

# 不同背景条件下喀斯特石漠化光谱模型 建立与空间分析

周忠发<sup>1,2</sup>, 闫利会<sup>2</sup>, 喻琴<sup>2</sup>

(1. 武汉理工大学 资源与环境工程学院, 湖北 武汉 430070; 2. 贵州师范大学 中国南方喀斯特研究院, 贵州 贵阳 550001)

**摘要:** 在喀斯特地区不同背景条件下, 采用光谱特征与数学分解模型相结合的方法对石漠化信息进行分类, 可提高对石漠化智能分类的准确性和时效性。以贵州省毕节市鸭池示范区为例, 利用不同平台和波段遥感数据, 在 3S 技术支持下进行处理、分类、解译和分析喀斯特石漠化的空间分布状况与特征, 对石漠化光谱特征进行定量研究, 掌握不同条件和不同影响因子下石漠化光谱特征的变化规律, 得出了该区石漠化的空间分布与状况特征, 可为其它地区石漠化遥感智能解译提供参考。

**关键词:** 喀斯特石漠化; 不同背景条件; 遥感解译; 光谱特征

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2008)06-0095-02

中图分类号: P642.25, S157.2

## Construction of Spectral Prediction Model of Karst Rocky Desertification Under Different Conditions and Analysis of Its Spatial Distribution

ZHOU Zhong-fa<sup>1,2</sup>, YAN Li-hui<sup>2</sup>, YU Qin<sup>2</sup>

(1. College of Resources and Environmental Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan, Hubei 430070, China; 2. Institute of South China Karst, Guizhou Normal University, Guiyang, Guizhou 550001, China)

**Abstract:** This article attempts to get the information on rocky desertification under different background conditions in the karst area using spectral features and mathematical method, so as to improve the accuracy and timeliness of desertification intelligent classification. The Yachi demonstration area is taken as a study area and different platforms and different bands of remote sensing data are used. Based on the 3S technologies, the spatial distribution and characteristics of the karst area are summarized through processing, analysis, and classification. A quantitative research is carried out to understand the spectral characteristics in different conditions and diversities. Results from the study provide some references for other areas to develop the interpretation of remote sensing intelligent desertification.

**Keywords:** karst rocky desertification; different conditions; remote sensing interpreter; spectral feature

### 1 研究区概况

喀斯特石漠化主要是在脆弱生态环境区, 人类不合理的社会经济活动导致的, 其空间分布与特征可以通过不同平台和波段遥感数据, 在 3S 技术支持下进行处理、分类、解译和分析实现。但喀斯特石漠化区域实际上是裸岩和植被或者土壤等的混合区域, 由于这种复杂背景的存在, 造成对石漠化的自动提取结果精度不高, 甚至有错分、误分现象, 因此对石漠化光谱特征进行定量研究, 掌握不同条件和不同影响因子下石漠化光谱特征的变化规律, 建立石漠化光谱特征数据库, 从而提高石漠化的分类精度就显得尤为重要。

示范区位于贵州省毕节市东南部的鸭池镇, 总面积 41.526 km<sup>2</sup>, 喀斯特面积占 71.07%, 其中核心区面积约 8.13 km<sup>2</sup>。大部分地区海拔 1 400~1 700 m, 气候温凉湿润, 年均气温 14.03 °C, 极端最高温度 33.8 °C, 极端最低温度 -3.4 °C。≥10 °C 的积温 4 116 °C, 平均日照时数 1 377.7 h, 无霜期 255 d, 年降水量 863 mm。2005 年人口密度 330 人/km<sup>2</sup>, 植被覆盖率为 25.33%。

鸭池示范区内喀斯特发育, 地貌类型较为复杂, 喀斯特石漠化类型齐全, 从不同等级石漠化、不同地貌复杂背景、不同波段、光谱分解模型等方面来探讨石漠化遥感解译及其光谱特征的关系, 得出该区石漠

收稿日期: 2007-12-30

修回日期: 2008-04-22

资助项目: 国家“十一五”重大科技支撑计划(2006BAC01A09); 贵州省“十一五”攻关项目(黔科合 GY 字[2007]3018 号)资助

作者简介: 周忠发(1969—), 男(汉族), 贵州省遵义市人, 教授, 武汉理工大学环境工程专业在读博士, 主要从事 GIS 与遥感在喀斯特资源环境中的应用。E-mail: fa6897@163.com。

化的空间分布与特征,为其它喀斯特地区脆弱生态环境治理与示范提供技术手段和依据。

## 2 光谱模型建立与光谱特征分析

不同的石漠化强度级别由于影响因子不同而具有不同的光谱特征,因此要对不同级别的石漠化进行对比分析,以得出不同等级石漠化的光谱特征值。根据喀斯特石漠化等级划分标准,研究区的石漠化程度可分为无石漠化、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 6 个等级<sup>[1]</sup>(表 1)。为了分析不同等级石漠化强度在光谱特征上的差别,对研究区不同程度的土地石质荒漠化区的裸岩、植被和土壤光谱特征进行采样,并做对比分析,建立不同等级石漠化光谱特征数据库。采用 3S 技术(地理信息系统、遥感、全球定位系统),结合地质图、地形图,进行影像实地对比分析。采用小地名和 GPS 结合实地定位,建立石漠化强度分级遥感解译标志,用于石漠化强度判读分析。

