

DB 61

陕 西 省 地 方 标 准

DB 61/T 1920—2024

地质灾害隐患综合遥感识别技术规程

Code of practice for potential geological hazard identification by comprehensive remote sensing

2024 12 26 发布

2025 01 26 实施

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体要求 2

5 资料收集 2

6 数据处理 4

7 隐患识别 4

8 野外核查 6

9 成果编制 7

附录 A （规范性） 地质灾害隐患综合遥感识别信息表 9

附录 B （规范性） 地质灾害隐患综合遥感识别野外核查记录表 10

附录 C （资料性） 成果报告提纲 11

参考文献 12

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。 本文件由陕西省自然资源厅提出并归口。

本文件起草单位：自然资源陕西省卫星应用技术中心、中煤航测遥感集团有限公司、中国冶金地质总局西北局。

本文件主要起草人：杨帅、付垒、张文龙、杨涛、韩静、陈春华、朱楠男、张锦、赵鹏林、曹江涛、马煜栋、王子垚、孙舒轻、冯京辉、刘恩泽、张帆、张子鸣。

本文件由自然资源陕西省卫星应用技术中心负责解释。

本文件首次发布。

联系信息如下：

单位：自然资源陕西省卫星应用技术中心

电话：029-87226857

地址：陕西省西安市莲湖区甜水井街66号

邮编：710002

地质灾害隐患综合遥感识别技术规程

1 范围

本文件确立了采用综合遥感技术开展地质灾害隐患识别的技术流程，规定了资料收集、数据处理、隐患识别、野外核查、成果编制等要求。

本文件适用于滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷四类地质灾害隐患的综合遥感识别。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 15968 遥感影像平面图制作规范

GB/T 39612 低空数字航摄与数据处理规范

CH/T 3019 1:25000 1:50000 光学遥感测绘卫星影像产品生产技术规范

DZ/T 0265 遥感影像地图制作规范（1: 50000、1: 250000）

CH/T 6006 时间序列InSAR地表形变监测数据处理规范

DZ/T 0448 滑坡崩塌泥石流灾害精细调查规范

DZ/T 0283 地面沉降调查与监测规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

地质灾害隐患 potential geohazard

通过遥感手段发现的潜在危害人民生命和财产安全的、与地质作用有关的灾害。

注：本文中地质灾害包括崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷四类。

[来源：地质灾害防治条例，有修改]

3.2

综合遥感 comprehensive remote sensing

利用星载雷达、光学，机载光学、激光点云等多种遥感手段开展综合探测与分析的技术手段。

注：综合遥感强调对多角度、多平台、多波段遥感监测的融合分析。

3.3

合成孔径雷达干涉测量 interferometric synthetic aperture radar
InSAR

对合成孔径雷达在不同空间位置获取同一地区单次或多次观测数据的相位差等信息进行分析处理,获取三维地形信息的技术。

[来源: CH/T 6006, 1.3]

3.4

InSAR形变监测 deformation monitoring based on InSAR

采用干涉合成孔径雷达技术对地表微小形变开展监测的技术手段。

注: InSAR技术适用于缓慢沉陷式、区域较大的形变监测。

3.5

光学时序形变监测 deformation monitoring based on optical time series

采用同一地区不同时相光学数据对地表进行对比分析来实现形变监测,可发现植被倒伏、裂缝、局部垮塌等InSAR技术难以捕捉的形变特征。

注: 光学时序技术适用于突发性、形变量较大的形变监测。

3.6

相干性 degree of coherence

雷达后向散射波之间的相关程度,通常用相关系数的幅度(或模)来定量表达,是评价InSAR形变反演质量的核心指标。

[来源: CH/T 6006, 3.1.11, 有修改]

3.7

承灾体 exposure

承受灾害的对象。

[来源: GB/T 32572-2016, 2.2]

4 总体要求

4.1 工作流程

地质灾害隐患遥感识别工作流程主要包括资料收集、数据处理、隐患识别、野外核查、成果编制,具体工作流程如图1所示。

4.2 数学基础

满足以下要求:

