

基于 RS 与 GIS 的岩溶区石漠化时空变化特征
——以湖南省慈利县为例*

王晓燕¹, 徐志高²

(1. 长沙理工大学 土木与建筑学院, 长沙 410076; 2. 国家林业局中南林业调查规划设计院, 长沙 410014)

摘 要:以湖南省慈利县为研究区域, 运用遥感与地理信息系统技术, 通过 1990 年和 2003 年两期遥感影像数据的对比分析, 研究了岩溶区土地石漠化时空变化特征。结果表明: 慈利县岩溶区石漠化治理与破坏同时存在, 但破坏强度大于治理效果, 石漠化呈加剧趋势; 轻度石漠化与中度石漠化区域的治理转化率较高, 极重度石漠化区域的治理转化率最低; 由石漠化改善为未石漠化的土地只占由未石漠化转化为石漠化土地的 52.2%; 石漠化发生区主要分布于边远乡镇区。岩溶区生态环境的建设重在预防, 潜在的石漠化区域的保护应该予以重视, 宜林荒山应成为今后治理的重点, 边远山区生态环境改善的重点应该是改变农业产业结构和传统的耕作方式。
关键词:石漠化; 时空变化; 土地利用; 岩溶区; 慈利县
中图分类号: X171.1; TP79 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-3409(2008)05-0007-04

Spatial and Temporal Variation Features of Rocky desertification in
Karst Area Based on RS and GIS Technology
— A Case Study of Cili County, Hu'nan Province

WANG Xiao-yan¹, XU Zhi-gao²

(1. College of Civil Engineering and Architecture, Changsha University of Science and Technology, Changsha 410076, China;
2. State Forestry Administration Central South Forest Investigating and Planning Institute, Changsha 410014, China)

Abstract: Using Cili county as the study area, through contrasting and analyzing the aerial images of 1990 and 2003, the spatial and temporal changes characters of rocky desertification was studied in this paper by using RS and GIS technology. The results show that control and destruction are coexited in Cili county, but the destruction intensity is larger than that of controlling, and rocky desertification situation has becoming more serious. There are efficient controlling and conversion in lighter and middle degree rocky desertification area while ineffective in extreme degree rocky desertification area. The amelioration rate of rocky desertification land is lower than the deterioration rate of unrocky desertification land. The rocky desertification was mostly taken place in countryside. The first task should be prevention in ecological environment construction in Karst area. Protection should be taken into account seriously in latent rocky desertification area and the controlling emphasis should be on barren hill suitable for forest. The transformation of agriculture industrial structure and traditional cultivation model is the emphasis in the future.
Key words: rocky destertification; spatial and temporal changes; land utilization; Karst Area; Cili county

石漠化指在热带、亚热带湿润—半湿润气候条件和岩溶极其发育的自然背景下, 受人为活动干扰, 使地表植被遭受破坏, 造成土壤严重侵蚀, 基岩大面积裸露, 砾石堆积的土地退化现象, 是岩溶地区土地退化的极端形式^[1-3]。根据国土资源部等部门的监测数据显示, 我国的石漠化面积已经超过 10.5 万 km², 在西南岩溶区石漠化发生率达 32.9%^[1]。目前我国的生态环境处于治理与破坏相持阶段^[4-6], 选择县级行政区为尺度单元, 研究石漠化动态变化特征与规律, 与目前国家正在进行的石漠化治理规划以县域为地域单元相对

应, 为石漠化的治理规划提供不可缺少的基础和科学参考, 在“生态建设治理与破坏相持阶段”的攻坚战中提供战略支持, 为缓解生态环境危机, 实现生态安全和社会、经济、环境的可持续发展打下基础。

1 研究区概况

慈利县地处湖南省西北部, 武陵山东部边缘, 位于东经 110°28'—111°20', 北纬 29°04'—29°42', 境内有南、中、北三条山脉自西向东蜿蜒绵伸, 其中夹有澧、沅两水, 构成三山夹两谷

