

1990—2010年贵州喀斯特区石漠化景观格局变化分析^{*}

——以贵州省六枝特区为例

马士彬¹, 张勇荣¹, 杨琴¹, 林长松²

(1. 六盘水师范学院 环境与资源科学系; 2. 生命科学系, 贵州 六盘水 553004)

摘要:从石漠化演化趋势、石漠化类型空间组合特征及景观格局方面分析了1990—2010年贵州六枝喀斯特区石漠化景观格局的变化。研究结果表明:六枝特区近20年石漠化景观类型面积变化较大,其中无石漠化景观类型面积增加了73.16 km²,石漠化强度有所减弱;无石漠化和轻度石漠化景观比例增加,无石漠化、潜在石漠化及轻度石漠化景观类型的斑块密度增高,同时轻度石漠化景观形状指数上升了4.57,斑块形状进一步复杂和不规则;研究区石漠化景观多样化指数(GM_k)较高,1990、2000及2010年平均值都在0.66以上,石漠化景观类型丰富,但景观破碎化度较大并有增加趋势。通过景观分析可以看出,近20年来研究区石漠化景观得到了恢复,低等级石漠化斑块增多,降低了原有高等级石漠化斑块的优势度。但是新恢复的低等级石漠化斑块没有连片形成优势,所以在今后的治理过程中应该人为加以引导,促使生态修复的斑块间打通廊道形成优势,形成稳定的生态系统。

关键词:喀斯特石漠化;景观格局;空间组合;贵州省六枝特区

中图分类号:X144

文献标志码:A

文章编号:1672-6693(2014)03-0108-05

贵州地处世界三大喀斯特集中分布区之一的东亚片区中心,属中国乃至世界亚热带喀斯特分布面积最大、发育最强烈的一个高原山区。由于喀斯特环境的特殊性和脆弱性,再加上不合理的人为活动的影响,致使喀斯特生态环境严重恶化,出现一系列重大生态环境问题,其中最为显著的是脆弱喀斯特生态环境遭破坏后形成的石漠化^[1]。目前,针对喀斯特地区石漠化成因、危害及治理等方面的研究取得了一定的进展^[2-6],但对石漠化景观空间格局演化的研究较少。本研究选取贵州六枝典型喀斯特区为研究区,以1990年TM、2000年ETM及2010年环境减灾遥感影像资料为数据源,从石漠化演化趋势、石漠化类型空间组合特征及景观格局方面分析了1990—2010年研究区石漠化景观格局的变化,旨在对该区石漠化现状的认识及石漠化的防御与治理提供科学依据。

1 研究区概况

贵州省六盘水市六枝特区地处105°08'E~105°43'E, 25°59'N~26°22'N,面积1 792 km²,辖5个镇、14个乡,总人口48.18万人(2011年数据)。该区属亚热带湿润季风气候,年平均气温13.5~15.2℃,夏无酷暑,冬无严寒,雨量充沛,平均海拔1 350 m,境内非喀斯特面积412 km²,仅占全区总面积的22.98%,喀斯特地貌发育广泛。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源与处理

研究区石漠化数据由1990年TM、2000年ETM及2010年环境减灾遥感影像解译获得,石漠化等级的划分主要参照熊康宁等^[5]的划分方法。首先对遥感影像进行几何校正,以研究区1:5万地形图为基础,结合30 m分辨率DEM(坡度)以及土壤、植被、土地利用等专题数据,多图层叠加分析生成1:5万喀斯特石漠化分布图(封二彩图1)。

^{*} 收稿日期:2013-03-29 修回日期:2013-08-25 网络出版时间:2014-5-8 14:38

资助项目:贵州省科学技术基金(黔科合J字[2011]2052号/2011),贵州省科学技术基金(黔科合J字[2012]2309号/2012);国家重点基础研究发展计划(973计划)课题(No. 2012CB723202/2012);六盘水市科技局科技创新能力建设计划项目(No. 52020 2012-04-01-01/2012)

作者简介:马士彬,男,副教授,研究方向为环境遥感与地理信息系统应用,E-mail:msb88.com@163.com

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20140508.1438.024.html>

根据 1:5 万专题图编制要求^[7],上述 3 期研究区石漠化数据最小图斑都控制在 0.2 km² 精度要求内。2010 年数据通过 GPS 样点实测验证,野外抽样共计 300 个,吻合度达到 87.43%。2000 年和 1990 年数据以原有石漠化数据为参考进行精度验证,各抽取 300 个样点,吻合度分别达到 85.22%和 84.74%。最后通过人工交互方式对错误图斑进行更正。

