

Remote Sensing Monitoring and Control Strategy of Soil and Water Loss in Black Soil Cultivated Land in Songnen Plain of Heilongjiang Province

Yancheng Zhang, Hongxian Yu*

Northeast Forestry University, Harbin Heilongjiang
Email: chaifangying@126.com

Received: Apr. 21st, 2020; accepted: May 11th, 2020; published: May 18th, 2020

Abstract

Based on the practice of the national soil and water loss dynamic monitoring project in 2018, remote sensing and GIS spatial analysis technology are adopted to develop the Songnen Plain through vector superposition of driving factors of soil and water loss, such as topography, vegetation, soil, meteorology, etc., using the analysis of soil and water loss model and manual interpretation and modification. In order to provide scientific basis for the protection of black land and the construction of ecological agriculture, we should define the intensity and type of soil and water loss, find out the types, areas and distribution points of soil and water loss, and put forward the corresponding prevention and control strategies.

Keywords

Black Soil Arable Land, Remote Sensing, Soil Erosion, Prevention Strategy

黑龙江省松嫩平原黑土耕地水土流失遥感监测与防治策略

张延成, 于洪贤*

东北林业大学, 黑龙江 哈尔滨
Email: chaifangying@126.com

收稿日期: 2020年4月21日; 录用日期: 2020年5月11日; 发布日期: 2020年5月18日

*通讯作者。

摘要

依托全国2018年水土流失动态监测项目实践, 采取遥感与GIS空间分析技术, 通过对水土流失驱动因子地形、植被、土壤、气象等因子的矢量叠加, 利用水土流失模型分析和人工判读修正方式开展松嫩平原黑土耕地水土流失强度、类型界定, 查清黑土耕地水土流失类型、面积及分布特点, 提出相应防治策略, 为黑土地保护与生态农业建设提供科学依据。

关键词

黑土耕地, 遥感, 水土流失, 防治策略

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 研究区域概况

黑龙江省是我国重要的商品粮基地, 地处世界仅存的四大黑土带之一, 耕地面积居全国之首。研究区域位于黑龙江省松嫩平原黑土核心区, 总面积 15.8 万 km², 其中耕地 8.81 万 km², 包括哈尔滨、大庆、绥化、黑河(局部)4 个地级行政区、33 个市县。本区地带性土壤以黑土、黑钙土、草甸土为主, 宜耕性强, 自然禀赋优越, 但长期以来不合理的开发利用, 过度索取, 导致黑土理化性状和生态功能严重退化, 黑土区正在由“生态功能区”转变为“生态脆弱区” [1], 水土流失已成为全省农业可持续发展的突出制约因素。保护黑土耕地, 开展水土流失综合治理刻不容缓。

2. 项目背景

本项研究基于水利部下达的水土流失动态监测任务, 采取遥感与信息化手段, 借助大地域、多尺度、高时空分辨率遥感数据及其判别技术, 全面系统的调查了黑龙江省松嫩平原黑土耕地水土流失现状, 为各级政府水土保持生态建设提供技术支撑, 该成果已纳入国家水土保持基础数据平台。

3. 基础遥感数据源

1) 高分卫星遥感影像

遥感影像数据包括两部分: 用于解译土地利用和水土保持措施的高空间分辨率影像数据, 空间分辨率为 2.5 m, 时相为 2018 年 5 月下旬~6 月中旬; 用于计算植被指数 NDVI 的 TM 影像, 空间分辨率为 30 m, 时相为 2015~2017 年每年春夏秋共 3 期; 影像地理坐标系为 CGCS2000, 投影为 ALBERS。

2) 土地利用空间数据

采用国土资源部第二次、第三次土地利用调查数据和年度变更矢量数据, 经人机交互解译修正。

3) 气象数据

气象数据包括降雨量、风速、温度和蒸发, 用于计算水蚀模型中的降雨侵蚀力因子, 风蚀模型中的风力因子和表土湿度因子。以松辽平原覆盖县市区为单元, 每县搜集一套 30 气象序列数据。

4) 土壤数据

中科院东北黑土数据平台发布的 1:50 万土壤类型分布图, 采用黑龙江省水土保持科学所 K 因子研究成果栅格化成图。

5) 地面数字高程(DEM)

