

二滩库区(盐边)土地利用景观格局及 水土流失动态研究

陈俊华^{1,2}, 何政伟¹, 向成华², 许辉熙¹, 张新海¹, 涂代伦³

(1. 成都理工大学, 四川 成都 610059;

2. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081; 3. 盐边县林业局, 四川 盐边 617100)

摘要: 利用 1988, 1999 和 2003 年 3 个时段的 TM, ETM⁺ 遥感数据, 在 GIS 和 FRAGSTAT 景观分析软件的支持下, 对二滩库区(盐边)的土地利用景观格局和水土流失动态特征进行了定量分析。结果表明, (1) 耕地面积减少, 所占百分比呈下降趋势, 而有林地、灌木林地、草地所占百分比呈上升趋势。(2) 耕地的斑块数目增加, 平均斑块面积在减少, 斑块密度上升; 有林地的斑块数目减少, 平均斑块面积增加, 斑块密度下降; 草地的斑块数目不断增加, 平均斑块面积增加, 斑块密度下降。说明耕地向不断破碎化发展而有林地、草地呈现持续扩张的空间集中化特征。(3) 耕地、有林地、灌木林地、疏林地面积加权的平均斑块形状指数略有下降, 斑块形状趋于简单化, 而草地的该指数上升, 斑块形状趋于复杂化。(4) 从景观水平上看, 景观格局变化总体特征是斑块数增加, 拼块平均面积减少, 斑块密度增加, 最大斑块指数减少, 说明景观破碎度增加。蔓延度降低, 散布与并列指数增加, 说明景观类型的相互关系变得复杂, 镶嵌度增加。(5) 景观多样性指数和土地利用相对合理指数增加, 坡度较大的地区, 耕地面积明显减少, 相应地林地、草地面积明显增加, 整体上土地利用结构趋于合理。(6) 研究区强度以上水土流失面积 15 a 来减少了 23.02 km², 减少率为 15.13%, 水土流失强度向低层次转变。说明随着水库的修建蓄水, 加上天然林保护工程、退耕还林工程的实施, 二滩库区的水土流失明显好转, 生态环境逐渐得到改善。

关键词: 二滩库区; 土地利用; 遥感; 地理信息系统; 景观格局; 水土流失

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2008)05-0074-07

中图分类号: S152.7

Dynamic Landscape Pattern of Land Use and Soil and Water Loss in the Ertan Reservoir Area of Yanbian County

CHEN Jun-hua^{1,2}, HE Zheng-wei¹, XIANG Cheng-hua², XU Hui-xi¹, ZHANG Xin-hai¹, TU Dai-lun³

(1. Chengdu University of Technology, Chengdu, Sichuan 610059, China; 2. Sichuan Academy of Forestry, Chengdu, Sichuan 610081, China; 3. Forestry Bureau of Yanbian, Yanbian, Sichuan 617100, China)

Abstract: Based on GIS and landscape pattern theory, dynamic landscape pattern of land use and soil and water loss in the Ertan Reservoir area of Yanbian County were analyzed using translated data from remote sensing images in 1988, 1999, and 2003. Results showed that the area percentage of farmland decreased obviously, while the percentage of woodland, bush-land, and grassland increased. The patch number of farmland increased and its mean patch area and patch density decreased. The patch number of woodland decreased, its mean patch area increased, and its patch density decreased. The patch number of grassland and its mean patch area increased and its patch density decreased. The AWMSI of farmland, woodland, bush-land, and sparse forestland decreased slightly and its patch shape became simple. The AWMSI of grassland increased and its patch shape became complicated. In view of the land-level, the general characteristics of landscape pattern change were that the patch number and patch density increased, while the mean patch area and LPI decreased, indicating an increase in fragmentation degree. The CONTAG decreased, while IJI increased, im-

收稿日期: 2007-09-30 修回日期: 2007-12-30

基金项目: 国家“十一五”科技支撑项目(2006BAD0303A0504); 四川省杰出青年学科带头人培养计划项目(06ZQ026-014); 四川省教育厅自然科学基金重点项目(2006A116); 首都师范大学资源环境与地理信息系统北京市重点实验室项目

作者简介: 陈俊华(1972—), 男(汉族), 四川省仁寿县, 工程师, 主要从事计算机及 GIS 在森林生态方面的应用研究。E-mail: Chenjh_2005@yahoo.com.cn。

通信作者: 何政伟(1966—), 男(汉族), 四川省南部县人, 教授, 博士生导师, 主要从事遥感地学、地理信息系统和生态环境评价等方面的教学和科研。E-mail: hzw@cdut.edu.cn。

plying an enhanced connectedness of landscape. Landscape diversity and relative land use rationality index increased, indicating that an improved land use structure. Soil and water loss status in the Ertan reservoir area of Yanbian county was improved greatly from 1988 to 2003.

