

黄河流域 12.5 米分辨率土壤流失方程坡度坡长因子

数据集

郑诚^{1,2}, 史海静^{1,3,4*}, 张少伟⁵, 税军峰¹, 曹晓萍¹, 姜艳敏³

1. 西北农林科技大学水土保持研究所, 陕西杨陵 712100
2. 西北农林科技大学草业与草原学院, 陕西杨陵 712100
3. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西杨陵 712100
4. 国家科技基础条件平台国家地球系统科学数据中心, 北京 100101
5. 自然资源部陕西基础地理信息中心, 西安 710054

摘要: 黄河流域是中国水土流失和土壤侵蚀最为严重的地区之一。土壤流失方程坡度坡长因子是研究水土流失和土壤侵蚀的关键基础数据, 也是土壤侵蚀模型 USLE 和 CSLE 中的重要参数。本研究基于 ALOS 12.5m DEM 数据, 通过区域 LS 因子计算工具计算获取了坡度因子、坡长因子、坡度坡长因子 (LS 因子) 和坡长 4 个土壤流失关键因子数据。本数据集覆盖了整个黄河流域地区, 空间分辨率为 12.5 m, 可为区域水土流失评价、土地利用以及水土保持措施规划等提供数据支撑。

关键词: 坡度因子; 坡长因子; LS 因子; DEM; 土壤侵蚀

数据库(集)基本信息简介

数据库(集)名称	黄河流域12.5米分辨率土壤流失方程坡度坡长因子数据集
数据作者	郑诚、史海静、张少伟、税军峰、曹晓萍、姜艳敏
数据通信作者	史海静(shihaijingcn@nwafu.edu.cn)
数据时间范围	2015年
地理区域	中国黄河流域, 地理范围包括32° 9' - 42° 50' N, 96° 52' - 119° 3' E
空间分辨率	12.5 m
数据量	219 GB
数据格式	TIFF
数据服务系统网址	http://www.dx.doi.org/10.11866/db.loess.2021.019 (坡长) http://www.dx.doi.org/10.11866/db.loess.2021.016 (坡长因子) http://www.dx.doi.org/10.11866/db.loess.2021.018 (LS因子) http://www.dx.doi.org/10.11866/db.loess.2021.017 (坡度因子)
基金项目	国家科技基础条件平台建设项目(2005DKA32300); 中国科学院西部之光“西部青年学者”项目 (XAB2020YN04)。

文献 CSTR:

32001.14.11-6035.ncdc.2021.0021.zh

文献 DOI:

10.11922/11-6035.ncdc.2021.0021.zh

数据 DOI:

10.11866/db.loess.2021.019

10.11866/db.loess.2021.016

10.11866/db.loess.2021.018

10.11866/db.loess.2021.017

文献分类: 地球科学

收稿日期: 2021-11-02

开放同评: 2021-12-12

录用日期: 2022-02-18

发表日期: 2022-11-14

* 论文通信作者

史海静: shihaijingcn@nwafu.edu.cn

数据库（集）组成	数据集包括4个数据文件，分别为黄河流域12.5米分辨率的(1)土壤流失方程坡度坡长因子(坡长)数据集；(2)土壤流失方程坡度坡长因子(坡长因子)数据集；(3)土壤流失方程坡度坡长因子(LS因子)数据集；以及(4)土壤流失方程坡度坡长因子(坡度因子)数据集。每个数据集包含 197 个图幅，如：n30e099.00.CSLE_L.tif, n30e099.01.CSLE_L.tif, …, n39e111.08.CSLE_L.tif。
----------	---

引言

黄河流域从西向东横跨青藏高原、内蒙古高原、黄土高原和黄淮海平原，是中国重要的生态屏障和地学等相关学科重要研究区域^[1-2]。然而，黄河流域生态脆弱，水土流失严重，特别是黄土高原地区，是我国乃至世界上水土流失面积最广、强度最大的地区之一^[3]。虽然经过长期治理，黄河流域的水土流失面积持续减少，但该区的强烈及以上等级的水土流失严重，尤其在黄土高原地区强烈及以上等级的水力侵蚀面积占全国水力侵蚀面积的 1/4^[4]。同时，由于近年来全球气候变化，区域极端气候事件频发，加之黄河流域特殊的地形地貌，该区域水土流失严重和强度较高的问题依然存在，黄河流域仍是我国水土保持和生态建设的重点区域^[5]。

水土流失动态监测是落实国家生态文明建设决策部署的重要支撑。土壤侵蚀模数计算是水土流失动态监测必不可少的环节之一^[6]，而土壤流失方程是水土流失动态监测的关键计算方法。目前由于数据源分辨率不足，区域尺度上土壤侵蚀相关研究受到限制。因此，高质量区域尺度的土壤流失方程因子对于水土保持和生态建设具有重要意义^[7-8]。地形对土壤流失的影响包括坡度的大小、坡长和地形起伏等因素影响，坡度坡长因子是对地形或某一方面特征的具体数字描述。在 USLE(Universal Soil Loess Equation)^[9]/RUSLE (Revised Universal Soil Loess Equation)^[10]/CSLE(Chinese Soil Loess Equation)^[11]系列模型中，通常以 S 和 L 分别表示坡度、坡长因子，LS 是一个无量纲的复合地形因子^[12-16]。

数字高程模型是地表形态的数字化表达，蕴含了丰富的地学应用分析所必需的地形地貌信息^[8]。利用 DEM(Digital Elevation Model)作为基础信息源，实现对水土流失地形因子的提取是一种快捷有效的方法^[17]，能为区域水土流失分析提供有价值的数据参考，也能加深认识地形因子对水土流失的影响机理^[18-20]，为区域水土流失防治措施提供科学依据。

