

# 纹理解译标志在土壤侵蚀遥感调查中的应用

马为民, 张剑波, 田卫堂

(河北省水土保持工作总站, 石家庄 050021)

**摘要:** 利用 1:10 万卫星遥感影像进行土壤侵蚀调查时, 建立了纹理解译标志, 研究了水蚀(包括又分为鳞片状面蚀、耕地面蚀、细沟蚀、切沟蚀、沟蚀, 土壤侵蚀程度依次加重)和风蚀的影像解译特征。以 RS 和 GIS 相结合, 利用坡度分析系统与土地利用数字化资料, 进行了室内微机辅助判读、人机交互, 进行图像处理和数字化处理, 建立了分市县的土壤侵蚀强度数据库和图形数据库, 并形成土壤侵蚀图。

**关键词:** 纹理解译; 侵蚀调查; 影像特征; 图形库

**中图分类号:** S157, TP29

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1005-3409(2001)04-0175-03

## Texture Interpretation Keys Using in Remote Sensing Investigation of Soil Erosion

MA Weimin, ZHANG Jian-bo, TIAN Weitang

(The General Office of Soil and Water Conservation in Hebei Province, Shijiazhuang 050021, China)

**Abstract:** Using the investigation of soil erosion and applying the secondary planet remote image of scale 1:100 000, the texture interpretation keys was set up. Shadow characteristic of water erosion was studied (including squama surface erosion, plow land surface erosion, little channel erosion, channel erosion and ravine erosion, the degree of soil erosion is increased), as well as shadow characteristic of wind erosion. Combined remote sensing with GIS, using the sloping analysis system and numeric information of ground, assistant read by the computer, exchanging each other were conducted. Dealing with image by numeric. Finally the database of soil erosion intensity and figure database were set up, and the map of soil erosion is formed.

**Key words:** texture interpretation keys; erosion investigation; shadow characteristic; figure database

1999~2000年, 我们根据水利部水土保持监测中心提供的 1:10 万卫星遥感影像, 进行了遥感解译调查土壤侵蚀。建立了纹理解译标志, 以 RS 和 GIS 相结合, 利用坡度分析系统与土地利用数字化资料, 进行了室内微机辅助判读, 人机交互, 进行图像处理和数字化处理, 建立了分市县的土壤侵蚀强度数据库和图形数据库, 并形成土壤侵蚀图。

现在先进的影像分类方法有纹理分析、邻景分析、辅助信息分析、神经网络分析法。由于我们的解

译时应用了纹理分析法, 建立了纹理解译标志, 仅用一个多月就完成了室内调查工作, 结合户外监测, 取得了较好的效果。

### 1 建立纹理解译标志的依据

纹理就是图像中在比较小的区域内色调(光谱的响应)简单重复。纹理分析分为统计纹理分析和结

\* 收稿日期: 2001-08-25

作者简介: 马为民(1958-), 男, 河北南官人, 学士, 高级工程师。从事水土保持工程管理和沙棘管理工作。

构纹理分析。统计纹理分析是包括一定范围内(小区)的所有像元素计算其统计的特征。小区大小的划分就使之有足够的像元点以便适当地描述其纹理分类,并且不能太大。使其在一个小区内仅只包含一种纹理。纹理特征的表达多种多样,例如灰度平均值、标准偏差,中央像元素相对其邻近像元素的平均反差,结构纹理分析是研究影像元素的平均反差,以及基于小区每一对像元素间灰度绝对差的直方图等。结构纹理分析是研究像结构单元(原始型)的空间分布。首先应确定颜色、大小和形式等结构单元,然后再确定出这些单元间的空间位置关系,例如其间的典型距离等。我们用的是第二种方法。

## 2 水蚀、风蚀纹理解释标志和纹理特征

河北省土壤侵蚀类型主要是水力侵蚀和风力侵蚀,风力侵蚀主要在坝上高原,冻融侵蚀未见报道,重力侵蚀和工程侵蚀的面积积极小,所以我们主要研究了水蚀(又分为鳞片状面蚀、耕地面蚀、细沟蚀、切沟蚀、沟壑蚀,土壤侵蚀程度依次加重)和风蚀的影像解释特征。

### 2.1 鳞片状面蚀

分布于中低山和丘陵地带,一般为荒草坡,由于海拔高度地形部位、母质母岩、植被状况的不同,侵蚀程度和强度影像差异较大。可根据立体感明显与否,色差大小,微阴影中细白条纹的粗细(纹理)来确定侵蚀程度。发生鳞片状面蚀的地块,土壤侵蚀强度都在轻度以上。再根据色调变化,主要看表现植被的红褐斑大小和所占的百分比,进一步确定侵蚀强度。

