

# 卫片目视解译在土壤侵蚀现状调查中的应用

赵兴实 田中雨 刘岩

(黑龙江省水利厅水土保持办公室·哈尔滨市·150040)

祁国贵 高峰 贾洪纪 刘国君

(黑龙江省水土保持研究所)

**摘要** 该文阐述了应用卫片目视解译土壤侵蚀现状和制图的方法、步骤及技术要求,讨论了如何调查土壤侵蚀强度,如何建立解译标志和编制检索表,以及系列成图、面积量算等问题。

**关键词** 卫片 土壤侵蚀 解译

## Application of Satellite Image Analysis to Soil Erosion Investigation

Zhao Xingshi Tian Zhongyu Liu Yan

(The Committee Service of Soil and Water Conservation, Heilongjiang Department of Water  
Conservancy, 150040, Harbin Municipality)

Qi Kegui Gao Feng Jia Hongji Liu Guojun

(Institute of Soil and Water Conservation of Heilongjiang Province)

**Abstract** The method, step and technological requirements of the existing state of soil erosion interpreting from satellite image and its charting are elaborated. Problems such as how to investigate soil erosion rate, how to make out interpretative symbols and indexing system, and the problems about serial charting, area measuring and so on are also discussed.

**Keywords** satellite image; soil erosion; interpretation

利用陆地资源卫星影像提供的信息,结合野外调查,建立起与土壤侵蚀相关的解译标志,采取目视解译的方法,进行土壤侵蚀调查和分区、分类、分级制图是一项新技术,是航天遥感在水土保持工作中的具体应用。特别是在大区域、大流域土壤侵蚀调查制图中具有宏观性好,图斑圈定准确、成图质量高、省工、省力、省时间等特点。

黑龙江省在编制全省水土保持规划时,采用了遥感技术调查土壤侵蚀现状,这是全省首次将遥感技术应用在水土保持规划中。现将调查、制图实践中的做法与体会概述如下:

# 1 土壤侵蚀分区分类分级制图原则

根据水利部技术规范要求,结合黑龙江具体情况,制定分区分类分级原则。

## 1.1 分区原则

1.1.1 以流域分区。全省分为黑龙江流域、松花江流域和乌苏里江流域(包括绥芬河);

1.1.2 以行政区划分区。全省分为松花江地区、绥化地区、黑河地区、大兴安岭地区、齐齐哈尔市、牡丹江市、佳木斯市、哈尔滨市、伊春市、鸡西市、七台河市、双鸭山市、鹤岗市、大庆市,共 14 个地(市)及所辖 81 个市县;

1.1.3 以侵蚀类型分区。以地理景观与人类活动为背景,以外营力侵蚀为主导,将黑龙江省分为三大土壤侵蚀类型区,即冻融侵蚀为主的类型区,主要分布在大兴安岭伊勒乎里山以北;风力侵蚀为主的类型区,主要分布在黑龙江省西部嫩江沙地;以水力侵蚀为主的类型区,分布在上述以外地区。确定分区的目的,在于对各类侵蚀面积分别按区进行统计。

## 1.2 分级原则

在分区、分类的基础上,采用双指标分级原则。双指标是指侵蚀强度和抗蚀年限。分级命名时,采取多名法双指标命名。

1.2.1 侵蚀强度。即单位面积上年土壤流失量,单位: $t/(km^2 \cdot a)$ ,同时使用侵蚀模数( $E$ )。按土壤侵蚀模数大小将土壤侵蚀强度分为 6 级。在统计水土流失面积时,微度侵蚀(无明显侵蚀)不统计在内,土壤侵蚀强度分级表见表 1。对耕地和林、灌、草地还制定了水力侵蚀强度分级参考指标(见表 2)。

表 1 土壤侵蚀强度分级

分 级	$t/(km^2 \cdot a)$	$(mm/a)$
I 微度侵蚀	$<500$	$<0.4$
II 轻度侵蚀	$500 \sim 2\,500$	$0.4 \sim 2$
III 中度侵蚀	$2\,500 \sim 5\,000$	$2 \sim 4$
IV 强度侵蚀	$5\,000 \sim 8\,000$	$4 \sim 6$
V 极强度侵蚀	$8\,000 \sim 15\,000$	$6 \sim 12$
VI 剧烈侵蚀	$>15\,000$	$>12$

