

朱溪河小流域土地利用景观格局定量分析^{*}

陈丽慧, 陈志彪, 陈志强, 邹爱平

(福建师范大学 地理科学学院, 福州 350007)

摘 要: 朱溪河小流域属全国水土流失重点治理小流域, 研究流域内的土地利用景观格局, 对流域生态修复具有重要意义。基于“3S”技术, 应用 FRAGSTATS 3.3 软件, 分别从斑块类型水平及景观水平, 对朱溪河小流域土地利用景观进行定量分析。结果表明: 整个流域多样性指数和均匀度指数偏低, 居民点及工矿用地、耕地、园地等受人类干扰程度较大的景观类型的破碎化程度较高, 但无明显破碎化现象, 流域景观比较完整。

关键词: 土地利用; 景观格局; 朱溪河小流域

中图分类号: F301.24; S157

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)01-0066-03

Quantitative Analysis on Landscape Pattern of Land Use in the Small Watershed of Zhuxi River

CHEN Li-hui, CHEN Zhi-biao, CHEN Zhi-qiang, ZOU Ai-ping

(College of Geographical Science, Fujian Normal University, Fuzhou 350007, China)

Abstract: The small watershed of Zhuxi River is the key region of soil and water loss management in China. It is important that we study landscape pattern of land use for ecological recovery in this watershed. The quantitative analysis on landscape pattern has been studied from mosaics class level to landscape level, based on 3S technology and FRAGSTATS software. The results show that: the whole watershed diversity and evenness index of land use is lower, only some land use types, such as the residential area and cultivated land, show a higher fragmentation degree, due to human disturbance, and the landscape of the whole watershed is complete without fragmentation phenomenon obviously.

Key words: land use; landscape pattern; the small watershed of Zhuxi River

近年来, 景观格局及其动态变化研究逐渐成为景观生态学的研究热点。景观格局的研究不仅是景观生态学研究的核心内容, 也是景观生态评价、设计与管理等应用研究的基础^[1-3]。朱溪河小流域属全国水土流失重点治理小流域, 鉴于流域是一个完整的自然地理单元, 流域内景观格局是自然与人为因素长期综合作用的结果, 因而对流域景观的研究, 是揭示流域生态状况、空间变异性特征、以及与生态过程相关的区域资源环境问题的有效手段。研究小流域的土地利用景观格局状况, 对流域综合治理及生态环境保护具有重要的意义。

1 研究区概况

朱溪河是汀江的一级支流, 朱溪河小流域位于福建省长汀县河田镇, 土地面积为 44.96 km², 包括寒坊、游坊、明光、晨光、松林、朱溪、下街等 7 个行政村; 地貌类型为低山丘陵地带, 在河流沿岸及支流有河谷盆地分布, 流域地势自东北向西南倾斜, 海拔 270~680 m, 山地坡度以 5°~35°为主; 山地土壤为燕山晚期粗晶花岗岩风化而成的红壤, 土层深厚、节理发育且极其松软, 抗蚀性极差; 该小流域属亚热带季风性湿润气候, 年降水量 1 700~2 000 mm, 集中

^{*} 收稿日期: 2008-06-29

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(40571096, 40871141); 省科技厅专项(2006F3037); 福建师范大学优秀青年骨干教师培养基金(2008100233)

作者简介: 陈丽慧(1983-), 女, 福建漳州人, 硕士研究生, 主要从事资源与环境(RS、GIS 应用与水土保持)方面研究。E-mail: chenlihui178@163.com

通信作者: 陈志彪(1962-), 男, 福建平潭人, 博士, 教授, 主要从事资源与环境、水土保持方面研究。E-mail: chenzhb@gmail.com

在 3 - 8 月,强度大;在实施水保措施前,侵蚀较强的区域植被盖度仅 5 % ~ 10 %,且年生长量极低,以马尾松小老头树为主^[4]。

朱溪河小流域是我国亚热带花岗岩地区土壤侵蚀的典型代表。早在 1940 年,福建省研究院就在朱溪河小流域设立了“土壤保肥试验区”,对水土流失的治理进行了研究。解放后至 20 世纪 90 年代初,又历经几次治理。鉴于当时社会经济发展水平的制约,治理道路几经波折。自 1995 年以来,该流域先后被列为福建省重点治理小流域及全国水土保持生态环境建设“十百千”示范小流域。2007 年,被列入全国 30 条典型小流域进行监测。

