

RS 和 GIS 在矿山监测中的应用

王振坤¹, 马施民¹, 程艳娜², 王志一¹

(1. 中国矿业大学(北京), 北京 100083; 2. 中国科学院对地观测与数字地球科学中心, 北京 100086)

摘要:根据监测区矿山地表设施特征,对遥感影像进行相关处理,然后结合 GIS 进行分析,得出的结果与矿山实际开采现状吻合度高。这一结果表明利用 RS 和 GIS 对矿山进行监测有利于国家实时掌握矿山开采状况,为矿产资源开发的综合整顿治理提供决策支持。

关 键 词:RS; GIS; 矿产资源; 监测

中图分类号:TP 79 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-0323(2010)02-0263-05

1 引 言

矿产资源是重要的自然资源,是社会生产发展的重要物质基础,我国目前虽然经济发展速度较快,但今后发展面临着自然资源供应后劲严重不足的问题。长期以来,我国对矿产资源的开发利用比较粗放,部分矿区秩序混乱,乱采乱挖等行为时有发生。矿产开发造成了土地资源破坏,并引发了严重的生态环境问题,制约着资源与环境的可持续发展^[1]。

目前,政府对矿产资源的开发利用状况的掌握基本采用逐级统计上报和群众举报的模式,因此要对矿山的开发状况及由此引发的生态环境问题等进行全面监测的周期长、时效性差、效率低。

随着遥感技术的不断发展,商业化的资源卫星数据的空间分辨率和光谱分辨率越来越高,遥感信息处理技术的不断进步,以及 GIS 技术的不断普及与应用,利用 RS 技术与 GIS 手段在一定范围内对矿业秩序混乱地区、生态环境破坏严重地区内矿产开采点的分布状况、固体废弃物堆放情况、矿产开发引发的环境问题等进行监测已经成为可能^[2]。

本文采用 SPOT5 影像,对监测区矿产资源实际开采状况进行监测。

2 监测区概况及矿山地表设施

2.1 监测区概况

监测区地处黄土高原东北边缘,矿藏资源丰富,

是我国著名的“煤乡”,煤炭储量大、质量好、热值高,已探明的煤炭总储量达 376.9 亿 t,是我国重要的优质动力煤生产基地。境内地下矿藏还有铁、铜、铝、锌、磷以及石灰石、云母、石墨、大理石、花岗石等。

2.2 矿山地表辅助设施

矿山的地表辅助设施包括矿山的各种建筑物、矿山道路、排土场、矸石堆场、开采硐口等。

(1) 矿山各种建筑物:包括办公楼、职工宿舍、机修车间、绞车房、选矿厂等。一般依地势而建,建筑规模有小有大,有的排列比较规则。由于有证矿山有一定的服务年限,一般按规划布置,比较正规,地表建筑物相对较大、规则排列;而非法矿山的地表建筑物相对比较简陋,随意搭建,规模小,一般为临时小工棚。

(2) 矿石堆场:露天矿的矿石堆场一般在工作面附近,规模较大,位置可能随工作面的变化而变化;而地下开采的矿石堆场一般位于坑口附近,规模相对较小,位置比较固定。

(3) 堆煤场:洗煤厂一般情况位于交通便利的地方,并且距离煤矿开采点不远处;中转厂,位于交通便利处,如铁路或主要干道旁边。

(4) 矿山道路:如运矿用的小铁轨(宽度 < 1 m)、矿山公路(宽度 < 4 m,可走大货车或拖拉机)、乡间小路等。

(5) 开采硐口:地下开采的矿山有硐口,由于植

被、山体导致硐口隐蔽,监测硐口位置有一定的难度,往往根据矿山各种建筑物、矿石堆场、矸石堆场、矿山道路等进行间接判断^[3]。

3 研究方法

3.1 数据源

本文使用数据源为 SPOT5 影像、1 : 10 万地形图、矿权登记资料。SPOT5 影像数据组合为 10 m 分辨率多光谱数据及 2.5 m 分辨率全色数据,获取时间为 2008 年 2 月 28 日,数据质量总体良好,满足监测要求。SPOT5 有 5 个波段,PAN 波段空间分辨率为 2.5 m,4 个多光谱波段,其中 band 1、band 2、band 3 空间分辨率为 10 m、band 4 空间分辨率为 20 m,基本能满足矿山检测的需要。

3.2 数据处理

主要是将 SPOT5 的 PAN 波段数据与多光谱数据进行融合处理、假彩色合成、配准、几何校正、格式转换。其处理流程图如下:

