

航空物探在酸性岩岩性划分中的效果

梁月明, 黄旭钊, 周道卿, 徐昆, 张洪瑞

(中国国土资源航空物探遥感中心, 北京 100083)

摘要: 北山地区近几年来开展的大比例尺、高精度航空物探(磁、伽马能谱)测量, 为岩性分类提供了可靠的高分辨率基础资料, 也为这一地区的地质矿产勘查提供了新的信息。以北山东段岩性构造填图酸性侵入岩分类为例, 介绍航空物探岩性分类的技术方法及工作要点。

关键词: 北山; 航空物探; 物性差异; 岩性分类

中图分类号: P631

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2007)06-0520-06

根据中国地质调查局的部署, 2002~2006年, 中国国土资源航空物探遥感中心在北山地区进行了1:5万高精度航空物探(磁、伽马能谱)勘查, 测量使用了具有国际先进水平的航空物探综合站系统, 获得了高质量航磁、航空伽马能谱数据; 采用先进的数据处理技术和解释方法, 编制完成了系列地球物理图件和地质解释成果, 为这一地区的地质矿产勘查提供了可靠的基础资料, 同时在矿产调查中发挥了重要作用。

航空物探岩性分类是以岩石物性为根据, 区分不同岩石的地球物理场特征, 对各种地质体进行客观解释, 较好地解决了地质体划分和岩性分类, 尤其是在酸性侵入岩的岩性划分问题上效果明显。

1 航空物探岩石分类

岩石分类是区域地质测量中一项非常重要的工作, 分类的主要依据是岩石矿物组成、各矿物所占比例等。由于有些岩石的表象特征比较相近, 根据岩石学分类很难作出准确划分, 因此造成有些地质填图岩性划分过粗或不准确, 对于中、大比例尺填图, 这种情况是不应该发生的。但从野外实际工作情况来看, 有些岩石, 尤其是岩性相近的岩石(如酸性岩的花岗岩、斜长花岗岩、二长花岗岩、石英花岗岩等), 岩性分类的确非常困难。

航空物探岩性分类是根据地质体在航空物探测量时所反映出的地球物理场特征为依据进行的。由于不同地质体的岩石组成、矿物成分、结构特征等方面存在一定差异, 而这种差异可以通过物性差别在

地球物理场上得到不同程度的反映, 因此对物性差异较大的地质体, 航空物探能够做出准确的区分。

地面工作中, 有些岩石的差别并不明显, 即使野外实地划分也具有较大的难度, 因此这类岩石的岩性区分和岩相细化一直是地质矿产勘查工作的难点之一。但由于这些岩石的组成矿物、副矿物具有一定的物性差异, 有些岩石具有较大的差异, 因此利用航空物探(主要是航磁、航空伽马能谱资料), 可以对这类酸性岩石进行区分, 达到岩石分类的目的。

2 岩性分类的地球物理基础

北山地区岩石类型复杂, 种类繁多, 岩浆岩非常发育, 其中以花岗岩、二长花岗岩、斜长花岗岩等中性酸性岩分布最广, 很多矿产与酸性岩关系密切, 因此划分各类岩石并对这些岩石进行分类, 对于地质矿产勘查具有重要意义。北山地区各类酸性岩伽马能谱具有一定差别, 统计结果见表1。

表1 北山地区酸性岩伽马能谱统计

岩性	总量均值	K含量均值	U含量均值	Th含量均值
	10^{-6}eU	10^{-2}	10^{-6}	10^{-2}
花岗岩	25.20	4.10	3.01	19.60
钾长花岗岩	29.51	4.55	3.07	23.16
斜长花岗岩	17.63	3.00	2.01	11.57
二长花岗岩	21.86	3.80	2.30	14.67
二长花岗岩	24.40	4.37	2.94	19.31
花岗闪长岩	19.91	3.49	2.06	13.04

