

# 区域石漠化土地可持续利用景观生态规划方法与应用 ——以桂花河流域为例

王青<sup>1</sup>, 李阳兵<sup>1\*</sup>, 姜丽<sup>2</sup>, 白晓永<sup>1</sup>, 周国富<sup>1</sup>

(1. 贵州师范大学地理与生物科学学院, 贵州 贵阳 550001; 2. 贵州财经学院资源与环境管理系, 贵州 贵阳 550004)

**摘要:** 我国西南喀斯特地区存在着以石漠化为表现形式的土地退化过程, 以景观生态学及生态经济学原理为基础, 寻求人类活动与自然协调的景观生态安全格局, 无疑是实现石漠化土地持续利用的一条重要途径。石漠化土地可持续利用景观生态规划是基于格局优化的目标规划和基于干扰分析的问题规划的结合, 并借鉴预案研究的方法和思路。首先确定退化土地安全层次和总体规划目标, 提出多种预案进行评价比较, 最终要落实到实施措施的空间定位。以桂花河流域石漠化土地可持续利用景观生态规划为例进行了初步研究, 通过分析桂花河小流域石漠化土地在不同土地利用类型和不同坡度中的分布, 提出优先治理的几种预案, 综合比较得出6类土地生态修复和可持续利用模式和各项工程的空间布置。希望能为西南喀斯特地区的石漠化土地综合防治提供有益的参考。

**关键词:** 喀斯特山地; 石漠化; 景观生态规划; 可持续利用

**中图分类号:** F323

**文献标识码:** A

我国西南喀斯特地区存在着以石漠化为表现形式的土地退化过程<sup>[1]</sup>。近年来, 开始了石漠化土地整理与生态规划相结合的研究实例<sup>[2-4]</sup>, 2004年, 滇、黔、桂等省根据国家发改委的要求逐步开展了喀斯特石漠化土地综合防治规划的编制。然而不论其意义有多重要, 这些规划模式实际上多具有区域实用性和偶然性, 带有普遍意义的新景观空间配置结构还难以形成。受地质地貌和土地利用的影响, 西南喀斯特山区景观基质脆弱、景观格局分异明显, 具破碎化与景观结构粗粒化、景观动态变化范围大且速度快、整体退化明显的特点, 以石漠化为特征的景观演化削弱了喀斯特生态系统的生态服务功能, 石漠化土地的景观生态特征表现为景观结构退化和景观功能退化<sup>[5-7]</sup>。喀斯特地区石漠化土地可持续利用规划和设计往往均可视为土地景观规划问题。因此, 以景观生态学为理论基础, 研究景观格局与生态过程以及人类与景观的相互作用, 通过规范的方法和途径进行喀斯特地区石漠化土地的景观生态

规划势在必行。生态脆弱景观的恢复与重建, 是构建区域生态安全格局的关键途径<sup>[9]</sup>, 喀斯特地区石漠化土地利用的景观生态规划显得更加重要。本文试图在已有研究的基础上, 结合景观生态规划的新进展, 探讨石漠化土地可持续利用景观生态规划的基本规律与模式。

## 1 石漠化土地景观生态规划特点

### 1.1 规划的必要性

土地石漠化的本质体现不仅在于某些地表覆盖类型的退化, 更重要的是景观空间结构与功能的退化, 从而导致景观整体生态质量下降, 如水循环不畅、生物多样性降低、珍稀动植物资源丧失, 以及抗干扰(包括人为和自然干扰)能力的降低等。土地资源利用的景观生态优化是实现其持续利用与管理的必要保证之一, 但长期以来, 我国的土地利用配置研究多关注土地利用数量结构的生态优化, 如林地

收稿日期 (Received date): 2005-11-12; 改回日期 (Accepted): 2006-02-20.

