

技术方法

遥感图像在复杂地形下矿山监测中的应用研究

——以云南安宁矿区为例

谭振华^{1,2}, 洪友堂¹, 孙启凯³, 赵志芳²

(1. 中国地质大学(北京), 北京 100083; 2. 云南大学, 云南 昆明 650091; 3. 中国矿业大学(北京), 北京 100083)

摘要:随着我国经济的飞速发展,对资源的需求量越来越大,矿产资源是主要的能源供应,因此矿产资源的开发监测变得尤为重要。该文将地形比较复杂的云南安宁矿区作为研究对象,论证了遥感图像在复杂地形下的矿山监测中的应用,认为相对目前采用的传统监测手段,遥感图像在时效性、效率、成本等多方面存在很多优势。

关键词:遥感;卫星图像;矿山;动态监测;云南安宁

中图分类号:S127

文献标识码:B

0 引言

近年来,我国的遥感事业飞速发展,卫星遥感图像已经成为重要的信息来源与数据更新途径^[1]。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,选择时应从实际需求出发,力求做到经济实用,利用适当分辨率的遥感数据源,取得较好的监测效果为宜。

山地、丘陵地形交通极为不便,所以传统的矿山监测工作不仅难以全方位的展开,而且监测周期长,政府部门主要是通过逐级举报来掌握矿产资源的开发现状及乱采乱挖的各类违法矿业活动,由于我国矿产资源点多面广,政府部门监管力度不够,所获取的上报数据真实性欠缺,违法开采现象难以及时发现,导致时效性不好,监测力度也有限,很难满足当下监测工作的需要。因此亟需一种新的适用于复杂地形条件下的矿山监测方法,以便及时掌握最新的动态信息^[2],弥补以往对矿山管理的不足。

1 监测区及传统监测手段

1.1 监测区概况

监测区位于云南安宁矿区,区内地势雄奇险峻,多为山地丘陵地貌,地表植被相对比较发育。矿产

资源丰富,种类多样,主要有煤矿、磷矿、石灰岩、建筑用砂及建筑石料用灰岩等,各种矿山星罗密布在区域内,开采方式有露天开采和地下开采 2 种。近年来,该区矿山开采活动日益频繁,但开采过程中工作流程不规范,开挖技术不专业,不仅对开采人员的安全造成了一定的威胁,同时也造成了国家资源的流失浪费。

1.2 传统监测手段

(1)通过国土资源管理部门获取监测区内各个矿山的包括矿权界限坐标,开采矿石种类,开采年限,矿山开采许可证明记录,开采区域所在基本地址,当地国土部门的联络方式等基础资料。

(2)搜集到相关资料后进行野外调查路线图编写。因为涉及矿产单位众多,无法做到全部亲临现场查看,基本的原则是,先将上次监测存在问题的单位列入查看范围内,然后将矿产单位按照规模大小,开采矿种进行分类后,随机抽签选择要查看的单位(抽签的原则是各类矿种及不同规模的单位比例要协调)。查看单位确定后,依据实际的交通路线情况,绘制合理的查看路线。

(3)在当地国土管理部门人员的配合带领下实地查看。利用 GPS 确定开采场地的界限坐标,划定

* 收稿日期:2012-02-10;修订日期:2012-03-16;编辑:曹丽丽

作者简介:谭振华(1986—),男,山东潍坊人,在读硕士,主要从事 3S 研究及应用;E-mail:tanzenhuaweifang@163.com。

范围,然后内业确定是否有越界违规行为,是否存在因矿山开采造成的地质灾害及隐患,并拍照存档作为上报依据。

该方法虽然流程简单,但是因当地特殊的地形天气等原因,使实际操作变得繁琐复杂,不仅耗费时间,监测成本变大。

2 新方法的论证实施

鉴于监测区天气特点及其他卫星影像在该区的表现情况,选用了价格、分辨率、图像质量都适合的 RapidEye 卫星图像产品。

2.1 数据介绍

RapidEye 卫星星座为德国所有的商用卫星,2008 年 8 月 29 日,RapidEye 5 颗对地观测卫星已成功发射升空,目前运行状况良好。RapidEye 影像获取能力强,日覆盖范围达 400 万 km² 以上,能够在 15 d 内覆盖整个中国。

RapidEye 主要有大范围覆盖、高重访率、高分辨率、多光谱获取数据等优点。每天都可以对地球上任一点成像,空间最优分辨率为 5 m(表 1)。

表 1 RapidEye 卫星参数

光谱波段	蓝	绿	红	红边	近红外
波长(nm)	440~510	520~590	630~685	690~730	760~850
地面采样间隔	6.5m				
像素大小	5m(正射影像)				
幅宽	77km				
重访周期	每天				
轨道交点	11:00a. m(大约)				
影像获取能力	400 万 km ² /d				