从岩石物性统计结果可以看出, 岩石物性特征明显, 不同类型岩石具有一定的物性差异, 具有利用航空物探资料进行岩性分类的良好地球物理条件。

收稿日期: 2007-09-01

基金项目: 中国地质调查局基础调查项目(1212010510414)资助

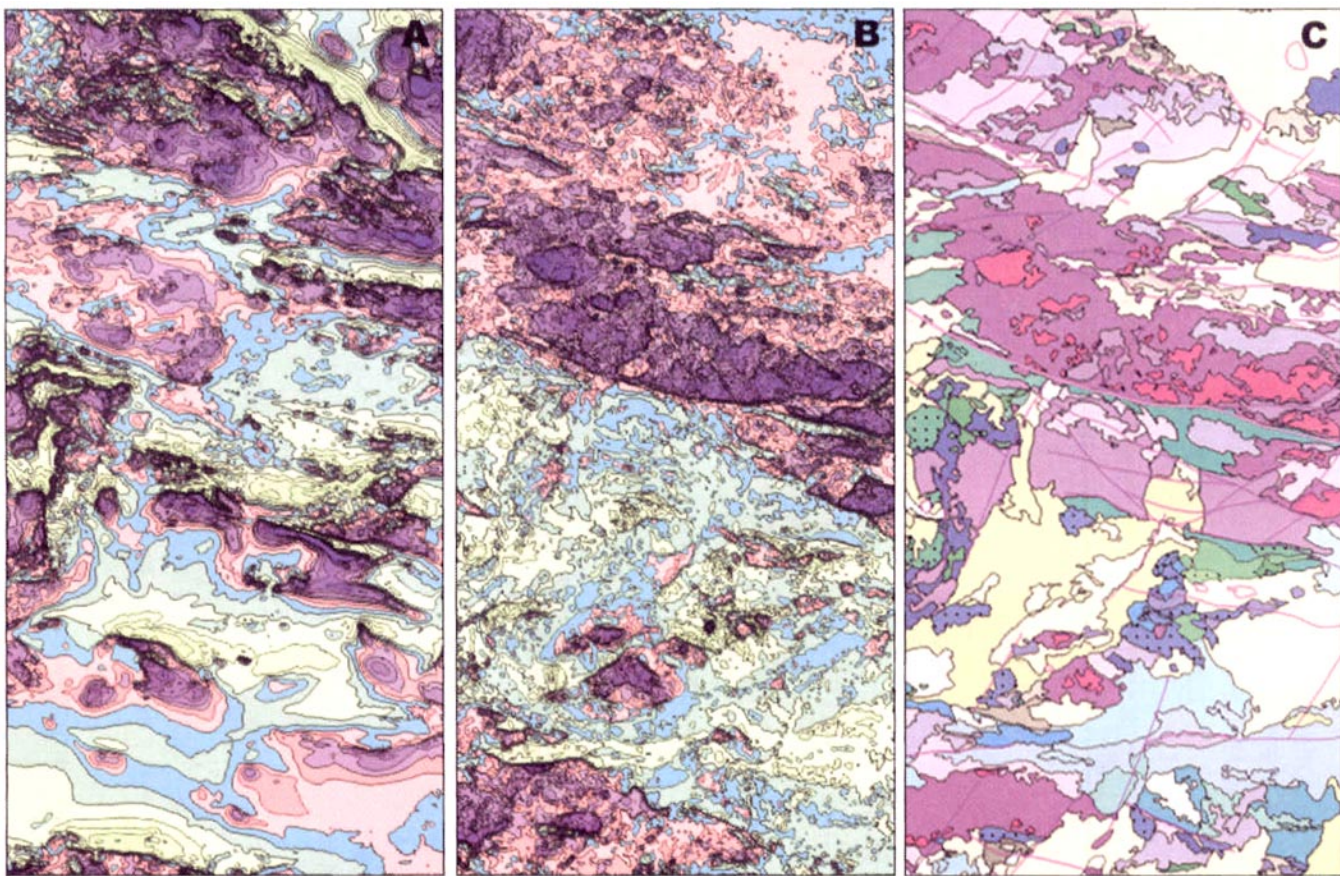


图1 北山石板井地区航磁图 (A)、航空伽马能谱图 (B)、航空物探岩性构造图 (C)

利用航空物探资料,同时参考了地质、遥感、重力等资料对北山地区的岩石进行了分类,结果表明,利用航空物探资料圈定地质体、对不同地质体进行岩性划分具有一定的精度,尤其是在岩体的划分方面效果较好,与原有地质图相比,航空物探岩性分类更加注重和突出了岩石的物性特点。对岩体的划分,主要是根据岩石的物性特点,即岩体在航空物探资料中的区域场和异常的特征、各参数值的大小、变化、相关性确定的(图1)。

3 酸性岩的划分与分类

酸性岩是北山地区分布最为广泛的一类岩石,主要有花岗岩、钾长花岗岩、斜长花岗岩、二长花岗岩等,岩石的物性特点比较明显,利用航空物探资料可以对上述岩石进行岩体圈定和岩性分类。

