

航放资料在冀北铅锌(银)矿产成矿预测中的应用

张恩,汪冰,全旭东

(核工业航测遥感中心,石家庄 050002)

摘要: 张北地区是河北省重要的铅锌矿富集区之一,文章在分析青羊沟—蔡家营—兰阎铅锌(银)成矿带典型矿床成矿地质特征及航空伽玛能谱特征的基础上,建立了铅锌(银)矿航放参数模型,结合地质、物探、化探等找矿有利信息,提出了Ⅰ级成矿远景区1个,Ⅱ级成矿远景区2个。

关键词: 航放资料;铅锌(银)矿产;成矿预测;冀北地区

中图分类号: P631.6;P618.4 **文献标识码:** A

0 引言

应用航空放射性测量资料探寻矿产资源,具有快速、高效、成本低、覆盖面广、信息量大等优势。随着对航放信息的深入挖掘与开发,其探寻矿产领域已不仅限于铀矿、钍矿等放射性矿产。近年来,应用航放资料潜在信息在探寻油气、金及铅锌多金属矿产方面均取得了较好的找矿效果^[1]。

本文将在分析冀北青羊沟—蔡家营—兰阎铅锌(银)成矿带内典型铅锌矿床地质特征及航放特征的基础上,依据应用放射性地球化学理论建立铅锌(银)矿航放参数模型,并结合其他的找矿有利线索预测成矿远景区,以期推动区内应用航放资料探寻铅锌(银)矿产方面的找矿进展。

1 方法原理

元素钾、铀、钍均为亲氧元素,广泛分布于各种岩石和矿物中,与多种金属元素有着较稳定的亲合性,并常以杂质成分参与多种金属成矿作用的全过程。它们对介质的温度及pH值的变化极为敏感,

在地质作用和成矿作用过程中,往往随温度、pH值的变化与多种金属元素产生再分配,在金属矿床上形成有规律分布的扩散晕。成因类型、成矿温度、介质pH值等相同的金属矿床,具有相同的表征成矿物理、化学环境的放射性特征。因此,局部放射性异常特征是判定成矿物理、化学环境的重要标志。

在天然放射性元素中,钾和铀是地球化学活动性相当强的元素,在各类地质作用中都可能发生重新分布,钍则是化学性质稳定的元素,在岩石成岩后较难发生变化。航空伽玛能谱法找矿实质上是利用钾、铀、钍元素地球化学特性的不同,在多金属成矿作用过程中,其适应物理、化学环境变化而呈规律性再分布的特点,通过模拟相似成矿环境、研究成矿规律,寻找非放射性多金属矿产的环境放射性地化标志找矿方法^[2]。

2 矿床地质及航放特征

2.1 地质特征

青羊沟—蔡家营—兰阎铅锌(银)成矿带地处华北地台内蒙地轴之云州—公会大型倒转复式向斜北翼,呈NW向展布。成矿带沿线分布有蔡家营、兰阎、青羊沟等大中型铅锌矿床和众多小型铅锌矿床,为河北省重要的铅锌矿富集区^[3]。

收稿日期: 2013-05-27; 责任编辑: 王传泰

基金项目: 河北省国土资源厅地勘基金(编号:2005041)资助。

作者简介: 张恩(1985-),男,工程师,主要从事地质矿产勘查、矿产预测等方面的工作。通信地址:河北省石家庄市学府路11号,核工业航测遥感中心;邮政编码:050002;E-mail:zhangen600@126.com

区内铅锌矿床成因类型属于层控-变质热液叠加改造型。多数矿床(点)赋存于新太古界红旗营子群角闪斜长变粒岩中,该地层中的铅、锌、银元素含量高于同类岩石平均含量几倍至几十倍,为初始矿源层^[4]。红旗营子群变质岩在吕梁期发生了钾质混合岩化作用,沿 EW 向倒转背斜轴部形成了多个串珠状分布的混合岩化中心,随着钾质混合岩化作用的增强,促使了多金属元素及放射性元素的活化^[5]。伴随着金属矿化,发生了铀、钍、钾含量的增高,这为利用放射性特征探寻铅锌床(点)多金属矿提供了理论依据。

燕山晚期花岗斑岩和正长斑岩与成矿关系最为密切,成矿元素含量较高,为成矿提供了丰富的热源及矿质。

NEE 向蔡家营一大官场断裂、近 EW 向康保—赤峰断裂和近 SN 向赤城—沽源断裂对区内岩体和矿床分布起着控制作用。容矿构造主要为 NW 向与岩层片麻理方向大体一致的劈理及裂隙。

围岩蚀变主要为硅化、高岭土化、绿泥石化、碳酸盐化及褐铁矿化。

据前人研究^[6-7],区内的多处矿床多发育金、银、锌、铜等地化异常,磁场表现为正异常,遥感影像表现为线、(热)环特征构造发育,这为该区利用综合信息找矿提供了依据。典型矿床找矿标志见表 1。

