

矿冶技术

成像光谱技术在甘肃某矿产监测中的应用

杨燕杰 赵英俊

(核工业北京地质研究院遥感信息与图像分析技术国家级重点实验室,北京 100029)

摘要 利用国内最先进的高分辨率航空成像光谱 CASI 数据,提取研究区内相应的矿石开采信息,开展北山柳园地区的矿产开采监测研究。通过实地验证,提取的矿山开采位置和范围都与实地状况基本吻合,精度较高。对高分辨率成像光谱数据处理技术也做了探索性研究。

关键词 成像光谱 高分辨率 矿山 监测

中图法分类号 TD178; **文献标志码** A

当前,矿产资源成为一个国家发展和安全的基础,能否有效地开发和管理矿产资源,关系到中国的未来发展^[1]。现在我国矿产开采状况不容乐观,乱采和盗采等问题严重,这些问题已经受到国家监管部门的重视。但如何及时发现无证勘查、开采等违法行为,并确定其开采的位置和范围,成为一个重要的研究课题。高光谱遥感手段是解决这一问题的有效方法,它可以快速提取地表的岩性和矿产类型,精确圈定矿产开采的范围和位置,并获取矿化露头信息^[2]。

核工业北京地质研究院从国外引进的 CASI 航空成像光谱仪(表 1),最高空间分辨率可以达到 0.25 m,最高光谱分辨率可以达到 2.3 nm,对矿产勘查和环境保护可以发挥很好的作用。CASI 可以根据实际需要调整光谱通道数和光谱带宽,并且可以调整航高控制空间分辨和波段的宽度。所用的 CASI 数据,包含 36 个波段,空间分辨率为 0.9 m,以甘肃省酒泉市瓜洲县柳园镇的一个矿区及其周边作为研究对象,用于提取 2010 年 9 月份的矿产开采信息和矿化露头信息,取得了较好的效果。

表 1 CASI 成像光谱仪参数表

参数	CASI-1 500
光谱范围/nm	380-1 050
每行像元数	1 470
连续光谱通道数	288
光谱带宽/nm	2.3
帧频(全波段)	14
总视场角/(°)	40
瞬时视场角/(°)	0.028
信噪比(峰值)	>1 100
量化水平/bit	14
绝对辐射精度/%	<2

1 研究区概况

研究区位于甘肃省酒泉市瓜洲县柳园镇。研究区内铁矿资源丰富,地质环境复杂,气候干旱,岩石裸露,人口稀少,是遥感技术最易发挥地质调查和找矿工作中优势的地区。据统计,柳园镇有大小矿点 100 多处^[3],加强对矿产资源的有效监测和勘查,实现资源的合理有效开发,对当地的资源开发与保护具有十分重要的意义。2010 年 9 月,核工业北京地质研究院遥感重点实验室利用航空成像光谱仪 CASI,获取该区域的高光谱数据,为矿产监测研究提供了数据基础。

2010 年 11 月 29 日收到,12 月 15 日修改

2 数据处理流程

处理过程如下(图 1): CASI 数据预处理(几何校正,辐射校正,数据格式转换),大气校正,去除噪声波段,建立数据处理掩膜,光谱沙漏(MNF 变换, PPI 指数,端元波谱提取,光谱匹配),提取地物信息。下面对操作过程的具体步骤做一个详细说明。

