

# 新疆土壤侵蚀遥感图像解译分析研究

杨建新<sup>1</sup>, 赵永安<sup>2</sup>

(1. 新疆水利水电科学研究院, 乌鲁木齐 830049; 2. 西北农林科技大学, 陕西 杨陵 712100)

**摘要:** 利用卫星遥感图像解译分析新疆土壤侵蚀研究中, 其信息源采用 1:50 万的陆地卫星假彩色影像图, 系选用美国第 1、2 号地球资源技术卫星 (ERTS) 和第 3 号陆地卫星 (Landsat) 多光谱扫描仪四波段黑白卫星底片, 进行影像增强处理, 并叠绘地形要素编印而成新疆区计 112 幅土壤侵蚀类型强度分度图。同时还辅以其它比例尺的专题图件。

**关键词:** 遥感; 卫星影像; 土壤侵蚀

中图分类号: S274.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2003)02-0055-03

## Analysis on Interpretation of Remote Sensing Images of Soil Erosion in Xinjiang

YANG Jian-xin<sup>1</sup>, ZHAO Yong-an<sup>2</sup>

(1. Xinjiang Institute of Water Conservancy and Hydropower, Urumqi 830049, Xinjiang, China;

2. Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, Shaanxi, China)

**Abstract** In the research item to use resolving the images secondary planet about soil erosion in Xinjiang zone, the base information was included four wave band multispectrum image by No. 2 ERTS and No. 3 Landsat and resources satellite of USA. To analyse the characteristic of the tone and shape on the different type area of the land surface, combining the simultaneous multiple image correlation, temporal correlation and spatial correlation to locate and classify different soil erosion types and order, then to make the map of soil type about the zone.

**Key words:** remote sensing; satellite image; soil erosion

### 1 目视解译的物理学基础分析

#### 1.1 地物波谱

地表物体随种类的不同, 对太阳辐射的反射能力和自身红外辐射的波长而异。如图 1 表示, 植物在近红外区有很强的反射, 土壤在可见光及短波红外区亦有强反射, 而水在红外区几乎没有反射。即使同一类物体, 随着种类的不同, 季节的变化其波谱特征也有差异。因此, 地物波谱提供了目视解译的客观基础。

#### 1.2 影像密度等级

地物的电磁辐射波谱特性, 通过传感器记录在多波段胶片上, 每个波段的电磁辐射强度 ( $I$ ) 与记录介质的影像密度 ( $D$ ) 具有线性关系。但由于传感器性能、卫星位置等因素的影响, 地面分辨率有一定局限性, 造成某一像元内对应的地物的均匀性, 实际是多种地物的叠加波谱。再则由于地形的影响使同种地物的辐射强度有所不同, 存在同物异谱、异物

同谱的情况, 制约了解译判度的精度。

#### 1.3 影像空间频谱

在同一时刻, 同一类地物由于所处理位置不同, 电磁波谱特征可能存在一定的差异, 即地物波谱特征的空间效应。卫星影像利用光学频谱分析仪, 进行光学傅里叶逆变换处理, 可提取某类地物的频谱分布特征。

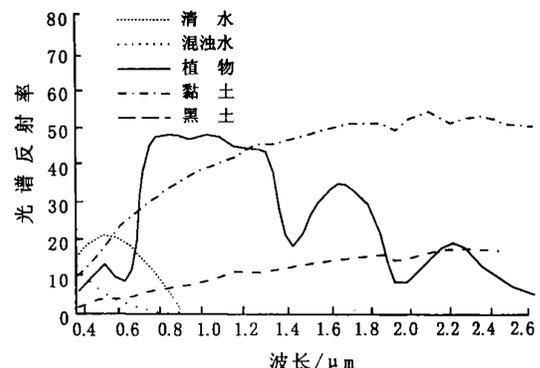


图 1 植物、土、水的光谱反射率

收稿日期: 2002-08-25

作者简介: 杨建新(1954-), 男, 山东章丘人, 工程师, 从事计算机应用项目规划设计。

## 2 遥感图像信息的地质特征

### 2.1 影像信息随空间分布的变化规律

地物影像信息带有显著的地带性特征。植被、土壤的地带性分布规律最为明显,呈现水平分布和垂直分布的规律。卫星影像上湿润区、半湿润区、干旱区景观的空间分布特征显著,高山地区的冰雪覆盖的空间分布也易识别。