* 收稿日期: 2008-01-21
基金项目: 国家林业局项目“西南岩溶区石漠化监测”; 湖南省教育厅青年项目(07B001)
作者简介: 王晓燕(1973—), 女, 湖南邵阳人, 博士, 副教授, 主要从事生态环境与水土保持方面的研究。E-mail: w_xiaoyan@163.com

的地貌轮廓。整个地势自西北向东南倾斜,东南部为低山丘陵,两水沿岸为低丘盆地。境内山峦起伏,沟谷纵横,地域差异明显,地貌类型复杂多样,山、丘、岗、平兼有,但以山地为主。该县地处中亚热带季风湿润气候区,年平均气温为 18.2℃,年日照时数 1 482.8 h,无霜期 302 d,年均降雨量 1 615.1 mm,相对湿度 75.8%。境内成土母岩、母质主要有灰岩、板页岩、砂岩、第四纪红色黏土和溪河冲积物,由上述母质发育成的森林土壤中,红壤占 62.2%,山地黄壤占 8.8%,石灰土占 24.6%,紫色土占 4.4%。

慈利县总面积为 3 480 km²,其中山地面积 22.7 万 hm²,耕地面积 3.8 万 hm²;辖 31 个乡镇(包括 7 个土家族乡),675 个行政村(居委会),总人口 67.57 万人,其中农业人口 59.65 万人,以土家族为主的少数民族人口 40.91 万人,占总人口的 61%。2004 年,全县国内生产总值 27.241 亿元,财政收入 1.562 亿元,

农业总产值 7.246 2 亿元,其中林业总产值 1.143 3 亿元,占农业总产值 15.78%,农民人均纯收入 2 268 元。

2 研究方法及技术标准

以 1990 年和 2003 年 landsat/TM 卫星数据(中国科学院地面站,分辨率 30 m)为主要研究资料,以慈利县的地形图、区域水文地质图、土壤分布图、1990 年与 2003 年森林资源二类调查资料及林相图、1990 年以来的该县社会经济统计年鉴等为辅助资料,利用遥感和地理信息系统等技术手段进行判读与分析(见图 1)。为了与全国第一次石漠化监测结果具有一定的可比性,采用了国家林业局制定的技术指标体系^[7],即对岩溶区按照基岩裸露度(i_1)、植被类型(i_2)、植被盖度(i_3)、土壤厚度(i_4)等 4 项指标综合评定石漠化程度。各项指标评分标准见表 1。

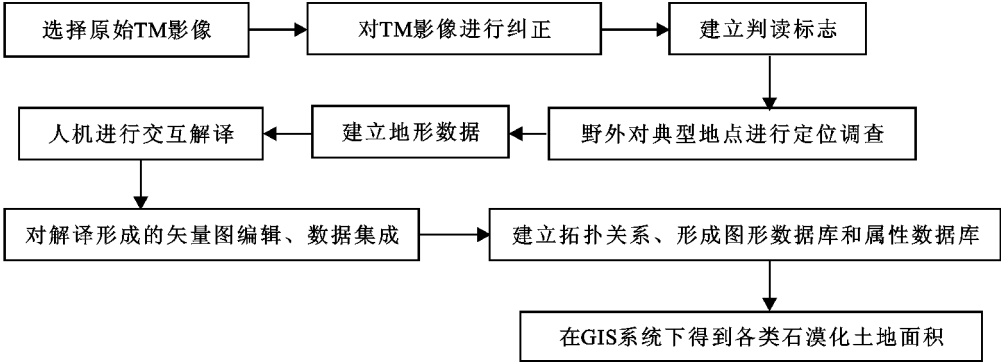


图 1 土地石漠化监测技术流程

表 1 石漠化评价指标评分标准

基岩裸露度(i_1)	程度	30% ~ 39%	40% ~ 49%	50% ~ 59%	60% ~ 69%	≥70%
	评分	20	26	32	38	44
植被类型(i_2)	类型	乔木型	灌木型	草丛型	旱地作物型	无植被型
	评分	5	8	12	16	20
植被综合盖度(i_3)	程度	50% ~ 69%	30% ~ 49%	20% ~ 29%	10% ~ 19%	< 10%
	评分	5	8	14	20	26
土层厚度(i_4)	程度	40 cm 以上	20~ 39 cm	10~ 19 cm	10 cm 以下	
	评分	1	3	6	10	

