

东北黑土区坡耕地水土流失及防治技术研究进展

杨文文, 张学培, 王洪英

(北京林业大学水土保持学院水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室, 北京 100083)

摘 要: 东北黑土区是世界上仅有的 3 大黑土区之一, 是我国重要的商品粮基地, 对国民经济发展起着十分重要的作用。近几十年来, 严重的水土流失已成为制约该区国民经济发展的瓶颈。东北黑土区土壤侵蚀面积达 4. 47 万 km², 占全区土地总面积的 37. 9%。就黑土区水土流失的成因及现状进行分析, 利用灰色系统理论, 对黑土区土壤的主要物理化学性状进行建模预测, 预测出未来黑土区土壤的理化性状的变化趋势, 同时论述黑土区水土流失的防治及监测的技术研究进展。

关键词: 水土保持; 坡耕地; 黑土区; 灰色系统理论

中图分类号: S 157 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2005) 05-0232-05

Study on Soil and Water Loss and Prevention
Technology of Sloping Land in Blackland in the Northeast

YANG Wen-wen, ZHANG Xue-pei, WANG Hong-ying
(College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Key Laboratory of
Water and Soil Conservation and Desertification Control, Beijing 100083, China)

Abstract: The blacklands in northeast China is one of the only three blacklands in the world and an important base of commodity grain. Blackland is the very precious land resource in our country. Because blackland in the northeast is an important food producing area, so it plays an important part in the development of national economy. Serious losing of soil and water has become a bottle neck in the development of national economy for recent years. The gross eroded area has reached 74 326. 2 km². It takes 36. 7% of the total area. The authors mainly analyzed the cause of formation and the status of soil and water loss in blackland, and using the grey system theory to build a model to forecast the rate of the change about physical and chemical of blacksoil. At the same time, the prevention and cure measures and new technology of monitoring soil and water loss on sloping land in blackland are presented.

Key words: soil and water conservation; sloping land; blackland; grey system theory

黑土地是大自然赋予人类的得天独厚的宝藏, 是一种性状好、肥力高, 非常适合植物生长的土壤。全世界仅有三大块黑土区, 一是乌克兰大平原, 面积大约 190 万 km²; 二是美国密西西比河流域, 面积大约 100 万 km²; 三是分布于我国东北松辽流域的黑土区, 面积大约 70 多万 km²。值得指出的是, 在东北黑土区内, 还有几块更为珍贵的“典型黑土区”, 其土壤全部为黑土、黑钙土及草甸黑土。黑土地的耕作层以其有机质含量高、土壤肥沃、土质疏松、最适宜耕作而闻名于世。但由于 20 世纪 50 年代开始的对我国的经济封锁和人口剧增, 对粮食需求所造成的巨大压力, 迫使对黑土地进行了大规模、高强度、非理性的开发。几十年盲目开发的后果, 正在使宝贵的黑土地遭受着灭顶之灾。据黑龙江省水土保持科学研究所第二、第三次土壤侵蚀遥感调查数据显示, 东北黑土区侵蚀面积为 4. 47 万 km², 占总面积的 37. 9%。其中水力侵蚀面积为 36 344. 31 km², 风力侵蚀面积为 3 686. 17 km²。

近几十年来人口数量的急剧增加, 土地垦殖率不断上

升, 植被遭到严重的破坏, 水土流失日益严重, 土地退化现象十分明显, 现已成为全国比较严重的水土流失区之一。水土流失已成为制约该区国民经济发展和威胁国家商品粮基地的重要因素。

1 东北典型黑土区水土流失现状

东北黑土区地形特点是坡缓、坡长, 一般坡度在 10 以下, 大于 15 的坡地不多, 3~7 坡地占绝大部分, 坡长一般为 500~2 000 m, 最长达 4 000 m。黑土土壤疏松、抗蚀能力弱, 由于长期以来人口增加导致的过度垦殖、超载放牧、乱砍乱樵等不合理开发利用, 加之降雨集中, 使该区水土流失日趋严重。水土流失主要有以下特点:

1. 1 水土流失面积大、范围广

东北黑土区水土流失总面积为 27. 59 万 km², 占总土地面积的 27. 09%, 其中: 内蒙古自治区 11. 52 万 km², 黑龙江省 9. 55 万 km², 吉林省 3. 11 万 km², 辽宁省 3. 41 万 km²。

¹ 收稿日期: 2004-11-11
基金项目: 国家自然科学基金委员会重点基金支持研究项目(编号: 40235056)
作者简介: 杨文文(1982-), 女, 籍贯山西, 硕士研究生, 研究方向: 水土保持; 通讯作者: 张学培, 主要研究方向: 林业生态工程。

1.2 水土流失类型多样

东北黑土区水土流失形式主要有水力侵蚀、风力侵蚀和冻融侵蚀, 其中: 水蚀面积 18 万 km², 风蚀面积 3.36 万 km², 冻融侵蚀面积 6.23 万 km², 分别占总侵蚀面积的 65.2%, 12.2% 和 22.6%。

1.3 水土流失主要来源于坡耕地

东北黑土区坡耕地面积为 1 280 万 hm², 占耕地总面积的 60%, 且多数分布在 3~15 坡面上, 是产生水土流失的主要源地。据黑龙江省调查, 黑土区坡耕地每年流失 6~7 mm 厚的表土, 全省每年流失土壤 2~3 亿 m³, 到目前为止, 黑龙江省共有 104.7 万 hm² 的坡耕地表层黑土流失殆尽, 永远失去了耕种能力。

由于自然因素的制约和人类掠夺式的开发利用, 导致东北典型黑土区水土流失日益严重, 生态环境日趋恶化。东北典型黑土区现有水土流失面积 4.47 万 km², 占东北典型黑土区总面积的 37.9%, 典型黑土区的水土流失主要发生在坡耕地, 坡耕地的水土流失面积占黑土区水土流失总面积的 80.3%。黑土坡耕地开发较早, 在我国的商品粮生产中占有举足轻重的地位。但是, 由于长期的开发, 重产出轻投入, 种植单一, 掠夺式经营, 再加上自然因素的影响, 致使黑土坡耕地的水土流失相当严重, 土地生产力大幅度下降。据调查, 黑土层已由垦初的 60 cm 以上减少到 20 cm 左右, 有机质含量下降到 2%~3%, 粮食产量平均只有 2 250 kg/hm²。

2 黑土区水土流失的发生与发展原因与趋势预测

水土流失的产生和发展有其自然因素和人为的原因, 自然条件是产生水土流失的基础和先决条件, 而人类不合理的生产经营活动起着促进、加速水土流失的发生和发展的作用。

2.1 自然因素分析

(1) 降水集中在黑土区, 多年平均降水量虽然只有 500 mm 左右, 按能够产生 100 t/km² 以上土壤流失量的降雨量计算, 黑土区每年引起土壤流失的降雨量平均为 200.7 mm, 占年降水量的 38.4%。但 70%~80% 的降雨集中在 6~9 月份, 且多以暴雨的形式出现, 因此极易造成水蚀。

(2) 春季少雨多风黑土区十年九春旱, 每年大于 4 级以上风达 120~150 d, 大于 6 级以上的风有 65~80 d。每年春季常形成风增旱情, 旱助风威, 风蚀比较严重。

(3) 地形因素黑土区地形比较开阔, 地势波状起伏。黑土耕地主要集中在漫川漫岗地区, 坡度虽不大(多为 3~8°), 但坡面又宽又长, 一般都在 500~2 000 m, 有的达 4 000 多 m。再加上当地群众习惯顺坡耕作, 这样就势必形成集雨面积大、径流集中、冲刷力增强等有利于水蚀的条件, 从而产生水土流失。

