

西南岩溶山地乡村景观格局与石漠化调控展望

邵景安^{1,2}, 李阳兵³

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 重庆师范大学三峡库区山地生态与区域发展研究所, 重庆 400047;
3. 贵州师范大学地理与生物科学学院, 贵阳 550001)

摘 要 西南岩溶山地乡村景观格局石漠化过程的生态认识落后于生态治理措施。面对国家需求, 优化乡村景观格局对石漠化发生过程的调控, 未来优先研究领域: 识别岩溶山地乡村景观格局的转换、渐变和基本不变的层次性, 测算不同尺度下乡村景观类型及其空间组合的贡献; 认识不同类型乡村景观空间分布的生态学意义及其对区域石漠化整体程度的影响, 找出不同乡村景观演化格局下的石漠化效应; 厘定岩溶山地高强度人类活动及其所诱导的乡村景观格局演化对石漠化的作用效应, 构建乡村景观石漠化的成因框架; 探讨乡村景观格局制约下有利于石漠化土地恢复的格局优化模拟, 丰富人们对岩溶山地乡村石漠化发生过程的理解和认识。

关 键 词 乡村景观格局; 石漠化; 优化调控; 西南岩溶山地

1 前言

中国西南岩溶山地乡村发展的持续性与乡村景观的结构、功能及其时空组合模式关系密切^[1,2]。长期以来, 由于乡村不合理的开发利用使得西南岩溶山地出现严重的土地石漠化、土壤侵蚀以及森林生态系统退化等生态问题, 并表现为多种生态问题的叠加和组合, 制约着乡村地区生态-经济的持续发展^[3,4]。认识和掌握西南岩溶山地乡村石漠化问题已刻不容缓, 2006年发布的《国家中长期科技发展规划》中, 再次将西南岩溶山地生态环境治理作为环境重点领域的优先主题。现有研究也已将岩溶山地生态系统与人类土地利用活动的相互作用列为IGCP448“全球喀斯特生态系统对比”的重要科学目标^[5]。理解乡村景观格局对石漠化的调控机理, 是实现这一优先主题的基石。而尽管研究在岩溶石漠化的形成背景、演化与驱动力分析等方面已取得了一定的成绩^[6,7], 生态恢复重建实践中也有一些成功的示范模式^[8,9]。但多是宏观的、概念性的, 涉及到乡村景观石漠化过程和机理的研究落后于生态治理工程措施, 对石漠化过程与乡村土地利用类型和景观格局之间的关系认识不够。面对国家构建和谐新农村建设的现实需求, 无论是从中国西南岩溶

山地乡村景观变化科学问题的角度, 还是从国际科学前沿发展的角度或者是从区域社会经济发展的角度, 都迫切需要回答如下科学问题: 西南岩溶山地乡村景观如何变化? 乡村石漠化如何对这一格局进行响应? 乡村景观格局与石漠化效应间如何相互作用, 影响当地社会经济发展, 并引起什么样的连锁反应? 研究拟理清岩溶山地石漠化发生与乡村景观类型及其空间格局之间的关系, 找出岩溶山地乡村发展与环境维持间的未来优先研究领域。

2 岩溶山地乡村景观格局演变特征

岩溶山地乡村景观格局演变特征分析涉及如何定量表述多种乡村景观类型及其组合结构的问题? 乡村石漠化景观的出现是岩溶生态系统对人类进行不合理土地利用活动的响应。与全球岩溶集中连片的主要分布区(欧洲中南部、北美东部相比^[10]), 尽管岩溶山地乡村石漠化问题是一国际性的环境与发展问题, 但以贵州为核心的中国西南岩溶山地, 因地质环境脆弱性大和敏感性高(石山连片面积广)以及人类活动压力大(常是传统农业耕作区)等, 而使得该区乡村生态环境容量支撑社会发展的能力要比国外岩溶集中连片区弱得多^[11,10](图1)。现

收稿日期: 2007-05; 修订日期: 2007-11.

