

# 水土保持科技简报

第 14 期

水利部水土保持监测中心

2024 年 12 月

---

## 目 录

一、技术瞭望.....	1
陡坡地禁垦遥感监管技术.....	1
径流泥沙监测站点/数据管理云平台.....	2
二、经验交流.....	3
辽宁省阜新县生态清洁小流域水土保持生态产品价值转化方法.....	3
三、科研成果.....	5
东北黑土区融雪径流侵蚀力时空分布.....	5



## 一、技术瞭望

### ★陡坡地禁垦遥感监管技术

该技术基于卫星遥感影像、地形数据、土地利用数据、遥感监管图斑数据等，按照水土保持法对二十五度以上陡坡地的禁垦要求，创造性地将遥感影像与地形数据融合分析，提取禁垦坡度以上陡坡地范围，同时计算平均坡度和坡度面积占比，为解译的扰动图斑赋予坡度属性，结合土地利用综合分析判别疑似违法违规开垦图斑，下发地方水行政主管部门进行现场核查。该技术全流程形成了软件模块产品并开展了试点工作，有效推动了违规开垦和经济林开发水土流失问题的查处。

**技术特点：**本技术在遥感解译平台基础上，参考农作物和经济林种植开发活动解译标志，叠加禁垦坡度以上范围，对比近两年遥感影像变化，对面积 0.5 公顷以上的陡坡开垦新增（或扩大）图斑进行解译，同时结合动态监测土地利用、生产建设活动图斑、水土保持重点工程等数据，填写扰动类型、建设状态、扰动合规性、现状土地利用类型、原土地利用类型，计算平均坡度、禁垦坡度以上扰动面积占比属性。确定扰动图斑下发规则，筛选出需要现场核查的疑似违法违规开垦图斑。

**技术指标：**（1）基础数据上，主要包括 DEM 地形数据、坡度数据、遥感监管卫星影像数据、土地利用数据、遥感监管生产建设活动图斑（农事耕作、农林开发、农业大棚等）、水土保持重点工程图斑数据等。（2）工具平台上，主要包括遥感解译和现场监管两大环节的支撑工具，遥感解译主要采用协同解译平台，现场监管采用生产建设项目水土保持信息化监管平台。（3）软件功能上，主要包括陡坡开垦图斑解译、图斑核查、认定查处等功能模块，运行使用期间软件各项功能运行正常、稳定。

**适用范围：**适用于省、市、县等行政区域禁垦坡度以上陡坡地禁垦遥感监管工作。

**应用案例：**本技术在水土保持遥感监管基础上，结合水土流失动态监测土地利用、生产建设项目扰动图斑等数据，对禁垦坡度以上陡坡地范围内的农林开发活动进行遥感解译，根据扰动图斑下发规则，筛选出

需要现场核查的疑似违法违规开垦图斑，由各省组织市县开展现场核查，对问题图斑合规性进行认定查处和督促整改销号。本技术于 2024 年 2 月投入使用，在陕西省、云南省陡坡地遥感监管工作中得到了试点应用，2024 年下半年全面开展。取得了显著的社会效益。

典型应用案例 1：陕西省共解译 0.5 公顷以上图斑 1095 个，存在陡坡开垦图斑的有 79 个县，根据下发规则（平均坡度大于 25 度的 2 公顷以上图斑），筛选出需要现场核查的疑似违法违规开垦图斑 73 个，各县利用监管平台开展了外业核查。

典型应用案例 2：云南省共解译 0.5 公顷以上图斑 2200 个，存在陡坡开垦图斑的有 110 个县，根据下发规则（平均坡度大于 25 度的 2 公顷以上图斑），筛选出需要现场核查的疑似违法违规开垦图斑 486 个，各县利用监管平台开展了外业核查。

（该技术来源于 2024 年度成熟适用水利科技成果）

### ★径流泥沙监测站点/数据管理云平台

该成果包括管理、计算分析、可视化和大数据等 4 个模块，可将不同野外监测站点管理和监测的降雨、径流和泥沙含量数据实现归集，为用户提供便捷、安全、自主的监测站/数据管理。适用于坡面、小流域及河道等不同场景水土流失动态监测。