Keywords: Ertan reservoir area; land use; RS and GIS; landscape pattern; soil and water loss

土地利用/土地覆盖变化(LUCC)对生态环境的影响是目前全球变化研究的前沿和热点问题之一^[1-3]。景观格局(landscape pattern)一般是指其空间格局,即大小和形状各异的景观要素在空间上的排列和组合,包括景观组成单元的类型、数目及空间分布与配置。不同类型的斑块可在空间上呈随机型、均匀型或聚集型分布。它是景观异质性的具体体现,又是各种生态过程在不同尺度上作用的结果。景观格局可以有规律地影响干扰的扩散、生物种的运动和分布,营养成分的水平流动及净初级生产力的形成等^[4]。景观格局分析是景观生态学研究的核心内容之一,是景观功能与动态分析的基础,是研究景观结构组成特征及空间配置的方法^[4-8]。遥感(RS)与地理信息系统(GIS)是研究土地利用变化的有利工具,许多学者利用RS和GIS对不同区域的土地利用变化进行了大量实例研究,并将景观格局分析方法引入土地利用变化研究之中^[9-15]。目前土地利用变化与景观生态学研究的重要问题之一是在较大的时空尺度上,以定量分析的方法研究土地利用变化与景观空间格局的时空动态特征。景观格局指数能够比较准确地反映土地利用方式变化的时空量化状态。

关于二滩库区的研究文献上世纪90年代末较多,且多集中在动植物的分布状况,多样性评价,以及水库的修建对动植物的影响等方面的研究^[16-25]。21世纪对二滩库区的研究不多,研究内容主要以水库修建前后该区动植物的动态变化情况为主^[26-28]。此外还有其它方面的研究,如费世民等^[29]对该区群落优势树种——锥连栋林土壤种子库和幼苗分布格局进行了调查研究。吴世勇等^[30]利用水质、气候、鱼类、社会经济等主要环境因子对二滩水电站对局地环境的影响及效益进行了分析。但对于二滩库区修建前后的土地利用动态变化及水土流失状况却未见报道。本文以二滩库区(盐边部分)为研究区域,用景观格局指数定量分析该区域土地利用变化,揭示其景观时空动态格局的演变过程,同时结合遥感与GIS分析该区域水土流失的动态变化情况,以期对二滩库区土地利用结构调整,景观时空格局的优化配置及大型水库区域生态系统可持续性发展与经营管理提供科学依据。

1 研究区概况

二滩水电站是我国以发电为主的大型综合性水利

枢纽工程,已于1998年8月正式蓄水发电。电站坝址位于雅砻江下游的四川省攀枝花市境内。库区地理坐标为东经101°10′—102°06′,北纬26°40′—27°59′之间,总面积达5711.42 km²。其行政范围分属攀枝花市的盐边、米易和凉山彝族自治州的德昌、盐源、西昌等5县(市)的雅砻江干流及其支流。库区地处横断山系南段高山峡谷区,年均气温20℃,年均日照2754 h,无霜期300 d以上,年均降水量1000 mm。

2 研究方法

2.1 数据来源

本研究遥感数据源分别选取覆盖研究区(二滩库区盐边县)的1988、1999和2003年的Landsat-TM和Landsat-7 ETM⁺影像数据,时相分别为2月份和11月份。

2.2 影像处理

利用野外调查与室内解译相结合的方法。首先对遥感数据进行预处理,确定野外调查的路线及重点地区,结合地形图和GPS定位技术,对各种土地利用类型和景观特点进行采样记录,确定其特征。最后在室内应用ERDAS 8.5与ArcView图像处理软件对3期遥感数据进行几何纠正、拼接和解译等,得到研究区3个时期的土地利用类型图,对土地利用类型的变化在Excel 2003中进行统计分析,并借助FRAGSTATS 3.3软件^[31]获取该区景观空间格局的动态特征。