基金项目: 博士后基金(20070410630), 教育部“新世纪优秀人才支持计划资助”(NCET-05-0819)联合资助。

作者简介: 邵景安(1976-), 男, 汉族, 安徽亳州人, 博士后, 主要研究领域: 土地利用与生态过程。E-mail: shajia@reis.ac.cn



图 1 西南岩溶山地乡村景观严重的石漠化现象

Fig.1 Severe rock desertification of rural landscape in karst mountainous areas, southwestern China

有文献从石漠化过程对乡村景观类型及其空间格局的响应入手,结合农户调查、野外观测、遥感参数反演,选择西南岩溶山地典型关键地段进行不同乡村景观类型及其空间格局下石漠化演变特征分析,找出了岩溶山地乡村景观格局的基本分异特征,如转换的类型、数量和过程的水平与垂直分异,岩溶山地乡村石漠化格局改变的强度与方向,以及转换斑块的积聚与分散及相互间的关系^[11,12]。并借助合成空间-属性-过程一体化图谱单元,探讨各空间单元上每一采样时刻的乡村景观格局及其时空演变规律^[13,14]。但现有研究未能弄清乡村景观格局演化的尺度依靠和阶段性层次,没有将乡村景观格局与石漠化等生态过程联系起来。人类活动介入通常使乡村景观处于转换、渐变和基本不变状态,而乡村景观演化的不同状态所产生的石漠化效应和背后潜在驱动因素各异,现有研究未能阐明岩溶山地乡村人类土地利用与生态格局、过程和效应以及优化管理的关系。

岩溶山地乡村景观格局演化与其自然非生物因素和人类社会活动间的关系是非常复杂的^[15],石漠化乡村景观格局分析具有空间尺度的界定和层次性。在这个意义上,理应与其产生的过程相联系,以达到“尺度-格局-过程”基本思想的统一^[16],分析乡村景观格局转换、渐变和改变的关系,从而将乡村景观格局与不同阶段过程紧密结合起来。未来研究,应在考虑不同尺度景观格局组合特征的前提下,测算乡村景观类型及其组合方式的贡献,这样在考虑不同尺度下乡村景观格局贡献的同时,又反映了乡村景观类型间的空间邻接或空间邻近的区

域单元的属性值的相似程度。如采用遥感解译或实地踏勘数据,运用景观格局指数进行展示,并借助GIS的空间统计分析功能,进行景观尺度上岩溶山地乡村景观格局组合测算;结合遥感参数的反演,运行聚类和主成分分析提取的参与农村性评估获取的数据和历史统计数据,参考农访绘制的典型乡村景观格局图和地形图的GIS时空格局获取乡村景观农户尺度的组合结构,运用聚类分析,考究农户活动半径、活动强度及其对所拥有土地的投入来度量,计算它们对地块尺度乡村景观格局的影响等。通过以上方法,对乡村景观格局进行林地、灌丛、草地、耕地等情景设定,对可能的乡村景观石漠化效应进行情景分析,从地块-农户-景观层面,建立岩溶山地乡村景观格局特征框架。

3 岩溶山地乡村景观石漠化发生效应识别

岩溶山地乡村景观石漠化发生效应识别,面临如何辨识岩溶山地乡村景观格局与石漠化发生的动态过程的问题,找出不同乡村景观类型及其空间格局下石漠化发生效应?不同乡村景观格局导致的石漠化发生过程中裸岩、裸土和植被斑块的分布格局并不相同,石漠化在土地的退化过程、程度和群落特征上刻画有异,最终表现在恢复方式和难度的差异上^[17],而且这种空间关联因地域而异(图2)。地块尺度石漠化的发生主要源于乡村景观格局类型,判断是否发生石漠化需考虑人类土地利用活动的