### 2.2 耕地面蚀

分布在山麓、山谷、山前丘陵缓岗及倾斜平原的农田。由于治理程度、耕作技术和种植方式不同,侵蚀程度与强度在卫片上反映也不同,侵蚀轻的可见大块状图斑中整齐的白色条纹(纹理),侵蚀重的多伴有蓝色斑块和条纹,土壤侵蚀强度都在轻度以上。

### 2.3 细沟蚀

分布在山麓岗坡台地、倾斜平原及大洪积扇上缘,多数只做过水土保持工程。色调从灰蓝到灰白,无立体感,阴感也不明显,色调变化不大,阴影只能见白细条纹(纹理)。在山区,发生细沟蚀的地块土壤侵蚀强度在轻度以上;在平原,发生细沟蚀的地块土壤侵蚀强度是微度侵蚀。

### 2.4 切沟

分布在侵蚀台地周边、山前洪积扇。色调从灰蓝到灰白,侵蚀严重的地方可见纹理呈细线状,有不明

显立体感,色差变化从均匀到不均匀。在山区,发生切沟蚀的地块土壤侵蚀强度一般中度以上;在平原,发生切沟蚀的地块土壤侵蚀强度一般是微度侵蚀,具体强度根据切沟长度、宽度、深度确定。

### 2.5 沟壑蚀

分布在黄土沟壑区和洪积扇下缘(山丘区),色调从灰蓝到灰白,有较明显的立体感,色调差异也较大,多为扇形图斑,可见清楚的树枝状阴影或放射状纹理。发生沟壑蚀的地块土壤侵蚀强度一般在中度以上,具体强度根据沟壑长度、宽度、深度确定。

### 2.6 风蚀

分布在波状高原迎风处。色调从红黄色到红色发白,色差变化因风蚀程度轻重由小到大,多为条带状图斑,微阴影可见散布的白色和蓝色纹理,依其而定风蚀轻重。

## 3 调查结查

根据第二次遥感解译调查结果,全省水土流失面积为  $63\,299\,82\text{ km}^2$ , 占全省总面积 ( $187\,693\text{ km}^2$ ) 的  $33.7\%$ , 其中水蚀面积  $52\,145\,48\text{ km}^2$ , 占土壤侵蚀面积的  $82.4\%$ ; 风蚀面积为  $11\,154\,34\text{ km}^2$ , 占土壤侵蚀面积的  $17.6\%$ 。其中轻度侵蚀面积  $34\,097.31\text{ km}^2$ , 中度  $26\,352.86\text{ km}^2$ , 强度  $2\,673.03\text{ km}^2$ , 极强度  $176.62\text{ km}^2$ 。与 1982 年对比, 减少土壤侵蚀面积  $8\,008.42\text{ km}^2$ 。

从分区来看, 由于坝上地区过度放牧、过度开垦农耕地, 以及注重草原保护, 风力侵蚀面积由原来的  $9\,503.0\text{ km}^2$  增加到  $11\,154.34\text{ km}^2$ , 增加了  $1\,651.34\text{ km}^2$ , 其它区土壤侵蚀面积在减少, 从强度上分析, 极强度侵蚀面积由原来的  $1\,009.65\text{ km}^2$  减少到  $176.62\text{ km}^2$ , 减少了  $833.03\text{ km}^2$ , 强度侵蚀面积由  $8\,465.64\text{ km}^2$ , 减少到  $2\,673.03\text{ km}^2$ , 减少了  $5\,792.61\text{ km}^2$ , 这部分侵蚀主要分布在永定河流域, 体现了 17 年来该区重点治理的成效。土壤侵蚀面积及侵蚀总量变化见表 1。

## 4 土壤侵蚀监测

### 4.1 土壤侵蚀监测试点

我省总面积  $18\,769\,300\text{ hm}^2$ , 其中平原属于微度土壤侵蚀区, 不计入水土流失面积中; 山区  $11\,354\,427\text{ hm}^2$ , 土壤侵蚀面积  $6\,329\,982\text{ hm}^2$ , 在这么大面积的范围内开展监测调查, 需要找一些有代表性的县进行调查。我们选定了潮白河流域(总面积  $1\,187\,100\text{ hm}^2$ , 占全省山区面积的  $10.4\%$ , 水土流失面积  $609\,600\text{ hm}^2$ , 占全省土壤侵蚀面积的  $9.6\%$ ) 进行试点调查, 涉及赤城的大部、丰宁、滦平县的一

部分。这三个县自 1989 年开展水土保持重点防治(主要是治理),有良好的领导班子和技术力量,有较长时间的工作经验,境内有大、中、小型水库和塘坝多座,具备测淤条件,境内又有水文观测站,便于收