2.2 数据处理

首先获取监测区域的遥感影像图(图 1),对图像进行处理,如辐射校正,几何校正,数据融合,然后进行人工解译,信息提取;再野外进行验证,内业处理,进行实验可行性论证,编写验证报告,遥感图像处理主要流程如图 2 所示。

(1) 遥感影像图制作

数学基础:平面坐标系采用 1954 北京坐标系,高程系统采用 1956 黄海高程基准,影像图投影采用高斯-克吕格投影,6°分带。

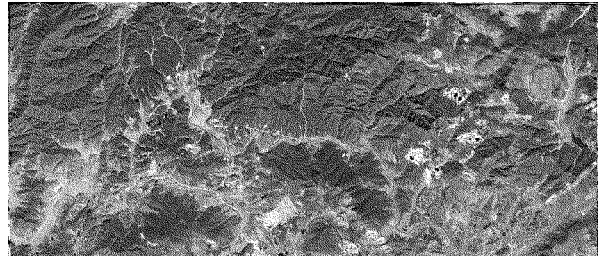


图 1 遥感影像图(部分)

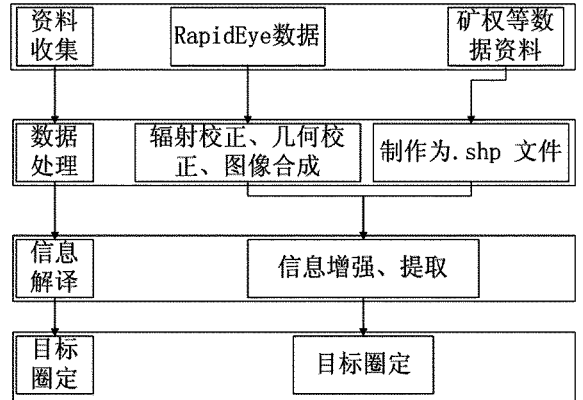


图 2 室内数据处理基本流程

地理基础:1:50 000 精纠正控制点应来源于 1:50 000或更大比例尺的线划地形图、数字地图和相应的 DEM 数据。

图像预处理包括辐射纠正、几何精纠正、几何精度要求(纠正后影响误差要求不大于图上距离 0.5 mm,控制点拟合精度控制在 0.3 mm 以内,纠正后图像的像元分辨率与原始图像相同)。

图像合成:RapidEye 图像没有全色波段,5 个多光谱波段分别为蓝、绿、红、红边和近红外波段,像素的地面分辨率均为 5 m×5 m^[3],因此在图像处理过程中不需要进行图像的融合,仅将 5 个多光谱波段直接进行合成,就可以得到高空间分辨率的多光谱遥感图像,一方面提高了遥感图像的几何精度,同时缩短了图像处理时间。采用红绿蓝三波段合成效果较好,不仅贴近自然色,且利于解译判读。

裁切:根据不同尺度工作区的范围进行裁切。

色调(假彩色图像合成):根据不同的地物要素,采用适当的三波段组合,使影像具有模拟真彩色效果,对裁切后的彩色影像进行反差增强,使影像清晰、层次丰富、色调均匀、反差适中。

(2) 信息增强

在经过预处理的单景图像上,根据工作具体情况,利用反差增强、边缘增强、彩色增强等方法^[4],通

过子区处理,增强遥感影像上的矿山地物信息。

(3) 信息提取

提取内容:分别提取采场、矿山建筑物、中转场地、固体废弃物等分布情况;调查工作区内的地面塌陷坑、地裂缝、滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害分布情况;圈定地质灾害隐患区、矿山环境问题区。

提取方法:在建立解译标志的基础上,采用计算机自动提取和人机交互解译结合的方式。人机交互解译在正确建立矿山地物解译标志的基础上,在原始分辨率影像上解译。进行人机交互解译前,应充分利用矿山地物的光谱差异,利用监督分类、非监督分类等方法^[5],对矿山地物进行一些分类处理工作。

