

黔东南山地丘陵区景观格局演变及其生态效应

李阳兵^{1,2}, 王世杰², 李瑞玲², 谭秋²

(1. 贵州师范大学地理与生物科学学院, 贵州 贵阳 550001;

2. 中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002)

摘 要: 利用遥感影像数据对黔东南山丘陵区 1995~ 2000 年的景观格局与动态进行分析。结果显示, 研究地区的景观破碎化程度呈上升趋势, 多样性降低, 景观均匀度降低, 优势度增加, 蔓延度降低, 表现斑块形状变化的分维数指标均有下降, 反映出斑块形状的不规则程度降低。研究区以林地、耕地和荒草地 3 种景观生态类型占据主导地位, 已控制着区域景观生态格局及其发展。但耕地、林地、草地这三者之间相互转化比较频繁, 说明退耕还林还草与毁林毁草开荒同时并存, 植被恢复与退化并存, 整体景观尚处于一种波动状态。研究区景观格局特征是岩性、地貌和人为活动共同作用的结果。

关键词: 景观格局; 生态效应; 黔东南山地丘陵

中图分类号: F323

文献标识码: A

景观空间格局的形成是在一定地域内各种自然环境条件与社会因素共同作用的产物, 研究其特征可了解它的形成原因与作用机制, 为人类定向影响生态环境并使之向良性方向演化提供依据。因此, 对某区域景观空间格局的研究, 是揭示该区域生态状况及空间变异特征的有效手段。国外从 20 世纪 70 年代转向景观要素斑块的定量化研究^[1], 国内的景观格局研究主要集中于黄土高原和干旱区^[2-9]。格局与环境、格局与生态过程研究在我国刚刚起步, 受传统土壤学的影响, 其研究多侧重于土地利用格局变化对土壤因子的影响, 而对环境其他因子影响的研究尚不足, 景观格局研究应强调与景观过程的联系^[10]。对西南喀斯特山地生态系统景观整体的退化重视不够, 所基于的资料也以地面调查和统计资料为主, 使研究工作无论在多时相对比还是在区域选择上都受到很大限制^[11]。

我国南方特别是西南广大喀斯特地区人多地少, 生态环境非常脆弱, 土地利用开发程度高, 中小尺度土地利用格局变化较大, 开展土地利用及其格

局变化对生态环境和生态过程的影响研究, 对西南地区土地资源合理利用, 土地利用总体规划, 保护生态环境, 合理改进种植制度, 正确选择主导产业, 促进生态安全建设以及可持续发展等均具有重要意义。研究区地处贵州高原的东部斜坡地带, 土地类型与生态类型都复杂多样, 而有关该区域内景观格局的定量研究, 还未见报道。本文通过比较不同时间的景观类型变化, 以期阐明景观整体特征和各个组分在整个景观中地位和作用的差异, 进而揭示景观格局变化的机理和生态效应。

1 研究区概况

研究区包括黔东南中山、低山丘陵区, 梵净、佛顶中山区, 黔东北低山、丘陵区^[12], 面积 32 880. 57 km², 占全省土地面积的 18. 5%, 如图 1 中 1 所示。在地势上属于贵州第三级梯面, 是贵州高原的东部斜坡地带, 又处于长江和珠江的上游地区, 是两江上游的天然生态屏障的区域。大部分地区海拔高度

收稿日期(Received date): 2004- 08- 11; 改回日期(Accepted): 2004- 11- 12。

基金项目(Foundation item): 国家自然科学基金重点项目(90202003)。[Supported by Key National Science Foundation(90202003).]

作者简介(Biography): 李阳兵(1968-), 重庆潼南人, 博士后, 主要研究方向为土地资源与生态环境治理。[Li Yangbin(1968-), male, Doctor degree, undertaking the research work on land resource and eco-environment rehabilitation. E-mail: liyangbin@sohu.com.]