基金项目 (Foundation item): 中科院科技支黔项目资助; 贵州省自然科学基金 (黔科合 J 字 (2005) 2077 号) [Supported by Chinese Academy of Sciences and National Science Foundation of Guizhou Province]

作者简介 (Biography): 王青 (1972-), 讲师, 主要研究方向为土地资源与生态环境治理 [Wang Qing (1972-), female, lecturer, undertaking the research work on land resource and eco-environment rehabilitation]

\* 通讯作者 (Correspondent author) E-mail: li-yapin@sohu.com

覆盖率、坡耕地比例等,却忽视了土地利用空间格局对诸多生态过程的影响,如动物的迁徙,地表水的径流、侵蚀,物种的多样性,以及干扰的传播或边缘效应等。近年来,随着景观生态学的发展与完善及其在土地利用配置中的应用,不仅形成了一套较为成熟的景观生态规划方法体系,也促使土地利用格局及其变化研究日益成为土地利用配置研究关注的一个热点。

石漠化的形成和发展过程,存在着大量尖锐复杂的生态系统、经济和社会问题,特别是生态系统的问题尤为突出。表现在石漠化地区的经济欠发达,人民生活贫困,迫使当地农民将更多的林地、草地开垦为农田,加之经营粗放,加剧了石漠化的进程,形成“越垦越穷,越穷越垦”的恶性循环。为维护景观整体生态的良性发展,并将其与人类的生存与发展相协调起来,我们所面临的选择也只能是在极有限地调整或增加自然植被面积的条件下,通过景观的空间格局和增强自然栖息地间的生态联通程度,使景观维持在一个较高质量的生态水平之上<sup>[8]</sup>。这就产生了一系列问题,如哪些土地应用来发展自然植被?哪些耕地应立即退耕还林?哪些非宜农地可通过一定工程或生物措施开发利用?如何构建生态廊道,使它能最大限度地避开人类干扰,并起到维持景观的生态连续性和缓解水土流失的双重生态屏障作用?仅从生态系统这一尺度上进行生态恢复与重建并不能达到真正意义上恢复与重建的目的。研究景观层次上的生态恢复模式及恢复技术、选择恢复的关键位置、构筑生态安全格局已经成为关注的焦点<sup>[9]</sup>。因此以景观生态学及生态经济学原理为基础,寻求人类活动与自然协调的景观生态规划,无疑是实现石漠化土地经济持续发展的一条重要途径。

## 1.2 规划的内容

### 1.2.1 规划方法

区域生态安全设计主要包括两类规划途径:基于格局优化的规划(目标导向型)和基于干扰分析的规划(问题导向型)<sup>[10]</sup>。结合喀斯特地区的景观特征与退化实际,我们认为石漠化土地的景观生态规划应该是基于格局优化的目标规划和基于干扰分析的问题规划相结合,并借鉴预案研究的方法和思路(图1)。

在分析和理解研究区地表覆被变化特征和驱动机制的基础上,从区域景观、关键生态系统类型和重要物种3个层次上对石漠化土地进行干扰分析,依

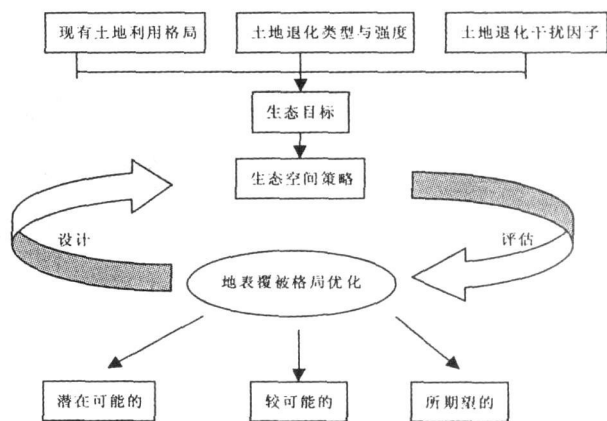


图1 反推式景观生态规划的交替循环程序

Fig.1 The cycling procedure of backcasting scenarios

据目前对自然和人为干扰对石漠化问题产生和缓解机理的研究结果,提出干扰控制对策和相应的社会经济对策。进行地表覆被格局优化的重点在于,把握覆被类型的总量调控和空间格局优化两方面<sup>[11]</sup>。基于供求平衡原理,以用地总量最佳和位置最优为原则,采用自上而下的系统动力学和自下而上的空间模型方法,提出面向流域石漠化土地可持续利用的地表覆被格局模拟与优化模型。