2.2 景观指数的选取与计算

景观指数是指能高度浓缩景观格局信息,反映景观结构组成和空间配置方面特征的简单定量指标^[8],分为类型和景观 2 个层次。结合本研究实际,在景观类型水平上选取景观比例(PLAND)、斑块密度(PD)、最大斑块指数(LPI)、景观形状指数(LSI),在景观水平上选取蔓延度指数(CONTAG)、香农多样性指数(SHDI)、香农均匀度指数(SHEI)及景观形状指数(LSI),各景观指数公式及生态学涵义详见文献^[8-14]。上述指标利用景观格局分析指数软件 FragStats 3.3 获取。

2.3 景观空间结构特征分析法

吉布斯-马丁(Gibbs-Martin)的多样化指数模型是用来度量土地利用类型的多样化程度,它是反映区域土地利用类型总体结构和齐全程度的重要指标,本文引用此模型来表征区域内石漠化景观类型的多样化程度,计算公式为

$$GM_k = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n f_i^2}{\left(\sum_{i=1}^n f_i\right)^2}$$

式中,GM_k为石漠化景观多样化指数,f_i是第 i 种石漠化景观类型的面积。GM_k的值在 0~1 之间,越趋近于 1 表示该区石漠化景观多样化程度越高;0 代表只有 1 种石漠化景观类型^[15]。为了分析石漠化景观类型在空间上的分布及结构特征,以乡镇边界为统计单元,分别计算研究区各乡镇 3 个时间段的石漠化景观多样化指数。

3 结果与分析

3.1 石漠化总体演化趋势

由表 1、表 2 可知,研究区近 20 年石漠化景观类型面积变化较大,石漠化强度有所减弱,主要体现为以下 3 点:1)无石漠化景观类型面积增大趋势明显,从 1990 年至 2010 年增加了 73.16 km²。这主要是由于城市化进程的加快,建筑用地面积扩大明显,一些潜在及轻、中度石漠化景观类型转化为无石漠化景观;其中由潜在石漠化转化来的最多,但同时无石漠化向潜在、轻度石漠化景观类型转化的比例也很大。2)潜在、轻度、中度、强度及极强度石漠化面积之和,由 1990

表 1 1990—2010 研究区石漠化景观类型面积统计 km²

石漠化类型	1990 年	2000 年	2010 年
非喀斯特区	412.03	412.03	412.03
无石漠化	168.90	203.53	242.06
潜在石漠化	586.48	434.52	322.29
轻度石漠化	153.90	304.04	409.63
中度石漠化	337.62	310.51	281.21
强度石漠化	105.75	98.77	96.22
极强度石漠化	27.32	28.60	28.56

年的 1 211.07 km²,减少至 2010 年的 1 137.91 km²。其中强度和极强度石漠化景观类型面积减少不明显,这主要是由石漠化的难修复性决定的,强度和极强度石漠化景观治理难度大,生态修复效果缓慢,尤其是极强度石漠化景观。3)从各石漠化景观类型面积的转移变化中可以看出石漠化景观类型向良性发展的同时,也有相当部分向恶性发展,这也体现了石漠化治理过程中防御的重要性,防、治结合才是治理石漠化的关键。

表 2 1990—2010 年研究区石漠化强度等级转移矩阵

	无石漠化	潜在石漠化	轻度石漠化	中度石漠化	强度石漠化	极强度石漠化	总计
无石漠化	68.10	30.41	69.82	0.57	0.00	0.00	168.90
潜在石漠化	163.99	256.67	142.81	22.92	0.09	0.00	586.48
轻度石漠化	4.94	12.67	64.51	64.36	7.42	0.00	153.90
中度石漠化	5.03	22.54	121.74	165.77	21.59	0.95	337.62
强度石漠化	0.00	0.00	10.75	27.51	65.25	2.24	105.75
极强度石漠化	0.00	0.00	0.00	0.08	1.87	25.37	27.32
总计	242.06	322.29	409.63	281.21	96.22	28.56	1 379.97

