

# 岩溶山区林地景观梯度变化分析

郜红娟<sup>1</sup>, 杨广斌<sup>2</sup>, 罗绪强<sup>1</sup>, 刘静<sup>1</sup>, 林丽<sup>1</sup>

(1. 贵州师范学院 地理与旅游学院, 贵阳 550018; 2. 贵州师范大学 地理与环境科学学院, 贵阳 550001)

**摘要:**运用景观生态学的理论与方法,以贵州省麻江县为研究区,分析了 1992 年和 2012 年两个时期的林地景观的地形梯度变化规律。结果表明:(1) 研究期间,各林地景观的类型面积、斑块数、斑块密度、各景观类型的面积比重、平均斑块面积以及斑块形状指数都随坡度和海拔梯度带的变化而变化。在坡度大和海拔高区域林地景观破碎度降低,景观格局趋于简单,而坡度小和海拔低的区域林地景观破碎度增大,景观格局趋于复杂。(2) 坡度小和海拔低区域的连通性指数和聚集度指数呈下降趋势,而分离度指数呈上升趋势,反映出该区域林地景观分布趋于分散,聚集度和连通性减低。坡度大和海拔高区域的连通性指数和聚集度指数呈上升趋势,而分离度指数呈下降趋势,反映出该梯度带林地景观分布趋于集中,聚集度和连通性提高。

**关键词:**林地景观; 地形梯度; 岩溶山区; 麻江县

**中图分类号:** P931.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2015)01-0224-05

## Analysis on Gradient Characteristic of Woodland Landscape Change in Karst Mountains

GAO Hongjuan<sup>1</sup>, YANG Guangbin<sup>2</sup>, LUO Xuqiang<sup>1</sup>, LIU Jing<sup>1</sup>, LIN Li<sup>1</sup>

(1. College of Geography and Tourism, Guizhou Normal College, Guiyang, Guizhou 550018, China;

2. College of Geography and Environmental Sciences, Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China)

**Abstract:** Majiang County of Guizhou Province was taken as the study area. This paper analyzed the change of woodland landscape in topographic gradient by using the theory and method of landscape ecology from 1992 to 2012. The results showed that: (1) CA, NP, PD, PLAND, AREA-MN and LSI of woodland changed with the slope and altitudinal gradient zone changed during the study period; landscape fragmentation of woodland reduced and landscape pattern became simpler at high altitude and steep slope areas, landscape fragmentation of woodland increased and landscape pattern became complex at low altitude and gentle slope areas; (2) COHESION and AI showed a downward trend at low altitude and gentle slope areas, while SPILT showed the upward trend, which reflected that landscape distribution of woodland tended to scattered and the aggregation and connectivity tended to decrease, COHESION and AI showed the upward trend at high altitude and steep slope areas, while SPILT showed the downward trend, which reflected that landscape distribution of woodland tended to concentrate and the aggregation and connectivity tended to increase.

**Keywords:** woodland landscape; terrain gradient; karst mountains; Majiang County

山地是景观多样性的集聚地,具有景观异质化的生态环境,反映了人类的干扰程度<sup>[1]</sup>。景观格局动态变化是景观生态学的核心内容之一,反映景观中斑块空间分布的变化<sup>[2-4]</sup>。随着我国自然环境和人文环境变化,林地景观格局变化及其驱动力研究备受关注<sup>[5-9]</sup>。目前,国内外对林地景观变化的研究主要集

中于景观的数量特征和驱动力分析<sup>[10-13]</sup>,而对林地景观动态变化的环境分异规律重视不够,缺乏地形对林地景观的动态过程的影响研究。仅有梁国付和孔繁花分别对伏牛山和大兴安岭进行森林景观的梯度分析<sup>[14-15]</sup>,而对岩溶山区林地的景观梯度变化的研究还比较少。

收稿日期:2014-03-02

修回日期:2014-04-02

资助项目:国家自然科学基金资助项目(31100187);贵州省重大专项(黔科合重大专项字[2012]6007号);贵州省优秀科技教育人才省长专项资金(黔省专合字(2008)33号);贵州省科技厅科技资助项目(黔科合J字[2012]2279号);贵州省环境科学教学团队项目(黔教高[2012]426号);贵州师范学院环境科学教学团队项目(贵师院[2012]47号)

