

多源地学信息综合处理技术研究

高淑惠 曹宏经

(核工业航测遥感中心 石家庄 050002)

摘要 本文重点研究以遥感为主的多源信息综合处理技术,取得的主要成果是:对遥感数据采用特定的图像处理,减弱了植被、冻土带的干扰;开创性地从能谱图像中定性、定量地提取铀信息和从地球化学场角度揭示构造蚀变带;研究岩石反射光谱特征,突出找矿蚀变信息;利用重、磁图像挖掘深部构造信息及首次成功地研制出高几何配准精度的综合找矿预测影像图等。应用这些成果指导找矿,取得突破性进展,地表矿体和矿化体的揭露,显示出该项技术的科学性和实用价值。

关键词 多源信息,综合处理

运用多源地学信息综合技术进行地质找矿研究,在国内外都处于探索阶段。为开展遥感与航空物探同步找矿,强化遥感、地球物理及地球化学等资料的地质应用效果,开拓计算机图像处理的新领域,笔者结合生产实践,在额尔古纳地区开展了这方面的研究,重点探索遥感、航空伽玛能谱、航空磁测、布格重力等资料中所显示的找矿信息及其内在联系,创建一套以遥感为主,融地质、物化探为一体的综合图像处理方法。这一方法在实际应用中获得了良好的找矿效果。

1 多源地学信息的图像处理

针对研究区工作条件恶劣、冻土带的存在、森林草原大面积覆盖、地质工作程度差的实际状况,研究工作以地质认识为指导,广泛的收集了多源信息资料(表1)并进行了信息提取研究。

1.1 遥感数据的图像处理

在选择磁带数据适宜时相的基础上,依据地质需要,对TM数据采用“3多”的图像处理方法,即多波段合成处理、多功能组合处理及多时相组合处理,其所获取的图像不但宏观地反映了区域地质概况,而且使重点区中的微弱找矿信息得到增强。清晰、醒目的图像及其丰富的信息,提高了遥感地质解译的精度和找矿的有效性,图版1图1就是布尔林温都尔盆地靶区TM(3,5,7)合成图。

1.2 铀信息的提取

从伽玛能谱数据中提取铀信息,尤其是那些反映铀矿化的微弱信息,是该项研究最具特色的成果之一,它从地球化学场的角度揭示了放射往元素铀、钍、钾的空间分布和富集情况,同时解决了计算机常规处理中一些微弱信息被平滑丢失的问题。

收稿日期:1994年5月5日;收到修改稿日期:1994年8月15日

表 1 多源地学资料一览表
Table 1 Mutil-source geological data

信息源		原 始 比 例	数据格式	网格数据 分辨率 (m)	主要数据项
陆地卫星	MSS		网格数据	57×57	4 个波段
遥感数据	TM		网格数据	30×30	7 个波段
航空 γ 能 谱数据		1:10 万 1:5 万 (局部)	线测数据	254×254 127×127	铀、钍、钾、总道及铀钍 钾之间的比值数据 (U/Th U/K Th/K)
航空磁测 数据		1:10 万	线测数据	254×254	一阶求导, 二阶求导, ΔT 磁 异常, 化极, 内插及上延 500m, 1000m, 3000m, 5000m, 10000m, 20000m 高度的延拓数据
布格重力 平面图		1:50 万 1:10 万 (满洲里区段)	等值线图	1270×1270 254×254	内插, 剩余重力, 一阶求导, 二 阶求导, 上延 500m, 1000m, 3000m, 5000m, 10000m 高度的延拓数据

地质数据包括有 1:20 万地质图等
部分岩石化学分析数据、磁参数数据等

铀信息点提取,就是在伽玛能谱铀道影像上,按各地质单元背景铀含量的倍数定量地提取出铀信息,并划分为几个等级,使其直观地展示在图面上,具体做法:

第一步:按地质单元背景铀含量的倍数,如 1—1.5 倍,1.6—2 倍,>2 倍划分成 3 个等级。

第二步:将铀信息的定量值由 $n \times 10^{-6}$ 转换成图像的灰度值,分别计算出 3 个等级对应的灰度范围。采用的公式是:

$$A = \frac{255}{z_{\max}} \times B$$

其中, A ——转换后,某异常等级相应的灰度值; B ——某异常等级相应的 $n \times 10^{-6}$; z_{\max} ——原始铀含量的最高值。

第三步:进行 U/Th 值校正,剔除非矿假异常的影响。

第四步:按照异常等级对应的灰度范围圈定铀信息,并分别赋予 3 种不同的色调,以增强显示。图版 1 图 2 表示恩和地区铀信息点,红、黄、绿 3 色表示铀值从高到低的分为 3 级。