**技术特点：**该成果主要分为四个功能模块，即管理模块、计算分析模块、可视化模块和大数据模块。（1）管理模块包括：站点管理（编号、名称、主管单位、电话、联系人、Email、所属区域、所属流域、站点类型、计算模型、参数设定等）、系统管理（角色组管理、用户权限管理、注册用户管理、模型管理与数值计算）、设备检测、数据综合查询、配置管理（区域管理、经纬度设置、监测站类型配置、设备配置）等；（2）计算分析模块主要实现对数据的汇编、统计分析；（3）可视化模块主要以图形方式直观表现数据内容，包括以图形、图片、视频等形式反映历史数据和实时数据的内容以及监测现场情景；（4）大数据模块的建设包括两个部分，一是数据标准，数据规范和接口，数据模型的建设，以及

数据模型中各个监测站点间数据本身之间的相关性，提供数据存储，数据处理和数据分析能力的完整功能；二是对用户提供处理和分析数据服务功能。

**应用案例：**2018 年以来，该成果应用于全国 21 个省 55 个野外监测站点 236 个不同监测场景的径流泥沙监测，汇集 34 个野外监测站点的分钟降雨数据。这批野外实测数据可以为水土流失过程研究提供第一手宝贵监测资料，推动水土保持向定量化、精准化和信息化发展。

（该技术来源于 2023 年度成熟适用水利科技成果）

## 二、经验交流

### ★辽宁省阜新县生态清洁小流域水土保持生态产品价值转化

2024 年 12 月 30 日，松辽流域首单生态清洁小流域水土保持生态产品价值转化交易在辽宁省阜新县成功签约，受让方阜新县绿峰林业发展有限公司与出让方国有阜新县周家店林场签订阜新县绕阳河源头小流域 200 亩芍药园水土保持生态产品交易协议，交易金额 240 万元，经营权转让期限为三年。

本次核算对象为绕阳河源头生态清洁小流域，位于辽宁省阜新蒙古族自治县境内，属辽河流域。小流域涉及扎兰营子镇七家子村 1 个行政村，距离阜新县城 23.6km。流域面积 6.12km<sup>2</sup>，土壤以褐土、棕壤土为主，地貌类型以低山丘陵为主，多年平均降雨量 465mm，多年平均气温 7.4℃。流域内有丰富的植被，林草覆盖率达 62%以上，以油松、落叶松等组成的人工纯林为主。小流域范围内主要为林地，地形为丘陵山区，土壤为褐土及棕壤土，地面坡降大，土壤侵蚀以水力侵蚀为主，表现为鳞片状面蚀，主要分布在耕地、荒沟内，平均土壤侵蚀模数为 697t/km<sup>2</sup>·a，属于轻度水土流失区域。

自 2012 年以来，水利部门以小流域为实施单元，牵头在绕阳河源头流域内持续开展水土流失系统治理，先后实施了封育治理、坡改梯工程、坡面截排水设施、沟道治理、生态护岸、水保林营造、小流域整治、截污纳管、农村人居环境改善等综合治理项目，累积投资 2000 万元，取得

了显著成效。2023年，阜新县委、县政府秉持“治河先治源”理念，统筹水利、农业、林草、交通、自然资源等多个领域，投资369万元高标准启动了绕阳河源头生态清洁小流域综合治理项目。治理水土流失面积1.64万亩，实施坡耕地治理0.33万亩，完成侵蚀沟治理1条，将水土流失严重的坡耕地变为了保土、保水、保肥的“三保田”。小流域内水土保持率持续提升，2024年达到86.44%，远高于全省平均水平。

在前期调研的基础上，系统梳理了小流域的水土保持生态产品类型，拟核算的水土保持生态产品类型包括：农产品、水源涵养、土壤保持、物种保育、气候调节、固碳、释氧、洪水调蓄、旅游康养。现阶段，根据实际获取的数据将农产品供给和旅游康养作为小流域生态产品价值核算的主要类型。水土保持生态产品价值核算定价主要采用了市场价值法、替代市场价值法、旅行费用法、费用支出法、重置成本法等。价格参考来源包括中国水权交易所水权交易价、其他市场价以及相关政策、规范对价格的规定。水土保持生态产品价值核算定价见表1。

