

区域土壤侵蚀遥感调查与制图研究*

——以新疆地区为例

王文中

李锐 张晓萍 赵永安

(山东省土地管理局规划院·山东济南·250014) (中国科学院·水利部水土保持研究所)

摘要 根据土壤侵蚀的营力、强度和景观条件,划分了 3 级制的土壤侵蚀分类系统。利用遥感影响判读,进行了有关影响因子的解译和评价,经过必要的野外验证后,编制了土壤侵蚀类型图,查清了新疆土壤侵蚀的基本状况。
中图分类号: S157.1, P283.8

关键词: 土壤侵蚀 侵蚀制图 遥感制图

Regional Soil Erosion Survey with Remote Sensing Technology —— A Case Study in Xinjiang Autonomous Region

Wang Wenzhong

(Land Management Bureau of Shandong Province, Jinan City, Shandong Province, 250014, PRC)

Li Rui Zhang Xiaoping Zhao Yong'an

(Institute of Soil and Water Conservation, the Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources)

Abstract Soil erosion classification system including three classes was advanced based on the agents, intensities and landscape conditions of erosion. The related influential factors were interpreted and evaluated with remote sensing images. And necessary validations were made with fieldwork. The basic information of soil erosion in Xijiang was clarified and the map of soil erosion types was made.

Keywords: regional soil erosion; remote sensing mapping; soil erosion mapping

我国是一个水土流失十分严重的国家。水土流失类型多、分布范围广(水力侵蚀面积达到 $1.79 \times 10^6 \text{ km}^2$)。80 年代水利部组织进行了全国土壤侵蚀调查以来,水土流失发展趋势如何,亟待利用现代信息技术进行快速调查评价。为此我们结合新疆土壤水土保持规划任务^[1]进行了区域水土流失快速调查与评价的试验研究。新疆地处我国西北边陲,地域辽阔,资源丰富,土地面积约占全国土地总面积的 $1/6^{[2,3]}$ 。在这样大面积的地区进行水土流失调查与规划,用常规方法耗时、耗资,调查周期过长,数据不能及时得到更新。遥感和 GIS 技术的应用,解决了数据的管理、更新问题,从而加快了调查周期,并保证了数据的规范化和标准化^[4,5]。本研究作为区域水土流失快速调查的初步尝试,结合新疆的实际,在遥感解译标志建立、侵蚀强度的综合评定等方面进行了研究。

1 土壤侵蚀类型划分

1.1 土壤侵蚀分类方法与指标

分类方法考虑到区域性调查的需要,也考虑到遥感技术的适用性。(1) 侵蚀营力类型:分为水力侵蚀、风力侵蚀、风力水力侵蚀、冻融侵蚀和重力侵蚀 5 类。(2) 侵蚀强度类型:根据部

颁标准^[6], 将水力侵蚀和风力侵蚀划分为 6 级。但由于研究基础薄弱, 缺乏定量指标, 根据植被、地形、地面物质组成等主要因素作了定性划分。(3) 侵蚀景观类型: 根据侵蚀地貌组合、土壤发生类型等划分。分类指标如下(表 1)。

1.2 土壤侵蚀分类系统

依据上述原则、指标, 拟订了新疆土壤侵蚀分类系统(表 2)。

表 1 侵蚀强度分级指标

级别	侵蚀模数/ ($t \cdot km^{-2} \cdot a^{-1}$)	水力侵蚀			风力侵蚀	
		植被盖度/ %	岩 性	坡度/($^{\circ}$)	级别	植 被 盖度/ %
微度	< 500	> 90	难侵蚀岩	< 3	微度	> 90
轻度	500 ~ 2500	70 ~ 90	难侵蚀岩	3 ~ 5	轻度	70 ~ 90
中度	2500 ~ 5000	50 ~ 70	中性侵蚀岩	5 ~ 8	中度	50 ~ 70
强度	5000 ~ 8000	30 ~ 50	易侵蚀岩	3 ~ 15	强度	20 ~ 50
极强	8000 ~ 15000	10 ~ 30	易侵蚀岩	12 ~ 25	极强	10 ~ 30
剧烈	> 15000	< 10	易侵蚀岩	> 25	剧烈	< 10