500~ 1 000 m, 年均温 13~ 16 ℃, 年均雨量 1 200 mm 以上, 是贵州水热条件较好地区。地貌类型以侵蚀剥蚀低山、低中山、丘陵、河谷盆地, 15° 以上坡地占全区面积的 92%, 其中> 25° 的陡坡超过 47%, 平地 and 缓坡地甚少。岩性以非碳酸盐岩(变质岩和碎屑岩) 为主(表 1), 是贵州省非碳酸盐岩集中分布区。各类碳酸盐岩中以连续性白云岩较多, 占 44. 71%, 碳酸盐岩地区以丘陵和低山地貌为主。人类活动以农业生产为主, 形成自然景观与农业景观共存的类型。农业人口密度在 100~ 150 人/km² 左右, 大部分地区 25° 以上坡耕地占耕地比重在 20% 左右。

表 1 黔东区各类岩石与碳酸盐岩地区各类地貌面积百分比

Table 1 Proportions of varied lithology and geomorphological types of carbonate area in east of Guizhou

岩石类型	非碳酸盐岩	连续性灰岩	灰岩夹碎屑岩	灰岩碎屑岩互层	连续性白云岩	白云岩夹碎屑岩	灰岩与白云岩互层
面积(%)	83. 12	1. 4	4. 76	1. 17	7. 55	0. 96	1. 04
地貌类型	浅(低、中、高) 丘陵	深(低、中、高) 丘陵	浅、中切割低山	深切切割低山	浅、中切割中山	深切切割中山	盆地
面积(%)	22. 24	26. 16	20. 69	4. 76	5. 32	19. 75	1. 09

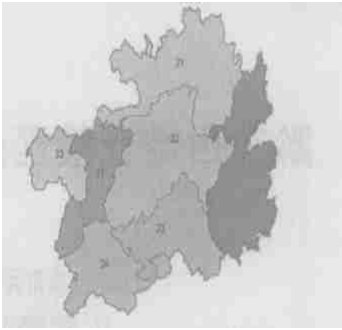


图 1 贵州地貌区划示意图

Fig. 1 The sketch map of geomorphology subarea in Guizhou Province

2 研究方法

2.1 数据来源

以 1995 年和 2000 年的两期 TM(ETM) 影像为基础, 采用 7、4、3 和 4、3、2 波段假彩色合成影像为基本数据源, 辅以各县市 1: 50 000 地形图及相关的资料, 1: 250 000 矢量地形库、1: 250 000 DEM (数字高程模型), 以及气象、土壤、植被、水土流失等专题图和外业调查资料, 通过计算机遥感图像自动分类, 建立各种地类判读标志, 编制两期同一比例尺的土地利用景观类型现状图。野外工作采用随机选取采样点, GPS 定位, 记录实地海拔高度、地貌类型、土地利用类型。根据实地记录与解译结果对比, 得出遥感解译的判断精度和地类界线勾绘的准确程度约 90%。共划分了 17 种基本景观类型(图 2): 1. 水田(11), 有灌溉设施和水源保证的耕地, 包括水田和望天田; 2. 旱地(12) 指无灌溉水源及设施, 靠天然降水生长作物的耕地, 在一般年景能正常灌溉的旱作物耕地, 以种菜为主的耕地, 正常轮作的休闲地和轮歇地; 3. 有林地(21), 郁闭度> 30% 的天然林和人工林; 4. 灌木林地(22): 郁闭度> 40%, 高度在 2m 以下的矮林地和灌丛林地; 5. 疏林地(23), 郁闭度为 10%~ 30% 的林地; 6. 园地(24), 各类园地(包括果园、桑园、茶园等); 7. 草地(31), 覆盖度> 50%。

的天然草地和改良草地; 8. 河渠(41); 9. 湖泊(42); 10. 水库、坑塘(43); 11. 滩地(44); 12. 城镇用地(51); 13. 农村居民用地(52); 14. 工矿和交通用地(53); 15. 中覆盖度荒草地(61), 覆盖度在 20% ~ 50% 的天然草地和改良草地; 16. 低覆盖度荒草地(62), 覆盖度在 5% ~ 20% 的天然草地; 17. 裸岩石砾地(64), 地表为岩石或石砾, 其覆盖面积> 50% 的土地。