**表1 水土保持生态产品价值核算定价表**

功能指标	单位	取值	备注
农产品 (芍药)	元/亩	40000	小流域内生态农产品主要为芍药，采用亩产芍药的市场价格
旅游康养	元/每人 次	100- 280	小流域内主要为观光旅游，根据实际调查，生态旅游综合消费在100~280元/每人每次。

根据水土保持生态产品价值核算指标体系和方法，考虑绕阳河源头生态清洁小流域实际情况，通过相关基础数据的采集、整理和统计，核算出阜新县绕阳河源头生态清洁小流域水土保持生态产品的功能量，结果见表2。

**表2 绕阳河源头生态清洁小流域生态产品功能量**

生态产品类型		基线情景 万元	生态产品 现状情景	生态产品 (增量)
供给产品	农产品(芍药)/亩	0	200	200
文化服务	旅游康养/万人次	0.1	0.9	0.8

(以上由阜新蒙古族自治县水利局供稿)

### 三、科研成果

#### ★东北黑土区融雪径流侵蚀力时空分布

东北黑土区是我国融雪径流的主要形成区域之一，春季积雪融化造成的融雪侵蚀是黑土区重要侵蚀形式。融雪侵蚀发生条件多变、过程复杂，其动力条件主要是融雪径流。在东北地区，融雪侵蚀相关研究多集中于坡面尺度上的侵蚀特征研究；在坡面尺度、小流域和中大流域连续多尺度上的研究也仅限于融雪系数的比较。为填补我国东北黑土区融雪侵蚀研究的不足，解决融雪侵蚀研究存在的重要问题，想要更精准地对东北黑土区融雪侵蚀进行预报和防治，重要任务是掌握融雪径流侵蚀力的作用强弱。本文以刘宝元等界定的东北黑土区范围为例，采用 ZACHER 提出的方法，通过对融雪径流侵蚀力的时空异质性及其主要影响因子特征进行分析，并进行融雪径流侵蚀力的计算与分区，进而明确融雪径流侵蚀力的区域时空分布特征，对预测和计算该区融雪侵蚀量具有重要参考意义。

融雪期积雪深度时空分布特征：由图 1 可知，1990—2020 年东北黑土区年平均融雪期积雪深为 1.25cm，不同分区融雪期积雪深平均值从大到小分别为：蒙东黑土亚区(1.98cm)>三江黑土亚区(0.97cm)>松嫩黑土亚区(0.8cm)。通过气候要素的线性倾向估计来表征近 31 年东北黑土区各分区融雪期的雪深变化情况，东北黑土区融雪期雪深均呈现增加趋势，其中，雪深增加最明显的分区是三江黑土亚区，增加速率为 0.97cm/10a，并通过了 0.05 显著性检验；其次是松嫩黑土亚区，融雪期雪深增加速率为 0.82cm/10a，通过了 0.05 显著性检验；融雪期雪深增加速率最缓的是蒙东黑土亚区，增加速率值为 0.24cm/10a，通过了 0.01 显著性检验。

气象条件、地形地貌、植被分布等的变异性致使积雪的时空分布、积累和消融特征变化差异显著。东北黑土区融雪期积雪主要特征是北部大、南部小，多年平均融雪期雪深在 0-12cm。