- 采用 2000 国家大地坐标系 (CGCS2000), 采用其他坐标系的原始资料, 需统一转换后使用;
- 地图投影及大比例尺测绘采用高斯克吕格投影;
- 建议采用 2000 大地高程基准。

5 资料收集

5.1 基础资料

- 5.1.1 成灾背景资料，包括但不限于地质构造、地层岩性、气象水文、地震等资料。
- 5.1.2 地质灾害资料，包括但不限于地质灾害区划、详细调查、风险调查评价。
- 5.1.3 基础地理信息数据，包括但不限于最新行政区划、公路铁路、河湖水库、居民地及设施、地名注记。
- 5.1.4 地形数据，包括但不限于 DEM、DSM。

注：数据分辨率优于30 m为宜，对开展精细化识别的，地形数据精度宜采用优于1:50000的近5年数据成果。

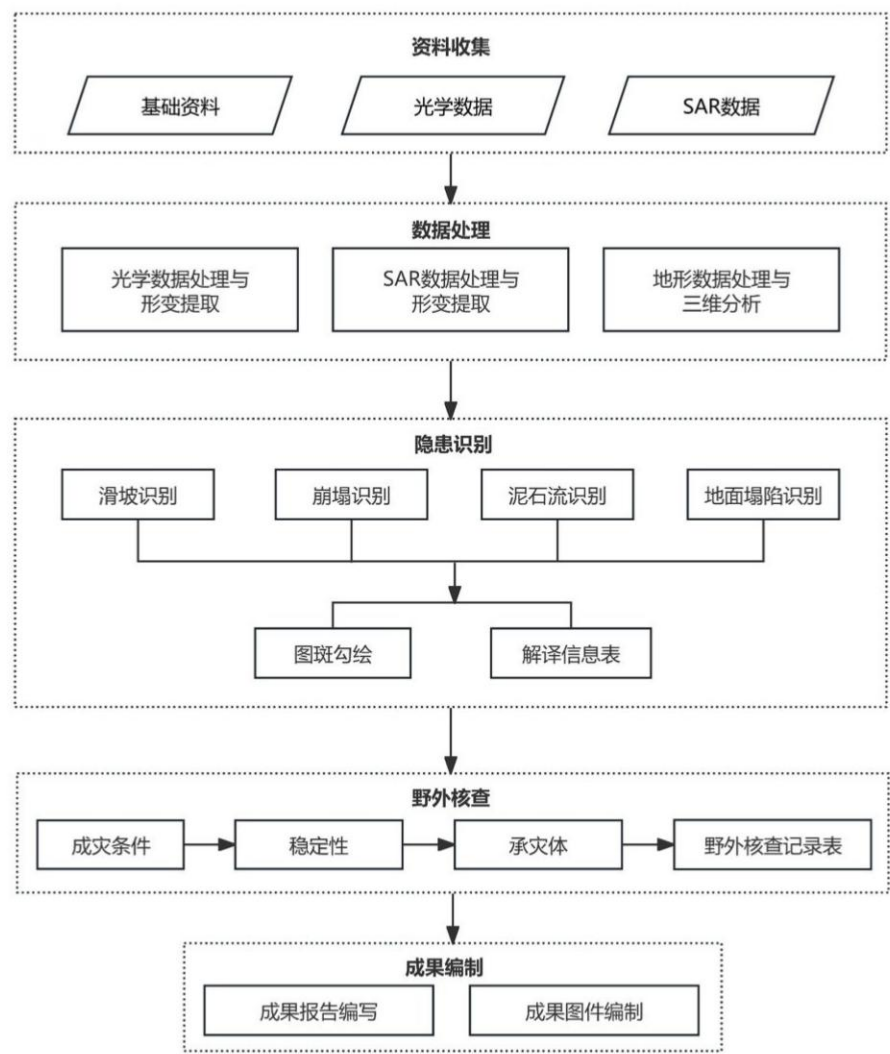


图 1 地质灾害隐患综合遥感识别工作工程图

5.2 光学数据

- 5.2.1 按照遥感识别比例尺精度要求，选择对应精度的星载光学正射影像或机载摄影测量生产的正射影像。没有明确比例尺要求的，影像分辨率不宜低于 5 m。
- 5.2.2 光学数据的云、雪、阴影覆盖率不宜大于 5%，成果资料应层次丰富、纹理清晰、色调均匀。峭壁、直立面等要有较完整的观测角度，重要识别对象及周边不应有遮挡、拉花和漏洞。

5.2.3 采用的最新时相星载光学数据与工作时间间隔不应超过 1 年，时间周期不少于 1 期/年，观测周期至少覆盖近两年，且应包含强降雨、地震和重要工程建设等时间点之后的影像；采用的最新时相的机载光学数据与工作时间间隔不应超过 6 个月。

5.3 SAR 数据

5.3.1 按照工作区位置选择适宜的雷达数据源。陕北地区宜选用 X、C、L 波段数据源，以分辨率高为宜；关中地区宜选用 X、C、L 波段数据源，需尽可能保证时间频次优于 1 期/月；陕南地区宜选用 L 波段数据源，对无法采用 L 波段数据的情况，宜采用相干性较好的 C 波段数据。

5.3.2 雷达数据分辨率建议优于 20 m，对规模较小的隐患建议采用优于 10 m 数据。

5.3.3 对时序 InSAR 数据处理方法而言，雷达数据需满足覆盖一年以上，且至少连续的两个冬天。