表 2 新疆土壤侵蚀分类系统

风力侵蚀	轻度风力中度水力侵蚀	极强度风力轻度水力侵蚀
微度侵蚀	轻度风力强度水力侵蚀	极强度风力中度水力侵蚀
轻度风力侵蚀	轻度风力极强度水力侵蚀	极强度风力强度水力侵蚀
中度风力侵蚀	轻度风力剧烈水力侵蚀	极强度风力极强度水力侵蚀
强度风力侵蚀	轻度风力微度水力侵蚀	极强度风力剧烈水力侵蚀
极强度风力侵蚀	轻度水力微度风力侵蚀	剧烈风力轻度水力侵蚀
剧烈风力侵蚀	中度风力中度水力侵蚀	剧烈风力中度水力侵蚀
水力侵蚀	中度风力中度水力侵蚀	剧烈风力强度水力侵蚀
微度侵蚀	中度风力强度水力侵蚀	剧烈风力极强度水力侵蚀
轻度水力侵蚀	中度风力极强度水力侵蚀	剧烈风力剧烈水力侵蚀
中度水力侵蚀	中度风力剧烈水力侵蚀	冻融侵蚀
度水力侵蚀	强度风力轻度水力侵蚀	重力侵蚀
极强度水力侵蚀	强度风力中度水力侵蚀	崩塌
剧烈水力侵蚀	强度风力强度水力侵蚀	滑坡
风力—水力复合侵蚀	强度风力极强度水力侵蚀	泥石流
轻度风力轻度水力侵蚀	强度风力剧烈水力侵蚀	

2 土壤侵蚀的遥感解译

2.1 土壤侵蚀遥感制图信息源

新疆土壤侵蚀遥感制图中, 遥感信息源主要是 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加绘地形要素编印而成。整个新疆区共计 112 幅。同时还辅以其它比例尺的遥感图件。另外还收集了新疆相关的各种图件、文字资料, 如 1 : 100 万地形

图、1 100 万地貌图、新疆土地利用总体规划图、新疆土地利用现状图、新疆草地类型图、年降水量等值线图、1 100 万土壤类型图等。

2.2 遥感图像信息的地学特征

遥感影像信息及其所反映的地理地物特征均具有明显的时空变化规律。遥感影像的解译过程就是建立影响特征与地物关系的过程。为此,进行遥感影响的地理特征分析,准确获得影响土壤侵蚀的各种地物信息是遥感影像土壤侵蚀解译的基础^[5]。影像土壤侵蚀的地理因素复杂,因而影像信息的地理相关分析尤为重要。对图像上并不明显的要素进行分类,可以通过它的相关要素来推断所要研究的对象,或分类时充分考虑这种关系,从而提高分类精度。依据地物的时空规律与相互关系,通过直接或间接方法建立解译标志。但是绝对精确的解译是不存在的。运用解译标志时,要从区域整体出发,既要认识同一性,也要考虑可变性,才能客观真实地识别地物。

2.3 解译方法

(1) 遥感信息与地学资料相结合。必须通过地学资料与卫片影像关系对比,才能解决好侵蚀要素关系判读。(2) 综合分析 with 主导分析相结合。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,找出主导因子。(3) 室内判读与野外调查相结合。经过室内判读的内容,都需要经过野外校核。(4) 分层分类判读。首先利用地形图和卫片镶嵌图,参照雪线资料、降水资料划分出风沙侵蚀区、流水侵蚀区及冻融侵蚀区,确定侵蚀动力类型;然后参照地貌单元,依据地形图上的相对高程,可确定地貌类型;最后,参照影像色调确定植被盖度,并进而定性判别侵蚀强度。(5) 动态对比法。利用不同时期的遥感图像进行对比,了解地物变化情况,如沙丘移动、泥石流活动、冰川进退、河流冲刷等。

3 土壤侵蚀遥感制图与分析

3.1 土壤侵蚀强度综合评价

在新疆干旱少雨情况下,尤其是以风蚀为主地区,在强度定性综合评判时,先以植被盖度作相应的强度分级(分级表从略),再依据不同地形部位和不同的地面物质对侵蚀强度进行修正,用“指数法”对强度做了修正。流程如图 1 所示。

3.2 野外调查与测量

为了解决影像解译及拟定的分类标准、

图斑界线中存在的问题,在草图完成后,进行了野外调查与测量工作。调查中搜集了新疆各地的气候、水文(径流量、含沙量等)、植被、土地利用等资料,并进行了侵蚀量的野外测定。细沟侵蚀量是坡地上的主要侵蚀量,在野外有代表性的地块上,共采集了数百个 $3\text{ m} \times 3\text{ m}$ 小区,测量了区内细沟的数量、深度、长度,计算了单位面积的坡面流失量,用以验证草图上所判的侵蚀强度。