各种地表构筑物解译特征:①矿山建筑物主要包括办公楼,职工宿舍,机修车间及一些简易工棚,多为依地势而建,形状多为较规则的长方形。②矿石堆场特征因矿石种类而异,多为不规则形状,若是煤矿或磷矿,颜色较深,附近有矿山建筑物依附。③矿山道路一般比较窄(2~4 m),图上表现为亮色细条状,依地势而弯曲延伸,植被茂密地带断续出现,从主公路由分支公路延伸至矿山然后中断;除砂石类矿山外,矿山附近多铺设运载用铁轨(<1 m),表现为线条,多在矿石堆场附近。④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筑物、矿石堆场、矿山道路等进行间接判断^[6](图 3)。⑤开采面:露天开采的矿山有开采面,多为砂石场,图上面积稍大,多为不规则形状,颜色一般与旁边地物形成鲜明对照(图 4、图 5)。⑥矿山地质灾害:主要包括泥石流、滑坡等,面积大小无明显规律,颜色与邻近地物反差较大,形状多为不规则锥形(图 6)^[7]。

2.3 处理过程

将搜集到的矿权等数据资料通过 ArcGIS 转换为矢量(.shp)文件,其中包括矿界,开采年限,登记法人、开采许可证号等详细信息;然后与处理过的遥感影像叠加,按照解译地物的特征进行解译,最后统计出存在问题的矿山单位。实地调查验证后,进行信息后处理工作,即进一步完善成果图解译精度;修改错提图斑,补充漏提图斑,完善信息提取工作。

资料显示,区内煤矿开采以硐采为主,在遥感影像上显示为硐口附近有大量的废石堆、煤矸石堆等固体废弃物堆积,同时周边分布有矿山建筑。此外,工作区内挖沙采石点密集,露天开采建筑石材活跃,



图 3 煤矿示例图

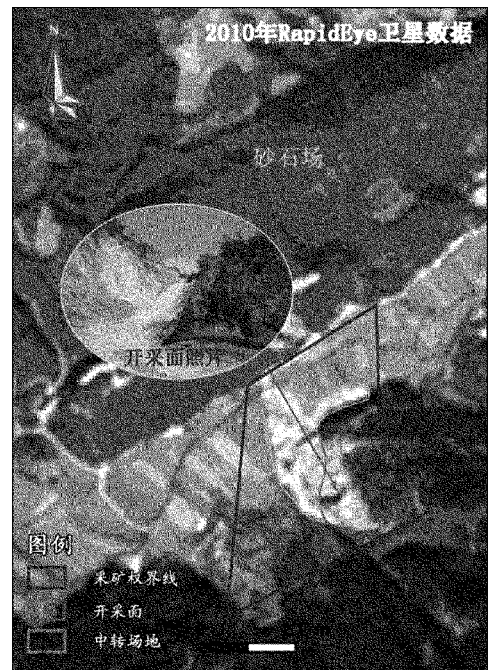


图 4 沙石场示例图

在遥感影像上露天直接开挖形迹明显。

收集到工作区范围内登记采矿权共 927 个(块)。其中,所研究数据范围内共有采矿权 356 个(块),占总矿区数的 38.4%;矿山企业共计 317 家(个),其中煤矿矿山 199 个,占研究区矿山的

