

# 卫星遥感技术在永定河流域(河北)土壤侵蚀调查评价中的应用研究

乔彦肖

(河北省遥感中心 河北 石家庄 050021)

**摘要:**利用 Landsat-5TM 图像,在分析土壤侵蚀影响因素的基础上,首先进行与土壤侵蚀相关密切的各单项要素的解译;其次,以土壤侵蚀在 TM 图像上的综合反映为标志进行基本侵蚀图斑的综合解译;第三步通过选定的土壤侵蚀强度评判模型,对每个基本侵蚀图,由不同权重的各单项要素给出其分值,最后根据综合分值确定每个图斑的土壤侵蚀强度等级。研究结果表明,冀西北地区土壤侵蚀是非常严重的,以轻度侵蚀为下限的侵蚀区面积占全区面积的 65%。两大地貌单元区相比,盆地区更严重于山地区。但多时相对比研究也表明,近十几年的治理工作取得了明显成效,土壤侵蚀的总趋势是向减缓方向发展。

**关键词:**卫星遥感;土壤侵蚀;单因素;基本侵蚀图斑;综合评判

**中图分类号:**TP 79 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-0323(2001)02-0091-06

## 1 引言

土壤侵蚀是当前我国发生范围最广、危害最严重的生态环境问题。严重的土壤侵蚀使我国宝贵的土地资源荒漠化,它不仅使土壤侵蚀的局部区域生态环境恶化,而且其危害性往往波及整个流域以至更大的范围。1998 年长江流域、松花江流域暴发的特大洪灾,与其上游严重的土壤侵蚀不无关系。调查、评价土壤侵蚀现状,是制订科学有效的治理措施的前提。毋庸置疑,遥感技术是进行土壤侵蚀调查、评价的快速、有效的先进技术手段之一。但遥感技术在这方面的应用仍存在许多问题,如何根据遥感图像确定土壤侵蚀强度是诸多问题之一。针对这一问题,在原地矿部“九五”重点项目“河北省环境地质调查”中,我们选择我国土壤侵蚀最严重的地区——永定河流域上游(河北),开展了一次有益的利用该技术调查评价土壤侵蚀的应用性研究,取得了比较好的效果。

## 2 调查区自然地理概况

永定河发源于山西省东北部恒山山地,其流域范围涉及河北、北京等省市。永定河流域河北部分

属于永定河上游,行政区划属张家口市管辖,地理位置为  $113^{\circ}49'$ ~ $115^{\circ}E$ ,  $39^{\circ}32'$ ~ $41^{\circ}16'N$ ,面积约 1.8 万  $km^2$ 。该区域属温带半干旱季风气候,多年平均降水量约 400 mm,属河北省少雨区之一。其降雨过程集中于 6~8 月份,该时段降雨量约占全年的 80%,且多以历时短暂的暴雨形式发生。

区内地貌形态可分为两大类——中、低山和盆地。中、低山主要分布于调查区南部和北部,盆地发育于中部地带。众多盆地呈串珠状或棋盘格状排列镶嵌于山体中。中低山区山体雄伟、陡峻,切割强烈。其岩性以碳酸盐岩、火山碎屑岩、沉积砾岩为主。除少部分山体植被发育较好外(植被盖度大于 50%),其余大部分区域植被覆盖较差。区内物理风化作用强烈,坡面松散层发育。盆地多属于第三、四系断陷盆地,其内发育厚层黄土状土以及冲洪积堆积物。由于后期构造抬升作用,先期堆积作用形成的黄土状土及其它成因的松散堆积层多成为高出现代河床几十米乃至上百米的松散层台地<sup>[1]</sup>。盆地内冲沟极为发育。