2.3 土地类型划分

根据中国《土地利用现状调查技术规程》和土地的用途、经营特点、利用方式和覆盖特征等因素,将研究区的土地利用分为有林地、耕地、草地、灌木林地、未成林地、疏林地、未利用地、水体8种类型。

2.4 土壤侵蚀强度分级指标^[32-33]

利用遥感数据并结合地形图分别提取研究区的坡度因子、植被覆盖度因子、沟谷密度因子生成各因子的分级图,然后在GIS中将这3个因子与土地利用类型图进行叠加,依据中华人民共和国标准SL 190-96《土壤侵蚀分类分级标准》^[34],参考《水土保持技术规范》^[35]的有关要求,结合水土流失各因子分级定标,提出了研究区水土流失强度面蚀分级指标(图1),依据此水土流失面蚀分级指标,划分研究区水土流失强度等级。

		坡度							
		<5°	5°~8°	8°~15°	15°~25°	25°~35°	>35°		
沟谷密度 (km/km ²)	0~1	微度流失					>90	植被覆盖度 (%)	
	1~2	轻度流失				70~90			
	2~3	中度流失			强度流失		50~70		
	3~5			强度流失		30~50			
	5~7			极强度流失			10~30		
	>7			剧烈流失			<10		
		林地	水田	疏林地	草地	裸地	坡耕地		
		土地利用类型							

图 1 水土流失强度面蚀分级指标

2.5 分析指标的选取

2.5.1 土地利用相对合理指数 (R)^[8] 该指数反映在一定区域内土地利用的合理程度,而坡度对土地利用的影响较大,因此选用坡度作为计算 R 的因子,其计算公式为

$$r = \left(\sum_{i=1}^m L_i \times S_i \right) / n \quad (1)$$

式中:R——土地利用相对合理指数;L_i——在某一坡度段第 i 种土地利用类型所占的百分比;S_i——该坡度段对第 i 种土地利用的适宜程度,取值范围为 0~1,1 表示最适宜,0 表示不适宜;m——土地利用类型的总数目;n——坡度的分级数。R 取值范围为 0~1,R 值越大,表示土地利用越合理,越利于减少土壤侵蚀。当 R=1 时表示土地利用处于最佳状态,土壤侵蚀将达到最小程度。

2.5.2 景观格局指数^[8-11] 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分布特征的定量化指标体系。本文通过景观空间指数的计算,分别从类型水平(class-level)和景观水平(landscape-lever)上对研究区景观类型的空间格局动态进行分析。

从类型水平上选取了斑块个数(NP)、总面积(CA)、景观类型百分比(PLAND)、斑块密度(PD)、最大斑块指数(LPI)、面积加权的平均斑块形状指数(AWMSI)、散布与并列指数(II)等 7 个指数。从景观水平上主要选取了斑块个数(NP)、平均斑块面积(MPS)、斑块密度(PD)、面积加权的平均斑块形状指数(AWMSI)、最大斑块指数(LPI)、Shannon 多样性指数(SHDI)、均匀度指数(SHED)、散布与并列指数(II)、蔓延度指数(CONTAG)等 9 个指数。利用 FRA GSTATS 3.3 景观格局分析软件(栅格版本)对

景观指数进行计算,具体计算的方法可参考有关 FRA GSTATS 软件说明。

3 结果与分析

3.1 土地利用合理性分析^[8]

从不同坡段上耕地、林地(灌木林地、疏林地、未成林地、有林地)的分布百分比(表 1)可以看出,1988—2003 年本地耕地主要集中分布在坡度小于 15 的地区,1988,1999,2003 年耕地在小于 15 的坡段上所占的百分比之和分别为 64.03%,72.01%和 73.21%,呈现逐年增长的趋势,相应地在坡度较大的地段其所占的百分逐渐减少。而林地则主要分布在坡度 8 以上的地区,如有林地在坡度大于 8 以上所占百分比 1988,1999,2003 年分别为 89.05%,89.82%,89.11%。根据公式(1)计算出 3 期土地利用相对合理指数 R 的值分别为 0.441 7,0.448 8,0.514 4,逐渐增大,说明研究区的土地利用结构逐渐好转。

