

文章编号:1672-058X(2012)01-0069-07

基于 RS 和 GIS 的三峡库区景观格局分析*

——以万州区为例

陈丹^{1,2}, 周启刚^{1**}, 黄永安¹, 郭凯睿¹, 吴艳梅^{1,2}, 魏玲^{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:以三峡库区(万州地区)为例,研究了三峡库区万州区景观总体格局以及各景观类型格局的演变规律;利用万州区 1995、2000、2006、2009 年的 TM 影像,在 3S 技术支持下,结合重庆市生态环境特征,利用计算机自动分类和目视判读的方法,将影像数据矢量化,并对多样性指数、均匀度指数、优势度指数、破碎度指数、分维数指数 5 类景观格局指数进行了详细的分析;结果表明:研究区在 14 年间景观类型主体没有显著变化,仍然以耕地和林地为主,但耕地优势度总体趋于减少,林地得以回升;景观受到人为干扰因素增强,斑块形状趋于规整;景观整体稳定系数增强,景观向着多样化、均匀化发展。

关键词:景观格局;三峡库区;3S 技术;景观格局指数

中图分类号:TP391

文献标志码:A

目前,随着景观生态学的研究发展,景观生态格局及其动态变化研究已成为热点研究领域^[1]。景观是具有空间异质性的区域,它是由许多大小、形状不一的斑块按照一定的规律组成^[2]。这些斑块在空间上的排列形式称为景观格局,它决定着自然地理环境的形成、分布和组分,制约着各种生态过程,并与干扰能力、恢复能力、系统稳定性和生物多样性有着密切的关系^[3]。基于土地利用、土地覆被图的景观格局指数是景观空间分析的重要方法,它使生态过程与空间格局相互关联的度量成为可能^[4]。景观指数是指能够高度浓缩景观格局信息,反映其结构组成和空间配置某些方面特征的简单定量指标^[5]。将 GIS 与景观格局分析软件相结合进行景观格局演变研究的方法已得到广泛应用^[6,7]。三峡库区的蓄水会导致植被类型多样性以及生态环境的脆弱性^[8,9],重庆市万州区地处三峡库区腹心,是库区淹没损失最大、移民迁建任务最重的地区之一^[1]。为给万州区相关部门制定生态环境政策提供依据,有必要对万州区的景观格局进行研究分析。

在 3S 技术支持下,以万州区土地利用景观研究为对象,选取景观格局指数分析万州区 1995-2009 年景观格局的总体变化以及单一景观类型格局的变化,并分析其变化驱动力,以揭示近 12 年来万州区土地利用景观格局与自然生态过程和人类活动之间的关系。

收稿日期:2011-04-10;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);国家自然科学基金(10871217);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:陈丹(1990-),女,重庆人,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。

1 研究区域概况

万州区属重庆市,位于四川盆地东部,东与云阳县和湖北利川市相接,南靠石柱县,西与忠县、梁平县和四川省达州市毗邻,北与开县接壤,濒临长江三峡,扼川江咽喉,有“川东门户”之称,境内河流纵横,河流、溪涧切割深,落差大,高低悬殊,呈枝状分布,均属长江水系。万州区境内属亚热带季风湿润带,日照充足,雨量充沛,天气温和,无霜期长,霜雪稀少。山峡水库蓄水中重庆市万州区属于部分淹没的市区。

2 数据与研究方法

2.1 遥感数据和数据预处理

选取万州区 1995、2000、2006、2009 年的 TM 影像数据,运用 ENVI 软件对影像进行大气辐射校正、几何校正等工作,并且采用阿尔伯特等面积圆锥投影进行影像重投影。在处理影像工程中,对于部分存在局部地形阴影的影像进行了光谱和地形的纠正。

2.2 景观类型划分

研究采用二次土地调查中对土地的利用类型作为景观的斑块类型。根据这一土地利用类型划分标准,将研究区景观类型按土地一级类以及部分二级类划分为耕地、林地、草地、水域以及城镇村用地 5 类。