(4) 土壤因素黑土耕地表层土壤疏松, 底土比较黏重, 透

水能力较低, 抗蚀、抗冲性能弱, 容易引起土壤侵蚀。

(5) 植被覆盖率低 在黑土区广阔的农田, 特别是缓坡耕地林草植被率很低, 对黑土地的防护作用比较小, 这也是加速土壤侵蚀的主要条件之一。

2.2 人为因素分析

黑土地在未开垦的自然状况下, 由于天然植被良好, 自然修复能力强, 水土流失现象是很轻微的。但由于人们缺乏对大自然认识, 没有能够科学地保护和开发利用黑土资源, 从而对水土流失的发生和发展起到了加速作用。主要表现在毁林、毁草开荒, 破坏和减少地表植被; 不合理的耕作制度; 缺乏生态意识, 在开发建设中没有及时进行恢复治理, 导致水土流失加剧、生态环境不断恶化^[2]。

2.2.1 破坏植被

由于近几十年来人口数量的激增, 在黑土区东部的山前丘陵和波状平原区域, 绝大部分土地已开垦为农田, 毁林毁草开荒致使天然林木植被已基本绝迹, 草原面积所剩甚少, 由原来稳定的森林、草甸草原生态系统转化为目前脆弱的农田生态系统。失去植被涵养水源和保护土壤的作用, 致使土壤遭受雨滴的溅蚀和地表径流的冲刷, 水力侵蚀加重。在黑土区西部, 由于超载放牧和开垦土地, 使草原退化和植被破坏现象严重, 削弱和丧失了植被对土壤的保护。

2.2.2 土地用养失调

由于开垦初期东北黑土区土质十分肥沃, 从关内迁移到这里的拓荒者们对黑土地生产力水平产生了过分的依赖思想, 种地不养地, 导致土壤肥力下降。为了从土地中获取较大的收益, 近些年来又采取了急功近利的生产方式, 施用化肥数量逐年增多, 农家肥施用量普遍较少。据调查, 东北黑土区耕地, 每年仅有 14.8% 的土壤 中肥料的投入和输出保持平衡。致使土壤中的腐殖质、有机质的含量逐年降低, 土壤质地变差, 土地生产力下降, 削弱了土壤抗蚀能力, 减少了田间持水量, 增加了地表径流量。

据调查, 由于水土流失, 东北黑土区土壤有机质每年以 0.1% 的速度递减。黑土区的开发已近百年, 初垦时黑土层一般都在 60~80 cm 厚, 有的达 1 m。黑土地随着开垦年限的增加而土层变薄、土壤有机质含量下降的幅度也越来越大。开垦 20 a 的黑土地土层厚度减少为 60~70 cm, 有机质下降 1/3, 开垦 40 a 的黑土层厚度减少为 50~60 cm, 土壤有机质下降 1/2 左右。开垦 70~80 a 的黑土层一般都只剩下 20~30 cm, 有机质下降 2/3 左右。据调查, 同面积同产量比较, 现阶段施化肥量相当于 70 年代的 10 余倍。农业生产成本不断加大, 增产不增收。而大量施用的化肥、农药等又随着水土流失, 成为江河湖泊污染的重要原因之一。(垦后土壤理化性态见表 1、表 2)

表 1 不同开垦年限黑土的养分情况

开垦年限/a	深度/cm	pH	有机质/ (g·kg ⁻¹)	全氮/ (g·kg ⁻¹)	全磷/ (g·kg ⁻¹)	水解性氮/ (g·kg ⁻¹)	交换性阳离子/(mmol·kg ⁻¹)		盐基饱和度/%
							钙	镁	
荒地	0~20	5.3	75	4.5	2.3	79.1	598	156	89.6
	20~40	6.2	58	4.0	2.2	45.0	582	158	90.0
4	0~20	6.0	73	5.2	2.3	91.3	664	118	90.8
10	0~20	6.1	62	4.1	2.3	66.4	654	118	88.7
	20~40	6.2	54	3.8	2.2	45.7	624	108	88.7
20	0~20	6.1	43	3.0	1.7	60.4	336	112	92.2
	20~40	6.2	28	2.4	1.6	46.5	362	98	92.9