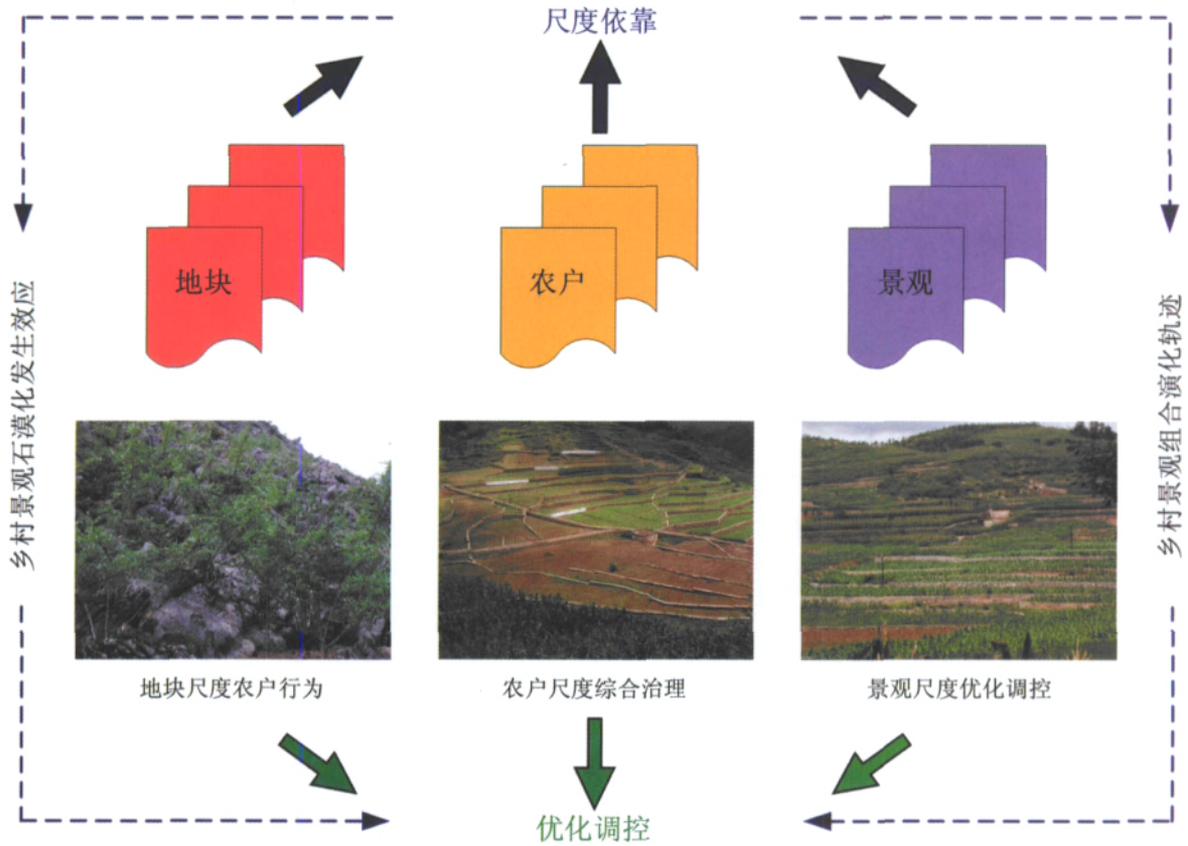


图 2 西南岩溶山地乡村景观格局与石漠化效应间的关联

Fig.2 Relationships between rural landscape patterns and rock desertification effects in karst mountainous areas, southwestern China

目的性,裸岩与植被分布格局的季节变化,所处坡地级别,考虑石灰岩与白云岩的差异^[19]。农户尺度石漠化发生主要取决于不同乡村景观类型的空间格局,石漠化的界定需考虑石漠化斑块的空间分布格局,从聚落-地形-土地利用组合格局入手,划分石漠化发生的乡村景观空间结构类型^[9];景观尺度石漠化发生可归结于乡村景观的动态结构,石漠化的理解需考虑石漠化土地在不同土地利用类型中的空间分布,考虑不同等级石漠化的面积比例,石漠化斑块的空间格局对区域石漠化程度的认识起决定性作用^[19]。通过地块尺度不同乡村景观类型的石漠化程度野外调查,得到每种乡村景观类型对石漠化的影响权重,利用农户和景观尺度内不同乡村景观类型的面积百分比进行加权,定量表述多种乡村景观类型及其组合结构对石漠化的综合影响^[20]。

但不同类型乡村景观格局的生态学意义及其对石漠化整体效应的影响,非生物环境属性的制约下有利于石漠化土地恢复的乡村景观格局等方面研究应给予重视。石漠化的综合防治可以理解为通

