

遥感技术在内蒙古土壤侵蚀研究中的应用*

史培军

赵羽

(内蒙古自然资源研究所) (内蒙古自治区水利局)

金争平

郝允充

(内蒙古自治区水利科学研究所) (内蒙古师范大学地理系)

前言

本文是《应用遥感技术编制内蒙古自治区土壤侵蚀图成果》的一部分。该项研究成果由内蒙古自治区水利科学研究所主持, 内蒙古自然资源研究所, 内蒙古师范大学地理系参加, 赵羽全面负责。除作者外, 参加本项研究的主要人员还有内蒙古自治区水利科学研究所王美云、王文生、王彦成、赵焕勋同志, 内蒙古师范大学地理系王静爱同志。

土壤侵蚀的防治是国土整治的一项极其重要的内容。当前, 提高区域土地生产潜力的一个重要途径就是保水保土。内蒙古的广大草原地区除东南边缘的农牧区以水力侵蚀为主外, 大部分牧区经受着程度不同的土壤风蚀作用。因此, 为了提高全区草地生产力, 开展草地土壤侵蚀和防治的研究是非常重要的。

由于研究区域辽阔, 自然条件复杂多样, 应用传统的方法。开展全区土壤侵蚀的研究是难以在短时期实现的。有鉴于此, 我们选用遥感技术, 开展了全区土壤侵蚀的研究, 在此, 仅就我们的工作的一部分内容介绍如下。

一、全区土壤侵蚀遥感制图的方法和过程

1、方法

在进行内蒙古土壤侵蚀研究过程中, 我们主要收集和使用研究了研究区七十年代末; 八十年代初期的 MSS、TM、RBV 影象, 部分地区还使用了我国七十年代和八十年代的黑白及彩红外航空像片。除此之外, 我们还收集了研究区与土壤侵蚀有关的大量地面调查资料, 在这些工作的基础上开展了本文涉及的研究工作。

我们的研究方法可以分为以下几个方面

(1): 综合分析地面常规资料

对已有的土壤侵蚀地面研究成果的充分分析和利用是进行大面积土壤侵蚀遥感制图的基础我们在全面收集和研究了包括水文站泥沙测验资料、水土保持站小流域和坡面小区土壤侵蚀测验资料、小区域土壤风蚀观测资料, 以及同土壤侵蚀有关的地貌、土壤、植被、土地利用等研究成果的同时, 于一九八五~一九八六年进一步对典型地区的土壤水蚀、风蚀、冻融侵蚀进行了专题研究, 这样建立了全区土壤侵蚀遥感制图的地面研究基础。

(2) 建立土壤侵蚀遥感图像目视判读标志

将土壤侵蚀的地面研究成果同遥感影象相联系的技术接口是建立遥感图像土壤侵蚀的目视判读标志。这些判读标志在室内建立以后, 要反复通过野外验证, 检验其准确度, 在此, 我们特别注重提取了具有反映土壤侵蚀质和量的一系列指标。这些具有质和量的指标是在与地面实测值的相互分析基础上获得的。关于全区各类各级侵蚀的遥感图像目视判断标志详见后述。

遥感影象是本次编制土壤侵蚀图的基本资料, 因此, 目视判读就成为勾绘各类各级侵蚀图斑的基本方法和准确确定图斑界限的第一步工作。所有这些界限都是依据判读标志进行的, 同时实地验证了部分地段, 验证区的面积大约占研究区的 6%。

(3) 信息相关分析

土壤侵蚀信息目视判读过程中, 随时都渗透着信息相关分析, 这二者是相辅相成的。

* 本文系另一项目成果, 应作者要求并经本文集编者同意收入本文集。

在本项工作中。我们主要进行了波谱的对比分析, 不同波段卫星影像对比分析, 不同类型卫星的对比分析, 如 MSS、与 RBV、TM 的对比分析。

(4) 信息提取与信息复合

在上述工作的基础上, 提取土壤侵蚀信息并将信息进行复合, 才能实现土壤侵蚀的遥感制图。对于土壤侵蚀信息提取, 有三个突出特点, 一是质量信息, 主要依据影像特征作为判该标志; 二是提取数量信息, 主要依据影像的色调、相关位置以及一系列地学相关分析的间接标志 (包括地面样方测量数据); 三是提取分布信息。

在目视判读和信息相关分析以及信息提取的基础上, 最终反映在图面上的土壤侵蚀状况则是多种信息复合的结果。布满整个编图区域的信息复合, 它含有几个层次, 定量的指标主要来自地面实测和地形图、定性和定位指标主要来自卫星影像, 但二者是相互对应的关系, 见表 1。

表 1 土壤侵蚀遥感编图信息复合系统

信 息 源	项目	侵蚀营力地貌 地面物质	水力侵蚀强度	风力侵蚀强度	冻融侵蚀强度
地面实测资料和 文献资料		降水量、风速、大风日数, 地貌形态, 地表物质, 植被	土壤类型, 植被盖度, 土地利用, 侵蚀强度测值	现状床面形态, 微观结构分析, 床面物质分析, 植被盖度, 蚀、积强度测值	温度, 地表形态, 林种, 植被盖度, 土壤厚度, 岩性
地形图资料		地貌形态及高程 (相对, 绝对)	坡度及沟壑密度	地表形态	地表形态及高程 (相对, 绝对)
卫星形象资料		地貌类型, 地表物质, 侵蚀特征	土壤类型, 植被盖度, 沟谷密度	床面物质, 植被盖度, 地表形态, 侵蚀面积比例	地貌类型, 土壤, 植被特征
多源信息复合		土壤侵蚀类型, 强度分型, 分级指标	水力侵蚀强度分级指标	风力侵蚀强度分级指标	冰融侵蚀强度风级指标