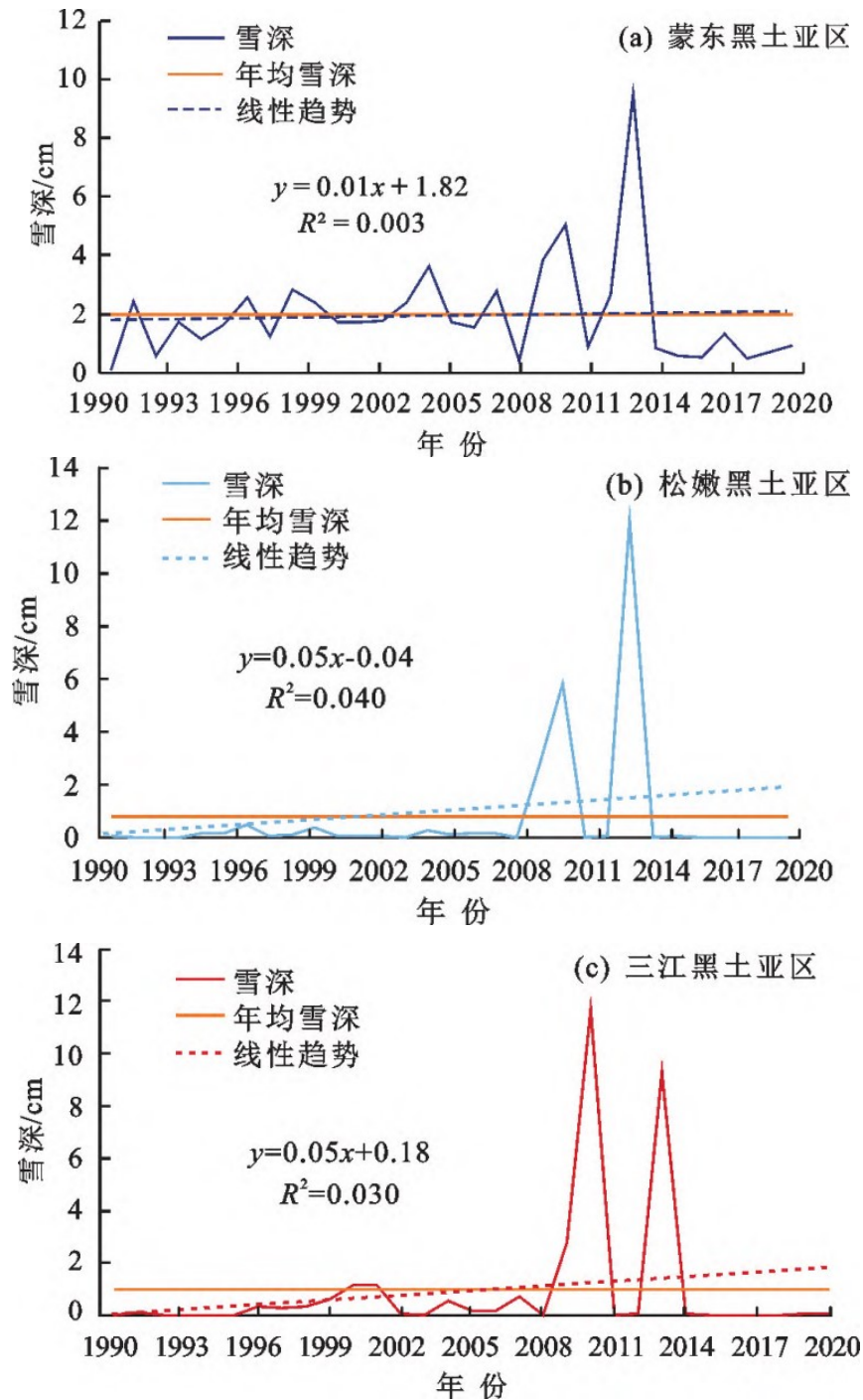


图 1 1990 -2020 年东北黑土区融雪期积雪深度及线性趋势

由图 2 可知，1990-2020 年东北黑土区融雪期积雪深度存在 1 个高值区：西北部高值区，集中在蒙东黑土亚区北部呼伦贝尔地区，多年平均融雪期积雪深度最大值为 15.12cm。东北黑土区融雪期雪深有 2 个低值区：一是南部低值区，集中在蒙东黑土亚区南部锡林郭勒盟地区、松嫩黑土亚区南部哈尔滨长春等地区；二是东部低值区，集中在三江黑土亚区。而 2 个低值区积雪深度均在 2cm 以下。



