

doi: 10.6046/zrzyyg.2023152

引用格式: 韩静, 杨帅, 杨涛, 等. 基于 L 波段差分干涉 SAR 卫星的安康地区滑坡隐患识别[J]. 自然资源遥感, 2024, 36(4): 254-259 (Han J, Yang S, Yang T, et al. Identification of potential landslide hazards in the Ankang area using L-band differential interferometric SAR satellite[J]. Remote Sensing for Natural Resources, 2024, 36(4): 254-259).

# 基于 L 波段差分干涉 SAR 卫星的安康地区滑坡隐患识别

韩静, 杨帅, 杨涛, 朱楠男, 马煜栋, 张文龙

(自然资源陕西省卫星应用技术中心, 西安 710002)

**摘要:** 2023 年 4 月 1 日, 我国第一组 L 波段差分干涉 SAR 卫星 (L-band differential interferometric SAR satellite, L-SAR) 开始向自然资源领域试推送干涉 SAR 数据。为验证 L-SAR 卫星在高植被覆盖区、地形复杂区、长时间基线下的相干性及形变监测应用效果, 选取秦巴山地东段安康区域开展滑坡隐患识别。利用 L-SAR 数据获取研究区形变信息, 结合高分辨率光学影像经综合遥感识别, 解译研究区内滑坡隐患 7 处, 经野外调查验证, 滑坡隐患区域变形迹象与 InSAR 监测结果一致。研究表明: L-SAR 卫星干涉成像能力较强, 成像质量高, 形变监测效果较好, 能够满足高植被覆盖区形变监测需求; 在植被覆盖高的山区, 通过 L 波段 SAR 数据的 DInSAR 技术, 结合高分辨率光学影像解译的综合遥感识别技术可实现滑坡隐患识别。

**关键词:** L-SAR; 滑坡; 地质灾害隐患; InSAR

**中图法分类号:** TP 79 **文献标志码:** A

**文章编号:** 2097-034X(2024)04-0254-06

## 0 引言

L-SAR 卫星 01 组 A 星、B 星分别于 2022 年 1 月 26 日、2 月 27 日发射。L-SAR 卫星包含 2 颗性能指标一致的 L 波段多极化 SAR 卫星。卫星具备 2 种构型模式, 主要开展形变监测和地形测绘, 跟飞模式下具备单星 8 d、双星 4 d 回归观测能力<sup>[1]</sup>。目前国际上仍应用于形变监测的 L 波段 SAR 卫星主要有日本宇宙航空机构 (Japan Aerospace Exploration Agency, JAXA) 于 2014 年发射的 ALOS-2 卫星, 阿根廷于 2018 年 10 月发射的 SAOCOM-1A 卫星<sup>[2]</sup>。受限于商业数据的高昂成本, 无法保证对地质灾害易发区的持续监测。L-SAR 卫星的发射将提供大范围、高频次、高分辨率、自主可控的干涉数据, 极大改变以往对国外 SAR 商业数据的依赖, 形成地质灾害易发区持续监测能力。

陕西省安康市位于秦巴山地东段, 境内植被覆盖茂盛, 山高坡陡, 地质环境脆弱。据统计, 截至 2022 年 3 月底, 全市共有 2 917 处在册地质灾害隐患点。全市总面积的 25.85% 为地质灾害高、中易

发区, 在降水、人类工程活动等因素影响下, 易发生地质灾害, 地质灾害防治工作异常严峻<sup>[3]</sup>。合成孔径雷达干涉测量 (Interferometric Synthetic Aperture Radar, InSAR) 技术通过提取同一地区不同期次雷达数据的相位信息, 可以快速获取大范围毫米级地面变形监测结果, 已广泛应用于地质灾害早期识别<sup>[4-7]</sup>。苏晓军等<sup>[8]</sup>使用 C 波段 Sentinel-1A 数据和 L 波段 ALOS-2 数据, 开展秦巴山地略阳县 InSAR 形变反演, 研究结果表明, 在高植被覆盖区域, 基于 L 波段 SAR 数据的差分干涉 (differential InSAR, DInSAR) 技术的应用, 能够提升识别潜在滑坡位置和范围的效率。