目前,黑土平均每年流失厚度为 0.7~1 cm,一些地方黑土厚度已从开垦初期的 80~100 cm 减少到 20~30 cm,如下图所示。

2.2.3 不合理的农业耕作制度

自 1980 年以来,土地以户承包分散经营后,由于地块零碎,限制了大型农机具的使用,土地深耕深翻的次数明显减少,大多数农户使用小拖拉机或牛马犁翻耕农地,翻耕深度只有 8~12 cm,使耕层变浅,犁底层上移。降低了土壤的透水性和土壤的蓄水量,增加了径流对土壤的冲刷。另外,种植结构单一(以玉米和大豆为主),缺乏合理的轮作制度,同样导致土壤肥力难以恢复。

表 2 黑土开垦后物理性状的变化

开垦年限/a	深度/cm	容重/(g·cm ⁻²)	田间持水量/%	总孔隙度/%	团粒总量/%
垦初	0~30	0.79	57.7	67.9	58.0
20	0~30	0.85	51.5	66.6	43.0
40	0~30	1.06	41.9	58.9	37.5
80	0~30	1.26	26.6	52.5	35.8

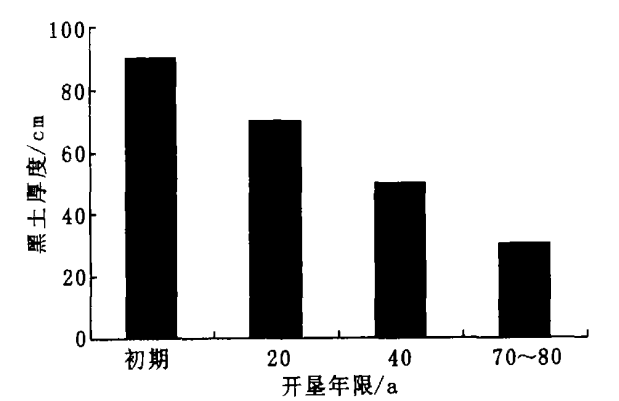


图 1 黑土厚度变化情况示意图

赵光农场二分场总土地面积 7 026 hm²,其中坡耕地 4 564 hm²,占耕地总面积的 95%,以种植业生产为主。由于耕地连年平翻,顺坡垄作,管理粗放,用地不养地,掠夺式经营,导致土壤侵蚀加剧,受蚀耕地年土壤侵蚀模数为 5 500~6 000 t/km²,开垦约 30 年的坡耕地与垦初相比,黑土层厚度由 0.4~0.5 m 减到 0.20~0.35 m,土壤有机质由 8%~10% 下降到 5%~6%,地力锐减,旱涝灾害频繁,农田生态系统形成恶性循环,1978~1984 年粮豆平均单产仅 1 876.5 kg/hm²。

2.2.4 土地利用结构不合理

(1) 平原地区农业用地比重大,森林覆盖率低。由于森林覆盖率低,水土流失严重。目前,吉林省有不同程度水土流失的耕地 200 万 hm²,占耕地总数的 37.5%,其中有一部分需要退耕还牧或还林。松嫩平原地区齐齐哈尔市的 12 个市、县及大庆时,耕地面积占 48.2%,牧地占 27%,森林覆盖率仅为 5.7% 绥化地区的 9 个市县,耕地面积占 53.7%,牧地占 2.4%,森林覆盖率为 5%。显然,林地或牧地面积过少,用地比例失调,不利于农林牧各业协调发展和形成良好的生态环境。

(2) 因地制宜的合理利用土地资源不够,生产潜力发挥不够。黑龙江省有荒地 520 万 hm²(包括沼泽地),全省低产田面积很大,约占耕地面积的 29%。在已开发的土地资源中,就耕地而言,生产潜力尚未得到充分发挥。吉林省的土地利用未能做到充分合理,在本应走以发展畜牧业为主或实行农

牧业相结合或以林为主发展林牧业的发展道路,却实行的是以农为主;虽然有些地区适合以农为主,但在作物种植制度上比例不合理,造成毁林开荒、水土流失、地力下降等问题。

(3) 草原沙化、碱化、退化加剧 ”吉林省建国初期,西部地区草原面积 180 万 hm²,现在可利用草原面积下降到约 120 万 hm²,“三化”面积共计占草原总面积的 39.4%,个别地区甚至超过草原总面积的半数以上。