2.3 遥感图像分类

在图像处理软件 Erdas 中,将预处理过的 4 期 TM 影像数据进行非监督分类,并且多次检查和修正相关结果;同时,运用 Arcinfo8.3 软件对 4 期 TM 影像数据进行人工解译。最后,将自动分类结果和目视判读结果进行对比分析,并且结合影像图,反复比较和修改,直到分类达到较好结果为止。将 2000 年万州区的 TM 影像图和景观格局分类结果作为展示图例,如图 1、图 2。

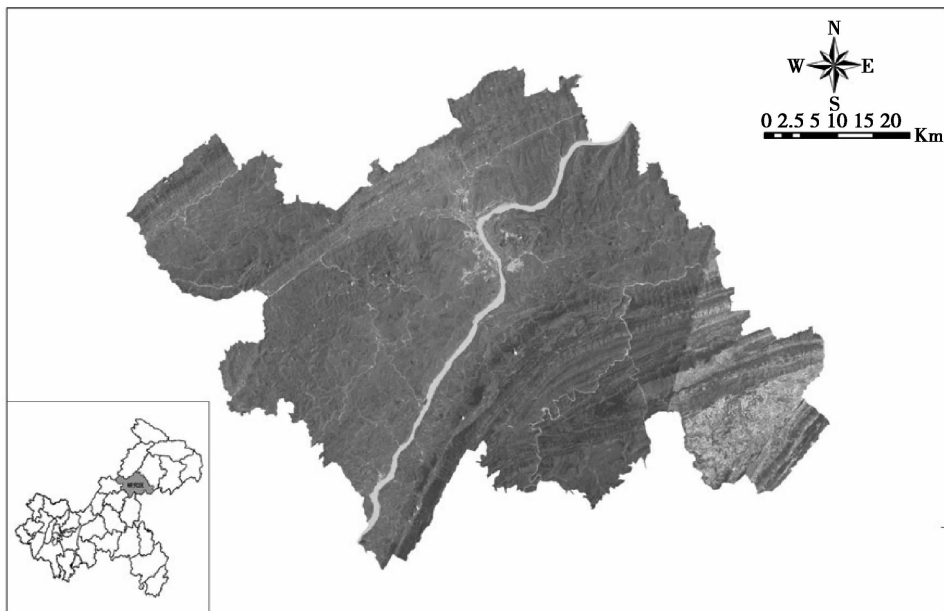


图 1 2000 年万州区 TM 影像图

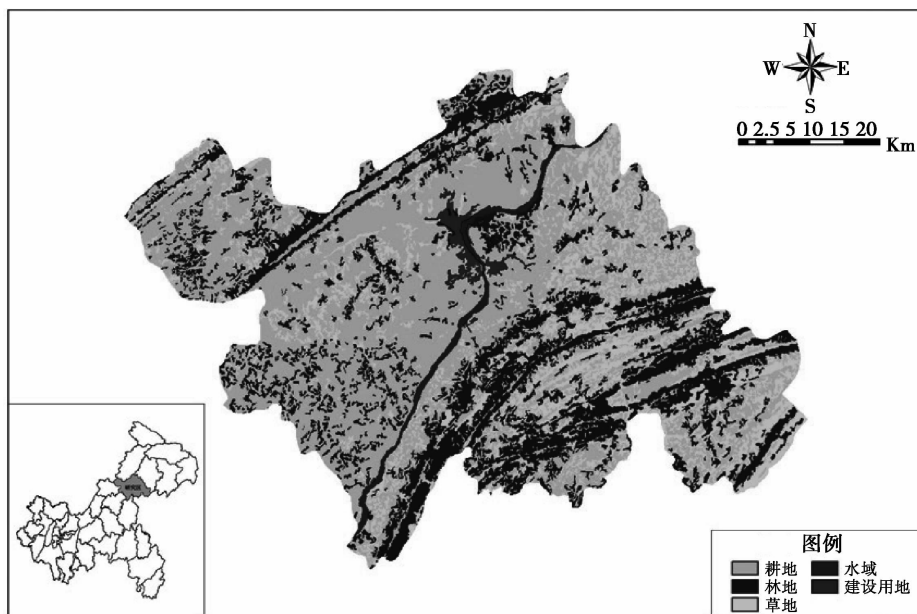


图 2 2000 年万州区景观格局分布图

3 评价指标的选取

随着对景观格局研究的不断深入,近年来已提出了不少关于景观空间分析的指标和方法,其中景观指数方法在景观结构的描述、比较和动态研究中应用越来越广泛。景观指数是指能够高度概括景观格局信息,反映其结构组成和空间配置某些方面特征的简单定量指标,选取的景观指数分为两类,一类是基于景观总体的,另一类是基于组成景观的类别的,选取的景观指数有^[3]:

(1) 多样性指数 (SHDI), 采用 ShannonWeiner 指数:

$$H = - \sum_{i=1}^m AP_i \log_2 AP_i$$

式中: AP_i 为第 i 类景观要素面积占景观总面积的比。

景观多样性指数值的大小反映景观的多少和各景观要素所占比例的变化,各景观类型所占比例差异增大,则景观的多样性下降。

(2) 优势度指数 (PLAND):

$$PLAND = \frac{\sum_{j=1}^n a_j}{A} (100)$$

式中, a_j 为第 j 类景观要素的总面积, A 为所有景观的总面积。

优势度指数越大,则表明偏离程度越大,即组成景观格局的各景观类型或组成景观的各要素所占比例差异大。

(3) 均匀度:

$$E = H/H_m$$

式中: H 为景观多样性指数, H_m 为最大景观多样性指数。

$$H_m = \ln(m)$$

式中: m 为景观类型数,它表示景观镶嵌体中不同景观类型在其数目或面积方面的均匀程度。

(4) 破碎度指数 (PD):

理论上,公式中的 N_c 是景观数据矩阵的方格网中格子总数,在实验中,采用研究区最小的斑块面积去

除总面积,也就是用最小斑块面积作为一个网格单元。

$$PD = \frac{1}{A} \sum_{j=1}^m N_j \quad A = \sum_{i=1}^n A_i$$