相比于 C 波段, L 波段波长较长, 更易穿透植被获取地面信息。为验证 L-SAR 卫星在高植被覆盖区、地形复杂区、长时间基线下的相干性及形变监测应用成效, 本文采用 DInSAR 技术方法开展安康地区形变提取, 同时结合光学遥感影像进行研究区滑坡隐患识别。研究结果一方面展示了我国自主研发第一组 L 波段 SAR 卫星数据应用效果, 另一方面可为相关部门开展地质灾害管理、防治、应急及相关研究提供方法参考和数据支撑。

收稿日期: 2023-05-23; 修订日期: 2023-09-01

基金项目: 陕西省地质灾害综合防治体系建设项目“国产雷达卫星数据地质灾害隐患识别关键技术研究 (陕自然资勘发[2024]98 号)”资助。

第一作者: 韩静 (1991-), 女, 硕士研究生, 工程师, 主要从事 InSAR 形变监测。Email: hanjing\_rs@163.com。

通信作者: 张文龙 (1982-), 男, 硕士研究生, 高级工程师, 主要从事遥感、地质灾害研究。Email: 27860422@qq.com。

1 研究区概况及数据源

1.1 研究区概况

研究区域位于陕西省安康市中部区域(108°21′34″~109°39′53″E,32°1′7″~33°13′52″N),境内以汉水—池河—月河—汉水连线为界,北部为秦岭地区,南部为大巴山地区,中部分布河谷盆地(图 1)。秦岭地区占全市面积 60%,大巴山地区占 40%。海拔在 170~2 964.6 m,最低处为白河县与湖北省交界的汉江右岸(海拔 170 m),最高处秦岭东梁(海拔 2 964.6 m)。大地构造位置上属于秦岭地槽褶皱系南部和扬子准地台北部汉南古陆的东北缘,分别由东西走向的秦岭地槽褶皱带和北西走向的大巴山弧形褶皱带复合交接组成<sup>[9-10]</sup>。属亚热带大陆性季风气候,气候湿润温和,四季分明,年平均气温 15~17℃。年平均降水量 1 050 mm,降雨集中在每年 6—9 月。在特殊地质地貌条件下,汛期降雨及矿山开采、修路、切坡建房等人类工程活动是区域地质灾害主要诱发因素。

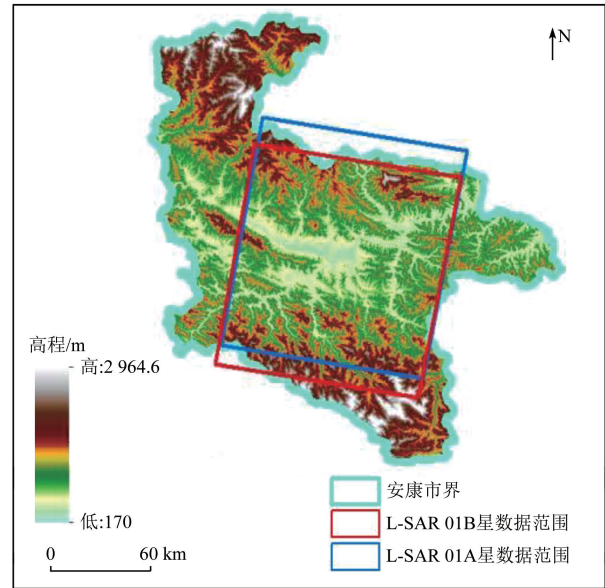


图 1 研究区地形及 L-SAR 01A,01B 星数据范围  
Fig.1 Topography of the study area and the data range of L-SAR 01A and 01B

1.2 L-SAR 卫星介绍

L-SAR 卫星搭载 L 波段全极化传感器,单星均具备成像功能,卫星具有 6 种工作模式,条带模式 1 和 2 具备干涉能力,通过改变卫星构型可实现重轨干涉形变测量、双星编队干涉测高。分辨率最高为 3 m,扫描模式幅宽最大为 400 km<sup>[11]</sup>。L-SAR 卫星主要参数如表 1 所示。

