

文章编号: 1006-6616 (2014) 03-0317-07

基于 GeoEye-1 卫星数据的 矿山开发环境问题研究

吴芳

(中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081)

摘要: 利用卫星遥感技术对矿产资源开发利用及其引发的矿山地质环境问题进行分析, 可以及时、准确地为科学管理与决策提供依据。以山西娄烦多金属矿区为例, 通过遥感数据的处理与提取, 分析调查区相关环境问题, 提出加强和改进矿山环境现状的对策建议。

关键词: 遥感数据; 矿产资源开发; 矿山地质环境

中图分类号: TP79

文献标识码: A

0 引言

中国是矿业大国, 矿产资源开发利用为国民经济和社会发展做出了巨大贡献。与此同时也应当清醒地认识到, 矿产资源长期大规模和超强度开采, 不同程度破坏了矿山及其周边环境。因矿业开发引起的地面塌陷、土地损毁、山体崩塌、滑坡、泥石流等矿山地质灾害, 严重影响了人民生命财产安全和正常生活秩序, 不同程度地制约了经济社会的健康可持续发展, 引起了国家和社会的高度关注。大力推进生态文明建设, 加强和改进矿业领域生态文明, 必须牢固树立科学发展的理念, 以人为本, 高度重视矿产资源开发过程中的环境问题及其对经济社会发展的影响。

随着卫星遥感技术的快速发展, 基于高分辨率卫星遥感影像数据的矿山开采状况及环境影响分析已经可以满足日常管理工作的实际需求。以高分辨率遥感影像为基础, 可以提供准确、客观、实时的矿山开发和环境信息, 进而有针对性地对矿产资源开发利用问题进行研究与科学决策, 以实现矿产资源高效利用与环境保护协调发展^[1]。

1 遥感技术在矿山地质环境调查中的应用

遥感影像可以使各种生态环境因素得到充分的体现, 根据各类要素在不同条件下的光谱特性、成像特性进行数字图像处理, 在信息提取、分类的基础上进行污染现状调查与环境要素研究, 并结合遥感影像上各种信息对主要污染源及其分布、污染扩散路径等进行分析。例如: 根据水体在一定遥感波段上不同的光谱特征 (反射率、亮度、颜色等) 可以对其受污

收稿日期: 2014-05-09

基金项目: 地质力学基本科研业务费项目 (DZLXJK201410)

作者简介: 吴芳 (1980-), 女, 硕士, 工程师, 主要从事第四纪地质与生态环境、矿山地质环境研究。E-mail: wufang1221@163.com

染状况做出评价；根据矿区不同时期遥感影像的地表信息（高程、颜色、纹理、亮度等）可以获得矿山土地塌陷、土地污染等方面的信息^[2]。在遥感图像处理的基础上可以获得矿山生态环境全面、实时、丰富的信息源，进而可为矿山地质环境治理与恢复提供决策支持，并对治理后效果进行评价。

不同分辨率的遥感影像为建立矿山监测信息系统提供多源、多平台、多时相、多层次、多领域的实时、丰富、准确、可靠的信息，并可定期进行信息更新，具有成本低、效率高、时间快的显著特点，在矿山地质环境调查中具有广阔的应用前景^[3]。

2 研究区概况

山西省是中国重要的铁矿资源产地，探明储量居全国前列，分布相对集中，具有规模大、铁含量较低、地表露头或近地表、易选磁铁矿为主的特点，主要分布在娄烦—岚县、五台—恒山等地区。娄烦矿区位于吕梁山中部，独特的地质条件使得矿产资源异常丰富，不仅矿种多，分布广，且开采历史悠久，是山西省著名的铁矿石产地。

娄烦尖山铁矿在山西省已知铁矿中规模最大，该矿区铝土矿资源亦十分丰富，在省内居于首位，具有储量大、品位高的特点，开采方式分为露天开采和硐采两种。由于该地区具有较强的典型性和代表性，故作为此次调查的研究区（见图1）。