3.1 花岗岩

北山地区的花岗岩体非常发育,尤其是测区中北部广泛分布。花岗岩一般都具有较强的放射性,伽马能谱总量均值一般在 $(20 \sim 26) \times 10^{-6} \text{eU}$,为偏高场—高场;少量均值较低的也在 $18 \times 10^{-6} \text{eU}$ 左右,为偏高场;个别较高的在 $28 \times 10^{-6} \text{eU}$ 左右,为伽马能谱高场。由于花岗岩明显的高放射性特征,在伽马能谱图上很容易识别。

花岗岩的磁性一般为弱磁性,北山南带有些岩体具有这种弱磁性特点,但很多花岗岩具有中等或中等偏强的磁性。比如测区最北部中蒙边界、狼娃山一带的花岗岩体就具有较强的磁性,在航磁 ΔT 图上往往形成非常明显的升高异常。

总体来说,测区南部的花岗岩大部分具有弱磁性、高放射性特征,具有重熔型花岗岩的物性特征;而测区北部的花岗岩一般具有中强磁性和高放射性特征,与典型花岗岩相比,岩石磁性明显偏强,具有幔源型花岗岩特征。

白草滩花岗岩体具有强磁性、高放射性特征。在航磁 ΔT 图上,白草滩花岗岩体为一个北西向延伸的椭圆形升高异常,异常强度约 400 nT;在伽马能

谱各参数图上,岩体都有非常明显的高值异常反应。其中钾含量 3% ~ 5%、铀含量 $(2 \sim 5) \times 10^{-6}$ 、钍含量 $(16 \sim 22) \times 10^{-6}$ 、总道 $(22 \sim 28) \times 10^{-6} \text{eU}$ 。航磁和伽马能谱异常对应较好,但异常形态略有差别,伽马能谱反应的是岩体出露部分的特征,而航磁反应的是岩体的整体分布特征。从航磁向西的延伸情况可以推断,岩体向西北还有延伸,但已经倾伏于侏罗系之下。

在北山地区,许多花岗岩体中残留有不同时代地层,由于残留岩层与岩体在岩性上有差别,造成了岩体地球物理场发生变化。马鬃山东南坡花岗岩中,残留地层花岗岩与相邻正常花岗岩相比,放射性明显降低,磁性明显增强。北山地区类似的情况很多,花岗岩中残留的地层也不尽相同。有些残留地层与花岗岩的物性差异较大,可以形成十分明显的异常;也有些残留地层与岩体的物性差异很小,形成的异常不明显或根本形成不了异常。此外,地层的残留程度、多少等也会对形成的异常产生影响。

3.2 钾长花岗岩

北山东段的钾长花岗岩集中分布在白石头山、标山以南,小红山西南一带。钾长花岗岩放射性在所有岩石中几乎是最高,伽马能谱各参数均值统计结果分别为:总量 $28.51 \times 10^{-6} \text{eU}$,一般 $(28 \sim 34) \times 10^{-6} \text{eU}$;钾含量 4.55%、铀含量 3.07×10^{-6} 、钍含量 23.16×10^{-6} 。有些岩石的伽马能谱场甚至更高。一般情况下,钾长花岗岩的磁性特征与花岗岩相比,差别不大,但放射性强度却明显高于普通花岗岩,其伽马能谱场特征十分明显,钾长花岗岩可以利用伽马能谱资料直接圈定。