### 2.2 影像信息的时间变化规律

同一地物随季节的变化,在影像上呈现出不同的影像信息特征。如水面冬季结冰呈白色,平水期呈深蓝色,洪水期则由于含沙量增高呈现蓝绿色。此外,作物不同的生长过程、土壤含水量的变化、植被的季相交替等不同的时相,均有不同的影像特征。所以,分析影像地物的季相,不仅要掌握该时期地物解译标志、特点,还需根据影像信息的时间变化规律,准确把握地物的季节变化特征。

### 2.3 地物之间相关规律

土壤侵蚀的程度和潜在危险程度所依赖的地理因素十分复杂,与气候、地貌、植被、岩性、外营力及人类活动、土地利用等诸多因素有关。因而,影像信息的地理相关分析尤为重要。根据风沙地貌原理,在影像上可直接分辨出沙丘的形态、大小、移动方向等信息,定性研究风沙的风蚀与风积。又如山区里的水系往往与构造断裂有关,水系类型又与岩性的粗细、软硬等有联系,根据岩性变化可以推断水系是否反映断裂体系。

## 3 解译的原则与方法

### 3.1 解译原则

以卫星影像为主的信息源,解译判读主要依据地物的影像色调和结构特征,并结合地形等专题图提取信息。在解译过程中,将不同波段影像反复对比,本着“去粗取精,去伪存真”的原则,在基本判读的基础上,再进行多专题元素综合分析,应用影像色调、形态特征,对重点特征的地域,进行重点

分析,按“突出重点,照顾一般”的原则进行。

### 3.2 解译方法

(1)遥感信息与地质资料相结合。在土壤侵蚀调查中,制图单元需要反映出不同侵蚀强度级别、侵蚀要素组合类型,关键是侵蚀要素的研究,如地貌类型、植被、岩性、土地利用方式等。分清相关因素与影像信息的关系,地质资料与卫星影像的对应分析,才能解决较好侵蚀要素判读问题。因此,工作中收集了新疆相关的各种专题图件、文件资料,如 1:10 万地形图、1:50 万地貌图、土地利用现状图、草地类型图、年降水量等值线图、土壤类型图等。

(2)综合分析为主导分析相结合。侵蚀的强度与类型,是多种侵蚀因素综合作用的结果。而各个因素对侵蚀结果的贡献又不尽相同,其中居于主导地位的要害,有起促进作用。因此,解译中既要进行综合分析,考虑各侵蚀要素,又要进行主导因素分析,研究产生侵蚀主导因子的活跃度,根据新疆土壤侵蚀状况分析,将植被类型及覆盖度作为主导因素;对裸露区域,则以地貌、地形作为主导因子重点加以分析。

(3)室内判读与野外调查相结合。在解译过程中尽管采用多种方法,但仍有判别不准确,强度级别不符合实际,图斑界线错误的问题存在。这些都需要进行外业调查,现场校验验证,提高判度解译的正确度。

(4)分层分类判读。建立分层判度的工作原则,有利于判度技师的控制和分类准确度的提高。首先利用地形图和卫星影像镶嵌图,参照雪线资料、降水资料划分出风沙侵蚀区、水力侵蚀区及冻融侵蚀区,确定侵蚀动力类型。其次参照新疆自然地理,由卫星影像上植被红色调深浅确定植被盖度,这有助于侵蚀强度的定性判别。最后参照地貌单元,依据地形图上的相对高程,可确定地貌类型。此外,依据卫星影像上蓝绿色调及土壤图等资料,可以确定土质状况。