采用 1:5 万比例尺、30 m 分辨率 DEM。经 ARCGIS 栅格计算衍生为坡度分级、坡长数字图层。

6) 水土保持重点工程管理数据

来源于黑龙江省水土保持信息管理平台, 包括: 水土保持重点工程空间数据、设计、验收报告及相关图表。

4. 土壤侵蚀模型

水力侵蚀模型采用中国土壤流失方程 CSLE (Chinese Soil Loss Equation) [2], 基本形式为:

$$M = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot B \cdot E \cdot T$$

风力模型采用中科院沙漠所提出的耕地风力侵蚀计算方程[3], 基本形式为:

$$Q_{fa} = 0.018 \cdot (1 - W) \cdot \sum_{j=1} T_j \cdot \exp \left\{ a_1 + \frac{b_1}{z_0} + c_1 \cdot \left[(A \cdot U_j)^{0.5} \right] \right\}.$$

5. 技术实现过程

归集研究区域遥感影像、气象、土壤、地形、土地利用、水土保持重点治理工程等专题资料, 采取遥感解译并结合实地调查方法获取坡耕地对象单元、水土保持预防和治理措施分布; 通过遥感 NDVI 植被指数转换和综合分析方法获取农田植被盖度及其分布; 基于收集的地质专题资料、土地利用和水土保持措施遥感解译结果、植被覆盖度计算结果, 采用土壤侵蚀模型解算土壤侵蚀影响因子, 定义土壤侵蚀模数[4]; 依据《土壤侵蚀分级分类标准》(SL192-2007)判断土壤侵蚀强度, 获得耕地土壤侵蚀强度与分布, 创建生成黑龙江省松嫩平原黑土耕地土壤侵蚀地理信息数据库; 技术路线如图 1 所示。

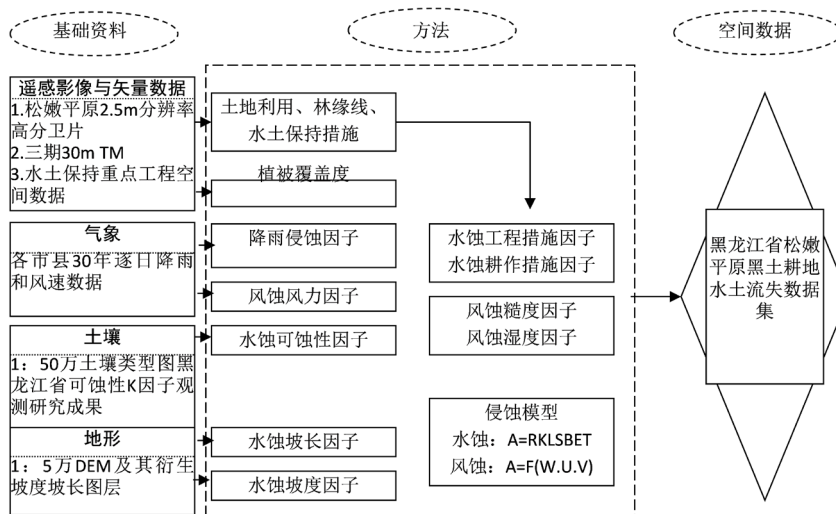


Figure 1. Roadmap for remote sensing interpretation of soil and water loss

图 1. 水土流失遥感解译技术路线图

6. 结果分析

1) 耕地水土流失总体分布

根据水土流失遥感解译成果, 黑龙江省松嫩平原黑土耕地水力风力侵蚀总面积 36,676.55 km², 占耕地总面积的 41.7%。其中:

水力侵蚀面积 32,651.29 km², 占侵蚀总面积的 89.0%; 按侵蚀强度分, 轻度 30,709.62 km², 中度 1295.71 km², 强烈 366.50 km², 极强烈 189.70 km², 剧烈 89.76 km²。分别占水蚀面积的 94.05%、3.97%、1.12%、0.58%、0.27%。

风力侵蚀面积 4025.26 km², 占侵蚀总面积的 11.0%; 按侵蚀强度分, 轻度 2024.48 km², 中度 1816.36 km², 强烈 183.89 km², 极强烈 0.53 km²。分别占风蚀面积的 50.3%、45.1%、4.6%、0.01%。

耕地无侵蚀面积为 51,374.01 km²。耕地土壤侵蚀各类型、强度及所占比例见表 1。

水力侵蚀主要分布在松嫩平原北部丘陵漫岗农林交错区、东部漫川漫岗农业区, 风力侵蚀主要分布在松嫩平原西部干旱、半干旱风沙区。

Table 1. Statistical table of soil erosion area of black soil arable land in Songnen Plain of Heilongjiang Province (Unit: km²)
表 1. 黑龙江省松嫩平原黑土耕地土壤侵蚀面积统计表(单位: km²)