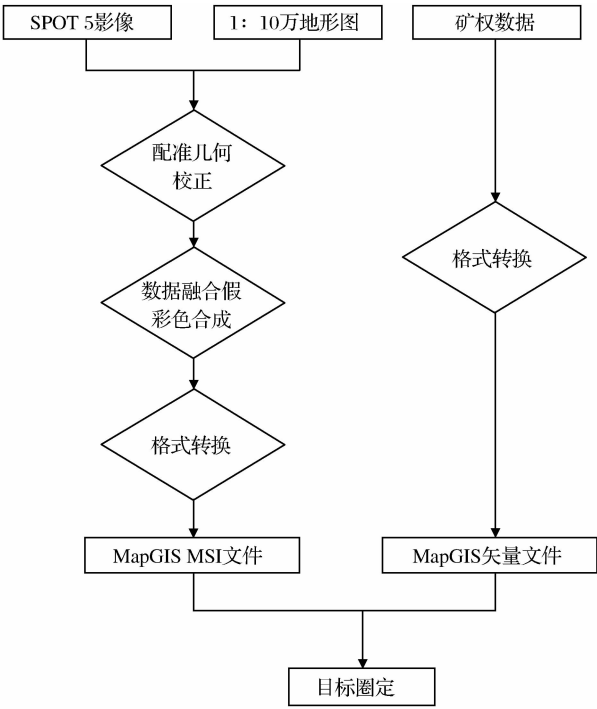


图 1 数据处理流程图

Fig. 1 Flow chart of data processing

3.2.1 几何校正与配准

数据将采用高斯—克吕格投影 6 度分带,坐标系采用 1954 北京坐标系。在 1 : 10 万地形图上采集控制点对 SPOT5 数据进行校正;图像采集控制点数 25 个,且均匀分布于图像内,控制点残差控制在 1 个像元以内^[4]。首先对全色波段(PAN 波

段)图像进行校正,然后用图像对图像校正方式将多光谱波段与全波段图像配准,其配准误差严格控制在 0.5 个像元以内,以保证后续的图像融合精度,避免出现重影等现象。

3.2.2 数据融合

多光谱影像的光谱分辨率较高,但空间细节表现力较差;全色影像具有高空间分辨率,但光谱分辨率较低。因此,可以将具有低空间分辨率的多光谱影像和具有高空间分辨率的全色影像进行融合,使影像具有较高的空间细节表现力且同时保留多光谱影像的光谱特性。图像融合的方法比较多,主要有简单的波段替换法、利用不同色彩坐标系统的彩色空间变化和替换法(HIS)、高空间分辨率数据的第一主成分替换、高频滤波后的高空间分辨率与高光谱分辨率逐像元相加、基于平滑滤波的亮度调节^[5]。对不同的数据组合、不同地形情况、不同区域及不同的研究目标使用的融合方法各异。在突出矿山开采状况方面,本文采用色彩坐标系统的彩色空间变化和替换法,使 SPOT5 的 4、2、1 波段与 PAN 波段进行融合处理,融合后图像能较好反映矿山的实际开采状况^[6]。

3.2.3 格式转换

影像处理均以 *.TIF 格式存储,为便于人一机交互解译,需将其转换为 MapGIS 内部图像 *.MSI 格式。

3.3 遥感解译

使用 MapGIS 软件,采用人机交互解译方式进行详细地分析解译,以融合后的遥感影像为背景,叠加矿权数据,根据对不同矿山影像特征的判读分析,提取不同的目标。通过对本监测区概况和矿产资源分布的分析,结合监测标准和监测要求确定本监测区要监测的目标主要有:地下开采煤矿的开采硐口与堆煤场;露天开采(包括露天开采煤矿、石灰岩、玄武岩、铁矿)的开采面、剥离层、排土场、堆煤场、煤矸石堆、生态恢复治理区;其它有停止开采的煤矿、地质灾害(塌陷)等。其中主要目标物的影像特征如下:

3.3.1 地下开采煤矿特征

在硐口附近有煤堆场、矸石堆场及简易工棚等,并有矿山简易公路相通。一般有证矿山生产规模为 3 万 t/a 或 3 万 t/a 以上,有固定的辅助设施,如工业广场、职工宿舍、坑木加工房、绞车房等。煤及矸石堆场在融合图像上呈现为深灰色,厚度越大,颜色越深,而各种建筑物一般在融合图像上排列比较有

