑块数 } NP = n_i$$

$$3) \text{斑块密度 } PD = n_i / A$$

$$4) \text{平均斑块面积 } MPS = (\sum_{j=1}^n a_{ij}) / n_i$$

$$5) \text{最大斑块指数 } LPI = \frac{\max(a_{ij})}{A} (100)$$

$$6) \text{边缘密度 } ED = \sum_{k=1}^n e_{ik} / A$$

$$7) \text{香农多样性指数 } SHDI = - \sum_{i=1}^n (p_i) \times \log_2(p_i)$$

$$8) \text{面积加权的平均形状指数 } AWMSI = \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{0.25 p_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}} \right) \left(\frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \right) \right]$$

式中: i 为 1, 2, ..., n 为斑块类型序号; j 为 1, 2, ..., a 为斑块序号; n 为景观中斑块总数; A 为景观总面积; a_{ij} 为斑块的面积; p_{ij} 为斑块的周长; e_{ik} 为景观中斑块类型 i 和 k 之间的边缘总长度; n_i 表示景观中类型的斑块数.

2 结果与分析

2.1 景观要素面积变化

根据重庆市 1995 年、2000 年景观生态类型分类结果进行面积、斑块数及其变动情况统计,详细数据见表 2 所示.

由表2及图1可知,1995年至2000年,重庆市的景观均发生了不同程度的变化.从景观类型的面积变化值来看,增长最多的是灌木林地,到2000年面积增加高达4660.04 km²,其次是有林地、草地、其他林地,面积分别增加了1526.35,3190.52,411.33 km²,水域、居民点及工矿用地面积增加的幅度较小,分别增加了86.63,69.73 km².水田、旱地和未利用地面积呈下降趋势,其中以旱地最为典型,面积减少量最大,达9471.66 km²,其次是水田面积减少439.73 km²,未利用地由于原有面积很小,所有面积变化量也较小,只减少了6.713 km².

表2 1995年至2000年重庆市景观面积变动

类型	斑块类型	1995年面积/km ²	2000年面积/km ²	1995年-2000年变化	
				面积/km ²	比率/%
1	水田	12111.89	11645.66	-466.23	-3.85
2	旱地	36444.76	26973.10	-9471.66	-25.99
3	有林地	6315.22	9505.74	3190.52	50.52
4	灌木林地	6106.35	10766.39	4660.04	76.31
5	其他林地	9754.69	10166.02	411.33	4.22
6	草地	10230.49	11756.84	1526.35	14.92
7	水域	834.31	920.94	86.63	10.38
8	居民点及工矿	540.16	609.89	69.73	12.91
9	未利用地	24.83	18.12	-6.71	-27.02

2.2 景观水平动态特征

1995年重庆市共有斑块62851个,2000年增加为76332个.所有斑块分布在9个景观类型中.其中,水田和旱地斑块数占总数的66.01%,有林地、灌木林地和其他林地斑块数占总数的21.1%(图2).

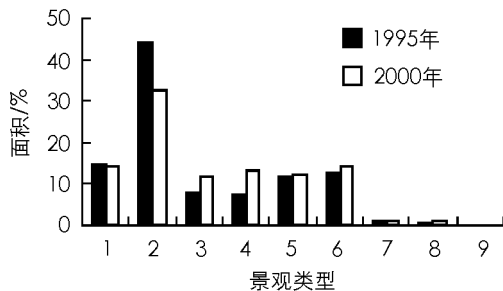


图1 景观类型面积比例

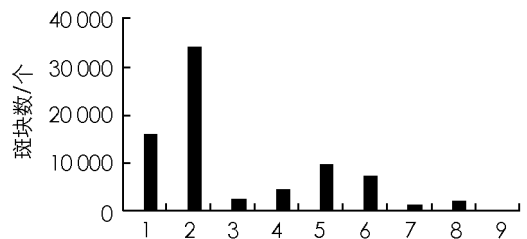


图2 斑块在各景观类型间分布情况

5 a 间,平均斑块面积从1.31 km²下降到1.08 km²,即平均每个斑块面积减少0.23 km².这反映出重庆市景观破碎化程度呈上升趋势.多样性指数从1.63增加到1.78,反映了景观多样性的提高,具体表现为各景观要素所占比例的差异有所缩小.与此同时,表现边缘与形状变化的边缘密度和面积加权的平均形状指数均有增加,进一步证明了斑块形状不规则程度的加大和景观破碎化程度的加深(表3).