5.3.4 SAR 数据入射角选择遵循 SAR 视线向与最大位移方向夹角最小为原则，最大程度避免山体阴影、叠掩、透视收缩等成像畸变引起的无效观测。地形起伏大、高山峡谷地区需结合多源、多入射角、升降轨联合观测。

6 数据处理

6.1 光学数据处理与形变提取

6.1.1 通过光学数据处理提高影像的可解读性，提供识别对象及周边的基本信息，主要步骤包括几何校正、辐射校正、融合、镶嵌和裁剪等。星载光学数据处理流程和方法按照 CH/T 3019 相关技术要求执行，机载光学数据处理流程和方法按照 GB/T 39612 相关技术要求执行。

6.1.2 通过高分辨率多期次光学影像比对，目视解译承灾体周边形变特征，如植被破坏、树木倒伏、坡脚垮塌、后缘裂缝变化等。由于相邻区域成灾条件的相似性以及地质灾害的群发性，对承灾体周边较近距离内出现的光学形变特征，也应视作致灾体形变的证据。

6.2 SAR 数据处理与形变提取

6.2.1 通过差分 InSAR (D-InSAR) 技术获取区域内形变，处理步骤包括像对组合、配准、干涉相位计算、去平地与地形相位、滤波以及相位解缠等。可根据实际需求选用时序干涉技术，如永久散射体 InSAR (PS-InSAR)、短基线集 InSAR (SBAS-InSAR)、相位堆叠技术 (Stacking) 等。InSAR 数据处理流程和方法按照 CH/T 6006 相关技术要求执行。

6.2.2 形变聚集区提取建议采用人机交互方式进行，通过叠加光学、地形等数据，参考相干性图，剔除伪形变和非地质灾害形变。

6.3 地形数据处理与三维分析

6.3.1 对地形数据进行质量检查，对部分区域有更高分辨率数据的情况，可进行多尺度融合。数据分幅拼接无缝隙，无空洞及明显错误。

6.3.2 对地形数据的三维分析，识别高陡边坡、切坡建房等致灾要素，作为隐患识别的辅助依据。

6.3.3 对陕南等高植被覆盖区，可采用激光雷达测绘 (LiDAR) 技术开展林下地形数据的采集，提取地面点的密度应优于 8 点/m²。通过对地形成果的渲染开展综合分析，识别断层裂缝、陡坎冲沟、危岩体等隐患特征。对同一地区开展多期次激光雷达监测也可作为形变的辅助判断依据。