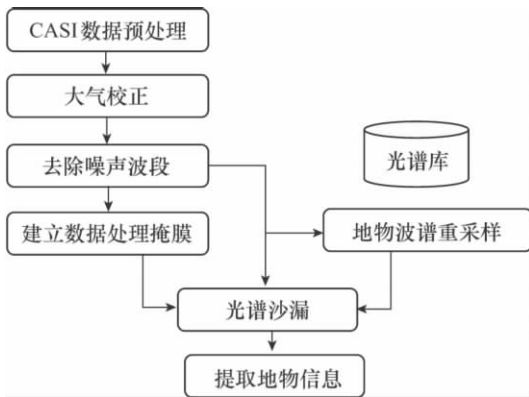


图 1 CASI 数据处理流程图

2.1 大气校正参数设置

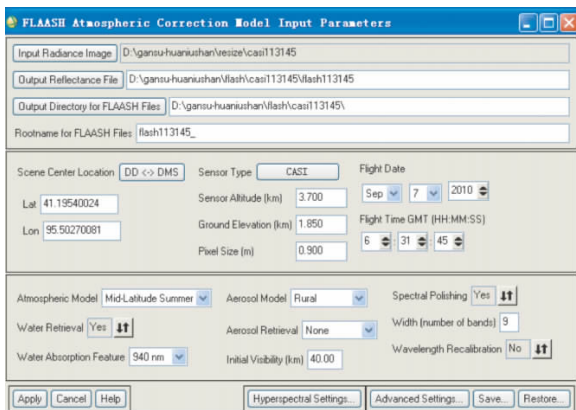


图 2 FLAASH 参数设置界面

几何校正和辐射校正由 CASI 仪器根据自身所携带的仪器和软件处理,精度较高。在进行大气校正时,需要将输入的 CASI 数据转换成 BLP 或 BIP 格式。在数据进行大气处理之前,一般会根据处理的要求,如对数据进行剪切,剪切后的数据可以直接使用 FLAASH 模块进行大气校正。大气校正的界面如图 2 所示。

在大气校正模块的参数设置的过程中。点击“Input Radiance Image”按钮,选择需要进行校正的影像。然后弹出“Radiance Scale Factors”窗口,具体参数设置如图 3 所示。

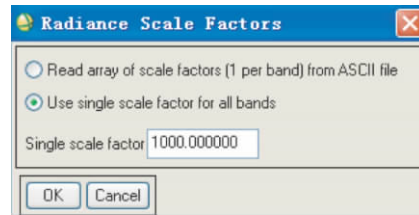


图 3 光谱匹配权重赋值界面

飞行时间和高度根据数据获取时的实际情况输入。大气模型根据当地的温度利用表 2 选择适当的大气模型,如是不知道大气温度,根据当地的经纬度选择表 3 中的参数^[4]。

表 2 大气模型与水汽和温度对照表

大气模型	大气表面温度/°C
Sub-Arctic Winter(SAW)	- 16
Mid-Latitude Winter(MLW)	- 1
U. S. Standard(US)	15
Sub-Arctic Summer(SAS)	14
Mid-Latitude Summer(MLS)	21
Tropical(T)	27

表 3 大气模型与纬度对照表

纬度(北纬) /(°)	1 月	3 月	5 月	7 月	9 月
60	MLW	MLW	MLW	SAS	SAS
50	MLW	MLW	SAS	SAS	SAS
40	SAS	SAS	SAS	MSL	MSL
30	MSL	MSL	MSL	T	T
20	T	T	T	T	T
10	T	T	T	T	T

由于航空成像光谱仪获取数据时距离地面高度较小,“Aerosol Retrieval”参数选择为“None”。

2.2 去除噪声波段

本次获取的 CASI 数据总共有 36 波段,但在某

些波段的噪声较多,利用 ENVI 工具 Animation,检测噪声波段,然后利用重采样将噪声波段去除。研究区的 CASI 数据中,第 1、2、35、36 波段条带噪声较多,信噪比低,在重采样中去除这些波段,保留 CASI 的第 3-34 波段数据用于后续的处理工作。

2.3 建立数据掩膜

由于数据的条带不是平行或垂直的,会有一些空白区域。另外数据中也有一些坏线和阴影。因此在数据处理的过程中,需要将这些部分去除,不参与后面的处理,这样可以提高处理的速度和精度。一般通过设置一定的灰度域值,小于这一域值的区域设置为掩膜区域。

2.4 波谱库重采样

在影像的光谱匹配时,由于影像的波段数往往与波谱库中的波段宽度有一些差别,因此需要将波谱库的波段范围与影像的波段范围一至,以便于后面的数据处理和信息提取。

2.5 光谱匹配

在光谱匹配的过程中,最好利用多种匹配方法,每种方法赋予一定的权重(如图 3),这样有利于提高匹配的精度。经过多次实验发现,将光谱角匹配方法与光谱特征匹配方法权重分别设置为 0.8 和 0.2 的匹配结果较好。

2.6 信息提取

在信息提取的过程中,首先用自动分类动能对影像进行分类,然后利用光谱库和光谱匹配方法确定每种类别的岩石类型。由于每个条带包含的信息量不同,所以其中的类别划分标准也就存在差异,如果将分类结果进行拼接,就会出现有些地类不能完全衔接的现象。为了解决这个问题,可以将分类结果确定岩石类型后,相应岩石类型在影像中的端元谱线,利用这些波谱曲线对影像进行光谱匹配分类。各个条带分类时采用统一的分类域值,这样分类结果在各个条带间就能较好地吻合。在这种方法中,自动分类只是为了确定岩石的类型,明确提取的地物类型。