表3 重庆市景观指数变动情况

景观特征指数	斑块数	平均斑块面积	边缘密度	最大斑块指数	面积加权的平均形状指数	香农多样性指数	斑块密度
1995	62851	1.31	22.89	4.94	1.72	1.63	0.74
2000	76332	1.08	46.39	2.99	2.14	1.78	0.93

2.3 主要景观要素动态特征

2.3.1 水田

5 a 间,重庆市水田面积减少了3.85%.期内减少4875.04 km²,增加4436.38 km².水田减少的面积中,向旱地转化了2025.11 km²,是减少的主要部分;其次分别向有林地、灌木林地、其他林地和草地转移了413.02,538.98,817.55 km²和937.46 km²,相对比较平均;而向水域及工矿及居民点用地转移较少,

分别只有 77.52 km² 和 65.40 km², 没有向未利用地转化。

5 a 间, 斑块数增加了 1755 块, 斑块密度增加了 0.02, 平均斑块面积减少了 0.12 km², 说明水田破碎度加大, 而面积加权的平均形状指数增加明显, 5 年间增加了 7.82, 水田形状变得更加不规则, 同时, 边缘密度的增加, 也说明了水田斑块内部的连通性变差。

2.3.2 旱地

旱地是各类景观要素中面积减少最多的类型。5 a 中, 旱地面积减少了 25.99%。期内减少 16 870.27 km², 增加 7 395.76 km²。从重庆市景观要素转移矩阵^[4]可以看出, 旱地减少的面积主要转移到了水田、林地和草地面积中去。其中, 向林地转移的面积最大, 为 9 978.57 km², 有林地 3 061.36 km², 灌木林地 4 213.01 km², 其他林地 2 704.2 km²; 其次为向草地转移的面积, 为 3 713.72 km²; 向水田转移了 2 933.8 km²。在面积减少的同时, 旱地斑块数却增加了 12 971 个, 平均斑块面积减少了 0.29 km², 可以看出旱地的破碎化程度加深。从旱地面积减少的主要去向也可以看出, 国家实行的退耕还林政策对土地利用方式产生了显著影响, 对坡度大于 25 度的耕地实行了还林、还草, 增加了林地和草地的面积。

2.3.3 有林地

5 a 间, 重庆市有林地面积增加了 50.52%。期内减少 1 926.14 km², 增加 5 100.75 km²。有林地是各类景观要素中面积增加幅度较大的类型, 其增加的面积主要来自于旱地面积的减少。在面积增加的同时, 斑块数减少了 168 块, 说明一些同类斑块合并后成为更大斑块, 从而使平均斑块面积增加 1.66 km², 破碎化程度下降。边缘密度上升说明有林地被分割的程度加深, 斑块内部连通性变差, 而面积加权的平均形状指数变大, 说明有林地的形状变得更加不规则, 最大斑块指数增加说明有林地的优势度在加大, 对整个重庆市景观的影响加深。

2.3.4 灌木林地

灌木林地是各类景观要素中面积增加最大的类型, 5 a 间增加了 74.61%。期内减少 2 170.2 km², 增加 6 829.75 km²。增加的主要来源为旱地。灌木林地斑块数略有增加, 但是面积增大的幅度相对更大, 所以平均斑块面积增加了 1.13 km², 破碎化程度降低。但是, 面积加权的平均形状指数和边缘却增加明显, 说明灌木林地斑块的形状变得更加复杂。