2.2 GIS 支持下的图形叠加与景观格局指数计算
应用 GIS 软件 ARC/INFO 生成矢量数据文件, 建立地理信息库, 利用 ERDAS7. 0 完成数据文件转换。选取分维数、景观分离度、景观优势度、多样性指数及破碎度等景观空间格局特征指标, 利用 A-PAK2. 22 实现景观空间格局特征参数的计算和分析, 所有的景观格局分析均在整个景观与斑块类型两种尺度上进行。同时, 在 GIS 的支持下, 进行图形叠加生成动态图, 提取动态信息, 定量地反映两个年代间土地利用景观类型空间分布的演变规律及趋势。

3 结果与分析

3.1 景观空间格局分析

3.1.1 研究区景观的动态特征

1995 年研究地区共有斑块 25 306 个, 2000 年增加为 26 333 个(表 2)。所有斑块分布在 17 个景

观要素类型中。其中, 灌木林地、有林地、疏林地和草地、中覆盖度草地和低覆盖度草地斑块数占总数的 35.5% ~ 36.1%, 山地耕地斑块数占 62.9% ~ 64.3%。5 a 间, 平均斑块面积从 129.90 hm² 减少到 124.83 hm², 即平均每个斑块面积减少 5.07 hm²。这反映出研究地区的景观破碎化程度呈上升趋势。多样性指数从 1.710 下降到 1.661 反映了景观多样性的降低, 具体表现为各景观要素所占比例的差异有所缩小, 景观均匀度降低, 优势度增加, 蔓

延度降低, 同时表现斑块形状变化的分维数指标均有下降, 反映出斑块形状的不规则程度降低。

研究区景观的整体特征表现为景观破碎化与景观结构粗粒化并存, 景观分异对比明显, 景观整体退化明显。景观破碎化主要表现为斑块数量增加而面积缩小, 斑块形状趋于不规则, 内部生境面积缩小, 廊道被截断以及斑块彼此隔离。与 1995 年相比, 有林地、灌木林地、疏林地、中覆盖度荒草地等斑块的总周长均增加, 破碎化使其边缘暴露, 边缘效应显著。

表 2 景观格局指标变化特征

Table 2 The quantitative properties of landscape in east of Guizhou

年代	景观嵌块数	嵌块平均大小(hm ²)	多样性	优势度	均匀度	蔓延度指数	分形维数
1995	25 306	129.90	2.658 7	1.429 0	0.650 4	2.798	1.486
2000	26 333	124.83	2.302 9	1.784 8	0.563 3	2.249	1.393

3.1.2 主要景观要素的动态特征

研究区不同时期各景观要素的总面积和面积比例均显示出有林地、疏林地、灌木林地占据着景观中的优势地位, 表明黔东南山地丘陵区具有较好的自然本底(图 2、图 3)。从 1995 年到 2000 年, 有林地面积减少了 0.1%, 灌木林地、疏林地面积分别下降了 0.3%、0.6%, 旱地增加了 0.9%(表 3), 但这表示生态环境并未有所好转。因为尽管景观要素的面积百分比变化不大, 但有林地、灌木林地、疏林地的斑块数明显增加, 平均斑块面积明显减少, 分形维数、分离度和嵌块形状指数增加, 反映出林地斑块的

形状更加复杂, 斑块的碎裂化程度呈增加趋势。中覆盖度荒草地同样有明显的破碎化趋势。在 5 a 中, 旱地的斑块数增加了 999 块, 所占面积百分比提高了 0.9%, 反映出在退耕还林的同时, 毁林开荒并没有得到完全的制止。分维数 $D = 1.50$, 则表示该景观类型处于一种类似于布朗运动的随机状态, 即最不稳定状态; 越接近 1.5, 表示该景观类型越不稳定^[13]。水田、旱地、灌木林地、疏林地、中覆盖度荒草地等斑块类型的分维数接近 1.50, 说明它们处于一种不稳定状态。