水蚀面积	水力侵蚀					风蚀面积	风力侵蚀			
	轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈		轻度	中度	强烈	极强烈
32651.29	30709.62	1295.71	366.50	189.70	89.76	4025.26	2024.48	1816.36	183.89	0.53
100%	94.05%	3.97%	1.12%	0.58%	0.27%	100%	50.3%	45.1%	4.6%	0.01%

注: 各强度级别土壤侵蚀模数阈值(t/km²·a): 轻度 200~1200; 中度 1200~2400; 强烈 2400~3600; 极强烈 3600~4800; 剧烈>4800。

2) 县(市)级行政区耕地水土流失分布

以县(市)行政区为统计单元, 按土壤侵蚀程度划分, 耕地土壤侵蚀程度高(>50%)的区域有宾县、巴彦县等 11 个市县, 耕地侵蚀程度中等(20%~50%)的区域有哈尔滨市、木兰县、齐齐哈尔市等 19 个市县, 耕地侵蚀程度低的(<20%)区域有肇州县、安达市、肇东市 3 个市县。县市单元耕地土壤侵蚀面积见图 2。

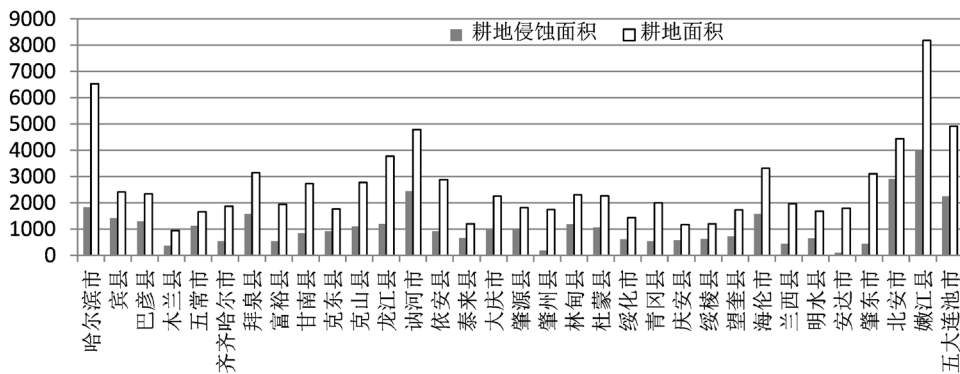


Figure 2. Statistics of soil erosion in black soil arable land in counties and cities (Unit: km²)
图 2. 县市单元黑土耕地土壤侵蚀统计图(单位: km²)

3) 不同类型区坡耕地水土流失分布

松嫩平原涉及 4 个国家水土保持区划三级类型区, 分别为: I-2-3st 长白山山地丘陵水质维护保土区、I-3-1t 东北漫川漫温岗土壤保持区、I-4-1fn 松辽平原防沙农田防护区、I-5-1t 大兴安岭东南低丘陵土壤保持区。

按耕地土壤侵蚀面积划分, I-3-1t 东北漫川漫岗土壤保持区耕地侵蚀面积最高, 为 31,218.56 km², 耕地土壤侵蚀率为 41.9%, 侵蚀类型以水蚀为主, 兼有风蚀, 水蚀多发生于北部丘谷起伏、岗洼交错的坡耕地上, 风蚀多分布于南部风水蚀复合区的平原耕地; 其次为 I-4-1fn 松辽平原防沙农田防护区, 耕地侵蚀面积为 2285.74 km², 耕地土壤侵蚀率为 42.8%, 侵蚀类型为风水蚀并重, 风水蚀因季节及其主导的自

然营力变化而交替出现; I-5-1t 大兴安岭东南低山丘陵土壤保持区, 耕地侵蚀面积为 2043.96 km², 耕地土壤侵蚀率为 31.4%, 水蚀为主, 多分布于大兴安岭南麓丘陵坡地耕垦地块, 风蚀轻微, 仅在南部毗邻风沙区耕地有局部风蚀斑块; I-2-3st 长白山山地丘陵水质维护保土区, 耕地侵蚀面积为 1128.29 km², 耕地土壤侵蚀率为 68.0%, 侵蚀类型为水蚀, 多分布于长白山西麓丘陵坡地耕垦地块。各水土保持类型区黑土耕地土壤侵蚀面积见表 2。

