

# 遥感技术在山区土地荒漠化评价中的应用 ——以东川市为例

范建容 刘淑珍

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)

提 要 通过遥感数字图象统计分析与处理, 确定了分类图、沟谷图、绿度指数图是评价山区土地荒漠化的有效图象, 进行了沟谷指标、绿度指数分级, 肯定了遥感技术应用于山区土地荒漠化评价的可能性。

关键词 土地荒漠化 沟谷指标 绿度指数  
分类号 《中图法》S284

土地荒漠化(土地退化)是当今最严重的环境和社会经济问题之一, 已影响到全球1/5人口和1/4的陆地面积<sup>[1]</sup>。对由于地面条件的限制, 难以用常规方法提供该区域的荒漠化信息的区域, 如何通过信息反演将遥感信息转化为土地荒漠化监测评价的实用信息, 是遥感技术在土地荒漠化研究和防治中开发应用的一个关键问题。

## 1 试验区概况

试验区东川市位于金沙江下游南岸,  $25^{\circ}47'05''\sim 26^{\circ}32'52''N$ ,  $102^{\circ}47'50''\sim 103^{\circ}18'35''E$ 。受金沙江和小江及其支流侵蚀切割的影响, 形成南高北低, 东西两山夹一江, 山川南北向排列的地貌格局。山地面积占97.3%, 境内最高海拔4344m, 最低海拔695m。因谷坡陡峭、气候干旱, 自然植被破坏后, 恢复极困难; 加之断裂发育, 岩层破碎, 侵蚀极为严重, 崩塌、滑坡、泥石流发育。特别是干燥陡坡, 山羊啃食践踏草被, 加速了土地的侵蚀与荒漠化。

## 2 土地荒漠化的遥感信息分析与提取

该区属水蚀作用下的荒漠化类型。对土地资源产生严重破坏作用的加速侵蚀过程主要为面蚀、沟蚀、重力侵蚀。在评价该区土地荒漠化时, 地被和水蚀地貌是两个关键因子。

### 2.1 遥感图象的KL变换

选用的TM图象获取时间为春末夏初, 植被在图像上清晰可辨, 有利于土地荒漠化调查。TM图象多个波段之间存在着相关关系, 通过KL变换<sup>[2]</sup>用较少的通道代替原先多波段数据, 而这较少的综合通道既能更好地表达信息, 彼此之间又是独立的。对TM图象六个波段(TM6除外)的光谱特征值进行

KL变换:  $Z_j = \sum_{i=1}^6 C_{ij}X_i$ 。其中,  $Z_j$  为主分量矩阵,  $C_{ij}$  为变换矩阵,  $X_i$  为原始波段数据矩阵。由此变换得

\* 国家自然科学基金资助项目(编号: 49571002)的部分成果; 参加本项目的还有柴宗新、张建平、刘刚才等同志, 在此一并致谢。

收稿日期: 1998—05—27; 改回日期: 1998—08—14。

到表 1 和表 2 的计算结果。

第一主成分代表地貌特征,反映了东川地区的实际地形特点,在众多的自然环境因子中,地貌起主导作用,制约着其它因子的发生与发展,也直接或间接地影响土地利用方式,在分析土地荒漠化时,它是提取沟谷信息的基础;第二主成分代表植被状况,该地区植被覆盖率低,荒坡和耕地占了绝大部分,植被与背景的反差明显。第三主成分反映了下垫面状况,对于分析坡耕地与强度荒漠化土地提供了有用信息。这三个主成分的累计贡献率为 93.44%,能反映该地区的主要地貌和地被特征类型。

表 1 KL变换统计结果表

Table 1 The result of Karhunen-Loeve transformation

主成分	1	2	3	4	5	6
变差量	4.30	0.81	0.49	0.26	0.11	0.02
贡献率(%)	71.71	13.52	8.21	4.40	1.83	0.33

表 2 KL变换矩阵表

Table 2 Karhunen-Loeve transformation matrix

波段	主 成 分					
	1	2	3	4	5	6
I 波段	0.8205	-0.5139	-0.1159	-0.1031	-0.1901	-0.0491
II 波段	0.9469	-0.2746	-0.1071	-0.0096	0.0603	0.1129
III波段	0.9513	-0.1614	0.0372	0.0925	0.2336	-0.0670
IV波段	0.7249	0.530942	-0.3436	-0.2725	0.0117	-0.0125
V 波段	0.8447	0.35305	-0.048	0.3821	-0.1160	0.0001
VI波段	0.7673	0.1983	0.5879	-0.1558	-0.0440	0.0078

2.2 沟谷信息提取与分级

一个地区的沟谷密度值能反映该地区土地荒漠化程度。通过对遥感数字图象进行特殊处理,能提取每个象元的沟谷指标,其值越大,沟谷密度越大。因此,沟谷指标是评价土地荒漠化的一个重要指标。

目视解译与实地调查结果相结合分析表明第一主成分图象能很好反映出冲沟及其以上沟谷系统。在东川干热河谷区,虽然降水减少,但由于夏季降水集中,特别是经过冬春干旱季节,地表物质由于强烈的物理风化变得更加疏松,为沟蚀作用提供了更加有利的条件,沟谷的侵蚀作用更加强烈,其中尤以冲沟侵蚀最为活跃,冲沟的溯源侵蚀和侧蚀非常强烈,加之流水作用下伴生的重力侵蚀作用等,对地表形成强烈的切割作用,对土地资源造成严重破坏。因此,提取沟谷信息时,只要能到冲沟这一级,便能比较真实地反映该地区地貌破碎程度和土地荒漠化程度。