式中, A 为研究范围内景观总面积; m 为研究范围某空间分辨率; N 为景观要素类型总数。

(5) 周长面积分维数(PAFRAC):

$$PAFRAC = \frac{2}{\left[N \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (\ln p_{ij} \ln a_{ij}) \right] - \left[\left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln p_{ij} \right) \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln a_{ij} \right) \right]}$$

$$\frac{\left[N \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln p_{ij}^2 \right] - \left[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln p_{ij} \right]^2}{}$$

4 景观指数计算结果与分析

根据景观分类图,在景观格局分析系统中,计算出三峡库区(万州地区)总体景观格局指数见表 1,同时计算出三峡库区(万州地区)1995、2000、2006、2009 年的各景观类型的景观指数值,其结果见表 2。

表 1 三峡库区(万州地区)总体景观格局指数

指标	年份	图斑总数	多样性	破碎度	均匀度	分维数	最大多样性
万州区	1995	1959	1.094	0.571	0.680	1.559	1.609
	2000	1995	1.129	0.581	0.702	1.559	1.609
	2006	2216	1.153	0.645	0.717	1.496	1.609
	2009	2208	1.163	0.643	0.723	1.475	1.609

4.1 景观总体特征分析

从表 1 可以看出,万州区景观最大多样性指数不大,说明区总体景观格局以一两种景观类型占主导;多样性指数和均匀度指数也不大,说明从总体上看,各种景观类型呈现出比较均匀的分布;破碎度指数出现增长趋势,分维数指数呈现减少趋势,但总体数值偏大,说明区总体景观格局较破碎,且表现出比较强的人为干扰性。另外,图斑总数有微增,也可以说明人类活动对地区影响有所加强。

