

# 遥感和 GIS 技术在贵州喀斯特地区 土地石漠化研究中的应用

周忠发

(贵州师范大学 资源与环境科学系, 贵州 贵阳 550001)

**摘要:** 由于受人类活动影响, 特别是土地资源利用的不合理, 贵州省喀斯特地区出现了一系列的环境问题, 一些地区存在的石漠化现象表现得尤为突出。故研究石漠化在贵州省喀斯特地区的分布、程度、成因等, 对于加强生态环境建设的力度、制定资源环境人口经济协调发展的战略规划、水土流失治理等有重要的现实意义。通过应用多波段、多平台的遥感信息, 在野外调研基础上与 GIS 技术支持下, 对 2000 年遥感图像进行解译、编辑处理, 制作贵州省喀斯特地区石漠化分布图, 并分析影响其程度的主要参数及原因, 为贵州省喀斯特地区生态治理及环境建设等方面提供依据。

**关键词:** 遥感和 GIS; 喀斯特地区; 石质荒漠化

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2001)03-0052-03

中图分类号: S155.52 P237

## Application of Remote Sensing and GIS Technology for Land Desertification in Guizhou Karst Region

ZHOU Zhong-fa

(Guizhou Normal University, Department of Resource and Environment Science, Guiyang 550001, Guizhou Province, PRC)

**Abstract:** Guizhou is a province of Karst development, it is affected by mankind action especially, and it isn't unreasonable to using of land resource, flood disaster take place frequently. It lead to a series of environment problem. So people in karst region, if land desertification is serious, they are very poor. It enhances request of soil erosion work and building of ecological environment in karst region. The grade of land desertification is investigated and its space changeable, affecting parameters, causes and degree are analysed by GIS and remote sensing techniqu in Guizhou province, the map of land desertification in Guizhou karst region are made. Meantime, it is a complet-ing way of science and technology, it is going to provide dependable data for soil erosion preventing and ecological environment managing.

**Keywords:** GIS and remote sensing; karst region in Guizhou province; land desertification

### 1 石漠化的遥感调查作业流程

采用人机交互的判读分析方法, 根据 2000 年 TM(4, 3, 2 合成)影像, 遥感解译工作在 ARCVIEW 和 ENVI 平台上进行, 同时叠加对应的土地利用图、坡度图、水文地质图等, 分析石漠化级别与分布等状况, 作业比例尺 1:10 万。工作流程见图 1。

### 2 技术路线与方法

引起石漠化的主要原因是人为因素, 而植被条件决定着石漠化的类型和程度。因此, 只要结合岩性岩组图、地形图, 解译植被覆盖情况, 结合野外调查得出

关系和分布规律, 就可在 TM 影像上直接解译石漠化级别。TM 影像的分辨率为地面距离 30m, 计算机上人机交互解译, 可在任意放大和增强的条件下进行。因此可以达到较高的精度, 满足大比例尺制图精度要求。裸岩由于其特殊的光谱效应, 可以在 TM 影像上得到很好地表现。还可利用遥感影像处理软件中的工具, 最大限度地挖掘裸露碳酸岩信息, 给予准确地解译。

#### 2.1 遥感图像选择

数据影像文件是 2000 年度为主的(1:10 万)TM 假彩色合成数字影像, 进行了几何纠正和统一的投影处理, 叠加了以县为基本单元的行政界限, 校正后每

收稿日期: 2001-01-13

资助项目: 贵州省自然科学基金资助项目(黔基合计字(2000)3078 号)

作者简介: 周忠发(1969-), 男(汉族), 贵州人, 讲师, 在职硕士研究生。从事计算机遥感及地理信息系统的教学、科研等方面工作。电话 (0851)6702162, E-mail: FAFAGE@263.net