Table 2. Statistical table of soil erosion area of black soil arable land in each soil and water conservation type area (Unit: km²)
表 2. 各水土保持类型区黑土耕地土壤侵蚀面积统计表(单位: km²)

水土保持 区划	水力侵蚀强度级别					水力侵蚀面积	风力侵蚀强度级别				风力侵蚀 面积	耕地土壤侵 蚀面积	占耕地 比例
	轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈		轻度	中度	强烈	极强烈			
总计	30709.62	1295.71	366.50	189.70	89.76	32651.29	2024.48	1816.36	183.89	0.53	4025.26	36676.55	28.2%
I-2-3st	632.02	238.22	115.80	86.21	56.04	1128.29						1128.29	68.0%
I-3-1t	27084.32	996.97	228.37	90.16	28.24	28428.06	1261.88	1409.37	118.80	0.45	2790.50	31218.56	41.9%
I-4-1fn	1081.24	29.90	17.58	10.84	4.41	1143.97	697.83	385.30	58.56	0.08	1141.77	2285.74	42.8%
I-5-1t	1912.03	30.61	4.75	2.50	1.07	1950.97	64.77	21.70	6.53		92.99	2043.96	31.4%

7. 分区水土流失防治策略

根据以上水土流失分布特点, 按照“因害设防, 因区施治”的原则, 提出分区耕地水土流失防治策略。

1) I-2-3st 长白山山地丘陵水质维护保土区。本区林缘与农田接壤地带陡坡开垦较严重。农田防护宜加强保护和建设森林植被, 充分发挥植被对农田的生态庇护功能, 缓坡耕地采取梯田、地埂、等高垄作等治理措施, 大于 15 度坡耕地逐步退耕还林还果, 控制水土流失。

2) I-3-1t 东北漫川漫温岗土壤保持区。本区是典型黑土核心区, 区内耕地集中连片, 开发历史长, 垦殖率高, 坡面水土流失严重, 侵蚀沟普遍发育。本区应重点加强坡耕地整治, 开展以小流域水土流失综合治理工程、坡耕地治理专项工程、侵蚀沟治理专项工程等, 坚持山水田林湖草综合治理, 构建网带片、乔灌草相结合的林草防护体系, 因地制宜的发展复合型生态农业。

3) I-4-1fn 松辽平原防沙农田防护区。本区受区域气候及水陆交互影响, 土地沙化、盐碱化较突出。农田防护应开展休耕轮作、免耕覆盖措施, 加强农田防护林网格建设, 完善农田防风固沙体系, 严格草原管理, 禁止毁草开荒, 遏制土地沙化态势。

4) I-5-1t 大兴安岭东南低丘陵土壤保持区。本区农田水土流失治理应以小流域为单元, 在保护现有植被, 完善坡面蓄排体系的基础上, 开展坡耕地治理专项工程、侵蚀沟治理专项工程等。

8. 结语

黑龙江省是农业大省, 耕地保护是实施农业可持续发展战略的基础保障[5], 在当前水土流失加剧和黑土耕层变薄的严峻形势下, 应进一步加快水土流失治理, 保护珍贵黑土资源, 遏制水土流失发展态势, 恢复和提高农业生态质量, 让饱经沧桑的“北大荒”重新焕发光彩。

参考文献

- [1] 韩晓增, 李娜. 中国东北黑土地研究进展与展望[J]. 地理科学, 2018, 38(7): 1033-1035.
- [2] 谢云, 岳天雨. 土壤侵蚀模型在水土保持实践中的应用[J]. 中国水土保持科学, 2018, 16(1): 26-27.
- [3] 曹月娥, 吴芳芳, 张婷婷, 刘巍, 杨建军. 基于风蚀模型的准东地区土壤风蚀研究[J]. 干旱区资源与环境, 2018, 32(3): 95-98.

- [4] 冯雨林, 杨佳佳, 王晓光. 基于 GIS 技术的水土流失遥感定量评价研究进展[J]. 地质与资源, 2018, 27(3): 280-281.
- [5] 龙丽, 闫成璞. 松嫩平原风水蚀区水土资源利用问题与治理措施[J]. 黑龙江省水利科技, 2017, 45(10): 16-17.