



Transforming **U**nsustainable  
management of soils in key  
agricultural systems in EU and China

Developing an **i**ntegrated platform of  
alternatives to reverse soil degradation

# 通过遥感技术发现更严重 细微的侵蚀形式



This project receives funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation action under grant agreement No 101000224.

## 土壤退化及土壤保护/恢复策略的简要描述

通过卫星和航空遥感影像识别表征加速侵蚀过程的细微地表演变，可以监测更为细微的侵蚀形态。将光谱信号与地形数据结合，遥感可以识别出侵蚀正在加剧的区域，如沟谷发育、土壤退化或地面沉降。该方法提供了一种非接触、高效地监测大区域环境变化的手段。它可以为土地优化管理、水土保持措施配置和减灾策略提供支持。

通过理解侵蚀是如何在空间和时间上如何发生，决策者和利益攸关方就可以作出有针对性的应对措施，以减少侵蚀造成的土壤退化，并达到土地可持续利用目的。

### 目标区域

这种方法适用于各种地理区域，包括由于气候因素（如暴雨、大风和干旱）、土壤特征（风或水使土壤易于侵蚀），和特定的作物生产体系（如农田、牧场）而容易遭受侵蚀的地区。它为管理侵蚀风险，和促进适合当地环境的可持续土地利用方法提供了宝贵信息。不同的遥感工具适用于



不同的环境，这主要取决于所评估的侵蚀现象的规模（地中海的沟壑与中欧和北欧的细沟和浅沟不同）。

### 问题识别

通过遥感探测侵蚀，可以发现在解释地表细微变化（如沟壑发育和土壤退化）中的挑战。它要求准确的数据解译。TUDI项目推出的土壤侵蚀DST工具，可以现场辨识侵蚀区，并可以为

遥感方法提供校准和验证功能。这个工具只需几个步骤就能为你的土地提供直观分析，可以帮助你确定不同类型的侵蚀形式及其强度。

### 保护/恢复策略的细致说明

整合公开的卫星和航空数据源，为世界各地提供了全覆盖的信息，可以通过遥感数据探测到正在发育的侵蚀过程。这些数据源，包括来自欧洲航天局（ESA）、美国地质调查局（USGS）和供应商们（如Planet实验

室等）的商业数据，无疑是可用于环境监测的、最全面的图像和地理空间信息来源。廉价无人机解决方案的市场不断扩大，可以更有效地进行更精细的探测。

## 卫星数据

卫星数据，如从欧空局哥白尼哨兵系列卫星所获得的数据，可以定期提供覆盖全球范围的数据。这使得我们可以持续探测一段时间内的侵蚀方式及其变化。哨兵-2的多光谱影像以回访周期为5天空间分辨率为10米的精度，分析并能检测到与侵蚀过程相关的土地覆盖变化。此外，如欧洲地动服务（EGMS）提供的服务那样，哨兵-1的雷达图像进行干涉分析后可以检测地面沉降及与侵蚀有关的其他形变现象。美国地质勘探局（Landsat陆地卫星计划）和哥白尼（哨兵家族）的最大优势是数据开放获取。但是另一方面，它们的空间分辨率（10-30米）和时间分辨率（5-20天），使得获取每次侵蚀发生时的无云图像变得有些难度。更先进的商业卫星系统可以提供日尺度数据和更精细的影像数据。

## 航空影像

航空数据，包括那些从无人机上获得

的数据，是对卫星图像的完美补充。它提供了厘米的空间分辨率影像，以及以各种灵活的数据收集方式。这些数据集提供了更细致的图像来监测较小区域的侵蚀情况。它们通常是由当地的研究单位或政府机构随时自行收集。通常包括RGB图像、多光谱数据，甚至激光雷达数据，这对于创建高分辨率数字高程模型（DEM）进行地形分析的至关重要。

## 可获取性

许多遥感数据源可以通过开放的数据门户和平台进行访问，如从哥白尼空间生态系统数据平台（Copernicus Data Space Ecosystem）或美国地质调查局地球数据浏览器（USGS Earth Explorer）。这使得科研人员、决策人员和普通公民都能够轻松获取数据，这对于局地或者全球开展合作并进行侵蚀监测和水土保持工作都至关重要。