在“预案”设计中,“Top down”把握、限定预案设计的方向及可能性,而“Bottom up”则提供构建“预案”的基本材料,并使“预案”在规划与评价过程中维持“同质性”,同时由于同一“构件”(某一因子),可用于设计不同“预案”,可方便对不同“预案”及其结果进行比较<sup>[12]</sup>。据格局优化原理可综合干扰因子从而增强对预案研究目标导向性的控制,反之预案研究方法的特点也对这两种规划方法起到促进作用,预案研究的“Top down”和“Bottom up”方式正好对应了目标导向规划和问题导向规划,将两种规划途径结合,将安全层次很不相同的两者融合交错,使两种方法的特点和优势更加突出<sup>[11]</sup>。

### 1.2.2 规划内容

1. 建立连续性之空间保护单元。全面分析石漠化土地的特征:组分(包括当前物种和它们的相对丰富度)、结构(包括土壤和植物组分的垂直分布)、格局(系统组分的水平配置)、异质性、功能(景观生态过程)、动力学和恢复力(包括景观演替和状态转变过程,干扰恢复能力)。在此基础上划分潜在石漠化区、轻度石漠化区、中度石漠化、强度石漠化区及极强度石漠化区,以及景观资源

敏感区、水源涵养区、人文社会及原住民敏感区等不同的类型。

2 重点研究不同类型区的特点, 分析每一类型区的资源 - 生态环境 - 经济 - 社会复合生态系统的结构与功能演替规律, 建立各类型区各自的动态调控模拟模型。

3 总结不同类型区恢复模式分类与集成, 建立目标 - 模式 - 成本 / 效益 / 效率价值耦合链。

4 通过要素调控设计、地段生态设计、系统模式设计建立石漠化土地可持续利用的总体景观生态规划框架和生态适宜性评价模型。

5 将所建立的理论与模型进行实践检验, 建立适合不同类型区的景观生态规划理论; 研究并评价工程治理后的景观动态性和考虑工程方案与其它规划 (区域规划、区域发展规划) 的衔接性 (图 2)。

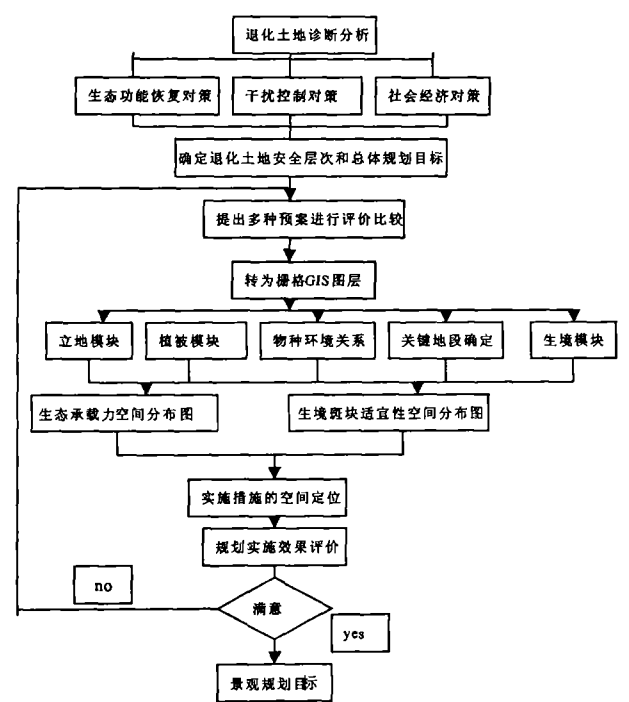


图 2 喀斯特退化土地景观生态规划与设计流程  
Fig 2 The flow chart of the landscape eco-planning for karst degraded land

### 3 桂花河流域石漠化土地的可持续利用景观生态规划

#### 3.1 桂花河流域概况

桂花河小流域位于贵州省瓮安县北部, 流域总面积 39.04 km<sup>2</sup>。包括石牛山村、铜梓坡村等 8 个

村, 是典型的农业山区, 农业人口密度 180.3 人 / km<sup>2</sup>, 农业人均耕地 0.1309 hm<sup>2</sup> / 人, 农业人均占粮 415.9 kg / 人。马遵公路贯穿小流域铜梓坡村、瓮水司村、寒坪村、通土坝村等村。

通过野外调查和遥感解译表明, 桂花河流域非喀斯特面积 0.18 km<sup>2</sup>, 无石漠化面积为 7.60 km<sup>2</sup>, 潜在石漠化面积为 7.26 km<sup>2</sup>, 轻度石漠化面积为 13.88 km<sup>2</sup>, 中度石漠化面积为 5.71 km<sup>2</sup>, 强度石漠化面积为 4.41 km<sup>2</sup> (图 3)。