个象元的分辨率为 30 m。采用全国统一的中央经线和双标准纬线,中央经线为东经 105°,双标准纬线为北纬 25°和北纬 47°,坐标原点为(105, 0)。根据贵州省自然环境复杂多样的特点,在 TM 图像的季相确定时,既要注意所在调查区域内 TM 信息瞬时覆盖时本身的质量(如含云量度 < 10% 等技术指标,又必须顾及不同区域的时效性季相差异选择。根据现势性要求,获取 1995—1996 年陆地卫星 TM 图像,对部分数据获取困难地区采用其它图像。根据瞬时状态下最大限度使图像上尽可能丰富地反映地表信息的原则,选择秋冬季图像;如果遇到不可抗拒的客观原因(如天气条件等),可适当选择提前或滞后 1~2 个覆盖周期的图像。

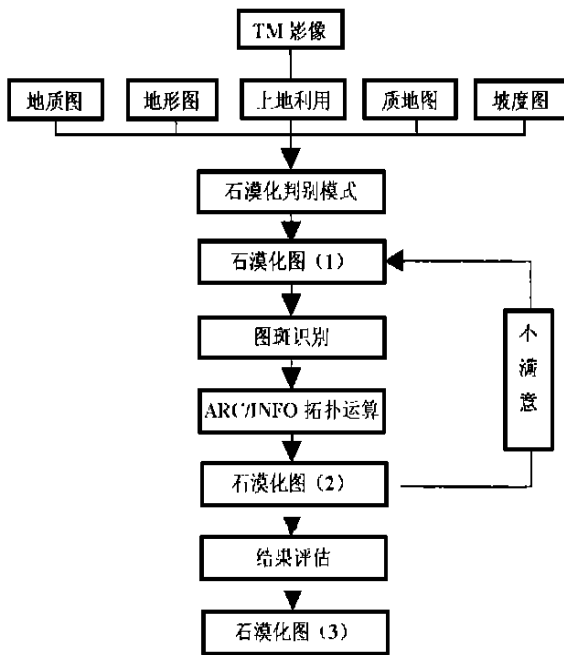


图 1 石漠化遥感调查工作流程

## 2.2 资料收集

选择最新版本的 1:10 万比例尺或 1:5 万地形图及 1:20 万的水文地质图,负责收集与石漠化遥感调查有关的图件和文字资料。为了提高影像的信息可解译性和保证成果质量,广泛收集整理现有的基础研究成果及各种比例尺的地质图。地貌图、植被图、土壤图、沙漠化图、石漠化图、坡度图、土地利用图、中国石漠化区划图和流域界线图等专业图件,水文气象观测资料包括水文站点的水文泥沙资料、淤地坝的泥沙淤积资料及其它有关研究报告。同时结合野外作业,通过该实验区域外业补充调查,建立石漠化类型和强度分级遥感解译标志,同时拍摄相应的野外实况照片,用于石漠化强度判读分析。

## 2.3 技术路线

本项研究将采用目前最先进的监测、评价技术,以及地理信息系统(GIS)技术为支撑,以遥感资料为主要信息源,结合由地形图派生的坡度图,由区域地质图派生出喀斯特与非喀斯特及石山半石山的石漠化背景图。采用植被覆盖、土壤背景、地面坡度等决定石漠化的主要因素,参考降水量、降雨强度等有关因素建立石漠化定量分析模型,应用现代建模技术进行石漠化强度评价和调查制图;结合行政区划,得到各地(市)、县(市)石漠化评价图和数据。本次工作比例尺为 1:10 万,技术路线如图 2 所示。