2、过程

以卫星影像作为基本信息源进行土壤侵蚀研究, 其最终成果的表现形式有三个方面, 即土壤侵蚀图、土壤侵蚀数据和土壤侵蚀的文字报告, 这三种形式相辅相成、相互配合、相互补充。

从整个全区土壤侵蚀遥感制图看, 大致可分为: 资料选择→野外调查→影像判读→编制作者原图→编绘彩色原图及面积量算→宏观分析→信息转换和指导生产等。详细过程可概括成图 1 表示。

二、全区土壤侵蚀遥感制图的分类系统

进行土壤侵蚀制图, 其最基本的工作就是制定土壤侵蚀分类系统。我们在以往工作的基础上。参考有关文献, 根据遥感应用研究的特点, 拟定出内蒙古土壤侵蚀制图的分类系统, 作为这次编图的主要依据。

1、分类原则

(1) 基于对全区各类型土壤侵蚀有一定深度的地面研究, 使类型划分能够比较客观地反映出全区土壤侵蚀的类型及侵蚀时空过程的差异

(2) 对分类系统中子系统及系统要素的确定以能够实现遥感制图为限制条件。

(3) 分类的主要依据是对侵蚀起主导作用的外营力及其侵蚀形态。

(4) 对目前研究尚不深入的多营力侵蚀类型暂不作分类。

(5) 第一级分类以侵蚀类型划分, 第二级分类以侵蚀强度等级划分。

2、分型、分级指征与指标及分类系统

根据上述分类原则及国家关于全国土壤侵蚀分类的有关规定、内蒙古的实际情况, 将全区土壤侵蚀划分为水力侵蚀型、风力侵蚀型及冻融侵蚀型三种侵蚀类型。在各种类型的基础上, 又进一步划分侵蚀等级。水力和风力侵蚀型均划分为六级强度, 冻融侵蚀划分为两级强度, 其二级强度中又划分出四种亚类型。各型、各级划分的指征与指标如表 2、表 3、