7 隐患识别

7.1 识别要求

地质灾害隐患的综合遥感识别，需要从光学形态、光学时序形变监测、InSAR形变监测、地形等多方面进行综合分析，满足条件越多，识别可靠性越高。识别成果需结合区域地质背景以及孕灾规律筛选，提高识别准确度，具体内容按照DZ/T0448和DZ/T 0283相关技术要求执行。

7.2 滑坡识别

7.2.1 形态特征

滑坡隐患在光学影像上一般有明显的纹理异常，滑坡体与周境界限明显，后壁发育有拉张裂隙，在影像上呈现细长条纹状。坡体可能有局部垮塌或滑移，影像上一般呈白色，纹理较光滑，植被发育情况与滑坡周边有明显差异。

7.2.2 形变特征

滑坡隐患的InSAR形变以蠕变型为主，滑坡体局部或整体形变速率异常，部分已垮塌区域可能出现失相干现象。按牵引式或推移式分类，形变部位可能集中在滑坡体前缘或后缘，部分高分辨率InSAR结果中可能出现下沉和抬升相邻并存的现象。

7.3 崩塌识别

7.3.1 形态特征

岩质崩塌隐患在光学影像呈细长分布，崩塌面无植被或植被发育不良，崩塌体在坡脚处形成堆积地貌一崩塌倒石锥，偶见大块落石，呈现白色或灰白色。崩塌体存在危岩或坡度较陡，基岩出露新鲜结构面。土质崩塌隐患在光学影像一般分布在阴影变化和地形起伏较大区域，植被较少，可见裂缝、土层隆起或沉降等现象。

7.3.2 形变特征

崩塌隐患的InSAR形变特征不明显，一般表现为有明显整齐边界的失相干现象，崩塌体所附着的岩体偶见形变，形变速率较小。

7.4 泥石流识别

7.4.1 形态特征

泥石流隐患在光学影像上可见堆积区，汇水区域多呈扇形，沟内可见松散物质堆积，在堆积区基本无植被，老堆积区地表植被较发育、或复垦为耕地，沿沟道两侧植被较少。

7.4.2 形变特征

泥石流隐患的InSAR形变主要集中在潜在形成区和堆积区，形变速率受降水和季节影响明显。

7.5 地面塌陷识别

7.5.1 形态特征

地面塌陷隐患在光学影像上可见与周边不一致的纹理特征，如出现倾斜、隆起、错裂等迹象，或局部已出现明显塌陷坑、下凹积水面等。

7.5.2 形变特征

地面塌陷的InSAR形变边界清晰，与周围有较大差异，塌陷坑中心可能存在失相干现象，失相干边界较整齐。

7.6 图斑勾绘

7.6.1 地质灾害隐患图斑以面矢量的方式勾绘，应贴合山脊、沟谷、道路等具有实际意义的边界。

7.6.2 滑坡、崩塌勾绘灾害体本身，泥石流主要勾绘形成区、流通区和堆积区，地面塌陷勾绘以形变区为准。

7.6.3 勾绘成果应填写对应的属性信息。

7.7 识别信息表

信息表应明确识别图斑地理位置、InSAR活动性、光学纹理特征等关键信息，提供光学及InSAR成果图，并给出核查建议，按照附录A执行。

8 野外核查

8.1 携带 GPS、罗盘、测距仪、无人机等设备开展野外核查，做好详细文字记录，并按照附录 B 的要求填写核查内容，核查重点可参考 DZ/T 0438-2023 中 6.5 的规定执行。

8.2 现场照片采集应获取隐患点全景照片不少于 1 张，宜采用无人机航拍获取；局部特征照片不少于 3 张，并详细记录拍摄位置、时间、镜向等信息；存储分辨率不低于 300DPI。