3 处理结果分析

以下是根据矿石光谱曲线提取的黄矿化的开采状况。在对地面状况不了解的情况下,通过 CASI 影像发现了影像中的六个矿点(如图 4),经过实地验证后发现与影像提取结果吻合。放大 CASI 影像,通过矿石开采范围的提取结果与 CASI 真彩色影像对比分析,从图 4、图 5,图 6,图 7,图 8 中可以看出,提取的矿石开采范围信息与真彩色影像中的矿石范围基本吻合,证明可以通过 CASI 影像的光谱匹配实现矿石开采范围的快速精确定位和圈定。另外,通过 CASI 也可以发现一些矿化露头信息,如在图 9 中的一些非开采矿区的红色斑点都是一些矿化露头信息,通过这些信息可以为下一步的矿产开采提供依据。

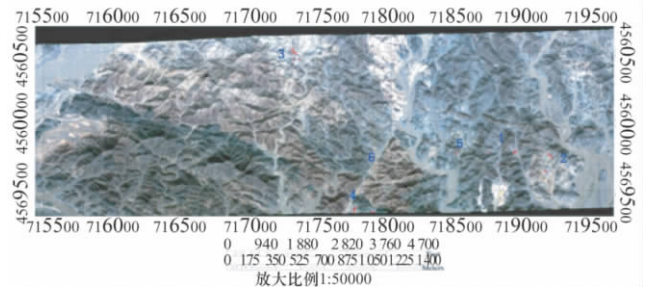


图 4 矿点在 CASI 影像中的相应位置

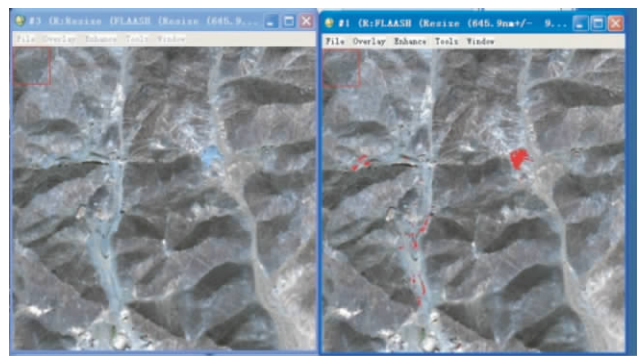


图 5 矿点 1 的 CASI 真彩色影像及矿石开采范围提取结果(右图中红色区域)($400 \times 400 \text{ m}^2$)

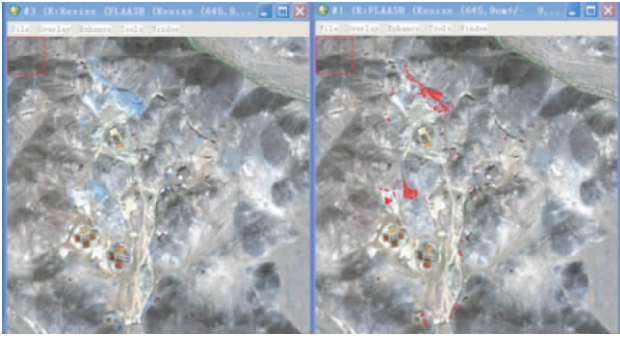


图6 矿点2的 CASI 真彩色影像及矿石开采范围提取结果(右图中红色区域) (400 × 400 m²)

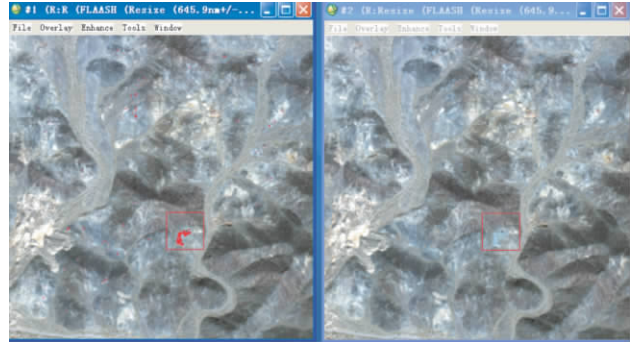


图9 矿点5的 CASI 真彩色影像(右图)及矿化露头的提取结果(左图中红色区域及红色斑点) (400 × 400 m²)

