

# 三江并流区域云南省迪庆州景观格局研究

江晓波,周启刚,李爱农

(中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所,四川 成都 610041)

**摘 要:**三江并流区域指金沙江、澜沧江和怒江自北向南平行而流的区域,云南省迪庆州为三江并流区域的核心地区。选择 Landsat TM 影像和区域 1:25 万的地形数据及社会经济统计资料为基础数据,运用 RS 和 GIS 手段,分析出迪庆州景观生态的空间格局是以有林地、灌木林地和草地为主,这三种景观类型主导了整个区域的景观格局的空间特征及其未来变化趋势。由于人为活动的影响,这三种景观类型之间互动的可能性较大。为保护区域生态环境,合理利用自然资源,制定区域景观生态规划和促进区域社会经济可持续发展提供决策支持。

**关键词:**三江并流区域,迪庆州,景观生态,空间格局,遥感, GIS

**中图分类号:** P901, Q14

**文献标识码:** A

景观生态学主要研究景观的结构、功能和变化<sup>[1,2]</sup>,景观结构和功能是与景观要素、斑块、基质、廊道、交错区及其相互配置格局密切相关的<sup>[3]</sup>。景观格局是景观生态学研究中最重要术语之一,包括景观空间格局和景观时间格局<sup>[4]</sup>。景观空间格局用于研究大小和形状不一的景观斑块在空间上的配置,是景观异质性的具体表现。景观格局分析的目的是研究看似无序的景观斑块镶嵌中的规律性<sup>[5]</sup>。通过对景观生态格局的分析,可以帮助我们理解形成和控制景观空间格局的因子和机制,把握景观的过程,为区域生态景观的质量优化控制、优化区域景观,提供理论和技术上的支撑。

遥感和 GIS 技术的发展为景观生态学的研究注入了新的手段,提供了“海量”的信息源。遥感技术,尤其是航天遥感为景观生态学的研究提供了丰富的信息,在景观分类中被广泛地应用。GIS 技术在数据的处理、管理、显示、量算、空间分析和模拟等方面具有强大的功能,在研究景观现象在不同尺度上的分布特征、演变规律、空间镶嵌关系以及在景观空间格局的模拟方面发挥着巨大作用<sup>[6,7]</sup>。

## 1 研究区概况

三江并流区域是指金沙江、澜沧江和怒江自北向南平行而流的区域,主要包括西藏昌都地区大部、四川甘孜州西北部分以及云南迪庆州和怒江州部分。本区地处青藏高原东缘,是亚欧板块和印度板块碰撞的交接带,地质活动非常强烈,地貌高差悬殊,垂直气候差异鲜明,地形和气候变化强烈。本区天然林广布,以冷杉林和云杉林为主的寒温性针叶林主要分布在本区;三条世界级和洲级大河在近千公里的长度范围内并行向南,分别注入太平洋和印度洋,蕴藏着丰富的水能资源,有“江河源”、上游“水塔”之美誉;区内旅游资源丰富,其中神奇的香格里拉就位于迪庆州的首府香格里拉县。本区地处内地中原文化、南亚文化、东南亚文化、青藏高原文化的边缘地带,生活着 14 个少数民族,生活生产习俗多样。

迪庆州(图 1)位于云南省西北部,介于 98°35′~100°19′E, 25°52′~29°16′N 间,总面积 23 870 km<sup>2</sup>,辖香格里拉、德钦、维西三县,总人口 350 098 人(2001 年)。迪庆州是三江并流区的核心区域,地处

收稿日期(Received date):2004-02-19;改回日期(Accepted):2004-03-01。

基金项目(Foundation item):科技部攻关项目(k0 03020282)。[Key project for The Ministry of China Science and Technology(k0 03020282).]

作者简介(Biography):江晓波(1973-),男,博士生,从事遥感和 GIS 应用研究。[Jiang Xiaobo: (1973-), Male, Ph.D candidate of Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water conservancy, specialized remote sense and GIS application.]