2 研究方法 with 景观格局指标

2.1 数据源

所用数据源有 2007 年 SPOT 影像,1 : 1 万地形图(3°分带高斯 - 克吕格投影,1954 年北京坐标系)、流域边界图、行政区划图、水土保持资料及其他实测资料。遥感图像目视解译技术路线为:将 SPOT 影像数据进行几何校正、选择 1, 4, 3 波段进行组合及图像增强,做好目视解译前期工作;参考现行国家土地利用分类标准,制定朱溪河小流域土地利用现状分类体系;野外 GPS 定点,记录控制点、标志点和样地信息,根据目标地物与影像特征之间的关系,通过影像反复判读和野外对比检验,建立目视解译标志;基于 GIS 软件(Arcview 3.3、ArcGIS 9.0 软件)生成土地利用矢量数据,辅以专家掌握的相关知识,标注土地利用现状信息和可疑变化信息;通过详细的野外验证与补判及专家咨询,逐图斑核实;将调查结果矢量化,检查修改拓扑关系,建立土地利用现状数据库(见附图 5)。景观格局分析是基于土地利用矢量数据进而建立景观类型图来实现的。基于 ArcGIS9.0 平台下的 Spatial Analysis 扩展模块,将矢量格式的数据转为栅格格式的土地利用现状栅格(Grid)图,利用景观格局分析软件 FRAGSTATS 3.3 完成各项景观指标的运算。

2.2 土地利用景观格局的分类

依据流域的具体情况和研究目的,朱溪河小流域土地利用目视解译结果包括水田、旱地、果园(杨梅园、板栗园)、茶园、有林地、疏林地、迹地、苗圃等 22 类(见附图 5)。参考《土地利用现状调查技术规程》标准,将朱溪河小流域土地利用类型归并为耕地、园地、林地、草地、居民点及工矿用地、交通用地、水域、未利用地等 8 大类,以便定量分析流域土地利用景观格局(见附图 6)。

2.3 景观格局指标的选择

用景观指数描述景观格局及变化,反映其结构组成与空间配置的关系,建立格局与景观过程的联系,是景观生态学最常用的定量化研究方法。在景观生态学中,景观空间格局指标一般包括两部分,即景观要素特征指标和景观异质性指标。景观要素特征指数是指用于描述斑块数、斑块面积、周长等特征的指标;景观异质性指数包括分维数、多样性指数、均匀度指数、破碎化指数等^[5]。土地利用景观格局由土地利用斑块的类型、数量、形状、空间分布及空间组合所决定^[6]。根据研究区的实际情况,选取 11 个指标(见表 1),来反映研究区土地景观类型^[1]。

3 土地利用景观格局分析

3.1 景观格局总体特征

从表 2, 3 可知,林地占整个景观面积的 62.495 6 %,最大斑块指数(优势度)达 42.796 4,远远高于其他景观类型,反映出林地是小流域土地利用类型的主体。居民点及工矿用地的斑块密度是 1.245 6,说明其破碎化程度最高。耕地、交通用地、林地、居民点及工矿用地的景观形状指数较高,表明这些土地利用类型受人类的干扰程度比较大。流域景观整体较为完整,无明显破碎化现象,各景观类型在地域上的分布较为分散,但是多样性指数是 1.122 8,均匀度指数是 0.54,整体呈现多样性程度和均匀度偏低的状态。

3.2 景观异质性

景观异质性指数(多样性、优势度、均匀度、分离度以及破碎度等)可反映各景观斑块内部的空间分布状况,从而在整体上反映景观的空间结构特征^[7-9]。

景观形状特征一般用分维数来表示,反映景观斑块形状的复杂程度。分维数值介于 1 ~ 2 之间,其值愈接近 1,则斑块形状就愈简单,表明受人类干扰的程度愈小;其值愈接近 2,则斑块形状愈复杂,受人类活动干扰程度愈大。从表 3 可知,研究区中交通用地、耕地的分维数最高,表明此类景观的形状最为复杂,同时也说明此类景观受人类活动的干扰最为强烈,如新建铁路和高速公路的影响;未利用地分维数最低,则反映其受人类的影响程度最弱。而其它景观斑块的分维数均在 1.10 左右,表明它们受人类活动的干扰较为相似。流域内各类型景观的破碎度可以通过斑块密度来体现,依次为:居民点及工矿用地 > 耕地 > 园地 > 林地 > 未利用地 > 水域 > 交通用地 > 草地,可见,居民点及工矿用地、耕地、园地等景观均是典型的人类干扰景观,具有较高的破碎度。