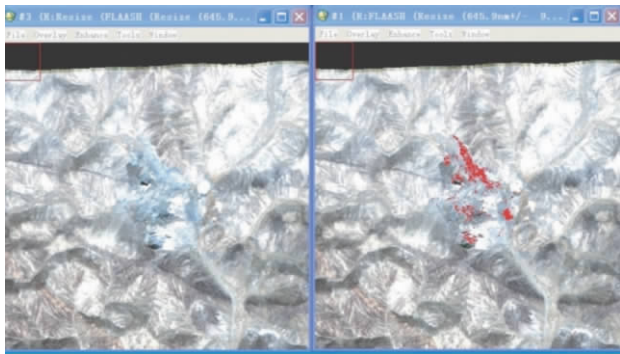


图7 矿点3的 CASI 真彩色影像及矿石开采范围提取结果(右图中红色区域) (400 × 400 m²)

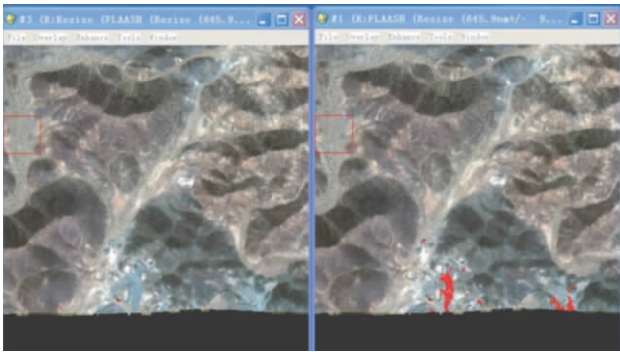


图8 矿点4的 CASI 真彩色影像及矿石开采范围提取结果(右图中红色区域) (400 × 400 m²)

4 结论

通过成像光谱技术手段可以快速精确提取已开采的矿产范围和矿产类型,可以有效监测矿产的违章开采。并且应用 CASI/SASI 成像光谱仪还可以提取矿化露头信息,为矿产普查提供有力的依据。在甘肃北山柳园地区应用 CASI 数据提取该区的矿化信息,取得较好的效果。在信息提取的过程,最好应用多条同质地物的波谱曲线进行岩石类型的识别,可以提高分类的精度。

参 考 文 献

- 1 全国人民代表大会常务委员会. 中华人民共和国矿产资源法. http://www.mlr.gov.cn/zwgk/flfg/kczyflfg/200406/t20040625_292.htm,2004
- 2 童庆禧,张兵,郑兰芬. 高光谱遥感——原理、技术与应用. 北京: 高等教育出版社,2006
- 3 百度百科. 柳园镇. <http://baike.baidu.com/view/394339.html#2>,2010
- 4 沈焕峰,钟燕飞,王毅,等. ENVI 遥感影像处理方法. 武汉: 武汉大学出版社, 2010

The Study of Hyperspectral Technology Appling in Supervision of one Mine in Gansu Province

YANG Yan-jie, ZHAO Ying-jun

(National Key Laboratory of Remote Sensing Information and Image Analysis Technique-Beijing Research Institute of
Uranium Geology, Beijing 100029, P. R. China)

[Abstract] The use of CASI are made that is the best aerial high resolution hyperspectral instrument in China to extract the information of mineral exploration and supervise mineral exploration. The mine position and scale that we extracted from the image were proved. And the result's precision is very high. Some research in the data processing technology of high resolution hyperspectral data are made.

[Key words] hyperspectral high resolution mine supervision

(上接第 1694 页)

A Study of Reducing Heat Loss of Thermal Recovery Wellbore by Gravity Heatpipe Technology through Absorbing Geothermal Energy

LI Long¹, LI Chun-sheng¹, ZHU Lan²

(School of Computer and Information Technology¹, Northeast Petroleum University, Daqing 163318, P. R. China;
Natural Gas Branch Company of Daqing Oil field Limited Company of Petro china², Daqing 163414, P. R. China)

[Abstract] On the basis of the principle of gravity heat pipe decreasing heat loss in wellbore during thermal recovery and heat transfer of wellbore during oil production, calculation models of thermal energy engineering and heat transfer loss of wellbore were established and were used to calculate an example of testing well. The results show that the measured temperature of produced liquid is close to the calculated one, fractional error of which is 5.52%. The temperature of produced liquid inceases by 10°C with gravity heatpipe in comparison with that of the regular wellbore, which could prove that gravity heatpipe is able to change the temperature distribution of fluids in wellbore. Gravity heatpipe absorbing geothermal energy is a new technology in oil production and can be applied to an extended extent in thermal recovery wells of heavy oil.

[Key words] heavy oil thermal recovery gravity heatpipe heat loss heat transfer