3.2 景观格局变化分析^[8-9,11]

3.2.1 景观类型面积变化特征 将研究区 3 个时期的土地利用类型图转换成栅格格式,利用 ArcView 3.3 中 GRID 模块的空间分析功能对 3 期土地利用数据进行叠加计算及统计整理,得 15 a 来二滩库区(盐边)土地利用类型之间的转换矩阵。

(1) 1988—1999 年研究区土地利用景观类型面积变化的总体特征。耕地面积明显减少,10 a 间减少了 4 947.30 hm²,年均减少率为 2.71%。从变化趋势看,主要是转化为有林地、灌木林地、水域和草地,其转化概率分别为 20.99%,7.20%,6.66%和 5.70%,保存率为 57.64%。其它斑块类型面积都增加了,其中增加最多的是水域,从 1988 年的 5.36

hm² 增加到 1999 年的 1 390.65 hm²,增加了 2 584.75%,这是因为修建二滩水库的缘故;其次是草地、灌木林、疏林地和有林地,分别增加了 2.87%,2.30%,1.68%和 0.51%。开垦荒山,毁掉灌木林作为耕地也比较明显,其中有 23.58%的草地和 12.76%的灌木林被开垦为耕地,这是因为修建二滩水库时,考虑到库区经济欠发达,人多地少的情况,采取的移民政策是大部分人员外迁,少部分后靠进行大农业安置及小城镇安置的混合方式安置移民,后靠的农民为了生存而开垦了少量的土地。

(2) 1999—2003 年研究区土地利用景观类型面积变化的总体特征。耕地面积继续减少,5 a 间减

少了 1 184.41 hm²,减少的百分率为 8.28%。从转变趋势看,主要是转变为草地,其次是未成林地、有林地和水域,转换概率分别为 4.03%,1.53%,1.52%和 1.42%,这是因为 1999 年开始实施退耕还林(草)工程,大于 25 的坡耕地被退耕了的缘故;另外,还有一部分转变为未利用地(约有 1.00%)。草地、水域、疏林地、有林地面积继续增加,其中,增加率最大的是草地,增加了 16.72%,其次是水域、疏林地和有林地,其增加率分别为 13.36%,1.82%和 0.36%。

灌木林面积减少,5 a 间减少了 0.93%,主要转换为草地和耕地。有林地变化非常小,只有 0.13%的有林地分别转变为草地、耕地和未成林地。

表 1 1988—2003 年不同坡段上耕地、林地分布的百分比

坡度 分级/(°)	耕地			灌木林地			疏林地			未成林地			有林地		
	1988	1999	2003	1988	1999	2003	1988	1999	2003	1988	1999	2003	1988	1999	2003
0	11.32	12.39	12.66	4.16	3.11	3.10	1.40	2.17	2.12	—	—	4.37	3.19	2.94	3.18
0~5	6.19	6.54	6.96	2.27	1.52	1.62	0.71	1.13	1.38	—	—	2.68	1.87	1.68	1.79
5~8	14.88	16.38	16.90	5.88	4.62	4.22	3.97	3.73	4.64	—	—	9.33	5.89	5.56	5.91
8~15	31.65	36.70	36.70	23.24	19.25	20.70	20.67	25.73	25.64	—	—	30.75	27.14	26.27	23.09
15~25	26.11	20.85	20.24	45.15	47.17	46.17	58.13	52.35	51.49	—	—	36.86	40.29	43.94	44.61
>25	9.86	7.14	6.54	19.31	24.33	24.18	15.12	14.89	14.72	—	—	16.01	21.62	19.60	21.41
合计	100	100	100	100	100	100	100	100	100	—	—	100	100	100	100

