

# 高原草地退化遥感监测对象的地学属性分析

## ——以西藏自治区那曲县为例

李辉霞<sup>1,2</sup>, 刘淑珍<sup>1</sup>

(1. 中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

**摘 要:**本文通过分析那曲县草地退化遥感监测对象的空间分布特征、波谱响应特征和时相特征三个地学属性, 得出以下结论: (1) 那曲县的自然景观单元分异程度比较低; (2) 退化草地植被在 TM5、6 波段具有高反射值, LANDSAT TM 信息源中具有对草地植被退化敏感的波段 TM7, TM5 和 TM3; (3) 高原植被返青比较晚, 生长期短, 7、8 月份是牧草生长旺季。并根据地学属性分析结论选择 7 月下旬的 LANDSAT TM 图像作为草地退化动态监测的主要遥感信息源。

**关键词:**草地退化; 遥感监测; 地学属性

**中图分类号:** X828

**文献标识码:** A

遥感技术的运用第一步也是关键的一步是信息源的选择。信息源选择主要是对遥感数据空间分辨率、波谱分辨率和时间分辨率三个物理属性的选择, 因此, 地物研究目标的空间分布特征、波谱响应特征和时相特征三个地学属性成为遥感信息源选择的主要依据。了解研究区域的自然概况, 认识研究对象的地学属性是实现草地退化遥感宏观监测的前提。

## 1 研究区域概况

### 1.1 区位

那曲县位于青藏高原的腹地, 藏北高原的中部, 地处唐古拉山脉与念青唐古拉山脉之间, 属那曲地区所辖。地理范围为  $30^{\circ}31' \sim 31^{\circ}55'N$ ,  $91^{\circ}12' \sim 93^{\circ}02'E$ 。东西最大距离 233km, 南北最大距离 185km, 总面积 1.6 万  $km^2$ 。北接那曲地区安多县、聂荣县, 南邻那曲地区嘉黎县和拉萨市当雄县, 东至那曲地区比如县, 西连那曲地区班戈县。作为那曲地区首府所在地, 那曲县既是藏北高原政治、经济、文化中心, 也是西藏自治区重要的交通枢纽, 青藏公路由北

至南穿越了县内 3 镇 2 乡, 西有黑阿公路, 东有黑昌公路, 东南有那嘉公路。

### 1.2 自然概况

#### 1.2.1 地貌

属藏北高原, 平均海拔  $> 4\ 500m$ , 最高海拔 6 500m。县域内多山, 但山势不陡, 坡度较为平缓, 大多为浑圆状, 为高原丘陵地形。境内河流纵横, 盆地地带湖泊星罗棋布。由于唐古拉山和念青唐古拉山的转折, 怒江及其支流那曲、下秋曲等河流下切形成不同的地貌。主要为浅切割的山丘, 其上保存了平坦的高原面, 西部的那么切、自日、阳井湖盆发育好, 地势辽阔; 中部怒江流域的上游干流及其支流沿青藏公路两侧从西北至东南方向逐渐下切, 该段河道平缓, 河床宽而浅, 流水缓慢, 主要地貌为宽谷。整个地势北高南低, 由西北向东南缓慢倾斜, 为藏北高原向深谷地段的过度段。

#### 1.2.2 气候

属高原亚寒带半干旱季风气候, 其特点是气温低、空气稀薄、大气干洁、太阳辐射强、日温差大。年平均气温  $-1.5^{\circ}C$ , 气温平均日较差  $16.1^{\circ}C$ 。1 月平

收稿日期(Received date): 2003-11-30。

基金项目(Foundation item): 西藏自治区生态功能区划研究项目支持(2001~2002)。[Supported by Tibet Autonomous Region Ecological Foundation Division Research(2001~2002).]

作者简介(Biography): 李辉霞(1978-), 女, 广东新丰人, 博士生, 主要从事生态环境遥感动态监测及可持续发展方面的研究。[LI Hui-xia (1978-), female, born in Xinfeng, Guangdong, PhD candidate, majoring in ecological and environmental monitoring by RS and sustainable development.]