本数据集利用 ALOS (Advanced Land Observing Satellite) 12.5 m 分辨率的 DEM 数据提取了坡度坡长数据，并采用 LS-Tool 计算工具计算获得了黄河流域坡长因子、坡度因子、LS 因子和坡长 4 项土壤流失方程因子。数据可应用于黄河流域全区或部分地区的土壤侵蚀定量评价、侵蚀地形分析、陆地水文分析、植被适宜性评估等，也可以用于基于 GIS 地表过程定量模拟、地形分析的教学。

1 数据采集和处理方法

1.1 数据采集方法

黄河流域 12.5 m 分辨率 DEM 数据集是基于日本 ALOS 12.5 m DEM 计算获得。ALOS 数据源为 2006–2011 年全天候数据，于 2015 年发布在美国航空航天局 (National Aeronautics and Space

Administration, 简称 NASA) 的阿拉斯加卫星设备 (Alaska Satellite Facility, 简称 ASF) 分布式活动档案中心 (Distributed Active Archive Centers, 简称 DAAC), 数据下载地址为 <https://search.asf.alaska.edu/#/>。黄河流域 12.5 m 分辨率 DEM 数据集生成时间为 2020 年。数据裁切的黄河流域边界(图 1)来源于国家地球系统科学数据中心黄土高原分中心(<http://loess.geodata.cn/>)。

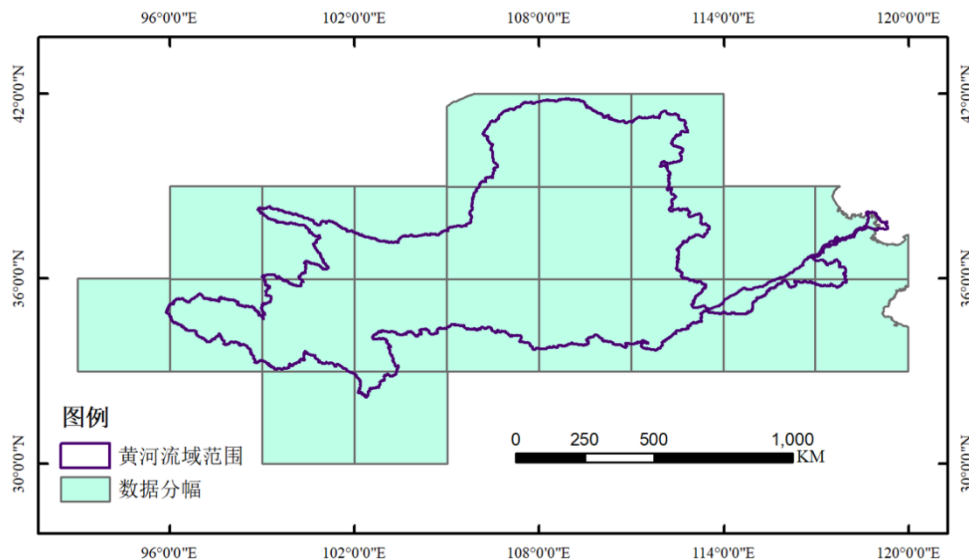


图 1 黄河流域边界图

Figure 1 Boundary of the Yellow River Basin

1.2 数据处理

数据处理基于 ARCGIS 10.2 和在 van Remortel C++代码的基础上开发的区域尺度 LS 因子计算工具, 研究方法参考相关文献^[21-23]。分为 DEM 数据处理和 LS 计算两个步骤。

1.2.1 DEM 处理

DEM 数据处理在 ARCGIS 10.2 环境下进行, 分为预处理、分幅、投影、镶嵌四个步骤。具体处理如下:

预处理: 首先对 ALOS 12.5 M DEM 进行镶嵌, 由于数据量较大, 镶嵌操作时每个镶嵌块数据小于 5 GB, 通过查看各镶嵌块找出异常数据。对于数据中存在的空洞区域(不足研究区域的 0.1%), 使用 30 米分辨率 Aster GDEM 进行填补。由于二者之间可能存在一定高差, 在填补时需要调整 Aster DEM, 在边缘重叠区域选取若干点位计算高差平均值, 利用平均值调整 Aster GDEM 后, 使高程值与 12.5 M DEM 的高程值匹配, 进行填补。调整后的高差范围约 0–2 米(图 2)。

分幅: 为了便于使用和管理, 对数据进行镶嵌后, 按网格进行分幅, 黄河流域范围纬度为 30°–42°N, 93°–120°E, 涉及的数据源共 22 个图幅(图 3), 每个图幅按左下角的坐标来命名, 如 N36 E117.tif, 表示分幅 36°–39°N、117°–120°E 分块。对于镶嵌的重叠区域采用最大值法进行覆盖, 分幅时采取 1000 m 重叠带。

投影: 地理坐标系是一种球面坐标系, 由于地球表面上的点不能直接表示在平面上, 因此必须建立地球表面和平面上点的函数关系, 这个过程就叫做地图投影。为了减小地图投影误差, 本数据

集采用 UTM (Universal Transverse Mercator)坐标系投影, 椭球体为 WGS-1984, 采用 6°分带, 黄河流域区域涉及 47 - 50 四个投影带。投影和镶嵌过程中的重采样方法均为最邻近法, 采样分辨率确定为 12.5 m, 该方法简单高效、运算速度快, 且不会改变原始影像栅格值。

1.2.2 区域 LS 计算原理

获得所需 DEM 之后, 利用 van Remortel C++计算水土流失因子, 步骤分为洼地填充、计算水流流向、栅格入口/出口坡长计算、计算坡长坡度因子四个步骤。1) 填洼填充处理。DEM(Digital Elevation Model)一般存在高程值低于周围凹陷点, 这些点无法进行流向判断而造成流路中断。本次计算采用扫描窗口法进行填洼处理^[19]; 2) 计算水流流向。本研究采用最大坡降算法, 根据 DEM 数据的栅格坡度的最佳代表值是以之为中心 3×3 窗口内其周围方向坡度最大值, 水流方向与最大坡降一致。3) 栅格入口/出口坡长(L)计算。依据水流方向和中断因子计算入口坡长, 入口坡长为流入栅格中坡长最大值; 出口坡长为栅格入口坡长与入流及出流方向对应的非累计坡长。4) 计算坡度坡长因子(LS)。依据坡度的不同分别采用公式(1) - (2)计算坡度因子(S), 根据用户输入的坡长因子计算方法计算坡长因子。总体设计流程及计算公式如下:

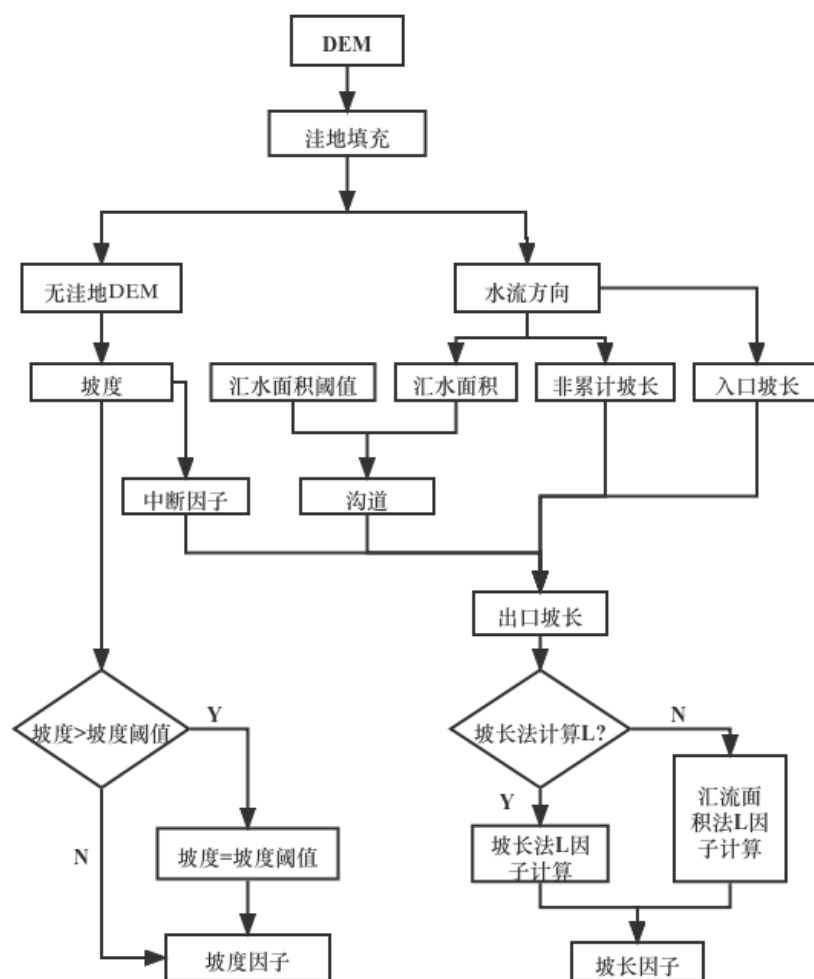


图2 算法总体设计流程图

Figure 2 Flow chart of the overall design of the algorithm

$$s = \begin{cases} 10.8 \sin \theta + 0.03 & \theta < 5^\circ \\ 16.8 \sin \theta - 0.05 & 5^\circ \leq \theta < 10^\circ \\ 21.9 \sin \theta - 0.96 & \theta \geq 10^\circ \end{cases} \quad (1)$$

$$L = (\lambda/22.1)^m, \quad m = \begin{cases} 0.2 & \theta \leq 1^\circ \\ 0.3 & 1^\circ < \theta \leq 3^\circ \\ 0.4 & 3^\circ < \theta \leq 5^\circ \\ 0.5 & \theta > 5^\circ \end{cases} \quad (2)$$

公式 (1)、(2) 中 s 为坡度因子; θ 为坡度值; L 为坡长因子; λ 为坡长 (m); 22.1 为 22.1m 标准小区坡长^[19]。

输入的 DEM 数据为 ASCII 格式文本文件, 为保证 DEM 数据的合理性, 在进行计算前要对数据进行预处理: 首先修正 DEM 数据内部的 NODATA 栅格。完成数据修正后, 进行双环洼地填充之后利用 DEM 同时获取流向、坡度和单元坡长, 再根据流出方向获得单元流入方向, 该流入方向为周围 8 栅格点的流出方向为该单元格时的累加流向。利用流路中断点、单元坡长和流出方向 3 个数据计算累积坡长。计算坡长因子指数, 根据累积坡长及坡长因子指数获得坡长因子, 根据坡度数据计算坡度因子, 最终获得 LS 因子。

LS 因子计算提取算法使用由杨勤科^[22]开发的 C++.NET 2005 设计计算完成。图 3 显示了系统操作界面及参数设置对话框。



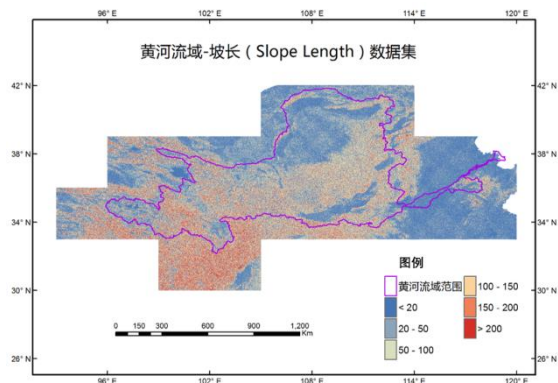
图 3 数据处理界面

Figure 3 Data processing interface

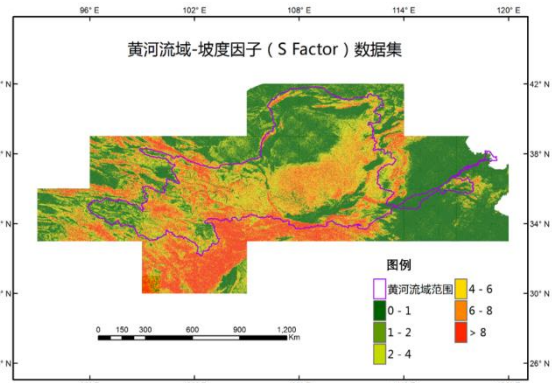
2 数据样本描述

本数据集包含 4 个黄河流域水土流失方程地形因子数据子集, 每个子集存放在独立文件夹中, 命名方式为: CSLE_Length (坡长数据集)、CSLE_Factor_L (坡长因子数据集)、CSLE_Factor_LS