表 2 类型水平上的景观指数

年份	类型	NP	MPS	PD	LPI	AWMSI	II
1988	草地	191	42.37	0.094 4	0.177 6	1.783 7	48.920 4
	耕地	651	112.31	0.035 6	6.841 2	5.989 7	35.073 4
	灌木林地	87	152.06	0.026 3	0.768 6	2.371 9	58.793 0
	林地	15	267.88	0.014 9	0.983 0	3.070 1	78.556 3
	水域	1	21.44	0.186 6	0.006 1	1.000 0	0.000 0
	有林地	33	4 871.07	0.000 8	55.982 2	17.034 2	49.966 8
1999	草地	209	46.17	0.086 6	0.532 8	2.110 8	55.890 2
	耕地	575	99.47	0.040 2	7.144 4	5.528 3	44.829 2
	灌木林地	103	146.96	0.027 2	0.753 3	2.183 5	69.372 6
	疏林地	22	231.55	0.017 3	1.096 3	3.032 3	82.143 8
	水域	2	2 843.18	0.001 4	2.033 4	7.633 7	67.958 7
	有林地	29	5 739.88	0.000 7	60.682 9	16.766	63.487 4
2003	草地	219	50.83	0.078 7	0.532 8	2.079 2	47.860 9
	耕地	590	90.00	0.044 4	7.181 1	5.282 6	42.153 0
	灌木林	101	148.18	0.027 0	0.753 3	2.196 6	59.358 8
	疏林地	22	235.75	0.017 0	1.096 3	3.009 8	68.032 3
	水域	3	2 139.67	0.001 9	2.244 7	7.752 3	63.121 7
	未成林地	41	31.36	0.127 6	0.070 4	1.512 3	45.370 2
	未利用地	3	189.86	0.021 1	0.137 8	1.580 5	60.898 6
	有林地	26	6 406.24	0.000 6	60.652 3	16.856 3	60.763 5

注:NP:斑块个数(个);MPS:斑块平均面积(hm²);PD:斑块密度(个/hm²);LPI:最大斑块指数(%);AWMSI:面积加权的斑块形状指数;II:散布与并列指数(%).

3.2.2 类型水平上的景观格局变化特征 类型水平上的景观格局指数见表 2。

(1) 斑块大小变化特征。选用斑块个数、斑块的平均面积、斑块密度、最大斑块指数对斑块大小特征进行描述。研究区耕地的斑块数从 1988 年的 651 块到 1999 年的 575 块再到 2003 年 590 块,呈现出先明显减少后轻微增加的情况,而斑块的平均面积一直减少,斑块密度从 1988 年的 0.0356 个/ hm^2 到 1999 年的 0.0402 个/ hm^2 再到 2003 年的 0.0444 个/ hm^2 ,逐渐增大。1988—2003 年有林地的斑块数不断减少而平均斑块面积却不断增加,斑块密度逐渐减小。草地的斑块数目不断增加,平均斑块面积也不断增加,斑块密度不断减少。说明耕地不断破碎化而有林地、草地呈现持续扩张的空间集中化特征。

(2) 斑块形状特征变化分析。用面积加权的平均斑块形状指数(AWMSI)来探讨斑块的形状变化。研究表明,有林地的 AWMSI 是所有景观类型中最大的,其次是耕地、草地、灌木林地、疏林地的该指数较小。从变化情况来看,水域这种景观类型该指数从 1988 年到 1999 年变化最大,这是因为修建二滩水库,许多其它类型的景观转变成水域,面积大量增加的缘故。耕地、有林地、灌木林地、疏林地的面积加权的平均斑块形状指数略有下降,斑块形状趋于简单化,而草地的该指数上升,斑块形状趋于复杂化。

(3) 斑块在景观中分布状况及变化特征。用散布与并列指数(II)来分析。II 指数的变化情况是:1988 年疏林地 > 灌木林地 > 有林地 > 草地 > 耕地 > 水域; 1999 年疏林地 > 灌木林地 > 水域 > 有林地 > 草地 > 耕地; 2003 年疏林地 > 水域 > 未利用地 > 有林地 > 灌木林地 > 草地 > 未成林地 > 耕地。当 II 较高时表明某斑块的散布与并列状况较好,疏林地的 II 值在三个时段均为最高,变化情况是由 78.5563 到 82.1438 再到 68.0323,呈现由低到高再到更低状况。草地的 II 值也呈现出类似的情况。说明疏林地对研究区所产生的各种影响力相对降低。耕地的 II 值从 35.0734 到 44.8292 再到 42.8609,有林地的 II 值由 49.9668 到 63.4874 再到 60.7635,灌木林地的 II 值由 58.7930 到 69.3726 再到 59.3588,均呈现出先增加后轻度减小,总体上来说增加的趋势。