均气温  $-13.2^{\circ}\text{C}$ , 年极端最低气温  $-41.2^{\circ}\text{C}$ ; 7 月平均气温  $9.0^{\circ}\text{C}$ , 年极端最高气温  $23.60^{\circ}\text{C}$ ;  $0^{\circ}\text{C}$  以上持续天数 164.5d,  $\geq 0^{\circ}\text{C}$  积温  $1\,003.5^{\circ}\text{C}$ ,  $\geq 10^{\circ}\text{C}$  积温  $93.5^{\circ}\text{C}$ , 年日照时数 2846.9 小时。每年 10 月中旬至次年 5 月中旬为积雪期和土壤冻结期, 年平均霜日 103d, 7-9 月为高原植被生长期。平均年降水量 421.9mm, 平均年蒸发量 1 690.7mm, 平均相对湿度 54%。降水空间分布不均, 受地势影响, 降水量由西北向东南增多; 降水年内分配不均, 6-9 月降水约占全年降水量的 55% 以上; 固体降水主要集中在十月至次年四月份, 冰雪降水占总降水量的 10%。8 级以上大风日数年均达 92d。境内主要气象灾害包括霜冻、冰雹、冬春大雪及强降温、大风、干旱等。

### 1.2.3 土壤

土壤水平带谱主要有高山草甸土和高山草原土两类, 局部地区分布有沼泽草甸土、沼泽土、盐土等土壤类型。高山草甸土是在强生草过程、融冻过程及弱草甸化过程下形成的, 草皮层 3~12cm, 有机质含量 5%~15%, C/N 为 10~15:1, 色暗棕, 草根层极为紧密, 具弹性。腐殖质层厚 10~20cm, 有机质含量 4~5%。母质层常在 20~40cm 以下, 色黄棕, 质地较粘, 多砾石。该土壤类型相对干燥、松软, 下伏砾石在高原兔鼠打洞挖穴过程中被挖掘到地表; 冻融作用也使下伏砾石通过冻融作用抬升至地面。因此, 部分区域土壤表层砾石覆盖度大于 5%~30%。高寒草原土分布在寒冷、干旱、多风、植被稀疏的地区, 成土过程比较弱, 一般在较为干燥的环境中进行, 所以土壤剖面发育程度低, 分化不明显。腐殖质层厚 1~20cm, 质地松散, 无结构或小粒状结构, 亚表层含较多的有机残体, 呈灰棕色, 20cm 以下为过渡层, 30cm 以下是粗粒冰渍物或残积物, 富含石砾, 强石灰反应, 有机质含量 0.8%~2%, 自表层到淀积层逐渐降低, C/N 为 6:11。

### 1.2.4 植被

主要植被类型是高寒草甸, 以寒中生莎草科植物为建群种。西部部分地区分布有高寒草原类—高寒草原亚类—紫花针茅草地型, 建群种为紫花针茅。中部和东部主要分布高寒草甸类—高原高寒草甸亚类和高寒沼泽化草甸亚类, 占总草地面积的 45% 以上。高原高寒草甸亚类有高山嵩草草地型、高山嵩草—紫花针茅草地型、高山嵩草—杂草草地型。高寒沼泽化草甸亚类草场主要为藏北嵩草型。

## 2 研究对象的地学属性

一般说来, 遥感影像有空间分辨率、光谱分辨率和时间分辨率三个物理属性, 相应的, 遥感研究的地物目标具有空间分布特征、波谱反射与辐射特征以及及时相特征三个地学属性。研究地物的地学属性是遥感信息源选择的主要依据。

### 2.1 空间分布特征

草地退化监测主要的研究对象是面状目标, 包括大量不同草地类型、不同退化程度的地块, 以及与之相关的湿地和城镇等。这些地块的空间位置可以由其边界的一组  $x$ 、 $y$  坐标对来确定, 并可以相应地求出其大小参数和形状参数。目标大小参数通常指面积 ( $A$ ), 形状参数主要有形状的复杂性, 计算公式如下

$$C = \frac{p^2}{A} \quad (1)$$

式中  $C$  表示形状复杂性,  $p$  为目标的周长,  $A$  为目标的面积。形状的复杂性指出了目标边界的曲折或目标边界凹凸多变性。

目标的大小参数和形状参数通常可以反映区域分异的程度: 地面目标越大, 形状复杂性越小, 破碎度越小, 研究区域景观单元的分异程度越低; 反之则越高。

总的说来, 那曲县的自然景观单元分异程度是比较低的。研究区处在地广人稀的高原层面上, 人为干扰度比较小, 景观单元受分割程度比较低; 加之, 自然景观结构单一, 植被类型简单, 高山嵩草、矮嵩草和藏北嵩草等少数几种类型占绝对优势地位。从以下几种典型地物目标 (图 1) 的大小和形状参数可以看出, 研究区基本景观单元的面积都比较大, 形状复杂性相对较低。