表 4 和表 5。

图 1 土壤侵蚀遥感制图过程框图

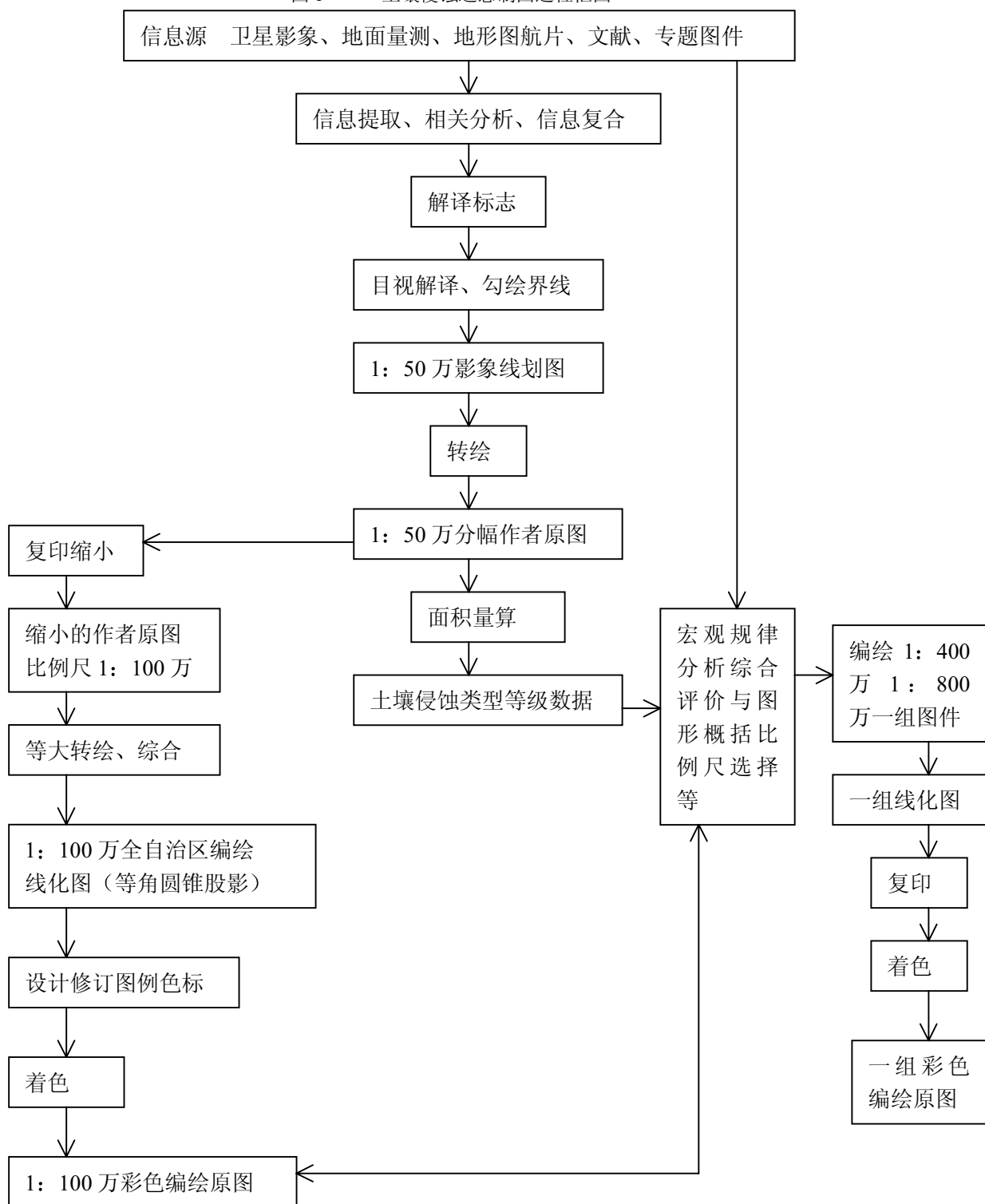


表2 内蒙古自治区土壤侵蚀类型划分指征与指标

类型 指征指标	水力侵蚀型	风力侵蚀型	冰融侵蚀型
侵蚀营力	年平均6~9月侵蚀性降雨量大于200毫米, 年降雨侵蚀力R值大于30兆焦尔·厘米/公顷·小时·年	在起沙风持续的时间内, 大部分地区小于355毫米。起风临界值在4.5米/秒以上。	年平均气温低于-1~-2℃
地貌与侵蚀形态特征	地貌以山地, 丘陵为主, 具有明显的小流域水系。 侵蚀形态有坡地片状, 浅沟状面蚀; 浅沟, 切沟冲沟等沟蚀形态; 山前, 洪积扇等堆积进态。	地貌以干燥风成地貌为主, 有明显的风蚀坑槽, 风蚀垄和风积沙丘形态及干燥—风成粗化地表。	地貌为我区东北大兴安岭高纬度中, 低山及合地, 具有冰缘特征的气候单面山, 宽浅台地。自由河曲及冻土沼泽等地貌形态。侵蚀形态有: 岩峰, 石海, 石河, 石流坡, 冰锥, 热融坑槽, 湖塘, 山地热融滑塌, 泥流, 塔头沼泽等。
地表物质与植被特征	以坡积, 残积, 冲洪积物和黄土为主。在鄂尔多斯高原东坡有部分中生代碎屑沉积岩风化物。 植被有山地, 丘陵, 平原区的天然及人工林, 较规则的农田作物。	以风积物, 残积物。干燥堆积物为主, 最有代表性的就是风成丘沙, 风成飞沙层, 风成沙堆, 干燥—风成残积物, 戈壁等。	山脊陡坡裸岩, 碎石以斑点状出露, 山地为坡积母质上的森林土壤, 谷地为草甸土及沼泽土, 冰土分布广泛, 兴安落叶松, 常绿双叶松—偃松。冻土沼泽, 塔头植物重要的指示意见
侵蚀量比较	水力侵蚀模数大于其它营力的侵蚀模数。	风力侵蚀型模数大于其它营力的侵蚀模数	冰融侵蚀模数或冻融侵蚀提供的第—步侵蚀物质大于其它营力的侵蚀模数。

根据上述分型分级指征与指标, 拟出全区土壤侵蚀遥感制图分类系统如下:

W 水力侵蚀型

W I 水力微度侵蚀

W II 水力轻度侵蚀

W III 水力中度侵蚀

W IV 水力强度侵蚀

W V 水力极强度侵蚀

W VI 水力剧烈侵蚀

E 风力侵蚀型

E I 风力微度侵蚀

E II 风力轻度侵蚀

E III 风力中度侵蚀

E IV 风力强度侵蚀

E V 风力极强度侵蚀

E VI 风力剧烈侵蚀。

C 冻融侵蚀型

C I 冻融微度侵蚀

C II 冻融轻度侵蚀

3、典型地区各型各级侵蚀遥感图象目视判读标志

遥感图像土壤侵蚀目视判读标志的建立, 是将分类系统的内容落实到遥感图像上。限于篇幅及研究区东西差异较大, 我们选取了水力、风力、冻融侵蚀类型典型区卫星影像上的各级土壤侵蚀目视判读标志列于表 6, 借以说明土壤侵蚀遥感制图分类系统的实际应用以及作者原图的编制过程。

三、全区土壤侵蚀遥感制图的结果

表 3 内蒙古自治区土壤水力侵蚀强度分级指征与指标

分区 指征与 指标 侵蚀级别	黄土丘陵沟壑类型区			土石山地类型区			大兴安岭东南坡低山丘陵漫岗区			侵蚀模数 (T/km ² ya)
	流域侵蚀沟壑 平均密度 (km/km ²)	侵蚀沟壑所 占面积(%)	流域平均植 被覆盖度(%)	年平均降 雨量(mm)	地貌类型	植被覆盖 度(%)	农耕地土壤与坡度(度)		非耕地植 被盖度(%)	
							暗棕壤	黑土		
I	<0.5~1.0	<5~10	>90	>250	土层极薄的石质风化山地	>70	<3	<5	>90	<200
II	1.0~3.0	10~25	90~65	50~350	有薄层土壤的土石山地	70~50	3~8	5~12	90~70	600~2500
III	2.0~4.0	20~35	50~40	>350	下部有黄土覆盖的土石山地	<50	8~12	>12	70~0	2500~5000
IV	3.0~5.0	30~45	30~20				>12		<50	5000~8000
V	>5.0	>45	<20							8000~15000
VI										>15000
备注	1. 各级指标栏内的两个数值分别对应同级侵蚀模数的两个数值。 2. 披砂岩丘陵沟壑区按黄土丘陵沟壑区指标升一级定级；覆沙黄土丘陵区按黄土丘陵沟壑区指标降一级定级。									