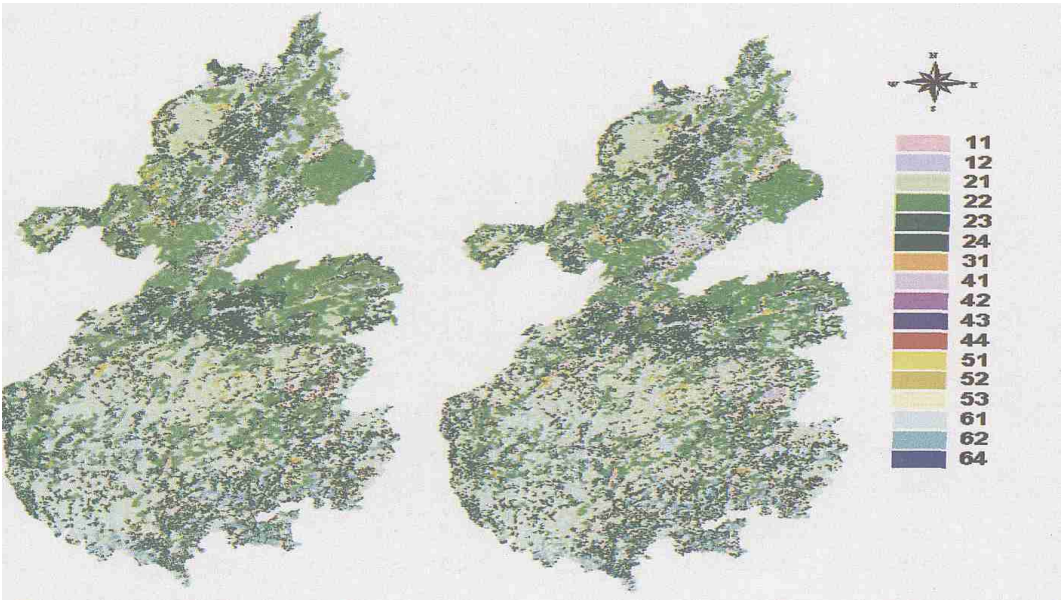


图 2 黔东南 1995 年景观镶嵌结构图

Fig. 2 Mosaic of landscape of east of Guizhou in 1995 and 2000

研究区林地、耕地和荒草地 3 种主要景观类型的分离度较低,说明这 3 种景观生态类型占据主导地位,已控制着区域景观生态格局及其发展。而一些人工景观,如城镇用地、工矿建设用地和农村居民点用地等尽管面积和斑块数都有所增长,但 1995 年和 2000 年的分离度指数都较高,尤其是工矿建设用地曾达到 29.57,反映出这些景观生态类型在本区域占次要地位。既反映了该区以丘陵和低山地貌为主的特点,同时也说明该区域镇、工矿建设用地的发展规模较小,密集度差,社会经济还不够发达。

3.2 景观单元类型的转换

从主要景观要素转移矩阵可以看出(表 4),研究区 1995~2000 年的景观单元类型间的转换呈现如下特征。5 a 内,分别有 145.897 hm²、96.697 hm²、

74.610 hm² 耕地变成了中覆盖度荒草地、灌木林地、和疏林地,相应地有 8.331 hm² 有林地、84.152 hm² 灌木林地、60.458 hm² 疏林地、92.180 hm² 中覆盖度荒草地转变成耕地,其 3 水田的比例大于旱地。

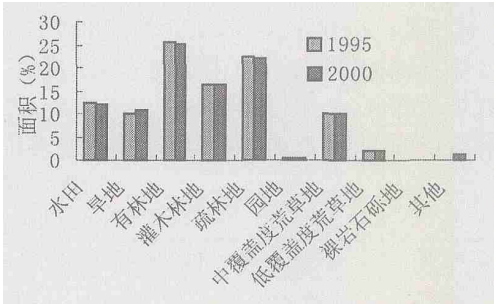


图 3 主要景观要素面积比例

Fig. 3 Area ratio of major landscape components

表 3 1995~2000 年不同景观单元指标变化特征

Table 3 The statistic index characteristic values of different landscape types in the east of Guizhou from 1995 to 2000