## 3 遥感土壤侵蚀调查的技术思路

众所周知,土壤侵蚀强度是以侵蚀模数来表征

收稿日期:2001-01-08;修订日期:2001-05-29

作者简介:乔彦肖(1954—),男,高级工程师,从事水文、工程、环境遥感地质工作。

的。目前,仅根据遥感图像还无法直接评判土壤侵蚀的强度。但这不应成为遥感技术调查土壤侵蚀的障碍,因为影响土壤侵蚀的主要环境因素和土壤侵蚀产生的结果在遥感图像上都有很好地反映<sup>[2]</sup>。如何最大限度地利用遥感技术优势进行土壤侵蚀调查,我们在如下的技术思路支持下,做了一次有益地尝试。即:通过遥感图像提取影响土壤侵蚀的环境因素信息和土壤侵蚀现状信息,在对前者进行科学量化的基础上,通过一定的评判模式,对土壤侵蚀现状做出相对侵蚀等级的判别(避免人为判断的主观化)。最后,参照本地区侵蚀模数的经验值,给出本区土壤侵蚀强度评价。具体做法分以下三步进行。

### 3.1 从遥感图像上解译影响土壤侵蚀的相关环境因素(即单要素解译)

在对该区域土壤侵蚀影响因素进行判别的基础上,通过遥感图像结合其它相关资料,定性定量解译出这些要素。

### 3.2 综合解译基本侵蚀图斑

不同的侵蚀强度或相同的侵蚀强度在遥感图像上表现出不同的色调、影纹结构、形态等图像特征。因此,依据这些特征,可勾绘出各种土壤侵蚀的基本图斑,作为待评判侵蚀强度等级的基本侵蚀图斑。

### 3.3 选择评判模型,确定图斑侵蚀强度

在以上工作的基础上,选择合适的土壤侵蚀强度的数学评判模型,对每个基本侵蚀图斑,依据对诸多环境因素在土壤侵蚀过程中的作用的分析,以综合分值的形式,确定其侵蚀强度等级。

## 4 土壤侵蚀强度评判

### 4.1 遥感图像处理增强土壤侵蚀遥感信息

本次遥感土壤侵蚀调查要求满足1:20万比例尺成图精度要求。我们选用1998年6月获取的Landsat-TM图像数据作为基础信息源,以突出植被覆盖层次、表层岩土体类型、地表形态、土地利用程度和侵蚀沟形态特征为目的,对TM图像数据进行处理。图像处理选择TM7、4、3和TM4、3、2两组6个波段,先进行拉伸变换,然后合成假彩色合成图像。在由TM7、4、3 3个波段合成的图像上,植被为自然绿色,裸岩为暗紫红色,土体呈白色。在TM4、3、2 3个波段合成的图像上,植被为红色,裸岩为淡兰色,土体呈白色。对比两种图像,植被在TM4、3、2波段合成的图像上有较好的层次性,其它要素在两种图像上没明显区别。图像处理效果满足工作要求。

## 4.2 影响土壤侵蚀因素的确定

### 4.2.1 土壤侵蚀因素分析

影响土壤侵蚀的因素可分为两大类,即自然环境和人类的社会经济活动。其中自然环境是影响土壤侵蚀的基本因素,是土壤侵蚀发生的基础,而人为活动则属一般因素,但对土壤侵蚀的减缓或加剧至关重要。

#### (1) 主要自然环境因素分析

影响土壤侵蚀的自然环境因素主要有:植被、土壤、地形、降雨及地质等。

①植被:植被是影响土壤侵蚀的最主要的因素。网状的植物根系可起到固持土壤的作用,使土壤的抗雨水冲刷能力得到增强;其密实的茎叶保护地表免于或减弱雨滴的直接击打。同时,它对雨水击打地表的缓冲作用有利于雨水下渗,从而减少地面径流量,保护土层免遭强烈冲蚀。因此,在其它条件相同时,植被盖度越高的地方,其土壤侵蚀越轻微。

②表土类型:表土类型决定地表土的性状。不同性状的表土,其质地、结构、矿物成份等差异很大,表现在土壤侵蚀强度上有明显的差异。本区盆地内广泛分布的厚层黄土状土,其结构疏松、质地较软,又具有湿陷性,故极易遭受降雨冲蚀。分布于山区的棕壤土,因其具有棕色粘化层,尽管结构较疏松,但仍具较好的抗冲蚀能力。另一类淡栗钙土,厚度大,含砂砾多,结构疏松,粘聚力差,故其抗冲蚀能力很差。