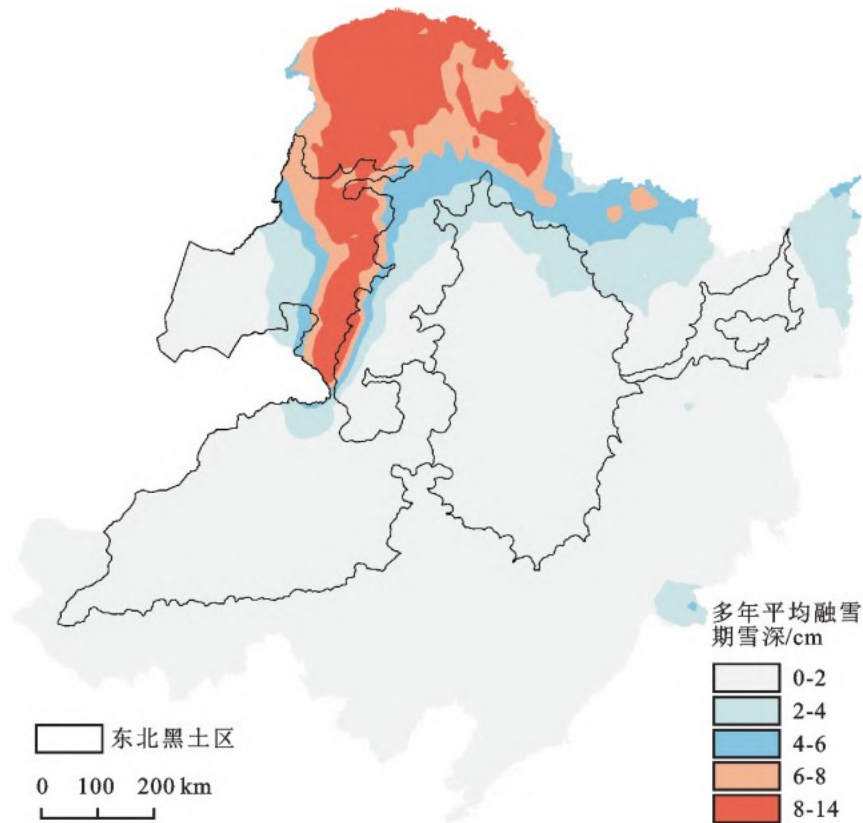


图 2 1990 -2020 年东北黑土区融雪期积雪深度空间分布

**融雪径流侵蚀力时间分布特征：**通过日径流模型计算东北黑土区融雪径流侵蚀力值，由图 3 可知 1990-2020 年近 31 年东北黑土区融雪径流侵蚀力多年日平均值为  $0.01(\text{MJ}\cdot\text{mm})/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$ ，其中三江黑土亚区最大  $[R=0.08(\text{MJ}\cdot\text{mm})/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})]$ ，蒙东黑土亚区次之  $[R =0.02 (\text{MJ}\cdot\text{mm})/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})]$ ，松嫩黑土亚区最小  $[R=0.005 (\text{MJ}\cdot\text{mm})/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})]$ 。东北黑土区各亚区多年平均 R 值的线性趋势均为单峰曲线；蒙东黑土亚区融雪径流侵蚀呈先增长后减小态势，其多年日均融雪径流侵蚀力值在 2009 年最大  $[R =0.11(\text{MJ}\cdot\text{mm})/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})]$ ；松嫩黑土亚区融雪径流侵蚀力呈现增长-减小态势，其多年平均 R 值最高点在 2009 年  $[R =0.05 (\text{MJ}\cdot\text{mm})/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})]$ ；三江黑土亚区，其融雪径流侵蚀力趋势线峰值点在 2000 年，在 2000 年后至今呈现减小态势，多年平均 R 最大值在 2001 年  $[(R=1.12 (\text{MJ}\cdot\text{mm})/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a}))]$ 。

**融雪径流侵蚀力空间分布特征：**(1)东北黑土区融雪径流侵蚀力受地形、降水、积雪与地表径流等因子作用，空间异质性较强。由图 3 可

知，近 31 年，东北黑土区多年日均融雪径流侵蚀力空间分布主要特征为中间小、周围大。多年日平均融雪径流侵蚀力为  $0.01 \text{ (MJ}\cdot\text{mm)}/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$ ；融雪径流侵蚀力日平均值在  $0-0.21 \text{ (MJ}\cdot\text{mm)}/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$  内，R 在  $0-0.01 \text{ (MJ}\cdot\text{mm)}/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$  占比最多，为 88.54%，R 最大值在  $0.15-0.21 \text{ (MJ}\cdot\text{mm)}/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$  占比 0.34%。其中，蒙东黑土亚区北部部分地区多年日平均融雪径流侵蚀力最大，R 平均值在  $0.10 \text{ (MJ}\cdot\text{mm)}/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$  以上，面积占全研究区的 1.60%；中部松嫩黑土亚区 R 值最小。东北黑土区多年日平均融雪径流侵蚀力分布存在 1 个高值区；西北部高值区，主要集中在海拉尔至阿尔山地区及附近，R 最大值达到  $0.21 \text{ (MJ}\cdot\text{mm)}/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$ 。分区来看，蒙东黑土亚区多年日平均融雪径流侵蚀力在  $0-0.21 \text{ (MJ}\cdot\text{mm)}/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$  范围内，其中 R 值最大在  $0.15-0.21 \text{ (MJ}\cdot\text{mm)}/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$  范围内，像元面积占该区域的 3.03%；松嫩黑土亚区多年日均融雪径流侵蚀力相对较小，全区 R 值在  $0-0.01 \text{ (MJ}\cdot\text{mm)}/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$  占比最大(99.94%)；三江黑土亚区多年日均融雪径流侵蚀力在  $0-0.05 \text{ (MJ}\cdot\text{mm)}/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$  范围内，其中 R 最大值在  $0.01-0.02 \text{ (MJ}\cdot\text{mm)}/(\text{hm}^2\cdot\text{h}\cdot\text{a})$ ，像元面积占该区域的 11.53%。