1.3 利用 Th/K 图像,提取构造蚀变带

利用伽玛能谱数据中的 Th/K 图像,提取构造蚀变信息,开创了地球化学的研究区域地质构造特征的新方向,有效地避开了冻土带及森林草原覆盖的影响,弥补了遥感信息的不足。分析在本区利用 Th/K 图像提取构造蚀变信息的依据是:

(1) 区内各类岩浆岩、火山杂岩在成岩过程中,钍含量是相对稳定的,且在不同岩性、地层单元间又有一定的差异。

(2) 本区有富钾花岗岩的产出及富钾的亚碱在系列火山杂岩分布,它们受断块构造的影响,呈定向展布。

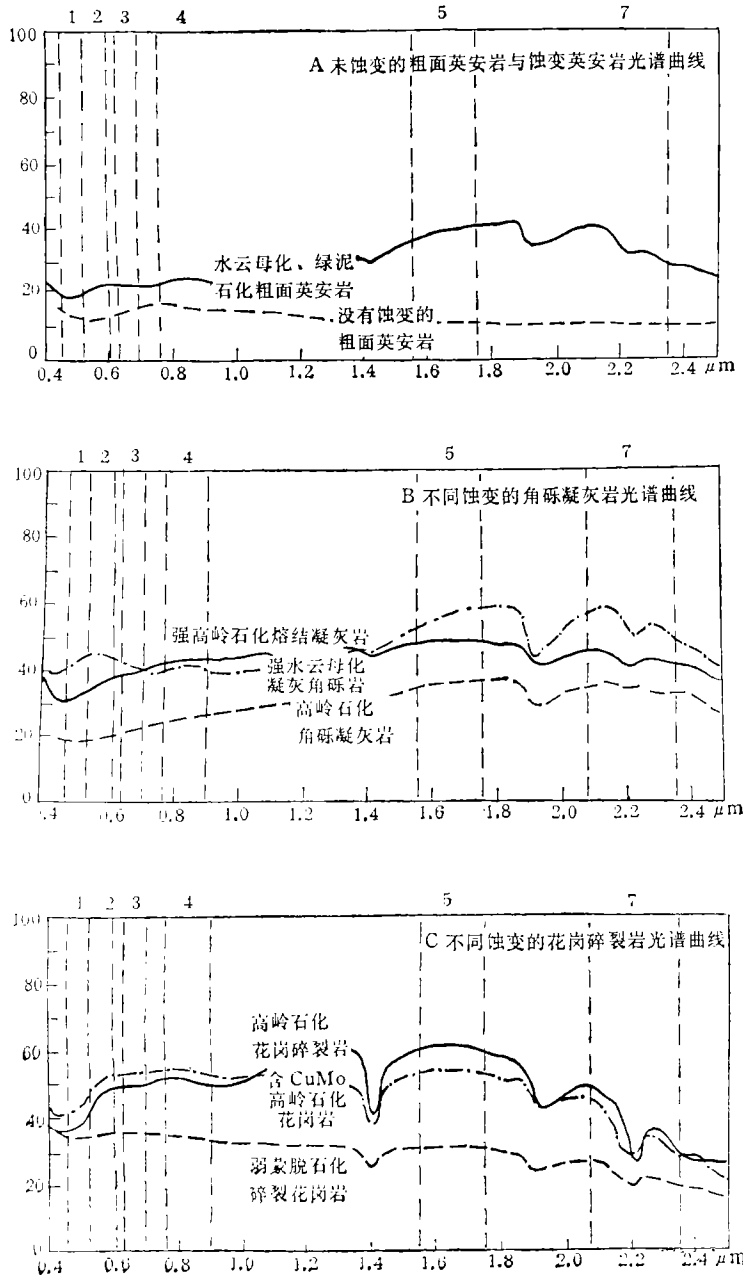


图4 不同蚀变岩与正常岩石反射光谱曲线图

Fig. 4 Rock reflectance spectrum of an alteration and non-alteration haloes

(3) 区内基底断裂构造的长期活动,造就了钾长石化、云英岩化、硅化-绿泥石化等高钾蚀变岩带的发育。

经过处理后的 Th/K 假彩色图像,敏感地反映出它们在分布上和富集程度上的差异,其呈定向延伸的变色界面或变色带往往就是浅层断裂或断裂蚀变带的具体表现(图版

1 图 3)。

1.4 岩石反射光谱特征的研究及蚀变信息的提取

对研究区内 60 块专项标本进行反射光谱特征研究,并选出 18 块具有代表性的标本,做反射光谱曲线测定,蚀变岩石特有的曲线形态为蚀变信息的提取提供了理论依据(图 4)。