3.2.3 景观水平上的景观格局变化特征 景观水平上的指数能定量反映研究区总体景观空间格局及变化特征。分析表明(表 3),1988—1999 年,研究区景观水平上的景观格局变化特征是:斑块数从 978 块减少到 940 块,拼块平均面积增加,斑块密度减少,最大斑块指数从 55.98 增加到 60.68,表明在该时段内研

究区景观破碎度降低,平均形状指数略有下降,说明景观形态变化简单。蔓延度减少,散布与并列指数增加,说明景观类型的相互关系变得简单,镶嵌度降低,香农多样性指数和均匀度指数均增加,说明景观异质性增加。1999 年到 2003 年研究区景观水平上的景观格局变化特征为:斑块数从 940 块增加到 1005 块,拼块平均面积减少,斑块密度增加,最大斑块指数减少,说明景观破碎度增加。蔓延度降低,散布与并列指数增加,说明景观类型的相互关系变得复杂,镶嵌度增加。多样性指数增加,均匀度下降,说明景观异质性增强。

表 3 景观水平上的景观指数

景观指数	1988 年	1999 年	2003 年
NP/个	978	940	1005
MPS(hm^2 /个)	66.26	68.94	64.48
PD/(个· km^{-2})	1.51	1.45	1.55
AWMSI	12.46	12.40	12.37
LPI	55.98	60.68	60.65
SHDI	0.98	1.07	1.12
SHEI	0.55	0.60	0.54
II	46.89	59.73	54.82
CONTAG	54.98	52.30	56.94

3.3 水土流失动态变化分析

将研究区 3 个时段的土地利用现状图、植被覆盖度、沟壑密度图、坡度等级图(矢量格式)转换成栅格格式,在 GIS 中进行叠加,获得水土流失数据,然后在 Excel 中进行统计分析。结果表明(表 4),研究区 1988—2003 年轻度以上水土流失面积均呈现出逐渐减少的趋势,其中强度以上水土流失面积从 1988 年的 152.15 km^2 减少到 1999 年的 135.73 km^2 ,再减少到 2003 年的 129.13 km^2 ,分别减少了 16.42 km^2 和 6.6 km^2 ,减少率分别为 10.79% 和 4.86%,而微度水土流失面积却明显增加,从 1988 年的 312.96 km^2 增加到 1999 年的 330.01 km^2 再增加到 2003 年 354.19 km^2 ,增加率分别为 5.45% 和 4.33%,水土流失强度向低层次转变。说明随着水库的修建,加上天然林保护工程及退耕还林工程的实施,二滩库区的水土流失明显好转,生态环境逐渐得到改善。

4 结论

4.1 研究区土地利用景观格局的变化

二滩库区(盐边)1988—2003 年 15 a 来土地利用结构发生了明显变化。

表4 二滩库区(盐边)1988—2003年水土流失动态变化

水土流失强度	1988年			1999年			2003年		
	面积/km ²	占全区/%	占流失区/%	面积/km ²	占全区/%	占流失区/%	面积/km ²	占全区/%	占流失区/%
微度	312.96	48.29	—	330.01	—	50.92	354.19	54.66	—
轻度	62.68	9.67	18.71	61.12	9.43	19.22	48.47	7.48	16.49
中度	120.26	18.56	35.89	121.18	18.70	38.10	116.25	17.94	39.56
强度	81.52	12.58	24.33	80.46	12.42	25.30	79.79	12.31	27.15
极强度	50.80	7.84	15.16	42.76	6.60	13.45	38.41	5.93	13.07
剧烈	19.83	3.06	5.91	12.51	1.93	3.93	10.93	1.69	3.73
合计	648.04	100.00	100.00	648.04	100.00	100.00	648.04	100.00	100.00

(1) 耕地面积及在研究区所占比例呈明显减少的趋势,15 a来减少了6 231.71 hm²,年均减少率为2.24%,主要向有林地、草地、水域、灌木林地、未成林地转变。而水域、有林地、灌木林地、草地面积均明显增加,增加面积分别为6 397.58,5 816.99,3 038.97和1 737.27 hm²。