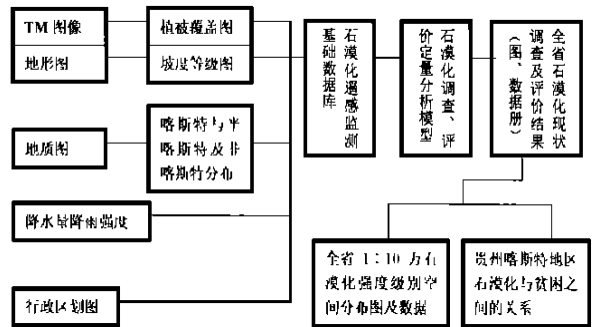


图 2 技术路线框图

## 3 石漠化遥感影像的判读指标

### 3.1 判读指标

3.1.1 岩性及地表质地指标 喀斯特地区与非喀斯特地区的岩性与石漠化有着密切的关系,首先区分出喀斯特、半喀斯特及非喀斯特分布区,不同的岩性会影响其强度级别。碳酸岩区多发育峰丛、峰林、丘陵、洼地等地貌形态,具有清楚的影像图形特征。

3.1.2 坡度指标 当岩性、地表质地和植被等状况一定时,石漠化级别主要取决于地貌坡度,坡度的获取主要是采用数字化的坡度图叠加在 TM 影像上,从而获得不同级别的坡度,通常坡度越大,石漠化的级别越高,特别是当坡度大于 25° 的陡坡,容易遭到破坏,并导致石漠化。

3.1.3 植被指标 当岩性、质地和坡度等因素确定以后,图斑勾绘和石漠化级别判定的指标就是植被覆盖度、植被结构等信息从影像色调深浅及色相确定,这也是喀斯特石漠化解译中,极为重要的因素,一般标准假彩色影像的特征在影像上有明显的特征。

### 3.2 石漠化的影像特征

白色调为纯碳酸盐岩裸露石山,一般划为极强度石漠化;强度石漠化为红中带白或灰白色,成斑状;中度石漠化为绿红色、斑状;红中带白,成星点状者为中或强度石漠化,植被为低矮灌丛,覆盖率不高于

45%，为难利用地。轻度石漠化为品红色，星状；潜在石漠化为浅红色，成斑状。暗红、大红，成块状者为无石漠化地区，植被覆盖好(表 1)。

表 1 石漠化的影像特征

石漠化等级	基岩裸露/%	植被土被覆盖/%	影像特征
无	< 10	> 75	暗红、大红，成块状
潜在	> 50	50~70	浅红，绿红色，星状
轻度	> 35	35~50	品红，插花状
中度	> 65	20~35	绿红，红中带白，斑状
强度	> 85	10~20	红中带白，灰白，斑状
极强度	> 90	< 10	白色、灰白色，斑状

## 4 遥感解译的石漠化分级标准

### 4.1 石漠化分类系统

石漠化是地理环境诸因素相互作用和相互制约的结果。石漠化制图的内容涉及侵蚀营力，溶蚀方式，形态及下垫面条件等因素，因而，应有统一分类系统。类型将采用两级划分法，一级类型主要根据不同地质出露情况，喀斯特与非喀斯特类型；二级类型采用强度为指标划分(见表 2)。一是喀斯特石漠化：指以溶蚀、侵蚀为主的石漠化类型。在溶蚀、降水、地表径流及地下径流作用下，土壤、土体或其它地面组成物质被破坏，搬运和沉积的过程，导致岩石裸露；二是非喀斯特石漠化(待处理)。

表 2 贵州省石漠化分类系统

地质差异	强度等级				
喀斯特	11 无明显	12 轻度	13 中度	14 强度	15 极强度
非喀斯特	待处理				

### 4.2 石漠化强度

贵州省喀斯特地区石漠化强度分级是以喀斯特地区的无明显石漠化和极强度级石漠化两极值内插分级，全省统一分 6 级。

4.2.1 无明显石漠化(代码 11) 无土壤侵蚀或者土壤流失不明显，植被覆盖度>75%成片的林、灌、草地和坡度<5°的平地，平均土厚>25 cm 以上，基岩裸露率<10%以下，包括山间、山前平地、河流阶地以及水体、水田及建筑物等地物。