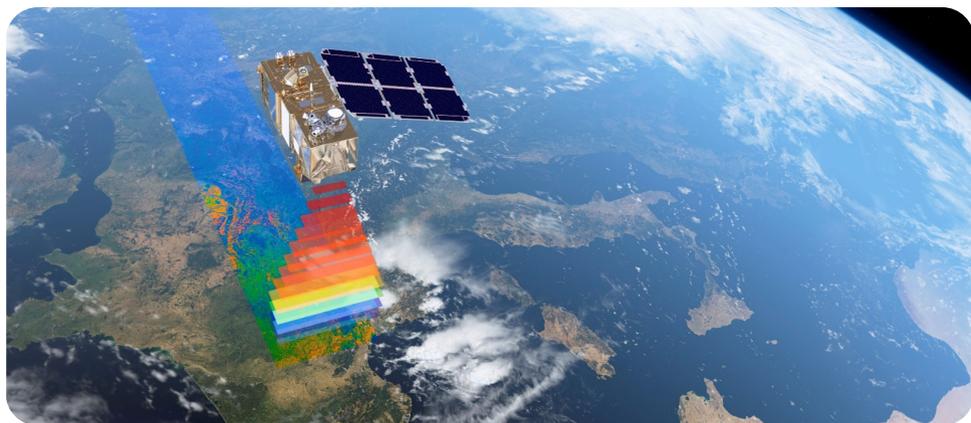


图1：“新的哨兵-2卫星将高分辨率、新颖的多光谱功能，290公里的带宽和频繁的重访周期结合在一起，以前所未有的细节展示了地球上不断变化的陆地覆盖。”图片来源：©ESA



图2：小型、廉价的无人机现在可以厘米像素的分辨率获取正射影像数据。

公众遥感数据的一个例子：

- 哥白尼浏览器（哥白尼数据空间生态系统）和链接 <https://browser.dataspace.copernicus.eu/>
- 美国地质勘探局地球探索者及其链接 <https://earthexplorer.usgs.gov/>

总之，将开源的卫星和航空数据结合

起来，提高了遥感检测和监测侵蚀的效率。利用这些共享数据和先进的分析技术，利益相关方可以作出更智慧的决策，减轻侵蚀影响，促进整个欧洲和全世界的可持续的土地利用管理。

## 技术的优缺点以及实施的困难

卫星遥感技术提供了对大区域地表非接触式、有效的监测，而无人机可以辅以在较小范围的细致分析。然而，其缺点包括高成本、需要专业技能，以及由于云层遮盖而出现的潜在的数据不可用性问题。卫星遥感可能缺乏对急速突发的侵蚀事件的时间分辨能力，在识别与侵蚀相关特征方面具有挑战性。克服数据集成技术、资金有限以及难以保证利益攸关方的参与等方面的限制，对成功的土地管理至关重要。

