

广东石人樟钨矿矿山采矿塌陷区提取及成果应用

吴寿江, 龚梅

(贵州省地质调查院, 贵州 贵阳 550005)

[摘要]地裂缝、塌陷坑是塌陷区的两个重要要素,根据两期 Spot6 遥感影像判读解译,对地下开采矿山塌陷区进行遥感监测,圈定两期影像矿山采矿造成的采矿塌陷坑、地裂缝,运用两期遥感影像建立三维视图,直观展示塌陷坑、地裂缝,通过对比两期影像圈定的图斑,计算出塌陷坑面积、地裂缝长度及其变化,综合分析塌陷发展趋势,圈定该矿山塌陷区范围,及时为有关部门对矿山环境进行整治提供依据和技术支撑,同时也为该矿区生态环境的综合治理提供基础数据和科学依据。

[关键词]遥感影像;塌陷区;塌陷坑;地裂缝;三维模型

[中图分类号]P631.2;P631.8+2 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1000-5943(2020)-02-221-04

1 引言

地下开采矿山在采矿过程中造成的塌陷坑、地裂缝、积水坑等地质环境破坏,已成为影响矿山及附近村民健康、生活、经济发展的突出问题,引起国家及地方政府部门的重视,积极投入人力、物力、财力开展研究与治理,塌陷区作为矿山地质生态环境的重要组成部分,国家颁布了《矿山地质环境保护规定》,实施《矿山地质环境保护与治理规划》,推动了矿山环境恢复治理,一定程度上改善矿山生态环境,但矿山地质环境恢复治理仍不适应新形势要求,特别是地下开采引起的塌陷、地裂缝,治理难度高,治理成本大,对矿山地质环境造成破坏仍然严重,严重影像地质生态景观与矿山发展。

采矿塌陷区是指矿层采空后顶板覆岩易崩塌冒落,发展至地面造成地面变形而形成的塌陷坑(杨金中等 2011)。本文利用两期 Spot6 遥感影像对广东省石人樟矿山塌陷坑、地裂缝进行判读解

译,然后圈划塌陷区范围,即解译采矿引起的塌陷、地裂缝等地质灾害,在充分对比两年度的各种灾害图斑变化情况及分析,从而圈定该矿山塌陷区的范围及发展趋势,力求全面、较真实的反应矿山塌陷区,为政府相关部门对该矿山环境治理提供基础数据与科学依据。

2 研究区概况

广东省韶关市石人樟钨矿矿山位于韶关市始兴县深渡水乡下村,矿区总面积为 2.816 2 km²,开采日期为 2016 年 6 月—019 年 6 月,为地下开采矿山,矿权范围东经 114°06'31"~14°08'12",北纬 24°47'54"~24°49'19"。区内年降水量 1 600 mm 左右,水系发育较高,为浈江、流墨江与澄江,水资源丰富,海拔 300~1 025 m,高山陡坡地貌,属于亚热带季风气候(冯经平等 2011)。矿区地质为寒武系与奥陶系浅变质碎屑岩系的变质砂岩与砂质板岩(胡孝奎等 2011)。

[收稿日期]2019-11-21 **[修回日期]**2020-02-23

[资助项目]DD2018980501,2018 年度全国新增矿山恢复治理状况监测;DD20160075,2018 年度全国矿产资源开发环境遥感监测。

[作者简介]吴寿江(1984—),男,苗族,贵州黄平人,毕业于中国地质大学(北京),遥感地质工程师,从事矿山地质遥感监测工作。

3 技术方法

1. 遥感影像制作。收集 2017 年、2018 年两期遥感影像数据,影像分辨率为优于 2 m,采取遥感数据与多源数据相结合,对遥感影像进行拉升图像增强,制作最佳解译的遥感图像。2. 针对性地对遥感信息进行多层次技术筛选、信息综合分析等,进行矿山信息分析,制作塌陷坑、地裂缝解译标志,排除矿山开采固体废弃物、中转场干扰。3. 圈定塌陷坑、地裂缝,进行三维直观展示分析,计算两年度塌陷坑、地裂缝面积与长度。4. 根据解译结果,对比两年度各因素变换情况,分析塌陷发展性趋势,圈定矿山塌陷区范围,为相关部门提供基础数据与技术支撑(见图 1)。

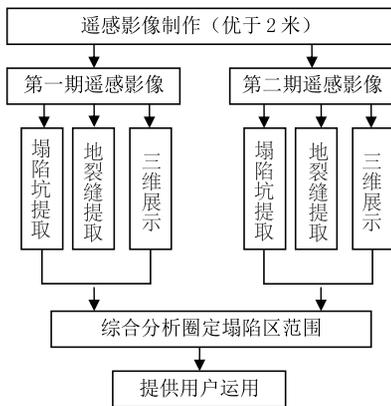


图 1 矿山塌陷区圈定方法流程

Fig. 1 Determination flow of mining subsidence

4 遥感解译标志建立

塌陷坑、地裂缝集中分布是采空塌陷区形成的直接解译标志。根据石人嶂矿山地质地貌特征和解译标志,开展塌陷坑、地裂缝专题的遥感解译工作,排除矿山固体废弃物与中转场的干扰,解译方法如表 1。