提取蚀变信息采用的两种方法,其一是选取反射率差值最大的两个波段做比值处理,即 $5/7, 5/3, 1/4$, 以增加光谱辐射量的微小差异,使微弱的热蚀变信息得以增强和提取。其二是选取光谱曲线反射率高、蚀变信息丰富的波段如 TM7, TM5, TM3 做合成处理,蚀变岩以异常色调显示出来,成为找矿的特殊影像标志。经过验证表明,在图版 1 图 1 上,橙红色代表了硅化、钾长石化、绢云母化、青盘岩化和水云母化组合蚀变区,它是寻找铜钼多金属矿产的最有利地段;白色、黄白色的不规则团块则代表了水云母化、蒙脱石化和高岭石化等蚀变区,是寻找火山岩型铀矿有利的影像标志,图版 1 图 5 (橙红色为强蚀变岩区,灰白色为中等蚀变岩区,黄色为弱蚀变岩区)是满洲里区段蚀变信息提取合成、空间卷积图。

重力、航磁图像处理方法基本一致,主要有分段线性分层法、阴影浮雕法、KL 变换法(主成分分析法)等。前两种处理方法宏观地显现了区域构造骨架和深大断裂的展布,而 KL 变换法则揭示出中深层断裂构造及隐伏岩体,为立体研究构造,进行区域地质分析提供了新的依据。

2 多源数据的综合处理

对获取的大量成矿信息和构造信息进行相关分析和综合图像处理,实现坐标定位及空间配准,在图面上直观地展示出铀信息的具体位置及其与地质构造的空间关系,形成一幅综合找矿预测影像图,以便定性、定量、定位的指导找矿。

2.1 多源数据的空间坐标配准

首先对各种来源数字图像分别进行几何校正,达到空间坐标上的严格配准,以便真实地反映多源信息的内在联系及其与成矿的关系。

伽玛能谱图像、航磁及重力图像的校正以原始数据高斯文件中的坐标参数为准,建立一个基准坐标系,使原测区坐标原点与基准坐标系中的原点重合,在 GIS 系统的支持下,应用高斯-克吕格投影将临时的基准坐标系统一到通用坐标系中,并换算出经纬网对应的图像行、列位置,从而使各种来源图像以相同的经纬度为准进行配准,其校正误差不超过一个像元,保证了叠合、套合的高精度。