(坡度坡长因子数据集)、CSLE_Factor_S(坡度因子数据集), 每个文件夹里包含 197 个分幅数据, 分幅方式为按照左下角坐标进行分幅, 大小为 $3^{\circ} \times 3^{\circ}$ 度网格, 然后裁切为 9 分, 具体分块号为最下一行 0、1、2, 中间一行依次为 3、4、5, 上面一行为 6、7、8。图 4(a-d)为黄河流域 4 个水土流失因子数据图层, 依次为 Length、CSLE_L、CSLE_LS、CSLE_S。图 5(a-c)为 4 个数据集的局部图。



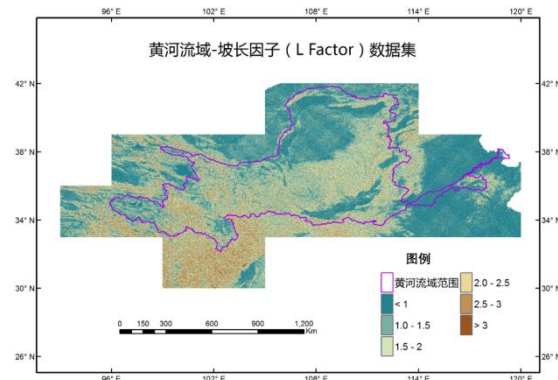
(a) 黄河流域坡长图



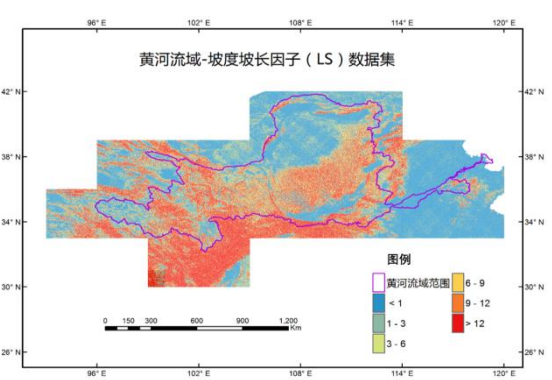
(b) 黄河流域坡度因子图

(a) Slope length diagram of the Yellow River Basin

(b) Slope steepness factordigram of the Yellow River Basi



(c) 黄河流域坡长因子图



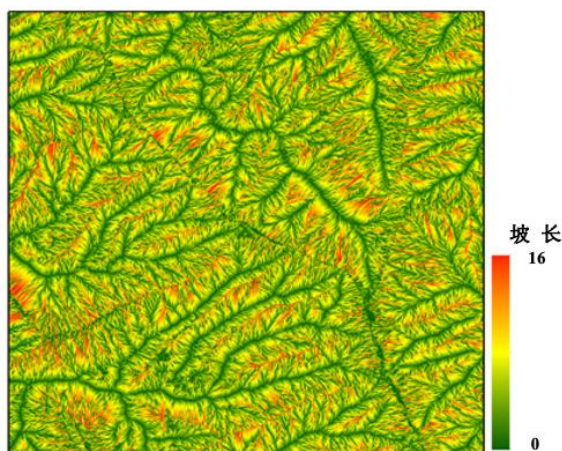
(d) 黄河流域坡度坡长因子图

(c) Slope length factor diagram of the Yellow River Basin

(d) LS factor diagram of the Yellow River Basin

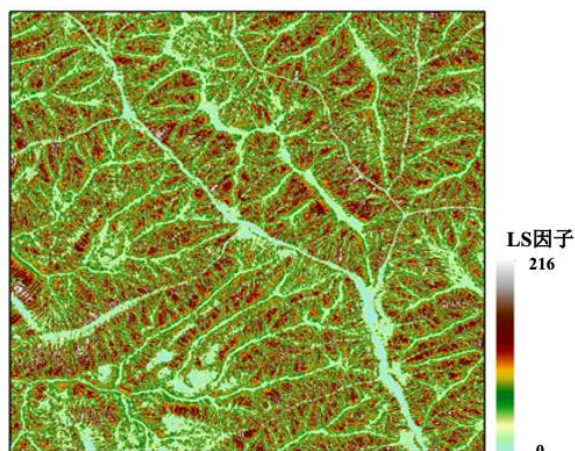
图 4 黄河流域 4 个水土流失因子数据图层

Figure 4 Four soil and water loss factor diagrams of the Yellow River Basin



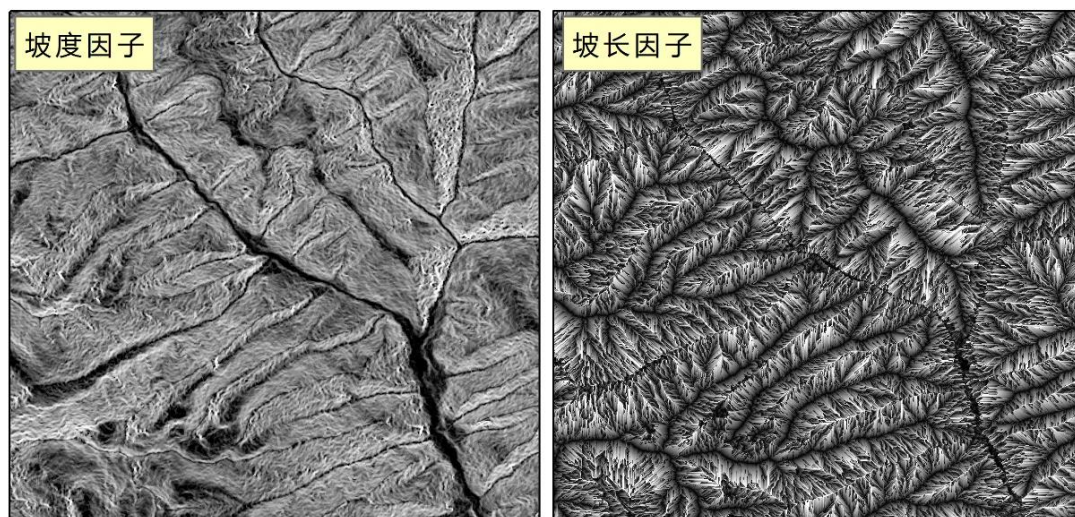
(a) 坡长局部图

(a) Section diagram of slope length



(b) 坡度坡长因子局部图

(b) Section diagram of LS factors



(c) 坡度因子、坡长因子局部图

(c) Section diagrams of slope and slope length factors

图 5 数据集局部图

Figure 5 Section diagrams of this dataset

3 数据质量分析