集资料,相互印证。一般说来,监测面积越大,精度越高,越准确,但是监测面积越大越费时间和经费。有时受时间和测淤条件限制,监测面积太大不允许。

表 1 河北省土壤侵蚀面积及侵蚀总量变化表 km<sup>2</sup>

年份	水土流失面积	微度侵蚀	轻度侵蚀	中度侵蚀	强度侵蚀	极强度侵蚀	侵蚀总量/万 t
1982	70190.84	117502.16	32101.0	29710.13	7389.68	990.03	22245.3
1995	63299.82	124293.18	34097.31	26352.86	2673.03	176.62	17607.2
2000	60916.11	126977.22	37797.71	22133.95	984.45	0	15312.6

注: 侵蚀模数 < 200 t/(km<sup>2</sup> · a) 的为微度侵蚀, 侵蚀模数在 200~ 2 500 t/(km<sup>2</sup> · a) 的为轻度侵蚀, 侵蚀模数为 2 500~ 5 000 t/(km<sup>2</sup> · a) 的为中度侵蚀, 5 000~ 8 000 t/(km<sup>2</sup> · a) 为强度侵蚀, 8 000~ 15 000 t/(km<sup>2</sup> · a) 为极强度侵蚀。

我们让赤城、丰宁、滦平县的同志各选择 8 座水库和塘坝进行测淤,要求以前有较详细的设计资料,现在又容易测量的水库或塘坝。经选择,赤城县选择一座大型水库和一座小型水库测淤,丰宁县选择了三座小水库,滦平县选择了一座小水库和两座塘坝

进行测淤。由搞过多年测量的同志进行现场实测,经计算后结果交水保总站,我们进行汇总。

4.2 土壤侵蚀监测情况

在潮白河丰宁、赤城、滦平三个县监测了 8 处水库、塘坝,结果如下:

表 2 室内判读结果与实测结果对照表

编号	县	乡、镇	水库、塘坝名称	室内判读土壤侵蚀强度	相应土壤侵蚀模数/ (t · km <sup>-2</sup> · a <sup>-1</sup> )	实测土壤侵蚀模数/ (t · km <sup>-2</sup> · a <sup>-1</sup> )	等级是否相符
1	丰宁	黄旗镇	木匠沟门水库	轻度	200~ 2500	266.39	相符
2	丰宁	天桥镇	红旗营水库	轻度	200~ 2500	303.52	相符
3	丰宁	石人沟乡	凌营水库	轻度	200~ 2500	820.37	相符
4	赤城	云州乡	云州水库	轻度	200~ 2500	427.76	相符
5	赤城	赤城乡	汤泉水库	轻度	200~ 2500	1137.65	相符
6	滦平	邓厂乡	王营水库	轻度	200~ 2500	794.78	相符
7	滦平	邓厂乡	八亩地塘坝	微度	< 200	18.34	相符
8	滦平	邓厂乡	小五队塘坝	轻度	200~ 2500	1830.78	相符

以上结果说明,遥感调查结果与监测结果等级相符,没有系统误差。

5 遥感调查精度

经过对野外 10 个县 154 个调查图斑的核对,其中界线差错(以成图 2 个像元计)23 个,其判读精度 85%,主要原因是个别土地利用类型图斑界限不准所致,另外也有勾绘判读的失误。类型判读差错 7 个,其判读精度 95%,主要是个别地貌影像特征和实际侵蚀之间差别较大。如我省白垩纪地貌,整体坡度不大,但侵蚀较为严重。从整体上看,证明了卫星遥感影像用于土壤侵蚀调查可以大大减少野外工作量,提高成图精度,并且适宜动态变化监测的要求。

土壤侵蚀遥感调查提高精度的主要途经是选择质量较高的卫星遥感影像,尽量取得不同时期、不同品种的卫片,采取多信息源的结合使用,以及泥沙观测资料、小区试验资料的对照校核,对于提高准确率

都很重要。

本次调查遥感图比例尺为 1:10 万,使窄长河谷、川滩地等在小比例尺制图中表示的类型均有可表示,对于进行最小图斑综合成图、侵蚀分类和提高解译精度提供了可能。人机交互判读提高了工作效率和判读精度。

6 小 结

(1) 利用卫星遥感影像进行全省土壤侵蚀动态监测,技术上是先进的、可行的。

(2) 调查监测所花时间少、费用省。一般两个人在一个月时间内能完成调查工作,经济上是划算的。

(3) 遥感调查成果与水库塘坝淤积资料、土壤流失方程计算资料相结合,可获得较好的调查效果。

(4) 调查成果对科学治理土壤侵蚀、对位治理配置水土保持措施至关重要,因此有较强的实用性和较高的推广价值。

[1] 冯仲科,余新晓“3S”技术及其应用[M].北京:中国林业出版社,2000