4.2 景观类型特征分析

4.2.1 多样性

耕地的多样性指数最大,但是其最大值不超过 1.3,而且其破碎度总体未超过 0.2,所以总体看来,耕地还是很自然的,受人类活动影响小。另外,林地、草地、水地以及城镇村的多样性指数较小,破碎度低,说明自然要素分布比较集中,连片分布于山区,保护较好;城镇村分布呈现集中性。通过整个研究区的景观多样性指数值可以看出:虽然区域性景观差异较大,但各类型斑块在空间上的分布还是比较均匀的(表 2,图 3)。

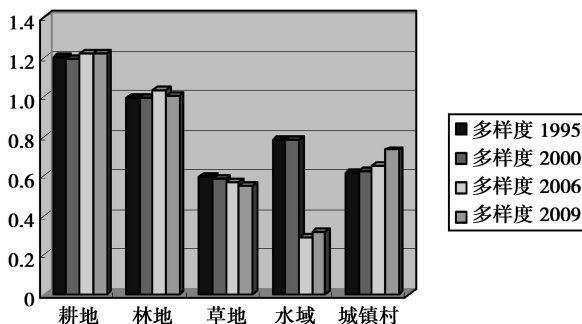


图 3 景观类型多样性直方图

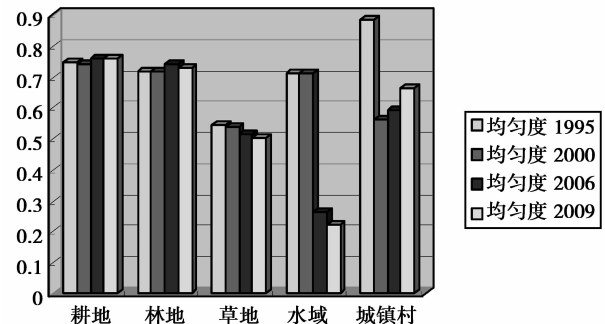


图 4 景观类型均匀度直方图

表 2 各景观类型的景观指数表

指标	类型	耕地	林地	草地	水域	城镇村
图斑数	1995	650	604	621	58	26
	2000	662	606	623	58	46
	2006	644	608	581	256	127
	2009	546	549	256	637	220
多样性	1995	1.201	0.997	0.597	0.785	0.615
	2000	1.198	0.999	0.593	0.785	0.621
	2006	1.225	1.033	0.567	0.289	0.654
	2009	1.224	1.009	0.555	0.313	0.733
优势度	1995	52.705	25.636	19.666	1.597	0.396
	2000	51.886	25.603	19.707	1.597	1.207
	2006	50.778	27.321	18.269	2.336	1.297
	2009	49.832	28.273	18.007	2.689	1.198
均匀度	1995	0.746	0.719	0.544	0.714	0.887
	2000	0.745	0.720	0.539	0.714	0.565
	2006	0.761	0.745	0.516	0.263	0.596
	2009	0.761	0.728	0.505	0.226	0.667
破碎度	1995	0.189	0.176	0.181	0.017	0.008
	2000	0.193	0.177	0.182	0.017	0.013
	2006	0.188	0.177	0.169	0.075	0.037
	2009	0.159	0.186	0.160	0.075	0.064
分维度	1995	1.582	1.553	1.599	1.514	1.442
	2000	1.597	1.582	1.557	1.514	1.499
	2006	1.555	1.503	1.563	1.586	1.487
	2009	1.530	1.485	1.540	1.604	1.433
最大多样性	1995	1.609	1.386	1.099	1.099	0.693
	2000	1.609	1.386	1.099	1.099	1.099
	2006	1.609	1.386	1.099	1.099	1.099
	2009	1.609	1.386	1.099	1.386	1.099

4.2.2 均匀度

从图 2 的直方图可以看出耕地的均匀度、林地均匀度与城镇村均匀度较高,说明万州区耕地、林地分布是均匀的,相对协调,人类对它们的均匀程度没有大的干扰;城镇村在 1995 年农村居民点较多,从而均匀度较大,后来由于城镇的扩建,农村人口向城镇集中,形成中心区集中形态,城镇村均匀度明显下降,随着城市的扩建,在人类生活环境质量受到干扰等因素的诱导下,人口分布又进入相对分散的阶段,进而表现为人口、工业、商业等先后从城镇中心区向郊区迁移,即为郊区化,这又使得城镇村的均匀度回升;草地均匀度有微弱的下降;水域均匀度的较大幅度下降正好说明山峡水库的蓄水带来了水域的集中,这是人类活动对水域重大影响的体现。