图 2 显示,从 1990 年到 2010 年,研究区潜在石漠化景观类型面积减少较多,轻度石漠化增加趋势明显。结合研究区石漠化治理情况与人口数量及常用耕地面积变化情况来看,1990—2000 年与 2000—2010 年间的变化情况稍有不同。由图 3 可知,1990—2000 年六盘水市年末总人口数及常用耕地面积变化率明显高于 2000—2010 年,说明 1990—2000 年研究区人口增长快,对耕地的需求增大,一些坡度较大的灌丛等被开垦为耕地;人类

不合理的耕种活动是研究区潜在石漠化面积减少、轻度石漠化面积增大的主要原因。2000—2010 年虽然人口仍然在增加,但增长速率已经明显减慢,再加上城市规模的扩大,许多潜在石漠化景观区被城市建筑用地取代,从而使潜在石漠化景观面积不断减少。此外,由于石漠化综合治理工作的启动,强度石漠化尤其是中度石漠化得到很大改善,而向轻度石漠化景观转变,石漠化强度有所减弱。

3.2 石漠化类型空间组合特征

3.2.1 景观类型指数变化特征 景观格局指数的变化从不同角度和程度反映了不同景观类型石漠化空间分布格局的动态特征。类型水平上的景观指数可以描述同一斑块类型的数量、面积、形状等特征^[13]。表 3 显示:1) 1990—2010 年,研究区无石漠化和轻度石漠化景观比例在增加,其它类型石漠化景观比例都在减少,强度、极强度石漠化变化幅度很小。变化速度最快的是轻度石漠化,近 20 年间增加了 17.88%,其次是潜在石漠化,减少了 15.33%。1990 年和 2000 年潜在石漠化占整个景观的面积最大,到 2010 年占整个景观面积比例最大的是轻度石漠化。2)从 1990 年和 2010 年的统计结果来看,研究区无石漠化、潜在石漠化及轻度石漠化景观类型的斑块密度都在增加,而中度、强度和极强度石漠化景观类型的斑块密度在减小,表明研究区石漠化的景观特征呈现良性发展的趋势。3)由最大斑块指数分析可知,1990—2010 年潜在石漠化的最大斑块在整个景观中所占比例较大,其次为轻度石漠化,极强度石漠化相对最小。4)1990—2010 年研究区轻度石漠化景观形状指数上升了 4.57,斑块形状进一步复杂和不规则,说明轻度石漠化易受干扰。强度、极强度石漠化在 3 期数据中,形状指数值都是最小,变化幅度也最小,说明强度、极强度石漠化稳定性相对较好;尤其是极强度石漠化,不易受周边景观环境影响,治理恢复难度也最大。

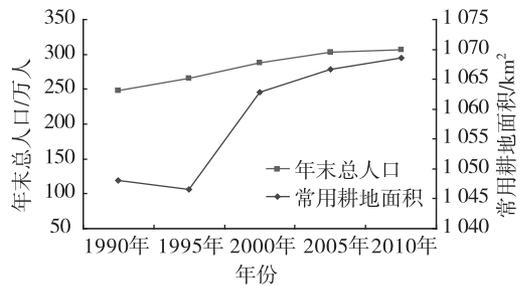
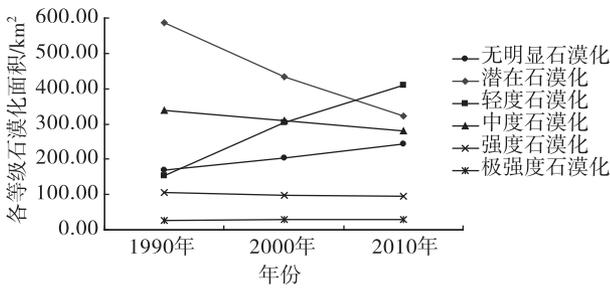