#### 3.2 不同土地利用坡度及其石漠化土地分布

不同的土地利用方式对生态系统的干扰效应和干扰过程是不一样的, 不同土地利用形成的和分布于不同坡度的石漠化土地, 其恢复治理模式是不一样的<sup>[13]</sup>, 在确定石漠化土地的治理恢复模式和治理重点时, 有必要考虑石漠化土地的土地利用成因和成因的地域差异性, 进行合理规划布局。为此, 通过桂花河小流域石漠化现状图与土地利用图和坡度图的叠加 (图 4.5), 我们进一步调查了桂花河小流域石漠化土地在不同土地利用类型和不同坡度中的分布 (表 1.2)。在此基础上, 提出优先治理的几种预案: (1) 优先治理灌木林地的轻度石漠化; (2) 优先治理灌草坡的中度石漠化; (3) 优先治理坡耕地的中度石漠化; (4) 优先治理 6°~15°中的石漠化; (5) 优先治理 16°~25°中的石漠化; (6) 优先治理 26°~35°中的石漠化; (7) 优先治理 >35°中的石漠化。

表 1 桂花河流域不同土地利用石漠化情况 (%)  
Table 1 The percent of karst rocky desertification of different land use types at Guihuahe watershed (%)

地类	无石漠化	潜在石漠化	轻度石漠化	中度石漠化	强度石漠化	非喀斯特
有林地	100.00					
疏林地	0.23	80.66	16.67			2.44
灌木林地		16.72	67.32	12.46	3.45	0.05
稀疏草坡			0.01	43.19	56.81	
水田	80.64			19.13		0.23
平坝旱地	2.33	24.03	59.13	2.51	11.81	0.20
坡耕地	0.01		0.20	94.68	3.28	1.83

#### 3.3 桂花河流域退化土地景观生态规划模式

根据桂花河流域石漠化土地的空间分布、土地利用现状及小流域的坡度空间分布、社会经济状况等, 结合对该小流域的多方位调查, 我们认为该小流域石漠化土地的可持续利用的景观生态规划应考虑

表 2 桂花河流域不同坡度石漠化情况 (%)

Table 2 The percent of karst rocky desertification of different gradients at Guhuahe watershed (%)

坡度 (°)	无石漠化	潜在石漠化	轻度石漠化	中度石漠化	强度石漠化	非喀斯特
< 5°	33.08	12.91	21.48	21.57	10.03	0.946
5~ 15	24.49	12.54	39.58	14.72	8.61	
16~ 25	17.66	17.22	31.42	20.36	12.95	0.39
26~ 35	9.73	33.16	15.45	13.81	13.03	14.82
> 35	18.36	12.56	40.72	6.89	19.18	2.28



