

技术方法

# 山东省重点地区矿产勘查开采遥感动态监测探析

陈玉成,杨逸飞,彭慧妍,张允涛

(山东省国土测绘院,山东 济南 250102)

**摘要:**为打击各类违法采矿行为,自2007年起山东省在全省基岩裸露区开展了多轮次矿产勘查开采遥感动态监测,及时发现了各类违法勘查开采矿产资源行为,为监测区矿产资源监管提供了执法依据。结合山东省矿产勘查开采遥感动态监测工作现状,探讨了矿产勘查开采遥感动态监测相关工作内容及要求。

**关键词:**矿产勘查;遥感动态监测;山东省

**中图分类号:**P208      **文献标识码:**B

矿产资源的开发,为全省经济的快速发展奠定了重要的物质基础。但是随着工业化、城市化进程的不断加快,矿产资源供需形势和矿产资源开发管理仍然面临挑战;受利益驱动,无证开采、盗采乱挖、超层越界、以采代探等现象时有发生<sup>[1]</sup>;部分矿政管理机构承担的职责、任务与人力不相适应,管理方式与新形势要求还有差距。这些问题成为制约山东省矿业乃至全省国民经济和社会可持续发展的重要因素,需要采取有效措施切实加以解决。在此形势下山东省开展了矿产勘查开采遥感动态监测工作,目的是利用以卫星遥感为主的现代技术手段对监测区矿产资源勘查开采进行监测,为国土资源管理部门及时提供矿产资源勘查开采的动态变化信息和疑似非法采矿目标<sup>[2]</sup>,同时配合全省监督管理矿产资源开发秩序的行动,为矿政管理及时提供信息化服务,建立和完善全省矿产资源长效监管机制。

## 1 工作现状

山东省2007年在苍山地区部署开展了矿产勘查开采遥感动态监测试点示范,得到了国土资源部门领导的高度评价,成果经鉴定达国际先进水平。苍山试点成功后,山东省在全省基岩裸露区开展了多轮次矿产勘查开采遥感动态监测,及时发现了各类违法勘查开采矿产资源行为,为监测区矿产资源监管提供了第一手动态信息和监管依据。

## 2 必要性和重要性

传统的矿山开采监管方法,如日常监督,定期、不定期检查,突击检查,专项整顿,依法按照举报和线索查处违法案件等,主要以地面人力常规调查方式进行。不仅耗费了大量的人力物力,而且由于山区目标隐秘难寻,容易出现检查死角,并且由于缺乏遥感等先进技术手段,难以大范围对矿产资源开发状况进行直观监控。矿产勘查开采遥感动态监测技术的应用,可有效的解决常规巡查热点矿种地区、偏远地区或行政区域交界处难到位,矿山数量众多、规模小、布局分散,矿政管理机构人力不足等问题。

矿产勘查开采遥感监测工作的开展成效显著:①为矿产资源管理部门行使政府职能、整顿矿业秩序、合理开发矿产资源,保护地质环境提供准确有效的基础数据;②利用遥感技术进行监测,减少了野外工作量,提高了工作效率;③矿山遥感监测成果的应用,极大地震慑了矿业违法活动,也使得地方国土资源管理部门可以有针对性地及时处理矿业违法行为;④矿山遥感监测及时发现、快速出击能够提高矿政管理效率,覆盖面广,客观真实,切实减少人为因素干扰<sup>[3]</sup>。

## 3 工作内容

收稿日期:2014-03-17;修订日期:2014-05-05;编辑:陶卫卫

作者简介:陈玉成(1979—),男,山东青州人,工程师,主要从事遥感地质及测绘方面工作;E-mail:erdong19@126.com。

### 3.1 资料收集与选择

数据的来源分为卫星遥感数据源和基础数据源,为保证判读精度及成图的需要,数据需要具有统一的数学基础。项目平面采用1980西安坐标系,高斯-克吕格投影,3°分带,国家标准中央子午线;高程采用1985国家高程基准;成图比例尺为1:1万。

#### 3.1.1 卫星遥感数据源

应根据遥感监测目标、信息提取的类型、内容、目的,选用可以提取所需目标地物属性信息并满足要求精度的传感器(全色、多光谱和SAR等)作为数据源;遥感影像时相应根据提取的内容、目的,选择最佳季节,以能够分辨监测目标地物属性信息的变化;图像的云覆盖率不超过10%,相邻图像之间应有不小于图像宽度4%的重叠,且层次丰富、图像清晰;遥感影像空间分辨率要满足专题地图的成图比例尺要求。