将上述 4 个指标评分进行加和,得到石漠化程度分级指标值(I),其分级标准如下(表 2)。

表 2 石漠化程度分级及其指标值

石漠化程度	轻度石漠化	中度石漠化	重度石漠化	极重度石漠化
I 值	≤45	46~ 60	61~ 75	> 75

3 结果与分析

3.1 慈利县石漠化土地的面积变化动态

根据水文地质图分析,慈利县岩溶区面积为 217 523.2 hm²,占慈利县土地总面积的 62.5%。通过两期遥感数据比较,在 GIS 技术支持下,得到 1990 年与 2003 年慈利县土地石漠化分布图。与 1990 年相比,慈利县 2003 年石漠化面积较 1990 年有较大的变化(见图 2、图 3 和表 3)。具体表现在以下几个方面。

(1) 该县石漠化总体上呈恶化趋势,不同程度的石漠化面

积变化明显。1990 年岩溶区各类面积比例分别为:未石漠化土地占 80.6%,轻度石漠化土地占 9.6%,中度石漠化土地占 6.2%,重度石漠化土地占 2.9%,极重度石漠化土地占 0.7%;而 2003 年岩溶区各类面积比例分别为:未石漠化土地占 74.4%,轻度石漠化土地占 8.1%,中度石漠化土地占 12.0%,重度石漠化土地占 4.4%,极重度石漠化土地占 1.1%。

(2) 慈利县土地石漠化状况改善与恶化现象并存。从表 3 中可以看出,到 2003 年,1990 年的 42 330 hm² 石漠化土地中有 17 100.3 hm² 得到改善,改善率达到 40.4%;但同时有 9 260.1 hm² 石漠化土地继续恶化,恶化率为 21.9%。石漠化发生率从 1990 年的 19.4% 扩展到 2003 年的 25.6%。在这 13 a 中,有 13 283.6 hm² 非石漠化土地中的潜在石漠化土地转化为石漠化,转化率达 15.9%,其中 10 405.8 hm² 转化为轻度石漠化,17 230.8 hm² 转化为中度石漠化,180.4 hm² 转化为重度石漠化。