表 5 内蒙古自治区土壤冻融侵蚀强度分级指征与指标

		侵蚀营力作用类型	侵蚀形态	侵蚀发生地貌部位	植被特征		土壤及岩石特征	现状危害程度[评价]
					主要种类	覆 盖 度 (%)		
Ⅰ级微度侵蚀		冻融—流水作用复合类型	高复被山地、丘陵、台地及岩地森林和森林草原		落叶松、桦、山杨、杜鹃、草甸植被	>90	森林土壤，土层厚 30~60cm、草甸土壤土层厚 25~50	无危害
Ⅱ级轻度侵蚀	Ⅱ ₁	寒冻风化—重力蠕流—流水作用复合侵蚀类型	岩峰、石海、石河、石流坡、岩屑椎裙、融冻泥石流体	海拔 700~1700 米的山脊陡坡	偃松、爬地柏、苔藓、生长不良的“醉林”、散生乔、灌木及杂草	<30	表土层极薄，以玄武岩、花岗岩、安山岩的裸岩和块石为主	强度危害毁坏
	Ⅱ ₂	热融—重力滑塌—流水作用复合侵蚀类型	山坡牵引式、热融滑塌体	山地阴坡、半阴坡，多沿道路分布	落叶松、桦、山杨、杜鹃及林下草本类	侵蚀发生后小于 30	森林土壤，土层厚 20~40cm、土体中富含水体	强度危害
	Ⅱ ₃	冻胀—热融—流水作用复合侵蚀类型	冰丘、冰锥、冻土沼泽	小型河谷岩，河流阶地、沟谷山口洼地	散生乔、灌木、苔藓、小叶樟、越桔、杜香	30~60	冰丘、冰锥区土层<10cm，塔头沼泽土层>30cm、下伏冻土	轻度危害 中度危害
	Ⅱ ₄	热融—重力沉陷—流水作用复合侵蚀类型	岩地烈融沉陷沟槽、坑塘	小型河谷阶地，多沿村道路分布	丛桦、三棱草小叶樟、苔草、落叶松	侵蚀发生后小于 30	泥炭化沼泽土、土层厚大于 30cm、下伏冻土和聚冰层	中度危害 强度危害

表4 内蒙古自治区土壤风力侵蚀强度分级指征与指标

项目 指 标 侵 蚀 级 别	现状床面形态（地表形态）		现状床面物质（包括土壤及成土母质）				地被		相对风力侵蚀程度		现 状 风 力 侵 蚀 面 占 图 斑 面 积 (%)	风蚀强度	
	沙区	高平原区	沙区	高平原区			草原区	荒漠区	风 蚀 深 度 (cm)	风 积 厚 度 (cm)		年风蚀深度 (mm)	年风蚀量 (T/Rm ² ·Ya)
				性质	0~20cm 粒配情况%		植被	地被					
					平原区	荒漠区							
I	固定沙丘(地)	固定沙砾地，剥蚀—残积石质戈壁，干燥剥蚀山地	风 成 物 分 选 差	裸露基岩 (风化弱、胶结好)	>90	>70	>70	>80	<2	<2	<5	<0.16	<240
II	固定半固定沙丘(地) 极浅层点状风蚀地	固定半固定沙砾地，剥蚀—坡积碎石戈壁，具有极薄层残积块石的干燥剥蚀山地等，极浅层点状风蚀地	风 成 物 分 选 较 差	风化残积物 以块石为主	90~75	70~35	70~50	80~60	2~10	2~10	5~10	0.16~1.5	240~2250
III	半固定半流动沙丘(地)，浅层斑点状风蚀地(风蚀坑穴)	半固定半流动沙砾地。剥蚀—坡积—洪积砾石戈壁薄层残积块石干燥剥蚀山地等，极浅层点状风蚀地	风成物 分 选 一 般	坡积物，风化残积物，坡积—洪积物、以粗砾、细砾为主	75~60	35~10	50~30	60~30	10~25	10~25	10~25	1.5~3.0	2250~4500
IV	半流动半固定沙丘(地)中层斑块风蚀地(风蚀窝、风蚀槽)	半流动半固定沙砾地，洪积—冲积—剥蚀沙砾戈壁，厚层残积块石干燥剥蚀山地等，风蚀碟、风蚀浅槽	风 成 物 分 选 中 等	洪积物、洪积—坡积物，洪积—冲积物，以细砾、粗沙为主	60~50	<10	30~10	30~10	25~50	25~50	25~50	3.0~6.0	4500~9000
V	半流动流沙丘深层块状、片状风蚀地(风蚀洼地、风蚀深槽)	半流动半固定沙砾地，以风蚀洼地、风蚀深槽最为明显	风 成 物 分 选 好	湖积物、冲积—湖积物、洪积—冲击物、以粗粉沙、粉细沙粘土为主	<50		10~1		50~100	50~100	50~85	6.0~12	9000~18000
VI	流动沙丘(地)流动沙山，极深层片状、大片状风蚀地	流动沙砾地	风 成 物 分 选 极 好	风积物、风蚀残积物冲击物，湖洪—冲积物以砂为主			<1		>100	>100	>85	>12	>18000