2.3 灰色系统数列预测黑土区土壤理化性状变化趋势

对系统行为特征值大小的发展变化所进行的预测,称为系统行为数据列的变化预测,简称为数列预测,这种预测一是要确定未来的时间,而是要预测未来时间行为特征量的大小。数列灰色预测的机理是:对 GM(1,1) 建模序列建立 GM(1,1) 模型,通过所建模型对今后 60 年内的变化趋势进行预测^[4,5]。

本文以表 1、表 2 数据为原始数据,对黑土区土壤理化性状的变化趋势进行预测,得出预测模型如下:

- (1) 容重 $\hat{x}^{(1)}(k+1) = 4.02e^{0.1931k} - 3.23$
- (2) 田间持水量 $\hat{x}^{(1)}(k+1) = -200.93e^{-0.3016k} + 258.63$
- (3) 总孔隙度 $\hat{x}^{(1)}(k+1) = -591.9e^{-0.1191k} + 659.8$
- (4) 团粒总量 $\hat{x}^{(1)}(k+1) = -471.69e^{-0.0943k} + 529.69$
- (5) 有机质 $\hat{x}^{(1)}(k+1) = -340.32e^{-0.2459k} + 415.32$

表 3 60 年间每 20 年时间间隔的土壤理化性质变化表

间隔时间	20 年后	30 年后	40 年后	50 年后	60 年后
容重/(g·cm ⁻³)	1.53	21.17	46.49	31.99	35.48
田间持水量/%	1.85	15.66	41.27	29.11	27.74
总孔隙度/%	2.25	11.58	36.64	26.49	21.70
团粒重量/%	2.73	8.57	32.52	24.11	16.97
有机质/(g·kg ⁻¹)	3.31	6.34	28.87	21.94	13.27

做 GM(1,1) 残差检验:称 $\epsilon(k) = \frac{x^0 - \hat{x}^0(k)}{\hat{x}^0(k)} \cdot 100\%$ 为 GM

(1,1) 的残差;称 $\epsilon(\text{avg}) = \frac{1}{n-1} \sum_{k=2}^n \epsilon(k)$ 为 GM(1,1) 的平均残差;称 $p \triangleq (1 - \epsilon(\text{avg})) \cdot 100\%$ 为 GM(1,1) 的建模精度。此预测最大相对误差(即残差)为 7.7%,平均相对误差(即平均残差)为 2.7%,建模精度为 97.3%,精度为一级。

3 黑土区坡耕地水土流失的防治措施及监测新技术

3.1 黑土坡耕地的年土壤允许流失量的确定

不同地形(LS)年土壤流失量通用的土壤流失方程为 $A = RKLS^CP$ 。式中 A——年土壤流失量(t/hm²);LS——地形复合因子;L——坡长(m);S——坡度(°)。利用方程中 RKCP4 个因子在黑土坡耕地上的取值(见表 3),得出黑土坡耕地在无水土保持措施的条件下午土壤流失量的计算公式为 $A = 8.118LS^{1.1}$ 。

表 4 土壤流失方程因子值

因子	含义	取值条件	取值
R	降水侵蚀力	降雨中心	120
K	土壤可蚀性	黑土	0.26
C	作物经营	大豆、玉米轮作	0.2602
P	水土保持措施	无	1

根据黑土坡耕地的地形特点,将 LS 分级。按地形因子公式 $LS = 0.0719L0.18S1.3$ 对坡度和坡长的分级组合的计算 LS 值,然后将数值代入土壤流失方程式,即得出黑土

坡耕地不同地形条件下的年土壤流失量。

土壤允许流失量是在保证土壤能长期经济地维护较高生产水平的条件下所允许的最大土壤流失量。根据黑土坡耕地的土壤性质、耕作施肥水平、土壤侵蚀程度以及水利部土壤侵蚀强度分级标准,确定黑土坡耕地表土层较薄,透水性能差,土壤流失程度较为严重,再加上黑土的自然生成速度慢、农家肥施用量少等原因,本研究中黑土坡耕地的年土壤允许流失量取上限 3 t/hm²。