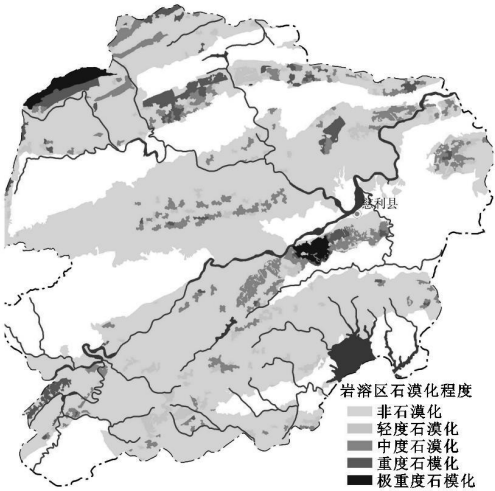


图 2 慈利县 1990 年石漠化现状图

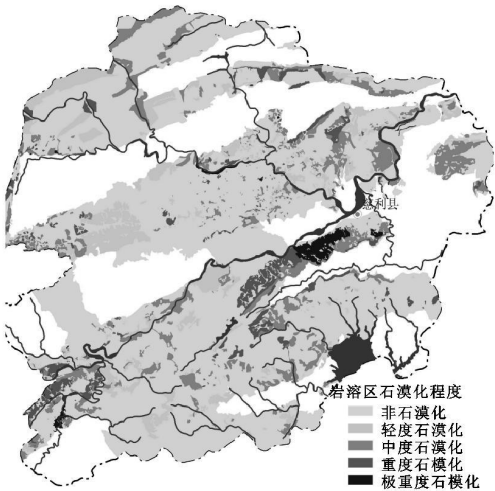


图 3 慈利县 2003 年石漠化现状图

表 3 慈利县 1990 年与 2003 年石漠化转换矩阵

2003 年	1990 年						比例/ %
	未石漠化	轻度	中度	重度	极重度	总计	
未石漠化	147376.3	9609.7	4593.6	330.0	0.0	161909.6	74.4
轻 度	10405.8	6167.5	873.7	184.2	0.0	17631.1	8.1
中 度	17230.8	2971.9	4626.4	1101.0	191.6	26121.6	12
重 度	180.4	2032.8	3131.1	3988.4	216.6	9549.2	4.4
极重度	0.0	128.0	273.7	722.6	1187.3	2311.5	1.1
总 计	175193.2	20909.9	13498.4	6326.3	1595.4	217523.2	100.0
比例/ %	80.6	9.6	6.2	2.9	0.7	100.0	

3.2 慈利县石漠化程度变化特点

经过多年的生态治理,慈利县的石漠化程度有所改善,但生态破坏现象依然严重(图 4、表 3)。1990 年该县极重度石漠化土地面积为 1 595.4 hm²,至 2003 年,其中有 216.6 hm² 和 191.6 hm² 改善为重度和中度石漠化,分别占 13.6% 和 12.0%,74.6% 保持极重度不变。1990 年重度石漠化土地面积为 6 326.3 hm²,其中有 330.0,184.2,1 101.0 hm² 改善为未石漠化、轻度和中度石漠化,分别占 5.2%,2.9% 和 17.4%,63.0% 保持原程度,另有 722.6 hm² 恶化为极重度,占 11.4%。1990 年中度石漠化土地面积为 13 498.4 hm²,其中有 4 593.6 hm² 改善为未石漠化,占 34%,有 3 404.8 hm² 恶化,占 25.2%,4 626.4 hm² 未变化,占 34.3%。1990 年轻度石漠化土地面积为 20 909.9 hm²,其中有 9 609.7 hm² 改善为未石漠化,占 46%,有 873.7 hm² 转为轻度,占 6.5%,有 5 132.7 hm² 恶化,占 24.5%,6 167.5 hm² 未变化,占 29.5%。

2003 年各不同程度石漠化面积的转化来源分析,161 909.6 hm² 的未石漠化土地中,90.1% 系原有的不变,由重度、中度和轻度转化而来的面积为 330,4 593.6,9 609.7 hm²,分别占 0.2%,2.8% 和 5.9%。17 631.1 hm² 的轻度石漠化土地中,35.0% 系原有的不变,由重度、中度和未石漠化转化而来的面积分别为 184.2,873.7,10 405.8 hm²,比重分别为 1.0%,5.0% 和 59.0%。26 121.6 hm² 的中度石漠化土地中,17.7% 系原有的不变,由极重度、重度、轻度和未石漠化转化而来的面积分别为 191.6,184.2,9 609.7,17 230.8 hm²,比重分别为 0.7%,4.2%,11.4% 和 66.0%。9 549.2 hm² 的重度石漠化土地中,41.7% 系原有的不变,由极重度、中度、轻度

和未石漠化转化而来的面积分别为 216.6,3 131.1,2 032.8,180.4 hm²,比重分别为 2.3%,32.8%,21.3% 和 1.9%。2 311.5 hm² 的极重度石漠化土地中,51.4% 系原有的不变;有 722.6 hm² 和 273.7 hm² 分别由重度和中度转化而来,分别占 31.3% 和 5.5%。

