



SPOT5 在矿山监测中的应用

况顺达^{1,3}, 赵震海^{2,4}

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 中国地质大学, 武汉 430074;
3. 贵州省地质调查院, 贵阳 550001; 4. 贵州省国土资源厅, 贵阳 550001)

[摘要] 为了快速监控矿山的实际开采情况与矿山的登记现状之间的差异, 维护矿产资源管理秩序, 打击无证采矿、越界采矿, 保护生态环境, 促进依法办矿和科学办矿, 先利用 SPOT5 图像进行目标确定, 然后野外检查。通过研究发现, 利用遥感手段对煤矿、砂石(建筑材料)、铝土矿等矿山的监测效果明显。

[关键词] 矿山 矿业秩序 遥感 动态监测 SPOT5

[中图分类号] P627 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2005)03-0079-05

0 前言

传统的矿业管理模式对矿山的监测一般是采取国土资源动态巡查的方式发现问题, 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控的周期长、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, 利用遥感技术与 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发点的分布状况、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。目前, 遥感数据源种类较多, 各种数据的光谱分辨率、空间分辨率和价格差距都非常大, 选择时要根据监测精度与矿山管理的要求出发, 力求做到经济实用, 利用适当分辨率的遥感数据源并取得较好的监测效果为宜。

监测区位于西部某市, 近年来矿业飞速发展, 矿山数量较多。其中有部分矿山是非法采矿者在利益驱动下, 利用西部山区交通不发达, 信息闭塞, 非法采挖国家矿产资源; 部分有证矿山在进行资源开发过程中, 受经济利益驱动, 在开发过程中破坏性开采矿产资源, 产生的固体废弃物随意堆放, 对环境造成较大破坏。为快速监控以上状况, 利用 SPOT5 图像

确定监测目标, 然后开展野外检查进行检验, 以加强矿产资源管理秩序的监督管理, 规范开采行为, 促进依法办矿, 提高资源利用水平, 保护生态环境。

1 监测区概况及矿山地表辅助设施

1.1 监测区概况

监测区位于云贵高原, 为喀斯特丘陵、低山、中低山地貌, 地表植被相对比较发育。矿产资源丰富, 主要有煤矿、铝土矿、磷矿、硫铁矿、石灰岩(水泥与电石灰岩)、重晶石、大理石、砂石(建筑用)等。各种矿山近千家, 有露天开采与地下开采两种方式。

1.2 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、矿石堆场、矸石堆场、开采硐室等。

1) 矿山各种建构筑物: 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, 其它建筑大多为平房, 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, 地表建构筑物相对较大与规则排列; 而非法矿山的地表建构筑物相对比较简陋, 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

[收稿日期] 2004-12-29; [修订日期] 2005-01-04; [责任编辑] 余大良。

[第一作者简介] 况顺达(1969年-), 男, 1991年毕业于中国地质大学(武汉), 获硕士学位, 在读博士生, 高级工程师, 现主要从事遥感与 GIS 应用、基础地质、资源与环境地质等方面研究工作。

对较小,位置比较固定。

3) 矸石堆场:一般也在矿山附近,大多顺坡堆放,部分正规矿山在外侧常常有挡土墙。规模较小或非法矿山往往随意堆放,在山坡上堆积的固体废弃物受雨水冲刷及重力作用顺山坡滑落,在地势低洼处沿沟谷堆积。

4) 矿山道路:如运矿用的小铁轨(宽度 < 1 m)、矿山公路(宽度 < 2 ~ 4m,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,由于植被发育导致硐口隐蔽,监测硐口位置有一定的难度,往往根据矿山各种建构筑物、矿石堆场、矸石堆场、矿山道路等进行间接判断。

矿山往往成片或成带分布。

2 使用数据源

2.1 SPOT5 数据

本文使用 2003 年 9 月 24 日 SPOT5 数据 PAN 波段与多光谱波段数据,数据质量好,无云雾、噪声小。SPOT5 有 5 个波段,PAN 波段空间分辨率为 2.5m,四个多光谱有波段,其中 BAND1、BAND2、BAND3 空间分辨率为 10m、BAND4 空间分辨率为 20m。完全能够满足矿山动态监测的需要。