4.2.2 潜在石漠化(代码 12) 土壤流失不太明显，平均土厚<20 cm。(1) 坡度在 5°~8°之间的坡耕地；(2) 植被覆盖度 60%~70%，坡度为 5°~25°的坡地，基岩裸露>50%；(3) 覆盖度 45%~60%且坡度在 8°~15°的坡地，基岩裸露>50%；(4) 覆盖度 30%~50%且坡度在 5°~8°的坡地，基岩裸露>50%。

4.2.3 轻度石漠化(代码 13) 土壤侵蚀较明显，平

均土厚<15 cm，坡度>15°，植被覆盖度 35%~50%，土被覆盖<35%，基岩裸露>35%，还可以耕种利用，多见于以石灰岩等为主的高一低丘山地上。

4.2.4 中度石漠化(代码 14) 土壤侵蚀明显，植被覆盖度为 20%~35%，坡度>20°的坡地，基岩裸露>65%，平均土厚<10 cm，是难利用土地。主要分布在丘陵、山地区人类活动强烈的地区。

4.2.5 强度石漠化(代码 15) 土壤侵蚀强烈，主要分布在植被覆盖度为 10%~20%，坡度>25°，基岩裸露>85%，平均土厚<7 cm，在农用价值上属于难利用土地。

4.2.6 极强度石漠化(代码 16) 土壤侵蚀破坏极为强烈，已导致无土可流，基岩裸露>90%，平均土厚<3 cm，分布在坡度>35°坡耕地及裸岩地带，已经丧失农用价值。

### 4.3 图斑识别方法

4.3.1 直接判定法 在 Arcview 下，对影像的色调、形状、位置、大小、阴影、纹理及其它标志，非常明确的地物进行直接的判读，如河流、植被及城镇等。

4.3.2 对比分析法 对卫星图像不同波段，图像进行对比分析，以及结合实地影像预判结果，对于不容易判别的岩性和坡度，则要结合地质图和地形图来识别，坡度可由地形图得到，从而建立卫星图像与实地地物和现象的对应关系，使判读成果更为准确。

4.3.3 逻辑推理法 基于卫星图像的特点，卫星图像的判读更多的是应用地学规律的相关分析和实际经验，进行逻辑推理法的判别。

## 5 喀斯特地区石漠化遥感调查分析

通过这次调查，贵州省的非喀斯特地区主要分布于黔东南、南部和其它地区的互层地带及零星分布，喀斯特分布较广，其各级别的石漠化强度面积占了很大比例(图 3)。

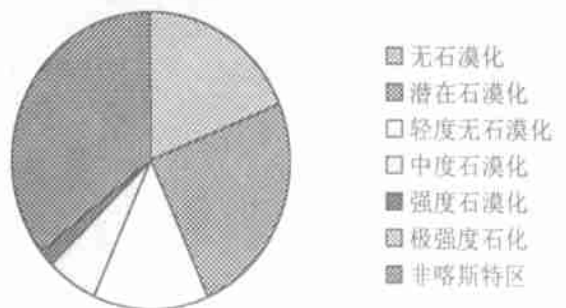


图 3 贵州喀斯特地区石漠化强度面积比例

(下转第 66 页)

高档次、高水平的原则, 准确定位所上项目, 结合区域大工业的走向, 小城镇建设和乡村经济形势, 发展农村(镇)农产品精深加工业, 从而, 摈弃“农产品自给”的传统框架, 充分发掘了自身的经济—技术—资源优势, 为沙区农业的可持续发展找准了方向。

2.2.3 产供销一体化经营 一体化经营是沙产业产业化的基本运作方式。经营者以市场为导向, 建立沙产业龙头企业, 与农民利益联动, 共同发展的协作机制, 发展主导产品, 开拓市场, 使生产、加工、销售等环节紧密相扣, 进行产业化经营。这样, 不但可以把农场、市场—农产品加工企业—农业科技部门有机结合起来, 从而有效合理地配置和开发农业资源, 而且可以带动农产品加工、农业科技教育与推广和农机、化肥、农药等企业单位的协调发展。这种沙区农业经济活动的多环节产业化发展正成为干旱半干旱地区农业可持续发展的成功范例。