过合理配置乡村景观格局类型及其组合,以促进石漠化生态系统服务功能的改善^[21,22]。未来研究,地块尺度上,采用景观生态学数量方法确定各退化岩溶乡村景观沿坡面的单个裸岩、土壤斑块特征及裸岩/土壤景观组合类型镶嵌体的数量特征,如聚集程度、间隙度、斑块化指数等,并进行情景标定,获得每种乡村景观类型所诱导的石漠化强度权重;农户尺度上,利用线性光谱混合模型提取岩石裸露与植被覆盖信息,揭示不同景观类型石漠化发生的范围和程度。考虑石漠化斑块的空间分布格局类型,根据不同土地利用对连续性碳酸盐岩区地表覆盖类型属性改变与转变程度,划分不同地质地貌条件下石漠化发生的景观空间组合结构类型;景观尺度上,考虑地块-地形-乡村聚落组合格局划分石漠化基本评价单元,将景观单元从上往下划分为不同石漠化景观空间组合结构类型,分别对不同空间组合结构进行评价,这样可以定量表述不同景观空间格局和石漠化斑块组间的互馈效应。只有理解不同石漠化发生过程与乡村景观格局间的关系,找出不

同乡村景观格局类型间石漠化发生的差异过程,辨识乡村景观石漠化的不同效应,才能提出有针对性的石漠化景观综合防治与恢复措施。将岩溶山地乡村景观类型及其空间格局组合与石漠化发生过程结合起来,探索石漠化发生机理及其调控机制,有助于丰富人们对岩溶山地石漠化发生及其恢复防治措施的理解。

4 岩溶山地乡村景观石漠化发生效应成因

岩溶山地乡村景观石漠化发生效应成因分析旨在认识在自然非生物因素和人类社会活动共同

作用下,岩溶山地不同乡村景观空间格局石漠化发生发展的背后潜在因素是什么?理解不同石漠化发生背景下的农户响应机制,弄清乡村景观格局与石漠化发生间的相互关系及其结构效应,经分析研究提出对乡村景观石漠化进行调控的有利对策。在我国,石漠化地区通常是生态环境脆弱区、经济欠发达区、传统农业耕作区和少数民族聚居地。人口密度大,且在其所拥有的人口中80%以上从事农业生产。农业结构单一,耕作粗放,人们生活贫困,西南各省国家级贫困县大多集中于这一区域。这势必使该区陷入“生态脆弱-贫困-掠夺式土地利用-资源环境退化-进一步贫困”的怪圈^[10,23](图3)。从乡村景观特征入手,分析不同乡村景观格局组合下的石漠化效应及其背后成因,认为岩溶山地自然非生物因