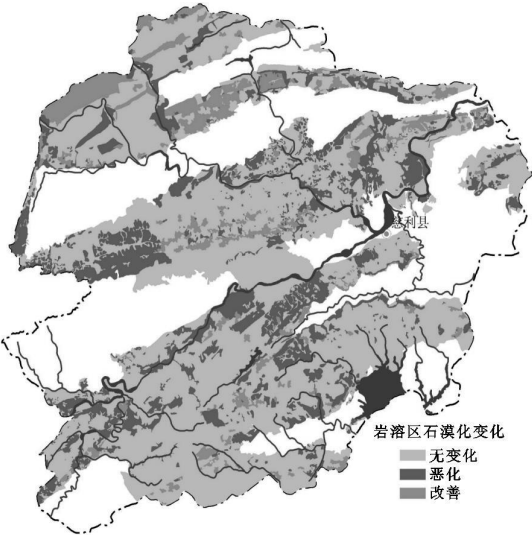


图 4 慈利县石漠化恶化与改善状况分析

3.3 不同土地利用类型石漠化程度变化特征

根据 1990 年慈利县森林资源二类调查的地类属性,将该县岩溶区土地利用分为乔灌木地、其他林业用地、耕地、水域、未利用地和建设用地 6 种类型。

由表 4 可知,慈利县石漠化恶化与改善的面积比为

2.11: 1。其中乔灌林地面积 173 567.4 hm², 有 30 793.3 hm² 石漠化程度加剧, 占 17.7%, 有 14 212.9 hm² 改善, 占 8.2%, 前者主要由过度采伐以及山火引起的, 后者主要得益于封山育林和生态公益林建设。其它林业用地面积为 31 748.6 hm², 其中有 5 279.9 hm² 石漠化加剧, 占 61.8%, 有 614.3 hm² 石漠化状况有所改善, 占 7.2%。其它林业用地包括未达到乔灌木林地标准的新造林地和宜林荒山等, 该地类植被缺失最易造成水土流失, 也最容易成为主要的牧地和垦荒的对象, 人为的干预更加快了土地石漠化速度。耕地面积为 8 548.7 hm², 其中有 584.1 hm² 石漠化程度加剧, 占 1.8%, 加剧的原因主要是陡坡耕作; 有 2 550.5 hm² 改善, 占 8.0%, 主要是退耕还林和自动弃耕后草本和杂灌恢复覆盖。未利用地面积为 597.4 hm², 其中有 125.2 hm² 石漠化程度加剧, 占 21.0%, 有 11.2 hm² 改善, 占 1.9%。未利用地人为干预少, 恶化面积远大于改善面积, 其主要原因是该区域生态自我恢复功能已经大为降低, 在没有外界修复力干预的情况下, 将继续向石漠化的极端形式发展。建设用地面积为 817.2 hm², 有 26.2 hm² 得到改善, 占 3.2%。其主要原因是四旁绿化和部分建设用地废弃后植被的恢复。

表 4 不同土地利用类型生态状况变化 hm²

地 类	合计	不变	加剧	改善
乔灌林地	173567.4	128561.2	30793.3	14212.9
其它林业用地	8548.7	2654.6	5279.9	614.3
耕 地	31748.6	28614.1	584.1	2550.5
水 域	2243.9	2243.9	0.0	0.0
未利用地	597.4	461.0	125.2	11.2
建设用地	817.2	791.0	0.0	26.2
合 计	217523.2	163325.7	36782.4	17415.1

