

神府矿区采空区塌陷 IKONOS 遥感影像特征

邓 锬

(中国煤炭地质总局航测遥感局遥感应用研究院, 陕西 西安 710054)

摘要: 应用 IKONOS 高分辨卫星数据对神府矿区煤炭开采引发的地面塌陷进行调查, 研究不同地形地貌下, 采空区塌陷的遥感影像特征, 解译采空区塌陷 88 处, 采空区塌陷面积 6354.54 hm²。结果表明, 高分辨率遥感数据在风沙草滩区解译效果欠佳, 在黄土丘陵区遥感解译效果较好。

关键词: 采空区塌陷; 遥感; 风沙草滩区; 黄土丘陵区; 神府矿区

中图分类号: X87

文献标识码: A

文章编号: 1006-8759(2016)03-03

CHARACTERISTICS OF IKONOS REMOTE SENSING IMAGE OF COLLAPSE OF MINED OUT AREA AT SHENFU COAL AREA

DENG Kun

(Remote Sensing Application Institute of ARSC, Xi'an 710054, China)

Abstract: This paper investigates the collapse of mined out area of Shenfu coal area using the high resolution satellite data of IKONOS. Based on the research of future of the collapse of different geomorphology, Totally 88 spots land collapse and 6354.54 hm² of collapsed area were identified. The result showed that the better interpretation effect to the collapse at loess hilly region than at wind sand grass shoal area.

Key words: collapse of mined out area; remote sensing; wind sand grass shoal area; loess hilly region; Shenfu coal area

神府矿区蕴藏极其丰富的煤炭资源, 是中国 21 世纪优质清洁的动力和气化用煤, 已成为 21 世纪东煤西移的战略基地。该区地处干旱-半干旱过渡地带, 生态环境极其脆弱, 煤炭开采导致的环境问题, 已成为影响神府矿区社会经济和环境发展的制约因素。

目前, 高分辨率卫星遥感影像可以满足矿山地质环境监测的要求, 各种生态环境要素均可在遥感图像上得到充分的反映, 根据矿区各类地物遥感影像特征(高程、颜色、纹理、亮度等)可以获

取矿山土地塌陷等信息^[1]。本文以神府矿区为例, 就高分辨率卫星遥感数据在地面塌陷调查中的应用效果进行分析。

1 地质背景

1.1 地形地貌

神府矿区北至省界, 南至水磨河, 东到孤山川, 西至秃尾河, 地处陕北黄土高原的北部, 毛乌素沙漠的东南缘, 面积 3 678 km²。地形宽缓, 最高点海拔 1 334.10 m, 最低点海拔 1 057.50 m, 一般海拔在 1 120~1 280 m 之间。矿区主要地貌类型为风沙草滩区和黄土丘陵区。

1.2 地质构造特征

地层主要有中下侏罗统延安组、中侏罗统直罗组、下更新统三门组中更新统离石组、上更新统

收稿日期: 2015-09-14

基金项目: 中国地质调查局地调项目“陕西省矿山开发遥感调查与监测”(1212011120030)

作者简介: 邓锬(1975-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事遥感应用研究工作。

萨拉乌苏组及全新统风积沙。矿区主要可采煤层为赋存于中侏罗统延安组,含煤 8 层,自上而下编为 1~8 号煤层,主要可采煤层为 1-2、2-2、3-1、4-2、5-2 煤,可采厚度可达 10.28 m。

2 矿区概况

神府矿区煤炭资源探明储量 431.13 亿 t,目前大型矿山有:神华集团的大柳塔煤矿、哈拉沟煤矿、榆家梁煤矿、活鸡兔煤矿和石圪台煤矿,陕煤集团的柠条塔煤矿、张家峁煤矿等。大型矿山采用机械化综采,全面跨落方式开采,采后工作面上覆岩层全面跨落,采空区整体跨落;个体及集体采矿区,采用平硐开拓,房柱式采煤方法,预留顶煤保护顶板,一般每隔一定距离预留安全煤柱,采用人工打眼放炮采煤方法,运输用柴油胶轮四轮车等。