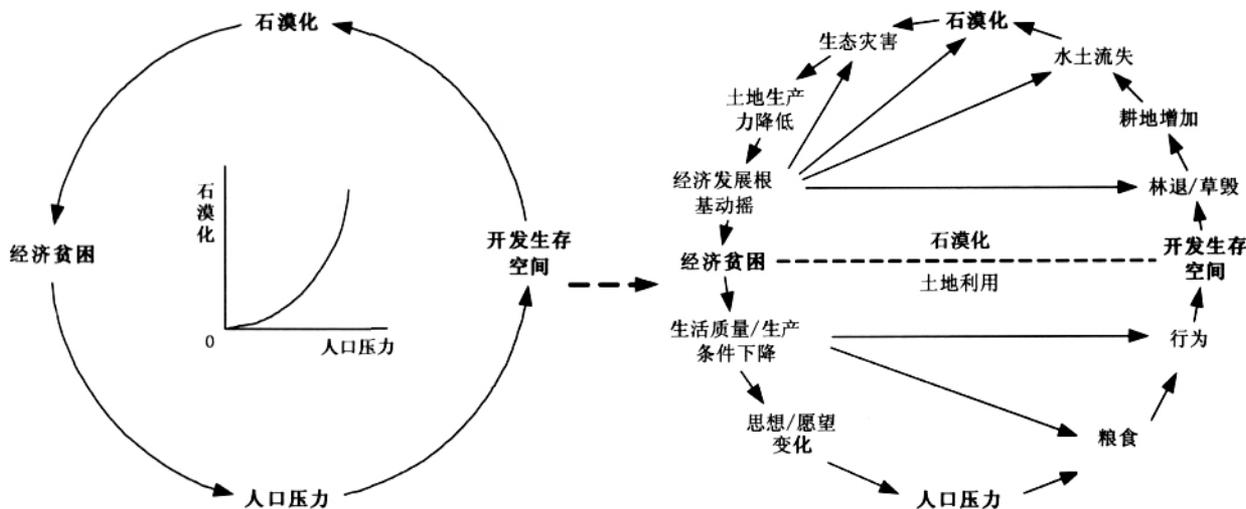


图3 西南岩溶山地人类土地利用活动与岩溶生态系统间反馈环
Fig.3 Feedback loop between human land use activities and ecosystems in karst mountainous areas, southwestern China

素决定乡村景观石漠化的根本趋势^[24],而人类活动的介入则可使石漠化过程处于改变、渐变或基本不变的状态。石漠化以强烈的人类活动为主要驱动力,人口压力和农户决策自行主导所诱导的中国西南岩溶山地长期不合理的土地利用,导致强烈的水土流失和植被退化,进而基岩大面积裸露,呈现荒漠化的乡村景观^[25]。虽然岩溶山地非生物因素和人类活动的介入共同塑造了目前或未来的乡村景观格局,但乡村景观格局类型及其组合又与石漠化的发生关系密切。乡村石漠化发生过程是原有乡村景观格局对由非生物因素和人类经营斑块在大小、形

状和配置上具有较大变异性的根本响应^[26,27]。高强度人类活动所诱导的乡村景观格局类型及其组合对石漠化发生驱动的忽略,使得中国西南岩溶山地人类健康、经济发展和生态环境间未能很好协调,大量拥有较高经济价值的名特优产品与岩溶地球化学背景之间的关系仍未找到,最终未能破解中国西南岩溶山地贫困、人口增长、土地退化、贫困的惯性环,致使目前对石漠化形成以及良性生态恢复的机理性研究滞后于国家需求^[28,29]。进一步的深入研究应注重从宏观外部约束性因素和局部格局单元演化共同影响岩溶山地乡村景观石

漠化发生的角度,提取并分解出岩溶山地乡村景观石漠化发生及其与潜在的自然和社会经济驱动因素间的互馈效应。分析不同尺度下岩溶山地乡村人文景观及其所引起生态环境地质因素的演变对景观格局的驱动,通过参与性农村评估获取影响农户行为的社会经济数据,结合生态时限法,将调查获取的信息,标在生态时限图上,根据某一时段的乡村景观格局动态和由其所引起的石漠化效应,找出相应时段驱动这种变化和效应的最主要因素。借助多尺度集聚模型,量化驱动程度及其效应,模拟景观尺度石漠化效应能通过地块和农户尺度来集聚。从地块-农户-景观过程间驱动因素的集聚与扩散角度,将这种聚集针对不同单独或群组层面的影响进行分解,建立驱动因子的尺度转换关系,找出不同驱动因子对岩溶山地乡村景观石漠化发生的尺度效应规律,厘定岩溶山地乡村景观石漠化发生效应的背后潜在动因及其石漠化效应的解释框架,阐述乡村景观格局优化对石漠化发生影响的综合模拟。研究中不仅需要考虑到自然生物因素决定的乡村景观格局类型组合,且应注意识别由人类活动介入所带来的乡村景观类型组合对石漠化的调控影响,将具有重要的理论和实践价值。

5 结语

基于上述认识,以减少乡村石漠化为目标,从地表覆被格局的总量调控和空间配置两个方面,进行乡村景观格局优化。为推动岩溶山地乡村景观优化调控和石漠化土地恢复治理,未来优先研究领域应着重以下几个方面:(1)识别岩溶山地乡村景观格局的转换、渐变和基本不变的层次性,测算不同尺度下乡村景观类型及其空间组合的贡献;(2)认识不同类型乡村石漠化景观空间分布的生态学意义及其对区域石漠化整体程度的影响,找出不同乡村景观演化格局下的石漠化效应;(3)厘定岩溶山地高强度人类活动及其所诱导的乡村景观格局演化对石漠化的作用效应,构建乡村景观石漠化的成因框架;(4)探讨乡村景观格局制约下有利于石漠化土地恢复的格局优化模拟,丰富人们对岩溶山地乡村石漠化发生过程的理解和认识。

参考文献

[1] 王世杰,李阳兵,李瑞玲.喀斯特石漠化的形成背景、演

化与治理模式.第四纪研究,2003,23(6):657-666.