图 2 1990—2010 年研究区石漠化景观类型面积变化图

图 3 1990—2010 年六盘水市年末总人口数及常用耕地面积统计

表 3 1990—2010 年研究区景观类型指数

石漠化类型	景观比例 PLAND			斑块密度 PD			最大斑块指数 LPI			景观形状指数 LSI		
	1990	2000	2010	1990	2000	2010	1990	2000	2010	1990	2000	2010
无石漠化	9.085 8	9.643 3	12.226 6	0.041 8	0.048 5	0.046 0	0.445 9	0.836 1	0.953 4	10.230 8	10.629 6	11.333 3
潜在石漠化	32.608 7	23.021 2	17.274 3	0.033 4	0.046 8	0.038 7	9.141 6	5.685 6	8.525 0	13.000 0	12.756 1	11.194 4
轻度石漠化	7.915 3	20.457 1	25.799 2	0.033 4	0.032 3	0.038 7	1.170 6	4.403 6	4.430 7	8.875 0	11.974 4	13.441 9
中度石漠化	19.398 0	16.443 7	14.694 3	0.052 4	0.056 3	0.045 4	1.616 5	1.059 1	2.019 1	13.263 2	12.485 7	11.909 1
强度石漠化	6.075 8	5.462 7	5.608 5	0.029 0	0.030 7	0.025 2	0.780 4	0.501 7	1.121 7	8.381 0	8.400 0	7.550 0
极强度石漠化	1.839 5	1.895 2	1.682 6	0.015 1	0.015 6	0.013 5	0.167 2	0.167 2	0.168 3	5.250 0	5.333 3	5.090 9

3.2.2 石漠化类型空间结构特征 通过表 4 可以看出,在 1990、2000 和 2010 年,研究区各乡镇石漠化景观多样化指数都较高,石漠化景观类型丰富。1990 年各乡镇石漠化景观多样化差异显著,梭戛乡和木岗镇 GM_k 值较低,分别为 0.387 2 和 0.487 6,梭戛乡主要以潜在石漠化为主,木岗镇以潜在和无石漠化为主;毛口乡 GM_k 值为 0.772 9,石漠化景观多样化程度最高。到 2010 年研究区 13 个乡镇 GM_k 值都有不同程度增加,其中梭戛乡和木岗镇变化幅度最大。石漠化景观类型的多样化程度反映了区域内石漠化类型的总体结构,

表 4 1990—2010 年研究区各乡镇石漠化景观多样化指数

乡镇	1990	2000	2010	乡镇	1990	2000	2010
新场乡	0.663 4	0.750 6	0.725 2	折溪乡	0.731 3	0.685 7	0.725 2
岩脚镇	0.632 1	0.705 5	0.706 8	木岗镇	0.487 6	0.499 1	0.704 8
堕却乡	0.767 8	0.762 1	0.668 6	毛口乡	0.772 9	0.752 0	0.789 3
陇脚乡	0.746 0	0.744 4	0.634 6	洒志乡	0.742 1	0.765 0	0.765 4
大用镇	0.584 1	0.695 6	0.681 0	平寨镇	0.574 1	0.769 5	0.750 3
新窑乡	0.748 8	0.790 6	0.802 9	郎岱镇	0.739 4	0.758 4	0.796 6
牛场乡	0.709 3	0.742 4	0.710 4	新华乡	0.595 1	0.765 7	0.750 5
梭戛乡	0.387 2	0.692 1	0.681 9	龙场乡	0.718 9	0.784 7	0.787 8
箐口乡	0.667 1	0.735 2	0.601 8	落别乡	0.711 5	0.752 3	0.740 7
中寨乡	0.720 8	0.754 4	0.750 9				

但是否多样化指数越高(越低),越有利于石漠化的治理,还需要进一步研究,由于篇幅限制在此不做讨论。

3.3 石漠化景观格局分析

景观水平上的景观指数可以定量反映研究区总体景观空间格局及变化特征^[16]。由表5可以看出,研究区石漠化景观的蔓延度指数值都偏低,表明石漠化景观类型分布较分散,石漠化景观的破碎化程度较大;1990—2010年,蔓延度指数呈现先大幅减少后又小幅增加的趋势,这种变化显示出研究区石漠化景观中的某种优势斑块类型逐步向高连接性转变,景观破碎化程度得到改善。同时,反映景观多样性的香农多样性指数和香农均匀度指数都呈增加的趋势,说明研究区石漠化景观类型的多样性增加,景观破碎化程度变大,但变化并不明显,总体增加幅度为0.0743和0.0382。景观形状指数呈现先增大后减小的趋势,表明研究区石漠化景观受干扰的程度在1990—2000年间较大,而后有降低趋势,但变化程度并不显著,最大变化幅度仅在0.5左右。

