

# 遥感技术在矿山监测中的应用

——以贵州水城煤田大湾矿区为例

李思发<sup>1,2</sup>, 赵伟立<sup>1,2</sup>, 芦正艳<sup>1</sup>

(1. 贵州省地质调查院, 贵州 贵阳 550005; 2. 中国地质大学, 湖北 武汉 430074)

**[摘要]** 利用 GEOEYE-1 遥感影像为数据源, 结合研究区地理、地质等特征, 总结了矿山开采信息提取的基本理论和技术方法, 分析了矿业开发与地质背景的关系以及矿业开发过程中地物的相关性, 建立了各类典型矿山地物遥感解译标志; 通过利用总结的矿山开采遥感信息提取技术方法和建立的各类地物解译标志, 快速提取了研究区的矿山分布和开采信息, 较全面准确掌握了区内矿山开发现状。

**[关键词]** GIS; 遥感技术; GeoEye-1; 矿山监测

**[中图分类号]** TP79; TP75 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-5943(2014)02-0132-04

矿山遥感监测, 是一项重要的矿情调查工作, 是矿政管理部门掌握矿产资源开发状况和矿山地质环境现状的重要手段之一<sup>[1]</sup>。本文以贵州水城煤田大湾矿区为例, 利用 2012 年 2 月 4 日获取的 GEOEYE-1 遥感数据, 结合研究区地理、地质等特征, 就矿山监测中遥感判识技术和方法进行了探讨。

## 1 研究区概况

水城煤田大湾煤矿区, 位于贵州省西部, 贵州省毕节市的威宁县、赫章县和六盘水市钟山区三县交界地带, 地理坐标东经 104°34'~104°52', 北纬 26°37'~26°51', 面积约 885 km<sup>2</sup>。区内交通便利, 有贵昆铁路和 102、212 省道公路通过。

研究区出露的地层有泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系, 区内主要开采赋藏于上二叠统龙潭组的煤矿; 采矿权 81 个, 其中煤矿山 46 个, 砂石矿山 35 个。

## 2 矿山开采信息提取的基本理论

遥感图像提供的是地质、地貌、水文、土壤、植

被、社会生态等综合信息, 而如何快速、准确识别矿山开采信息, 需对研究区的地质和矿山开发过程的系统性与整体性进行深入研究分析<sup>[2]</sup>。

### (1) 地质背景对矿山的决定性

矿产资源的形成总与特定的地质环境相关, 其埋藏状态、深浅与区域构造地貌的形成与演变密切相关。位置是指地物所处环境在影像上的反映, 即影像上目标与背景的关系。通过了解研究区内的含矿地层的分布情况可以快速、准确识别地表景观破坏是矿山开采活动引起的或是其他人类活动造成的<sup>[1]</sup>。如研究区的煤矿资源, 产于二叠系龙潭组(P<sub>3</sub>l)海陆交互相沉积矿床, 其煤矿开采点均应分布于二叠系龙潭组地层内或附近(见图 1)。

### (2) 矿山开发过程的系统性与整体性分析

矿山开发过程的系统性与整体性是指矿业开发过程中的剥蚀—堆积相关性与开发相关的建筑、交通等要素的相关布局及开发要素的整体组合。景观各要素之间或地物与地物之间相互一定的依存关系, 这种相关性反映在影像上形成一定平面布局<sup>[3]</sup>。

在矿产资源的开采过程人为的剥蚀(开采、

**[收稿日期]** 2014-03-10

**[基金项目]** 属贵州中西部重点成矿带与矿集区矿山开发遥感调查与监测(项目编号: 1212010785011)项目成果。

**[作者简介]** 李思发(1982—), 男, 贵州思南人, 中国地质大学(武汉)计算机科学与技术专业毕业。主要从事矿山遥感监测、GIS 应用。

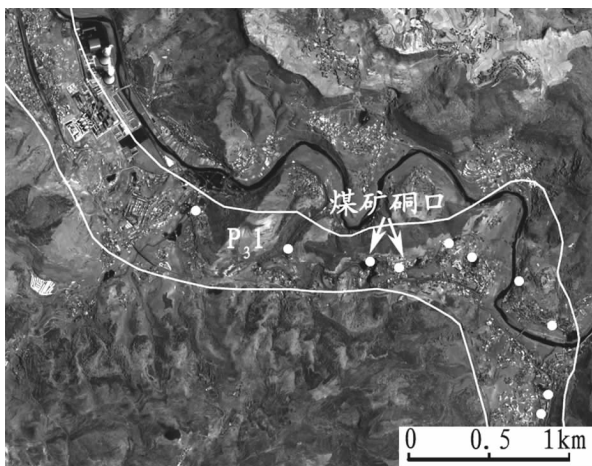


图1 煤矿开采点与龙潭组关系图

Fig. 1 Relation of coal mining point and Longtan formation

选矿等活动)与堆积(固体废弃物堆积)一般存在一定的相关性<sup>[1]</sup>。如每个以地下开发方式开采的矿山均存在采场洞或井口,其附近一定存在相关的固体废弃物(见图2),可以借助固体废弃物发现开采的洞或井口,并根据废弃物的状况(增大还是减少、废弃物的新鲜程度,以及有无草本植物覆盖等)判断其开采状态。