表 1 L-SAR 卫星主要参数<sup>[12]</sup>

Tab.1 Main parameters of L-SAR satellite

| 项目   | 参数            | 项目       | 参数         |
|------|---------------|----------|------------|
| 轨道类型 | 准太阳同步近圆轨道     | 回归轨道控制半径 | 350 m      |
| 轨道高度 | 约 607 km      | 工作频段     | L 波段       |
| 观测范围 | 85°S~85°N     | 中心频率     | 1.26 GHz   |
| 回归周期 | 单星 8 d,双星 4 d | 数传码速率    | 2×450 Mbps |

2 DInSAR 原理与数据处理

2.1 DInSAR 原理

InSAR 干涉相位  $\psi$  由多个分量组成<sup>[13-14]</sup>,计算公式为:

$$\psi = \varphi_{\text{flat}} + \varphi_{\text{top}} + \varphi_{\text{def}} + \varphi_{\text{atm}} + \varphi_{\text{noi}}, \quad (1)$$

式中:  $\varphi_{\text{flat}}$  为参考面相位;  $\varphi_{\text{top}}$  为地形相位;  $\varphi_{\text{def}}$  为形变相位;  $\varphi_{\text{atm}}$  为大气延迟相位;  $\varphi_{\text{noi}}$  为随机噪声。

根据采用的 SAR 影像数量,DInSAR 可分为二轨法、三轨法、四轨法,二轨法差分干涉测量应用最为广泛。使用二轨法差分干涉测量技术,需要形变前后两景单视复数影像共轭相乘获取干涉相位,干涉相位扣除外部 DEM 数据模拟得到的地形相位获取差分干涉相位。通过滤波方法去除噪声,采用二维相位解缠方法获取整周未知数,通过大气延迟相位模型模拟大气延迟相位,从而计算出形变相位。

已知研究区域的 DEM,地形相位可由下式计算:

$$\varphi_{\text{top}} = -\frac{4\pi B_{\perp} h}{\lambda R \sin\theta}, \quad (2)$$

式中:  $B_{\perp}$  为干涉对的垂直基线长度;  $h$  为地面目标高度;  $\lambda$  为雷达波长;  $R$  为卫星到地面目标的斜距;  $\theta$  为雷达入射角。

相邻两景影像间同名地物雷达视线向形变量  $d$  与相位差  $\Delta\varphi_{\text{def}}$  的表达式为:

$$\Delta\varphi_{\text{def}} = \frac{4\pi}{\lambda} d. \quad (3)$$

2.2 研究区数据处理

本文选取覆盖安康区域条带模式 2 两景降轨 SAR 数据,L-SAR01A 星、01B 星影像获取时间分别为 2023 年 1 月 16 日和 2022 年 4 月 10 日,中心入射角为 39.80°和 39.78°,极化方式为 HH 极化,时间基线 281 d,空间垂直基线 562.4 m。外部 DEM 数据采用 AW3D30 30 m 分辨率的 DEM<sup>[15]</sup>,用于 InSAR 数据处理过程中配准、去除地形相位等。

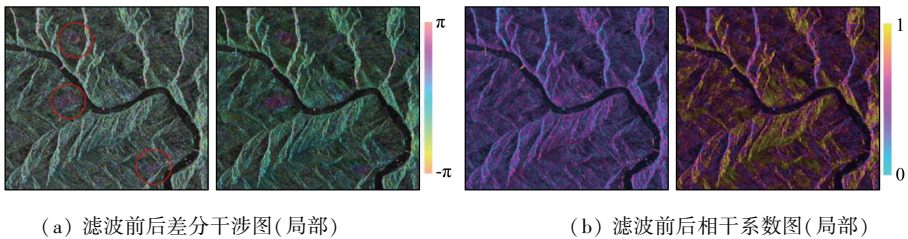


图 2 滤波前、后相干系数图及差分干涉图

Fig.2 Coherence coefficient diagram and differential interferogram before and after filtering

DInSAR 数据处理流程包括：数据预处理、图像配准和重采样,干涉图生成,差分干涉地形和平地相位去除、滤波、相位解缠、相位转 LOS 向形变、地理编码等步骤。关键数据处理步骤及主要参数如下：为减弱相位噪声的影响,对主、副影像进行多视处理,多视比为 4:2(距离向:方位向)。研究中将 L1A 星作为主影像,L1B 星作为副影像配准并重采样到与主影像相同的雷达影像坐标系。从图 2(a)可以看出,差分干涉相位信息比较丰富,说明 L-SAR 卫星在植被茂密区及较长观测时间间隔下依然能够保持干涉相关性<sup>[16]</sup>,未解缠的差分干涉相位可见 3 处