表 1 石漠化强度分级

强度等级	代码	基岩裸露/%	土被/%	坡度/(°)	植被+土被/%	平均土厚/cm	农业利用价值
无明显石漠化	11	< 40	> 60	< 15	> 70	> 20	宜水保措施的农用
潜在石漠化	12	> 40	< 60	> 15	50~70	< 20	宜林牧
轻度石漠化	13	> 60	< 30	> 18	35~50	< 15	临界宜林牧
中度石漠化	14	> 70	< 20	> 22	20~35	< 10	难利用地
强度石漠化	15	> 80	< 10	> 25	10~20	< 5	难利用地
极强度石漠化	16	> 90	< 5	> 30	< 10	< 3	无利用价值

研究采用线性混合光谱模型,在模型中,每一光谱波段中单一像元的反射率表示为它的端元组分特征反射率与其各自丰度的线性组合,模型假设,组成混合像元的几种不同地物的光谱以线性的方式组合成混合像元的光谱<sup>[2]</sup>。基于这种假设,建立了线性混合光谱模型。

$$r(\lambda_i) = \sum_{j=1}^m F_j r_j(\lambda_i) + \epsilon(\lambda_i)$$

式中:  $i = 1, 2, \dots, n$ ——光谱通道;  $j = 1, 2, \dots, m$ ——端元组分;  $F_j$ ——各端元组分在像元中所占的面积百分比,为待求函数;  $r$ ——中间变量;  $\epsilon(\lambda_i)$ ,  $\epsilon$ ——第  $i$  个光谱通道的误差项和总的误差项。

令:

$$R = \begin{bmatrix} r_1(\lambda_1) & r_2(\lambda_1) & \dots & r_m(\lambda_1) \\ r_1(\lambda_2) & r_2(\lambda_2) & \dots & r_m(\lambda_2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_1(\lambda_n) & r_2(\lambda_n) & \dots & r_m(\lambda_n) \end{bmatrix}$$

$$f = \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ \vdots \\ F_m \end{bmatrix}, \quad \epsilon = \begin{bmatrix} \epsilon(\lambda_1) \\ \epsilon(\lambda_2) \\ \vdots \\ \epsilon(\lambda_n) \end{bmatrix}, \quad r = \begin{bmatrix} r(\lambda_1) \\ r(\lambda_2) \\ \vdots \\ r(\lambda_n) \end{bmatrix}$$

则模型可以写为

$$r = Rf + \epsilon$$

假设模型中组成像元的端元光谱是完整的,则比例系数  $F_j$  满足如下约束条件

$$\sum_{j=1}^m F_j = 1 \quad (F_j \geq 0)$$

利用该模型时要确定好端元组分,这将影响到分

类的结果和精度,因此在分类之前要进行实地的野外考察和数据采集,确定各端元的组分。

由于地物在不同的遥感数据或不同波段上辐射电磁波的特征不同,因此形成了不同的光谱特征,在研究过程中将选取不同的遥感数据源如 SPOT, CBERS, IKONOS, IRS 等,分析不同的遥感数据和不同的波段以及波段组合下的光谱特征,从而对比分析石漠化在不同遥感数据和相同遥感数据不同波段上的特征值,建立不同遥感数据石漠化光谱特征数据库<sup>[3]</sup>(图 1—4)。

由于地物在不同的遥感数据或不同波段上辐射电磁波的特征不同,因此形成了不同的光谱特征,选取遥感数据源分析其不同的波段以及波段组合下的光谱特征,从而分析石漠化在相同遥感数据不同波段上的特征值<sup>[3]</sup>。

## 3 基于不同遥感光谱特征的研究区喀斯特石漠化空间分析

根据以上技术线路,通过遥感数据处理与分类和 GIS 空间分析,示范区的非喀斯特区主要分布在该示范区的南部,东南部、西北部和北部有少量非喀斯特区,共占示范区面积的 36.65%,而喀斯特区占 63.35%(表 2)。其中无石漠化地区主要分布在头步桥—梨树萍一带(贵—毕路沿线);潜在石漠化地区主要分布在鸭池街—王家湾子,叉塘的大坡顶,石桥边以及示范区的西南部;轻度石漠化主要分布在半坡、

王家湾子—张家院子、杨泗岩洞以及徐家院子附近;中度石漠化主要分布在张家院子—石家院子—大同一王婆岭;强度石漠化主要分布在张家大山、石头坡和王婆岭一带;极强度石漠化主要分布在吉家寨子和王婆岭垭口附近。示范区石漠化面积占总面积的23.66%,其中,轻度石漠化占4.76%,中度石漠化占