景观要素		景观嵌块数	嵌块平均大小 (hm ²)	总周长 (km)	面积 (hm ²)	面积百分比 (%)	分形维数	分离度	嵌块形状指数
水田	A	5 509	73.74	51 975.52	406 212.60	12.4	1.601	0.165	230.11
	B	5 543	72.62	51 783.91	402 546.3 ^a	12.2	1.570	0.168	230.30
旱地	A	10 407	31.32	43 719.23	325 901.20	9.9	1.524	0.284	216.09
	B	11 406	31.02	46 920.75	353 803.20	10.8	1.443	0.274	222.58
有林地	A	2 466	340.15	46 491.87	838 807.10	25.5	1.476	0.054	143.23
	B	2 552	326.93	46 696.85	834 333.60	25.4	1.716	0.055	144.25
灌木林地	A	1 317	411.17	27 198.09	541 505.90	16.5	1.503	0.061	104.29
	B	1 393	383.95	27 981.40	534 843.97	16.3	1.650	0.020	107.96
疏林地	A	2 396	308.37	46 246.24	738 855.60	22.5	1.532	0.060	151.81
	B	2 496	288.43	47 276.20	719 928.96	21.9	1.714	0.063	157.22
园地	A	85	120.18	900.06	10 215.40	0.3	1.567	0.818	25.12
	B	146	69.10	1 010.11	10 095.11	0.3	1.056	1.085	28.37
城镇用地	A	19	97.77	103.22	1 857.70	0.06	1.196	2.130	6.75
	B	20	129.72	150.50	2 594.40	0.08	1.337	1.560	8.67
农村居民点用地	A	272	9.94	406.57	2 704.60	0.08	1.308	5.530	22.06
	B	282	10.02	425.54	2 824.50	0.09		5.390	22.59
工交建设用地	A	4	15.33	6.33	61.30	0.90	1.225	29.570	2.28
	B	9	18.27	21.24	164.40	0.01		16.500	9.35
中覆盖度荒草地	A	2 011	164.82	22 094.48	331 451.70	10.1	1.476	0.122	108.20
	B	2 202	150.17	22 919.70	330 679.37	10.1	1.558	0.129	112.46
低覆盖度荒草地	A	555	112.32	5 602.75	62 335.80	1.89	1.514	0.342	63.32
	B	579	106.32	5 620.21	61 556.87	1.87	1.298	0.354	63.92
裸岩石砾地	A	21	84.16	118.61	1 767.30	0.05		1.259	3.00
	B	16	75.64	86.6	1 210.27	0.03		2.358	7.96

有林地分别有 31.179 hm²、26.192 hm² 变成中覆盖度荒草地、灌木林地, 有林地的增加主要来自灌木林地和疏林地。灌木林地主要转变成耕地、有林地和中覆盖度荒草地, 相应其增加也主要来自耕地、有林地和中覆盖度荒草地。疏林地的增加主要来自耕地和中覆盖度荒草地, 中覆盖度荒草地的增加主要来自耕地, 其次是林地。研究区的建设用地、园地相对稳定。

上述景观要素的变化说明研究区各类型斑块的变化稳定性存在较大差异。耕地、林地和草地的转换关系复杂, 退耕还林还草与毁林毁草开荒同时并存, 植被恢复与退化并存, 表明耕地、林地和草地斑块相互之间的频繁转换使斑块具有不稳定性, 整体景观尚处于一种波动状态。这与前述主要景观要素分形维数所揭示的结果一致。耕地、林地、草地这三者之间相互转化比较频繁, 在目前举国上下大力加强环境建设与生态建设、普遍加强天然林保护(简称天保)并实施退耕还林政策的形势下, 这是极不合理