青藏高原南延部份的横断山脉腹地,海拔高程介于 1 600~6 700 m,具有典型的低纬度高原季风性温带和寒温带气候特征和独特的自然地理结构和生态环境系统,构成了多气候带,多物种资源的特殊生态空间。迪庆州境内 1966 年森林覆盖率为 56.32%,到了 1991 年则仅为 35.37%,25 a 间减少了 20.59%。迪庆人均耕地为 0.21 hm<sup>2</sup>,高于全国平均水平(0.11 hm<sup>2</sup>)。迪庆州是云南唯一的藏族自治州,历史上是西南“茶马古道”的要冲,南方“丝绸之路”的重要通道。



图 1 迪庆州位置

Fig. 1 Location of Diding

## 2 区域景观格局分析方法

### 2.1 信息源

研究选择 2000 年夏季美国陆地资源卫星 TM2,3,4 波段影像和区域 1:25 万地形图为基础信息源,同时收集区域内的社会经济统计资料作为辅助信息源。

### 2.2 数据处理

#### 2.2.1 图像处理

在 MGE(Module GIS Environment)软件的 Image Analyst(IA)模块中对 TM2,3,4 波段影像进行图像对地形图的几何纠正,将几何纠正后的单波段影像按 4,3,2 方式加以组合,生成标准假彩色影像(.rgb 格式),并对图像进行去噪声和增强处理。

#### 2.2.2 人机交互解译

运用室内预判,样点选择,野外验证相结合的方式建立迪庆州遥感影像解译标志,并采用人机交互

式的全数字解译方式进行地物识别,划分区域内的景观类型为 8 类:水田、旱地、有林地、灌木林地、草地、水域、建设用地(包含城镇居民点、农村居民点和交通、工矿用地)、未利用地。

#### 2.2.3 ARC/INFO 下的矢量数据处理

将 MGE 下获取的景观类型矢量图导入 ARC/INFO 下进行编辑、查错和建立拓扑关系,得到迪庆州景观类型图(图 2)。

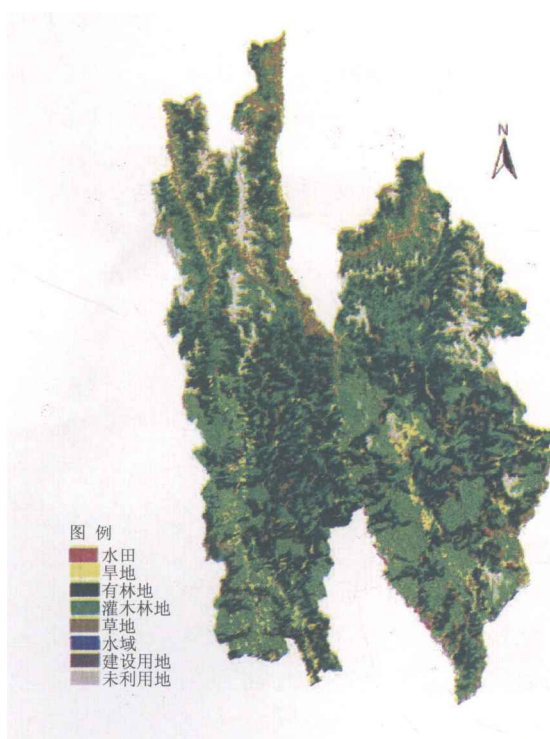


图 2 迪庆州景观类型

Fig. 2 The landscape types in Diding

#### 2.2.4 误差分析

误差来源于 4 个方面:1. 遥感影像的纠正,误差在两个像元(60 m)内;2. 遥感影像的解译,根据 1:10 万的制图精度要求,<6×6 个像元的图斑不表现在图上;3. 由于“同谱异物,同物异谱”现象造成的人为解译误差;4. GIS 软件中进行编辑、查错时产生的误差。

### 2.3 景观格局指数的选择

景观格局指数包括景观单元特征指数和景观异质性指数两部分,是对景观格局的定量描述。景观单元特征指数包括斑块面积、斑块数、斑块周长三种指数;景观异质性指数包括多样性指数、镶嵌度指数、距离指数和生境破碎化指数等<sup>[6,8,9]</sup>。本文选择了一系列的指数(表 1),运用 ESRI 公司的 ARCGIS 软件和 Excel 软件进行处理和统计分析。