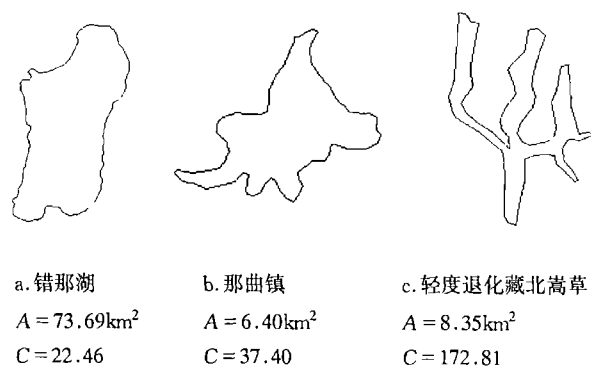


图 1 典型目标地物的大小和形状参数

Fig. 1 area and shape parameter of typical objects

各种地物目标之间存在一定的地理相关性,其空间分布受空间分异规律的影响,呈现出一定的空间组合形式。如城镇周边人类活动比较频繁,草地退化速度相对要快些,草地景观单元破碎程度比较高,呈不规则分布;公路两边由于工程挖土和车辆绕道等原因,草地呈现出带状退化迹象;湿地周边水分比较充沛,河谷、湖滨及低洼地带主要分布沼泽化草甸,以藏北嵩草为主。各种草地类型与优势种的关系及其地理分布信息如表 1:高寒草原的主要优势

种是紫花针茅,分布在 4 500~5 100 m 的丘陵、山坡、洪积扇、平缓的剥蚀高原等排水良好的干旱生境,生境条件为显域生境;高原、高山高寒草甸的主要优势种是高山嵩草和矮嵩草,还有少量双子叶的杂草,主要分布在山地向高原面过渡的半湿润生境,生境条件为隐域生境;低地沼泽草甸的优势种是藏北嵩草,俗名大嵩草,主要分布在河谷、湖滨及低洼地带等湿润生境。

表 1 草地类型分布与地貌特征的地理相关信息表

Table 1 relation between distribution of land grass types and topographic feature

草地类型	高寒草原	高原、高山高寒草甸	低地沼泽草甸
优势种	紫花针茅	高山嵩草、矮嵩草	藏北嵩草
地理分布	4400~5100m 的丘陵、山坡、洪积扇、平缓的剥蚀高原等排水良好的显域生境	山地向高原面过渡的隐域生境	河谷、湖滨、低洼地带

## 2.2 光谱反射与辐射特征

地物特征的识别主要是根据地物光谱响应特征及其变化来实现的。在遥感影像中,地物光谱响应特征变化主要体现在图斑色调的差异中。地物的形状和大小都是通过比较与区别其周围物体的光谱特征来反映的,地物的纹理结构也是通过较小区域内光谱相应特征的变化频率来反映的[1]。所以,地物的光谱响应特征是提取遥感数据的根本依据。

根据 GPS 提供的不同草地植被类型的典型采样点的地理位置,在影像训练区中找出相应的象元点,绘制各植被类型样本均值的光谱曲线如图 2。随着植物种类、结构的不同,它的反射波谱的光量也有所不同。从光谱曲线图可以看出,那曲县退化的草地植被通常在中红外波段(TM5)和热红外波段(TM6)具有高反射值。与其它植物种类相比,藏北嵩草的光谱响应偏低,但在叶子反射能力最强的近红外波段(TM4)具有较高反射值;高山嵩草在近红外波段(TM4)的反射值比其它植物种类都高,但在热红外波段(TM6)的反射值是所有植物种类中最低的。相反地,由于杂草和紫花针茅盖度比较低,在叶绿素强吸收的红波段(TM3)呈现出高反射值,而在近红外波段(TM4)反射值相对较低。