③地形:地形对土壤侵蚀的影响主要表现在坡度和坡长两个方面。在一定坡度范围内,同等条件下,随着坡度增大,土壤侵蚀强度也增大,通过遥感图像结合野外定点量测,该区发生土壤侵蚀的最小临界坡度定为2°。坡长对土壤侵蚀的影响,主要表现在坡长越长,其汇集的地表径流量越大,从而土壤侵蚀也就越严重。

④降雨:大气降雨对土壤侵蚀的影响作用表现在降雨量大小、降雨过程和降雨形式。本区多年平均降雨量约430mm,且主要集中于6~8月份三个月内,其降雨过程多为历时短暂的暴雨。偏少的降雨量,导致本区土地干旱、疏松;强烈集中的季节性暴雨,为本区土壤侵蚀提供了强大动力。

⑤地质因素:地质因素主要指成土母岩和断裂发育密度,它们对土壤侵蚀的影响作用主要表现在提供松散物能力上。一般易风化岩石类型区以及断裂密度高的地区,其地表松散物丰厚,为土壤侵蚀的发生提供了物质基础。

#### (2) 人为影响因素分析

人为活动对土壤侵蚀的影响,本区主要表现在对生态环境的破坏而导致土壤侵蚀的加剧。如不合理的土地利用方式、草场过牧、樵采过度、采矿修路等。这些人为活动对土壤侵蚀的影响大都可由植被盖度、地表坡度、裸露松散物多少来间接体现。

#### 4.2.2 土壤侵蚀影响因素确定及排序

由于山区和盆地在地表形态、地表物质构成、覆盖状态、水系分布及水动力特征以及人为活动等方面存在巨大差异,而这样的差异表现在土壤侵蚀影响因素上也有很大区别,故本次工作将山区和盆地作为两个独立的土壤侵蚀强度评判单元。在将全区分解成这样的两个评判单元后,某些影响因素在一个单元内部变化不大,如降雨量、表土类型(在山区)等。因此,可将这些因素作为常量看待,不参与土壤侵蚀强度评判。根据前述对土壤侵蚀影响因素的分析以及山区与盆地两大评判单元的自然环境特征,首先初步选定参与这两个单元土壤侵蚀强度评判的影响因素。在这样的基础上,通过各因素属性比较与分析,定性地得出各因素对土壤侵蚀强度的相对影响大小。其排序结果如下(按重要性从大到小的顺序排列):

山区:植被盖度、松散层盖度、坡度、成土母岩、断裂密度。

盆地:坡度、表土类型、土地利用类型。

#### 4.3 单因素遥感解译

上述山区与盆地影响土壤侵蚀的因素中除坡度、地表岩性、成土母岩可采用遥感图像与其它资料相结合确定外,其余都可以直接从遥感图像中获取。为使用时方便,各因素的分级尽量采用6级划分,以便与土壤侵蚀强度分级保持一致(土壤侵蚀强度划分采用水利电力部《水土保持技术规范》划分标准)<sup>[3]</sup>。这样,7种因素通过遥感解译和结合其它资料,编制成4套土壤侵蚀影响因素图。即:①植被盖度及土地利用类型图;②坡度及成土母岩类型图;③松散层发育程度及盆地表层岩性图;④断裂密度图。

植被盖度分成6级,盖度小于10%视为裸岩区,大于90%视为全覆盖,大于10%、小于90%的区间等分成4个覆盖级别(解译标志见表1)。

坡度是山区与盆地土壤侵蚀强度评判共有的一个指标。根据本区土壤性状及其它地表构成物性质,将最小临界侵蚀坡度定为2°。即:地面坡度小于2°的区段可视为非侵蚀区。根据原水利电力部《水土保持技术规范》,本区土壤侵蚀的最大临界坡度采用25°。即大于25°的山体其坡度变化对土壤侵蚀强度

表1 植被遥感解译特征表(TM4、3、2合成)

等级代号	名称	植被盖度	影像特征
1	高覆被区	>90%	呈均匀的深红色调,无明显纹理,水系发育。
2	中高覆被区	70%~90%	以鲜红色为主,因岩性不同色调略有差异,可见朵状纹理。
3	中覆被区	50%~70%	以淡红色为主,纹理清晰,不均匀,水系明显增多。
4	中低覆被区	30%~50%	浅红—棕红色不等,纹理清晰,水系发育,断裂增多。
5	低覆被区	10%~30%	呈不均匀粉红色,冲沟发育,坡度一般大于25°以上。
6	裸岩区	<10%	灰白色,色调亮而均匀,植被甚少,坡度陡峭。