表 1 主要景观指数及其意义

Table 1 The diagnostic indexes and ecological meaning of landscape pattern

序号	景观指数	计算公式	涵义
1	斑块平均面积 (Average Patch Area)	$MPS = A / (N \times 10^6)$	描述各景观类型斑块的平均面积。A - 某景观类型面积; N - 某景观类型斑块数。
2	形状指数 (Shape index)	$MSI = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{P_j}{\sqrt{2\pi \cdot a_j}}$ $AWMSI = \sum_{j=1}^n \left[ \frac{P_j}{\sqrt{2\pi \cdot a_j}} \left[ \frac{a_j}{A_j} \right] \right]$	形状指数描述景观斑块的复杂程度。MSI - 平均形状指数; AWMSI - 面积加权平均形状指数。n - 某景观类型数量, $P_j$ - 斑块周长, $a_j$ - 斑块面积, $A_j$ - 某景观类型面积。
3	平均斑块分维	$MPFD = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{2 \ln(P_j)}{\ln(a_j)}$	描述斑块几何形状的复杂性和相似性。MPFD 分维介于 1 ~ 2。n - 某景观类型数量, $P_j$ - 斑块周长, $a_j$ - 斑块面积。
4	多样性指数 (Diversity Index)	$SHDI = - \sum_{i=1}^m P_i \cdot \ln(P_i)$	描述斑块类型的多少和面积上分布均匀程度。m - 区域内景观类型总量; $P_i$ - 景观 i 类型所占面积比例。
5	优势度指数 (Dominance Index)	$D = \ln(m) + \sum_{i=1}^m P_i \cdot \ln(P_i)$	描述某种景观斑块类型支配景观的程度。优势度较大, 某种斑块居于景观的主导地位。m - 区域内景观类型总量; $P_i$ - 景观 i 类型所占面积比例。
6	破碎度指数 (Fragmentation Index)	$FS = 1 - 1/AWMSI$ $FN = \sum_{i=1}^m (P_i \cdot FS)$	描述景观被分割的程度。FS 为某景观类型的破碎度; FN 为整个景观的破碎度。FS 和 FN 介于 0 ~ 1。m - 区域内景观类型总量; $P_i$ - 景观 i 类型所占面积比例。
7	相邻指数 (Connectivity Index)	$C_{ij} = L_{ij} / \sum_{j=1}^m L_{ij} \times 100\%$	描述两类斑块间邻接程度。 $L_{ij}$ - i 景观类型和 j 景观类型之间的公共边长度。m - 区域内景观类型总量

### 3 区域景观格局结果分析

根据表 2、3 中的结果分析可以得出以下几点结论:

①迪庆州的 shannon-weaver 斑块多样性指数为 1.432, 区域景观最大多样性为 2.079, 两者之间有一定的偏差。可以得出, 区域景观总体特征由少数几种景观斑块类型控制并主导。区域景观优势度 (0.647) 也反映了这一趋势。

②根据区域景观类型斑块数、类型面积、面积比例、最大斑块面积、斑块平均面积 (图 3) 指标综合得出, 有林地、灌木林地和草地景观主导本区域的景观空间格局特征。有林地、灌木林地和草地面积均超过  $60 \times 10^4 \text{ hm}^2$ , 占整个区域景观的 88.41%。在以林、灌、草构成的景观基质中, 散布着农业景观类型。

③本区域的自然景观 (包括有林地、灌木林地、草地和未利用地) 占绝对主导地位, 面积达 95.2%, 其中林地 (包括有林地和灌木林地) 占 62.41%; 农业景观 (水田和旱地景观斑块的平均面积分别为  $123.2 \text{ hm}^2$  和  $115.5 \text{ hm}^2$ ) 处于支配地位, 仅占

4.12%。

④有林地、灌木林地、草地、水田和旱地的斑块分维度分别为 1.272、1.273、1.276、1.280、1.265, 斑块形状指数分别为 3.21、2.82、2.86、2.55、4.72。主要景观斑块类型的分维度趋于一致, 而形状指数是旱地较大。旱地具有较大的形状指数反映了在区域景观中旱地由于受地形 (自然坡度和高程) 等因子影响下, 形状具有较大的复杂性。

⑤区域景观的整体破碎度指数为 0.871。有林地、灌木林地、草地、水田、旱地和未利用地的破碎度指数分别为 0.885、0.857、0.888、0.749、0.736、0.881。反映本区景观具有较大的破碎现象; 自然景观在人为活动的影响下破碎度大于农业景观。

⑥在耕地的相邻关系中, 水田与草地的相邻指数为 26.61%, 旱地与草地的相邻指数为 40.72%。这一结果表明该区域在粗放耕作方式和退耕还林 (草) 政策影响下, 耕地向草地转化的可能性较大。