图 3 桂花河流域石漠化现状图

Fig 3 The karst rocky desertification distribution of Guhuahe watershed

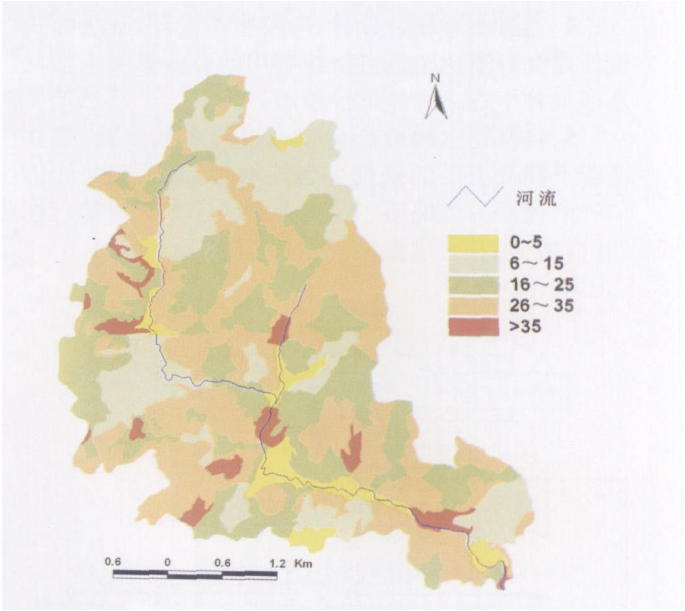


图 5 桂花河流域坡度图

Fig 5 The slope grades distribution of Guhuahe watershed

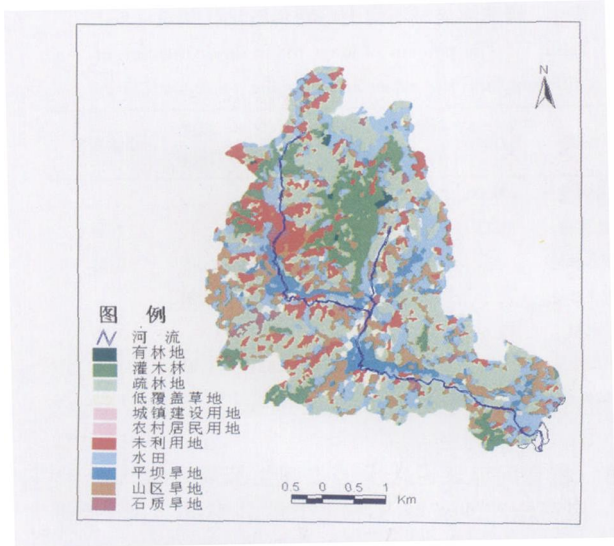


图 4 桂花河流域土地利用现状图

Fig 4 The land use status in quo of Guhuahe watershed

充分发挥区位、交通优势,在保护生态环境的前提下,按照“高产、优质、高效、生态、安全”的要求,走精细化、集约化、产业化的道路,积极向农业发展的广度和深度进军,形成以马遵线为主体的助民增收特色种养业示范带,创建“瓮水司-万物寨-桐梓坡”绿色农业科技示范区。在具体规划时,综合比较多种预案,我们设计了生态修复工程、基本农田建设工程、农村能源建设工程、易地扶贫搬迁(生态环境移民)工程、农村科技文化及技能培训工程和特色农业资源开发工程等 6 类土地生态修复和可持续利用模式,各项工程的空间布置见图 6。我们对桂花河小流域石漠化土地可持续利用景观生态规划进行的初步研究,希望能为西南喀斯特地区的石漠化土地综合防治提供有益的参考。



## 4 结语

景观生态恢复与重建的评价指标要求能比较灵敏地识别出人类和非人类干扰造成的景观退化,并且能够方便地应用于整个景观类型之中。对于一个退化的景观,应从什么地方着手,抓住对景观内的生态流有控制意义的关键部位或战略性组分,才可以使恢复过程更有效,包括有效地使乡土物种得以维持和繁衍和有效地阻止外来物种的侵入,目前仍是研究的热点与难点,但迄今为止,土地利用结构优化研究多关注土地利用数量结构优化,却忽视了土地利用空间格局对诸多生态过程的影响<sup>[14]</sup>。本文提出了石漠化土地可持续利用景观生态规划初步的方法框架,该方法框架力求简洁明了地将现阶段的生

态学知识和多种生态规划方法整合,以适用于石漠化土地可持续利用景观生态格局的设计。

石漠化土地可持续利用景观生态规划不仅关注人类的短期需求,更强调景观作为复杂生命组织整体的生态价值及其带给人类的长期效益。只有跳出过去的分项治理和不规范的开发方式,在一些关键地区或一些区域的关键地段建造合理的植被,在空间异质性上,得到植被分布的优化组合,从而起到关键性的保护作用。而以科技为先导,从整体性、综合性研究切入,逐步建立资源优化配置、产业结构优化、生态系统良性循环的可持续发展机制,才能真正将山地还林,迅速恢复植被,才能更好地控制淤积和污染,有效地保护水资源,进而实现喀斯特山地人与环境的协调发展。