由于形变引起的相位变化。采用自适应滤波算法对干涉图进行滤波,滤波窗口为 32×32。由图 2 可以看出,滤波后相干性显著提高,干涉图更加平滑,说明采用滤波处理有效抑制了相位噪声,有利于下一步相位解缠。相位解缠使用最小费用流 (minimum cost flow, MCF) 方法,解缠前设置相干系数 0.3 生成掩模文件,掩模干涉相位中由于失相干产生的噪声区域,选取相干系数高于 0.9 的稳定点作为解缠参考点。由于 L-SAR 卫星暂未分发精轨数据,为削弱误差影响,进行了基线精化处理,并对解缠相位进行空域滤波去除大气等残余相位。

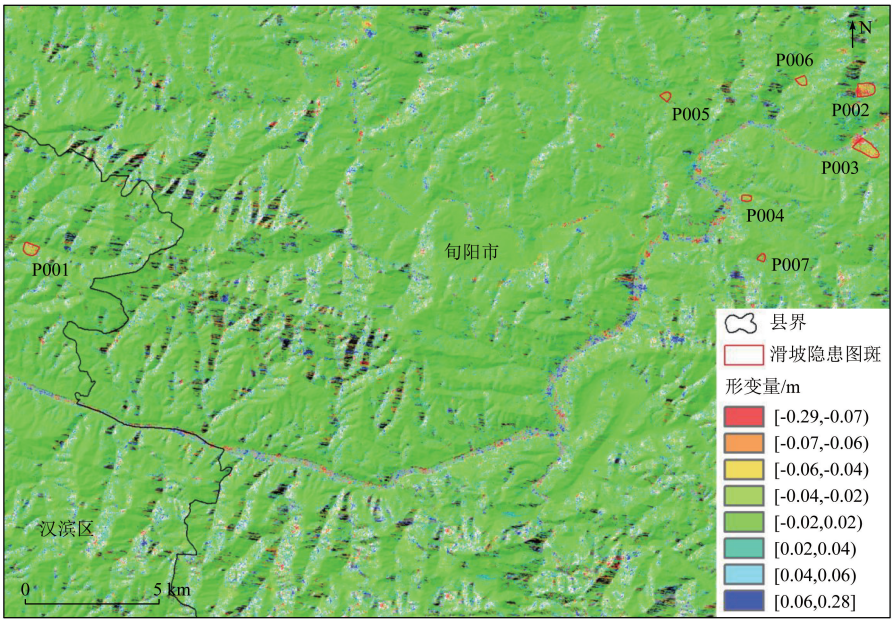


图 3 研究区域地表形变与滑坡隐患识别结果

Fig.3 Identification results of surface deformation and potential landslide hazard in the study area

### 3 结果与分析

#### 3.1 疑似滑坡隐患识别结果

形变区域主要分布在汉滨区及旬阳市境内汉江流域两侧,监测时间段内累积形变量最大达 29 cm。结合高分辨率光学影像特征综合分析,解译区域内疑似滑坡隐患 7 处,汉滨区 1 处,旬阳市 6 处(图 3)。滑坡隐患主要分布于低山丘陵区,坡地、沟谷

遍布,平面形态上多呈铲状、簸箕形、舌形,面积 0.05~0.31 km<sup>2</sup>不等,圈定滑坡周界内形变量为-16.7~13.5 cm。据野外观察,滑坡体上部多为第四系黄土-松散坡积物覆盖,其下为泥盆系砂岩、粉砂岩夹灰岩、板岩。黄土以粉土为主,颜色主要为黄褐色和浅棕红色,手搓有沙感,可塑性弱,疏松多孔,粒径较粗,透水性好。坡积物以碎石土或含碎屑黏性土为主,土质松散,结构疏松,透水性良好,厚度为 3~10 m。坡向以北西、南西向为主,垂直构造线走向,沿山脊

