

# 分析基于卫星InSAR技术的地质灾害隐患点探测与形变

尹东彬<sup>1</sup> 刘剑<sup>2</sup>

1 广东国图勘测地理信息有限公司 2 广东省国土资源测绘院

DOI:10.32629/gmsm.v3i4.814

**[摘要]** 地质灾害现象的出现对社会和周围自然环境带来了极大程度的影响。在近些年中,我国逐渐加大了对地质灾害的重视力度,其中,合成孔径雷达干涉测量由于具备全天候、高精度和大范围监测的作用而被广泛应用到了地质灾害隐患点监测方面。在本篇文章中,主要论述了基于卫星InSAR技术的地质灾害隐患点探测与形变情况。

**[关键词]** 卫星InSAR技术; 地质灾害隐患; 探测方式

**中图分类号:** P123.46 **文献标识码:** A

The detection and deformation of geological hazards based on satellite InSAR technology are analyzed

Dongbin Yin<sup>1</sup> Jian Liu<sup>2</sup>

1 Guangdong Guotu Surveying Geographic Information Co., LTD

2 Guangdong Institute of Land and Resources Surveying and Mapping

**[Abstract]** The emergence of geological disasters has had a great impact on society and the surrounding natural environment. In recent years, my country has gradually increased its attention to geological disasters. Among them, synthetic aperture radar interferometry has been widely used in the monitoring of hidden points of geological disasters due to its all-weather, high-precision and large-scale monitoring functions. In this article, it mainly discusses the detection and deformation of geological hazards based on satellite InSAR technology.

**[Keywords]** satellite InSAR technology; hidden dangers of geological hazards; detection methods

## 引言

地质灾害现象的出现一般表现为地表形变,怎样准确、快速的探测地表形变是地灾早期识别的一项关键性技术。当前阶段,地表形变监测衍生出了各种各样的技术方式,以往传统的水准测量和伸缩计只可以对已经知道的形变体进行观测,无法将整体形变现象有效的体现出来,处于山区内,布设仪器也有着诸多的难度。光学遥感难以监测缓慢形变,经常受到不良因素的影响。激光雷达测量的准确性高,比较适合应用在范围比较小的监测目标内。合成孔径雷达干涉测量能够全面解决以上存在的局限性,达到动态性、高精度和大范围实施地表形变测量的目的,为后期地质灾害早期识别提供良好的技术依据。

## 1 技术路线

在本篇文章中,结合D-InSAR和InSAR技术实施了地质灾害隐患点检测工作,对于D-InSAR来讲,比较适合应用在大范围的定性普查环节中,其有利于减少时序处理运算量,SNAS时序InSAR针对D-InSAR的勘察结果进行检验,通过比较两项技术监测数据,探究两者在山区形变探测期间的优势和缺陷,论证两项方式被应用于地质隐患检查中的可行性,借助SBAS技术获取形变体和速率,为后期监测隐患点提供一定的支持。

当前阶段,结合卫星InSAR技术的地质灾害隐患点探测和形变分析概括为三方面,分别是大规模检查、重点详查和隐患点核查等,借助充分干涉测量和时序InSAR具备的投点,确保地面核查雷达遥感监测结果的准确性。

### 1.1 D-InSAR普查

在差分干涉测量期间,采取两次或者是多次干涉测量获取准确的地表相位信息,将干涉相位内包含的地形相位有效清除,当大规模获取了地表在观测时间间隔之内形变信息以后,那么应用D-InSAR期间,一般是引进外部DEM,使用二轨法将地形相位去除。

因为探究领域内的植被覆盖率极高,C波段数据集干涉结果难以保持一定的相干性,干涉条纹受到了噪声的影响,从一定程度上增加了形变探测的难度。而对于波长比较长的L波段雷达数据来讲,通常是在高植被覆盖的山区内表现较为合理,处于相同时间间隔中,有着较高的干涉质量。

### 1.2时序InSAR: 详查

在山区时序InSAR监测环节中,SBAS技术受到了极为普遍和广泛的应用,主

要是从各相位分量特征入手,分析各项相干点的时间域和空间域,计算出大气延迟相位和DEM误差引起的地形残余相位,从而获取准确的时序形变数据。

因为SBAS所需的SAR历史数据是非常多的,大部分商业SAR卫星在研究领域内的积累数据不符合时序形变信息的反演、卫星长期观测计划和以及完全开放的数据政策,较短的观测时间间隔可以保证相干点的稳定性,降低波长要求。