3.2 黑土区林草措施研究

植被与土壤流失定量关系一般方程的应用在植被分布较均匀的条件下,植被覆盖度与土壤流失定量关系的一般方程为^[7]:

$$M = M_0 e^{\ln \beta \cdot F} \tag{1}$$

式中: M ——土壤侵蚀模数; e ——自然对数底; F ——林草覆盖度; $\beta = M_0 / M_m$, M_0 ——区域全植被覆盖度时侵蚀模数; M_m ——区域全无植被时侵蚀模数。

由(1)式得出:

$$F = (\ln M - \ln M_m) / \ln \beta \tag{2}$$

上式中 M_m 我们采用区域全无植被,坡耕得到水土保持和农业耕作配套措施治理后的土壤侵蚀模数; M 采用黑土区土壤允许侵蚀模数; 通过(2)式就可以求出在坡耕地得到治理条件下的林草临界覆盖度。

实例分析: 地处巴彥县丘陵状台地区域金河小流域坡耕地和沟壑已得到了有效治理。水土保持林草防护体系配置基本合理。该流域的林草覆盖度 33.76%, 低于临界林草覆盖度。经多年实测,该流域年均土壤侵蚀模数为 635 t/km², 高于黑土区土壤流失量。说明适当增加林草面积,使林草覆盖度达到临界值(40.76%)以上,即可将该流域年均土壤侵蚀模数控制在允许值(500 t/km²)以下。

该植被控制土壤侵蚀的数学模型在国内应用检验,具有较高的准确性。

3.3 水土保持田间措施

3.3.1 田间措施需要达到的减蚀率

田间措施需要达到的减蚀率,反映了田间措施在黑土坡耕地中需要达到的控制住土壤流失的能力,其定义是:将土壤流失量占实际土壤流失量的百分比,以 q 表示。那么利用年土壤流失量(A)和确定的年土壤允许流失量(3 t/hm²),按 $q = (1 - 3/A) \times 100\%$ 即可计算出黑土坡耕地不同地形条件下田间措施所需要达到的减蚀率值。由于黑土坡耕地不同地形的土壤流失量不同,其田间措施所需要达到的减蚀率也不同。土壤流失量越大,其需要达到的减蚀率就越大,反之则小^[5,6]。

3.3.2 不同田间措施的实际减蚀率

不同田间措施的减蚀试验不同的田间措施对水土流失的控制作用是不同的。黑土坡耕地的水土保持田间措施主要有等高垄作、地埂、植物防冲带和水平梯田 4 种。

根据减蚀率的定义,首先计算不同田间措施试验区与对照区的土壤侵蚀模数均值之比(P 值),然后按照 $q = (1 - p) \times 100\%$ 计算出黑土坡耕地各种田间措施的实际减蚀率。按照水平梯田、地埂、等高垄作和植物防冲带的顺序,实际减蚀率依次为 97.1%、85.5%、64.8% 和 62.8%。由此可见,水平梯田的减蚀作用强,其次是地埂,等高垄作和植物防冲带的减蚀作用基本相当。

3.3.3 黑土坡耕地田间措施的选择

将不同地形条件下田间措施所需要达到的减蚀率与各种田间措施的实际减蚀率进行比较,即可得出各项田间措施在黑土坡耕地中适用的地形范围。考虑到等高垄作的基础作用及地埂的综合利用等,生产实践中,应将各单项措施按其适用范围进行适当地组合使用。

在黑土坡耕地中,各种田间措施的适用范围以地埂最大,其次是等高垄作和植物防冲带,再次是水平梯田。在选择这几种田间措施时要考虑到投资和有效控制水土流失的能力两方面,由此可见,黑土坡耕地上水土保持田间措施的布设必须综合考虑地形条件和各种田间措施的水土保持能力,力求投资少、效益高。