表 2 水力侵蚀强度分级参考指标

分 级	坡 度( $^{\circ}$ ) (耕地)	植被盖度( $\%$ ) (林、灌、草)
I 微度侵蚀	$<3$	$>90$
II 轻度侵蚀	$3 \sim 5$	$70 \sim 90$
III 中度侵蚀	$5 \sim 8$	$50 \sim 70$
IV 强度侵蚀	$8 \sim 15$	$30 \sim 50$
V 极强度侵蚀	$15 \sim 25$	$10 \sim 30$
VI 剧烈侵蚀	$>25$	$<10$

1.2.2 侵蚀年限。有效土层厚度为  $Z_0(mm)$ 除以年侵蚀深  $e(mm/a)$ 就是抗蚀年限  $Y(a)$ ,抗蚀年限反映了土壤侵蚀的潜在危险程度。

表 3 潜在危险程度分级

分 级	$Y=Z_0/e$
I 无险型	$>1\,000$
II 较险型	$1\,000 \sim 100$
III 危险型	$100 \sim 10$
IV 极险型	$10 \sim 1$
V 毁坏型	$<1$

表 4 地貌形态分类

类 型	海拔高度(m)	相对高度(m)
平 原	$<200$	$<30$
台 地	$200 \sim 300$	$30 \sim 50$
丘 陵	$300 \sim 500$	$50 \sim 200$
低 山	$500 \sim 800$	$200 \sim 500$
中 山	$>800$	$>500$

1.2.3 多名法双指标分类命名。对每块侵蚀图斑都采用此法命名,可反映出母质、地貌、植被、侵蚀强度和抗蚀年限。命名顺序是:母质+地貌+植被盖度+侵蚀强度/抗蚀年限。

1.2.4 母质。即成土母岩的命名,分为土质、土石质、石质、沙质。

1.2.5 地貌。全省以海平面作为侵蚀基准面命名地貌。

1.2.6 植被覆盖度(见表5)。

## 2 土壤侵蚀现状调查和成图的技术方法

应用遥感技术调查土壤侵蚀现状,编制土壤侵蚀现状图,主要包括外业调查和室内判读解译两大技术环节和4个工作程序。

### 2.1 搜集有关技术资料

2.1.1 卫片的搜集。卫片是土壤侵蚀调查、制图的重要工作资料。卫片的地面分辨率、时象、质量等都影响解译成图质量。我们选用的是美国宇航局发射的陆地资源卫星 Landset4 所提供的 1:50 万 Mss4,5,7 标准假彩色合成片。

2.1.2 其它资料搜集。其它资料主要包括:地形、地貌、地质、土壤、水文、气象、水土保持、植被等有关资料和图件,图件最好与卫片同比例尺。

2.1.3 绘制同比例尺有关专业图件。透明工作图绘制:透明工作图是判读解译圈划图斑的工作图,采用透明胶片绘制,它是利用与卫片同比例尺的军委地形图,根据工作的需要,删去过多的地名、地物等,制成透明地形图,与卫片套合解译。

坡度分级图的绘制:坡度是侵蚀分级的主要参考指标,在解译实践中是不可缺少的资料,解译耕地侵蚀时尤为重要。在资料搜集准备阶段,编绘了 1:50 万坡度分级图。

### 2.2 资料分析预判

在搜集资料的基础上,选定试点区。解译人员要阅读熟悉试点区有关资料,对地形、地貌、岩性、土壤、植被、土壤侵蚀等情况进行深入细致的了解。情况熟悉后,按土壤侵蚀分区、分类、分级原则进行预判。

### 2.3 野外调查

野外调查的目的在于对试点区预判结果进行实地验证和调绘,同时还要解决三个方面的技术关键。一是调查土壤侵蚀模数;二是建立土壤侵蚀与卫片相关信息的解译标志,编制解译检索表;三是样方调查。调查路线的选择要有代表性,要尽量通过各种侵蚀类型区和各级侵蚀强度,利于编制解译检索表。

2.3.1 土壤侵蚀模数调查。土壤侵蚀模数是定量研究土壤侵蚀的重要指标,也是土壤侵蚀强度分级指标,是编制土壤侵蚀图的技术关键。在调查中,采用土壤剖面对比法,确定侵蚀模数。调查方法是:

第一步:选择具有代表性,已知开垦年限的耕地,测定耕层厚度为  $a_1$ ,开垦年限为  $t_1$ ;

第二步:测定附近未开垦或与上述开垦年限不同的表层或耕层厚度为  $a_2$ ,开垦年限为  $t_2$ ;