- [2] Xiao H, Weng Q. The impact of land use and land cover changes on land surface temperature in a karst area of China. *Journal of Environmental Management*,2006.
- [3] Zhang P, Li L, Pan G, et al. Soil quality changes in land degradation as indicated by soil chemical, biochemical and microbiological properties in a karst area of southwest Guizhou, China. *Environmental Geology*, 2006, 51 (4): 609-619.
- [4] Zhang J P. Soil erosion in Guizhou province of China: a case study in Bijie prefecture. *Soil Use and Management*, 1999, 15(1): 68-70.
- [5] 曹建华,袁道先,章程等.受地质条件制约的中国西南岩溶生态系统.地球与环境,2004,32(1):1-8.
- [6] 李阳兵,王世杰,容丽.西南岩溶山地石漠化及生态恢复研究展望.生态学杂志,2004,23(6):84-88.
- [7] Zhang W, Chen H S, Wang K L, et al. The Heterogeneity and Its Influencing Factors of Soil Nutrients in Peak-Cluster Depression Areas of Karst Region. *Agricultural Sciences in China*,2007, 6(3): 322-329.
- [8] Derbyshire E. Geological hazards in loess terrain, with particular reference to the loess regions of China. *Earth-Science Reviews*, 2001, 54(1-3): 231-260.
- [9] 李阳兵,白晓永,周国富等.中国典型石漠化地区土地利用与石漠化的关系.地理学报,2006,61(6):624-632.
- [10] Yang Z, Liu Y, Bao G, et al. Rehabilitation and sustainable use pattern of rocky-desertified land in Southwest China's poverty-stricken karst mountainous areas. *Journal of Mountain Science*, 2006, 3(3): 237-246.
- [11] 袁道先.全球岩溶生态系统对比:科学目标和执行计划.地球科学进展,2001,16(4):461-466.
- [12] Wang H, Li Y, Wang E, et al. Strategic ground water management for the reduction of karst land collapse hazard in Tangshan, China. *Engineering Geology*, 1997, 48 (1-2): 135-148.
- [13] 邵景安,李阳兵,王世杰等.岩溶山区不同岩性和地貌类型下景观斑块分布与多样性分析.自然资源学报,2007,22(3):478-485.
- [14] Li W, Yu L J, Yuan D X, et al. Bacteria biomass and carbonic anhydrase activity in some karst areas of Southwest China. *Journal of Asian Earth Sciences*,2004, 24(2): 145-152.
- [15] 袁道先.现代岩溶学在中国的发展.地质论评,2006,52(6):733-736.
- [16] 章程,谢运球,吕勇等.不同土地利用方式对岩溶作用的影响--以广西弄拉峰洼地岩溶系统为例.地理学报,2006,61(11):1181-1188.