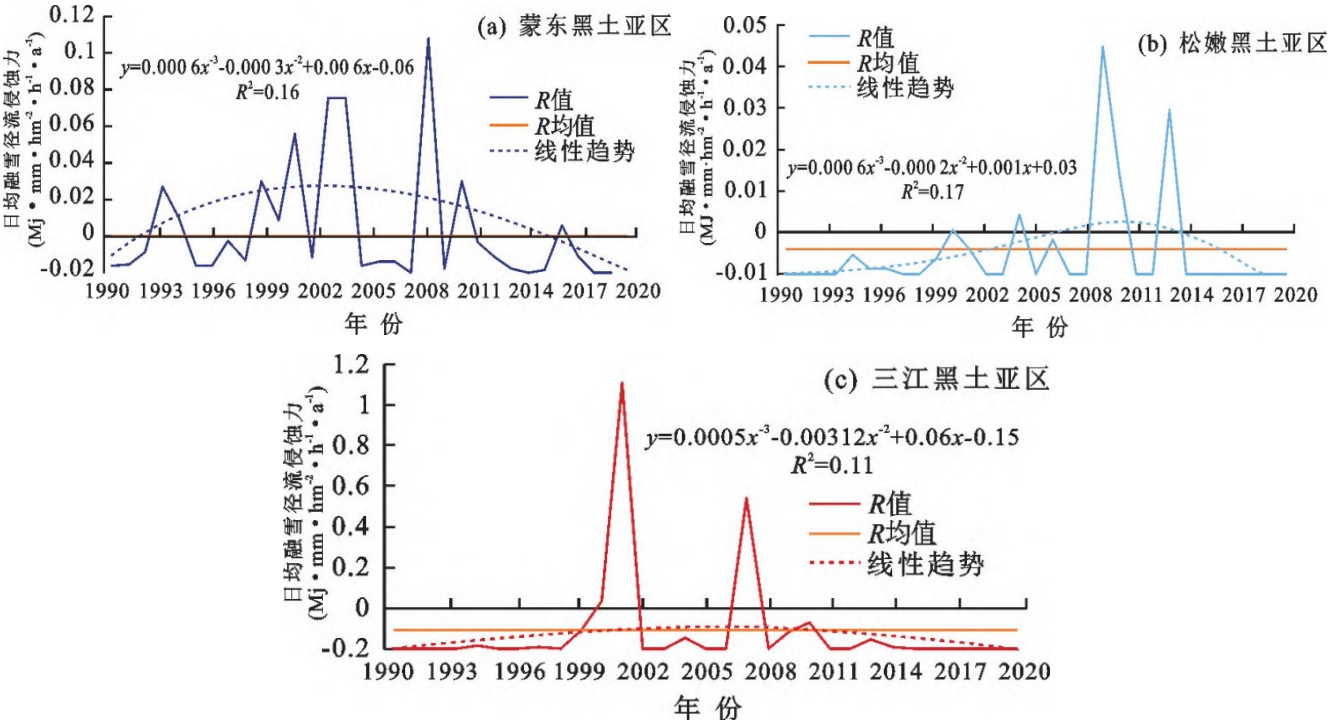


图 3 1990 -2020 年东北黑土区日平均融雪径流侵蚀力及线性趋势

(2)通过逐像元值 slope 计算出 1990 -2020 年东北黑土区日均融雪径流侵蚀力变化情况。由图 4 可知，1990 -2020 年东北黑土区日均融雪径流侵蚀力年均变化幅度为-0.03-0.01 (MJ·mm)/(hm<sup>2</sup>·h·a)，其中呈现不变趋势地区面积占比最大(89.45%)，小幅下降次之，面积占比 8.25%，面积占比最小的变化趋势为中幅上升，仅为 0.01%。分区来看，近 31 年蒙东黑土亚区多年日均融雪径流侵蚀力以不变趋势为主(86.91%)，该区域年平均变化幅度最大值在 0.005-0.01(MJ·mm)/(hm<sup>2</sup>·h·a)内，像元面积占该区域的 