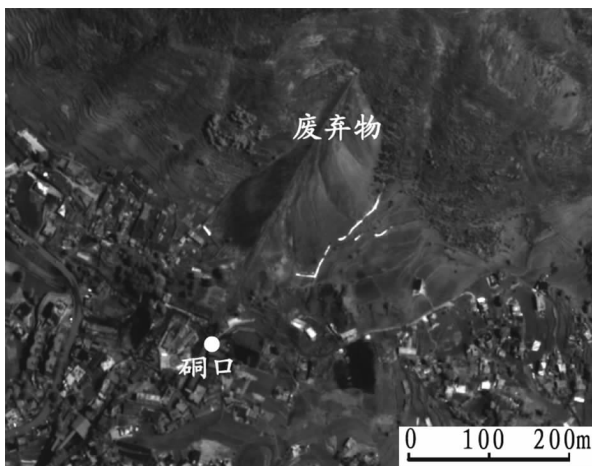


图2 煤矿洞口与废弃物的位置关系图

Fig. 2 Relation of coal entrance and waste location

### (3) 矿、路网的关系

采矿活动一般都与运输活动密切相关,矿山一般均修建有简易公路,简易公路呈线状,随地形起伏变化而变化,色调较亮,一般为白色,路网系统也比较简单,从主公路有分支公路延伸至矿山,然后中断。在遥感上常见的连通性差的“盲肠路”、“断头路”,其终点一般都是采矿活动的采场或地下开采的洞口位置<sup>[4]</sup>。

## 3 矿山开采信息提取的基本方法

本次研究采用2012年2月4日获取的GeoEye-1数据(全色影像分辨率为0.5 m,多光谱影像分辨率为2 m,并配备了RPC参数模型文件)为数据源,以ArcGIS9.2软件为工作平台,通过人机交互方式进行矿产资源开发状况和矿山地质环境等信息提取。

### 3.1 技术路线

一是采用遥感图像处理(EVNI)软件,对GeoEye-1遥感影像进行正射融合处理,得到具备模拟天然色彩的遥感影像图;二是结合区域矿产地质图及矿山道路、矿石堆和排土场等采矿活动痕迹,建立研究区典型矿山地物遥感解译标志,进行矿产资源开发状况和矿山地质环境信息要素的提取。

### 3.2 遥感影像处理

在ENVI中需选择相应的卫星校正模型,加入影像自带的RPC(Rational Polynomial Coefficients)文件,采用1:10000标准分幅的DEM(网格5×5米)进行正射纠正,并在1:10000 DRG上选取地面控制点(GCP)进行校正,并进行对比度扩展及均衡化处理,调整图像亮度值分布和增强图像反差效果,再对图像进行高通滤波处理,得出多个波段融合后的近似真彩遥感影像图。

### 3.3 典型矿山地物解译标志建立

针对研究区地理、地质等特征,应用GEOEYE-1遥感图像,通过遥感图像数字处理并结合野外实地调查,建立的各类典型矿山地物遥感影像特征如下:

#### (1) 露天采场

露天开采的矿种主要为建筑用砂,从地形特征来看,由于露天开采面的不断开挖,一般要低于周围地形,呈负地形;在影像上色调较亮,颜色为白色(见图3),而地表辅助设施简单;从主路有分支公路延伸至采场。

#### (2) 开采洞口

地下开采的矿种为煤矿,因地下开采,洞口位置很难直接利用地表色调、形态特征进行直接识别,在遥感影像上主要根据洞口周边的煤堆、煤矸

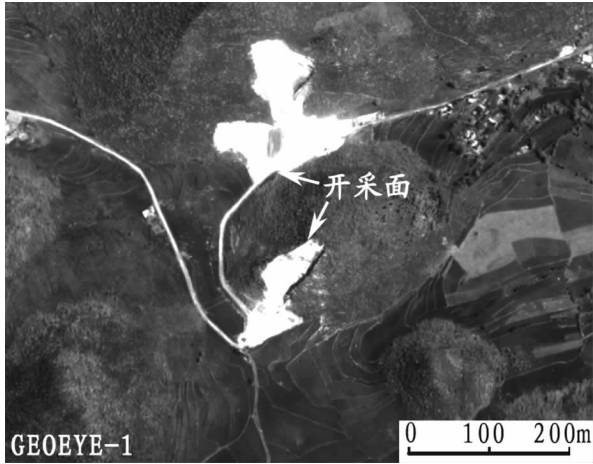


图3 露天采场遥感影像特征

Fig. 3 Remote sensing features of field stope

石、运输轨道及矿山建筑等进行识别,煤矿山作业场地在影像上呈现黑色调,硐口与煤堆(煤矸石堆)之间一般有运输轨道相连,在轨道靠近山体的方向出现断点处即为硐口(见图4)。