利用 KL 变换产生的第一主成分进行定向滤波<sup>[3]</sup>,从而提取每个象元点的沟谷信息。具体方法如下。

将第一主成分图象用 a、b 两算子进行提取筛选处理,并生成二值图象(0~140⇒0, 140~255⇒1),在此基础上进行 c、d、e、f 的定向滤波,提取线性信息。

1	1	1
1	-2	1
-1	-1	-1

(a)

1	1	-1
1	-2	-1
1	1	-1

(b)

0	1	0
0	1	0
0	1	0

(c)

1	0	0
0	1	0
0	0	1

(d)

0	0	1
0	1	0
1	0	0

(e)

0	0	0
1	1	1
0	0	0

(f)

将以上结果合成便得到沟谷图象。图象中象元的值为 0~12, 反映的是每个象元的沟谷指标。根据实地调查验证与目视解译分析, 将沟谷指标分级, 得到东川市评价土地荒漠化的沟谷指标与分级统计结果(见表 3)。

2.3 地面覆盖信息提取与绿度指数分级

2.3.1 图象增强处理

未经增强处理的图象亮度层次很少, 平均亮度值偏低, 轮廓、边界辨认不清等, 经过一定的增强处理, 改善图象质量以获得最佳效果, 从而增加图象的可解译性。通过对几种拉伸所作试验的比较, 采用线性拉伸变换获得的增强效果较好。其变换函数为

$$X' = t(X) = \begin{cases} x' = \frac{l_k - l_1}{b - a}(x - a) + l_1 \\ x' = l_1 \end{cases}$$

表 3 评价土地荒漠化的沟谷指标与分级统计结果  
Table 3 The statistical result of gully index and its standard of evaluating land desertification

沟谷指标	象元数	占总象元 (%)	累计 (%)	荒漠化程度
0	3316253	53.53	53.53	无明显荒漠化
1~2	1702662	27.49	81.02	轻度荒漠化
3~5	6.2576	9.72	90.74	中度荒漠化
6~7	323612	5.23	95.97	强度荒漠化
≥8	249897	4.03	100.00	极强度荒漠化

和色调。因此,单纯依据光谱值的分类,难以获得符合实际的分类结果。需对遥感图象的空间特征和光谱特征进行综合分析,才能作出客观的评价。

表 4 不同土地类型与荒漠化程度组合下的绿色指数

Table 4 The relation between land types, land desertification degree and green index

地面覆盖类型 (土地类型)	荒 漠 化 程 度				
	极度	强	中	轻	无
河流、水库、河滩					110 ~ 135
裸岩石砾	120 ~ 140				
裸地		140 ~ 145			
稀疏草地(盖度 10 ~ 50%)			145 ~ 155		
中覆盖草地(盖度 50 ~ 80%)				155 ~ 165	
高覆盖草地(盖度 > 80%)					165 ~ 170
疏林、灌木林					170 ~ 190
森林、耕地					> 190
其它					< 110

东川地区遥感图象 KL 变换有其特殊用途,第一主成分代表了整个数据中 6 个通道的最大变差方向,如前所述东川地区地形因子是主导因子,控制着其它因子。东川地区冲沟侵蚀尤为活跃,对地表的切割作用强烈,对土地资源造成严重破坏。以第一主成分为基础提取的沟谷指标是评价土地荒漠化的一个关键因子。第二主成分与第一主成分成正交关系,代表的是植被,结合机助分类,以绿色指数(由第二主成分组成)为评价土地荒漠化的又一个重要指标。由于脆弱的生态环境及人为强烈的社会经济活动,造成东川地区严重水土流失,土地荒芜。近年来,森林滥伐现象严重,森林资源年消耗量是年生长量的 4.2 倍;过度放牧,导致产草量降低,草质退化。绿色指标则很好地反映了植被覆盖状况及生物量大小,体现出土地荒漠化的特征,是评价土地荒漠化的重要指标。

进行空间滤波时,如何选择适宜的参数非常重要。图象的分辨率、目标物的大小和区域特征等因子及其相互关系是选定参数的依据。

遥感图象的机助分类图、沟谷图、绿色指数图是评价土地荒漠化的有效图象。在充分的地学分析基础上,遥感技术的潜力则可以得到发挥。

参 考 文 献

[ 1 ] 朱震达. 土地荒漠化问题研究现状与展望. 地理研究, 1994, 13(1): 104.  
[ 2 ] 杨凯, 孙家柄, 卢健等. 遥感图象处理原理和方法. 北京: 测绘出版社, 1988, 158 ~ 165, 341 ~ 353.  
[ 3 ] 郭德方. 遥感图象的计算机处理和模式识别. 北京: 电子工业出版社, 1998, 243 ~ 344.

第一作者简介 范建容, 29 岁, 硕士, 助理研究员, 主要从事资源环境遥感与信息系统研究。

# APPLICATION OF REMOTE SENSING TO EVALUATION OF MOUNTAIN LAND DESERTIFICATION

FAN Jian-rong      LIU Shu-zhen

(*Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences*  
& *Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041*)

## Abstract

Land desertification is one of the serious problems to environment and economy in the world. Because of geographical condition, it's difficult to get information of land desertification in mountainous regions. To gain the information related to monitoring and evaluating Land desertification from remote sensing image is the key of application and developing of remote sensing technology to prevention of land desertification. Principal component analysis to Landsat TM image data (except TM6), the first principal component indicates geomorphic character, and the second principal component (also called green index) indicates the vegetation cover feature. Spatial filter to the first principal component, gully image is got and gully criteria for evaluation land desertification are given. Combining the results of computer assisted classification of multispectral data with the second principal component, the relation between land types, land desertification degree and green index is known. Classification image, gully image and green index image form a set of image for evaluating land desertification. It's feasible to apply remote sensing to the evaluation of land desertification in mountainous regions.

**Key Words**    Land desertification, Gully index, Green index