0.03%；松嫩黑土亚区多年日平均 R 值变化趋势以不变趋势为主(99.46%)；三江黑土亚区多年日平均融雪径流侵蚀力年平均变化幅度范围为-0.01-0.005 (MJ·mm)/(hm<sup>2</sup>·h·a)，其中呈下降趋势占比最大，像元面积占该区域的 60.30%，有 95.46%为小幅下降。

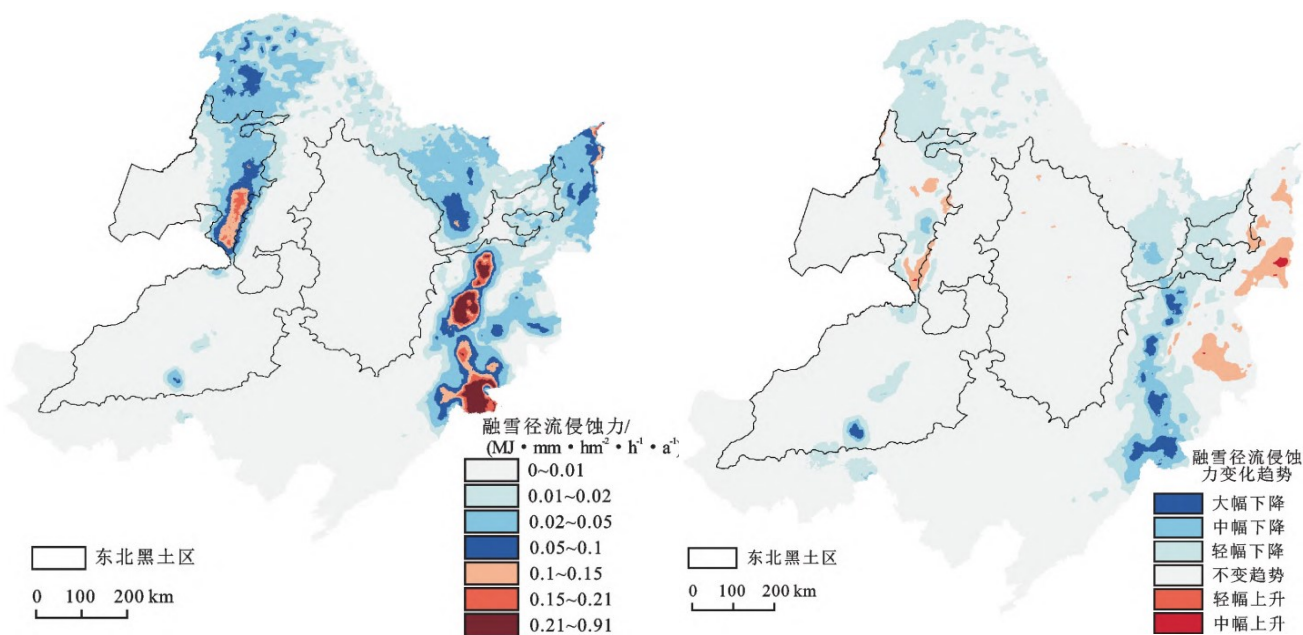


图 4 1990 -2020 年东北黑土区日平均融雪径流侵蚀力及变化空间分布

(王鑫雨, 范昊明. 东北黑土区融雪径流侵蚀力空间分布[J]. 水土保持学报, 2024, 38 (1) : 40-48, 59.)

发送范围：部领导，相关司局，流域和省水行政主管部门及监测机构，有关科研机构和高校