激光雷达是以脉冲激光作为技术手段, 通过向目标发射探测信号, 然后将接收到的从目标反射回来的信号与发射信号之间的时间差来计算传感器到地面采样点之间距离的主动遥感技术^[24]。GLA14 数据由于采用了高精度波形采集设备、高效回波处理算法和精密定姿定位设备, 它的平面精度为 10 m, 垂直精度可以达到 15 cm^[25], 并且已经有大量相关的分析处理和应用研究证明它的精度优势^[26-28]。因此, 为了验证本数据的可靠性, 利用 GLA14 测高数据对黄河流域 ALOS 12.5 m 分辨率 DEM 数据精度进行评价。首先在 ArcGIS 中将 GLA14 测高数据统一到 ALOS 12.5 m DEM 数据的投影系统下, 然后提取 GLA14 点位置对应的 ALOS 12.5 m 分辨率 DEM 数据的高程值。以 GLA14 数据的高程为参考值, 计算 ALOS 12.5 m 分辨率 DEM 数据的绝对垂直误差, 并以 ± 50 m 为阈值对 GLA14 测高数据进行粗差剔除。在剔除之前, 共选取 36764 个 GLA14 轨道点, 剔除粗差后共有 33709 个数据点参与 ALOS 12.5 m 分辨率 DEM 数据的精度评价, 经过黄河流域的部分数据轨道见图 6。

将 GLA14 测高数据与 ALOS 12.5 m DEM 数据的高程值进行回归分析, 结果显示, GLA14 测高数据与 ALOS 12.5 m DEM 数据的高程值具有较好的线性关系(图 7), 决定系数为 0.9996。并对 GLA14 测高数据与 ALOS 12.5 m DEM 数据之间的绝对垂直误差进行统计, 统计参数包括平均误差、绝对误差均值、标准差和均方根误差。平均误差可以反映两种数据高程点误差的整体趋势; 绝对误差均值可以避免计算过程中正负值互相抵消的情况; 标准差能反映一个数据集的离散程度; 而均方根误差是用来衡量观测值同真值之间的偏差。GLA14 测高数据与 ALOS 12.5 m DEM 数据高程值的平均误差为 0.226 m, 绝对误差均值为 3.716 m, 标准差为 6.065 m, 均方根误差为 0.033 m。两种数据的误差频率分布直方图见图 8, 可以看出, 误差较小且分布比较集中。因此, 综上所述, ALOS 12.5 m DEM

数据值具有较高的绝对垂直精度。

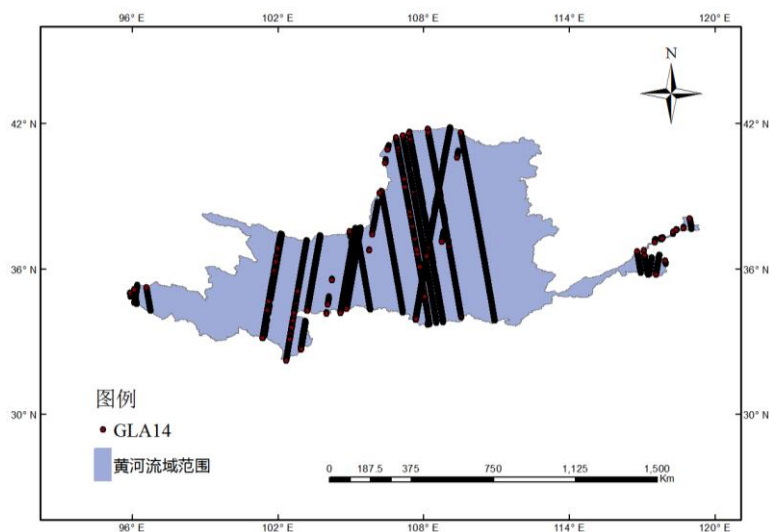


Figure 6 Part of the GLA14 altimetry data track

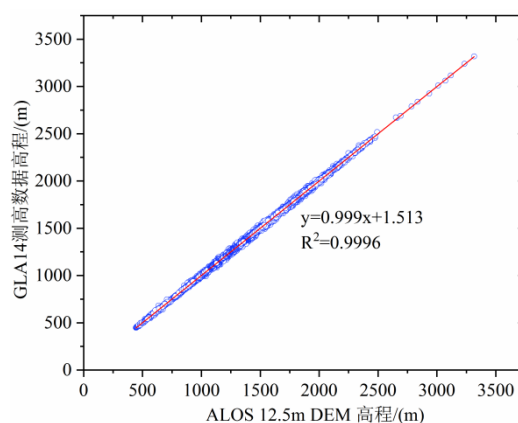


Figure 7 Regression correlation between GLA14 altimetry data and ALOS 12.5 m DEM data