#### 3.1.2 基础数据源

收集监测区最新采矿权登记库数据、图件印刷版和电子版,监测区最新探矿权登记库数据、图件印刷版和电子版,最新版1:1万、1:5万纸质地形图及全要素数字化地形图,监测区矿产资源规划数据、图件印刷版和电子版,测量相关资料,人文相关资料,项目需要其他资料。

### 3.2 遥感图像处理

遥感图像在获取过程中由于多种原因导致目标物相对位置的坐标关系在图像中发生变化,主要由传感器自身的性能、结构及传感器以外的其他因素引起<sup>[4]</sup>。为了获得最佳判读效果,需要将遥感彩色影像,进行影像融合、几何校正、影像镶嵌、图像增强等处理,以提高影像判读性,为解译判读做好准备。

#### 3.2.1 影像融合

不同传感器获取的信息有不同的特点。有的光谱分辨率高但几何分辨率低,有的恰恰相反。工作中可将不同数据类型融合成一幅图像。首先通过几何校正使两幅图像所对应的地物吻合(分辨率以高分辨率的图像为准),再对多光谱的所有波段进行主成分变换,然后用该影像代换变换后的多光谱的某个主成分,将代换后的所有波段再作一次主成分变换的反变换。这样既保持了原有数据的光谱分辨率,又增加了全色影像的高空间分辨率的特点,大大提高了数据质量。工作过程中要求将图像融合配准

中误差控制在0.5个像元之内,融合后的信息损失量小于30%。

#### 3.2.2 几何校正

遥感图像经过系统几何处理校正后,基本消除了传感器、卫星轨道及姿态、地球曲率等产生的几何误差。为提高数据精度,工作过程中,在整幅图像上选取足够多、均匀分布的已知地面控制点,对图像作进一步更精确的几何校正,使图像的各个像元在地面上精确定位,建立图像上的各个像元与其他地物点准确映射关系,即建立起图像坐标与地面坐标之间的数学关系式,要求将几何校正中误差控制在2个像元之内。

#### 3.2.3 影像镶嵌

由于卫星影像呈块状提供,需要将多幅影像镶嵌在一起,工作中利用了数字镶嵌方法。项目以市级行政区为单位,首先采用几何校正方法使两幅相邻图像在几何上配准,选择一幅图像作为基准图像,将其他图像进行直方图匹配等处理,相同地物的色调或平均灰度值一致。为提高镶嵌精度,防止图像边缘出现扭曲,重叠区宽度应符合相关要求。对重叠区内待拼图像灰度值按距离进行加权平滑,使相邻两幅图像数据之间的配准误差不得超过一个像元,图像接缝处无明显灰度差异,较好的实现“无缝”链接。

#### 3.2.4 图像增强

为突出矿山开采等有用的信息,而抑制无用的信息,并使原来不清晰的图像变得清晰,提高图像的识别率,工作中先进行了图像的恢复处理,然后再选用了合适的方法进行了图像的增强处理。通过图像增强,使矿山信息更加突出,图像可判度提高,从而提高了解译准确度<sup>[5]</sup>。

### 3.3 遥感解译

#### 3.3.1 遥感解译标志

为建立监测区矿山解译标志,首先将监测区登记矿山信息与卫星影像叠加,并进行实地调查,然后根据实地情况针对典型矿山从其色调、形状、纹理、大小、阴影等方面进行影像特征分析,建立各自直接解译标志(表1),再从道路、植被、环境、地质、人文等方面进行影像特征分析建立各自间接解译标志(表2),最终逐一建立起监测区各矿种矿山的解译标志。对于SPOT等中高分辨率遥感图像,可清楚地观察到丰富的相关信息,采用直接解译标志就可

表1 采矿图斑的直接解译标志

类型	在采矿图斑直接解译标志	停采图斑直接解译标志
色调	色调为不同于背景色的浅亮或深暗变化色斑,且一般呈亮白或深暗一中间色—背景色过渡色调变化	色调淡于背景或呈灰暗深于背景的色调,其内影纹模糊、老旧或不甚清晰
形状	边界比较清晰,呈一定方向的条带形或斑块形或不规则“云团状”形态等	边界较清晰,但是图斑形态呈可辨认的不规则状或云团状或条带状等
纹理	图案纹理较鲜亮,人工运输活动的影纹明显	图案纹理模糊,人工活动的影纹不清楚
阴影	图斑内有明显阴影,多呈块带状,阴影呈深暗色	图斑内无明显阴影,或有阴影但规模不大和不甚清晰
其他	图斑具有一定规模大小	图斑具有一定规模大小