序并且连着公路。矿山简易公路呈线状,随地形变化而变化,色调较亮,一般为白色,植被茂密地带断

续出现,从主公路有分支公路延伸至矿山后中断(如图 2 所示)。

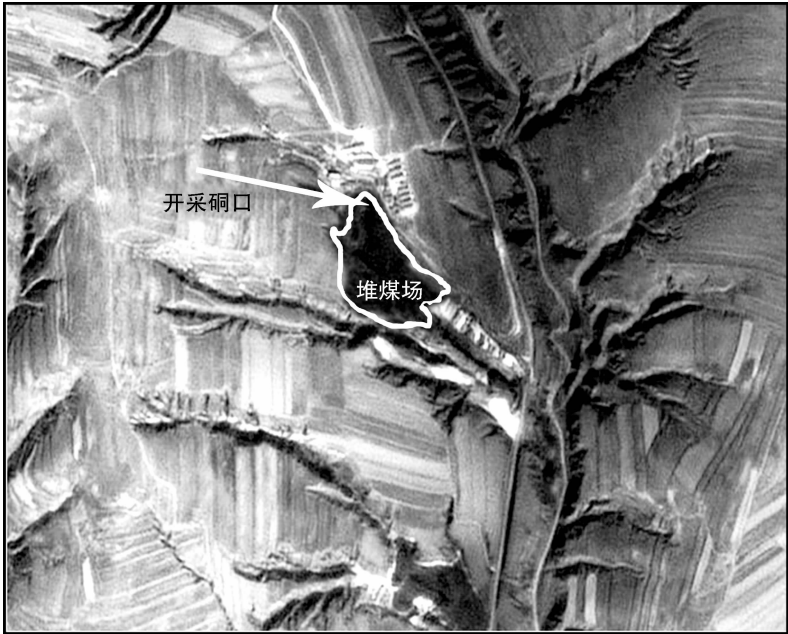


图 2 地下开采煤矿
Fig. 2 Underground core mining

3.3.2 露天开采石灰岩特征

石灰岩为露天开采,开采面比较小,一般位于岩石裸露植被较少的一侧,沿着公路两侧分布,在影像上,开采面和堆石场一般色调比较亮,颜色为白色,

多位于山脚处并且在影像上呈现出大量较亮图斑聚集,公路在影像上的色调也比较亮,从主公路延伸到采区后中断,其它的服务设施在影像上很难辨认(如图 3 所示)。

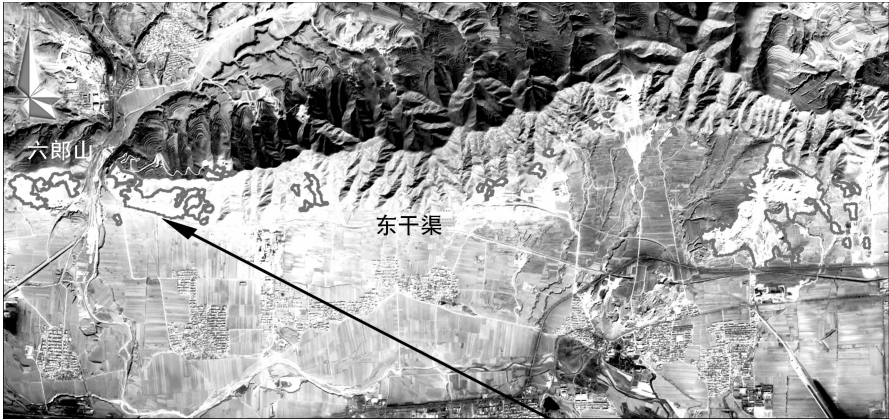


图 3 开采石灰岩
Fig. 4 Limestone

3.3.3 露天开采煤矿

露天开采煤矿,一般占地面积比较大,存在明显的剥离层和排土场,影像上特征,排土场色调比较亮,颜色为白色,剥离层呈层状结构,开采面在融合图像上呈现为深灰色,厚度越大,颜色越深,开采面位于剥离场中间,公路围绕在采场周围(如图 4)。

3.4 野外调查

在监测过程中,分 3 个阶段对工作区进行野外调查与实地验证。
第一阶段野外踏勘。根据矿权资料和野外监测,建立监测区内不同矿产资源类型的开采状况解译标志,初步编制 1:5 万矿山地质环境背景图。为

室内解译打下了基础,为野外验证工作提供必要的背景资料。

第二阶段野外验证。室内解译结束后,针对解

译中有疑问区域和越界开采、环境污染、地质灾害的解译图斑,设置野外观察点 28 个涵盖所有的提取类型,进行野外验证,验证解译信息的可靠性。



图 4 露天开采煤矿

Fig. 4 Open-pit coal mine

第三阶段修改和补充完善。在野外验证的基础上,对解译中出现的问题和实地对照进行修改和完善。

野外调查显示,利用遥感图像对监测区矿山开采状况进行解译,解译的采区位置准确,具有较高的可靠程度。通过调查验证,影响遥感影像的解读精度的原因主要是:部分矿山已在政府的监管下停采,但其影像特征与开采矿山基本无差别,从而被误解

译为开采矿山;通往采区的道路及采区周边部位,由于运输等产生的污染区,临时堆放煤的中转场地等在遥感影像上的特征与采区相似,被解译成采区^[7]。

4 监测结果

经监测显示,监测区内现开采矿山共有 135 个,其中 133 个硐采煤矿,1 个大型露天开采煤矿,1 个露天开采铁矿(另有部分开采石灰岩和玄武岩矿山),监测发现关闭煤矿 48 处,区内开采秩序总体正常。表 1 为解译各种目标占地统计。