白石头山东南分布有花岗岩、花岗闪长岩、闪长岩、钾长花岗岩、斜长花岗岩等中酸性岩体,岩石物性测量表明,不同岩体之间具有一定的物性差异(图2)。

从航空物探测量结果也可以看出,各类侵入岩的航空物探特征具有明显差别,因此利用航空物探资料可以圈定岩体并对岩体进行岩性分类(图3)。

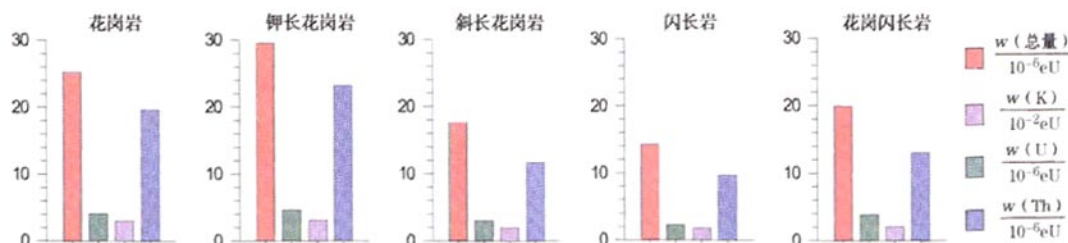


图2 白石头山主要侵入岩伽马能谱统计

量 $(8 \sim 12) \times 10^{-6}$ 、总道 $(12 \sim 18) \times 10^{-6}$ eU,与岩体相对应,航磁 ΔT 为明显的降低异常;钾长花岗岩具有弱磁性、高放射性特征。该岩体在伽马能谱各参数图上都有非常清楚反应。岩体对应于伽马能谱高场,其中钾含量 $4\% \sim 6\%$ 、铀含量 $(3 \sim 7) \times 10^{-6}$ 、钍含量 $(20 \sim 28) \times 10^{-6}$ 、总道 $(24 \sim 34) \times 10^{-6}$ eU,与岩体相对应,航磁 ΔT 为明显的降低异常;斜长花岗岩具有偏弱磁性、低一偏低放射性特征,其中钾含量 $3\% \sim 4\%$ 、铀含量 $(1 \sim 3) \times 10^{-6}$ 、钍含量 $(8 \sim 16) \times 10^{-6}$ 、总道 $(14 \sim 22) \times 10^{-6}$ eU,与岩体相对应,航磁 ΔT 为明显的降低异常。白石头山侵入岩的磁性从强到弱分别是:闪长岩、花岗闪长岩、斜长花岗岩、花岗岩、钾长花岗岩;而放射性从高到低依次是:钾长花岗岩、花岗岩、花岗闪长岩、斜长花岗岩、闪长岩(图2)。

红山头钾长花岗岩体出露区为伽马能谱异常区,其中伽马能谱钾含量 $4\% \sim 6\%$ 、铀含量 $(2.5 \sim 5) \times 10^{-6}$ 、钍含量 $(20 \sim 28) \times 10^{-6}$ 、总道 $(24 \sim 34) \times 10^{-6}$ eU。岩体周围分布有侏罗系,与花岗岩相比,侏罗系的放射性相对较低,为偏低场和中低场。侏罗系的伽马能谱场不完全是岩层的反应,由放射性较高的花岗岩形成的坡积物放射性也明显偏高,因此岩体外围的侏罗系伽马能谱场与正常侏罗系比较要相对偏高。

小红山西南钾长花岗岩位于一个大型花岗岩基内,花岗岩体本身的放射性比较强,伽马能谱总道 $(18 \sim 26) \times 10^{-6}$ eU;而钾长花岗岩的放射性更强,伽马能谱钾含量 $4\% \sim 5.5\%$ 、铀含量 $(3 \sim 7) \times 10^{-6}$ 、钍含量 $(18 \sim 28) \times 10^{-6}$ 、总道 $(24 \sim 38) \times 10^{-6}$ eU,伽马能谱异常与钾长花岗岩的出露部分对应较好。在遥感影像图上,钾长花岗岩体呈偏黄色调,钾长石明显增多。

3.3 斜长花岗岩、二长花岗岩

北山东段的斜长花岗岩、二长花岗岩非常发育,分布广泛,其中斜长花岗岩主要分布在测区的北部和中部。斜长花岗岩体的磁场与花岗岩体相比略有偏强,但两者相差的不是很明显;伽马能谱场也有一些差别,斜长花岗岩的放射性核素含量明显偏低,伽马能谱各参数均值统计结果分别为:总量 17.63×10^{-6} eU,钾含量 3% ,铀含量 2.01×10^{-6} ,钍含量 11.57×10^{-6} 。

北山东段的二长花岗岩也比较发育,但分布的比较分散,其中甜水井北山—黑鹰山、哈珠南山、黄山以北以是二长花岗岩主要分布区。二长花岗岩体的磁性变化较大,有些岩体具有较强的磁性,甚至与闪长岩、辉长岩等相似,因此在磁场图上往往形成非

常明显的局部升高场。还有些岩体的磁性比较弱,其磁性与普通花岗岩体相当,因此在磁场图上反映为非常平缓的降低场。此外,多数二长花岗岩体放射性都比较强,伽马能谱各参数均值统计结果分别为:总量 $(21.86 \sim 26.40) \times 10^{-6}$ eU,钾含量 $3.8\% \sim 4.37\%$,铀含量 $(2.30 \sim 2.94) \times 10^{-6}$,钍含量 $(14.67 \sim 19.31) \times 10^{-6}$,因此在伽马能谱图上,一般都有比较明显的反映。