表6 内蒙古自治区各类土壤侵蚀典型区遥感图象目视判读标志 (以最小图斑面积作为判读单元)

类型 标志 级别	水力侵蚀		风力侵蚀		冻融侵蚀		
	地貌形态、纹影	植被、土被及色调	地貌形态、纹影	植被、土被及色调	地貌形态、纹影		植被、土被及色调
I	可分辨 1 级沟道和<10%的沟道面积, 线形纹影不明显	植被呈深红色, 面积>50%, 连续分布, 在植被覆盖差的 I 级图斑中可判读出反映覆沙的乳白色调	河漫滩、古河道、甸子地呈飘带状、弧片状、深红色调中很少白色斑点	植被呈深红色, 面积大于 70%不易反映裸沙的白色调斑点	I	山地森林具明显的山文影像, 山脊线, 沟谷, 清晰可辨, 阴颇阴影部分色调偏暗。	高复被森林在夏季影像上呈深红或红色、色调均匀, 偶夹有桔黄色斑者为无林或疏林地块
II	可分辨 1~2 级沟道和 10~20%的沟道面积, 线形纹影不明显	植被呈红色, 面积<50%, 连续分布, 在植被覆盖差的 II 级图斑中可判读出反映覆沙的乳白色	同 I 级地貌形态, 但深红色中白色斑点增多, 另外固定沙丘呈片状。条状分布色调同上	植被呈深红色, 面积 70~50%可分辨少量反映裸沙的白色调斑点	II	石海、岩峰多分布于山脊、陡坡, 呈黑色、土黄色小斑块或小斑点, 色调不均匀。阴坡部位的色调比一般阴影更暗。	博可图—阿尔山一线石海, 无林陡坡植被覆盖差, 呈黑色、土黄色, 与森林的红色形成鲜明对比, 伊勒呼里山石海区分布常绿偃松, 在各级影像上呈深红色掉。
III	可分辨 2 级沟道和 20~30%的沟道面积, 线形纹影增强	植被呈浅红色, 不连续分布, 在植被覆盖差的 III 级图斑中可分辨反映覆沙或砂质黄土的乳白色或乳黄色	固定半固定沙丘呈条斑, 片斑状, 红白色斑相间	植被呈红色, 50~30%的面积, 反映流沙的白色调斑点占 50~70%	II	热融滑塌体由于窄条状分布在影像上不易分辨, 条沿林区运输线路分布。	
IV	可分辨 3 级沟道和 30~40%的沟道面积, 线形纹影十分明显	植被呈浅红色斑块状分布, 面积<30%	半固定半流动沙丘呈花点状, 白色调中夹少量红色斑点	植被呈浅红色, 反映流沙的白线条块占 70~90%	II	冰丘冰堆在春季影像上呈沿小河岩分布的白色小斑点。塔头沼泽沿河谷呈墨绿色条带状、斑块状	塔头沼泽因墨色沼泽土而成墨色, 塔头植被被承办点状浅红色调
V	可分辨 3~4 级沟道和 40~50%的沟道面积, 线形纹影十分明显	植被呈浅品色, 斑点状分布, 面积<20%	流动沙丘呈鳞片片状、波纹状、带状、片状、明亮的白色, 很少红色斑点	反映流沙的白色调大于 90%	II	热融沉陷河槽, 坑塘由于面积小, 不易分辨, 多沿小流域采伐区的道路分布。	
VI	可分辨 4 级沟道和大于 50%的沟道面积, 线形纹影充满图斑	植被呈浅品色, 斑状分布, 面积<10%					
地点及像幅时相	准格尔旗黄土丘陵沟壑, 呼和浩特幅 MSS ₁₈ AUG ₇₈		翁牛特旗、科尔沁沙地 MSS ₁₃₁₋₃₀ 幅 25OCT ₇₆		大兴安岭林区 MSS ₁₈ SEP ₈₄ 各幅 MSS ₂₄ MAY ₇₅ 各幅		