### 1.3 地面调查和核查

基于D-InSAR和SBAS技术获取地灾隐患点探测数据的基础上实施实地调查工作,综合性分析和探究隐患点,明确隐患点的危险程度,进行高精度的定点监测,适当的补充和验证雷达差分干涉测量技术探测数据,提升地质灾害识别的准确程度。

## 2 研究区和数据源

### 2.1 研究区实际情况

本文以某项领域举例说明,该项领域地势呈现西高东低走向,地形起伏非常的明显,海拔为100~2200m之间,坡度分布式5毒~25°,水系发达,降水丰富,因为受到周围自然因素和强降雨等方面的影响,因此属于地质灾害经常发生的区域,季节性明显,汛期为5月份到九月份,这一现象为人们自身安全带来了巨大的威胁。通过相关统计得出,地质灾害隐患点类型是滑坡、泥石流和崩塌等。

### 2.2 数据来源

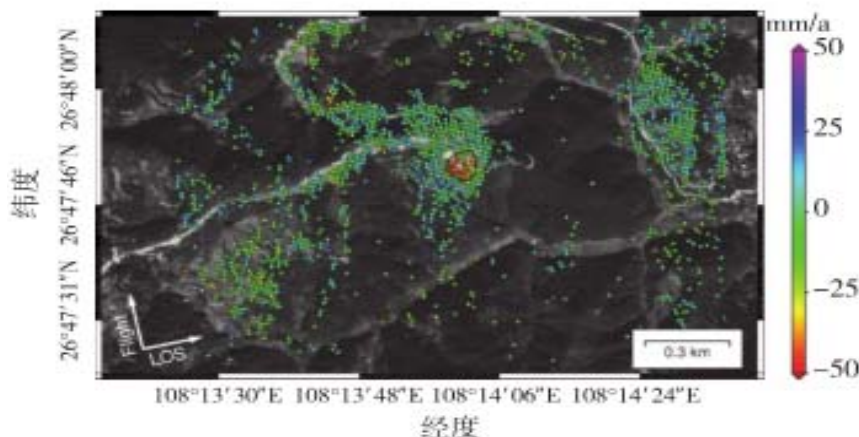
选取多项模型数据,实验数据参数领域如下表所示,数字高程模型是以航空局发布的SRTM90m分辨率数据为主。

## 3 结果探究

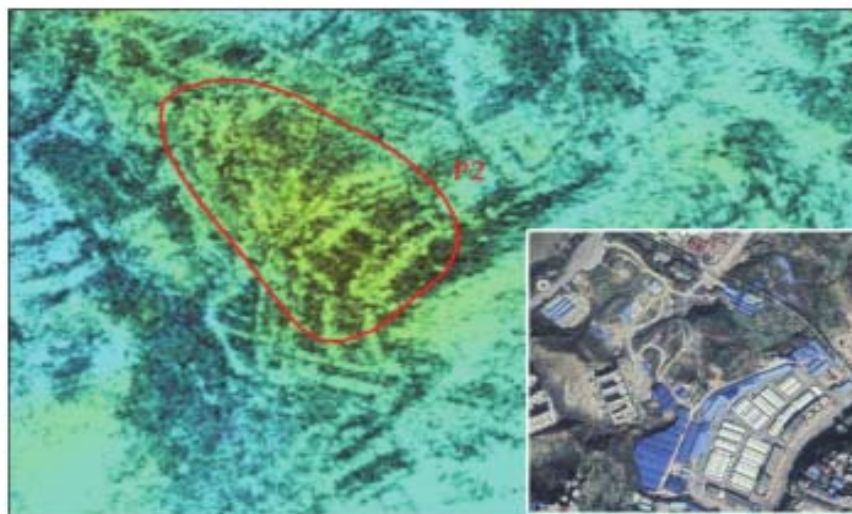
对ALOS/PALSAR-2数据实施差分干涉处理,应用于前期大范围调查,明确形变点的位置和具体范围,针对于D-InSAR探测出来的形变点,应用StsMPS-SBAS方式,实施小范围领域的时序分析处理工作,依照时间基线、空间基线和相干程度三项指标形成干涉图,经过时序分析获取形变点的累计形变序列和平均形变速率,比较研究领域内的探测结果,分析两项方式的优势和弊端,论证InSA在地质灾害隐患检查期间的可行性。