两侧分布。滑坡体土层结构较为清晰,工程地质分层比较明显,均属于牵引式黄土滑坡及松散堆积层滑坡。经野外调查,滑坡隐患区域变形迹象与 InSAR 监测结果一致。7 处隐患均为小型滑坡隐患,其中 P001,P002,P003 变形迹象显著,坡体或坡下建筑物、地面上出现大量拉张裂缝,且裂缝延伸方向与主应力方向较为一致。P004~P007 形变迹象不

明显,活动性较弱,仅在坡体或坡下建筑物、地面上发现少量细小裂缝,且裂缝延伸较短。野外验证结果表明,L-SAR 具备较强的干涉成像能力,成像质量高,AB 星在 281 d 长时间基线下,依然保持了较高相干性,获取的有效形变信息,能够满足高植被覆盖区形变监测需求。

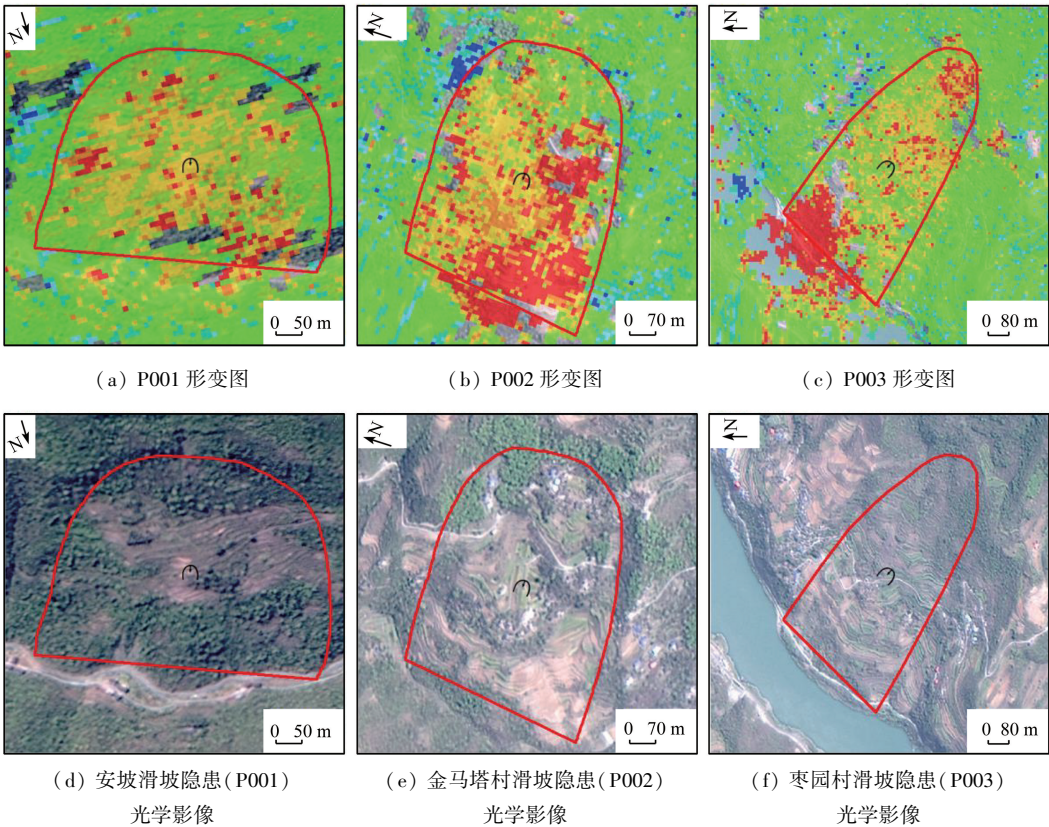


图 4 典型滑坡隐患 InSAR 与光学影像对比图

Fig.4 Comparison of InSAR and optical images of typical landslide hazards

3.2 典型滑坡隐患分析

对识别的 7 处滑坡隐患进行分析,其中安坡滑坡隐患(P001)、金马塔村滑坡隐患(P002)、枣园村滑坡隐患(P003) 3 处滑坡隐患具有 InSAR 形变量大、光学形变特征明显、威胁对象集中等特点,因此作为 L-SAR 应用典型进行综合分析。