3.4 用 3S 技术对水土流失的监测新技术

对黑土区水土流失的监测,如果采用常规的基于地形图或像片平面图的方法对水土流失变化进行地面测量,不仅进度慢,而且周期长,完全不能适应当前水土流失监测的需要,因此要综合利用 RS、GIS 和 GPS 等先进技术,研究一种实用的水土流失变化的监测方法^[11]。

“3S”技术即指遥感技术(RS)、地理信息系统技术(GIS)、全球定位系统技术(GPS),是目前对地观测系统中空间信息获取、存贮、管理、更新、分析和应用的三大支撑技术。RS 用于实时地或准实时地提供目标及其环境的语义或非语义信息,发现地球表面的各种变化,及时地对 GIS 进行数据库更新;GIS 则是对多种来源的时空数据采集提供地学知识;GPS 主要用于实时、快速地提供目标,包括各类传感器和运载平台的空间位置。

采用高新技术对黑土区坡耕地水土流失现状进行动态监测,主要是利用已有的水土流失数据和图件及最新的卫星遥感信息,在全球定位系统和地理信息系统的支持下,对水土流失现状进行动态监测。及时掌握水土流失的动态变化信息,对国民经济建设,尤其是农业可持续发展具有重大而深远的影响。

3.4.1 “3S”数据信息精度的提高

由于传感器技术水平不断提高,遥感影像分辨率由几百米、几十米发展到 1 m。加之全球定位系统的精确定位,使得 SPOT 影像基本可以满足 1:5 万的成图要求。具有人机交互对话友好界面的地理信息系统软件、图形图像处理软件使得图像处理技术有了保障,水土流失监测精度有了基本保证。

3.4.2 地理信息系统的完善,将给土地资源管理带来新的契机

地理信息系统分析功能不足一直是制约 GIS 广泛应用的瓶颈。在 GIS 数据库平台和它的基本空间分析功能的基础上,根据地学空间数据的特点,将机器学习算法引入 GIS,形成自动化、智能化的地学空间数据挖掘与知识发现的通用模型,是未来地理信息系统发展方向。届时,地理信息系统将能构建水土流失监测所需的各种模型,并且能够利用四维仿真技术将其结果展示于标准输出设备上。

4 结语与探讨

东北典型黑土区的水土流失已经到了非常严重的程度。根据预测结果,东北典型黑土区现有的大部分耕地再经过 50~60 a 的流失,黑土层都将被全部剥蚀光,那时在东北将会出现一片荒漠化的景象,东北黑土区严重的水土流失正在流失

着黑土区作为国家重要商品粮基地的黑土基础,也正在流失着人类赖以生存的基础。鉴于上述分析结论,建议在黑土区广泛开展坡耕地退耕还林还草工程,继续加大水土保持综合治理和监督执法力度,重点防止陡坡开荒,加强以小流域为单元的综合治理。对于水土流失严重,低水平经营的坡耕地块逐步退耕还林还草,大面积坡耕地治理以改垄和地埂植物带为主,充分利用宜林宜物荒地,大力营造水土保持林和优质牧草,最终形成生物、工程、耕作三大措施紧密结合的综合防治体系。尽快遏制当前水土流失剧烈发展的严峻局势。

黑土地水土流失的严重现状,正在引起方方面面的关注。2002 年 6 月 9 日至 14 日,中央财经领导小组办公室组织参考文献:

[1] 关君蔚.水土保持原理[M].北京:中国林业出版社,1995.
[2] 李明贵,李明品.呼盟黑土丘陵区不同土地利用水土流失特征研究[J].中国水土保持,2000,(10):23- 25.
[3] 刘思峰,郭天榜.灰色系统理论及其应用[M].开封:河南大学出版社,1991.
[4] 邓聚龙.灰预测与灰决策[M].武汉:华中科技大学出版社,2002.
[5] 范昊明,蔡强国,王红闪.中国东北土壤侵蚀环境[J].水土保持学报,2004,18(2):66- 70.
[6] 陆欣来.东北耕作制度[M].北京:中国农业出版社,1996.
[7] 张显遼,等.黑龙江省土壤流失方程的研究[J].水土保持通报,1992,12(4):1- 9.
[8] 王玉玺,谢运杰,王萍.东北黑土区水土流失成因分析[J].水土保持科技情报,2002,(3):27- 29.
[9] 徐世晓,赵新全,孙平,等.水土流失及其影响分析[J].水土保持学报,2002,16(5):31- 34.
[10] 白建宏,王玉玺,刘凤飞,等.黑龙江省典型黑土区土壤侵蚀潜在危险度调查研究[J].中国水土保持,2003,(11):16- 18.
[11] 解运杰,王玉玺,张韬鹏.基于 GIS 技术的东北黑土区土壤侵蚀本底数据库创建[J].黑龙江水利科技,2002,(4):3- 5.