表2 采矿图斑的间接解译标志

类型	在采矿图斑间接解译标志	停采图斑间接解译标志
道路	矿坑图斑外延的道路影纹清晰鲜亮,呈浅亮色调	图斑区内外专用道路影纹较模糊,但道路依稀可辨
植被	植被被破坏的影纹明显且较鲜亮	植被被破坏痕迹模糊,或有少量植被发育的影像
环境	在采矿图斑附近或外围有选矿厂、尾矿库和矿渣堆,呈不规则多边形图斑分布,且通向它们的道路路面鲜亮	外围或附近选矿厂或矿石收购厂场地图斑不鲜亮,通往它们的专用道路路面模糊、不鲜亮
地质	图斑位于相应成矿带上,成一定规律分布,周围有明显的人工活动的影纹	图斑位于相应成矿带上,成一定规律分布,周围没有明显的人工活动的影纹
人文	图斑近围有明显的居民区或工矿区,其通向图斑的道路路面鲜亮	图斑近围有明显的居民区或工矿区,其通向图斑的道路路面模糊、不鲜亮
其他	有时图斑内可直接观察到采矿车辆与其他机械的斑块	图斑内不能观察到采矿车辆与其他机械的斑块

以达到一般解译要求;采矿图斑的间接解译标志如人工活动痕迹,对采矿图斑开采状态判断也非常重要。例如:采矿区的非法开采往往伴随着植被的破坏、山体的乱掘、临时道路、采矿设施活动、矿渣堆积等现象的出现。

### 3.3.2 遥感解译判读

判读以影像特征为基础,利用直接解译标志与间接解译标志,综合多学科、多手段信息,进行相关分析,逐景图像进行判读。单景图像判读时,先进行宏观观察,掌握其整体的特征,先易后难,从浅入深,分别识别出地物的属性及勾画出其分布范围和界线,并用统一的符号和线条标示清楚,绘制出判读草

图。判读过程中,充分利用了以往监测成果及收集的地形图、专题图和文字材料等已知资料。

判读过程中,对于重要的地物、现象,以及判读与解译不清有疑问的地方,加以特别的标记,采用现场勘测方法解决。通过野外核查对照的方式,校核室内判读结果,补测必要的实地数据等,使图像判读质量得到进一步提高。

### 3.4 野外实地核查及内业修正

工作人员携带相关资料,对全部疑似采矿图斑进行实地调查验证,验证解译图斑是否准确,查清图斑开采现状、开采矿种、占地及矿山地质环境等要素。项目组根据资料核实判断错漏的图斑及属性,进行数据验核、补漏,并将监测结果数据入库、统一汇总;利用数据库专题要素的统计结果,结合矿山开采规划和矿政执法管理全面、快捷、准确的要求,着手编制各区综合矿山等多信息要素专题图(表3)。

表3 各类图斑野外核查判断标准

类型	野外判断标准
在采矿图斑	调查时现场见到开采人员、设备、运输工具等;有新采好的矿石堆、采掘面和采掘场地同时痕迹新鲜,同时在通往采场的道路上载重轮胎印痕新鲜,属于近几天内遗留的痕迹
停采图斑	没有新近开采面开采场地痕迹,没有很新鲜的载重运输工具遗留的痕迹,同时通向开采场地的道路破旧或有植被发育
疑似无证在采矿图斑	调查时没有采矿证,但现场见到开采人员、设备、运输工具等;有新采好的矿石堆、采掘面和采掘场地同时痕迹新鲜,同时在通往采场的道路上载重轮胎印痕新鲜,属于近几天内遗留的痕迹
疑似越界在采矿图斑	分布在登记矿山采坑外围,形态上或空间上有一定的延续性和接续性,经核查确认为矿业权人超越批准的区块范围进行的采矿活动的图斑
疑似以采代探图斑	野外确认持有探矿证,矿石矿渣堆积多、规模大,怀疑正在进行采矿活动的图斑
老坑	历史采矿遗留的,废弃的采矿点,现场道路破旧或有植被发育
矿渣堆	实地核查时确认与矿山开采有关的各种矿渣、碎石等堆积所形成堆积物的图斑
尾矿库	实地核查时确认与选矿有关的尾矿存储场所,多形成坝型或堆型正地貌——尾矿坝(尾矿堆),可统称为尾矿库。少数局部地貌为尾矿坑,但宏观地貌仍属于尾矿坝
其他图斑	经验证与采矿活动无关的图斑。如裸露岩石,施工场地,挖石造地,老土(水)坑,打谷场,或其他场地等