3.2.1 安坡滑坡隐患

由图 4(a)(d)可知,安坡滑坡形变区平均形变量为-3.4 cm,最大形变量达-11 cm,滑坡隐患平面形态近簸箕状,长 450 m,宽 470 m,坡度 45°,向东北方向滑动。坡体后缘疑似拉张裂隙,坡体中部为耕地,前缘已滑动。野外调查发现,该点为地质灾害在册点(编号: 610902010099),规模  $6 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,主要威胁 4 户 20 人及丁家河河道。坡体前缘多次发生滑动(图 5),坡脚处有残积物,坡体上埋设雨量、倾角、加速度计,斜坡北侧村道旁埋设喊话器等地质灾害监测设备,埋设时间为 2021 年 4 月。

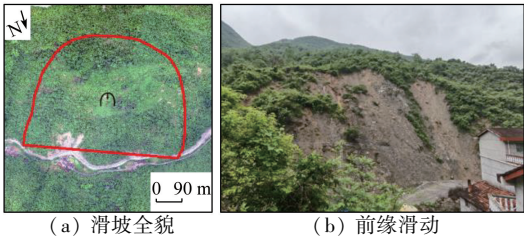


图 5 安坡滑坡隐患野外调查照片  
Fig.5 Field investigation photos of landslide hazards in Anpo village

3.2.2 金马塔村滑坡隐患

由图 4(b)(e)可知,金马塔村滑坡隐患中部及前缘形变较大,最大形变量达-16.7 cm,平面形态近铲状,长 560 m,宽 480 m,坡度 31°,滑动方向为正西方向。坡体上居民房屋、耕地分布。该点位于汉江北侧支沟东侧斜坡面,地貌类型属低山丘陵区,微地貌为陡坡(图 6(a)),坡体表层覆盖第四系残坡积碎石土,结构松散,下伏基岩为志留系梅子垭组深灰色绢云千枚岩,片状构造,节理裂隙发育,风化强烈。

野外调查发现,斜坡居民区多集中于中下部,村域东侧公路见变形裂缝,纵横交错,部分路段凹凸不平。上部居民房屋门前地面见多处裂缝修补痕迹,墙根、台阶处见整体变形移动多呈线状裂缝(图 6(b))。



(a) 滑坡后部 (b) 路基塌陷、路面变形开裂

图 6 金马塔村滑坡隐患野外调查照片  
Fig.6 Field investigation photos of landslide hazards in Jinmata village



(a) 滑动方向 (b) 滑坡前缘挡墙开裂 (c) 多级台坎、拉张裂缝

图 7 枣园村滑坡隐患野外调查照片

Fig.7 Field investigation photos of landslide hazards in Zaoyuan village

风险程度较高。

4 结论与展望

本文使用 2023 年 1 月 16 日和 2022 年 4 月 10 日两景 L-SAR 数据,基于 DInSAR 技术反演研究区形变信息,得到监测时间段内累积形变量达 29 cm。结合高分辨率光学影像获取滑坡隐患形态特征,共解译安康地区滑坡隐患 7 处,并通过野外调查进一步确认滑坡隐患区域变形形势。研究表明,我国第一组差分干涉 SAR 卫星具备较强的干涉成像能力,成像质量高,形变监测应用效果较好,能够满足高植被覆盖区形变监测需求。基于 L 波段 SAR 数据和高分辨率光学数据的综合遥感识别技术可以作为高植被覆盖区域快速筛查地质灾害隐患的有效手段。

本文仅对 2 个时间间隔内的地表形变进行了监测,随着 L-SAR 数据资源的积累,未来将结合升降轨 InSAR 技术全面开展研究区域隐患识别,以及利用 3 m 分辨率数据进行区域更精细的形变反演。针对风险程度较高的隐患点,利用多时相 InSAR 技术开展时序监测,掌握地质灾害隐患变形形势。充分利用国产卫星优势,发挥卫星遥感技术在地质灾害防治中的支撑作用。

参考文献 (References) :