第一作者:郜红娟(1981—),女,山东菏泽人,硕士研究生,讲师,主要从事自然资源开发与区域规划研究。E-mail:cgp1963@126.com

通信作者:杨广斌(1973—),男,山东聊城人,博士,教授,主要从事地理信息系统开发与应用研究。E-mail:ygbyl@163.com

地形直接影响着地表物质的迁移与能量的转换,影响植被类型的分布<sup>[16]</sup>。它对林地空间格局的形成及变化有一定的制约作用。然而,随着经济、社会的发展,人类活动对林地景观的影响作用越来越大。研究林地景观与地形因子间的相互关系,对山区生态安全建设和农业结构调整具有重要意义。贵州省麻江县以岩溶山地为主,是长江上游的重要生态保护区。随着西部大开发以及退耕还林还草政策的实施,该区林地景观发生了很大变化,其变化对区域生态环境产生重要影响。因此,本文利用景观生态学的理论与方法,针对贵州岩溶山区林地景观格局变化进行分析,目的在于探讨人为干扰程度下,山区林地景观变化对于高程和坡度的响应,为山区林地资源管理、生态环境保护提供科学依据。

## 1 研究区概况

麻江县地处贵州省中部,位于东经 107°18′—107°53′、北纬 26°17′—26°37′。土地总面积 1 222.2 km<sup>2</sup>,其中喀斯特出露面积 1 005.12 km<sup>2</sup>,占土地总面积的 82.24%。县境地势西高东低,南高北低。最低海拔 576 m,最高海拔 1 862 m。全县以山地为主,低山、低中山、丘陵、河谷及盆地占总面积的 78.4%。属亚热带季风湿润气候区,年平均气温 14~16℃,年降雨量 1 200~1 500 mm。全县森林覆盖率达 51.61%,植被属中亚热带湿润常绿阔叶林类型,植被资源丰富,主要植被有常绿阔叶林、针叶林、灌木丛、草丛等。全县土壤类型主要有山地黄棕壤、黄壤、石灰土、紫色土、水稻土等。至 2011 年,全县人口 16.76

万人,城镇化率为 31%。根据 2012 年麻江县土地变更调查数据,全县土地总面积为 122 197 hm<sup>2</sup>,主要土地利用类型为林地、耕地、草地、建设用地和其他土地等,面积分别为 66 820,27 793,10 472,9 133,5 481 hm<sup>2</sup>。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源及处理

DEM 来自美国航天局(NASA)和日本经济产业省(METI)公布的 ASTERDEM 数据,空间分辨率为 1 弧秒×1 弧秒(约 30 m×30 m)。根据贵州东部山区的地形特点以及退耕还林政策,利用 ArcGIS 中的定义间隔分类法将坡度分为 0°~5°(梯度带 I)、5°~15°(梯度带 II)、15°~25°(梯度带 III)和 >25°(梯度带 IV)共 4 级,并利用 ArcGIS 中的自然断点法将高程分为 589~799 m(梯度带 A)、800~959 m(梯度带 B)、960~1 116 m(梯度带 C)、1 117~1 319 m(梯度带 D)和 1 320~1 822 m(梯度带 E)5 级。将 DEM 数据设置为 30 m×30 m 大小。

土地利用数据源包括 1992 年 2 月 1 日和 2012 年 11 月 15 日的 TM/SPOT 遥感影像,分辨率为 30 m。在 ERDAS 8.6 软件支持下对遥感图像进行几何精校正和图像配准,采用人机交互解译的方法获取两期土地利用现状图(图 1)。并以二调为主要分类依据,将林地景观分为有林地、灌木林地和其他林地三类。其次,将两期土地利用数据进行矢量向栅格数据的转化,并将转化的像元设置为与 DEM 数据一致的 30 m×30 m 大小。在此基础上,利用 Fragstats 4.1 分析林地景观的地形梯度变化。