⑦区域内的主导景观斑块类型有林地、灌木林地和草地之间处于相互转化之中。

⑧区域内的未利用地主要向草地和灌木林地转化。

表 2 迪庆州景观空间格局特征值

Table 2 The diagnostic values of landscape pattern in Diqing, Yunnan

景观指数	水田	旱地	有林地	灌木林地	草地	水域	建设用地	未利用地	整体值
斑块数	99	723	646	1803	1799	70	19	230	—
面积(10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup> )	1.22	8.35	79.90	64.89	60.32	0.98	0.14	15.75	—
面积比例(%)	0.52	3.60	34.44	27.97	26.00	0.42	0.06	6.79	—
平均斑块面积(hm <sup>2</sup> )	123.2	115.5	1236.8	359.9	335.3	140	73.7	684.8	—
最大斑块面积(10 <sup>4</sup> hm <sup>2</sup> )	0.15	0.54	5.85	2.95	6.29	0.40	0.05	3.17	—
最小斑块面积(hm <sup>2</sup> )	0.18	0.15	0.41	0.11	0.08	0.11	5.08	0.41	—
斑块形状指数	2.55	4.72	3.21	2.82	2.86	4.83	2.03	2.93	—
加权平均形状指数	3.98	3.79	8.73	6.99	8.89	21.00	2.25	8.41	—
斑块分维度	1.280	1.265	1.272	1.273	1.276	1.409	1.251	1.273	—
破碎度指数	0.749	0.736	0.885	0.857	0.888	0.952	0.556	0.881	0.871
多样性指数	—	—	—	—	—	—	—	—	1.432
最大多样性	—	—	—	—	—	—	—	—	2.079
景观丰富度	—	—	—	—	—	—	—	—	8
优势度	—	—	—	—	—	—	—	—	0.647

表 3 迪庆州景观斑块类型间相邻关系矩阵

Table 3 The adjacent relation matrix of landscape pattern

矩阵关系	水田	旱地	有林地	灌木林地	草地	水域	建设用地	未利用地
水田	—	18.067	16.081	13.889	26.609	16.662	4.689	4.003
旱地	3.193	—	18.648	28.262	40.723	6.922	1.058	1.194
有林地	0.534	4.152	—	52.230	41.243	0.310	0.008	1.523
灌木林地	0.793	5.899	39.024	—	47.716	0.861	0.040	5.667
草地	0.855	8.666	33.550	46.222	—	1.927	0.047	8.733
水域	4.811	29.854	6.414	16.607	39.675	—	0.000	2.639
建设用地	14.144	71.946	0.000	0.124	5.953	0.000	—	7.833
未利用地	0.406	0.000	6.134	24.760	67.840	0.860	0.000	—