(5)动态对比法。利用不同时像的遥感图像进行对比,了解地表现像的变化情况,如沙丘移动、泥石流活动、冰川进退、河流冲刷等。

表 1 新疆土壤侵蚀类型目视解译标志

水力侵蚀类	风力侵蚀类	冻融侵蚀类	
定性标志	树枝状结构,色调变化与阴影形成立体感	以明亮而浅色调为主要特征,各种形态特征明显,如新月形、鱼鳞状等沙丘,戈壁色调变深,主要分布于冲洪积倾斜平原部位	多呈白色条带状,冰斗呈白色团状退化消融的冰川具有深色调,表面有斑点状深色花纹
级别	根据植被、地貌形态、色调、纹影特征		
微度	线形纹理不明显,植被呈深红,面积 50% 左右,连续分布,可分辨出植被差别	河漫滩、古河道等呈带状,红色面积 50% 以上,很少有白色斑点。	
强度	线形纹理明显,植被呈浅红色,面积人少于 30%,植被不连续	固定半固定沙丘呈条带状,以浅黄或黄白色调为主,植被呈红色,面积 < 20%	
剧烈	线形纹理不明显,植被呈浅粉色,斑点状分析,面积 < 10%	流动沙丘呈鱼鳞状、波浪状纹影,浅黄色调,几乎无红色斑点	

#### 4 土壤侵蚀类型因子的影像解译

地物的电磁波特征, 反映在影像上就是色彩信息的差异。因此遥感图像的影像要素, 可以概括成两大类: 色(色调、颜色、阴影)和形(形状、大小、结构、空间布局)。

土壤侵蚀类型的影响因子, 在影像上色、形均具有不同

特征。对土壤侵蚀类型的判定也就是对各影响因子的判定, 因而建立影响因子的特征分析和判读标志是解译的基础。新疆土壤侵蚀类型影响因子的判读标志, 拟定为风力、冻融、水力三大侵蚀类型, 并依据国家标准定性地分出微、强、剧烈三个级别(见表 1)。

表 2 新疆土壤侵蚀自然因素的影像解译

影响因子类型			色 调	形 状		
1	2	3				
地 貌	山地	低山 中山 高山	红黄色或黄白色 褐色(阴坡)黄绿色(阳坡) 色差大, 因阳坡分异明显紫红色	块状、羽状纹理 块状、有明显阴影 大片状		
	丘陵 流水地貌	沟谷地 冲积平原 洪积扇(上中部) 河道	灰色或灰褐色 灰白或紫红色 红或紫色 灰紫色与白色相间 深蓝色	块状有阴影 条状、树枝状 块状 放射状 弯曲形状		
	风沙地貌	阶地 沙地 沙丘	一般高阶地色深, 位置越低, 色调越深, 浅灰黑色相间	条带状或断续分布		
	黄土地貌 冰川和冻 土地貌	冰川	均匀的浅色调 白色, 退化消融的冰川有深色斑点状花纹,	垂直风向呈规律分布斑点状 密集型树枝状水系所组成的花纹图案 条带状、团状		
	崩塌和滑坡	冻土	新形成的滑坡呈浅色, 最明显的标志是陡 崖处有圆丘状地形, 与周围色调差异明显	蜂窝状或飘带状 陡崖下形成的锥状或块状		
植 被	灌木 荒漠 人工林 针叶林 阔叶林 草原 草甸		浅红色、浅褐色 黄色有红晕 以红色为主 红褐色, 色调不均 鲜红色 橘红色 红色	斑点状, 出现于山麓 边界规则 密粒状, 斑状 斑点 均一		
	土 壤	灰漠土 棕漠土 草甸土 风沙土 栗钙土 黑钙土 森林土 盐土	盐荒地 重盐碱地 轻盐碱地	灰黄色 花白色或蓝色 红黄色或浅红 黄棕色夹浅黄色条纹 棕红色 黑褐色 白到黄 以白为主 农作物色调不均匀夹杂少量白斑	发亮条纹 均匀连片 冲积风积物, 有沙丘存在, 纹理清晰 分布与低山丘陵 有树枝状条纹 条带状 均匀的雪花斑纹, 轮廓清晰 不均匀 斑状	
		人 文 地 理	居民点 工矿用地 交通线 城镇用地 湖泊		深红色夹杂白色 青灰色夹杂黑色 灰黑色 灰色夹杂红点, 边界明显 深蓝色	细网格状, 边缘明显 边界清晰的图斑 曲折线, 直线多 立体感强