2.2.4 采取不同经营模式 依据区域特色, 建立生态庄园、农场式开发模式、“公司+农户+基地”开发模式等不同经营管理模式, 调动了农民积极性, 提高了农民市场经营意识, 同时, 由于公司企业的直接参与开发, 形成了区域性、规模化、专业化、社会化的一体化经营方式, 实现了工农双赢格局。概括地说, 这是沙产业经营制度的创新, 其基本方向是农户、企业利益的一体化和运作的协调化、规范化<sup>[7]</sup>。

(上接第 54 页)

喀斯特地区石漠化的出现是自然—人为因素共同作用的结果, 引起石漠化的主要原因主要是人为原因。一般说来, 土层较厚, 植被覆盖率高的地区, 基岩裸露程度低石漠化程度较轻或无石漠化现象。另外, 与岩性和坡度也有较密切的关系, 岩性为纯的石灰岩地区, 石漠化程度较高, 根据岩石出露的情况不同而程度也有所差异, 不同的岩性将会影响其强度级别; 与坡度的关系为坡度越高, 水土流失严重, 石漠化进程快, 石漠化级别高; 反之, 坡度越缓, 水土保持较好, 则石漠化级别低。

参加本项工作的有贵州师范大学资源与环境科学系熊康

### 3 结 语

实践证明, 沙产业的发展是西北干旱半干旱地区人们变被动抗旱到主动抗旱, 维持和发展农业经济的“保险招”, 它有助于改善生态环境, 保护和高效持续利用沙区资源, 以及不断提高当地植物立地条件和居民的生活水平, 是把干旱半干旱地区的大农业提高到现代化水平的一条根本道路, 也是缩小与东部地区经济发展差距的捷径。因此, 沙产业是西北干旱半干旱地区的生态农业、持续农业(SA)。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 中国科学院, 中国工程院. 加快西北地区发展的几个关键问题[ J ]. 地球科学进展, 2000(5): 489—498.
- [ 2 ] 刘恕. 沙产业—跨世纪的沙漠利用战略构想[ J ]. 科技导报, 1994, 11: 3—6.
- [ 3 ] 刘恕. 发展现代农业是西部开发最大的关键—阳光沙产业是重要出路之一[ J ]. 科技导报, 2000, 11: 38—41.
- [ 4 ] 樊胜岳, 程华芳, 金明, 等. 张掖地区沙产业发展对策与关键技术[ M ]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998.
- [ 5 ] 刘小鹏, 马保收. 宁夏中北部沙产业发展模式与调控对策[ J ]. 宁夏大学学报, 1999, 20(2): 151—153.
- [ 6 ] 聂华林, 赵更吉, 马德山. 沙产业与西北不发达地区农业可持续发展[ J ]. 西北师范大学学报, 1998(2): 81—87.
- [ 7 ] 杨兴礼, 陈俊华, 岳云华. 论以色列农业的可持续发展态势[ J ]. 人文地理, 2000, 15(3): 52—55.

宁教授、安裕伦教授及贵州省水利厅黎平副厅长、吕涛工程师等, 并得到以上师长的指导与帮助, 谨此致谢。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] 安裕伦. 贵州高原水土流失及其影响因素研究[ J ]. 水土保持通报, 1999, 19(3): 47—52.
- [ 2 ] 中华人民共和国水利部. 水保 199744 号关于批准发布《土壤侵蚀分类分级标准》SL190—96 的通知[ Z ]. 1997, 02.
- [ 3 ] 周忠发. ‘3S’集成技术在喀期特发育研究中的应用[ J ]. 贵州师大学报, 1999, 17(1): 7—11.
- [ 4 ] 周忠发, 安裕伦. 贵州省水土流失遥感现状调查及空间变化分析[ J ]. 水土保持通报, 2000, 20(6): 23—25.