3 遥感数据的选择及处理方法

3.1 数据源选择

研究表明,高分辨率影像能够清晰反映地物类型细节和地物边界,对地裂缝、地面塌陷等具有良好的监测效果^[2,3]。本文选取的 2010 年 5 月 IKONOS 卫星数据,无云层覆盖,区内开采矿山、植被、水系等各类地物特征明显,可解性良好。

3.2 数据处理

利用 ERDAS 软件提供的有理函数模型自动获取待校正遥感影像的瞬时状态参数(包括卫星成像瞬间的高度、倾角、经纬度等),根据成像模型利用基于 IRS-p5 生成的高精度 DEM 进行正射校正。采用 Gram-Schmidt 光谱锐化和 PAN-SHARP 融合方法对图像融合取得较好的效果,对矿区内的采空塌陷有明显的反应,有利于灾害的识别和解译。

4 采空区塌陷遥感解译

4.1 采空区塌陷遥感判别标志

当地层中有用的矿物被采出之后,采场周围岩体将产生应力重分布,使上覆岩体产生变形、位移和破坏,从而导致地面沉降,其影响范围受煤层厚度、上覆岩层的厚度、岩性等影响。根据实地考察收集的资料,采空区塌陷表现为塌陷盆地、塌陷坑、地裂缝、黄土崩塌滑坡等不同形式^[4]。

4.2 采空区塌陷遥感影像特征

4.2.1 风沙草滩区采空塌陷遥感影像特征

采空区塌陷地貌,与原有波状丘陵地貌不易区分,如果表层为风积沙土,则不容易发现地裂缝,只有在地表较陡的土坡边缘地带,在表层为沙土或黄土时,地表可以看见裂缝,才能明确确认为处于塌陷区范围内^[5]。



图 1 地裂缝和陡坎遥感影像

4.2.2 黄土丘陵沟壑区采空塌陷遥感影像特征

在沟谷边坡塌陷诱发黄土体崩滑,呈浅色不规则斑块影像,沿沟沿线成群、成带分布,在崩滑体上方,密布台阶状地裂缝,其走向与沟道一致,梁峁上出现塌陷坑和塌陷槽,呈现负地形,独立个体或成群分布。

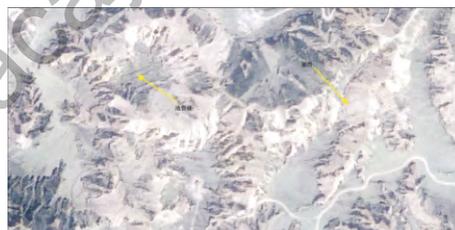


图 2 裂缝和崩滑体遥感影像

4.3 采空区塌陷遥感解译

本次遥感解译神府矿区地面塌陷 88 处,采空区塌陷面积 6 354.54 hm²,其中神木县 4 517.17 hm²,涉及煤矿 21 个,主要分布范围包括神木县大柳塔、中鸡、孙家岔、店塔等乡镇,其中仅神华集团所属煤矿采空塌陷面积就达到 4 278.61 hm²;府谷县 1 837.37 hm²,涉及煤矿 35 个,全部为房柱式开采,主要分布范围包括新民、三道沟、老高川、大昌汗等乡镇。典型的地面塌陷解译以位于风沙草滩区的大柳塔煤矿、黄土丘陵区的榆家梁煤矿为例。大柳塔煤矿位于风沙草滩区,地势较为平坦,基地为侵蚀残留的黄土梁峁地形,表面为波状起伏的风成沙丘(多为片流沙和半固定沙丘),采用全垮落式顶板管理方式,开采后上覆岩层会立即发生下沉,塌陷面积是开采面积的 1.28 倍^[6]。遥感影像上采空区塌陷的解译除了塌陷坑和地裂缝等直接解译标志以外,破坏的地表建筑物、道路等公共设施可作为间接解译标志,预示着该区域存在采空