(2) 耕地的斑块数目增加,平均斑块面积在减少,斑块密度上升,有林地的斑块数目减少,平均斑块面积增加,斑块密度下降,草地的斑块数目不断增加,平均斑块面积增加,斑块密度下降。说明耕地向不断破碎化方向发展而有林地、草地呈现持续扩张的空间集中化特征。

(3) 耕地、有林地、灌木林地、疏林地的面积加权的平均斑块形状指数略有下降,拼块形状趋于简单化,而草地的该指数上升,斑块形状趋于复杂化。

(4) 疏林地、草地的散布与并列指数均呈现由低到高,再到更低,说明疏林地对研究区所产生的各种影响力相对降低,耕地、有林地、灌木林地的该指数均呈现出先增加后轻度减小而总体上增加的趋势。

(5) 从景观水平上看,景观格局变化总体特征是斑块数增加,拼块平均面积减少,斑块密度增加,最大斑块指数减少,说明景观破碎度增加。蔓延度降低,散布与并列指数增加,说明景观类型的相互关系变得复杂,镶嵌度增加。

(6) 景观多样性指数和土地利用相对合理指数增加,坡度较大的地区,耕地面积明显减少,相应地林地、草地面积明显增加,整体上土地利用结构趋于合理。

4.2 研究区水土流失动态变化

研究区1988—2003年轻度以上水土流失面积均呈现出逐渐减少的趋势,其中强度以上水土流失面积15 a来减少了23.02 km²,减少率为15.13%,水土流失强度向低层次转变。说明随着水库的修建蓄水,加

上天然林保护工程、退耕还林工程的实施,二滩库区的水土流失明显好转,生态环境逐渐得到改善。

5 讨论

土地利用变化在一定程度上可以反映土地政策变化和人们生态环境意识的改变。本文从景观生态学的方法分析了二滩库区(盐边)1988—2003年15 a来土地利用变化的特点及其水土流失动态变化特征。随着二滩水库的修建蓄水,天然林保护工程、退耕还林(还草)工程的相继实施以及人们生态环境意识的提高,库区的土地利用结构从整体上逐渐趋于好转,但远未达到理想状态。主要表现在土地利用数量和空间结构上不合理,因此,从土地利用可持续发展的目标出发,该区的土地利用还需进行优化调控。调控的最终结果应该实现生态环境建设与农村经济发展一体化的战略思路,使土地利用优化调控呈现出既有利于生态环境恢复又有利于农村经济发展的“双赢”结果。在库区主要应该通过建设基本耕地、兴建果园和开展人工种草等奠定农村经济发展的产业基础,继续营造人工乔灌林,彻底封禁荒沟陡坡地。

[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/土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报,1996,51(5):553—557.
- [2] 傅伯杰,陈利顶,马克明. 黄土丘陵区小流域土地利用变化对生态环境的影响[J]. 地理学报,1999,54(3):241—246.
- [3] 李晓彬. 国际土地利用/土地覆被变化的环境影响研究[J]. 地球科学进展,1999,14(4):395—400.
- [4] 肖笃宁,李秀珍,高峻,等. 景观生态学[M]. 北京:科学出版社,2002.
- [5] 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,2002.