表一 SAR 数据参数

参数	ALOS/PALSAR-2	Sentinel-1
波段	L 波段	C 波段
波长/cm	23.6	5.6
轨道方向	升轨	升轨
平均入射角	36.2	39.3
距离向 x 方向分辨率	3mX3m	5mX20m
影响数量/景	6	33
时间跨度	2019-9-05-2020-05-07	2019-09-08-2020-06-02



图一 P1 区域平均形变速率



图二 P2 区域 D-InSAR 监测结果

### 3.1 比较D-InSAR和时序InSAR结果

其一,P1领域结合差分干涉结果进行分析,某项公路行进方向左侧边坡表现为远离卫星方向的相位,虽然该项边坡实施了一定程度的加固防护操作,不过仍处于缓慢滑移现象。其中,P1领域内的SBAS时序处理情况如图一所示,从该项图片中可以了解到,加固边坡P1区域相对于周围区域存在着远离微型的趋势,这从一定程度上表现出了D-InSAR的探

测结果,在该项边坡内选取四个想干点,计算周围20m范围中所有点的平均累计形变序列,各组积累形变序列差别不是特别明显,有着线性滑动趋势,滑动速率是5cm/a,经过地面核查得出,该项边坡出现了缓慢的滑移现象。

其二,P2区域某项城区出现了和地形有关的大范围异常相位,不过在后期差分干涉结果中没有出现类似的现象,该项疑似隐患点为周围多项居民楼,当

出现了形变现象以后,可能会导致建筑物性能受到影响,甚至出现塌陷现象。

该项区域的稳定性良好,年平均形变速率不满1cm,累计形变序列也没有非常明显的趋势。D-InSAR干涉结果不足以探测微小的形变现象,比较两项方式的结果来看,监测出测差分干涉图内的异常是因为大气湍流引起的大气延迟相位,这主要是因为大气相位在空间上相关,可是在时间上根本不想管,和D-InSAR历史监测结果特征相一致,所以判断出该项领域内并没有出现形变现象,核查结果准确。

### 3.2 D-InSAR和时序InSAR的应用能力

结合以上分析的InSAR监测结果可以看出,对于D-InSAR和时序InSAR技术在地质灾害中产生的优势、劣势和应用场景以及效果均进行了详细的总结,从中得出,差分干涉测量和小基线集时序InSAR技术的结合能够达到优势互补的目的,实现大规模和高精度以及量化的地质灾害识别。

### 3.3 优势和缺陷

其一,D-InSAR技术能够快速实施地表形变监测工作,不过因为受到了大气相位延迟、DEM误差以及时空失相关等多项因素的影响,导致获取的监测结果难以将地表形变信息准确体现出来。

其二,SBAS时序中InSAR技术因为对于时空基线有着一定程度的限制,因此可以确保干涉的相干性,弱化时空失相关的影响,在分析时间序列的基础上降低或者是彻底清除大气和DEM误差方面的影响,不过因为对于处理要求非常高,所以在分析大范围时序的过程中消耗的时间也是特别多的。

其三,将D-InSAR和SBAS时序InSAR技术相互结合到一起是非常重要的,有利于将两者之间的优势全面体现出来,D-InSAR有利于缩减SBAS的处理范围,降低误差因素的出现,准确的提取形变信号,获得时间序列的形变特征。

### 4 结束语

本文应用差分干涉测量和小基线集时序InSAR技术实施了地质灾害隐患点

排查工作,并且相互比较和分析了两种方式的监测结果,论述了两项方式结合到一起的可行性。两项技术的相互结合有利于快速和准确的排除地质灾害隐患点,为后期工作提供良好的依据,在提升地质早期勘测和识别效率的基础上确保工作良好开展。而且伴随着SAR传感器和其他新型技术的不断创新和改进,相关的监测技术体系也将会朝着良好趋势发展和迈进。

### [参考文献]

[1]陆超然,蔡杰华,刘东烈,等.基于卫星InSAR技术的地质灾害隐患点探测与形变分析[J].南京信息工程大学学报(自然科学版),2020,12(02):216-222.

[2]谭行,蒋健,陈炜,等.分布式GNSS地质灾害实时监测系统设计[J/OL].测绘地理信息:1-10[2020-08-31].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1840.P.20200103.1740.064.html>.

[3]白路遥,施宁,伞博泓,等.基于卫星遥感的管道地质灾害识别与监测技术现状[J].油气储运,2019,38(04):368-372+378.