5 结 语

(1) SPOT5 卫星影像能显示一般规模的采矿活动,如硐采矿山的开采点位置、各种规模的固体废弃物堆、有一定规模的地裂缝、矿山建筑和交通等,对因采矿产生的地裂缝、水体污染有较好的监测效果,遥感影像能动态地反映矿山企业的变化情况,对矿山企业的开采行为和对环境的破坏状况进行监控,节省野外调查时间,做到事半功倍的效果,尤其是对交通不发达的地区,可以大量减少劳动强度,缩短监测周期。

(2) SPOT5 影像数据价格相对较高,只能在相

表 1 解译目标占地统计

Table 1 Area statistics of interpreted objects

矿山	图斑数量	占地面积/km ²
开采煤矿	135	1.9701
开采铁矿	1	0.1767
开采石灰岩	228	3.5357
开采玄武岩	7	0.2345
关闭煤矿	48	0.6736
煤堆	553	10.5875
煤矸石堆	14	0.4242
排土场	19	20.7559
塌陷坑	220	0.0440
剥离场	3	6.1580
恢复治理区	5	11.3116

对较小的范围使用,同时对小型硐采矿山的开采状况的显示不理想。因此如何在资金有限的情况下综合利用各种卫星影像实现对监测区的最佳监测,是目前研究的重点。

(3) 利用RS和GIS手段对矿山开发状况进行监测,具有速度快、投资少、数据真实性高等其它手段所不具备的优点,这为国家掌握矿产资源开发现状、制定矿产资源管理规划,保持矿产资源的可持续发展与利用,维护矿业秩序以及综合整治矿区环境等提供技术支撑及决策依据。

参考文献:

- [1] Liu Qiong, Nie Hongfeng, Lv Jietang, *et al.* The Application of GIS to the Remote Sensing Dynamic Monitoring of Mine Exploitation[J]. Remote Sensing for Land & Resource, 2005, (1): 61-65. [刘琼, 聂洪峰, 吕杰堂, 等. GIS在矿产资源开发状况遥感动态监测中的应用[J]. 国土资源遥感, 2005, (1): 61-65.]
- [2] Wang Xiaohong, Nie Hongfeng, Li Chengzun, *et al.* The Application of Characteristics of Different Remote Sensing Data Sources to the Investigation of the Mining Situation and Environment of Mines[J]. Remote Sensing for Land & Resources, 2006, (2): 69-71. [王晓红, 聂洪峰, 李成尊, 等. 不同遥感数据源在矿山开发状况及环境监测中的应用[J]. 国土资源遥感, 2006, (2): 69-71.]
- [3] Kuang Shunda, Zhao Zhenhai. Application of SPOT5 to Mine Monitoring[J]. Geology and Prospecting, 2005, (3): 79-82. [况顺达, 赵震海. SPOT5在矿山监测中的应用[J]. 地质与勘探, 2005, (3): 79-82.]
- [4] Zhao Yingshi. Remote Sensing Application of Principles and Methods [M]. Beijing: Science Press, 2003. [赵英时. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003.]
- [5] Jensen J R. Introduction to Remote Sensing Digital Images Processing [M]. Beijing: Machine Press, 2007. [Jensen J R. 遥感数字影像处理导论[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.]
- [6] Wong Yongling, Tian Qingjiu. Analysis and Evaluation of Method on Remote Sensing Data Fusion[J]. Remote Sensing Information, 2003, (3): 49-54. [翁永玲, 田庆久. 遥感数据融合方法分析与评价综述[J]. 遥感信息, 2003(3): 49-54.]
- [7] Shang Hongying, Chen Jianping, Li Chengzun, *et al.* Application of Remote Sensing in the Dynamic Inspection of the Mining——An Example in the Rare Metal Ore Concentration Area of Xinjiang[J]. Remote Sensing Technology and Application, 2008, (2): 189-194. [尚红英, 陈建平, 李成尊, 等. RS在矿山动态监测中的应用——以新疆稀有金属矿集区为例[J]. 遥感技术与应用, 2008, (2): 189-194.]

The Application of RS and GIS in Mine Monitoring

WANG Zhen-kun¹, MA Shi-min¹, CHENG Yan-na², WANG Zhi-yi¹

(1. China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing 100083, China;

2. Center for Earth Observation and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100086, China)

Abstract: According to the characteristics of the surface mining facilities in the monitoring area. The remote sensing images are processed in related steps, and then combined with GIS analysis. The results are very close to the actual mining exploitation situation. So we can draw a conclusion that the use of GIS and RS in the mineral resource monitoring is conducive for the country to master the real situation of mining exploitation and offers the decision-making support for the integrated management of the mineral resource development.

Key words: RS; GIS; Mineral resource monitoring