的影响可以忽略。而在2~25°之间,随着坡度增加,土壤侵蚀强度增强。成土母岩按岩体结构、工程地质性质分为6级,其遥感影像特征列于表2。自上至下(表2中的排列),岩体的耐风化性逐渐增强,土壤侵蚀强度随之减弱。盆地表土岩性结合土层结构也分6级,自上至下,其耐冲蚀性增强。松散层盖度是指山区无植被覆盖的山坡其松散物覆盖程度(覆盖面积百分比)。在遥感图像上,由土体覆盖的山坡呈白色调,而裸岩山坡为暗紫红色调。在一定区域内,根据这两种色调所占比例或两种色调的过渡状态,确定该区域的松散层覆盖程度。松散层覆盖程度分3级,覆盖程度越高,土壤侵蚀越严重。断裂密度的含义为每百平方公里范围内断裂构造的长度(km/100·km<sup>2</sup>)。按这一划分指标,断裂密度分为高(>45 km/100·km<sup>2</sup>)、中(20~45 km/100·km<sup>2</sup>)、低(<20 km/100·km<sup>2</sup>)3个等级。断裂密度越大,土壤侵蚀强度相应增强。盆地内土地利用类型分为荒地、旱坡地、水浇坡地和平耕地4种类型(遥感影像特征见表3),土壤侵蚀强度在这4种类型中依次减弱。

#### 4.4 基本侵蚀图斑解译

首先将山区与盆地划分开<sup>[4]</sup>,然后在这两大地貌单元内,根据土壤侵蚀结果在TM图像上的综合特征圈定出基本侵蚀图斑。该图斑的圈定遵循下述4条原则:①具有相同的影纹结构;②具有大体一致的色调;③具有相同的地形坡度;④属于同一地貌单元。全区共解译圈定这样的图斑200余个。

#### 4.5 建立数学评判模型,评判基本侵蚀图斑的侵蚀强度

根据前述土壤侵蚀强度评判的总体思路,选定的基本侵蚀图斑侵蚀强度的数学评判模型为:

表 2 成土母岩遥感解译表(TM7、4、3 合成)

代号	岩类	主要岩性	地貌特征	影像特征	分布区域
1	软弱层状碎屑岩建造	砂岩、含砾砂岩、砂质页岩	低山	呈灰绿色或灰白色,树枝状水系,地表剥蚀严重,水土流失明显。	小蒜沟—洗马林—万全县城北部
2	较坚硬薄层状碎屑岩建造	砂质页岩、石英岩、白云岩	低山	棕红色、低山丘陵,水系不发育,植被长势中等,土壤侵蚀中等。	新保安东北部
3	坚硬中厚层状碎屑岩建造	石英砂岩、白云岩、粉砂岩	低山	山体呈微棕色,沟谷变宽,呈灰白色,山体破碎,植被稀少,土壤侵蚀较重。	深井镇西侧低山丘陵区
4	坚硬块状变质岩建造	麻粒岩、片麻岩、变粒岩、浅粒岩	中低山	灰绿色或灰白色,树枝状水系,沟谷宽大,植被不发育。	小蒜沟—洗马林以南,驿马图—崇礼县城一带
5	坚硬块状岩岩建造	花岗岩、闪长岩、辉长岩	中低山	红棕色或深绿色,山体高大,陡峭,水系不发育。	涿区东北角一带蔚县、阳源盆地南山以及其它中低山区
6	坚硬块状中厚层碳酸盐岩建造	灰岩、白云岩、页岩	中低山	山体高大,陡峭,植被发育,土壤侵蚀较微。	蔚阳盆地南山以及怀来盆地南山

表 3 土地利用类型遥感解译表(TM7、4、3 合成)