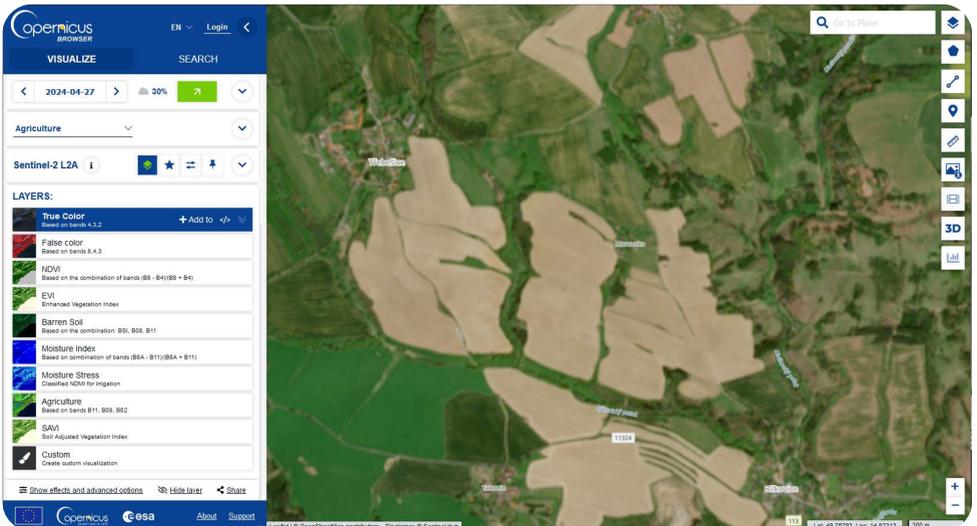


图3：显示农业主题数据集的哥白尼浏览器，预先准备好的数据包括真彩色和假彩色图像以及不同的绿色指数如NDVI、EVI等。

## 影响/结果/案例研究

增强侵蚀监测能力：遥感技术改变了侵蚀的检测方式，可全面、及时地了解水土流失的时空状态。

提升预防治理针对性：确定侵蚀热点区，精确地实施有效的防控措施。

准确评价治理效益：遥感是评价措施防护效益的宝贵工具，包括评估侵蚀控制项目在保护敏感栖息地方面所取得的成功。

减灾方面预警：预先识别易受侵蚀的地区，可以采取积极措施以减轻山体滑坡或洪水等自然灾害。

无数案例使用卫星图像进行了侵蚀检测，主要集中于大区域的侵蚀监测。相反，具有高分辨率的无人机，提供精细影像，使用数字地形

模型和数据分析，可以精确计算侵蚀体的体积。

## 更多文献资料来源

除了Copernicus Data Space Ecosystem和USGS Earth Explorer外，还有其他几个平台和数据门户，为侵蚀监测和水土保持工作提供遥感数据来源。

- NASA Earthdata: 美国宇航局的地球观测系统数据和信息系统 (EOSDIS)，提供了大量的地球科学数据集，包括卫星图像、航空观测和其他与侵蚀监测相关的遥感数据。
- 欧洲航天局 (ESA) 对地观测数据：欧空局通过欧空局对地观测数据访问门户 (EO-SSO) 和欧空局地球在线门户等平台提供大



图4：10m分辨率哨兵-2卫星真彩色图像和2.8cm分辨率无人机正射影像对比。后者可以清晰看见侵蚀沟，也可用于进一步分析如侵蚀量计算。

量广泛的卫星数据。

- Global Foresta Watch (GFW): 全球森林观察 ( GFW ) : GFW 提供各种森林遥感数据集, 包括卫星图像和激光雷达数据, 可用于监测森林地区的侵蚀情况。
- 美国国家海洋和大气管理局 ( NOAA ) 数据访问: 美国国家海洋和大气管理局通过美国国家海洋和NOAA数据目录和NOAA环境数据管理系统 ( EDMS ) 等平台提供对卫星数据、航空图像和其他环境数据的访问。

- Maxar开放数据计划: Maxar通过其开放数据计划提供下载卫星图像的服务, 提供可用于侵蚀监测和分析的高分辨率图像。
- 谷歌地球提供了有价值的高分辨率历史图像来源, 用于对某地区土地利用和土地退化的初步在线分析, 不十分需要先进的地理信息系统技能。

除其他外, 这些平台为获取遥感数据和支持局地 and 全球范围内的侵蚀监测和水土保持工作提供了宝贵的资源。

## 摘要

遥感技术是探测各种侵蚀的一种极有价值的工具。它利用卫星和航空数据来识别表征加速侵蚀过程的细微地表变化, 如沟道发育和地面下沉。它提供非接触式、高效的监测能力, 以帮助决策者进行土地有效管理和全球防灾减灾。然而, 也存在一些挑战, 包括成本昂贵、技

术复杂和信息解译等问题。使用公开可用的数据, 提高了结果的准确性, 但诸如数据访问受限和利益相关者不积极参与等困难仍然存在。然而, 有针对性的干预和改善土地管理的积极成果是显而易见的。作为案例研究, 黄土高原是遥感技术应用有效性的一个明显例子。



## 汇总表

	评级	评论
土壤总体健康程度	***	
水平衡	**	
土壤结构	*	
侵蚀性	***	
营养平衡	**	
土壤生物	*	
实用性	**	
经济	**	



# Consortium

Agrisat; Beijing Forestry University; Beijing Normal University; Centre for Agricultural Research; China Agricultural University; Czech Technical University in Prague; Lincoln University; New Bulgarian University; Northwest A&F University; Northwest UNIVERSITY; Pensoft Publishers; Spanish National Research Council; University of Lancaster; BOKU University, Vienna; University of Turin; Federal Agency for Water Management, Austria

# Project coordinator

**José A. Gómez**

Institute of Sustainable Agriculture of the Spanish Council for Scientific Research  
joseagomez@ias.csic.es

# Duration

July 2021 – June 2025

# Follow TUdi

 @Project\_TUdi

 TUdi Project

 TUdi Horizon 2020

 [tudi-project.org](http://tudi-project.org)