2.2 其它辅助数据

某市采矿权登记资料;
1 比 1 万地形图。

3 数据处理

主要是对 SPOT5 数据进行辐射校正、PAN 波段数据与多光谱数据进行融合处理、天然假彩色合成、几何校正,然后与采矿权数据进行叠加显示,圈定无证非法盗采的矿山,最后进行野外验证。其工作流程如下图:

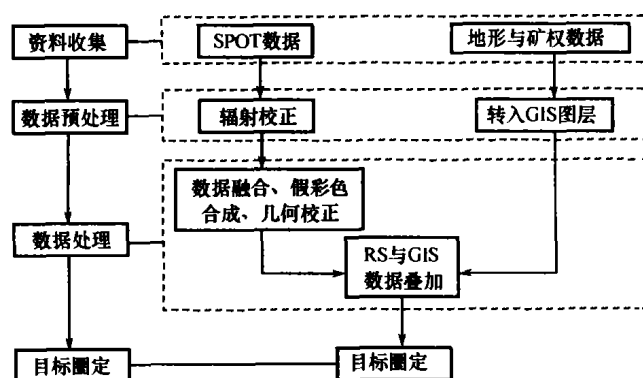


图1 数据处理流程图

由于 SPOT5 数据 PAN 波段具有较高的空间分辨率、而多光谱波段具有较高的光谱方便率,通过图像融合处理技术,可以将两种数据的优势结合,形成的结果图像不但保留了 PAN 波段的空间分辨率,而且还具有多光谱波段的光谱特性。目前融合处理的方法比较多,主要有 IHS 变换、Brovey 变换、主成份变换、线性加权乘积、加法等方法,通过对比试验研究,本研究对象采用的是 Brovey 变换方法。

4 不同矿山的影像特征

通过利用 SPOT5 数据的 B4、B2、B1 与 PAN 波段与多光谱波段数据的融合处理,可以发现煤矿、砂石(建筑材料)、铝土矿等矿山等在融合图像上具有不同的图像判读特征:

4.1 煤矿矿山

为地下开采方式,在坑口附近有煤堆场、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,有固定的辅助实施,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紫色,转换为灰度图像后呈灰、深灰色,厚度越大,颜色越深(图 2 中 B),而各种建筑物一般在融合图像上

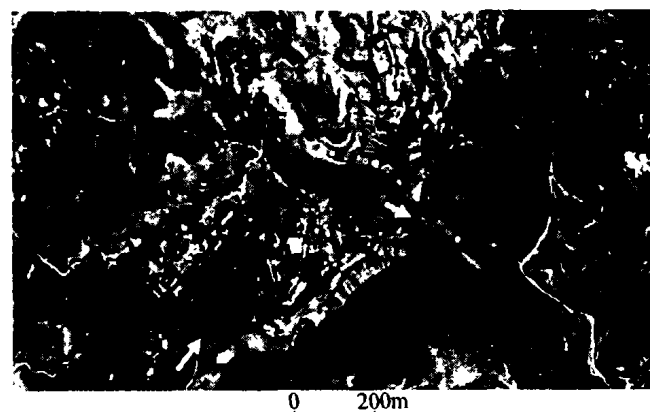


图2 煤矿矿山影像图

呈现为白色的小亮点,转换为灰度图像后亦为白色(图 2 中 A),能辨别较大建构筑物的形状,如长方形、方形、7 字形等,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,然后中断。而无证非法矿山煤矿规模一般较小,仅有煤矿及矸石堆场,在图像上的特征与正规矿山无异,而工业场地相当简单,一般只有规模很小,简陋的工棚,在图像上一般仅为小亮点,故非法煤矿比较容易识别(图 2 中 C),村民住宅为白色亮点,周围有植