的, 也是极不经济的^[14]。这是今后该地区环境建设中应该引起重视并加以改进的重要方面。

研究区有 15 个县(市)纳入了天保工程范围, 实施天保工程对恢复和增加森林资源都是有利的、积极的, 但如国家政策不完全兑现, 对当地经济收入和农民生活的影响也是较大的^[15], 这可能是耕地、林地、草地相互转化比较频繁的原因之一。退耕还林还草这一生态举措是否能够取得预期的效果, 还取决于能否解决好退耕过程中的一系列策略和技术问题。例如, 退耕的适度规模和时间进程, 退耕后的植被重建方向和方式, 退耕与区域脱贫相结合、退耕还林与社区、聚落建设相结合, 退耕还林还草试点工程与天然植被保护和改良工程的关系等。这是退耕还林还草工作中必须解决的重大问题, 必须经过充分的科学论证。因而在退耕还林工程中强调生态效应的同时, 如何将农村长期经济效应向短期转化以及长期生态效应向经济转化是个值得研究的问题。

表 4 黔东南区 1995~ 2000 年主要景观要素转换矩阵(hm²)

Table 4 The main landscape components change matrix from 1995 to 2000 in East Guizhou Province(hm²)

2000 年 1995 年	耕地	有林地	灌木林地	疏林地	园地	建设用地	中覆盖度荒草地	低覆盖度荒草地	裸岩石砾地
耕地	329 672. 98	5. 52	96. 70	74. 61	1. 35	0. 10	145. 90	4. 59	0
有林地	8. 33	66 959. 26	26. 19	10. 58	0	0	31. 18	0. 06	0. 41
灌木林地	84. 15	80. 58	615 063. 27	11. 95	0	0. 04	19. 39	1. 34	
疏林地	60. 46	17. 58	12. 63	83 822. 70	0. 08	0	26. 42	17. 88	
园地	1. 69	0	0. 032	0. 13	7 898. 93	0	0. 52	0	
建设用地	0. 37	0	0. 06	0	0	2 708. 96	0. 35	0	
中覆盖度荒草地	92. 18	4. 55	21. 12	26. 86	0. 35	0. 33	35 0147. 19	0. 84	
低覆盖度荒草地	1. 74	3. 76	1. 77	1. 38	0	0. 40	56 832. 65		
裸岩石砾地	0. 06	0. 58							871. 19

3.3 景观格局变化的生态效应

研究区喀斯特区和非喀斯特区的景观变化和生态退化是存在差异的, 碳酸盐岩分布区灌木林地集中分布, 形成大面积的斑块。非碳酸盐岩区以农业景观为主, 林地、草地斑块十分破碎, 景观要素转换十分迅速强烈。从地貌来看, 林地集中于低山及地势更高的地貌部位, 如梵净山、雷公山存在较大面积的森林斑块。丘陵区景观破碎且动态变化强烈。另

外, 林地分布上还有边远、落后地区多, 中心地区、经济发达地区少等特点, 但该区景观格局特征并不完全与农业人口密度成正比关系, 反映了景观格局特征成因的多样性, 景观格局特征是岩性、地貌和人为活动共同作用的结果。

本区历史上植被较为丰富, 由于受自然和人为因素的影响, 碳酸盐岩分布较多的西部、西北部植被受破坏后恢复势弱, 造成东西部、南北部植物生物量

差异明显。在镇远的焦溪,台江的施洞,凯里的挂丁,丹寨的复兴一线以西北的喀斯特地区,包括黄平、施秉、镇远、岑巩、凯里、麻江以及台江、丹寨和三穗部分地区,森林覆盖率比较低。碳酸盐岩分布区由于喀斯特生态系统特有的脆弱性,生态退化十分明显,石漠化面积不断扩大。将研究区 1995 年的景观类型图与 2000 年的石漠化分布图叠加,发现旱地有 5 946.14 hm^2 发生中度石漠化,767.68 hm^2 发生强度石漠化,13 200 hm^2 发生轻度石漠化,到 2000 年 180.4 hm^2 发生强度石漠化、5 993.40 hm^2 发生中度石漠化、8 493.82 hm^2 发生轻度石漠。林地和草地也有不同程度的退化,且退化主要集中在碳酸盐岩分布区。因为喀斯特地区生态环境具有易伤性、脆弱性、再生能力差等特点,故生态建设优先考虑这些区域,应该以发展公益性林业为主。