2.3.5 其他林地

其他林地是各类景观要素中面积增加幅度最小的类型, 5 a 间只增加了 4.22%, 从重庆市各要素面积转移矩阵可以看出, 其他林地面积增加的主要来源为旱地面积的减少, 但同时其他林地也向旱地转移了几乎相同的面积, 其他林地和旱地之间的相互转化是其他林地与各景观要素之间转化的主要形式。5 年间, 其他林地斑块数减少了 931 块, 斑块密度下降了 0.01, 平均斑块面积增加了 0.13 km², 说明其他林地破碎度下降, 同时面积加权形状指数下降明显, 表明其他林地的形状变得更加规则。

表 4 1995 年至 2000 年重庆市各景观要素面积转移矩阵

/km²

年代	编号	2000 年								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1995 年	1	7 236.85	2 025.11	413.015	538.979	817.553	937.46	77.516 1	65.4042	0
	2	2 933.8	19 574.5	3 061.36	4 213.01	2 704.2	3 713.72	98.400 9	142.135	3.644 48
	3	120.621	529.847	4 389.08	395.333	529.847	301.236	37.891 3	11.367 4	0
	4	192.35	759.019	542.244	3 936.15	137.393	518.429	9.159 53	10.991 4	0.610 64
	5	698.436	2 147.98	293.616	756.964	5 260.7	543.336	29.264 1	23.411 3	0.975 47
	6	438.888	1 763.74	763.195	885.96	671.12	5 678.94	16.368 8	12.276 6	0
	7	28.366 5	76.339 4	11.930 6	17.520 5	19.022 3	30.869 5	644.338	5.089 29	0.834 31
	8	23.118 8	90.152 7	10.587 1	21.444 4	19.175 7	29.438 7	5.887 74	340.031	0.324 1
	9	0.799 53	3.570 55	4.799 64	0.538 81	0.941 06	0.270 65	1.248 95	0.131 6	12.529 2

2.3.6 草地

5 a 间,重庆市草地面积净增加了 1 526.35 km²,斑块数减少了 132 块,斑块密度减少了 0.01,平均斑块面积增加了 0.24 km²,说明草地斑块的破碎度下降.同时,草地斑块的面积加权形状指数增加明显,提高了 13.1,而边缘密度也增加了 2.53,表明草地的形状变得更加不规则,内部连通性也更差.

2.3.7 水域

5 a 间,重庆市水域面积减少了 189.97 km²,增加加了 275.74 km².其中增加的主要来源为水田面积的减少,水田向水域转移了 77.52 km²;其次为旱地面积的减少,旱地向水域转移了 98.40 km²,水域向旱地转移了 76.34 km²,水域面积净增 22.06 km²;其他景观要素向水域面积转移的较少.

5 a 间,重庆市水域斑块数减少了 28 块,斑块密度没有发生变化,平均斑块面积和最大斑块都略有增加,说明水域斑块破碎度趋向减缓,但面积加权的平均形状指数增加明显,水域斑块的形状变得更加不规则,边缘密度略有增加,斑块内部连通性变差.

2.3.8 居民点、工矿用地

5 a 间,重庆市居民点、工矿用地面积减少了 200.13 km²,增加了 270.81 km².其中增加的主要来源为水田和旱地向其转化的面积,水田和旱地共向居民点、工矿用地转移了 207.54 km²,其他景观要素共向其转化了 63.27 km².

5 a 间,居民点、工矿用地斑块密度略有下降,平均斑块面积略有增加,破碎度趋缓;同时,面积加权的平均形状指数和边缘密度都有下降,说明居民点形状更加规整,内部连通性变好.

2.3.9 未利用地

未利用地是重庆市面积减少幅度最大的景观要素,5年间减少了 27.02%,但因为其总面积很少,所以净减少的面积也比较少,只有 6.71 km².

5 a 间,未利用地斑块数和斑块密度没有发生变化,平均斑块面积减少了 0.05 km²,破碎度没有明显变化;同时面积加权的平均形状指数下降了 0.5,斑块形状略有改观,边缘密度没有变化,说明斑块内部连通性没有发生变化.