表 1 遥感影像解译特征表

Table 1 Characteristics of remote sensing image interpretation

地物类型	影像解译特征
塌陷坑	塌陷坑在影像表现为沉降且与周围地貌色调不同,形状类似椭圆形、圆形,呈串珠状分布,均有一定的规律。
地裂缝	在遥感影像是呈类似线状或条带状,呈暗色,沿着地表切割,深浅不一,有平行排列、折线等组合,植被分布不均匀。

5 解译结果

5.1 信息提取

根据遥感影像解译,分别就地裂缝、塌陷坑两个专题内容进行解译、综合分析。

通过两年度遥感解译,共解译 9 条地裂缝,2017 年总长度 1 365.49 m,2018 年总长度较 2017 年增加了 297.54 m,其中增加的 III、IV、V、IX 号,见表 2。通过数据对比,此四处地裂缝有进一步开裂趋势。

表 2 两年度塌陷坑面统计表 单位:m

Table 2 Statistics of subsidence pitted surface of 2 years unit: meter

地裂缝编号	2017 年	2018 年	两年差值
I	96.17	96.17	0.00
II	42.03	42.03	0.00
III	156.70	257.56	100.86
IV	399.91	443.19	43.28
V	154.44	260.20	105.76
VI	61.20	61.20	0.00
VII	134.93	134.93	0.00
VIII	89.25	89.25	0.00
IX	230.86	278.50	47.64
合计	1365.49	1663.03	297.54

两年度共解译 16 个塌陷坑,2017 年总面积 35 585.46 m²,2018 年总面积较 2017 年增加了 3 854.99 m²,其中增加的 C、D、E、G、I、K、O、P 号,变化最大的是 P 号,面积增加了 1 542.04 m²。通过数据对比,此八处塌陷坑发展趋势继续向周边扩大。

表 3 两年度塌陷坑面统计表 单位:m²

Table 3 Statistics of subsidence pitted surface of 2 years unit: square meter

塌陷坑编号	2017 年	2018 年	两年差值
A	14 047.91	14 047.91	0.00
B	1 179.17	1 179.17	0.00
C	4 969.72	5 667.2	697.48
D	891.94	1 409.78	517.84
E	399	528.71	129.71
F	905.48	905.48	0.00
G	5 669.93	5 750.15	80.22
H	2 665.86	2 665.86	0.00
I	1 124.82	1 191.12	66.30

续表

塌陷坑编号	2017年	2018年	两年差值
J	493.25	493.25	0.00
K	1 224.57	1 682.50	457.93
L	225.49	225.49	0.00
M	651.79	651.79	0.00
N	282.06	282.06	0.00
O	192.85	556.32	363.47
P	661.62	2 203.66	1 542.04
合计	35 585.46	39 440.45	3 854.99

通过数据对比分析,对广东石人樟钨矿矿山采矿塌陷区进行综合研究,圈定了塌陷区范围,总面积为 617 047.23 m²。

5.2 三维展示

利用 2017 年、2018 年 Spot6 遥感影像进行三维展示,如图 2,图 3。

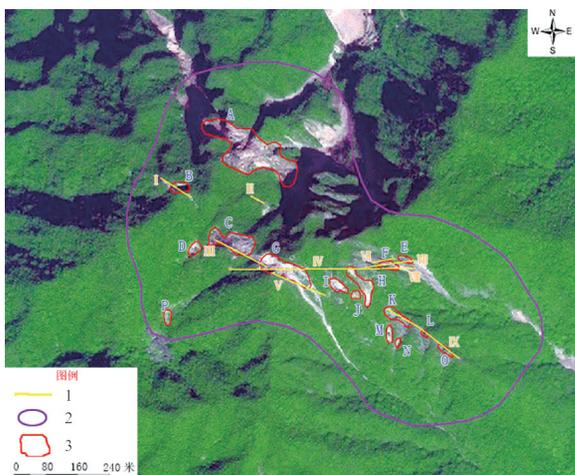


图 2 2017 年三维影像图

Fig. 2 3D vision image in 2017

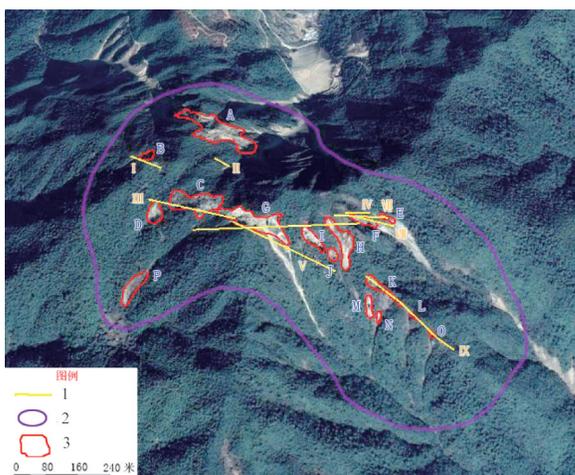


图 3 2018 年三维影像图

Fig. 3 3D vision image in 2018

直观的对比,立体反应了广东石人樟钨矿矿山采矿塌陷区范围,清晰的反应了塌陷坑、地裂缝分布,图 2 为 2017 年影像,图 3 为 2018 年影像,有效的为相关部门对塌陷区治理提供真实有效直观的数据。