在此线东南为非喀斯特地区,发育的是侵蚀地貌,是前震旦系变质岩组成的低山丘陵地带,地势较低,土壤肥厚,水热条件优越,宜林程度高,林木生产力高,生长大量的以杉木和马尾松为主的中亚热带次生常绿针叶林和针阔混交林。但林业结构不合理,珍贵的用材林少,低劣的用材林多;中、幼林多,成熟林面积和蓄积量少。而部分地区由于人为活动影响加剧,导致生境恶化,不大适宜常绿树种的生存,则较长时期地保持针阔混交林、针叶林或落叶阔叶林的现状,或者加速其逆行演替的进程,演变为灌丛、草坡或裸地^[16]。

参考文献(References):

- [1] Antrop M., Brandt J. Changing patterns in the urbanized countryside of Western Europe. *Landscape Ecology*, 2000, **15**(3): 257~270.
- [2] Jia Baoquan, Wang Guozhu, Ci Longjun. Analysis on the regional difference of the distribution characteristics of landscape pattern: A case study in Yijinhollow Banner on the Erds Plateau[J]. *Arid Zone Research*, 2003, **20**(3): 168~174. [贾宝全,王国柱,慈龙骏. 景观格局分布特征的区域差异分析——以鄂尔多斯高原伊金霍洛旗为例[J]. 干旱区研究, 2003, **20**(3): 168~174.]
- [3] Wang Xiaoyan, Xu Zhigao, Yang mingyi, et al.. Analysis of the landscape diversity dynamics of small watershed in the loess plateau [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, **15**(2): 273~277. [王晓燕,徐志高,杨明义. 黄土高原小流域景观多样性动态分析[J]. 应用生态学报, 2004, **15**(2): 273~277.]
- [4] Xu Jianhua, Fang Chuanglin, Yue Wenzhe. An analysis of the mosaic structure of regional landscape using GIS and remote sensing[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, **23**(2): 367~375. [徐建华,方创琳,岳文泽. 基于 RS 与 GIS 的区域景观镶嵌结构研究[J]. 生

态学报, 2003, **23**(2): 367~375.]

- [5] Ma Mingguo, Wang Xuemei, Jiao Yuanmei, et al.. Study on the change of landscape pattern of oasis in arid region based on RS and GIS methods Application of Jinta oasis[J]. *Journal of desert research*, 2003, **23**(1): 53~58. [马明国,王雪梅,角媛梅等. 基于 RS 与 GIS 的干旱区绿洲景观格局变化研究——以金塔绿洲为例[J]. 中国沙漠, 2003, **23**(1): 53~58.]
- [6] Wang Genxu, Chen Guodong. The spatial pattern analysis of landscape in arid inland river basin: A case study of the middle reaches of Heihe river[J]. *Journal of Lanzhou University(natural sciences)*, 1999, **35**(1): 211~217. [王根绪,程国栋. 干旱内陆河流域景观生态的空间格局分析——以黑河流域中游地区为例[J]. 兰州大学学报, 1999, **35**(1): 211~217.]
- [7] Cheng Peng, Pan Xiaoling. Ecological risk analysis of regional landscape in inland river watershed of arid area: A case study of Shangong River basin in Fukang[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2003, **22**(4): 116~120. [陈鹏,潘晓玲. 干旱区内陆流域区域景观生态风险分析——以阜康三工河流域为例[J]. 生态学报, 2003, **22**(4): 116~120.]
- [8] Wang Genxu, Guo Xiaoyin, Chen Guodong. Dynamic variations of landscape pattern and the landscape ecological functions in the source area of Yellow River[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, **22**(10): 1587~1598. [王根绪,郭晓寅,程国栋. 黄河源区景观格局与生态功能的动态变化[J]. 生态学报, 2002, **22**(10): 1587~1598.]
- [9] Wang Xuejun, Cheng Chunman, Yang Jianxin, et al.. Dynamic monitoring and prediction of landscape pattern in ecological environment vulnerable area[J]. *Journal of Beijing Forestry University*, 2003, **25**(4): 39~43. [王雪军,程春满,杨建新,等. 生态环境脆弱区的景观动态监测与预报研究[J]. 北京林业大学学报, 2003, **25**(4): 39~43.]
- [10] Li Xiuzhen, Bu Rencang, Chang Yu, et al.. The response of landscape metrics against pattern scenarios[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, **24**(1): 123~134. [李秀珍,布仁仓,常禹,等. 景观格局指标对不同景观格局的反应[J]. 生态学报, 2004, **24**(1): 123~134.]
- [11] Zhang Huiyuan, Cai Yunlong, Wan Jun. The study on the landscape change in karst mountain area using TM image[J]. *Journal of Mountain Science*, 1988, **18**(1): 18~25. [张惠远,蔡运龙,万军. 基于 TM 影像的喀斯特山地景观变化研究[J]. 山地学报, 1988, **18**(1): 18~25.]
- [12] The compiler of 《Agricultural geomorphology regionalization of Guizhou》. Agricultural geomorphology regionalization of Guizhou [M]. Guiyang: People's Press of Guizhou, 1982. 2. [贵州农业地貌区划]编写组. 贵州省农业地貌区划[M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1989. 2.]
- [13] Dong Lianke. Fractal theory and its application[M]. Shenyang: Science and Technology Press of Liaoning, 1991. 5~10. [董连科. 分形理论及其应用[M]. 沈阳: 辽宁科学出版社, 1991. 5~30.]
- [14] Meng Ping, Jia baoquan, Zhang Jinsong, et al.. Characterization of landscape changes in Taihang Mountain in China: A case studies