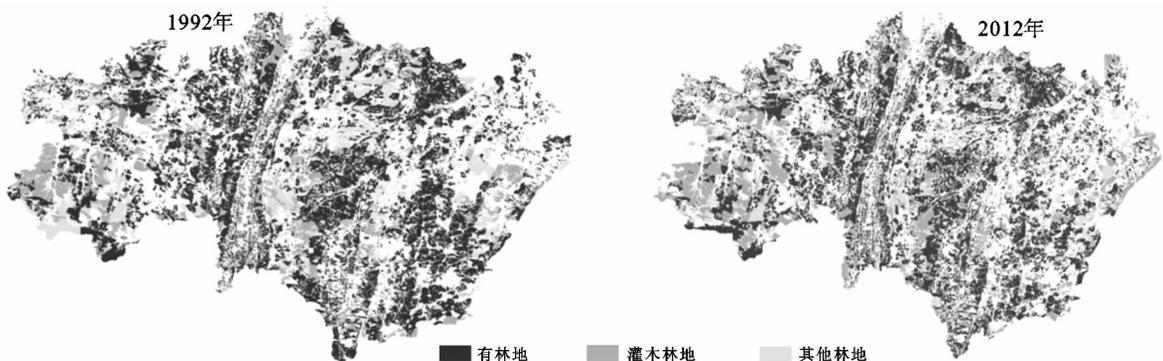


图 1 1992 年和 2012 年麻江县林地景观分布

### 2.2 研究方法

根据研究区域景观尺度,选取类型水平指标:斑块数量(NP)、斑块密度(PD)、斑块类型面积(CA)、平均斑块面积(AREA-MN)、斑块形状指数(LSI)、斑块类型面积占景观面积比(PLAND)。选取景观水平指标:蔓延度指数(CONTAG)、连通性指数(COHESSION)、分离度指数(SPILT)、多样性指数(SHDI)、

均匀度指数(SHEI)、聚合度指数(AI)<sup>[17-20]</sup>,进行景观格局分析。

## 3 结果与分析

### 3.1 林地景观在坡度梯度上的变化特征

从景观类型上看,梯度带 I、II 和梯度带 III、IV 的有林地 CA 分别呈下降和上升趋势。各梯度带的灌

木林地与其他林地 CA 呈上升趋势;各梯度带有林地 PLAND 和灌木林地 PLAND 分别呈下降和上升趋势。梯度带 I, II, III 的其他林地 PLAND 呈上升趋势。而梯度带 IV 的其他林地 PLAND 呈下降趋势。这主要与低丘缓坡的林地开发和陡坡的退耕还林有关,从而导致低坡度地区有林地面积减少;各梯度带的林地 NP 都呈上升趋势;梯度带 I, II 的有林地 PD 呈

上升趋势,而梯度带 III, IV 的有林地 PD 则呈下降趋势。各梯度带的灌木林地和其他林地的 PD 都呈上升趋势,这说明低坡度地区林地斑块呈破碎化加剧;各梯度带的林地 LSI 呈上升趋势,这说明各林地景观的 LSI 复杂性增强;除其他林地外,陡坡( $>25^\circ$ )的 AREA-MN 都呈上升趋势。这说明陡坡林地景观的破碎程度降低,而缓坡的林地景观破碎度增加(表 1)。

表 1 1992—2012 年林地景观类型的坡度梯度变化

年份	坡度梯度	林地类型	CA	PLAND	NP	PD	LSI	AREA-MN
1992	梯度带 I ( $0^\circ\sim5^\circ$ )	有林地	20184.25	68.40	1973	6.69	73.09	10.23
		灌木林地	5241.25	17.76	869	2.94	39.17	6.03
		其他林地	4084	13.84	518	1.76	33.58	7.88
	梯度带 II ( $5^\circ\sim15^\circ$ )	有林地	7668.75	64.81	1288	10.89	47.61	5.95
		灌木林地	2525.25	21.34	473	4.00	25.54	5.34
		其他林地	1638.5	13.85	246	2.08	19.78	6.66
	梯度带 III ( $15^\circ\sim25^\circ$ )	有林地	9503.5	64.73	1394	9.50	51.75	6.82
		灌木林地	3193.5	21.75	637	4.34	31.63	5.01
		其他林地	1984.25	13.52	299	2.04	23.69	6.64
	梯度带 IV ( $>25^\circ$ )	有林地	4414	66.84	596	9.03	35.92	7.41
		灌木林地	1247.75	18.90	288	4.36	22.89	4.33
		其他林地	941.75	14.26	126	1.91	15.88	7.47
2012	梯度带 I ( $0^\circ\sim5^\circ$ )	有林地	16687	62.06	2345	8.72	74.92	7.12
		灌木林地	6077	22.60	1193	4.44	45.35	5.09
		其他林地	4122.75	15.33	1092	4.06	41.67	3.78
	梯度带 II ( $5^\circ\sim15^\circ$ )	有林地	6351.75	53.51	1362	11.69	47.66	4.66
		灌木林地	3767.75	32.34	671	5.76	29.53	5.62
		其他林地	1732.75	14.15	642	5.51	29.95	2.39
	梯度带 III ( $15^\circ\sim25^\circ$ )	有林地	10493.75	58.59	1607	8.97	56.19	6.53
		灌木林地	4831.5	26.97	905	5.05	37.06	5.34
		其他林地	2586.25	14.44	820	4.58	34.36	3.15
	梯度带 IV ( $>25^\circ$ )	有林地	6454.75	60.90	700	6.60	37.79	9.22
		灌木林地	2848.25	26.87	411	4.88	28.88	6.93
		其他林地	1296.25	12.23	388	3.66	24.99	3.34