- [6] 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.
- [7] 肖笃宁. 景观生态学理论、方法及应用[M]. 北京: 中国林业出版社, 1991.
- [8] 傅伯杰, 陈利顶, 马克明. 黄土丘陵区小流域土地利用变化对生态环境的影响[J]. 地理学报, 1999, 54(3): 241—246.
- [9] 马安青, 贾永刚, 单红仙, 等. 基于 GIS 的贺兰山两侧沙漠边缘带近 20 a 来土地景观格局变化[J]. 水土保持通报, 2005, 25(6): 33—39.
- [10] 彭建, 王仰麟, 刘松, 等. 海岸带土地持续利用景观生态评价[J]. 地理学报, 2003, 58(3): 363—371.
- [11] 马安青, 陈东景, 王建华, 等. 基于 RS 与 GIS 的陇东黄土高原土地景观格局变化研究[J]. 水土保持学报, 2002, 16(3): 56—59.
- [12] 高小红, 王一谋, 杨国靖. 基于 RS 与 GIS 的榆林地区景观格局动态变化研究[J]. 水土保持学报, 2004, 18(1): 168—171.
- [13] 王根绪, 丁永建, 王建, 等. 近 15 年来长江黄河源区的土地覆被变化[J]. 地理学报, 2004, 59(2): 163—173.
- [14] 包亮, 门明新. 区域土地利用和覆盖景观格局变化研究: 以邯郸地区为例[J]. 农业现代化研究, 2003, 24(3): 230—233.
- [15] 周再知, 蔡满堂, 许勇太. 乡村土地利用与景观格局动态变化研究[J]. 林业科学研究, 1999, 12(6): 599—605.
- [16] 李操, 邓其祥, 彭建军. 二滩水库区爬行类的多样性[J]. 四川师范学院学报: 自然科学版, 1998, 19(1): 74—88.
- [17] 周材权, 余志伟, 马丁·威廉姆斯. 二滩水库区鸟类多样性研究[J]. 四川师范学院学报: 自然科学版, 1998, 19(1): 114—117.
- [18] 邓其祥, 李操, 段彪, 等. 二滩水库区两栖类多样性研究[J]. 四川师范学院学报: 自然科学版, 1998, 19(1): 66—73.
- [19] 吴毅, 张建平, 胡杰. 二滩电站水库区的兽类及其多样性研究[J]. 四川师范学院学报: 自然科学版, 1998, 19(1): 118—134.
- [20] 余志伟, 邓其祥, 吴毅, 等. 二滩水电站的兴建对陆生脊椎动物的影响及对策[J]. 四川师范学院学报: 自然科学版, 1998, 19(1): 129—134.
- [21] 秦自生, 黎云祥. 二滩水库区维管植物区系的研究[J]. 四川师范学院学报: 自然科学版, 1998, 19(1): 16—26.
- [22] 黎云祥, 虞泽荪, 郭延蜀, 等. 二滩水库区陆生植物群落物种多样性研究[J]. 四川师范学院学报: 自然科学版, 1998, 19(1): 44—59.
- [23] 虞泽荪, 黎云祥, 郭延蜀, 等. 二滩电站库区植被现状[J]. 四川师范学院学报: 自然科学版, 1998, 19(1): 27—43.
- [24] 虞泽荪, 秦自生, 郭延蜀, 等. 二滩电站工程对陆生植物和植被的影响与对策[J]. 四川师范学院学报: 自然科学版, 1998, 19(1): 60—64.
- [25] 刘珍海, 饶忠立. 二滩水电站的环境问题及环境保护[J]. 水电站设计, 1999, 15(3): 55—62.
- [26] 蒋红, 谢嗣光, 赵文谦, 等. 二滩水电站水库形成后鱼类种类组成的演变[J]. 水生生物学报, 2007, 31(4): 532—540.
- [27] 周材权, 余志伟, 李操, 等. 二滩水电站建成前后库区流域鸟类多样性初步研究[J]. 四川动物, 2002, 21(4): 214—218.
- [28] 陈文德, 彭培好, 李贤伟, 等. 二滩水库区陆生植物动态特性研究[J]. 四川林勘设计, 2007(1): 27—29.
- [29] 费世民, 何亚平, 王鹏, 等. 二滩库区锥连栎林土壤种子库和幼苗格局初步研究[J]. 四川林业科技, 2004, 25(2): 15—20.
- [30] 吴世勇, 王红梅, 黄新生. 二滩水电站对局地环境的影响及效益[J]. 四川水力发电, 2005, 24(增刊): 85—90.
- [31] 景观格局分析软件包 FRAGSTAS 3.3[OL]. [2007-09-26]. <http://www.nefu.edu.cn/other/vip/ecospace/ecosoft.htm>.
- [32] 何政伟, 黄润秋, 贺奋琴, 等. 攀枝花地区水土流失动态变化研究[J]. 成都理工大学学报: 自然科学版, 2005, 32(3): 301—307.
- [33] 贺奋琴, 何政伟, 尹建忠. 基于遥感和 GIS 的水土流失因子信息提取与分级定标研究: 以攀枝花市为例[J]. 测绘科学, 2006, 31(4): 126—127.
- [34] SL 190-96. 土壤侵蚀分级分类标准[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 1997.
- [35] 水利电力部农村水利水土保持司. 水土保持技术规范[S]. 北京: 水利电力出版社, 1988.