新疆地区土壤侵蚀影响因子主要选择了植被、地貌、地面物质组成、土地利用等要素。表 2 列出了新疆土壤侵蚀自然因素的影像解译标志。

目前, 土地沙化、盐渍化等问题在新疆十分突出, 直接威胁到人们的生存环境。塔里木河下游铁干里克区在 1959~1992 年的 33 年间, 强度沙化面积增加了 174.29%; 近 10 年新疆因次生盐渍化而弃耕 13.5 万  $hm^2$ 。因而减轻土壤盐渍化、防治土地进一步沙化是人们亟待解决的问题。在解译分析研究中, 针对这些突出问题进行了重点分析研究。

(1) 对土地沙化定性地分出了四组: 微度—中度—强度—严重。判别标志选择了两种: 色调和地貌形态。一般来讲,

与微—中—强—严重四级相对应的色调标准(黑白片)应是深区—灰—浅—白色四级色调。在沙地活化成因类型地貌中, 固定沙丘代表微度类型, 半固定沙丘代表中度沙化类型, 半流动沙丘代表强度沙化类型, 流动沙丘代表严重沙化类型。在影像上, 微度沙化的特点是沙漠化土地面积不大且零散分布, 色调比较均匀。在假彩色合成像片上尤为明显, 可以看到沙漠化现象已成斑点状分布且小面积发展。中度沙化是指由于人为因素导致生态平衡破坏, 地表出现风蚀、片状流状及

(1) 河坡冲刷量与植被覆盖率的关系。由于河坡坡度陡, 雨水形成径流后, 相对于农田流速更快, 冲刷力更大。河坡植被覆盖率越高, 对雨水的阻挡作用越大, 雨水对土壤冲刷能

力降低, 因此植被覆盖率与冲刷量之间在一定相关关系(表 6)。1991 年、1992 年及 1993 年回归方程的相关系数分别为 - 0.921、- 0.950 和 - 0.954, 均达到极显著水平。

表 5 如泰河河坡暴雨侵蚀状况表

试验地点	1991				1992				1993			
	观测期降水量/mm	平均覆盖率/%	冲刷量/m <sup>3</sup>	淤积量/m <sup>3</sup>	观测期降水量/mm	平均覆盖率/%	冲刷量/m <sup>3</sup>	淤积量/m <sup>3</sup>	观测期降水量/mm	平均覆盖率/%	冲刷量/m <sup>3</sup>	淤积量/m <sup>3</sup>
如泰河搬经 800 m 河段	1020.8	23.5	1404.5	1886.0	675.4	36.8	1230.9	1465.2	968.6	57.8	2565.6	3268.1

表 6 河坡暴雨侵蚀与覆盖率关系

相关关系		1992 年		1993 年		1994 年	
覆盖率(x /%) 与冲刷量(y /m <sup>3</sup> ) 的关系	回归方程	$Y = 331.9 - 6.03x$		$Y = 256.5 - 2.84x$		$Y = 555.3 - 3.81x$	
	相关系数(r) 样本数(n)	$r = - 0.921^{**}, n = 8$		$r = - 0.905^{**}, n = 8$		$r = - 0.954^{**}, n = 8$	
覆盖率(x /%) 与淤积量(y /m <sup>3</sup> ) 的关系	回归方程	$Y = 348.9 - 4.9x$		$Y = 316.6 - 3.69x$		$Y = 690.9 - 4.97x$	
	相关系数(r) 样本数(n)	$r = - 0.631, n = 8$		$r = - 0.893^{**}, n = 8$		$r = - 0.849^{**}, n = 8$	