从景观水平上看,研究期间各梯度带 CONTAG 呈下降趋势,这说明斑块破碎度增大,分布呈间断特点;SHDI 和 SHEI 都呈上升趋势,说明斑块类型面积比重不断趋于均衡化;梯度带 IV 的 COHESION 呈上升趋势,而梯度带 I, II, III 呈下降趋势,这说明陡坡的连通性提高,而缓坡的连通性降低;梯度带 I, II, III 的 SPILT 呈上升趋势,而梯度带 IV 呈上升趋势;梯度带 IV 的 AI 呈上升趋势,而梯度带 I, II, III 的 AI 呈下降趋势,其中,梯度带 I 的 AI 降低最大。这说明陡坡地区林地景观聚集度增强,而缓坡聚集度逐渐降低(表 2)。

### 3.2 林地景观在高程梯度上的变化特征

从景观类型上看,梯度带 A, B, C, E 的有林地 CA 呈下降趋势,梯度带 D 的有林地 CA 呈上升趋势。各梯度带的灌木林地呈上升趋势。梯度带 A, E 的其他

林地 CA 呈下降趋势;各梯度带有林地 PLAND 和灌木林地 PLAND 分别呈下降和上升趋势。梯度带 A, D, E 的其他林地 PLAND 呈下降趋势,梯度带 B, C 呈上升趋势,这说明灌木林地的比重在提高,而有林地降低;各梯度带的林地 NP 都呈上升趋势;各梯度带的灌木林地和其他林地 PD 都呈上升趋势。梯度带 A, B, C 和梯度带 D, E 的有林地 PD 分别呈上升和下降趋势。这说明低海拔地区受人类经济活动影响较大,斑块呈破碎化趋势。而高海拔地区受人类活动影响较少,斑块破碎化速度较慢;各梯度带的各林地 LSI 呈上升趋势,这说明各海拔梯度的林地景观形状趋于复杂;梯度带 A, B, C 和梯度带 D, E 的有林地和灌木林地 AREA-MN 分别呈下降和上升趋势。各梯度带的其他林地 AREA-MN 呈下降趋势。这说明高海拔地区林地景观的破碎程度减低,而低海

拔的林地景观破碎度增加(表 3)。

从景观水平上看,除梯度带 E,各梯度带 CONTAG 呈下降趋势;除梯度带 D,E 外,COHESION 和 SPILT 分别呈下降和上升趋势,说明高海拔地区连通性和聚合度在提高,而低海拔地区连通性和聚合度

在降低。各梯度带 SHDI 和 SHEI 都呈上升趋势,说明各梯度带景观面积比重不断趋于均衡化。梯度带 D 的 AI 呈上升趋势,而梯度带 A,B,C 的 AI 呈下降趋势,这说明高海拔林地景观聚集度增强,而低海拔聚集度逐渐降低(表 4)。

表 2 1992—2012 年林地景观水平的坡度梯度变化

年份	坡度梯度带	CONTAG	COHESION	SPILT	SHDI	SHEI	AI
1992	梯度带 I (0°~5°)	57.30	92.60	254.73	0.84	0.77	74.28
	梯度带 II (5°~15°)	56.42	89.01	242.44	0.88	0.81	74.07
	梯度带 III (15°~25°)	55.54	89.20	250.42	0.88	0.80	73.59
	梯度带 IV (>25°)	57.36	87.19	230.74	0.86	0.78	72.79
2012	梯度带 I (0°~5°)	49.76	89.72	483.82	0.92	0.84	70.79
	梯度带 II (5°~15°)	48.63	88.16	245.12	0.96	0.88	71.95
	梯度带 III (15°~25°)	48.34	89.27	279.44	0.95	0.86	72.26
	梯度带 IV (>25°)	52.01	89.32	177.40	0.91	0.83	74.68