3 结论与讨论

1)重庆市景观格局与动态的主要特征表现为以耕地(包括水田和旱地)和林地(包括有林地、灌木林地和其他林地)为基质,以耕地和林地变动为主.耕地和林地的主导地位是由重庆市特定的自然地理环境决定的.在耕地类型中,5年间水田和旱地面积净减少了 9 937.89 km²,其中主要是旱地面积的减少,为 9 471.66 km²,水田只减少了 466.23 km².在林地类型中,灌木林地增加最多,5 a 间净增加了 4 660.04 km²,其次为有林地面积,净增加了 3 190.52 km²,最后为其他林地,净增加了 411.33 km².可以看出,伴随着耕地面积的大量减少,林地面积却大量增加,说明国家实行的退耕还林政策对重庆市的土地利用方式产生了明显的影响,从而导致重庆市景观格局产生相应的变化.

2)1995—2000年,重庆市景观总体动态水平是:破碎度趋向加深,斑块形状趋向复杂,景观多样性有所提高.重庆市直辖后,基础建设投资加大,建设用地迅速扩张,耕地、林地等景观类型受到建设用地的侵入和分割,使景观类型破碎度增加且整体形状变得较为复杂.建议重庆市在制订发展规划时,严格控制建设用地,切实保护耕地,保护和建设大型自然斑块,规划生态保护区.

3)但同时各景观要素又有不同的景观动态特征,具体表现为:耕地(包括水田和旱地)破碎度加深,斑块形状更加不规则;林地类型中有林地和灌木林地破碎度下降,但形状趋向不规整,而其他林地破碎度下降,形状也趋向规整;草地破碎度下降,形状不规整,内部连通性变差;水域破碎度趋向减缓,但形状不规整,内部连通性也差;居民点破碎度趋缓,形状也趋于规整,内部连通性变好.未利用地所占面积太少,不足 0.1%,其变化可以忽略.

参考文献:

- [1] 邬建国, 景观生态学—格局、过程、尺度与等级 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [2] 丁圣彦, 生态学 [M]. 北京: 科学出版社, 2004.
- [3] 陈四清, 刘纪远, 庄大方等. 基于 Landsat TM/ETM 数据的锡林河流域土地覆盖变化 [J]. 地理学报, 2003, 58(1): 045—052.
- [4] 阎建忠, 张懿铨, 刘林山, 等. 高原交通线对土地利用和景观格局的影像 [J]. 地理学报, 2003, 58(1): 034—042.
- [5] Forman, R T T. Land Mosaic, the ecology of Landscape and Regions [M]. Cambridge University Press, 1995: 4.
- [6] Turner M G. Landscape changes in landscape patterns in Georgia, USA [J]. Landscape Ecol, 1988, 1(4): 241—251.
- [7] Huslsuff R M. Landscape indices describing a Dutch landscape 1 [J]. Landscape Ecology, 1995, 10(2): 101—111.

Analysis of Landscape Patterns and Dynamics in Chongqing

GUO Peng-tao¹, WU Wei², LIU Hong-bin^{1,3}

1. School of Resources and Environment, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. Computer and Information Technology College of Southwest University, Chongqing 400715, China;

3. Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550005, China

Abstract: Based on satellite image, the landscape patterns and dynamics in Chongqing (1995~2000) has been studied, the results indicated that (1) Plantation (including paddy field and dry land) and forest (including woodland, shrubbery and other types of forest) constitute the matrices of Chongqing, as well as the main types of landscape dynamics; (2) the landscape patterns and dynamics of Chongqing (1995—2000) are: ① the degree of fragmentation has become worse; ② the shape of patches has become more complicated; ③ the landscape diversity increase a little; ④ but each landscape type has the different landscape patterns and dynamics.

Key words: Chongqing; landscape patterns; landscape index

责任编辑 陈绍兰