2.2 多源信息的综合处理

把来自不同物理基础和经过图像处理最具有代表性的某些信息综合在一起,用以揭示不同场源、不同谱段相联系的地质体所固有的特征。

2.2.1 叠合处理

把最有代表性的单波段标志信息图像叠加在一起,形成一张综合图,研究其综合解译标志。

如铀信息图、岩性专题图及经纬坐标网格三者叠合在一起,形成的综合图,突出了铀信息与岩体的空间关系及所处的具体地理坐标位置。

2.2.2 复合处理

在多源信息相关分析的基础上,优选出与成矿关系最密切的标志信息进行复合处理,

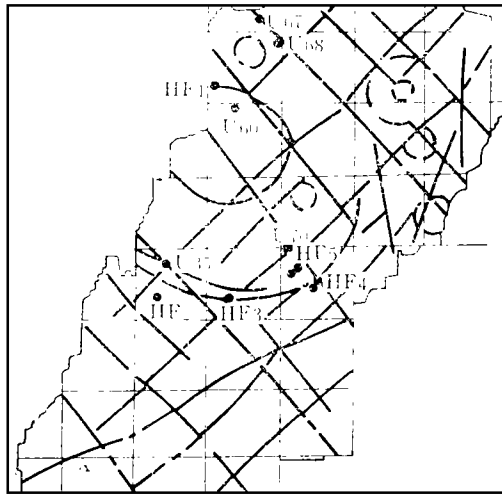


图 7 构造解译略图

Fig. 7 Interpretation tectonic map

有机地组合成一幅综合信息影像图,常采用的复合方法是彩色合成法,个别采用了蒙赛尔变换法。

图版 1 图 6 是铀信息图,航磁异常图及伽玛能谱中的 Th/K 图三者复合处理的结果,它直观地显示了铀信息(黄色点为铀信息点)与航磁图像所揭示的中深层环形构造及 Th/K 图像反映的浅层构造(图 7)间的内在关系,它以清晰的图像结构、丰富的内涵展示出具有多层环状结构的中深层环形构造受区域北东向、北西向断裂的复合控制;铀信息受低稳磁场所反映的环状构造外环暗色带控制,定位于北东向、北西向断裂构造结点附近。

综合图像集中了多源地学信息中最有利的找矿标志,为去伪存真、去粗取精的分析问题,拟定合理的找矿方案和建立综合影像模式提供了可靠的图像依据。

3 主要成果与体会

通过研究,摸索出一套适合铀矿地质找矿的多源地学信息图像处理方法及综合研究技术,为提高地质找矿,快速、准确地寻找隐伏矿床闯出了一条新的思路。取得了丰硕的成果。

(1) 总结出一套适用于森林草原覆盖区和常年冻土带的图像处理方法,使易被忽略的微弱地质信息得到增强和提取,大大提高了解译精度和应用效果。

(2) 从伽玛能谱数据中,定性、定量地进行了铀信息的提取,并合理地剔除了非矿假异常的影响,提高了遥感地质找矿的有效性,避免了微弱信息的丢失,同时为伽玛能谱资料的二次开发摸索出了一条新路。

(3) 在研究岩石反射光谱曲线特征的基础上,运用图像处理方法提取与铀矿化有关的热蚀变信息取得了较佳的效果,它们以独特的色调异常和几何形态展现出来,成为寻找铀矿及多金属矿床的特殊影像标志。

(4) 成功地解决了航磁、重力等图像的几何定位及多源图像间的空间坐标配准问题,其不超过一个像元的高精度,有效地揭示了信息间的内在联系。

(5) 以遥感为主的多源信息综合处理和铀微弱信息点提取方法的研究是铀矿找矿上

的一次创新。由航磁、能谱 (Th/K)、铀信息点及经纬坐标网复合处理所形成的新型图像, 不仅为研究区的地质构造分析提供了新依据, 而且有效地揭示了浅层、中深层构造与铀矿化的关系, 获得了地质认识上的新突破, 从而总结出本区火山岩型铀矿“以火山构造盆地为基础, ‘三化’ 蚀变岩区为条件, 张扭式或张压式构造结为铀矿化定位要素” 的成矿影像模式, 建立了“环、结、蚀、点” 为判据的找矿预测系统, 圈定了 4 个成矿远景区和 4 个具有工业意义的找矿靶区。运用多源信息综合处理提取微弱铀信息共 89 处, 优选 7 处做野外验证, 其中有 6 处落实为新的矿化异常带, 其内的铀 60 号点和铀 70 号点见到了地表矿体和矿化体, 取得了良好的找矿效果。上述成果表明, 多源信息综合处理技术是新形势下, 开展地质填图及找矿最理想的方法, 它不但找矿效果突出, 而且经济效益明显, 同时为今后航空伽玛能谱、航磁、重力等物化探资料的二次开发和综合应用开辟了新途径, 该项技术具有广泛的应用价值, 值得推广。

参 考 文 献

- [1] 陈述彭, 赵英时. 遥感地学分析. 测绘出版社, 1990.
[2] 刘燕君. 遥感找矿的原理和方法. 冶金工业出版社, 1991.

A Research on the Integrated Multi-Source Geology Information Processing Technique

Gao Shuhui, Cao Hongjing

(Airborne Survey and Remote Sensing Centre of Nuclear Industry CNNC)

Abstract The research mainly focused on the integrated Remote sensing information processing technique. The main achievements are: reducing the interference of vegetation and frozen zone using special processing on remote sensing data. The uranium information was extracted in quantity from spectrum image so that the structure alteration zone can be revealed geochemically for ore exploration according to rock reflectance characteristics. Highly geometric registered images for ore exploration was initiated by extracting under ground structure information based on gravity and magnetic images, It is concluded that, with this technique, a breakthrough in minerals prospecting could be made and it also shows scientific and practical of the advanced technique.

Key words Multi-source information, Integrated processing