表 3 1992—2012 年林地景观类型的高程梯度变化

年份	高程梯度带	林地类型	CA	PLAND	NP	PD	LSI	AREA-MN	
1992	梯度带 A 589~799 m	有林地	9288.25	70.39	826	6.26	49.53	11.24	
		灌木林地	1944.75	14.74	434	3.29	28.25	4.48	
		其他林地	1962.00	14.87	271	2.05	24.72	7.24	
	梯度带 B 800~959 m	有林地	9738.00	75.76	1024	7.97	51.29	9.51	
		灌木林地	2076.50	16.15	512	3.98	29.20	4.06	
		其他林地	1039.50	8.09	199	1.55	18.45	5.22	
	梯度带 C 960~1116 m	有林地	13924.00	70.06	1029	5.18	56.99	13.53	
		灌木林地	3333.25	16.77	537	2.70	33.05	6.21	
		其他林地	2617.75	13.17	272	1.37	26.59	9.62	
	梯度带 D 1117~1319 m	有林地	6233.50	65.23	453	4.74	36.82	13.76	
		灌木林地	1985.00	20.77	216	2.26	21.72	9.19	
		其他林地	1337.75	14.00	137	1.43	18.00	9.76	
	梯度带 E 1320~1822 m	有林地	2606.25	36.49	105	1.47	18.81	24.82	
		灌木林地	2846.25	39.85	71	0.99	15.95	40.09	
		其他林地	1689.25	23.65	61	0.85	12.39	27.69	
	2012	梯度带 A 589~799 m	有林地	9179.25	67.38	1150	8.44	53.87	7.98
			灌木林地	2656.75	19.50	687	5.04	36.32	3.87
			其他林地	1788.00	13.12	532	3.90	29.32	3.36
梯度带 B 800~959 m		有林地	7737.75	62.43	1224	9.87	52.81	6.32	
		灌木林地	2824.75	22.79	709	5.72	32.15	3.98	
		其他林地	1832.75	14.79	570	4.60	29.27	3.22	
梯度带 C 960~1116 m		有林地	12698.75	62.52	1158	5.70	57.32	10.97	
		灌木林地	4672.75	23.00	818	4.03	39.82	5.71	
		其他林地	2941.50	14.48	843	4.15	37.96	3.49	
梯度带 D 1117~1319 m		有林地	7738.50	62.97	478	3.89	37.82	16.19	
		灌木林地	2855.25	23.24	306	2.49	25.80	9.33	
		其他林地	1694.50	13.79	343	2.79	24.48	4.94	
梯度带 E 1320~1822 m		有林地	2573.75	30.83	91	1.09	18.98	28.28	
		灌木林地	4529.75	54.26	96	1.15	18.09	47.18	
		其他林地	1244.00	14.90	115	1.38	15.25	10.82	

表 4 1992—2012 年林地景观水平的高程梯度变化

年份	高程梯度带	CONTAG	COHESION	SPILT	SHDI	SHEI	AI
1992	梯度带 A (589~799 m)	56.42	93.96	80.73	0.81	0.74	73.49
	梯度带 B (800~959 m)	62.41	92.91	87.02	0.71	0.64	72.29
	梯度带 C (960~1116 m)	56.31	93.66	152.45	0.82	0.74	75.28
	梯度带 D (1117~1319 m)	53.52	92.69	120.45	0.88	0.80	76.88
	梯度带 E (1320~1822 m)	41.17	96.05	25.91	0.98	0.98	84.56
2012	梯度带 A (589~799 m)	49.57	91.91	137.03	0.85	0.77	70.03
	梯度带 B (800~959 m)	47.85	90.72	143.80	0.91	0.83	69.79
	梯度带 C (960~1116 m)	45.36	92.11	177.83	0.91	0.83	72.72
	梯度带 D (1117~1319 m)	47.35	93.54	112.25	0.90	0.82	77.30
	梯度带 E (1320~1822 m)	44.36	96.67	18.89	0.98	0.99	85.64