土地利用类型	TM 图像上的主要解译标志
平耕地	主要分布于盆地中心或河谷地带,呈片状或长条状,有耕作痕迹,一般呈灰白或灰绿色。
灌溉坡耕地	浅绿色或黄绿色斑块,多位于水库下游及河流两侧的倾斜平原上,较大沟谷内也有显示。
坡耕旱地	呈灰白或微黄色,主要分布于盆地边缘或宽大沟谷两侧,盆地低丘顶部也较多见。
荒地	宏观呈树枝状,基本无植被反映,灰白色调,分布于中低盆地边缘或盆地中丘梁顶部。

$$C_k = \sum_{i=1}^n A_i B_{ij}$$

$C_k$  为第  $k$  个被评判图斑的侵蚀指数;  $A_i$  为第  $i$  个因子的权重;  $B_{ij}$  为第  $i$  个因子的第  $j$  级评分值;  $n$  为参与评判的因子的个数。按照这一模型,首先根据前述对各因素的排序,分别给以相应的权重(权重值

最小为 1,级差为 1,对土壤侵蚀强度影响最大者,其权重值越大)。第二,根据遥感解译的各因素的不同分级,给予相应的分值(表 4、表 5)。第三,根据上述两步工作,将各因素关于土壤侵蚀强度的量化值代入所选数学模型中,求出某一图斑的总分值,该分值就叫做这一图斑的侵蚀指数。第四,所有图斑都计算出侵蚀指数后,根据它们的大小分布情况,划分为 6 个不同等级,并将相邻的侵蚀指数相同的所有图斑合并,这样就得出全区所有图斑的相对侵蚀强度等级。第五,将本区已有土壤侵蚀模数的最高值与本次工作得出的最大侵蚀指数相联系,作为遥感土壤侵蚀调查的参考定量侵蚀模数(表 6),其它级别者照此类推(结果见图 1、图 2)。

表 4 山区土壤侵蚀因子权重分级表

植被盖度 (权重 5)		松散层盖度 (权重 4)		坡度 (权重 3)		成土母岩 (权重 2)		断裂密度 (权重 1)	
分级	评分	分级	评分	分级	评分	分级	评分	分级	评分
<10%	9	>65	8	>25	7	软碎岩	6	高发育	5
10~30	8			15~25	6	较硬碎岩	5		
30~50	6			8~15	5	硬碎岩	4		
50~70	4	30~65	5	5~8	4	硬碎岩	4	中发育	3
70~90	2			2~5	2	硬岩紫岩	2		
>90	0			<2	0	硬灰岩	1		

4.6 野外实地验证

从 6 个侵蚀强度级别的近 200 个图斑中,按比例抽取 36 个图斑进行野外实地验证。验证之前,6 个侵蚀强度分别按不同的地貌类型选择出标准图斑,抽取的 36 个图斑先在室内,后在野外与标准图斑对比。经验证,36 个图斑中,32 个与标准图斑吻合

或基本吻合,可靠率达 90%。

5 冀西北山间盆地遥感土壤侵蚀现状分析

表 7 为调查区土壤侵蚀现状面积统计表。据该表可知,以轻度侵蚀为下限( $500T/km^2 \cdot a$ )统计,

表5 盆地土壤侵蚀因子权重分级表

坡度 (权重3)		表土类型 (权重2)		土地利用类型 (权重1)	
分级	评分	分级	评分	分级	评分
>25	7	黄土状土	6	荒地	5
15~25	6	粉土	5	荒地	5
8~15	6	砂卵石	4	旱坡地	4
5~8	4	上粉下粘	3	灌溉	3
2~5	2	粉粘	2	坡地	3
<2	0	粘土	1	平耕地	2

表6 遥感土壤侵蚀强度评判结果表

代号	名称	侵蚀指数		参考侵蚀模数 (T/km <sup>2</sup> ·a)
		山区	盆地	
I	微量侵蚀	≤70	≤13	<500
Ⅰ	轻度侵蚀	71~80	14~18	500~2500
Ⅱ	中度侵蚀	81~90	19~22	2500~5000
Ⅳ	强度侵蚀	91~95	23~26	5000~7500
V	极强度侵蚀	96~100	27~30	7500~10000
Ⅵ	剧烈侵蚀	>100	≥31	>10000