表5 1990—2010年研究区景观格局特征指数

年份	蔓延度指数 CONTAG	香农多样性 指数 SHDI	香农均匀度 指数 SHEI	景观形状 指数 LSI
1990	17.170 9	1.684 3	0.865 5	13.953
2000	13.299 4	1.757 5	0.903 2	14.465
2010	13.371 0	1.758 6	0.903 7	14.300

4 结论与讨论

本研究从石漠化演化趋势、石漠化类型空间组合特征及景观格局方面分析了1990—2010年贵州六枝喀斯特区石漠化景观格局的变化。从石漠化总体演化趋势与景观类型空间组合特征来看,石漠化强度的减弱及石漠化景观多样化指数的升高,说明研究区石漠化景观处于恢复中,这有利于石漠化的治理;从石漠化景观格局看,石漠化景观的破碎化程度较大,并有增加趋势,说明破碎的斑块还没有形成规模,这对低等级石漠化斑块打通廊道,合并形成新的空间优势存在一定阻力。所以,在石漠化治理过程中应加强人为引导,使生态功能较好的斑块逐渐合并,占据群落优势地位,稳定生态系统。

本研究对石漠化景观格局变化的分析主要从景观类型指数和景观格局指数的变化入手,量化各石漠化景观类型的演化特征及分布规律,对各指数的变化与石漠化治理布局工程之间的关系没有进行探讨,将在以后的研究中完善。

参考文献:

- [1] 高贵龙,邓自民,熊康宁,等.喀斯特的呼唤与希望—贵州喀斯特生态环境建设与可持续发展[M].贵阳:贵州科技出版社,2003.
Gao G L, Deng Z M, Xiong K N, et al. The call and hope of Karst—Eco-construction and sustainable development in Guizhou karst regions[M]. Guiyang: Guizhou Science and Technology Press, 2003.
- [2] 熊平生,袁道先,谢世友.我国南方岩溶山区石漠化基本问题研究进展[J].中国岩溶,2010,29(4):355-362.
Xiong P S, Yuan D X, Xie S Y. Progress of research on rocky desertification in South China karst mountain[J]. Carsologica Sinica, 2010, 29(4): 355-362.
- [3] 单伟,刘少锋,张伟,等.马别河流域石漠化影响因素分析[J].中国水土保持,2009(6):36-38.
Shan W, Liu S F, Zhang W, et al. Affecting factors of rock desertification in Mabie River Basin[J]. Soil and Water Conservation in China, 2009(6): 36-38.
- [4] Yuan D X. Rock desertification in the subtropical karst of South China[J]. Zeitschrift fur Geomorphologie, 1997, 108 (Suppl-Bd): 81-90.
- [5] 熊康宁,黎平,周忠发,等.喀斯特石漠化的遥感-GIS典型研究—以贵州省为例[M].北京:地质出版社,2002.
Xiong K N, Li P, Zhou Z F, et al. RS and GIS-based studies on Karst rocky desertification: an example of Guizhou province[M]. Beijing: Geology Press, 2002.
- [6] 刘仙,蒋勇军,况明生.西南喀斯特石漠化区水土保持与生态文明研究新进展[J].四川师范大学学报:自然科学版,2009,32(3):396-400.
Liu X, Jiang Y J, Kuang M S. Advances in soil and water conservation and ecological civilization research for karst rocky desertification areas of Southwestern China[J]. Journal of Sichuan Normal University: Natural Science, 2009, 32(3): 396-400.
- [7] 黄仁涛,庞小平,马晨燕,等.专题地图编制[M].武汉:武汉大学出版社,2003.
Huang R T, Pang X P, Ma C Y et al. The compilation of thematic maps[M]. Wuhan: Wuhan University Press, 2003.
- [8] 肖笃宁.景观生态学理论、方法与应用[M].北京:中国林业出版社,1991.
Xiao D N. Theory, method, application of landscape ecology [M]. Beijing: China Forestry Press, 1991.
- [9] 余新晓,李秀彬,夏兵,等.森林景观格局与土地利用/覆被