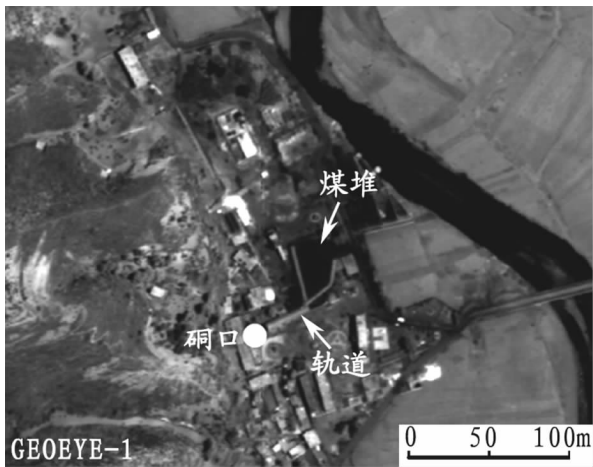


图4 煤矿山遥感影像特征

Fig. 4 Feature of remote sensing image in coal mine

(3) 煤矸石堆

煤矸石堆指选煤厂集中堆放矸石等固体废弃物的场所,一般位于矿山附近。在影像上呈灰黑色,多为锥形状,纹理较杂乱,顺沟而堆,且下方修建有挡土墙(见图5)。

(4) 尾矿库

尾矿库是指筑坝拦截谷口或围地构成的,用以堆存矿山进行矿石选别后排出尾矿或其他工业废渣的场所。在遥感影像上尾矿坝呈阶梯状,颜色多为白色,库内无植被或植被稀少(见图6)。