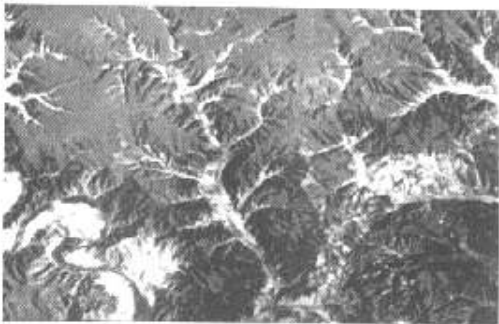


图1 植被效果TM影像图(TM4,3,2合成)

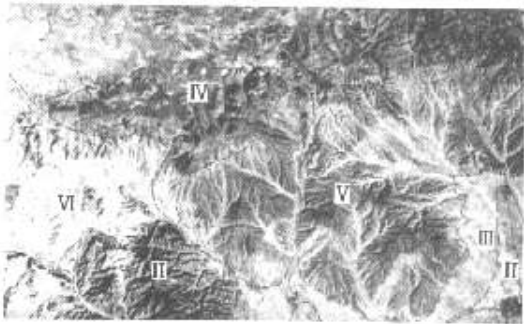


图2 张家口市西部山区土壤侵蚀TM影像图  
(TM7,4,3合成)

全区土壤侵蚀面积达11 203.8 km<sup>2</sup>,占全区总面积(约1.85万 km<sup>2</sup>)的60.5%;以中度侵蚀为下限(2 500 T/km<sup>2</sup>·a)统计,侵蚀面积达8 398.1 km<sup>2</sup>,占全区总面积的45.3%。从表7还可看出,以山区和盆地两大地貌单元分别统计,盆地区以中度侵蚀为下限的侵蚀面积为3 493.8 km<sup>2</sup>,占其总面积(12 093.5 km<sup>2</sup>)的40%;极强度和剧烈侵蚀区二者之和,山区为2 442.3 km<sup>2</sup>,盆地区为1 068.2 km<sup>2</sup>,分别占各自总面积的20%和25%。这说明本区的土

壤侵蚀十分严重,盆地与山区比,前者严重于后者。进一步比较表7数据,则可发现,盆地与山区中剧烈侵蚀区比例,盆地高出山区近4个百分点,极强度侵蚀比例,盆地高于山区2个百分点,强度和中度侵蚀比例,盆地高于山区分别为5.5和4.2个百分点。

我们分析,山区与盆地两大地貌单元在土壤侵蚀强度上的这种差别,主要是两者在地表物质、地表形态等方面的差异所引起的。盆地内大面积分布黄

表7 遥感土壤侵蚀现状面积统计表

侵蚀强度	山区			盆地			全区		
	面积 (km <sup>2</sup> )	占总面积 %	累计面积 %	面积 (km <sup>2</sup> )	占总面积 %	累计面积 %	面积 (km <sup>2</sup> )	占总面积 %	累计面积 %
微量侵蚀(I)	5255.4	43.5	43.5	2081.1	32.3	32.3	7336.5	39.6	39.6
轻度侵蚀(Ⅰ)	1933.8	16.0	59.5	871.9	13.5	45.8	2805.7	15.1	54.7
中度侵蚀(Ⅱ)	1278.2	10.6	70.1	953.3	14.8	60.6	2231.5	12.0	66.7
强度侵蚀(Ⅳ)	1183.8	9.8	79.9	932.3	14.5	75.1	2116.1	11.4	78.1
极强度侵蚀(V)	1517.5	12.5	92.4	939.1	14.5	89.6	2456.6	13.3	91.4
剧烈侵蚀(Ⅵ)	924.8	7.6	100	669.1	10.4	100	1593.9	8.6	100
合计	12093.5	100		6446.8	100		18540.3	100	

土状土,这种土层结构疏松、粘结力差,易于遭受冲刷。加之这种土层主要分布在倾斜较大、植被发育又差的盆缘地带,这就更进一步加剧了土壤侵蚀的强度。此外,盆地区的人群居住密度远大于山区,为了

生存,人们过度的、不合理的生产活动对自然生态环境的破坏,也加剧了土壤侵蚀。而山区土壤侵蚀尽管也十分严重,但相比之下,在上述地表松散覆盖层、植被发育以及人为活动等方面对土壤侵蚀的影响