表7 内蒙古自治区分盟市遥感调查土壤侵蚀面积

单位: KM^2 , %

类型 行政区	水力侵蚀							风力侵蚀							冻融侵蚀			合计
	I	II	III	IV	V	VI	小计	I	II	III	IV	V	VI	小计	I	II	小计	
呼 伦 贝 尔 盟	42527.11	14440.86	3222.05	494.82			60684.84	22141.25	19301.37	10996.04	9700.67	118.46		62257.79	82101.73	48518.77	13032.05	253563.13
	16.77	5.70	1.27	0.20			23.93	8.73	7.61	4.34	3.83	0.05		24.55	32.38	19.13	51.51	
兴安盟	18059.27	20041.50	4471.98	2167.50			14740.25	854.00	510.68	2379.12	365.75			4109.50	3217.00	2543.00	5760.00	54699.75
	33.07	36.70	8.19	3.97			81.93	1.56	0.94	4.36	0.68			7.53	5.89	4.66	10.55	
哲 里 木 盟	7465.09	6101.83	3849.78	1606.90	1190.50		20214.10	11705.61	8530.37	14783.83	3180.41	119.65		39321.35				59534.45
	12.54	10.25	6.47	2.70	2.00		33.95	19.66	14.33	24.83	5.34	1.88		66.05				
赤峰市	13473.29	27133.77	13340.00	6291.30	873.87		61112.22	5595.61	3788.89	5623.51	4665.01	3575.75		23248.77				84361.00
	15.97	32.16	15.81	7.46	1.04		72.44	6.63	4.49	6.67	5.53	4.24		27.56				
锡 林 郭 勒 盟	4885.25	5342.15					10227.40	22412.5	69785.28	63345.68	25706.97	7457.56		138708.63				198935.43
	2.46	2.69					3.14	11.27	35.08	31.84	12.92	3.75		94.06				
乌 兰 察 布 盟	5278.83	11614.87	3682.65	3504.48	1546.79		25627.62	4322.30	14512.22	18387.88	11476.19	5837.17	2313.52	57349.32				82976.94
	6.36	14.00	4.44	4.22	1.86		30.89	5.2	17.49	22.56	13.83	7.03	3.39	69.11				
巴 彦 淖 尔 盟	9162.63	7175.43	173.32				16511.38	2774.84	16703.16	14291.90	9541.71	1904.39	1620.14	46836.14				63347.52
	14.46	11.33	0.27				26.06	4.84	26.37	22.56	15.06	3.01	2.56	73.94				
伊 克 昭 盟	3583.23	1918.81	2360.64	2972.40	2838.80	1657.19	15331.07	2503.80	13552.70	17812.60	11130.83	10151.96	10429.16	70571.05				85902.12
	4.17	2.23	2.75	3.46	3.30	1.93	17.85	2.91	21.60	20.72	12.96	11.82	12.14	82.15				
阿 拉 善 盟	1039.96	2420.98	366.52				3827.46	27670.60	4698.95	39337.01	33453.53	25392.16	66108.28	246660.53				250487.99
	0.42	0.97	0.15				1.53	11.65	21.83	15.70	13.36	10.14	20.39	98.47				
呼 和 浩 特 市	3869.45	1886.69	483.04				6239.18	12.38	161.39	158.59	153.54	128.77	153.54	768.21				7007.36
	55.22	26.92	6.89				89.04	0.18	2.30	2.26	2.19	1.84	2.19	10.96				
包 头 市	3179.27	1840.82	1132.37	797.13			6949.59	238.23	1799.26	524.98				2562.47				9512.06
	33.42	19.35	11.90	8.38			73.06	2.50	18.92	5.52				26.94				
乌海市	247.50						247.56	540.00	238.75	286.25	58.75	61.25	7.50	1192.50				1140.00
	17.19						17.19	37.50	16.58	19.88	4.08	4.25	0.52	82.81				
合 计	112770.88	99917.71	33082.35	17834.53	6449.96	1657.19	271712.62	10770.70	10023.02	187917.39	109433.31	748.10	81132.14	43854.66	85318.73	51061.77	136380.40	1151677.78
	9.79	8.68	2.87	1.55	0.56	0.14	23.59	8.75	18.11	16.32	9.50	4.84	7.04	64.57	7.41	4.43	11.84	

1、内蒙古自治区土壤侵蚀图

根据上述方法、过程及其分类系统,我们编制了全区 1:100 万土壤侵蚀图,这是全区第一张土壤侵蚀图。本图采用“质底、量底法”的专题制图方法,系统地再现了全区土壤侵蚀的全面分布规律及内部结构,它是全区土壤侵蚀区划、土壤侵蚀防治区划、土壤侵蚀防治各级工程布局的基础图件,亦可作为全区国土整治、草原保护、农田改良的基础图件。

2、内蒙古土壤侵蚀的基本统计数据

全区土壤侵蚀的面积量算是本项研究的重要组成部分,通过量算求出以流域、盟、市、旗、县为单位的各种土壤侵蚀类型、各类型中各级土壤侵蚀强度的面积数据,作为今后规划和治理的依据。

土壤侵蚀面积量算是在 1:50 万作者原图上进行的,作者原图的地理底图是高斯投影的分幅地形图,每幅图均有理论面积数据作为平差和校核的依据。量算所使用的求积仪型号是 Kp—90(日本产)电子数字求积仪,精度为 $<2\%$;DQK(长春产)型快速求积仪,精度为 $<2.5\%$ 。每幅图逐个图斑量算,两次呈算,其误差不大于 1% ,并与理论数值之差不超过 1% 时,按理论数据进行平差,保证了量测数据的精度要求。鉴于篇幅及其它原因,本文只附按盟市所得到的面积(表 7)。除以上两个主要结果外,还得到了一些区域土壤侵蚀详细研究的结果,限于篇幅,将另文介绍。