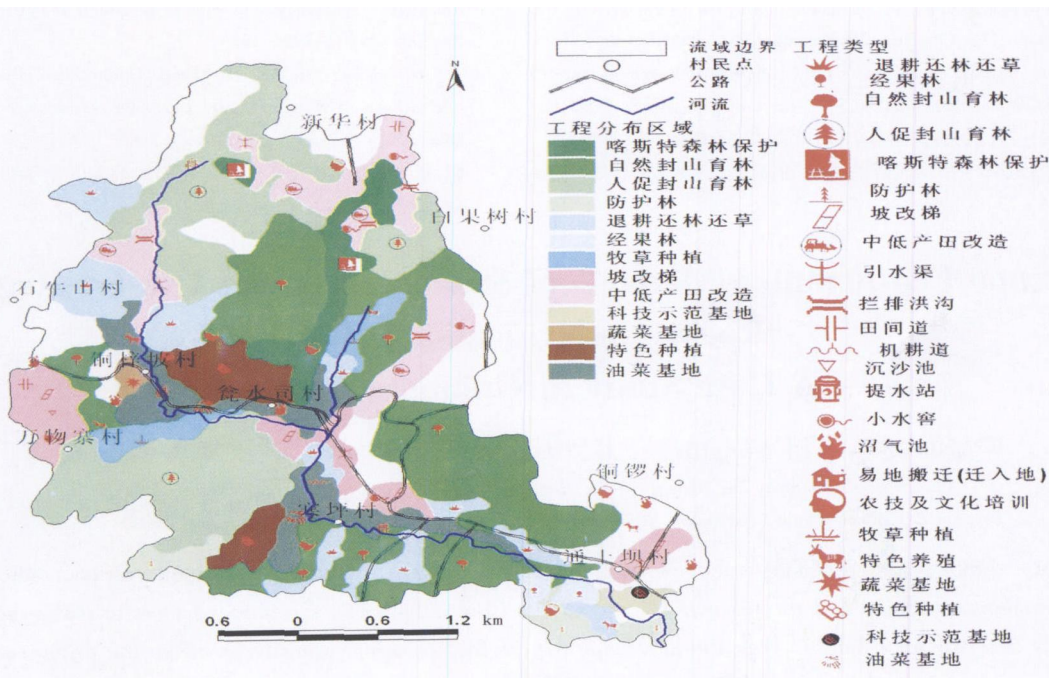


图 6 桂花河流域石漠化综合防治工程布局图

Fig 6 The engineering layout of rocky desertification and ecological construction of Guhuahe watershed

## 参考文献 (References)

- [1] Yuan Daoxian. Rock desertification in the subtropical karst of south China[J]. *Z. Geomorph. N. F.*, 1997, 108: 81~90
- [2] [Liu Zhongqun, Zhou Zhiyue. Land rearrangement in karst area and application of landscape ecology methods—a case study of Huangtian Fuling Chongqing region[J]. *Journal of Southwest China Normal University (Natural Science)* 2003, 28(3): 478~482] 刘宗群, 周志跃. 喀斯特地区土地整理规划及景观生态学方法的应用——以重庆市涪陵区荒田片区为例[J]. *西南师范大学学报* (自然科学版), 2003 28(3): 478~482]
- [3] [Xu Zhaoran. An ecological village approach to environmental conservation in southern China limestone areas[J]. *Guhaia*, 1996 16(1): 48~55] 许兆然. 中国南部石灰岩地区生物保护和综合治理生态村模式[J]. *广西植物*, 1996, 16(1): 48~55]
- [4] [Zhang Huiyuan, Cai Yunlong, Wan Jun. The study on the landscape change in karst mountain area using TM image[J]. *Journal of Mountain Science*, 2000, 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*, 2000