[1] Li T,Tang X M,Zhou X Q,et al.Lutan-1 SAR main applications

3.2.3 枣园村滑坡隐患

由图 4(c) (f) 可知,枣园村滑坡形变区主要集中在坡脚和后缘,坡脚处最大形变量达-15 cm,平面形态呈舌形,长 860 m,宽 420 m,坡度 36°,向东北方向滑动。坡体上耕地分布,中部有居民房屋,人类活动频繁。坡脚处靠近汉江,在河流冲刷作用下,具有滑动危险,威胁居民房屋、斜坡下方江南路、汉江河道。野外调查发现,滑坡整体朝河道方向滑动(图 7(a)),前缘公路挡墙多处出现纵向裂缝,最宽约 40 cm(图 7(b))。坡体发育多处多级台坎,拉张裂缝宽约 20 cm,延伸约 5~10 m,深度约 10 cm(图 7(c))。居民房屋外墙倾斜,开裂。威胁 15 户 60 人,降雨等极端天气下可能再次引发更大规模变形,

and products [C].EUSAR,2022:25-27.

[2] 李振洪,朱 武,余 琛,等.雷达影像地表形变干涉测量的机遇、挑战与展望[J].测绘学报,2022,51(7):1485-1519.

Li Z H,Zhu W,Yu C,et al.Interferometric synthetic aperture radar for deformation mapping:Opportunities,challenges and the outlook [J].Acta Geodaetica et Cartographica Sinica,2022.51(7):1485-1519.

[3] 安康市人民政府办公室.安康市 2022 年度地质灾害防治方案 [EB/OL] (2022-04-29) [2023-05-26].[https://www.ankang.gov.cn/UploadFiles/file/20220708/20220708092614\\_3379.pdf](https://www.ankang.gov.cn/UploadFiles/file/20220708/20220708092614_3379.pdf).

Office of Ankang Municipal People's Government.Ankang City's 2022 geological disaster prevention and control plan [EB/OL] (2022-04-29) [2023-05-26].[https://www.ankang.gov.cn/UploadFiles/file/20220708/20220708092614\\_3379.pdf](https://www.ankang.gov.cn/UploadFiles/file/20220708/20220708092614_3379.pdf).

[4] 葛大庆,戴可人,郭兆成,等.重大地质灾害隐患早期识别中综合遥感应用的思考与建议[J].武汉大学学报(信息科学版),2019,44(7):949-956.

Ge D Q,Dai K R,Guo Z C,et al.Early identification of serious geological hazards with integrated remote sensing technologies: Thoughts and recommendations[J].Geomatics and Information Science of Wuhan University,2019,44(7):949-956.

[5] 许 强.对地质灾害隐患早期识别相关问题的认识与思考[J].武汉大学学报(信息科学版),2020,45(11):1651-1659.

Xu Q.Understanding and consideration of related issues in early identification of potential geohazards[J].Geomatics and Information Science of Wuhan University,2020,45(11):1651-1659.

[6] 吴绿川,王剑辉,符 彦.基于 InSAR 技术和光学遥感的贵州省滑坡早期识别与监测[J].测绘通报,2021(7):98-102.

Wu L C,Wang J H,Fu Y.Early identifying and monitoring land-

slides in Guizhou Province with InSAR and optical remote sensing [J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2021(7): 98-102.

[7] 张家勇, 邹银先, 刘黔云, 等. 利用时序 InSAR 进行毕节市潜在滑坡识别与形变监测[J]. 测绘通报, 2022(6): 121-124.

Zhang J Y, Zou Y X, Liu Q Y, et al. Potential landslides deformation monitoring in Bijie City with InSAR time series[J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2022, (6): 121-124.

[8] 苏晓军, 张毅, 贾俊, 等. 基于 InSAR 技术的秦岭南部略阳县潜在滑坡灾害识别研究[J]. 山地学报, 2021, 39(1): 59-70.

Su X J, Zhang Y, Jia J, et al. InSAR-based monitoring and identification of potential landslides in Lueyang County, the southern Qinling Mountains, China[J]. Mountain Research, 2021, 39(1): 59-70.

[9] 郑治国, 郭俊理, 李平录. 基于 GIS 的陕西省安康市地质灾害易发性分区[J]. 湖北农业科学, 2020, 59(3): 53-57.