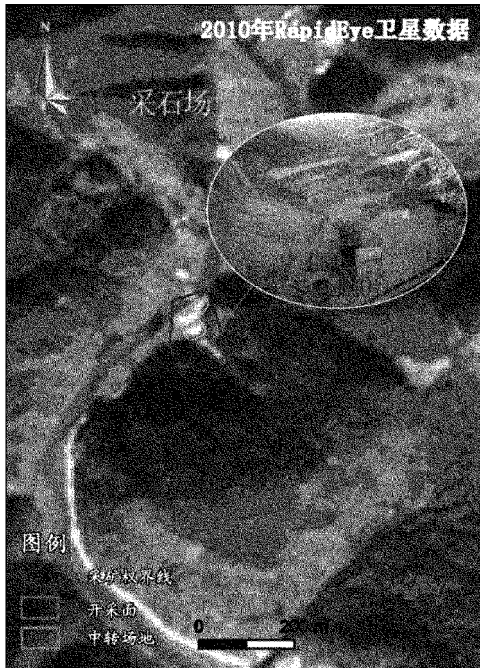


图 5 采石场示例图

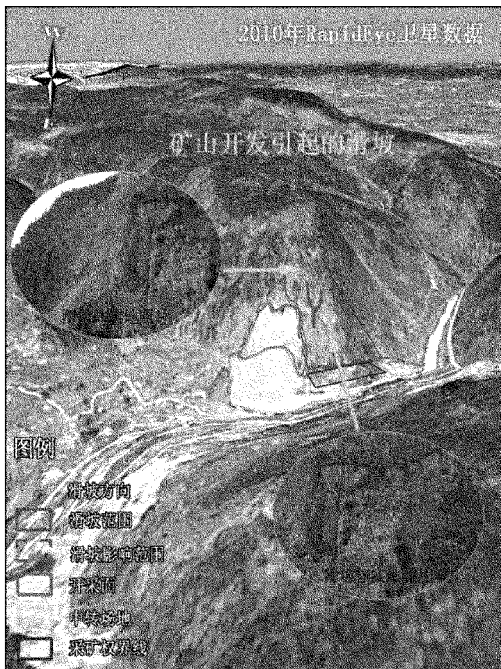


图 6 滑坡体示例图

62.78%；砂石料类矿山达 116 个，占研究区矿山的 36.59%；矿泉水类矿山 2 个，占研究区矿山的 0.63%。设计野外查证点 116 个，因为阴雨天气引起部分道路阻塞，2 个点没能到达，最终实地查证了 114 个点（表 2）；查证内容主要有露天开采面、煤矿的开采硐口、固体废弃物、中转场地等，重点确定了工作区内问题图斑的具体开采情况、地下开采的开

采硐口位置等。野外检查共收集野外照片 532 张，填制野外检查验证表 114 份。

表 2 野外检查点类型个数及正确率

检查点类型	检查点个数	正确率(%)
开采面	21	95
中转场地	10	90
硐口	75	98
固体废弃物	2	100
地质灾害	6	100

3 结论

(1)此次野外验证对问题图斑进行了逐一查证，仅发现 3 个误判图斑，1 个室内误解译为开采面，实地调查为废弃的开采面转为中转场地，1 个室内误解译为中转场地，实地调查为固体废弃物，1 个是室内误解译为硐口，实际位置偏差较大，实地调查后已将误判图斑进行了更正。除中转场地正确率为 90% 之外，其他各类检查点验证图斑正确率均达到 95% 以上，此次野外查证基本涵盖了工作区内所有矿种及地物类型，查证重点突出，并初步建立了一些遥感解译标志，为今后的解译工作奠定基础，调查成果可信度高，大大缩短了监测周期，增强了监测结果的时效性，缩减了监测成本。

(2)研究成果完全符合当初的预期效果，即使用卫星遥感图像对该区域进行矿山开发动态监测，卫星影像能够显示一般规模的矿山活动，如矿山的开采点及开采面的位置、不同规模的固体废弃物堆、矿山建筑和交通道路等，遥感影像能动态地反映矿山企业的基本变化情况，对矿山企业的开采活动及因开采对环境造成的影响状况进行动态监控，准确性高，大幅减少了野外调查时间，缩短了监测周期，增加了动态监测的时效性，尤其是在交通不发达的地区，可以大量减少劳动强度，降低监测成本。因此在整个监测过程中，充分利用卫星遥感图像的特点为矿山监测服务，以代替传统的监测手段是完全可行的。

参考文献：

- [1] 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调查中的应用[J]. 国土资源遥感, 2006, (2): 69-71.
- [2] 邹敏, 赵燕, 吴泉源, 等. 遥感与 GIS 技术在龙口市土地利用调查中的应用研究[J]. 山东国土资源, 2006, 22(6): 129-131, 135.

- [3] 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.
- [4] 况顺达,赵震海. SPOT5 在矿山监测中的应用[J]. 地质与勘探,2005,41(3):79-82.
- [5] 赵英时. 遥感应用分析原理与方法[M]. 北京:科学出版社,2003.
- [6] 延森. 遥感数字影像处理导论[M]. 北京:机械工业出版社,2007.
- [7] 王振坤,马施民,程艳娜,王志一. RS 和 GIS 在矿山监测中的应用[J]. 遥感技术与应用,2010,25(2):101-105.

Application of Remote Sensing Images in Mine Monitoring in Complex Terrain

——Setting Anning Mining Area as an Example

TAN Zhenhua^{1,2}, HONG Youtang¹, SUN Qikai³, ZHAO Zhifang²

(1. China University of Geosciences(Beijing), Beijing 100083, China; 2. Yunnan University, Yunnan Kunming 650091, China; 3. China University of Mining and Technology(Beijing), Beijing 100083, China)

Abstract: Accompanying with the rapid development of economy, the demand for energy resources has increased greatly. Mineral resources are the main energy supply in our country. Thus, the monitoring of mineral resources becomes particularly important. In this paper, choosing Anning mine area in Yunan province with complex terrain as study object, the application of remote sensing image in complex terrain of mine monitoring has been studied. Compared with traditional monitoring methods, this technology has some advantages as effectiveness, efficiency and low cost.

Key words: Remote sensing; satellite images; mines; dynamic monitoring; Anning in Yunnan province