四、全区土壤侵蚀现状的分析

根据以上的研究成果及本项研究的有关成果,在此就内蒙古土壤侵蚀现状作一概略分析。

1. 内蒙古土壤侵蚀是严重的,农牧区以水力侵蚀为主,草原牧区以风力侵蚀为主,农牧区与牧区过渡地带则以水、风复合侵蚀为主。

就全区来看,以风力侵蚀为主,风力侵蚀面积占全区的 64.6% ,水力侵蚀次之、占 23.6% ,冻融侵蚀所占面积最小,占 11.8% 。若按Ⅱ级侵蚀面积作为目前造成危害的土壤侵蚀面积,则全区有 74.1% 的面积遭受到土壤侵蚀的危害,其中以风力侵蚀最盛,占 75.4% ,水力次之 18.6% ,冻融最少 6.0% 。值得指出的是面积广大的风力侵蚀主要集中在全区的草原牧区,水利侵蚀则集中在全区的农牧区,冻融侵蚀则以大兴安岭林区最为突出。

2、土壤侵蚀的地域差异非常明显

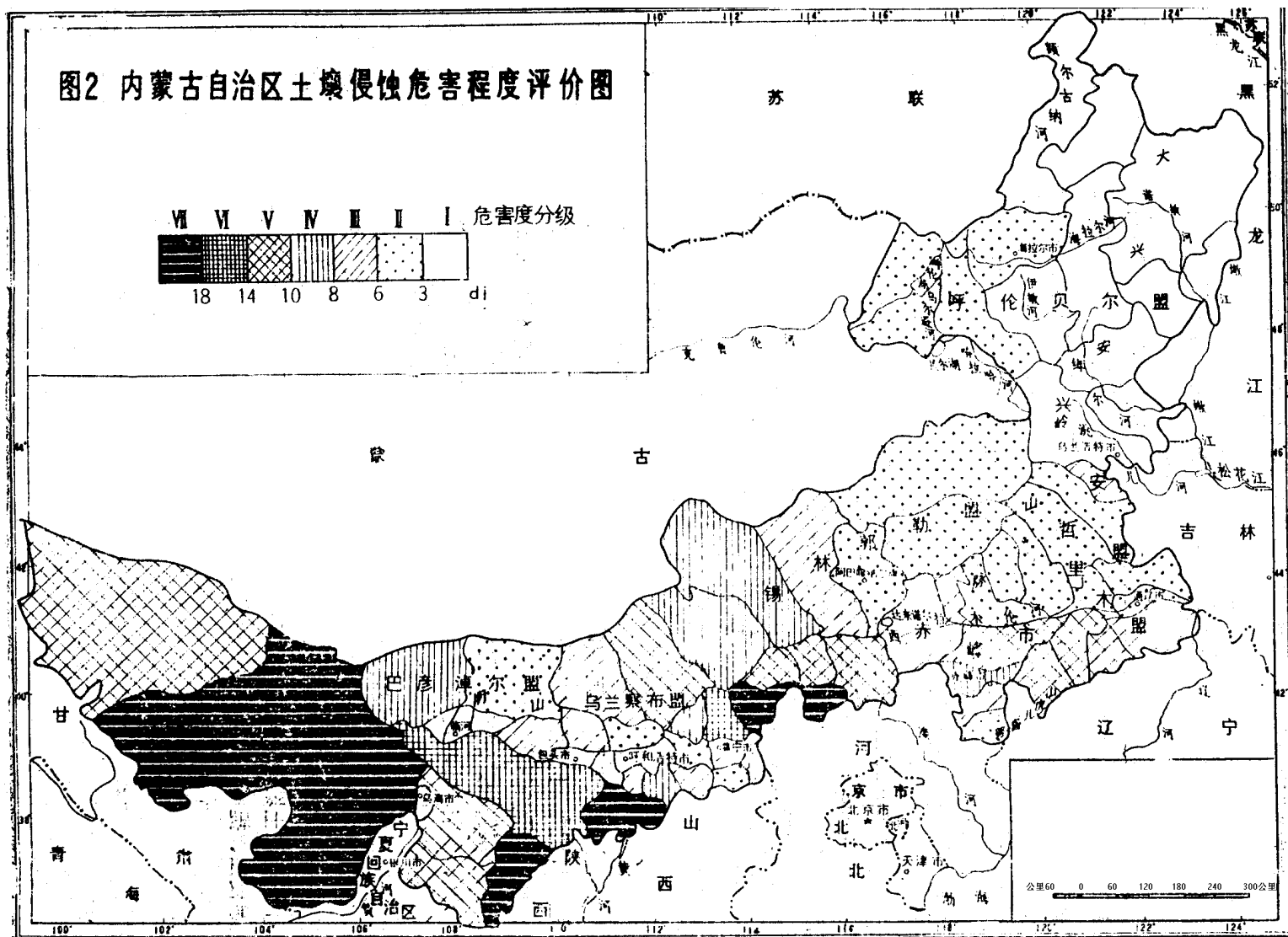
就全区来看,表现出土壤侵蚀型的明显地带分异,即自东南向西北依次为:水力侵蚀→水、风复合侵蚀→风、水复合侵蚀和风力侵蚀带;在大兴安岭的北部,则形成了自东而西的地带分异、即水力侵蚀→水力、冻融侵蚀→冻融侵蚀→冻融、水、风复合侵蚀→风、水复合侵蚀→风力侵蚀带。在这一级大的分异基础上,还形成次一级的带状分异规律;这主要表现审各型土壤侵蚀的空间分异规律。形成这种带性规律的主要原因就是水热条件和地貌条件的这种地带性分异,即水分自东南向西北减少,热量自南而北减少(东北部),自东而西增加,地貌是明显的北东向结构。另外,人类活动的强弱则主要影响次一级的分异规律。