在 TM 影像中选择 512×512 个象元作为光谱响应特征的训练区。训练区的剖面光谱曲线(图 3)也表明,目标地物在 TM6 波段和 TM5 波段具有高反射值。TM5、TM7 和 TM3 波段的波谱曲线变化

比较剧烈,对草地退化比较敏感;TM6 和 TM4 波段的波谱曲线变化比较平缓。

## 2.3 时相变化特征

遥感信息记录的只是瞬间信息,而草地植被具有很强的季相节律,特别是高寒地区的草地,返青比较晚,生长期很短。如果没有充分认识草地植被的时间变化特征以及光谱特征的时间效应,就无法确定识别目标的最佳时间,选择的遥感图像很可能会由于时相不当而影响识别目标的能力。所以在选择遥感信息源之前必须了解地物目标的时相变化特征,为选择最佳时相的遥感图像提供科学依据。

那曲县牧草基本上分布在海拔 4500m 以上,高寒的气候环境制约了牧草的生长。年平均初霜日期在 7 月 20 日,年平均终霜日在次年的 6 月 27 日,最早的初霜日 5 月 28 日,最晚的初霜日 9 月 6 日,最早终霜日在次年的 5 月 9 日,最晚的终霜日在次年的 8 月 13 日。稳定通过 5℃ 的初日在 6 月 6 日,稳定通过 10℃ 的初日在 7 月 16 日。基本无绝对无霜期。牧草一般 5 月中下旬开始返青,7、8 月份是牧草生长旺季,9 月中旬地上部分死亡,进入枯草期,牧草生长期约 140 天。

草地退化的主要表征因子是植被的盖度、高度和生物量,所以应该选择草地植被长势最好时段的图像,以提取草地退化程度的准确信息,并最大限度消除土壤背景对植被光谱响应特征的影响。