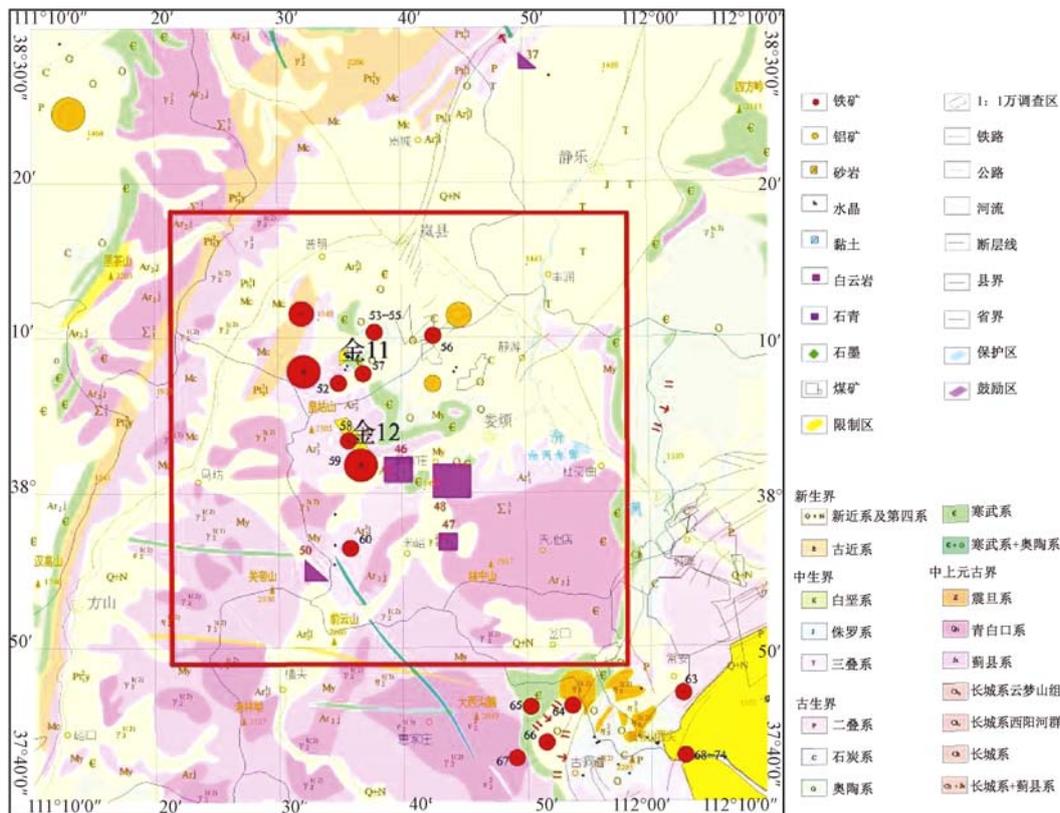


图1 山西娄烦 1:10000 调查区位置示意图

Fig. 1 Schematic survey area of 1:10000 in Loufan, Shanxi

3 遥感调查方法

3.1 数据源

考虑到遥感卫星数据来源、分辨率等因素, 本文采用 GeoEye-1 遥感数据资料, 成像时间 2010 年 7 月。数据范围: $111^{\circ}21'22.78''$, $38^{\circ}18'08.85''$; $111^{\circ}58'29.51''$, $38^{\circ}17'57.68''$; $111^{\circ}16'50.34''$, $37^{\circ}48'56.17''$; $111^{\circ}58'05.29''$, $37^{\circ}48'43.24''$ 。面积 2945 km^2 。遥感数据组合为 4 m 分辨率多光谱数据及 1 m 分辨率全色数据。数据获取范围内局部有少量云覆盖, 对遥感解译影响不大, 数据质量总体较好, 满足监测要求 (见图 2)。



图 2 山西娄烦调查区 GeoEye-1 遥感图像

Fig. 2 Remote sensing image of 1:10000 for the survey area in Loufan, Shanxi

3.2 数据处理

获取数据后, 将 GeoEye-1 图像进行了纠正处理。GeoEye-1 数据全色分辨率为 0.41 m , 多光谱数据分辨率为 1.65 m , 数据纠正融合后, 重采样分辨率为 1.00 m 。

3.2.1 图像纠正

遥感图像在成像过程中由于传感器的性能差异、卫星飞行高度和姿态变化及地面高低起伏不同会造成图像的各种几何畸变。为了消除几何畸变并把图像转换到需要的地图投影上去, 需要对 GeoEye-1 数据进行几何纠正。以 1:10000 地形图或部分 1:50000 地形图 (针对没有 1:10000 地形图的地区) 和相应的 DEM 为基准进行正射纠正。纠正时仍采用高斯-克吕格 3 度带投影, 校正后的图面中误差 (1:50000 尺度) 一般不大于 0.5 mm , 最大不大于 1.0 mm , 控制点拟合精度误差 0.3 mm 以内^[4]。

3.2.2 图像镶嵌

工作区涉及两景以上卫星数据时, 需进行镶嵌处理。镶嵌时除了满足拼接线处相邻影像的细节在几何上一一对接外, 相邻影像的色调要保持一致, 并且达到层次丰富、色调均匀、