4.2.3 优势度

1995、2000、2006、2009 年耕地优势度总体最大(图 5),说明整个万州地区 1995-2009 年基本以耕地为主要生态景观,林地与草地优势度次之,水域与城镇村的优势度相对低,表明水域与城镇村面积相对较小;耕地优势度呈现下降趋势,林地的优势度有逐渐上升的趋势,在退耕还林的政策下,效果显著;草地优势度有微弱的下降趋势;城镇村优势度在 1995-2000 年期间上升较明显,后上升趋势不明显。

4.2.4 破碎度

景观斑块破碎度指数的取值范围均为 0~1.0 代表无破碎化存在,1 则代表给定性质已完全破碎化。在万州区,整个斑块破碎化指数为 0.008 到 0.193(图 6),各类景观斑块的破碎化程度较低,人类干扰对于破碎程度影响性小,而在各景观内部则表现出一定的自然特性。耕地和草地的破碎度呈现下降趋势,得到整治的效果明显,水域和城镇村的破碎度相对低,说明用地相对集中。

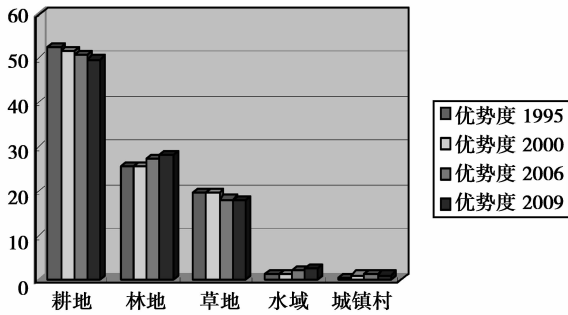


图 5 景观类型优势度直方图

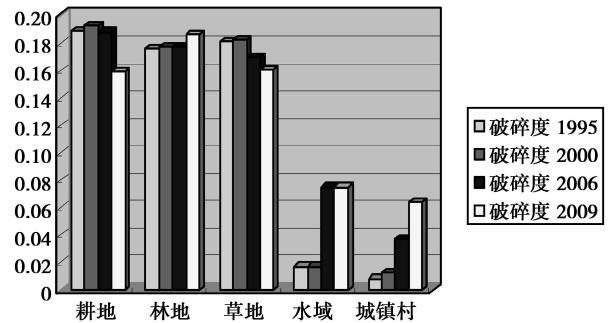


图 6 景观类型破碎度直方图

4.2.5 分维数

分维数取值范围一般在 1~2 之间,其值愈接近 1,则斑块的形状就愈有规律,或者说斑块就愈简单,表明受人为干扰的程度愈大;反之,其值愈接近 2,斑块形状就愈复杂,受人为干扰程度就愈小。从图 7 可以看出,耕地与林地的分维数在 1995-2009 年内呈现递减状态,说明人类对耕地与林地的活动有所加剧;另外草地的优势度也有一定下降幅度,表明受一定的人类干扰;水域用地分维数在 1995-2009 年内呈现递增状态,说明水域空间格局呈现自然性状态;城镇村分维数相对小,且其分维数在 1995-2009 年内有减小趋势,说明城镇村受人类活动影响大,这是由于城市的扩建和旧城的改造等活动。