第三步:计算: 侵蚀模数 =  $\frac{(a_1 - a_2) \times \text{土壤容重}}{(t_1 - t_2)}$

2.3.2 解译标志。土壤侵蚀发生、发展因素错综复杂,只有充分认识各因素之间的相互联系、相互制约的规律性,并与卫片反映的信息紧密联系起来,结合外业调查及相关分析确定侵蚀类型、侵蚀强度及在相应的卫片上反映出色调、纹理、几何图形等特征,建立起侵蚀强度级别与影象特征相关的解译标志,编制解译检索表。

2.3.3 样方调查。样方调查包括:(1)植被样方调查。调查植物群落、建群树种、植被盖度等。

表5 植被盖度分级

分 级	覆 盖 度 (%)
高覆被	>90
中高覆被	70~90
中覆被	50~70
中低覆被	30~50
低覆被	10~30
裸地	<10

调查面积大于或等于  $25\text{m}^2$ ; (2) 土壤样方调查。调查土壤类型、质地、表层侵蚀厚度等; (3) 侵蚀强度调查。确定侵蚀强度之后, 对相应的卫片特征进行描述, 建立解译标志。

#### 2.4 室内判读解译

上述工作完成后, 采取系列成图法, 进行室内判读解译, 解译分五步进行。

第一步: 将 1:50 万透明工作图套绘同比例尺卫片, 进行土地利用和植被盖度解译。解译时, 根据卫片影象特征, 参照检索表, 圈划出耕地、林地及盖度图斑, 绘制成植被盖度图。

第二步: 将 1:50 万透明工作图套合同比例尺地貌图, 用红笔描出地貌类型界线, 然后再与同比例尺植被盖度图套合, 用绿笔描出植被盖度界线, 分别标出地貌、盖度类级, 绘制成地貌、植被盖度图。

第三步: 将透明地貌、植被盖度图, 再与同比例尺卫片套合, 依据解译标志圈划土壤侵蚀图斑。在解译耕地时, 还要与同比例尺坡度分级图套合。如果卫片反映信息和坡度同属于同一侵蚀强度级别, 如同属于轻度侵蚀, 就可圈定出一个轻度侵蚀图斑。如果反映的不是一个强度级别, 就得通过分析和现场调查, 得出恰当结论。

在 1:50 万图上, 圈划图斑时, 最小图斑面积为  $3.5\text{mm} \times 3.5\text{mm}$ 。

第四步: 清绘成图。按制图要求, 进行清绘整饰, 达到图面清晰整洁, 线条光滑均匀, 植字端正, 接边严密, 达到规格成图。

第五步: 面积量算。面积量算, 采用 KP-90N 型数字式求积仪, 可直接输入比例尺, 数字显示, 当跟踪放大镜围绕所量图斑走一周后, 显示出脉冲数, 再按一下转换键, 得出所量面积值。方法简单、精确。

在量算面积时应注意的几点: (1) 控制面积量算。控制面积量算分成 3 级控制 3 次平差。即以图幅理论面积控制, 第一次平差; 以全省面积控制, 第 2 次平差; 以地、市面积控制, 第 3 次平差。(2) 图纸伸缩误差的消除。由于图纸的伸缩, 实际比例尺不等于理论比例尺。因此, 必须求出图幅的实际比例尺。求实际比例尺公式是:

$$\frac{1}{M} = \frac{1}{2} \left( \frac{d_1}{D} + \frac{d_2}{D} \right)$$

式中:  $d_1, d_2$  为所量图幅的两个对角线长度;  $D$  为理论对角线长度;  $\frac{1}{M}$  为实际图幅比例尺。

图斑面积量算之后按区、类、级统计汇总造册。

### 3 应用中几个具体问题的探讨

(1) 侵蚀强度的调查方法很多, 诸如: 剖面对比法、水库淤积量调查法等等, 这些方法都不够理想, 最好是实例法, 这就必须建设不同类型观测小区, 建立起观测站网, 以便取得实测数据。

(2) 由于卫片是小比例尺的, 图中小河流、公路、分散居民点只是一条线或一个点, 无法量算面积。量算时都包括在图斑中了, 这就增大了侵蚀面积, 建议按土地利用统计数字, 算出河流、公路、分散居民点占地百分数, 就可算出其面积, 确定出实际侵蚀面积数。

(3) 卫片选择必须选择同一时象的, 这样才有利于相互比较和解译, 如果时象不同, 卫片的色调就有差异, 就得建立该时象的解译标志和检索表, 增加了工作量。选择时要尽量选择没云彩和少云彩掩盖的卫片, 以保证其质量。

(4) 为防止解译出现偏差, 解译人员要相互检查校核, 这是解译中很重要的一环, 可以避免差错。