注: 当可信度为 5% 时, 相关性显著, 当可信度为 1% 时, 相关性极显著。

(2) 河坡淤积量与植被覆盖率的关系。由于如泰河属一级河道, 相对来说水流流速远小于内三沟, 河坡土壤冲刷后基本就近淤积在河道中, 因此河坡植被覆盖率与河床淤积量之间存在相关关系(表 6), 但相关性没有覆盖率与冲刷量之间关系显著, 这主要是河床淤积不仅与河坡冲刷有关, 还与外来引潮水及排水中的泥沙沉积有关。

生物措施提高植被覆盖率。有些地方采取了沟坡衬砌, 固然能防止土壤侵蚀, 但有两个不利因素: 衬砌比植树栽草费用高, 且本身不能产生经济效益。衬砌对生态环境造成不利影响。

#### 4 结论与措施

(1) 高沙土地区农田土壤侵蚀总量达到强度至极强水平, 但随径流输出量远小于淤积量, 农田土壤侵蚀后就近淤积是高沙土地区土壤侵蚀特点。因而高沙土地区主要靠提高农作物复种指数, 采取合理耕作措施来减轻土壤侵蚀。

(3) 河坡土壤侵蚀可采取生物措施与工程措施相结合的防治方法。生物措施主要是提高植被覆盖率, 可选择一些经济价值较高的树草, 既能发挥社会效益, 又能产生经济效益。工程措施可采取: 集水槽、排水沟, 减轻了堤岸上径流对河坡冲刷。薄壁连拱护岸墙, 遏制了河坡径流及船行波对河坡冲刷, 防止河坡坍塌。中段跌井式排水涵洞, 解决了高沙土地区各级河道河底高差较大, 常规涵洞排水冲刷力大, 易造成河坡倒塌的问题。

(2) 内三沟的土壤侵蚀量与土壤淤积量基本持平, 土壤侵蚀主要是与沟坡植被覆盖率有关, 因而防治措施主要采取

参考文献:  
 [1] 水利电力部农村水利水土保持司 水土保持试验规范[M]. 北京: 水利电力出版社, 1988  
 [2] 胡海波, 林文棣, 张金池 江苏沿海平原沙土区土壤侵蚀规律的研究[J]. 南京林业大学学报, 1992, 16(2): 25—30  
 [3] 沈波, 胡海波, 肖海涛 通南高沙土区农田土壤侵蚀规律研究[J]. 水土保持学报, 2002, 16(3): 131- 133  
 [4] 陶澍 应用数理统计方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1994

(上接第 57 页)

草丛沙滩珠地区。图像基本色调偏暗。干旱区会形成风蚀洼地, 像片上出现微小白点。片状流沙起伏甚微, 色调清淡。灌丛背风外可见风影。强度沙化地区, 地表出现斑点状分布流动沙丘且已连接成片, 像片上呈现灰到浅灰色, 彩色外相片上则由浅绿到黄色, 可以看到平行状、树枝状、蜂窝状沙垄。严重沙化地区广泛颁密集的流动沙丘, 面积可点 50% 能上能下, 沙丘多为新月形, 基本色调是淡白色。沙丘顺主导风向伸展。

(2) 在新疆荒漠平原区, 大面积分布有盐渍土, 多位于洪积冲扇扇缘、大河三角洲。边缘、现代冲积平原上的河滩地、河阶地及湖滨平原上, 表层结盐壳或盐皮, 地表光滑, 坚实而发白, 其光谱反射率要比其它土壤强, 因而在影像上色调比其它土壤淡, 可以根据影像白色色调的多少来分析不同程度的盐渍化土壤。除沼泽盐土、草甸盐土外, 新疆相当一部分盐渍化现象是由于灌溉不当或灌排工程不配套引起地下水位升高形成, 分布于灌区低地或灌区边缘, 在影像中可见因耕作而遗留下的格状田块。