8.3 重点核查遥感解译的形变部位和形变特征，对现场特征不明显的要通过走访等形式厘清形变轨迹。

8.4 地质灾害隐患核查处置流程按照图 2 执行。

8.5 经核查排除地质灾害隐患的，可建立非隐患台账，不再开展隐患识别与监测。

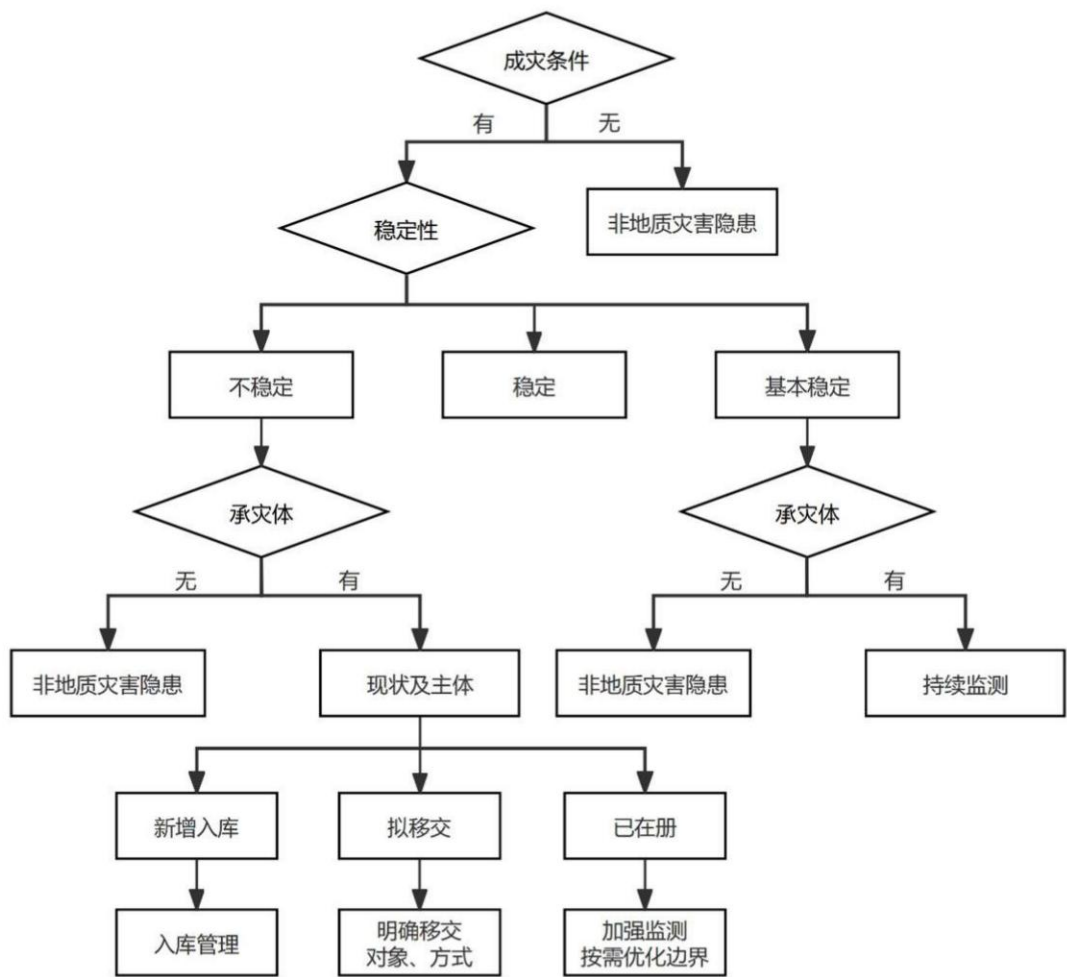


图 2 地质灾害隐患核查处置流程

9 成果编制

9.1 成果报告编写

成果报告内容宜包括项目概况、目的任务、以往工作情况、工作区地质背景、地质灾害发育情况、识别方法及处理流程、参数选取、结果分析、结论建议等，具体提纲可参考附录C。

9.2 成果图件编制

9.2.1 制图内容

- 9.2.1.1 提交的成果图应包括区域变形速率图（或区域累计形变量图）和地质灾害隐患图斑分布图。
- 9.2.1.2 成果图应满足基本图面要素要求，应符合 GB/T 15968 和 DZ/T 0265 的相关规定。
- 9.2.1.3 滑坡、崩塌地质灾害应绘制根据变形速率识别的灾害轮廓、灾害运动方向，对典型的灾害体绘制变形速率纵横剖面。有明确威胁对象的应在图面予以标注。
- 9.2.1.4 泥石流灾害应绘制流域范围、冲积扇范围、沟口范围。

9.2.1.5 地面塌陷应绘制塌陷范围，并标记有显著形变特征的塌陷坑、裂缝、陡坎等。

9.2.2 制图要求

9.2.2.1 各类成果图件应采用点目标、线矢量和面图像表达，按照不同载体类型、不同地质灾害类别或展示需求分类表示，底图应采用 SAR 强度影像、光学遥感影像、地形阴影图中的某一种，成果图件能清晰表达和分辨图面内容。

9.2.2.2 制图比例尺应符合 GB/T 15968 中的有关要求，依据 SAR 图像分辨率确定。

9.2.2.3 图件宜按监测专题进行工作区分幅，也可按国家标准分幅或行政边界分幅。

附 录 A
(规范性)
地质灾害隐患综合遥感识别信息表

隐患编码		行政区划	精确到村组		中心点坐标	度分秒格式，保留两位小数	
隐患类型		图斑面积			估计规模		
形变监测信息	监测时间	InSAR 监测周期	雷达数据源		观测模式	升规/降轨	
	形变部位		监测方法	数据处理方法	最大形变量		