3、就全区来看,加速的土壤侵蚀主要发生在全区的中、东部农牧区和沙地牧区。

全区土壤侵蚀比较严重的地区除西部荒漠区以自然侵蚀为主外,中东部大部分地区表现出加速的土壤侵蚀。如黄土丘陵沟壑区的水力侵蚀、草原沙区的风力侵蚀都表现出明显的加速侵蚀过程,今日而言防止土壤侵蚀,在全面上,则必须抓住这一地带,集中精力、财力和物力,在较短的时间内,控制本区的加速土壤侵蚀。

4、全区土壤侵蚀的危害集中在两个地带

土壤侵蚀的危害程度实际上就是对土壤侵蚀进行防治使侵蚀逆转时,所要投放的附加能量的一个量化指标。我们考虑到生产实用的方便,选择以一定行政区作为土壤侵蚀危害程度评价的基本单位,在此我们主要讨论以旗县级行政区为基本单位的土壤侵蚀危害程度评价。



(1) 评价指标

我们定义了以“危害度 (di)”作为评价的量化指标值。这里的危害度用下式计算:

$$di = \sum_{i=1}^6 Si \times Pi \quad \text{式中 } di \text{ 土壤侵蚀危害度, 表征某行政区平均土壤侵蚀模数的系数,}$$

以%计; Si 为各类各级平均侵蚀模数与该类各侵蚀等级平均侵蚀模效之和的比值, 即水蚀和冻融侵蚀的 Si 值为: 0. 005, 0. 035, 0. 098, 0. 170, 0. 300, 0. 392; 风蚀分别为 0. 006, 0. 029, 0. 087, 0. 157, 0. 313, 0. 418; Pi 各类各级侵蚀面积占其统计行政区面积的百分之比, 以%计。di 值实际上是对评价区平均侵蚀模数的量度值, 即以 di 值分别乘以 38300 或 43110 即可得到某行政区的平均侵蚀模数, 根据 di 值, 我们编制了全区土壤侵蚀危害度评价图 (图 2)

(2) 全区土壤侵蚀危害主要集中在两个地带

从图 2 可以看出阿拉善盟到伊克昭盟是土壤侵蚀的一个强烈危害地带, 其中东南部以水力侵蚀危害为主, 西北部以风力侵蚀为主。另外一条强烈危害地带则是从乌兰察布盟的中北部经锡林郭勒盟南部到赤峰市中南部和哲里木盟的中南部, 该带的南部以水力侵蚀危害为主, 北部则以风力侵蚀危害为主。

结语

1、遥感技术用于大面积的土壤侵蚀的调查是省力、省钱且行之有效的方法。它可以在较短的时期内, 提供区域以防治土壤侵蚀为核心的国土整治等有关的图件和数据。

2、地面样区详测与遥感影象目视判读相结合, 是编制区域土壤侵蚀图的基本方法, 也是建立土壤侵蚀数据库的基础工作之一。

3、内蒙古土壤侵蚀是严重的, 已经造成危害的面积也很大。土壤侵蚀的地域差异明显, “对症下药”, 迅速采取相应的防治措施是非常急需的。与此同时, 提高内蒙古草原的生产力, 关键在于防治和控制加速的土壤侵蚀。

4、进一步开展以小流域为核心或以盟、市、旗县为单元的中、大比例尺土壤侵蚀遥感应用研究是需要的, 这样可以对遥感影象进行有目的的光学、计算机图像处理, 从而逐步建立不同区域土壤侵蚀遥感监测信息系统, 从而全面分析区域土壤侵蚀的动态过程, 制定防治土壤侵蚀、提高区域生产力的相应对策。

THE APPLICATION OF REMOTE SENSING TECHNOLOGY EROSION STUDYING IN INNER MONGOLIA OF CHINA

Shi Pei jun

(Department of Geography, Peking Normal University,)

Jin Zhengping Zhao Yu

(Institute of Water Conservancy Science of Inner Mongolia)

Hao Yunchong

(Department of Geography, Inner Mongolia Normal University)

ABSTRACT

Grassland productivity of Inner Mongolia is influenced by soil erosion, therefore, it is very important to conserve soil and prevent soil erosion to increase the grassland productivity. Based on this, research of soil erosion in Inner Mongolia has been carried out through remote sensing technique. This paper is one section of this research. Its work contains six sections: (1) introduction; (2) method and processing; (3) system of soil erosion classification ;(4) result; (5) analysis of soil erosion; (6) conclusion and discussion.

Conclusion and Discussion

- 1.It is a very useful,economic and effective measure to investigate regional soil erosion using remote sensing technique.
2. Soil erosion of Inner Mongolia is very strong. There are three types of soil erosion. Wind erosion is the most harmful one. It reaches 75.4 per cent of total study region.
- 3.To control soil erosion quickened by mankind activities is an important ecological problem for inceasing grassland productivity of Inner Mongolia.
- 4.It is very important and useful work to study the relationaship between soil erosion and vegetation succession.