反差适中、清晰的效果。

3.2.3 图像信息增强

为了在影像图上准确识别各类目标地物,解译前需要对遥感影像图进行一定的图像处理,根据矿区的实际特点选择有效的增强方法,数据融合为基本方法之一。

3.2.4 图像分类

主要针对多光谱数据进行,对不同的矿山地物类型将尝试采用不同的分类方法,高分辨率图像分类主要以目视为主。

3.3 信息提取

此次工作的信息提取在 MAPGIS6.7 平台进行,提取的目标物有:①正在开采的地下、露天矿山的矿区、开采面、排土场等范围;②已经闭坑的矿山状况及范围;③露天开采的石灰石矿等;④矿山地质环境现状(包括地质灾害、矿山污染等)。

3.4 实地调查

实地调查内容包括煤矿、铁矿、铝土矿等金属矿产资源开发状况及相关地物(开采面、排石场、排土场等)的类型、占地等,并对有界外开采嫌疑的图斑进行验证。

4 调查区环境相关数据分析

4.1 矿山开发占用土地情况

遥感解译及统计数据显示,山西娄烦调查区矿山开发占地总面积为 1057.73 hm²,生产矿山占地 318.34 hm²(其中,采石场开采占地 104.44 hm²),固体废弃物占地 646.84 hm²,闭坑矿山占地 92.55 hm²,其面积比例约为 3:6:1,固体废弃物及闭坑矿山占矿山开采占地总面积的 70%。合法开采与违规开采用地比例约为 1:5,违规开采用地问题十分突出(见表 1、表 2)。

表 1 调查区矿山开采占用土地统计(按开采阶段)

Table 1 Statistics survey area of land occupied by mining (Mining stage classification)

开发状况	矿种	个数	占地面积/ha	合计
生产矿山(地下开采)	煤矿	25	25.86	25.86
	铁矿	14		
生产矿山(露天开采)	铝土矿	4	3.82	292.48
	铁矿	14	184.22	
	石材	112	104.44	
固体废弃物占地	排土场	219	300.65	646.84
	尾矿库	133	214.21	
	废铁矿石堆	234	131.98	
闭坑矿山	铝土矿	6	19.92	92.55
	铁矿	143	72.63	

4.2 矿山开发引起的次生地质灾害情况

通过遥感解译及数据分析得出,该监测区域范围内,主要地质灾害有地面沉降、滑坡、地裂缝等。因开采石材,引发山体崩塌、滑坡等地质灾害,造成道路阻塞,损毁交通,共有 9 处隐患点,地质灾害面积约 6.95 hm²(见图 3)。

表2 调查区矿山开采占用土地统计 (按矿种)

Table 2 Statistics of land occupied by mining in the survey area according to mineral commodity

矿种	开采面			矿山建筑	固体废弃物
	合法开采	违规开采	小计		
煤矿	14.63	11.23	25.86	25.86	
铝土矿	3.82		3.82		8.13
铁矿	45.78	138.44	184.22		638.71
采石场		104.44	104.44		
合计	49.6	242.88	292.48	25.86	646.84



矿区名称: 山西省娄烦铁矿区

数据源: GeoEye 卫星数据

图3 矿山开采引发地质灾害示意图

Fig. 3 A sketch map of geological disasters caused by mining

4.3 矿山开发导致粉尘污染

调查区内局部地区密集开采石材矿,其特点是规模小、布点密,整体布局比较零乱,采石场粉尘的随意排放严重影响大气环境和周围生态环境。露天堆放的石料导致整个矿区粉尘满天飞,采石场沿途不断有拉满石料的车辆开过,扬起的尘土使整个空间能见度极低,部分石料还从车上散落下来,造成二次污染,导致该地区粉尘污染非常严重。

粉尘弥漫在空气当中,降低了空气质量,影响了日常生活,长期身处粉尘污染的环境会引起多种疾病,严重影响人们身体健康;粉尘污染使矿区土壤质量变坏、硬化,植被遭到破坏,长期积下的粉尘还污染了农作物,并引起农作物减产。