注: 以上各地类的确定是按照 1990 年森林资源二类调查的地类属性。

由表 4 可见, 上述各项地类中生态稳定性最好的是水域, 其次是建设用地; 生态稳定性最差的是其他林业用地, 其次是乔灌林地。

3.4 石漠化土地的空间变化

对图 2 和图 3 进行比较可以看出, 目前慈利县未石漠化土地主要分布在成片的负地形、平地、缓坡梯田和梯土、覆盖度高的林地以及特殊的等级如水体、城镇, 以及地形较为平缓或土层较厚的地区。石漠化状况改善区域主要分布于三官寺土家族乡、高峰土家族乡、朝阳乡、三合口乡等乡镇。这几个乡镇近几年来努力改变农业产业结构, 生态环境恢复较好。如三官寺土家族乡大力发展旅游产业, 努力融入武陵源旅游经济圈, 乡域经济已由以种养为主的传统农业经济模式转变为以旅游服务为主的新型经济模式, 劳务输出和旅游服务已经成为支柱产业。高峰土家族乡, 平均海拔 800 m, 是典型高寒、缺水山区乡。以前粮食以旱粮(玉米)为主, 近年来经济作物以烤烟为主, 人均退耕还林面积达 0.03 hm²。朝阳乡发挥山水优势, 培育特色产业, 调整农业结构, 大力发展优质水果, 实施了零溪河上游小流域治理工程, 实施退耕还林工程, 改善了生态环境。三合口乡 18 个村有 14 个村种

茶, 茶叶已成为全乡的支柱产业, 基本形成山上开茶园, 山下办茶厂, 出外联市场的产业调整雏形。

生态恶化、石漠化加剧的乡镇有垭口乡(北部)、杨柳铺乡、南山坪乡, 这些都是以传统产业为主的农业乡, 主产水稻、甘薯、玉米、烤烟等, 农业人口对土地的依赖性大。岩泊渡镇、零阳镇虽然乡镇经济状况较好但发展不平衡, 在行政区域内(特别是偏远地区)石漠化加剧明显。

4 结 论

- (1) 在 1990– 2003 年的 13 a 内, 慈利县岩溶区石漠化治理与破坏同时存在, 但破坏强度大于治理效果, 石漠化呈加剧趋势。
- (2) 岩溶区域生态环境改善最多的是轻度石漠化与中度石漠化区域, 极重度石漠化区域的治理转化率最低。
- (3) 岩溶区域对石漠化发生率贡献影响最大的部分是未石漠化区域转化为石漠化区域。由石漠化改善为未石漠化的土地只占由未石漠化转化为石漠化土地的 52.2%。由此可见, 石漠化生态环境的建设重在预防。
- (4) 已石漠化区域的生态环境的建设已经引起社会的重视, 得到了有效的改善, 而潜在的石漠化区域的保护为社会所忽视。
- (5) 宜林荒山应成为今后治理的重点, 一定要设计适当的治理模式才能取得较好的治理效果。
- (6) 石漠化发生区主要分布于乡镇边远区。边远区未采取任何治理措施, 石漠化面积呈扩大趋势、石漠化程度呈恶化趋势。主要原因是其产业结构和耕作方式以传统的农业耕作为主, 导致了该地区农民经济落后, 越垦越穷, 越穷越垦, 生态环境加剧恶化的恶性循环。

近年来, 岩溶区退耕还林、国家重点生态公益林工程建设等采取了一定的治理措施, 取得了一定的成效。特别是重点工程项目长防林工程的实施, 对遏制石漠化发展起了积极的作用。但潜在石漠化土地在制定保护规划和措施时被引起足够的重视, 因而通常成为石漠化转化的重灾区。

参考文献:

- [1] 杨胜天. 论贵州喀斯特石质山地可持续发展[J]. 贵州环保科技, 1996, 21(4): 21–25.
- [2] 屠玉麟. 岩溶生态环境异质性特征分析[J]. 贵州科学, 1997, 15(3): 176–181.
- [3] 周德全, 王世杰, 张殿发. 关于喀斯特石漠化研究问题的探讨[J]. 矿物岩石地球化学学报, 2003, 22(2): 127–132.
- [4] 喻甦. 中国石漠化分布现状与特点[J]. 中南林业调查规划, 2003, 22(2): 53–55.
- [5] 李瑞玲, 王世杰, 张殿发. 贵州喀斯特地区生态环境恶化的人为因素分析[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2002, 2(1): 15–19.
- [6] “中国水土流失与生态安全综合考察”组. 我国西南地区石漠化亟待综合治理[N]. 科学时报, 2005 11–30.
- [7] 国家林业局. 全国荒漠化监测主要技术规定[S]. 2003.