表 1 景观格局指数

类型	景观指数	公式	涵义
类 型 级 别 指 数	斑块面积	$CA = \sum_{j=1}^n a_{ij} \times \frac{1}{1000}$	反映某类景观要素的斑块规模大小
	斑块数目	$NP = N$	反映景观空间结构的复杂性
	面积比例	$PLAND = \frac{\sum_{i=1}^n a_{ij}}{A} \times 100$	表示各类型斑块所占景观总面积的百分比
	斑块平均面积	$MPS = \frac{A}{N} \times 10^6$	反映某类景观要素斑块规模的平均水平
	斑块密度	$PD = N/A$	描述景观类型的破碎度;值越大,被破坏程度越严重
	最大斑块指数	$LPI = \frac{\max(a_1, \dots, a_n)}{A} \times 100$	定量描述最大斑块所占的面积比例,是测量优势度的一个简单指标;取值范围 $0 < LPI < 100$
	景观形状指数	$LSI = 0.25 E/A$	用来描述景观的发育程度, $LSI > 1$
景 观 级 别 指 数	平均斑块分维数	$MPFD = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{2 \ln(0.25 P_{ij})}{\ln(a_{ij})}}{N}$	描述景观中斑块的复杂程度; $1 < MPFD < 2$, 值越大形状越不规则
	Shannon 多样性指数	$H = - \sum_{i=1}^m P_i \ln P_i$	描述景观要素斑块的不确定性;反映景观异质性;各景观类型所占比例相等时,景观多样性指数最大
	Shannon 均匀度指数	$E = H/H_{\max}$	反映景观中各斑块在面积上分布的不均匀程度;值越趋于 1,景观分布越均匀
	分离度	$F = \frac{\sqrt{N/A}}{2(A_i/A)}$	描述某一景观类型中不同元素个体分布的离散程度;值越大,景观在地域分布上越离散

式中: a_{ij} —— 斑块 ij 的面积; N —— 整个景观斑块总数; A —— 景观总面积; A_i —— 景观类型 i 的面积; E —— 景观中所有斑块边界的总长度; p_i —— 斑块类型占景观的面积比重; p_{ij} —— 随机选择两个相邻栅格细胞,它们分属于类型 i 和 j 的概率

表 2 朱溪河小流域景观格局总体特征值

名称	斑块总面积/ km ²	斑块数目/ 个	斑块密度/ (个 · km ⁻²)	最大斑块指数	景观形状指数	多样性指数	均匀度	分离度
整体景观	4495.65	167	3.7147	42.7964	13.8199	1.1228	0.54	0.7915

表 3 朱溪河小流域各类景观类型特征值

名称	斑块 面积/ hm ²	斑块所占 百分比/ %	斑块 数目/ 个	平均斑块 面积/ hm ²	斑块密度/ (个 · km ⁻²)	最大斑块 指数	景观形状 指数	平均斑块 分维数
耕地	1011.75	22.505	29	34.8879	0.6451	7.6845	19.4396	1.1881
园地	275.66	6.1317	27	10.2096	0.6006	1.7145	7.8529	1.0877
林地	2809.59	62.4956	26	108.0612	0.5783	42.7964	11.688	1.1116
草地	10.14	0.2256	2	5.07	0.0445	0.1862	2.6406	1.1177
居民点及工矿用地	208.67	4.6416	56	3.7263	1.2456	0.8544	11.474	1.0978
交通过地	72.07	1.6031	5	14.414	0.1112	0.6524	12.2882	1.3135
水域	91.23	2.0293	7	13.0329	0.1557	0.9921	7.651	1.1101
未利用地	16.55	0.3681	15	1.1033	0.3337	0.0661	5.4634	1.0871

4 结 论

(1) 在整个景观中,林地主要分布在流域中上游,其所占面积比例最大,是流域内土地利用的主体。在开展水土保持工作中,应注重在流域中上游严格实行林地封禁措施,以充分发挥生态自我修复能力。

(2) 流域景观整体较为完整,各景观类型在地域上呈现一定程度的分散分布特征,但无明显破碎化。破碎化程度较高的地类主要是居民点及工矿用地、

耕地、园地等人工景观,也反映了此类景观受人类干扰程度较大。整个流域景观总体呈现多样性程度偏低,斑块形状比较复杂,景观生态系统相对不稳定等特征。

(3) 基于“3S”技术,对小流域土地利用景观格局进行定量分析与评价,可以便利地了解流域土地利用景观结构及其对生态环境的影响,以期科学地进行生态修复提供决策依据。

(下转第 73 页)