## 4 结论与讨论

人类活动是影响山区林地景观动态变化的重要因子。它使林地景观在垂直方向发生巨大变化。这主要表现在高程和坡度方面。具体表现为:有林地景观在坡度小和海拔低的梯度带呈下降趋势,坡度大和海拔高的梯度带呈上升趋势。灌木林地各梯度带都呈上升趋势。其他林地不同梯度带的变化有所差异;各梯度带的林地景观形状趋于复杂;坡度小和海拔低的梯度带破碎程度增大,而坡度大和海拔高地区林地景观破碎度降低。坡度小和海拔低的林地景观分布趋于分散,聚集度和连通性减低。坡度大和海拔高的林地景观分布趋于集中,聚集度和连通性提高。

高程和坡度是林地景观分异的重要驱动因素,而林地景观格局的梯度变化也受到土壤、水分、温度等因素影响,因此今后的研究应综合考虑各种因素进行林地景观梯度分析。此外,不同高程带和坡度带上林地景观变化导致的生态环境效应有待进一步的研究。

### 参考文献:

- [1] 孙然好,陈利顶,张百平,等.山地景观垂直分异研究进展[J].应用生态学报,2009,20(7):1617-1624.
- [2] 李月辉,胡远满,常禹,等.大兴安岭呼中林业局森林景观格局变化及其驱动力[J].生态学报,2006,26(10):3347-3357.
- [3] 古琳,刘波,龚固堂,等.成都市近 20 a 林地景观变化特征[J].应用生态学报,2010,21(5):1081-1089.
- [4] 宋戈,付金山,王越.松嫩高平原土地利用景观梯度变化特征分析[J].水土保持研究,2013,20(6):246-250.
- [5] 丁圣彦,钱乐祥,曹新向,等.伊洛河流域典型地区森林景观格局动态[J].地理学报,2003,23(5):604-611.
- [6] 陈文波,肖笃宁,郑蕉,等.内蒙古毕拉河林区近十年森林景观变化及驱动力浅析[J].应用生态学报,2004,15(5):741-747.
- [7] 于德永,郝占庆,姜萍,等.长白山典型林区森林资源景

观格局变化分析[J].应用生态学报,2004,15(10):1809-1814.

- [8] 朱晓勤,刘康,李建国,等. GIS 支持下的秦岭山地植被分布与环境梯度关系研究[J].水土保持研究,2009,16(2):169-175.
- [9] 何承刚,冯彦,杨燕平.西双版纳林地景观演变过程及其驱动力分析[J].云南地理环境研究,2008,20(5):12-17.
- [10] 邹秀萍,齐清文,姜莉莉,等.怒江流域林地景观演变过程及其驱动力研究[J].地理科学进展,2006,25(5):41-46.
- [11] 朱耀军,王成,贾宝全,等.基于景观可达性的广州市林地边界动态分析[J].生态学报,2011,31(7):1962-1969.
- [12] 李阳菊,王海洋.重庆主城区南滨路至铜锣山山脊林地景观的梯度变化分析[J].林业调查规划,2011,36(4):16-24.
- [13] 王金亮,黄志霖,邵景安,等.林地景观格局的样带梯度分布与空间聚集特征:以重庆三峡库区生态屏障区为例[J].地理科学进展,2013,32(2):308-317.
- [14] 孔繁花,李秀珍,尹海伟,等.地形对大兴安岭北坡林火迹地森林景观格局影响的梯度分析[J].生态学报,2004,24(9):1863-1870.
- [15] 梁国付,韩艳,丁圣彦.伏牛山北坡森林景观变化的地形梯度特征分析[J].地理科学,2010,30(2):242-247.
- [16] 黄美玲,陈志强,李小飞.朱溪流域地形特征对土地利用/覆被空间格局的影响[J].吉林师范大学学报:自然科学版,2012,42(3):90-93.
- [17] 郑新奇,付梅臣.景观格局空间分析技术及其应用[M].北京:科学出版社,2010.
- [18] 苏文静,卢远,曹顺平.基于 GIS 的那坡县林地景观格局分析[J].广西林业科学,2013,42(2):173-177.
- [19] 卢磊,乔木,周生斌,等.阜康市土地利用变化的景观格局特征分析[J].农业系统科学与综合研究,2010,26(2):149-155.
- [20] 郑丽丹,黄曦,叶夏,等.福州市土地利用景观格局动态分析[J].江西农业学报,2010,22(10):138-140.