野马泉岩体磁性较弱,在磁场图上没有明显异常反应,但岩体的放射性特征在伽马能谱图上表现的非常清楚。其中南部的二长花岗岩为偏高场—中高场,伽马能谱钾含量 $3\% \sim 4.5\%$ 、铀含量 $(1.4 \sim 3) \times 10^{-6}$ 、钍含量 $(12 \sim 22) \times 10^{-6}$ 、总道 $(20 \sim 26) \times 10^{-6}$ eU;而北侧的斜长花岗岩放射性较低,为中低场—偏低场,伽马能谱钾含量 $(2 \sim 3) \times 10^{-2}$ 、铀含量 $1\% \sim 2\%$ 、钍含量 $(6 \sim 12) \times 10^{-6}$ 、总道 $(12 \sim 20) \times 10^{-6}$ eU。二长花岗岩与斜长花岗岩的放射性差异明显,在伽马能谱图上很容易区分。

儿驼山西南岩体从东北至西南分别出露有二长花岗岩、闪长岩、斜长花岗岩、花岗岩、钾长花岗岩等,上述岩体在伽马能谱图上表现出不同的放射性特征。岩石的放射性从强到弱依次为:钾长花岗岩、花岗岩、二长花岗岩、斜长花岗岩、闪长岩;伽马能谱总量分别为: $> 28 \times 10^{-6}$ eU、 $(22 \sim 28) \times 10^{-6}$ eU、 $(18 \sim 22) \times 10^{-6}$ eU、 $(16 \sim 20) \times 10^{-6}$ eU、 $(14 \sim 16) \times 10^{-6}$ eU。伽马能谱场与不同地质体分别有较好的对应关系。

4 结论

利用航空物探进行地质、构造划分和岩性分类涉及的范围较广,笔者主要讨论其中部分具有代表性的问题,即酸性岩的划分和分类。

野外地质工作中,区分差别较大岩石并不困难,比如区分花岗岩与辉长岩;但区分同一类岩石,特别是类型相近的岩石反而有一定难度,比如同属酸性岩的花岗岩、钾长花岗岩、斜长花岗岩、二长花岗岩等。但航空物探区分上述岩石却不存在这样的问题,由于上述各类酸性岩主要构成矿物有一定差别,特别是矿物含量和比例存在明显差别,造成不同岩石之间的物性差异,这种差异可以在地球物理场得到反映,因此可以利用航空物探资料进行岩体划分和岩石分类。由于航空物探测量精度、测量技术、数据处理技术和解释方法的提高,对岩体、岩性的分辨率可以达到比较高的程度,因此大比例高精度航空物探可以为地质矿产勘查提供新的信息。

参考文献:

- [1] 甘肃地质矿产局. 甘肃地质志[M]. 北京:地质出版社,1993.
- [2] 内蒙古地质矿产局. 内蒙古地质志[M]. 北京:地质出版社,1991.
- [3] 左国朝,刘义科,刘春燕. 甘新蒙北山地区构造格局及演化[J]. 甘肃地质学报,2003,(1).
- [4] 邵积东. 内蒙古大地构造分区及其特征[J]. 内蒙古地质,1998,(2).
- [5] 于长春,郭志宏,赵素文. 航空物探领域的 GIS 开发与应用[J]. 物探化探计算技术,2003,25(1):39.

THE EFFECTS OF APPLYING AEROGEOPHYSICAL SURVEY TO LITHOLOGIC DIVISION OF ACID ROCKS

LIANG Yue-ming, HUANG Xu-zhao, ZHOU Dao-qing, XU Kun, ZHANG Hong-rui

(China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Land and Resources, Beijing 100083, China)

Abstract: High resolution aerogeophysical survey was carried out in the Beishan area in recent years, which makes it possible to distinguish different lithologies on the basis of their geophysical fields. The results obtained can also provide new information for geological exploration. This paper describes briefly the mapping of acid intrusive rocks in eastern Beishan area.

Key words: Beishan area; aerogeophysical survey; differences in geophysical property; lithologic discrimination

作者简介:梁月明(1952-),男,吉林省梅河口人,教授级高工,从事航空物探勘查工作。

上接 519 页

THE NS-TRENDING DEEP FAULT ON THE WESTERN EDGE OF CONTINENTAL SHELF BASINS OF THE EAST CHINA SEA

LIU Ying-hui, LI Jin, YU Xue-zhong

(China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Land and Resources, Beijing 100083, China)

Abstract: According to a preliminary study of the aeromagnetic data, a deep NS-trending fault was recently recognized which controls the western edge of continental shelf basins of the East China Sea. The authors have studied the formation period of the NS-trending fault, and also analyzed the geological significance of this fault in controlling igneous rocks and the strike of the tectonic line.

Key words: aeromagnetic survey; continental shelf basins of the East China Sea; deep fault on the western edge

作者简介:刘英会(1965-),男,高级工程师,1986年毕业于成都地质学院,从事航空物探资料解释研究工作,曾独立或合作发表论文多篇。