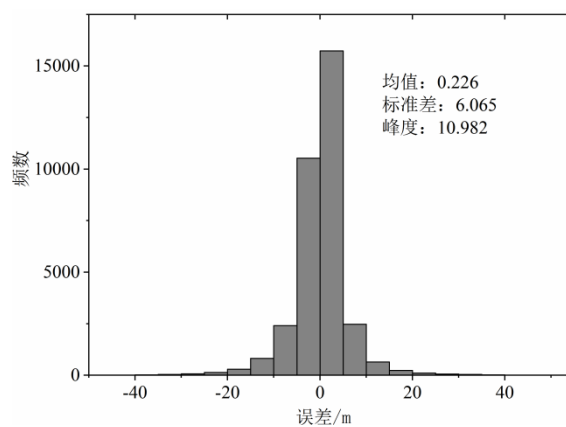


Figure 8 Distribution of error frequency

其次, 土壤侵蚀因子数据质量评估采用 AML 程序和 C++ 程序计算结果进行对比分析(表 1)。对坡度、坡长、LS 值的最大值、最小值、平均值、标准差进行了对比, 坡度和坡长几乎无差异, 其中累积坡长值存在的差异最大。

表 1 LS 因子计算结果对比

Table 1 Comparison of LS factor calculation results

对比项	AML 程序和 C++ 运行结果相对差异(%)			
	最大值	最小值	平均值	标准差
坡度	0.00	0.00	0.00	0.00
累积坡长	1.10	0.00	0.06	0.22
LS 值	0.00	0.00	0.00	0.00

4 数据价值

区域土壤侵蚀调查制图是土壤侵蚀治理宏观规划的基础, 也是区域尺度土壤侵蚀研究的主要手段。本数据集是基于黄河流域 12.5 m 分辨率 DEM 计算并提取的黄河流域土壤流失方程地形因子的数据产品。该数据集可用于黄河流域全区或局部流域尺度区域土壤侵蚀评价、水土保持环境效益评价、流域水文分析等应用研究, 为区域尺度水土保持工作提供有价值的参考。

5 数据使用方法和建议

本数据已在国家地球系统科学数据中心-黄土高原分中心(<http://loess.geodata.cn>)发布并提供共享服务。用户注册成功并登录系统后, 进入平台查询搜索, 根据需要下载数据即可。ArcMap 等 GIS 软件或 ENVI、PIE 等软件均支持该数据的读取、编辑和统计分析等操作。

致 谢

感谢国家地球系统科学数据中心-黄土高原分中心(<http://loess.geodata.cn>)提供数据和技术支撑。

数据作者分工职责

郑诚(1993—), 山西人, 博士研究生, 研究方向为植被恢复与模型构建。主要承担工作: 基础数据收集, 数据论文撰写。

史海静(1983—), 陕西人, 博士, 副研究员, 研究方向为地形复杂区环境异质性研究, 水土保持和 GIS 应用, 以及数据挖掘。主要承担工作: 数据生产总体设计, 数据质量控制, 数据论文修改。

张少伟(1985—), 陕西人, 硕士, 工程师, 从事遥感与科学数据处理工作。主要承担工作: 基础数据处理和加工。

税军峰(1973—), 陕西人, 博士, 实验室, 从事科学数据管理工作。主要承担工作: 基础数据收集,

数据加工。

曹晓萍(1963—), 陕西人, 硕士, 高级实验师, 从事科学数据管理工作。主要承担工作: 基础数据收集, 数据质量控制。

姜艳敏(1994—), 河南人, 博士研究生, 研究方向为土壤侵蚀监测与评价。主要承担工作: 基础数据收集。

参考文献

- [1] 黄贤金, 陈逸, 赵雲泰, 等. 黄河流域国土空间开发格局优化研究: 基于国土开发强度视角[J]. 地理研究, 2021, 40(6):1554 – 1564. DOI:10.11821/dlyj020200546. [HUANG X J, CHEN Y, ZHAO Y T, et al. Optimization on land spatial development pattern in the Yellow River Basin: from the perspective of land development intensity[J]. Geographical Research, 2021, 40(6):1554–1564. DOI:10.11821/dlyj020200546.]
- [2] FU B J, WANG S, LIU Y, et al. Hydrogeomorphic ecosystem responses to natural and anthropogenic changes in the loess plateau of China[J]. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 2017, 45: 223–243. DOI:10.1146/annurev-earth-063016-020552.
- [3] 王尧, 陈睿山, 郭迟辉, 等. 近 40 年黄河流域资源环境格局变化分析与地质工作建议[J]. 中国地质, 2021, 48(1):1 – 20. DOI:10.12029/gc20210101. [WANG Y, CHEN R S, GUO C H, et al. Changes of resource and environmental pattern of the Yellow River Basin in the past 40 years and suggestions on geological work[J]. Geology in China, 2021, 48(1):1–20. DOI:10.12029/gc20210101.]
- [4] 苏佳园, 王白春, 王飞, 等. 论水土保持在黄河流域生态保护和高质量发展战略中的地位和作用[J]. 中国水土保持, 2021(11): 1–3. DOI:10.14123/j.cnki.swcc.2021.0259. [SU J Y, WANG B C, WANG F, et al. On the position and role of soil and water conservation in the ecological protection and high-quality development strategy of the Yellow River Basin[J]. Soil and Water Conservation in China, 2021(11): 1–3. DOI:10.14123/j.cnki.swcc.2021.0259.]
- [5] LIU B Y, XIE Y, LI Z G, et al. The assessment of soil loss by water erosion in China[J]. International Soil and Water Conservation Research, 2020, 8(4): 430–439. DOI:10.1016/j.iswcr.2020.07.002.
- [6] 王恒松, 熊康宁, 张芳美. 地形因子对喀斯特坡面水土流失影响的机理研究[J]. 水土保持通报, 2015, 35(4): 1–7. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2015.04.002. [WANG H S, XIONG K N, ZHANG F M. Mechanism study on effects of terrain on soil erosion of Karst slope[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2015, 35(4): 1–7. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2015.04.002.]
- [7] 欧镇丽, 刘彦花, 廖丹婵, 等. 基于 DEM 地形因子的水土流失分析[J]. 测绘与空间地理信息, 2021, 44(2):58 – 63. DOI:10.3969/j.issn.1672-5867.2021.02.014. [OU Z L, LIU Y H, LIAO D C, et al. Analysis of soil and water loss based on DEM terrain factor[J]. Geomatics & Spatial Information Technology, 2021, 44(2):58 – 63. DOI:10.3969/j.issn.1672-5867.2021.02.014.]
- [8] 汤国安. 我国数字高程模型与数字地形分析研究进展[J]. 地理学报, 2014, 69(9): 1305–1325. DOI:10.11821/dlxb201409006. [TANG G A. Progress of DEM and digital terrain analysis in China[J].