51 a 出现了几个明显的降水减少期:20 世纪 60 年代后期、80 年代后期以及 90 年代后期到 21 世纪初,这 3 个时期干旱特征比较明显。

(2) 由于黄河流域中上游地区温度小波系数波动能量空间没有完全封闭,最后一个暖期波动仍在继续,预计在 2006 年以后的黄河流域中上游地区温度将在上下波动中继续上升,这与 2007 年 11 月 IPCC 对亚洲中部与北部未来气温上升的预测相一致。根据黄河流域中上游地区降水序列小波变换的结果,黄河流域中上游地区降水小波系数波动能量空间刚刚封闭,最近的一个干旱周期刚刚结束,可以预见的是,预计 2006 年以后黄河流域中上游地区总体的降水将在波动中呈相对增加的趋势,这与国内学者运用 HadCM3 等模型进行黄河流域中上游地区降水模拟的结果基本一致^[13]。

(3) 基于气温和降水两大关键气候特征时间序列的小波变换,将具有复杂特征的气候系统时间序列进行多尺度分解,可以揭示黄河流域中上游地区气候特征的变化周期,检验突变年份,进而识别区域内干旱、洪涝等自然气候灾害的高发时间段,并对未来气候特征的发展趋势做出预测。同时,针对气候特征的不同变化,提出相应的流域水资源管理对策,对于黄河流域中上游地区灾年的防范、预警以及区域水资源利用和管理的优化协调都具有十分重要的现实意义。

参考文献:

[1] 张强,韩永翔,宋连春.全球气候变化及其影响因素研

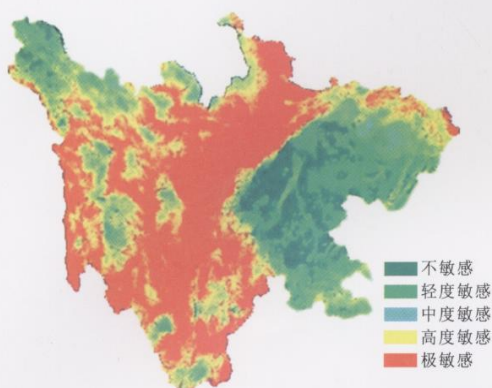
究进展综述[J].地球科学进展,2002,24(4):335-343.

- [2] 韩添丁,叶柏生,丁永建.近 40 a 来黄河上游径流变化特征研究[J].干旱区地理,2004,27(4):553-557.
- [3] 杨培才,周秀骥.气候系统的非平稳行为和预测理论[J].气象学报,2005,63(5):556-570.
- [4] 谭克龙,任志远,王全九.黄河中上游流域生态综合评价研究[J].水土保持学报,2007,21(4):173-176.
- [5] 徐建华.现代地理学中的数学方法[M].北京:高等教育出版社,2002:419-426.
- [6] 王文圣,丁晶,向红莲.小波分析在水文学中的应用研究及展望[J].水科学进展,2002,13(4):515-520.
- [7] 陈克龙,李双成,周富富,等.江河源区达日县近 50 年气候变化的多尺度分析[J].地理研究,2007,26(3):526-532.
- [8] 严华生,万云霞,邓自旺,等.用正交小波分析近百年来中国降水气候变化[J].大气科学,2004,28(1):151-157.
- [9] 邵晓梅,许月卿,严昌荣.黄河流域降水序列变化的小波分析[J].北京大学学报:自然科学版,2006,42(4):503-509.
- [10] Gaucherel C. Use of wavelet transform for temporal characterization of remote watersheds [J]. Journal of Hydrology,2002,269(3/4):101-121.
- [11] Margriet N. Wavelet analysis of rainfall-runoff variability isolating climate from anthropogenic patterns [J]. Environmental Modelling & Software,1999,14(4):283-295.
- [12] 严汾,蒙吉军.贵州省清镇市近 50 年来气候系统的多时间尺度分析[J].水土保持研究,2005,12(4):93-118.
- [13] 张光辉.全球气候变化对黄河流域天然径流量影响的情景分析[J].地理研究,2006,26(3):268-275.

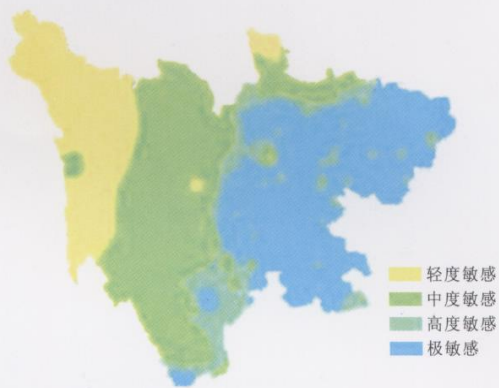
(上接第 68 页)

参考文献:

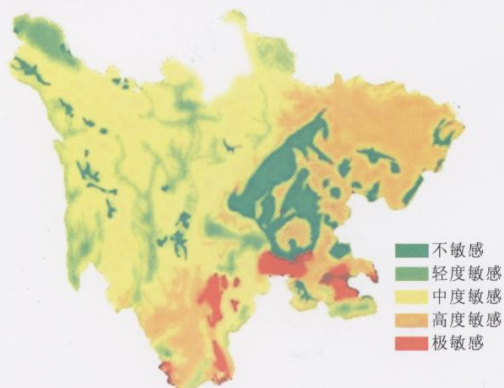
- [1] 邬建国.景观生态学:格局、过程、尺度与等级[M].北京:高等教育出版社,2000.
- [2] 肖笃宁.景观生态学研究进展[M].湖南:湖南科学技术出版社,1999.
- [3] 傅伯杰,陈利项,马克明,等.景观生态学原理及应用[M].北京:科学出版社,2001.
- [4] 陈志彪.花岗岩侵蚀山地生态重建及其生态环境效应[D].福州:福建师范大学,2005.
- [5] 赵明华,杨树佳,牟文龙.山东半岛县域土地利用景观格局分析:以招远市为例[J].水土保持研究,2007,14(3):155-157.
- [6] 吴志杰,陈松林.基于 TM 遥感影像的闽西山区土地利用景观格局分析[J].东华理工学院学报,2007,30(2):171-176.
- [7] 刘瑞芳.基于 3S 技术的平顶山市土地利用景观格局分析[J].平顶山工学院学报,2007,16(1):1-3.
- [8] 辜世贤,徐霞.重庆市生态修复示范区土地利用景观格局分析[J].水土保持研究,2006,13(2):244-249.
- [9] 唐宽金,郑新奇.平阳县中部低山丘陵区土地利用景观格局分析[J].水土保持研究,2007,14(6):332-334.



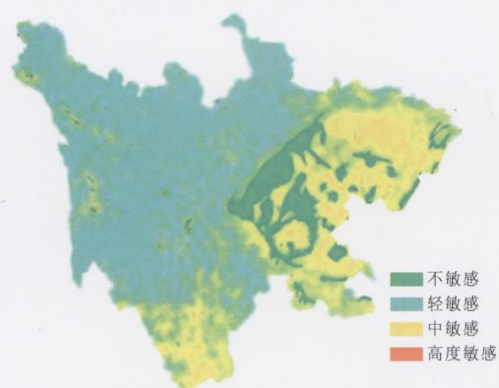
附图1 四川省地形的水土流失敏感性空间分异



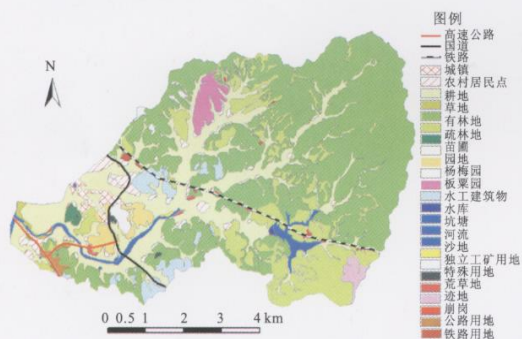
附图2 四川省降水的水土流失敏感性空间分异



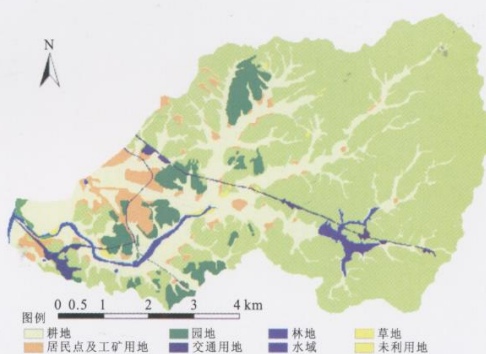
附图3 四川省土壤的水土流失敏感性空间分异



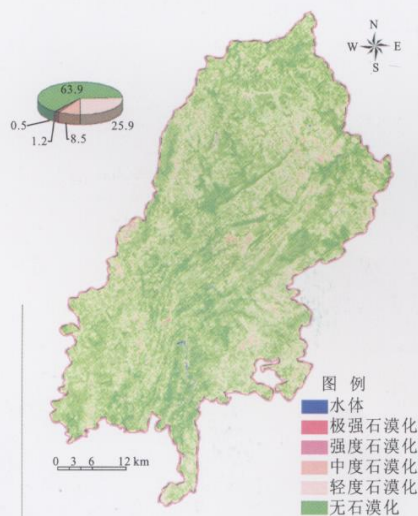
附图4 四川省植被的水土流失敏感性空间分异



附图5 朱溪河小流域土地利用现状图



附图6 朱溪河小流域土地利用景观图



附图7 石漠化信息提取图