被(当地俗称风水林,图2中D处),周围无矸石或煤堆场。

4.2 铝土矿矿山

有地下开采与露天开采两种方式。铝土矿分布区域一般耕地、村寨较少。露天开采铝土矿时,

地表需要剥土,矿渣分布范围较大,泥土与岩石混杂,较早的工作面与新的工作面相邻(图3),彩色色调较亮,为白色、浅蓝紫色、紫色等杂色,灰度图像上为白色,斑杂状影纹图案,新鲜的开采面色调较浅,为亮白色(图3中C、D);而早期工作面在彩色图像常常为浅蓝紫色,灰度图像上为灰色至深灰色,由于开采时产生的堆积物厚度不同,厚度较大者呈深色(图3中E);矿渣顺坡堆放(图3中A、B),在没有挡土墙时,矿渣流失到下游沟中。地表建构筑物简单或无,一般在图像上难以识别。矿山公路网系统杂乱而密集,色调较浅,为白色。

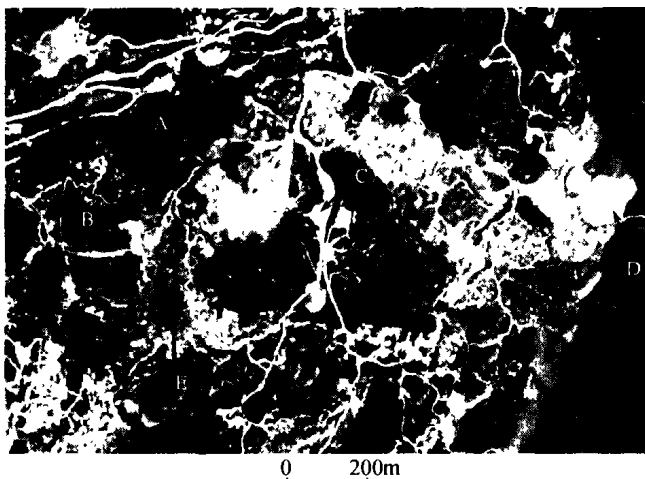


图3 露天开采铝土矿矿山影像

地下开采铝土矿矿山与露天开采铝土矿矿山有一定差异(图4),地面的规模较小,多个矿山往往成带状或成片分布;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,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;地表建构筑物与矿石堆场均呈白色,但建构筑物形状比较规则,一般呈方形或长方形,规模较小,而矿石堆场形状不规则,规模较大,有中心到边缘的色调逐渐变暗;而矸石堆场规模也相对较小,彩色图像上呈紫色、浅蓝紫色、浅红紫色等杂色,灰度图像上呈灰色至白色。根据地表建构筑物、矿石堆场等的分布,可以大致判断矿山的数量(图4中箭头所指处)。

4.3 砂石矿山

为露天开采,开采规模较小,一般分布于岩石裸

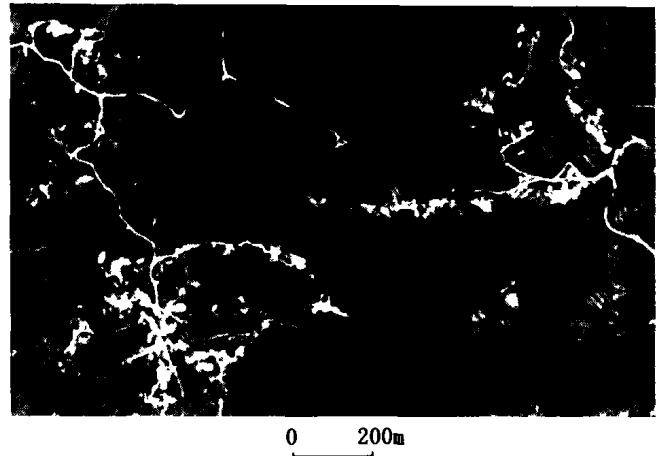


图4 地下开采铝土矿矿山影像

露或植被稀少的山坡一侧,切坡开采。开采面与砂石堆场在影像图上(图5)色调较亮,颜色为白色(图中箭头所指处),而地表辅助设施简单,在图像上难以识别;从主公路有分支公路延伸至采场,然后中断。采石场往往分布于村寨、城镇附近或公路、铁路沿线。