- [17] Yuan D. Rock desertification in the subtropical karst of south china. *Z. Geomorph. N. F.*, 1997, 108: 81~90.
- [18] Wang S, Li R, Sun C. How Types of carbonate assemblages constrain the distribution of karst rocky desertification in Guizhou Province, China: phenomena and mechanism. *Land Degradation & Development*, 2004, 15: 123~131.
- [19] 邵景安, 李阳兵, 魏朝富等. 重庆岩溶区景观格局特征分析. *地理科学进展*, 2006, 25(5): 31~40.
- [20] Zhang C, Yuan D, Cao J. Analysis on the environmental sensitivities of typical dynamic epikarst system at the Nongla monitoring site, Guangxi, China. *Environmental Geology*, 2005, 47(5): 615~619.
- [21] Li Y, Xie D, Wang S, et al. Impact of land cover types on the soil characteristics in karst area of Chongqing. *Journal of Geographical Sciences*, 2006, 16(2): 143~154.
- [22] 袁道先. 论岩溶生态系统. *地质学报*, 2001, 75 (3): 432~432.
- [23] Jiang Y, Yuan D, Zhang C, et al. Impact of land-use change on soil properties in a typical karst agricultural region of Southwest China: a case study of Xiaojiang watershed, Yunnan. *Environmental Geology*, 2006, 50(6): 911~918.
- [24] Zhang B, Xiao F, Wu H, et al. Combating the fragile karst environment in Guizhou, China. *AMBIO*, 2006, 35(2): 94~97.
- [25] 邹胜章, 张文慧, 梁彬等. 西南岩溶区表层岩溶带水脆弱性评价指标体系的探讨. *地学前缘*, 2005, 12(U04): 152~158.
- [26] Jia Y, Yuan D. The influence of land use change on karst water quality of Shuicheng Basin in Guizhou Province. *Journal of Geographical Sciences*, 2004, 14(2): 143~150.
- [27] 李阳兵, 邵景安, 王世杰等. 岩溶生态系统脆弱性研究. *地理科学进展*, 2006, 25(5): 1~9.
- [28] Huang Q, Cai Y, Peng J. Modeling the spatial pattern of farmland using GIS and multiple logistic regression: a case study of Maotiao River Basin, Guizhou Province, China. *Environmental Modeling and Assessment*, 2007, 12 (1): 55~61.
- [29] Jiang Y. The impact of land use on soil properties in a karst agricultural region of Southwest China: a case study of Xiaojiang watershed, Yunnan. *Journal of Geographical Sciences*, 2006, 16(1): 69~77.

Rural Landscape Patterns and Controlling Rocky Desertification in Karst Mountainous Areas, Southwestern China: Recent Achievements and Future Work

SHAO Jing'an^{1,2}, LI Yangbing³

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. Institute of Mountainous Ecology and Regional Development in Three-Gorges Reservoir Area, Chongqing, 400047, China;

3. School of Geographic and Biological Sciences Guizhou Normal University, Guiyang 550001, China)

Abstract: Sustainable rural development and rural landscape (including structures, functions and spatial-temporal modes) presented close relationships karst mountainous areas, southwestern China. For a long time, rural unreasonable development and utilization resulted in some ecological problems, such as serious land desertification, soil erosion and degradation of forest ecosystems. Moreover, they took on the stacks and combinations of various ecological problems, thus restricting rural sustainable ecological-economic development. Therefore, understanding of comprehensive controlling of rock desertification in karst mountainous areas, southwestern China, is important for improving the service functions of karst ecosystem through reasonably distributing rural landscape

patterns and optimizing human land use activities. Presently, researches on rock desertification background, drivers and future scenario simulation of rural landscape have already obtained some achievements. Moreover, some successful models have restored/ restructured rock desertification ecosystem. But the information of ecological ideals on rural landscape rock desertification should be applied back to ecological controlling practices. Faced with the demand at national level for providing a scientific understanding of controlling rock desertification through optimizing rural landscape patterns, the studies will aim at the following priority aspects in karst mountainous areas: (1) identifying transformation, modification and maintaining of rural landscape patterns, and measuring the contribution weights of rural landscape types and their spatial patterns at different scales; (2) understanding the ecological ideas of different rural landscape patterns and their effects on rural rock desertification, and recognizing the rock desertification effects of rural landscape patterns; (3) analyzing interaction between the high strength human activities as well as their corresponding rural landscape patterns and the rock desertification, and building the framework of rural landscape rock desertification drivers; and (4) discussing rural landscape patterns prone to rock desertification restoration, and improving people's understanding and identification of the process of rural rock desertification effects. Based on these understandings, future research, with the target of reducing rural rock desertification, will pay more attention to two aspects: controlling total areas and spatial patterns of rural rock desertification, in order to optimize rural landscape patterns. Through these means, we can conscientiously do these works for the optimum of rural landscape patterns and the restoration and controlling of rock desertification in karst mountain.

Key words: rural landscape patterns; rock desertification; optimization controlling; southwestern karst mountainous areas