- 18(1): 18~ 25]
- [ 5] [ Li X iuzhen Fragile karst landscape in southwest China[ J]. *AM-BIO*, 1998, 27( 3): 245~ 246[ 李秀珍. 脆弱的中国西南喀斯特景观[ J]. 人类环境杂志, 1998, 27( 3): 245~ 246]
- [ 6] [ He Q iuhua Linhua Landscape heterogeneity' s maintenance and development in mountainous area in Guizhou province[ J]. *Journal of Guizhou Educational College*, 2003, 14( 2): 91~ 93[ 贺秋华, 林华. 贵州山地景观异质性及其维护和发展[ J]. 贵州教育学院学报, 2003, 14( 2): 91~ 93]
- [ 7] [ Li Y angbing Wang Shi jie, X i e D e ti Landscape Ecological Characteristics and Ecological Construction of Karst Mountain Areas in Southwest China[ J]. *Ecology and Environment*, 2004, 13( 4): 702~ 706[ 李阳兵, 王世杰, 谢德体. 岩溶山区景观生态特征与景观生态建设[ J]. 生态环境, 2004, 13( 4): 702~ 706]
- [ 8] [ Zhang H uiyuan Wang Yanglin A practical approach of ecological planning of mountain landscape——a case study of karst mountain areas of southern-western China[ J]. *Journal of Mountain Science*, 2000, 18( 5): 445~ 452[ 张惠远, 王仰麟. 山地景观生态规划——以西南喀斯特地区为例[ J]. 山地学报, 2000, 18( 5): 445~ 452]
- [ 9] [ Guan W enbin X i e Chunhua Ma K en ing *et al* A vital method for constructing regional ecological security pattern landscape ecological restoration and rehabilitation[ J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23( 1): 64~ 73[ 关文彬, 谢春华, 马克明, 等. 景观生态恢复与重建是区域生态安全格局构建的关键途径[ J]. 生态学报, 2003, 23( 1): 64~ 73]
- [ 10] [ Li X iao ya Ma K en ing Fu Bai j i e, *et al* The regional pattern for ecological security ( RPES): designing principles and method[ J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24( 5): 1055~ 1062[ 黎晓亚, 马克明, 傅伯杰, 等. 区域生态安全格局: 设计原则与方法[ J]. 生态学报, 2004, 24( 5): 1055~ 1062]
- [ 11] [ Chen Yunhao Li X iao bing Shi Pei jun Simulating the pattern optimization effects on watershed soil erosion[ J]. *Progress in Natural Science*, 2004, 14( 11): 1244~ 1247[ 陈云浩, 李晓兵, 史培军. 地表覆被格局优化对流域土壤侵蚀影响的模拟试验[ J]. 自然科学进展, 2004, 14( 11): 1244~ 1247]
- [ 12] [ Li X iao wen Xiao D uning Fu Yuanman The landscape planning scenarios designing and measures identification in the L iaohe river delta wetland[ J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21( 3): 353~ 364[ 李晓文, 肖笃宁, 胡远满. 辽河三角洲滨海湿地景观规划预案设计及其实施措施的确定[ J]. 生态学报, 2001, 21( 3): 353~ 364]
- [ 13] [ Wang Shi jie Li Y angbing Discussion on the question of the degree classification of karst rocky desertification in the ecological construction[ J]. *Carstologia Sinica*, 2005, 24( 3): 192~ 195[ 王世杰, 李阳兵. 生态建设中的喀斯特石漠化分级问题[ J]. 中国岩溶, 2005, 24( 3): 192~ 195]
- [ 14] [ Liu Rongxi Xue An Han Peng Optimization of land use structure: commentary of methods[ J]. *Acta Scientiarum Naturalium, Universitatis Pekinensis*, 2005, 41( 4): 655~ 662[ 刘荣霞, 薛安, 韩鹏. 土地利用结构优化方法述评[ J]. 北京大学学报( 自然科学版), 2005, 41( 4): 655~ 662]

# Landscape Eco-planning Methods of Sustainable Land Use for Regional Rocky Desertification Land

## ——A Case Study at Guhuahe Watershed

WANG qing<sup>1</sup>, LI Y angbing<sup>1</sup>, JIANG Li<sup>2</sup>, BA IX iao yong<sup>1</sup>, ZHOU Guofu<sup>1</sup>

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

2. Department of Resource and Environment Management, Guizhou Finance and Economics, Guiyang, 550004, China)

**Abstract** The degradation land of karst rocky desertification is one of the most serious problems on economic development, eco-system restoration and reconstruction in southwest China. It is an important approach to realize sustainable use for rocky desertification land to seek the landscape pattern for ecological security based on the principles of landscape ecology and ecological economics. Furthermore, landscape eco-planning of sustainable use for rocky desertification land integrates the relevant two kinds of ecological planning approaches: the Pattern optimization and the disturbance management according to the features of regional ecological and environmental problems and human disturbances, and uses the scenarios study for reference. First, determine the security level and planning goal, suggests some scenarios for further comparisons, and determine the spatial layout of the measures in the end. For an example, several preferential fathering scenarios have been put forward by analyzing the distribution of rocky desertification land under different land use types and gradients at Guhuahe small watershed, then 6 kinds ecological rehabilitation and sustainable use models have been suggested by integrated comparison. The preliminary study on landscape planning of sustainable use for rocky desertification land at Guhuahe small watershed might be a help for the rocky desertification land comprehensive prevention and restoration of southwest China karst region.

**Key words:** karst mountains, karst rocky desertification, landscape eco-planning, sustainable use