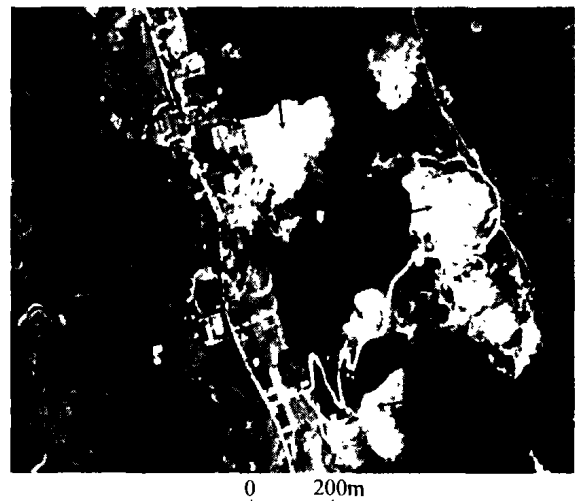


图5 砂石矿山影像

5 RS 数据与 GIS 数据叠加

对融合处理的数据进行几何校正,作为背景图层与采矿权登记数据叠加显示,不但可以从宏观上监测矿山的分布、矿山矸石堆场的现状、矿山废水排放等方面对环境的影响,而且可准确无误地圈定无证非法矿山的分布、大致规模等,为矿山管理及开业秩序整顿提供科学的决策支持。

6 结论

1). SPOT5 数据具有较高的空间分辨率,其

PAN 波段空间分辨率为 2.5m, 与四个多光谱融合处理后, 能模拟天然色彩, 空间分辨率与光谱分辨率均较高。

2). 融合处理后的图像对矿山生产的现状反映良好, 一般能直接判读, 周期短, 效率高, 不仅能从宏观上直接反映矿山的分布状况及布局的合理性, 对矿业产业结构调整提供基础性资料, 而且通过与采矿登记数据库的叠加, 可以对矿山企业是否越界开采以及无证矿山的情况进行直接判读。

3). 将不同时像融合处理后的图像作为背景图层与采矿权登记数据叠加, 能动态的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, 尤其是对山区交通不发达地区, 可以大量减少劳动强度, 大大缩短监测周期。

4). 利用遥感与 GIS 的技术优势, 可以为矿产资源规划、矿山动态监测、地质环境管理及矿产资源管理秩序治理整顿等方面提供科学的决策支持, 转变国土资源管理方式, 提高管理的科技含量, 促进国土资源管理向规范化、现代化和信息化转变。

[参考文献]

- [1] 赵英时等. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [2] 王晓红, 聂洪峰, 杨清华, 等. 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, 2004 (1): 15 ~ 18.
- [3] 刘继琳, 李 军. 多源遥感影像融合[J]. 遥感学报, 1998, 1: 47 ~ 50.
- [4] 何国金, 李克鲁, 胡德永, 从柏林, 张震华. 多卫星遥感数据的信息融合: 理论、方法与实践[J]. 中国图象图形学报, 1999, 4 (9): 744 ~ 750.
- [5] 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[A]. 全国国土资源与环境遥感技术应用交流会论文集(武汉)[C], 2004, 217 ~ 222.
- [6] 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] Wald L, Ranchin T, 1VRngolini M Fusion of Satellite Images of Different Spatial Resolutions: Assessing the Quality of Resulting Images[J]. PE&RS, 1997, 63(3): 691 ~ 699.
- [8] B GarguetDuport. The use of multiresolution analysis and wavelets transform for merging spot panchromatic and multispectral image data[J]. PE&RS, 1996, 62(9): 1057 ~ 1066.

APPLICATION OF SPOT5 TO MINE MONITORING

KUANG Shun - da^{1,3}, ZHAO Zhen - hai^{2,4}

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083; 2. China University of Geosciences, Wuhan 430074;

3. Guizhou Geological Survey, Guiyang 550004; 4. Guizhou Bureau of Land and Mineral Resources, Guiyang 550001)

Abstract: In order to monitor the difference as soon as possible between the actual status and the register status about mine, maintain mining management order, prevent those mining actions that haven't mining licenses and out of the authorized area, protect environment, promote mine exploitation legally and scientifically, SPOT5 imaging is used to discover targets for field checking. It has obviously effective to monitor coal, sand, and aluminum mines by using remote sensing technology.

Key words: mine, mining management order, remote sensing, dynamic monitoring, SPOT5