6 综合分析

地裂缝

该矿山地裂缝是矿山开采过程中矿层挖空,地表岩、土体在自然与人为因素作用下,逐渐产生开裂,并在地面形成裂缝的,随着矿山开采剧烈与时间推移,并慢慢变长变宽,直接在高分辨率影像上显现出来,开采越剧烈,短时间变化越大,两期遥感影像特征表现越明显,对矿区生产活动造成危害越大。

塌陷坑

地面塌陷是指上覆岩层发生破坏,岩土体下陷或塌落在地下空洞中,并在地表形成不同形态的塌坑,这种现象称为地面塌陷。在塌陷区往往伴随有围绕塌坑的若干裂缝,形成大小不等的环形或弧形开裂。由于下陷的不均一性,有时候在塌陷区内形成一些起伏不平的鼓丘或不规则开裂。人为导致土被、植被消失,使其下隐伏的石芽、洼地、溶沟等喀斯特岩溶地貌暴露地表,形成人为石漠化景观。

塌陷区

在遥感图像上,矿山塌陷坑、地裂缝集中或者规律性的分布,反映了矿山采空后的破坏范围,矿层采空后,受到外力作用,矿体、岩体受到挤压出现变形,导致地面发生变形,并在崩落、裂开的地面造成一定影响范围,从而形成了采空塌陷区,利用遥感监测技术方法进行塌陷区监测与圈定,既降低塌陷区调查成本,又能直观的反应塌陷区状况,给予矿山生态环境治理提供了科学数据,在对矿山生态治理中有着不可替代的作用。

7 成果运用

(1) 现阶段遥感已成为监测矿山开采引发塌陷的重要技术手段,不断日益成熟,在对获取矿山塌陷区数据中大大节约成本,高分辨率的三维图像使矿山塌陷坑、地裂缝“一目了然”,通过“天

眼”直接展示,对塌陷区的情况及发展趋势尽收眼底。

(2)采用遥感解译与 GIS 分析手段,对矿山开采造成塌陷区进行预判圈定,取得了良好的效果,以这种技术方法,已为自然资源部生态修复司提供了及时准确的数据,并根据其成果展开了塌陷区治理,在为有关部门对矿山塌陷区治理提供依据和技术支撑,同时也为矿区生态环境的综合治理提供一份翔实数据和充分科学依据。

[参考文献]

冯经平,韦龙明. 2005. 广东石人嶂钨矿矿山环境地质问题影响分

析[C]/中国遥感应用协会 2011 年年会文集. 北京:中国宇航出版社,105-109.
胡孝奎,江舒芳,邹志友. 2011. 广东韶关石人嶂钨矿床地质特征分析[C]. 现代商贸工业,471-473.
况顺达等著. 2005. 喀斯特地区典型地质灾害及其遥感影像特征:以贵州省为例[M]. 地质出版社,17-18.
况顺达,赵震海. 2005.SPOT5 数据在矿山监测中的应用[C]/中国遥感应用协会年会文集. 北京:中国宇航出版社,105-109.
王晓红,聂洪峰,杨清华,等. 2014. 高分辨率卫星数据在矿山开发状况及环境监测中的应用效果比较[J]. 国土资源遥感,59(1):16-17.
杨金中,秦绪文,张志,王晓红. 2011. 矿山遥感监测理论与方法[M]. 北京:测绘出版社,107-112.

Extraction of mining subsidence area and its application in Shiren Zhang Tungsten mine, Guangdong

WU Shou-jiang, GONG Mei

(Guizhou Geological Survey, Guiyang 550005, Guizhou, China)

[Abstract] Ground fissures and collapse pit are two important elements of subsidence area, according to two phase Spot6 deciphering of remote sensing image interpretation, to remote sensing monitoring of underground mining in mining subsidence, select two image mining subsidence caused by mining pit, ground fissure, using two phase of the remote sensing image based 3 d view, intuitive display of sinkhole, ground fissure, by comparing the two figure spot of image and calculate the sinkhole area, ground fissure length and its changes, development trend of the synthetic analysis of subsidence, delineating the scope of mining subsidence, timely provide the basis for relevant departments on mine environmental regulation and technical support, At the same time, it also provides basic data and scientific basis for the comprehensive management of ecological environment in the mining area.

[Key Words] Remote Sensing Image; Subsidence area; Subsidence pit; Ground fissure; Three-dimensional model