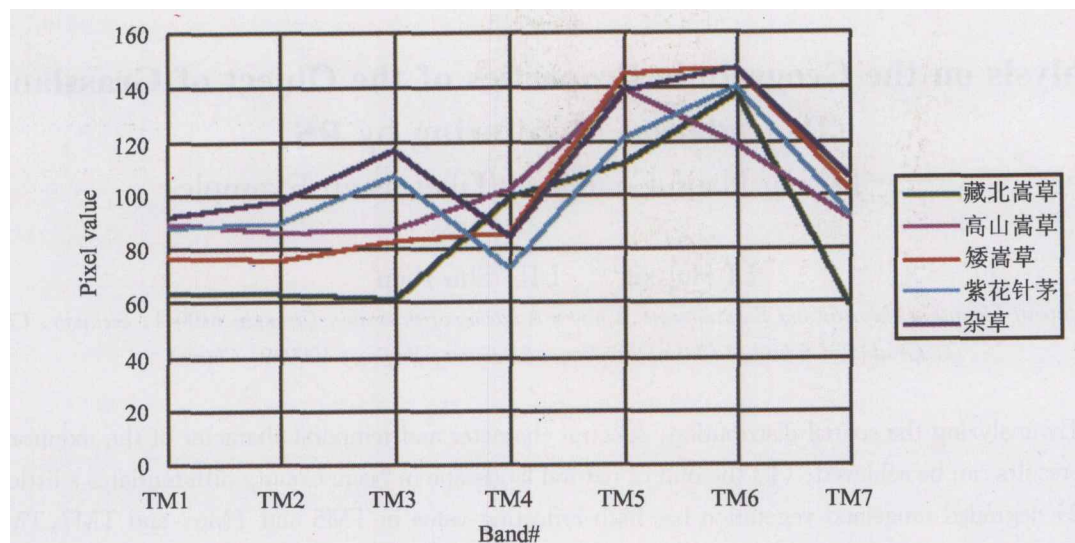


图2 主要植物种类的光谱曲线图

Fig.2 spectral profile of main plant species

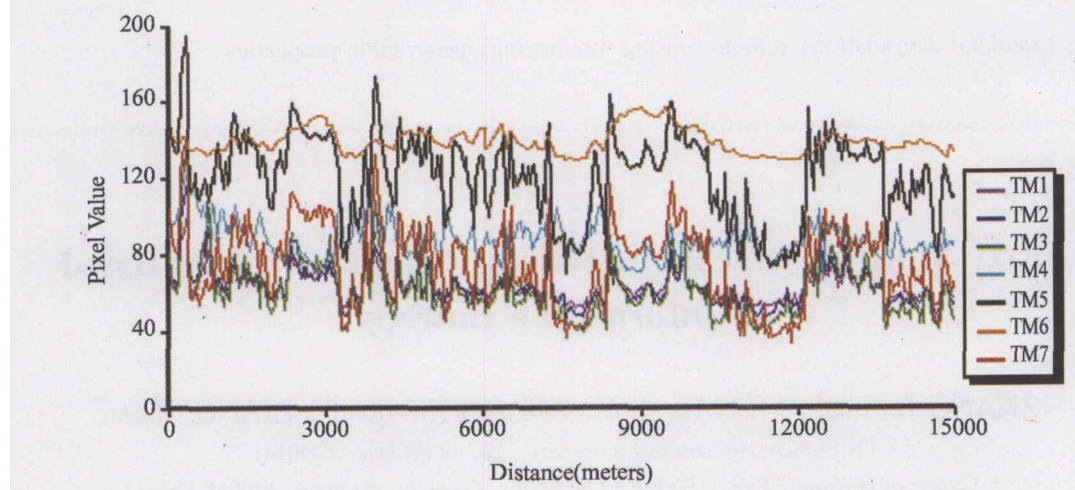


图3 训练区的剖面光谱曲线图

Fig.3 spatial profile of training region

### 3 结论

根据地物目标地学属性分析,可以得出以下结论:那曲县的自然景观单元分异程度比较低;退化草地植被在 TM5、6 波段具有高反射值, LANDSAT TM 信息源中具有对草地植被退化敏感的波段 TM7, TM5 和 TM3;高原植被返青比较晚,生长期短,7、8 月份是牧草生长旺季。因此,可以选择 7 月下旬的 LANDSAT TM 图像作为草地退化动态监测

的主要遥感信息源。TM 数据具有空间分辨率高,覆盖面积大,具备对植被敏感波段等优势,是目前条件下进行草地资源与草地生态环境现状调查与监测的最佳选择。

#### 参考文献(Reference):

- [1] CHEN Su-peng, ZHAO Ying-shi. Geographic analysis by RS[M]. Beijing: The Publishing House of Surveying and Mapping, 1990. [陈述彭, 赵英时. 遥感地学分析[M], 北京: 测绘出版社, 1990.]

## Analysis on the Geographic Properties of the Object of Grassland Degradation Monitoring by RS

——Taking Naqu County of Tibet as an Example

LI Hui-xia<sup>1,2</sup>, LIU Shu-zhen<sup>1</sup>

(1. *Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, Sichuan, China;*

*2. Graduated School of Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100039, China)*

**Abstract:** By analyzing the spatial distribution, spectral character and temporal character of the monitoring object, some results can be achieved: (1) the unit of natural landscape in Naqu County differentiates a little among regions; (2) degraded rangeland vegetation has high reflecting value in TM5 and TM6, and TM7, TM 5 and TM3 are sensitive to rangeland vegetation; (3) vegetation turns green late in plateau and there is a short period for grass to grow in a year, of which July and August is the growth midseason of grass. Based on the above results, LANDSAT TM image of July is selected as the main data for land degradation monitoring.

**Key words:** grassland degradation; remote sensing monitoring; geographic properties

.....  
(上接第 68 页)

## Fuzzy Matter Element Analysis of Grassland Types Based on Information Entropy

ZHANG Jin-hua<sup>1</sup>, MEN Bao-hui<sup>2</sup>, ZHANG Xin-quan<sup>1</sup>, LIANG Chuan<sup>2</sup>

(1. *Sichuan Agricultural university, Ya'an SiChuan, 625014;*

*2. College of Hydraulic Eng., SiChuan University, Chengdu, Sichuan, 610065 China)*

**Abstract:** Combining information entropy, fuzzy theory and matter element, considering the covering, yield, utilization, coefficient of utilizable area and area of grassland per sheep, a fuzzy matter element model is constructed based on information entropy of grassland type. The grassland quality of west Zunge'er basin Xinjiang were synthesize evaluated, the result was accord well with the model of gray correlation system. The theory of the model is clear and succinct, convenient for computer programming.

**Key words:** information entropy; Fuzzy theory; matter element; grassland types