5 结论与建议

5.1 矿山开发占地严重,恢复治理工作亟待开展

通过研究发现,随着区域矿业活动的加剧,矿山开发占地规模逐步加大,矿山开采引发了一系列的环境问题,造成了区域生态环境的恶化。矿山闭坑后,未能得到及时的恢复治

理,造成长期闲置,大量可开采矿产资源长期裸露在外,造成了资源浪费,还严重破坏了周边的生态环境,长此以往,势必影响当地资源开发与经济社会的可持续发展^[5]。

建议:①节约集约利用土地,提高建设用地利用效率,减少矿山土地占用;②针对不同类型、不同阶段的矿山地质环境问题,区别对待,制定不同的预防与治理恢复措施。在矿山开采过程中,推广应用充填开采等技术,切实减少地面塌陷,减少废弃物堆放造成的土地损毁。同时,采矿权人在开采矿产资源的同时,认真执行矿山地质环境保证金制度,积极承担起治理责任和义务;对于历史遗留的矿山地质环境问题,各级政府部门应当严格制定并实施规划,加大投入,认真做好矿山地质环境恢复治理工作。

5.2 矿山开采引发地质灾害隐患不容忽视

据统计,地质灾害成因大多是人为原因所造成。调查区内采石场众多,且比较分散,设置规模小,设备简易,石材的粗放式开采极易造成山体崩塌和道路阻塞、损毁。尤其是在雨季等极端气候下引发山体崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害的频率极高。建议相关部门应当引起足够重视,加强排查、监管与综合治理,推进地质灾害群测群防体系建设,减少地质灾害隐患点,确保人民生命和财产安全。确有必要的地区,实施搬迁避让工程,对受滑坡、泥石流影响的居民所在地进行搬迁治理,提早预防、及早治理。

5.3 部分矿产开发无序,亟待建立科学规范的矿山开发秩序

从驱动因素上分析,经济快速增长导致的资源过度、无序开采是该地区矿山地质环境不断恶化的重要决定性因素^[6]。然而长久以来,粗放式开采造成的环境问题与日俱增,按照新形势下科学开采的新要求,迫切需要发展绿色矿业,建设绿色矿山。将绿色矿业理念贯穿于矿产资源开发利用全过程,转变以往单纯以消耗资源、破坏生态为代价的开发利用方式,实现资源开发的经济效益、生态效益、环境效益和社会效益的协调统一。

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.
WANG Xiao-hong, NIE Hong-feng, LI Cheng-zun. 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.
- [2] 王震, 韩剑宏, 杜金莲, 等. 白云鄂博铁矿污染源评价和预测研究 [J]. 中国矿业, 1999, (2): 80~82.
WANG Zhen, HAN Jian-hong, DU Jin-lian, et al. Evaluation and prediction of the pollution sources of Baiyun' ebo iron mine [J]. China Mining Magazine, 1999, (2): 80~82.
- [3] 聂洪峰, 杨金中, 王晓红, 等. 矿产资源开发遥感监测技术问题与对策研究 [J]. 国土资源遥感, 2007, (4): 11~13.
NIE Hong-feng, YANG Jin-zhong, WANG Xiao-hong, et al. The problems in the remote sensing monitoring technology for the exploration of mineral resources and the countermeasures [J]. Remote Sensing for Land & Resources, 2007, (4): 11~13.
- [4] 杨清华, 齐建伟, 孙永军. 高分辨率卫星遥感数据在土地利用动态监测中的应用研究 [J]. 国土资源遥感, 2001, (4): 20~27.
YANG Qing-hua, QI Jian-wei, SUN Yong-jun. The application of high resolution satellite remotely sensed data to land use dynamic monitoring [J]. Remote Sensing for Land & Resources, 2001, (4): 20~27.

- [5] 褚进海, 彭鹏, 李郑, 等. 遥感技术在矿山遥感调查与监测中的应用 [J]. 安徽地质, 2009, (3): 32~35.
CHU Jin-hai, PENG Peng, LI Zheng, et al. Application of remote sensing in the dynamic inspection of the mining [J].
Geology of Anhui, 2009, (3): 32~35.
- [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): 69~71.
WANG Xiao-hong, NIE Hong-feng, YANG qing-hua, et al. The different monitoring effects of QUICKBIRD and SPOT-5
data in mine exploitation [J]. Remote Sensing for Land & Resources, 2004, (1): 69~71.

APPLICATION OF GeoEye-1 SATELLITE DATA TO MINE DEVELOPMENT ENVIRONMENT

WU Fang

(*Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Science, Beijing 100081, China*)

Abstract: By using of satellite remote sensing technology, the exploitation and utilization of mineral resources have been carried out, and the mine geological environments issues have also been analyzed. The result shows that the geoeye-1 satellite data could provide accurate and timely basis for the scientific management and decision-making. Taking Shanxi Loufan polymetallic prospect for example, the analysis and extraction of remote sensing data play an important role for environmental survey and enhancement. Finally, geological suggestions in the region are proposed.

Key words: remote sensing data; mining resources exploitation; mine geological environment