光学影像特征	监测时间		光学数据源		解译可靠程度		
隐患特征	威胁对象		活动性	强/中/弱	危害性	强/中/弱	
光学特征描述	分析光学纹理、形态、威胁对象、规模等特征。						
InSAR 变形特征	分析形变分布范围，规模，速率，发育趋势等。						
光学遥感图	粘贴光学影像图，要有比例尺、指北针等图面要素。			形变图	形变速率图		
InSAR 时序图	典型点的形变时序曲线，采用非时序 InSAR 方法监测的本条可不填。						
解译人：		审核人：			解译时间：		

附 录 B
(规范性)
地质灾害隐患综合遥感识别野外核查记录表

核查点地理位置		精确到村组			
隐患编号				核查点中心坐标	
室内判识类型				实地验证类型	
坡向 (°)				坡度 (°)	
面积 (m²) / 体积 (m³)				估计规模	
稳定性				威胁对象	
风险程度					
是否在册隐患点 (隐患点编号)				隐患特征	/
隐患核查 实地调查 记录	记录现场调查环节与结果，包括但不限于成灾条件、植被情况、稳定性、威胁对象、活动趋势。				
野外验证照片					
编号: 描述:			编号: 描述:		
编号: 描述:			编号: 描述:		
核查结论	新增入库/拟移交/加强监测/持续监测/非地质灾害隐患				
调查人		审核人		调查日期	

附 录 C
(资料性)
成果报告提纲

第一章 前言

项目来源、目的任务、以往工作情况等。

第二章 工作区概况

工作区范围、交通、自然经济地理、地质灾害背景等相关内容。

第三章 综合遥感技术流程

本项目采用的综合遥感技术流程及细节。

第四章 隐患识别及成果分析

建立的解译标志，识别过程以及识别成果分析。

第五章 本次工作完成情况

总结本次工作执行情况、完成实物工作量等。

第六章 质量评述

目的质量评述。

第七章 结论与建议

分析项目成果，总结项目经验并给出合理性建议。

附图

附表

参 考 文 献

- [1] 地质灾害防治条例
 - [2] GB/T 32572-2016 自然灾害承灾体分类与代码
 - [3] DZ/T 0438-2023 地质灾害风险调查评价规范（1：50000）
-