3.94%,强度石漠化占1.09%,极强度石漠化占0.2%。根据遥感解译和野外调查结果分析,毕节鸭池示范区喀斯特石漠化相对集中,主要分布在半坡—吉家寨子—张家大山—徐家院子;王家湾子—张家院子—石家院子—王婆岭以及石桥边一带,这些地方的石漠化程度较严重,人地矛盾突出。

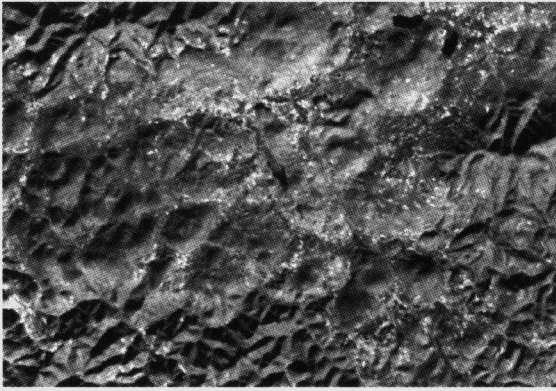


图1 第1波段(绿光:0.50~0.59 m)光谱特征

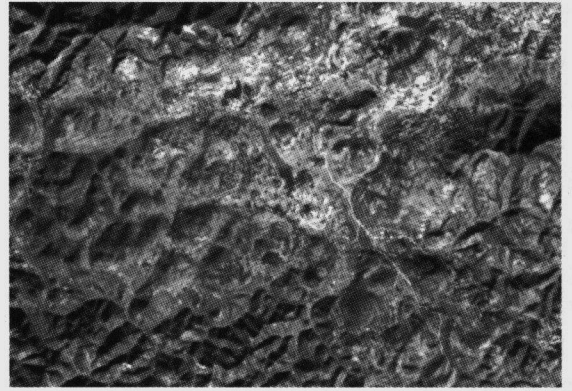


图2 第2波段(红光:0.61~0.68 m)光谱特征

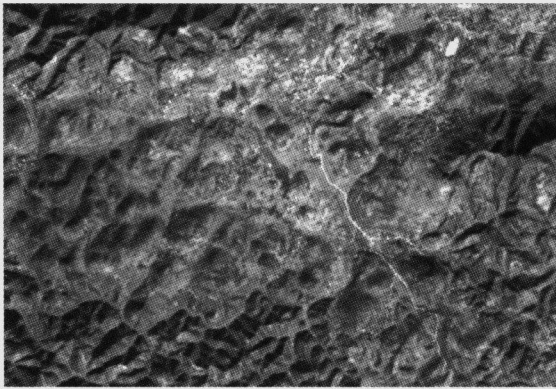


图3 第3波段(近红外:0.79~0.89 m)光谱特征

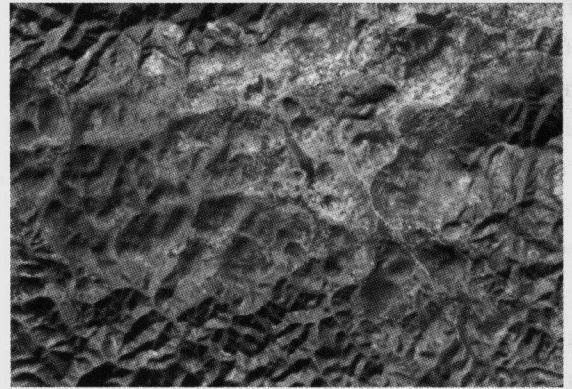


图4 1,2,3波段的彩色合成影像

表2 毕节鸭池示范区石漠化强度级别

类型	图斑数/个	面积/hm <sup>2</sup>	百分比/%
无石漠化	4 173	1648.77	39.69
潜在石漠化	1 192	567.67	13.67
轻度石漠化	677	197.77	4.76
中度石漠化	689	163.99	3.94
强度石漠化	159	45.23	1.09
极强度石漠化	30	8.33	0.20
非喀斯特区	4	1 522.57	36.65
合计	6 924	4 154.33	100.00

## 4 结论

由于贵州省阴雨天气较多,云层覆盖率大,收集遥感数据较为困难,本文只是用 SPOT 影像数据做了研究分析,并不能代表所有的情况,因此,作者正在收集

其它数据源进行进一步研究。分析测试石漠化的光谱特征,还需要从多个影响参数进行研究,如大气、光照度、岩性以及化学成分、坡度、土层厚度、土壤含水量等影响因素对石漠化光谱特征的影响,能够更准确地掌握石漠化的光谱特征。本研究采用光谱特征与数学分解模型相结合方法来对石漠化信息进行分类是一次新的尝试,该方法对于提高对石漠化智能分类的准确性和时效性,具有非常大的实用价值。

### [参 考 文 献]

- [1] 熊康宁,黎平,周忠发,等.喀斯特石漠化 GIS—遥感典型研究:以贵州省为例[M].地质出版社,2002:17—28.
- [2] 何挺,刘荣,王静.野外波谱测量的影响因素研究[J].地理与地理信息科学,2003,19(5):6—10.
- [3] 王强. Hyperion 高光谱数据进行混合像元分解研究[D].东北林业大学:2006.