- Acta Geographica Sinica, 2014, 69(9): 1305–1325. DOI:10.11821/dlxb201409006.]
- [9] WISCHMEIER WH, SMITH D. Predicting rainfall erosion losses-a guide to conservation planning[J]. Agriculture Handbook, 1978, 537:285-291.
- [10] RENARD K G, Agricultural Service W D, Foster G R, et al. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)[J]. AGRIS 1997.
- [11] LIU B Y, NEARING M A, RISSE L M. Slope gradient effects on soil loss for steep slopes[J]. Transactions of the ASAE, 1994, 37(6): 1835–1840. DOI:10.13031/2013.28273.
- [12] KARYDAS C G, PANAGOS P, GITAS I Z. A classification of water erosion models according to their geospatial characteristics[J]. International Journal of Digital Earth, 2014, 7(3): 229–250. DOI:10.1080/17538947.2012.671380.
- [13] LU S J, LIU B Y, HU Y X, et al. Soil erosion topographic factor (LS): accuracy calculated from different data sources[J]. CATENA, 2020, 187: 104334. DOI:10.1016/j.catena.2019.104334.
- [14] WANG C M, SHAN L X, LIU X, et al. Impacts of horizontal resolution and downscaling on the USLE LS factor for different terrains[J]. International Soil and Water Conservation Research, 2020, 8(4): 363–372. DOI:10.1016/j.iswcr.2020.08.001.
- [15] DONG L, GE C Y, ZHANG H M, et al. An optimized method for extracting slope length in RUSLE from raster digital elevation[J]. CATENA, 2022, 209: 105818. DOI:10.1016/j.catena.2021.105818.
- [16] ZHANG H M, WEI J C, YANG Q K, et al. An improved method for calculating slope length (λ) and the LS parameters of the Revised Universal Soil Loss Equation for large watersheds[J]. Geoderma, 2017, 308: 36–45. DOI:10.1016/j.geoderma.2017.08.006.
- [17] MARTZ L W, GARBRECHT J. Numerical definition of drainage network and subcatchment areas from Digital Elevation Models[J]. Computers & Geosciences, 1992, 18(6): 747–761. DOI:10.1016/0098-3004(92)90007-E.
- [18] 杨勤科, 郭伟玲, 张宏鸣, 等. 基于 DEM 的流域坡度坡长因子计算方法研究初报[J]. 水土保持通报, 2010, 30(2): 203–206, 211. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2010.02.035. [YANG Q K, GUO W L, ZHANG H M, et al. Method of extracting LS factor at watershed scale based on DEM[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2010, 30(2): 203–206, 211. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2010.02.035.]
- [19] 刘宝元. 北京土壤流失方程[M]. 科学出版社, 2010. [LIU Baoyuan. Beijing soil loss equation[M]. Science Press, 2010.]
- [20] 梁晓珍, 符素华, 丁琳. 地形因子计算方法对土壤侵蚀评价的影响[J]. 水土保持学报, 2019, 33(6): 21–26. DOI:10.13870/j.cnki.stbcxb.2019.06.003. [LIANG X Z, FU S H, DING L. The influence of terrain factors' calculation methods on soil erosion evaluation[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2019, 33(6): 21–26. DOI:10.13870/j.cnki.stbcxb.2019.06.003.]
- [21] 廖元群, 廖富强, 万小星, 等. 山区地形因子尺度依赖性及其对水土流失评价的影响研究: 以江西省崇义县为例[J]. 中国水土保持, 2021(10): 51–55, 5. DOI:10.14123/j.cnki.swcc.2021.0250. [LIAO Y Q, LIAO F Q, WAN X X, et al. Scale-dependence of mountain topographic factors and its impact on soil and water loss evaluation[J]. Soil and Water Conservation in China, 2021(10): 51–55, 5.