(上接第 231 页)

的必经之路,同时也是促进该地区产业结构优化和经济持续发展的有效措施。

(3) 小流域环境人口容量的增加直接与小流域的投资规模有关,第四类型区 9 个小流域的合理投资规模为 5.2 ~ 5.8 万元/km²,整个三峡库区可参考此投资规模进行投资治理。

参考文献:

[1] 齐实,孙立达.西吉县黄家二岔小流域系统的环境人口容量研究[J].北京林业大学学报,1991,13(1):30- 36.
[2] 吴明隆.SPSS 统计应用实务[M].北京:科学出版社,2003.234- 249.
[3] 长江上游水土保持委员会办公室.长江上游水土保持重点防治区一期工程竣工验收成果汇编[Z].1994.320- 325,364 - 377.
[4] 黄宁生.广东资源承载力探讨[J].中山大学学报论丛,1997,(5):193- 197.
[5] 崔凤军.环境承载力理论初探[J].中国人口·资源与环境,1995,5(1):76- 80.
[6] 毛志峰,任世清.论人口容量与资源环境[J].中国人口·资源与环境,1995,5(1):71- 75.
[7] 封志明.土地承载力研究的源起与发展[J].自然资源,1993,(6):74- 79.
[8] 李建牢.黄河中游小流域系统环境人口容量分析与评价[J].水土保持通报,1998,18(3):10- 20.
[9] 杜佐华,严国安.三峡库区水土保持与生态环境改善[J].长江流域资源与环境,1999,8(3):299- 304.
[10] 杜榕桓,史德明.长江三峡库区水土流失对生态与环境的影响[M].北京:科学出版社,1994.
[11] 石玉林.中国土地资源的人口承载能力研究[M].北京:中国科学技术出版社,1992.
[12] 孙峰华.中国环境人口容量研究方法的述评和构想[J].河南大学学报(自然科学版),1991,21(4):83- 87.
[13] 吕兴霞,裴家常.三峡工程重庆库区移民环境容量研究[J].重庆三峡学院学报,2001,17(2):61- 64.
[14] 贾宏俊,顾也萍.芜湖市土地资源人口承载力与可持续发展研究[J].长江流域资源与环境,2001,10(6):491- 498.
[15] 毛汉英,余丹林.区域承载力定量研究方法探讨[J].地球科学进展,2001,16(4):549- 555.
[16] 邓贤贵.长江上游典型流域水土保持效益分析[J].水土保持通报,1998,18(2):68- 70.
[17] 海东霞.系统聚类分类法在水土保持林林种分类中的应用[J].水土保持科技情报,2000,(3):43- 44.

有关专家对黑龙江省黑土区水土流失现状调研的报告,引起了国家领导的关注。温家宝总理在报告上做了重要批示,国家将于 2003 ~ 2005 年,按照已经通过水利部审查的《东北黑土区水土流失综合防治试点工程可行性研究报告》,工程估算总投资 19 980 万元。项目实施期为 3 a(2003 ~ 2005 年),届时将完成治理水土流失面积 1 804 km²。在国家的大力支持下,在广大人民和水保工作者的努力下,东北黑土区生态环境必将改善,作为我国重要商品粮基地的黑土区必将充分发挥其作用。

致谢:在本文的撰写过程中得到了孙中峰博士,张晓明博士的大力支持与帮助,在此特以表示感谢。