of Jiyuan city, He'nan Province[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, **24**(4): 825~ 830 [孟平, 贾保全, 张劲松, 等. 太行山低山丘陵区景观变化特征分析——以河南济源市为例[J]. 生态学报, 2004, **24**(4): 825~ 830.]

[15] Li Nuyun, Hong Jiayi. The social influence evaluation of natural forest protection project: A case of Qiandongnan Prefecture in Guizhou Province[J]. *Forest Economy*, 2000, **20**(6): 37~ 44. [李怒云, 洪家宜. 天然林保护工程的社会影响评价——贵州省黔东南州天保工程评价[J]. 林业经济, 2000, **20**(6): 37~ 44.]

[16] Yang Hanyuan, Wang Dingjiang, Wang Mingkai The preliminary study of main conifer- broad leaved mixed forest succession dynamic in southeast Guizhou province[J]. *Guizhou Forestry Science and Technology*, 2002, **30**(1): 6~ 10. [杨汉远, 王定江, 伍铭凯. 黔东南主要针阔混交林类型的演替动态初步分析[J]. 贵州林业科技, 2002, **30**(1): 6~ 10.]

Landscape Pattern Change of Mountain-hill Areas and Its Ecological Effects in the East of Guizhou Province

LI Yangbing^{1,2}, WANG Shijie², LI Ruiling², TAN Qiu²

(1. School of Geography and Biology Science, Guizhou Normal University, Guiyang, 550001, China)

(2. National Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Geochemistry Institute of Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China)

Abstract: Based on 1995 and 2000 TM images, the landscape pattern and dynamic changes during 1995~ 2000 in the mountain-hill areas of eastern Guizhou Province were analyzed. The results show a increasing landscape fragmentation process, decreased landscape diversity and landscape evenness, increased landscape dominance and decreased contagion. The fall of fractal dimension which denotes patch shape indicates that the irregularity of patch shape decrease. The woodland, cropland and grassland hold a dominant status between 1995 and 2000, controlling region landscape ecological pattern and its development in mountain-hill areas of the east of Guizhou Province, but the changing direction in the changing area was concentrated in these three land use types. This results show that “returning farmland to forestland and grassland” and “damage and reclamation of forest and grass lands” exist at the same time, vegetation restoration and degradation exist at the same time, the whole landscape have been in a fluctuating state still. The landscape pattern characteristics of mountain-hill areas in the east of Guizhou Province are the result influenced by lithology, physiognomy and artificial activities together.

Key words: landscape; ecological effects; mountain-hill areas in the east of Guizhou