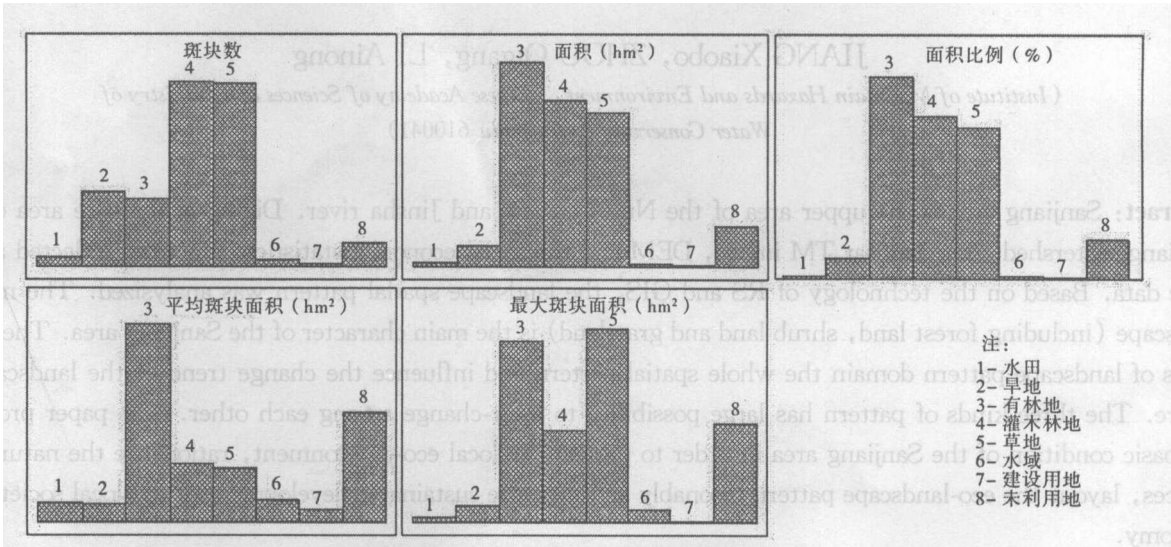


图 3 迪庆州景观斑块类型特征指标柱状图

Fig. 3 The sistogram of the landscape pattern index in Diqing

## 4 结语

上述结果反映迪庆州的景观格局以自然景观——有林地、灌木林地和草地为主,这三种景观类型主导了整个区域的景观格局的空间特征及其未来变化趋势。而这三种景观类型之间互动的可能性较大,其影响因素主要是人为活动所造成的。迪庆州森林面积(有林地)自 20 世纪 60 年代开始处于下降水平,其中 1966 年森林覆盖率为 56.32%,2000 年的森林覆盖率仅为 34.44%,同时森林的结构发生较大变化,次生林代替了大部分原始针叶林。草地的面积处于稳定状态,但草地的质量出现较大幅度下降,1950—1960 年代每公顷草场就可以饲养一个黄牛单位,而现在每两公顷才能饲养一个黄牛单位。

运用遥感和 GIS 技术手段,采用 2000 年的陆地卫星 TM 影像,获取迪庆州的景观类型图。运用景观生态学的原理和数量化手段,深入分析迪庆州的景观生态的空间格局特征。

迪庆州的林地(有林地和灌木林地)从面积上而言有一定幅度的减少,结构趋于单一,次生林所占比例不断提高,草地的总体面积虽未变化,但草地的质量却已经不复从前。

### 参考文献(References):

- [1] Forman R. T. T., Godron M. Landscape Ecology [M]. New York, John Wiley & Sons. 1986. 1~30.
- [2] Forman R. T. T. Land Mosaics: the Ecology of Landscape and Regions [M]. London: Cambridge University Press. 1985. 1~80.
- [3] Turner, M. G., R. H. Gardner. Quantitative methods in landscape ecology [M]. New York: Springer-Verlag, 1991. 1~45.
- [4] Wines, J. A. The analysis of landscape patterns: interdisciplinary seminar in ecology [M]. Colorado: Colorado State University, 1988. 1~51.
- [5] Li Habin, Franklin J. F. Landscape ecology—the new conception architecture in the field of ecology[J]. *Development of the ecology*, 1988, 5(1): 23~33. [李哈滨, Franklin J. F. 景观生态学——生态学领域里的新概念构架[J]. *生态学进展*, 1988, 5(1): 23~33.]
- [6] Fu Bojie, Chen Liding, Ma Keming, et al. The theory and application of the landscape ecology [M]. Beijing: Science Press. 2001. 1~15. [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. 1~15.]
- [7] Xiao Duning, Li Xiuzhen, Gao Jun, et al. Landscape ecology [M]. Beijing: Science Press. 2003. 139~144. [肖笃宁, 李秀珍, 高峻, 等. 景观生态学 [M]. 北京: 科学出版社. 2003. 139~144.]
- [8] Wang Yanglin, Zhao Yibin, Han Dang, et al. The spatial structure of landscape eco-systems: concept, indices and case studies [J]. *Advance in earth sciences*. 1999, 14(3): 235~242. [王仰麟, 赵一斌, 韩荡, 等. 景观生态系统的空间结构: 概念、指标与案例[J]. *地球科学进展*. 1999, 14(3): 235~242.]
- [9] Zhang Jintun, Qiu Yang, Zheng Fengying, et al. The quantitative methods on landscape pattern [J]. *Journal of mountain science*. 2000, 18(4): 346~352. [张金屯, 邱扬, 郑凤英, 等. 景观格局的数量研究方法[J]. *山地学报*. 2000, 18(4): 346~352.]

## Landscape Pattern of Diqing, Yunnan

JIANG Xiaobo, ZHOU Qigang, LI Ainong

(Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041)

**Abstract:** Sanjiang area is the upper area of the Nu, Lancang and Jinsha river. Diqing is the core area of the Sanjiang watershed. The landsat TM image, DEM and the social economic statistics data were collected as the basic data. Based on the technology of RS and GIS, the landscape spatial pattern was analyzed. The natural landscape (including forest land, shrub land and grassland) is the main character of the Sanjiang area. The three kinds of landscape pattern domain the whole spatial pattern and influence the change trend of the landscape in future. The three kinds of pattern has large possibility to inter-change among each other. The paper provided the basic condition of the Sanjiang area in order to protect the local eco-environment, rationalize the natural resources, layout the eco-landscape pattern reasonably and urge the sustainable development of the local society and economy.

**Key words:** Sanjiang area, Diqing, eco-landscape, spatial pattern, RS, GIS