上,要稍微好一些。

本区如此严重的土壤侵蚀,是由这里的自然环境条件所决定的。大面积裸露、疏松的黄土状土层、第三系半胶结的砂砾岩层等软弱岩层的大面积分布是发生严重土壤侵蚀的物质基础;干旱的气候、强烈的物理风化作用、第四纪以来强烈的地壳差异性升降、稀疏的植被、集中强烈的降雨形式以及不合理的人为活动等从不同的方面强化了土壤侵蚀程度。

## 6 土壤侵蚀趋势分析

虽然本区土壤侵蚀现状十分严重,但通过遥感多时相对比分析发现,本区的水土保持工作自80年代中期以来已取得了较为明显的成效。其表现为,在遥感图像上观察到,80年代中期治理的荒山,现在已被绿色覆盖,原来的大片黄土高坡现也修建成条条梯田;沟底、路旁大都栽种了灌木、林木。全区森林植被出现增加势头,其中水土保持示范区植被盖度提高了近10个百分点。另据张家口市监测资料,流入官厅水库的泥沙由原来的近900万T/年,减少到240万T/年。遥感调查同时发现,近年来本区交通建设及矿业发展迅速,由此也导致原始地表覆盖状态破坏严重,废渣料随意堆放,这种状况有可能使这些地方发生更严重的土壤侵蚀。

综合分析认为,本区土壤侵蚀十分严重,但近十

几年来的治理工作取得了明显成效,植被在恢复。尽管存在加剧土壤侵蚀的因素,但土壤侵蚀的总趋势是向减缓方向发展。

## 7 结 语

本次遥感土壤侵蚀调查采用的方法:单因素遥感解译——基本侵蚀图斑综合解译——多因子多层次综合评价,评判侵蚀强度在本区是可行的、有效的。调查结果显示,本区土壤侵蚀现状十分严重,但多年来的水土保持工作取得了明显成效。有关部门在今后治理工作中应总结经验,加大治理力度,同时应控制有可能加剧土壤侵蚀的人为活动,使该区早日变成山青水秀、草木丰盛、环境宜人、人民富足的好地方。

### 参考文献:

- [1] 刘志刚,张树宝,徐海振,等. 中华人民共和国区域水文地质普查报告(冀西北地区)(R). 石家庄:河北地勘局,1994.
- [2] 聂洪峰,袁崇桓,刁淑娟. 遥感技术在攀枝花地区土壤侵蚀调查中的应用研究[J]. 国土资源遥感,1996(3):15~21.
- [3] 水利电力部. 水土保持技术规范[M]. 北京:水利电力出版社,1988.
- [4] 乔彦肖. 冀西北地区地貌遥感解译. 见:《冀西北地区1:20万区域水文地质普查遥感解译报告》(R). 石家庄:河北地勘局,1993.

# The Application of Satellite Remote Sensing Technique on The Survey of Soil Erosion In Northwest Hebei

QIAO Yan-xiao

(Remote Sensing Centre of Hebei Province, Shijiazhuang 050021, China)

**Abstract:** On the basis of analyzing all the factors effecting soil erosion, first, each factor relative to soil erosion is interpreted using landsat-5TM image. Second, all basic erosion pattern spots are interpreted according to comprehensive features of soil erosion on TM image too. Third, for each basic soil erosion pattern spot, through a multi-factor judgment model used for judgemet soil erosion degrees, a numerical value representing soil erosion degree of the spot is worked out by all the factors on the spot with different weight on soil erosion. Final, all the spots obtain their numerical value, and the degrees of all the spots are determined by the value. The study result shows that the soil erosion in Northwest Hebei is very seriously. With the exception of slight degree, the total areas of the others different kinds of erosion degrees account for 60.5 per cent of the whole area. The soil erosion of the basin areas is more serious than the mountain areas. Multi-temporal comparison analysis has discovered that the general trend of soil erosion is weakening because of continued soil erosion control for over ten years.

**Key words:** Soil erosion, Satellite remote sensing, Basic erosion pattern spot, Comprehensive judgment