- 变化及其生态水文响应[M]. 北京:科学出版社,2010.
- Yu X X, Li X B, Xia B, et al. Forest landscape patterns and LUCC on eco-hydrological response [M]. Beijing: Science Press, 2010.
- [10] 梁存柱, 朱宗丞, 郝敦元, 等. 河西走廊及其邻近地区的景观生态格局[J]. 干旱区资源与环境, 2000, 14(4): 49-54.
- Liang C Z, Zhu Z C, Hao D Y, et al. The landscape ecological pattern in West of River and adjacency region[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2000, 14(4): 49-54.
- [11] 李坤, 杨华. 近 20 年土地利用/覆被变化及其对景观格局影响—以重庆市北碚区为例[J]. 重庆师范大学学报: 自然科学版, 2010, 27(3): 32-35.
- Li K, Yang H. The land use /land cover change for nearly 20 years and their impact on landscape patterns; taking Beibei district for instance[J]. Journal of Chongqing Normal University: Natural Science, 2010, 27(3): 32-35.
- [12] 严宁珍, 李阳兵. 石漠化景观格局分布特征及其影响因素分析—以贵州省盘县为例[J]. 中国岩溶, 2008, 27(3): 61-66.
- Yan N Z, Li Y B. The landscape pattern distribution of karst desertification and its influencing factors—a case in Panxian, Guizhou[J]. Carsologica Sinica, 2008, 27(3): 61-66.
- [13] 彭月, 王建力, 魏虹. 重庆市土地利用景观格局现状及其破碎化分析[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2008, 30(6): 82-87.
- Peng Y, Wang J L, Wei H. RS-and GIS-based analyses of landscape pattern and landscape fragmentation of Chongqing municipality[J]. Journal of Southwest University: Natural Science Edition, 2008, 30(6): 82-87.
- [14] 贾静涛, 杨华, 曾咄, 等. 山地城市土地利用景观格局动态变化分析—以重庆市主城区为例[J]. 重庆师范大学学报: 自然科学版, 2013, 30(4): 34-39.
- Jia J T, Yang H, Zeng X, et al. Analysis on landscape pattern of land use in a mountain city: a case study from metropolitan area in Chongqing [J]. Journal of Chongqing Normal University: Natural Science, 2013, 30(4): 34-39.
- [15] 张树文, 张养贞, 李颖, 等. 东北地区土地利用/覆被时空特征分析[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- Zhang S W, Zhang Y Z, Li Y, et al. Spatio-temporal characteristics analysis of LUCC in Northeastern China [M]. Beijing: Science Press, 2005.
- [16] 徐劲原, 胡业翠, 王慧勇. 近 10a 广西喀斯特地区石漠化景观格局分析[J]. 水土保持通报, 2012, 32(1): 181-184.
- Xu J Y, Hu Y C, Wang H Y. Landscape patterns of rocky desertification land in karst region of Guangxi in recent 10 years[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2012, 32(1): 181-184.

Karst Rocky Desertification Landscape Pattern in Karst Regions of Guizhou From 1990 to 2010: a Case Study Area of Liuzhi in Guizhou Province

MA Shi-bin¹, ZHANG Yong-rong¹, YANG Qin¹, LIN Chang-song²

(1. Department of Environment and Resources Science;

2. Department of Life Science, Liupanshui Normal University, Liupanshui Guizhou 553004, China)

Abstract: This paper analyzed the landscape pattern change of karst rocky desertification from 1990 to 2010 in Liuzhi of Guizhou Province from the aspect of karst rocky desertification evolution trend, spatial combination characteristics and the landscape pattern. The results showed that: the area of karst rocky desertification landscape type of Liuzhi changed greatly in recent twenty years: the area of non-karst rocky desertification increased by 73.16 km² and the strength decreased; the percentage of non and light Karst rocky desertification increased, the patch density of non, potential and light rocky desertification landscape type ascended. Meanwhile, the landscape shape index of light rocky desertification increased by 4.57 and the shape of patches became more complicated and irregular. The rocky desertification landscape diversity index was higher and the average value of 1990, 2000 and 2010 was greater than 0.66. The rocky desertification landscape type was various. However, the landscape fragmentation was higher with an ascending trend. From the aspect of landscape analysis, the rocky desertification landscape of the study area had recovered to some extent in the past twenty years; the patches of low grade rocky desertification ascended and the dominance of original high grade had been decreased. However, the newly recovered low grade rocky desertification was not contiguous; we should take some measures to make ecology recover patches be contiguous to form a stable ecosystem in the future management process.

Key words: karst rocky desertification; landscape pattern; spatial distribution; Area of Liuzhi in Guizhou Province

(责任编辑 方 兴)