### 3.5 矿山开采动态监测数据库建设及应用

利用三维地理信息平台进行采矿类专题信息叠加,构建基于空间地理信息的矿山开采数据库。可直接显示监测区矿山、采矿点及矿山环境图斑空间分布现状和动态环境,为监测区矿产资源合理开发利用、查处非法采矿,提供宏观、逼真、形象的定性、

定量三维分析查询及管理支撑(图1)。

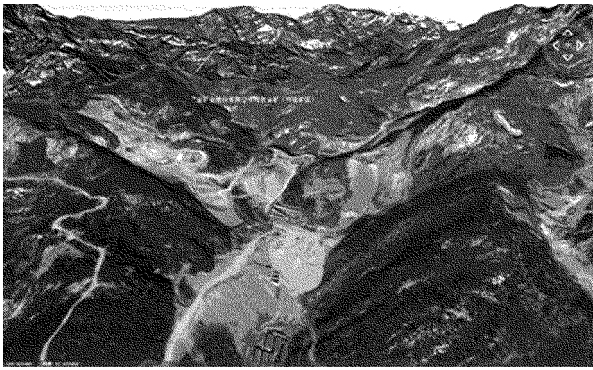


图1 三维立体景观

### 3.6 监测成果统计与分析评价

将野外核查确认得出的各重点地区矿山开采遥感动态监测变化情况,按矿种类型、开采现状等分别进行汇总统计,以得出各地区矿山的开采动态变化数据。

## 4 注意事项

### 4.1 采矿图斑的分类原则

采矿图斑分类应遵循便于对被监测矿山进行分类分析、统计和管理的原则进行。采矿图斑按照登记情况、开采矿种、开采方式、开采现状、疑似非法类型等进行分类;其他图斑按照实际情况分类。

### 4.2 数据服务拓展探索

用于矿山监测的遥感数据种类丰富、分辨率高、信息量好,可以多期次提供给社会各界,广泛用于土地监测调查、城乡规划、生态环境和地质灾害监测调

查等诸多领域,因此监测工作中要利用遥感数据广泛应用领域优势,重视拓宽数据的利用,让这些数据发挥更大的社会效益和经济效益<sup>[6]</sup>。

## 5 结语

传统的以人力巡查为主的矿产开发监管手段,不仅会造成人力物力的大量浪费,并且也很难适应社会科技化、信息化的发展对矿政管理的新需要。该文结合近年来山东省利用卫星遥感技术进行的矿产勘查开采动态监测工作取得的成功经验,对工作的主要内容以及相关技术要求进行了总结,不仅对今后一段时间山东省的相关工作具有指导作用,而且对于全国其他地区开展的类似工作具有一定的参考价值。

## 参考文献:

- [1] 徐孟军,蔡广银,张增奇,等. 基于震源定位技术的地下开采矿山实时监测系统研究及应用[J]. 山东国土资源,2012,28(10):42-45.
- [2] 李晓琴,吴小英,苏新旭,等. 遥感技术在矿产资源开发状况动态监测中的应用[J]. 城市地质,2009,4(2):40-46.
- [3] 周进生,牛建英,朱瑞兵,等. 关于矿山遥感监测实施效果评估的思考[J]. 资源与产业,2012,14(4):96-100.
- [4] 农峰. 基于 SPOT5 实验的高分辨率遥感影像纠正方法研究[J]. 科技资讯,2013,(12):44-45.
- [5] 梁成仁,张翔. 图像增强技术的分析与研究[J]. 科技广场,2006,(4):56-58.
- [6] 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):15-20.

# Application of Remote Sensing Dynamic Monitoring Technology in Exploration and Mining of Mineral Resources in Key Areas in Shandong Province

CHEN Yucheng, YANG Yifei, PENG Huiyan, ZHANG Yuntao

(Shandong Surveying and Mapping Institute of Land and Resources, Shandong Jinan 250102, China)

**Abstract:** In order to attack all kinds of illegal mining acts, since 2007, many rounds of mineral exploration and exploitation of remote sensing dynamic monitoring have been carried out in exposed basement rock areas in Shandong province. A variety of illegal exploration and exploitation of mineral resources can be found timely. It will provide enforce foundation for mineral resources supervision in monitoring area. Combining with present condition of remote sensing dynamic monitoring of mineral resource exploration in Shandong province, relevant job contents and requirements of remote sensing dynamic monitoring of mineral resource exploration have been studied.

**Key words:** Mineral exploration; remote sensing; dynamic monitoring