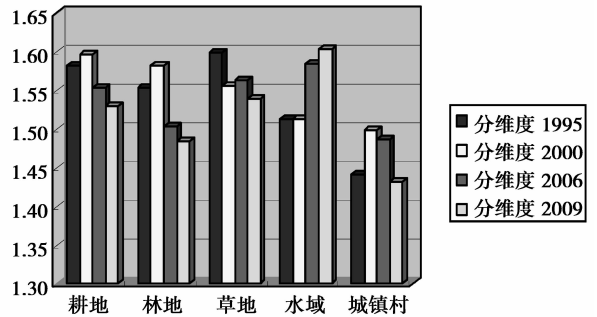


图 7 景观类型分维度直方图

5 结论与讨论

(1) 优势度仍然以耕地,林地与草地等自然景观为主导,说明万州区近年整体自然环境得以改善,但耕地优势度总体趋于减少,林地得以回升。

(2) 通过对总体景观指数的分析,可以看出:2009 年与 1995 年相比,万州区破碎化程度加强,斑块形状越趋规则,说明人类干扰强度加强,景观的多样性和均匀性增强,景观结构日趋复杂,景观生态的稳定程度不但没有受到破坏而且还得以提高。

(3) 区域整体破碎度较低,土地自然利用类型的破碎度也凸显下降趋势。

研究万州区的景观格局不只是为了提供相关数据以供参考,更应该注重对景观格局变化驱动力的分

析,三峡库区景观格局变化驱动力的问题还需要进一步深入的研究。

参考文献:

- [1] 周梦佳,陈治谏,廖骁勇,等. GIS支持下的三峡库区典型流域景观格局分析—以重庆市万州区五桥河流域为例[J]. 三峡环境与生态,2010,32(5):1-2
- [2] 傅伯杰,陈利顶,马克明,等. 景观生态学原理及应用[M]. 北京:科学出版社,2001
- [3] 肖笃宁,李秀珍,高峻,等. 景观生态学[M]. 北京:科学出版社,2003
- [4] 余艳红. 景观格局指数在生态环境影响评价中的应用—以丽江至香格里拉铁路生态影响评价为例[J]. 环境科学导刊,2010,29(2):82-85
- [5] 邬建国. 景观生态学[M]. 北京:高等教育出版社,2000
- [6] DEVAL G,ATAURI J A,DELUCIO J V. Relationship between landscape visual attributes and spatial pattern indices a test study in mediter-ranean-climae landscapes[J]. Landscape and Urban Planning 2006,77(4):393-407
- [7] 贾黎明,李效文,郝小飞,等. 基于SBE法的北京山区油松游憩林抚育技术原则[J]. 林业科学,2007,43(9):144-149
- [8] 贺金生,陈伟烈,江明喜,等. 长江三峡地区退化生态系统植物群落物种多样化特征[J]. 生态学报. 1998,18(4):399-407
- [9] 陈亮中,谢宝元,肖文发,等. 三峡库区主要深林植被类型土壤有机碳贮量研究[J]. 长江流域资源与环境,2007,16(5):640-643

Analysis of Landscape Pattern in Three Gorges

Reservoir Area Based on RS and GIS

—Taking Wanzhou District as an Example

CHEN Dan^{1,2}, ZHOU Qi-gang¹, HUANG Yong-an¹,

GUO Kai-ru¹, WU Yan-mei^{1,2}, WEI Ling^{1,2}

(1. School of Tourism and Land Resources, Chongqing Technology
and Business University, Chongqing 400067, China;

2. Research Center for Chongqing Development Information and Management Engineering
Technology, Chongqing 400067, China)

Abstract: Taking Three Gorges Reservoir area (Wanzhou District) as an example, this paper studies the evolution law of overall landscape pattern of Wanzhou District and each landscape pattern type, makes image data vector by using TM images of Wanzhou District in 1995, 2000, 2006 and 2009, based on 3S technology and the characteristics of eco-environment of Chongqing and by using computer automatic classification and visual identification method, and analyzes, in detail, five indexes of landscape pattern such as diversity index, evenness index, dominance index, fragmentation index and fractal index. The results indicate that the subject of landscape pattern in the studied area does not have obvious change in 14 years, that the area of Wanzhou District is mainly still occupied by cultivated land and forestland, however, cultivated land is decreasing and forestland is rising, that the factors of human intervention to landscape are increasing and patch shape is structured, and that overall landscape stability coefficient is enhanced and the landscape develops toward diversity and evenness.

Key words: landscape pattern; Three Gorges Reservoir area; 3S technology; landscape pattern index