Zheng Z G, Guo J L, Li P L. GIS-based zoning of geological hazard's susceptibility in Ankang City of Shaanxi Province[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2020, 59(3): 53-57.

[10] 王伟, 陈帆, 金涛. 安康市汉滨区地质灾害发育成因及评价[J]. 陕西地质, 2020, 38(1): 71-78.

Wang W, Chen F, Jin T. Genesis and evaluation of geological hazards in Hanbin District of Ankang City [J]. Geology of Shaanxi, 2020, 38(1): 71-78.

[11] Li T, Tang X M, Zhou X Q, et al. Deformation products of Lutan-1 (LT-1) SAR satellite constellation for geohazard monitoring[C]. IGARSS, 2022: 17-22.

[12] 李涛, 唐新明, 李世金, 等. L 波段差分干涉 SAR 卫星基础形变产品分类[J]. 测绘学报, 2023, 52(5): 769-779.

Li T, Tang X M, Li S J, et al. Classification of basic deformation products of L-band differential interferometric SAR satellite[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2023, 52(5): 769-779.

[13] 刘晓帅, 陶秋香, 牛冲, 等. DInSAR 与 SBAS InSAR 矿区地面沉降监测能力对比分析与验证[J]. 地球物理学进展, 2022, 37(5): 1825-1833.

Liu X S, Tao Q X, Niu C, et al. 2022. Comparative analysis and verification of DInSAR and SBAS InSAR in mining subsidence monitoring[J]. Progress in Geophysics, 37(5): 1825-1833.

[14] 韩建锋, 焦润成, 南赟, 等. 基于 D-InSAR 技术的泸定地震形变场提取与震后灾害防治[J]. 城市地质, 2023, 18(1): 104-109.

Han J F, Jiao R C, Nan Y, et al. D-InSAR deformation field extraction for an earthquake in Luding, Sichuan [J]. Urban Geology, 2023, 18(1) 104-109.

[15] 李振洪, 李鹏, 丁咚, 等. 全球高分辨率数字高程模型研究进展与展望[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2018, 43(12): 1927-1942.

Li Z H, Li P, Ding D, et al. Research progress of global high resolution digital elevation models[J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2018, 43(12): 1927-1942.

[16] 董继红, 马志刚, 梁京涛, 等. 基于时序 InSAR 技术的滑坡隐患识别对比研究[J]. 自然资源遥感, 2022, 34(3): 73-81. doi: 10.6046/zzyyg.2121333.

Dong J H, Ma Z G, Liang J T, et al. Comparative study of landslide hidden danger identification based on time-series InSAR technology[J]. Remote Sensing for Natural Resources, 2022, 34(3): 73-81. doi: 10.6046/zzyyg.2121333.

## Identification of potential landslide hazards in the Ankang area using L-band differential interferometric SAR satellite

HAN Jing, YANG Shuai, YANG Tao, ZHU Nannan, MA Yudong, ZHANG Wenlong  
(Shaanxi Satellite Application Center for Natural Resources, Xi'an 710002, China)

**Abstract:** On April 1, 2023, China's first satellite constellation-L-band differential interferometric Synthetic Aperture Radar (L-SAR)-began to test the distribution of interferometric SAR data for natural resource applications. To evaluate the coherence and effectiveness of deformation monitoring using the L-SAR satellite for areas with high vegetation coverage, complex terrain, and long-term baseline, this study conducted potential landslide hazard identification in the Ankang area in the eastern Qinba Mountain. The deformation information of the study area was extracted using L-SAR data. Using such information, combined with high-resolution optical images for comprehensive remote sensing identification, this study identified seven potential landslide hazards in the study area through interpretation. Field investigation confirmed that the observed deformation signs in potential landslide hazard areas were consistent with the InSAR monitoring results. The study indicates that the L-SAR satellite enjoys a high interference imaging ability, high imaging quality, and effective deformation monitoring, meeting the demand for deformation monitoring in areas with high vegetation coverage. For mountainous areas with high vegetation coverage, the use of L-band SAR data through DInSAR technology, combined with comprehensive remote sensing identification using high-resolution optical imagery, allows for the effective identification of potential landslide hazards.

**Keywords:** L-SAR; landslide; potential geological hazard; InSAR

(责任编辑: 李 瑜)