(5) 滑坡体

滑坡是指斜坡岩土体沿着惯性的剪切破裂面所发生的滑移现象。在 GEOYEY-1 影像上,滑坡

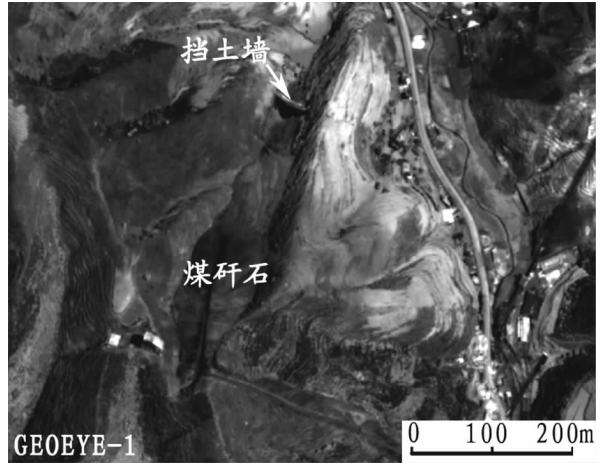


图5 煤矸石堆场遥感影像特征

Fig. 5 Feature of remote sensing image in gangue field

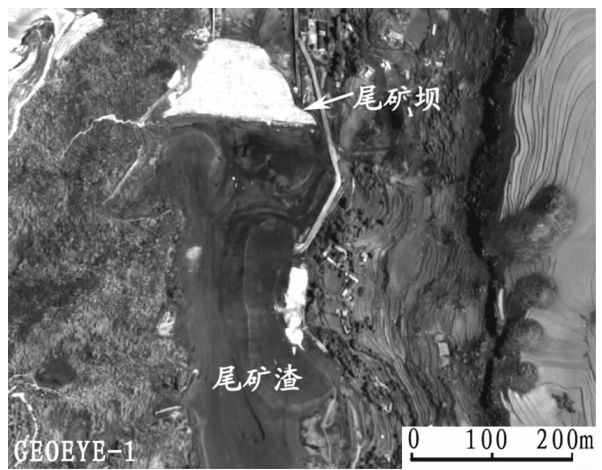


图6 尾矿库遥感影像特征

Fig. 6 Feature of remote sensing image in tailings pond

体多呈舌形、椭圆形、弧形滑坡体的微地貌特征因其变形而明显有别于其四周或局部区域地貌<sup>[5]</sup>(见图7)。

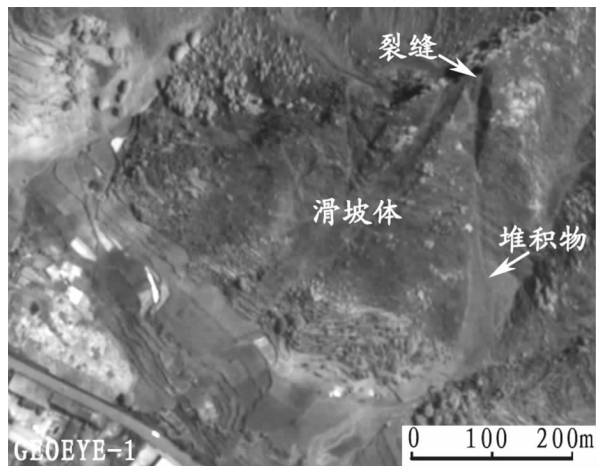


图7 滑坡遥感影像特征

Fig. 7 Feature of remote sensing image in landslide

## 4 调查结果

通过对遥感解译结果进行野外实地调查与验证,研究区内有开采面(点)160个,其中界内开采点85处、疑似无证开采6处、越界开采1处和关闭矿山68处;矿业活动占地面积为661.8公顷,其中中转场占地为490.2公顷、固体废弃物为116.3公顷、采场和矿山建筑分别为26.9公顷、28.4公顷;矿山地质灾害32处,其中崩塌滑坡29处、地裂缝3处。

## 5 结语

(1)基于矿山遥感解译的理论方法,系统总结了利用高分辨率遥感数据源开展矿山开采信息提取的技术方法,并结合研究区地理、地质等特

征,分析了矿业开发与地质背景的关系以及矿业开发过程中地物的相关性,建立了各类典型矿山地物遥感解译标志。

(2)采用GEOEYE-1高分辨遥感图像与GIS相结合的方法,并通过野外实地验证快速提取了研究区的矿山分布和开采情况等信息,较全面准确掌握了区内矿山开发现状。

### [参考文献]

- [1] 杨金中,秦绪文,等. 矿山遥感监测理论方法与实践[M]. 北京:测绘出版社,2011.
- [2] 南竣祥,赵志芳,等. 云南宣威煤矿开发遥感调查研究[J]. 国土资源遥感,2012,93(2):121-124.
- [3] 胡兆量. 地理环境概述[M]. 北京:科学出版社,2010.
- [4] 况顺达,赵震海. SPOT-5在矿山监测中的应用[J]. 地质与勘探,2005,41(3):79-82.
- [5] 况顺达,姚智,等. 贵州省喀斯特地质灾害遥感影像特征研究[J]. 贵州地质,2005,22(2):125-129.

## Application of Remote Sensing in Mine Monitoring

—A Case Study of Dawan Mining Area of Shuicheng Coal Field in Guizhou

LI Si-fa<sup>1,2</sup>, ZHAO Wei-li<sup>1,2</sup>, LU Zheng-yan<sup>1</sup>

(1. Guizhou Academy of Geologic Survey, Guiyang 550005, Guizhou, China; 2. China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China)

[Abstract] By the data source of GEOEYE-1 remote sensing image, for the characters of geography and geology in the target area, the primary theory and technology in mine information are summarized, the relation of mining development and geologic background and correlation of surface feature are studied, the remote sensing interpretation signs of each typical mine surface features are built up. By the summarized information and interpretation signs, the mine distribution and mining information of the target area extracted quickly, the mining condition in this area is known accurately and comprehensively.

[Key words] GIS; Remote sensing; GeoEye-1; Mine monitoring

(上接第153页)

## Assessment of Regional Groundwater Quality in Karst Area

—A Case Study of Yachihe-Goupitan area in Guizhou

LUO Wei, YANG Xiu-li, YOU Jun, YANG Li-jun

(Guizhou Institute of Geo-environment Monitoring, Guiyang 550004, Guizhou, China)

[Abstract] According to the regional water quality assessment for 'Groundwater Pollution Investigation Assessment in Karst Area in Southwest China', by the theory and assessment regulation, Yachihe-Goupitan area is taken as the example, the assessment method of regional groundwater quality is studied deeply. On the basis of subdivide the groundwater system and select controlling point, the field investigation is done purposely, by the investigation and the hydro-geologic condition of each system, the tested simple point is ensured, the water quality of single point is assessed, the super factor and the reason are studied, then the regional water quality are zoned. The reality improves this method can reflect the regional groundwater quality accurately, so this method have good operability and application value.

[Key words] Karst area; Groundwater quality; Investigation and assessment