3.3 土壤侵蚀类型制图

侵蚀类型草图经野外考察验证,专家审定后,便以正式出版的 1 100 万地形图作为工作底图,依据制图综合性、科学性和实用性、艺术性等兼顾、制图的原则,编绘了新疆 1 100 万土壤侵蚀类型图。制图采用了解析-组合式制图方法,多层次地表示了新疆地区侵蚀类型、方式与

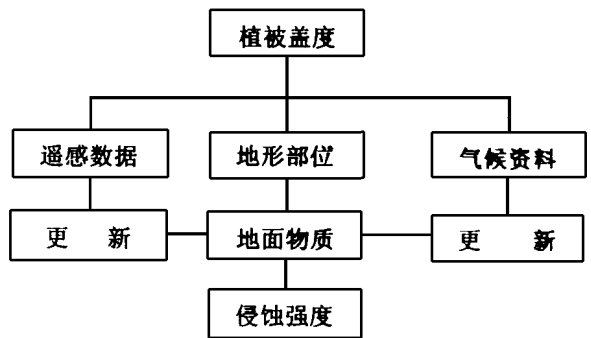


图 1 土壤侵蚀强度评价流程

强度的组合关系。图例系统由色彩、代码及符号表示组成。在图例系统中侵蚀成因类型构成第一层面,用颜色和符号来表示。复合侵蚀则由相应的风蚀、水蚀的“符号、颜色”组合说明。冻融侵蚀则用唯一的颜色表示。代码构成本图的第二层面,主要用于注记地貌类型和侵蚀强度,如 $A_12^3 + c$, 右下角表示地貌类型, 右上角表示侵蚀强度。制图的第三个层面是形态符号, 用于表示重力侵蚀和特殊地貌个体如冲击扇、洪积扇等。

表 3 新疆土壤侵蚀面积统计表

侵蚀类型	侵蚀强度	侵蚀面积/ km ²	总面积比例/ %
水力侵蚀	微度侵蚀	360052.92	21.65
	轻度	29617.15	1.78
	中度	27352.02	1.64
	强度	1558.85	0.09
	极强度	13505.08	0.81
	剧烈	11617.28	0.70
风力侵蚀	轻度	26661.68	1.60
	中度	26568.44	1.60
	强度	40010.35	2.41
	极强度	224607.97	13.51
复合侵蚀	剧烈	46437.93	2.79
	轻度风蚀微度水蚀	221318.12	13.31
风力侵蚀	轻度风蚀轻度水蚀	15209.65	0.91
	轻度风蚀中度水蚀	16144.81	0.97
	中度风蚀轻度水蚀	37464.57	2.25
	中度风蚀中度水蚀	93686.46	5.63
	中度风蚀强度水蚀	1592.38	0.10
	强度风蚀轻度水蚀	127181.77	7.65
	强度风蚀中度水蚀	22122.29	1.33
	极强度风蚀强度水蚀	10564.64	0.64
	冻融侵蚀	309876.76	18.63

侵蚀类型图在 MAPGIS 系统控制下进行

了面积量算和图斑面积的平差,由国家正式出版的各县面积来控制。表 3 列出了新疆地区土壤侵蚀面积清单。

4 结 语

本研究以新疆地区为例,采用遥感和地理信息系统技术对较大区域的土壤侵蚀遥感快速调查方法进行了比较系统的研究。虽取得了一定成果,但在某些方面还存在不足,有待更深入研究。(1) 新疆自然条件复杂,土壤侵蚀研究基础薄弱,对侵蚀分类系统只是一个初步的方案。尤其是风力—水力侵蚀复合类型,还缺乏必要的论证。(2) 本次研究中,遥感图像的解译基本上还以手工为主,更进一步的工作需要借助于计算机实现自动化判读和成图。(3) 对新疆地区土壤侵蚀的定量化评价,在本次工作中没有探索,还有待于今后进一步研究,以便建立起适用于新疆实际的侵蚀定量模型,进行土壤侵蚀的预测预报。

参 考 文 献

- 1 王文中. 新疆土壤侵蚀遥感制图和管理信息系统研究[硕士论文]. 陕西杨陵: 中国科学院水利部水土保持研究所, 1998
- 2 袁方策, 毛德华编著. 新疆地貌概论. 北京: 气象出版社, 1994
- 3 杨利普主编. 新疆综合自然区划概要. 北京: 科学出版社, 1987
- 4 李锐, 杨勤科. 空间技术在水土保持规划中的应用. 水土保持通报, 1996, 14(1): 114-118
- 5 濮静娟. 遥感图像目视解译原理与方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1992
- 6 水利电力部颁发. 关于土壤侵蚀类型区划分和强度分级标准的规定(试行). 中国水土保持, 1984, (10): 17