区塌陷 (图 3)。大柳塔煤矿采空区面积约 2 800 hm²,通过遥感解译采空塌陷面积 1 192.52 hm²,解译的采空塌陷区域均位于大柳塔矿东南部,盖沙黄土出露的区域,而在沙土覆盖区域,塌陷引发的地面变形与波状起伏沙丘原始地貌不易区分,无法解译塌陷区位置。



图 3 采空区塌陷间接解译标志遥感影像

榆家梁煤矿位于黄土丘陵沟壑区,梁多峁少,梁宽 100-200 m 不等,以 10-20 度角向两侧沟谷倾斜,沟边缘线以下沟坡陡峻,梁峁两侧沟谷切割深度不等,切沟、冲沟发育,多呈树枝状分布。在沟边缘线以下易发生黄土崩塌滑坡,原有的沟谷纹理被破坏,与自然条件下形成的黄土崩塌、滑坡不同,影像上未见明显的滑体或崩积物,这是由于顶板整体垮落,导致坡体同时具有垂直向下和向临

空面水平滑动的趋势,兼具了崩塌和滑坡的特征,且导致黄土体破碎;在沟缘线以上,梁峁分布有塌陷坑、槽及裂缝,裂缝一般与地表等高线平行。榆家梁煤矿采空区面积约 2 300 hm²,通过遥感解译采空塌陷面积 2 520.44 hm²,塌陷面积是采空区面积的 1.1 倍,采空区基本全部塌陷。

5 结语

神府矿区采空区塌陷较为严重,应用高分辨率遥感影像能对采空区塌陷进行有效的监测,可以作为地质灾害详查的一项重要的技术手段。

黄土丘陵地貌具有良好的解译效果,且崩滑、地裂缝等地质灾害分布规律具有群发性、区域性等特点,使得同一矿区的某一时间段灾害集中出现,风沙草滩地貌,黄土出露区域解译效果较好,风积沙覆盖区域遥感影像解译效果不佳。

遥感解译结果表明,机械化综采引发的采空区塌陷面积巨大,破坏最为严重;房柱式开采由于其采空区面积小,塌陷面积较小,但是神府矿区小煤窑众多,房柱式采煤方法发生采空区地面塌陷灾害也相当普遍。

参考文献

[1] 杜培军. 高分辨率卫星遥感的发展及其在矿山的应用 [J]. 煤, 2000,10(1):5-7.
 [2] 王晓红,聂洪峰,等. 不同遥感数据源在矿山开发状况及环境调查中的应用[J]. 国土资源遥感,2006,(2): 69-71.
 [3] 赵祥,刘素红,王安建,等. 基于卫星遥感数据的江西德兴铜矿开采环境影响动态监测分析[J]. 中国环境监测,2005,21(2):68-73.
 [4] 张敦虎,卢中正,强建华,等. 地面塌陷特征及其遥感识别方法研究[J]. 地质灾害与环境保护,2009,20(3):8-12.
 [5] 徐友宁,李智佩等. 生态环境脆弱区煤炭资源开发诱发的环境地质问题—以陕西省神木县大柳塔煤矿区为例[J]. 地质通报,2008,27(8): 1344-1350.
 [6] 徐友宁何芳,武自生等. 神东矿区开采沉陷及塌陷指数预测[J]. 中国煤,2005,31(12):37-40.

(上接第 53 页)

数据不能正确地反映出射线装置周围剂量率是否达到标准的要求,给从事相关工作的人员造成受照剂量超标的风险。

5 结论与建议

针对目前在医用 X 射线装置周围环境辐射监测中存在的一些实际问题,建议从以下几方面加以考虑和解决:

射线装置正常工作时产生的脉冲场,曝光时

间一般在几毫秒到几十毫秒之间,因此要选用响应时间在此范围的仪器进行测量,否则得到的是偏低的测量数据,给出的剂量评估也是不可靠的,就满足不了辐射防护监测应有的要求。监测机构需要在仪器配备选型上选择功能适用的测量设备,以免在技术咨询工作中给出不可信的结论。

医用电子加速器产生的辐射场既有高能 X 射线,也产生伴随中子发射的感生放射性存在,在

(下转第 40 页)