- DOI:10.14123/j.cnki.swcc.2021.0250.]
- [22] 杨勤科, 郭明航, 李智广, 等. 全国土壤侵蚀地形因子提取与初步分析[J]. 中国水土保持, 2013(10): 17 – 21. DOI:10.14123/j.cnki.swcc.2013.10.008. YANG Q K, GUO M H, LI Z G, et al. Extraction and Preliminary Analysis of Topographic Factors of Soil Erosion in China[J]. Soil and Water Conservation in China, 2013(10): 17–21. DOI:10.14123/j.cnki.swcc.2013.10.008.]
- [23] 杨勤科. 区域水土流失监测与评价[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2015. [YANG Qinke. Regional Soil Erosion Monitoring and Evaluation [M]. Yellow River Water Conservancy Press, 2015.]
- [24] 王莉, 赵尚民. ICESat/GLA 14 最新数据与 V33 数据的对比[J]. 干旱区地理, 2016, 39(5): 1104 – 1110. DOI:10.13826/j.cnki.cn65-1103/x.2016.05.022. [WANG L, ZHAO S M. Comparison of the latest and V33 ICESat/GLA14[J]. Arid Land Geography, 2016, 39(5): 1104–1110. DOI:10.13826/j.cnki.cn65-1103/x.2016.05.022.]
- [25] 武文娇. 山西省典型全球开放 DEM 数据的对比分析[D]. 太原理工大学, 2018. [WU Wenjiao. Analysis and Comparison of Typical Open Global Digital Elevation Models in Shanxi Province[D]. Taiyuan University of Technology, 2018.]
- [26] ZWALLY H J, SCHUTZ B, ABDALATI W, et al. ICESat's laser measurements of polar ice, atmosphere, ocean, and land[J]. Journal of Geodynamics, 2002, 34(3/4): 405–445. DOI:10.1016/S0264-3707(02)00042-X.
- [27] HAYASHI M, SAIGUSA N, OGUMA H, et al. Forest canopy height estimation using ICESat/GLAS data and error factor analysis in Hokkaido, Japan[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2013, 81: 12–18. DOI:10.1016/j.isprsjprs.2013.04.004.
- [28] 万杰, 廖静娟, 许涛, 等. 基于 ICESat/GLAS 高度计数据的 SRTM 数据精度评估: 以青藏高原地区为例[J]. 国土资源遥感, 2015, 27(1): 100 – 105. DOI:10.6046/gtzyyg.2015.01.16. [WAN J, LIAO J J, XU T, et al. Accuracy evaluation of SRTM data based on ICESat/GLAS altimeter data: a case study in the Tibetan Plateau[J]. Remote Sensing for Land & Resources, 2015, 27(1): 100–105. DOI:10.6046/gtzyyg.2015.01.16.]

论文引用格式

郑诚, 史海静, 张少伟, 等. 黄河流域 12.5 米分辨率土壤流失方程坡度坡长因子数据集[J/OL]. 中国科学数据, 2022, 7(4). (2022-11-14). DOI: 10.11922/11-6035.ncdc.2021.0021.zh.

数据引用格式

- (1) 郑诚, 史海静, 张少伟, 等. 黄河流域 12.5 米分辨率水土流失因子(坡长)数据集[DS/OL]. 黄土高原科学数据中心(<http://loess.geodata.cn>). DOI: 10.11866/db.loess.2021.019.
- (2) 郑诚, 史海静, 张少伟, 等. 黄河流域 12.5 米分辨率土壤流失方程地形因子(坡长因子)数据集[DS/OL]. 黄土高原科学数据中心(<http://loess.geodata.cn>). DOI: 10.11866/db.loess.2021.016.
- (3) 郑诚, 史海静, 张少伟, 等. 黄河流域 12.5 米分辨率水土流失因子(LS 因子)数据集[DS/OL]. 黄

土高原科学数据中心(<http://loess.geodata.cn>). DOI: 10.11866/db.loess.2021.018.

- (4) 郑诚, 史海静, 张少伟, 等. 黄河流域 12.5 米分辨率水土流失因子 (坡度因子) 数据集[DS/OL]. 黄土高原科学数据中心(<http://loess.geodata.cn>). DOI: 10.11866/db.loess.2021.017.

A dataset of slope length and slope steepness factors based on soil loess equation with 12.5 m spatial resolution in the Yellow River Basin

ZHENG Cheng^{1,2}, SHI Haijing^{1,3,4*}, ZHANG Shaowei⁵, SHUI Junfeng¹,
CAO Xiaoping¹, JIANG Yanmin³

1. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest A&F University, Yangling 712100, Shaanxi, P.R. China
2. College of Grassland Agriculture, Northwest A&F University, Yangling 712100, Shaanxi, P.R. China
3. Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling 712100, Shaanxi, P.R. China
4. National Earth System Science Data Center, National Science & Technology Infrastructure of China, Beijing 100101, P.R. China
5. Shaanxi Geomatics Center, Ministry of Natural Resources, Xi'an 710054, P.R. China

*Email: shihaijingcn@nwfufu.edu.cn

Abstract: The Yellow River Basin is one of the areas worst affected by soil and water loss in China. The slope length and slope steepness factors are the basic data for the study on soil loss equation, and they are also important parameters in soil erosion models of USLE and CSLE. In this study, we obtained the dataset of four key factors of soil erosion equation, namely slope steepness factor, slope length factor, LS factor and slope length through regional LS factor calculation tool based on ALOS 12.5 m DEM data. This dataset can be used for regional soil erosion assessment, land use as well as the measures and planning of soil and water conservation.

Keywords: slope steepness factor; slope length factor; LS factor; DEM; soil erosion

Dataset Profile

Title	A dataset of slope length and slope steepness factors based on soil loess equation with 12.5 m spatial resolution in the Yellow River Basin
Data corresponding author	SHI Haijing (shihaijingcn@nwfufu.edu.cn)
Data authors	ZHENG Cheng, SHI Haijing, ZHANG Shaowei, SHUI Junfeng, CAO Xiaoping, JIANG Yanmin
Time range	2015
Geographical scope	The Yellow River Basin (32° 9'– 42° 50' N, 96° 52'–119° 3' E)
Spatial resolution	12.5 m

Data volume	219 GB
Data format	TIFF
Data service system	<http://www.dx.doi.org/10.11866/db.loess.2021.019> (slope length) <http://www.dx.doi.org/10.11866/db.loess.2021.016> ((slope length factor) <http://www.dx.doi.org/10.11866/db.loess.2021.018> (LS factor) <http://www.dx.doi.org/10.11866/db.loess.2021.017> (slope steepness factor)
Sources of funding	National Science & Technology Infrastructure of China (2005DKA32300); the CAS “Light of West China” program (XAB2020YN04).
Dataset composition	The dataset consists of 4 documents of the soil erosion factor data with 12.5 m resolution in the Yellow River Basin: (1) slope length; (2) slope length factor; (3) LS factor; and (4) slope steepness. Each document contains 197 framing maps, such as: n30e099.00.CSLE_L.tif, n30e099.01. CSLE_L.tif, ..., n39e111.08. CSLE_L.tif.