2.2 航放特征

本次收集航放数据范围见图 1,其典型矿床航放测量结果归纳为表 2。

由表 2 可知,典型矿床的钾、铀、钍元素放射性

含量均大于区域地质单元的放射性本底值,而且钾、铀含量变化幅度大于钍含量变化幅,符合钾、铀、钍元素地球化学性质。

从航放钾、铀、钍含量等值平面图上来看,铅锌(银)多金属矿床总体处于钾、铀、钍高值带上。据区内矿床资料^[5,8],基底岩石的钾质混合岩化作用,导致了放射性元素的活化转移,在一些部位特别是钾化强烈的部位产生了放射性元素的相对富集,蔡家营、青羊沟铅锌(银)等矿床放射性元素含量均有不同程度的提高。青羊沟—蔡家营—兰阎铅锌(银)成矿带处于钾质混合岩化带,钾、铀、钍元素高值区呈现串珠状分布。

3 成矿环境放射性特征模型

3.1 模型建立

依据放射性钾、铀、钍地球化学的差异,结合典型矿床放射性元素分布特征,可归纳出该区航放找矿模型为:铅锌(银)多金属矿床处于钾化蚀变带,总体上表现为钾、铀、钍放射性含量高,而且钾、铀含量升高幅度大于钍。为增强信息的对比显示程度,拟定了下述找矿模型:

$$P_i = (K_i \times U_i) / Th_i$$

式中, P_i 为复合比值,单位为%; K_i, U_i 和 Th_i 分别为测点钾、铀、钍放射性含量,单位分别为%, 10^{-6} 和 10^{-6} 。

复合比值(P_i)参数可指示钾化蚀变岩强度,即非蚀变岩 P_i 值小,蚀变岩 P_i 值大。 Th/U 与岩浆

表 1 典型铅锌(银)矿床区域找矿标志

Table 1 Regional prospecting marks of typical Pb,Zn (Ag) deposit

典型矿床	规模	地层	岩浆岩	控矿构造	化探异常	航磁异常	遥感信息
蔡家营	大型	红旗营子群	花岗斑岩	近南北向	Au, Ag, Zn	正异常	环形构造
青羊沟	中型	红旗营子群	正长斑岩	北西向	Au, Ag, Zn	正异常	线形构造
兰城子	中型	红旗营子群	花岗斑岩	北西向	Ag, Zn, Cu	正异常	环形构造
阎巨沟	中型	红旗营子群	花岗斑岩	北西向	Ag, Zn, Cu	正异常	环形构造
前阿明代	小型	红旗营子群	花岗斑岩	北西向	Zn	正异常	环形构造

表 2 典型铅锌(银)矿床放射性含量与本底值

Table 2 The content and background value of radioactive elements in typical Pb,Zn (Ag) deposits

典型矿床	产出地层	矿床放射性元素含量			区域地质单元放射性本底值		
		$w(K)/\%$	$w(U)/10^{-6}$	$w(Th)/10^{-6}$	$w(K)/\%$	$w(U)/10^{-6}$	$w(Th)/10^{-6}$
蔡家营	红旗营子群	2.6~2.8	2.6~2.8	8~9	1.8~2.2	1.9~2.1	7~8
阎巨沟	红旗营子群	2.6~2.8	3.2~3.5	10~11			
兰城子	红旗营子群	2.4~2.6	2.8~3.0	9~10			
前阿明代	红旗营子群	2.4~2.6	2.6~2.8	8~9			

岩的物质成分有关,而不同温度的热液中钼、铀富集程度不同。用 Th/U 来归一钾元素,有助于消除岩浆岩成分或高温热液蚀变的影响,突出中低温的钾化蚀变带^[2]。

3.2 判别效果

由前人经验得知,评价模型应能最大限度地选出远景地区,对已知矿床的符合率不小于 75%,将漏判减到最少,最大程度地降低干扰,剔除非矿地段,突出目标区段,较少错判^[1]。

经多次试验,确定圈定远景区阈值 P_i 值取 0.75×10^{-2} 时航放范围内 75% 的矿床(点)均落于其中,所得结果见图 1。结果表明:①航放数据区内,除 2 个矿点外,其余矿床、矿点均落在复合比高值区内变化较大地带及边界地带,表明复合比高值区与已知矿床(点)的分布具有突出的相关性,对本区找矿具有可信的参考价值;②复合比高值区与规模较大的矿床对应较好,与个别矿点对应较差,主要是由于矿点面积较小,测量精度不够,造成图中表示的钾、铀、钍含量不能准确地反映矿点的真正含量,难以形成对应的组合异常晕圈;③航放复合比高值区多处于构造交汇部位,构造、岩浆热液、变质、混合岩化等地质作用强烈。复合比高值区较好地反映了地质作用强烈活动的地质环境,是有利于多金属成矿的地球化学信息;在复合比值晕的变化地带(边界地带和内部变化大的地带)更可能存在有利于内生金属成矿的地球化学障。

4 成矿远景预测

应用航放找矿模型,结合地、物、化探等成矿有利信息,提出 3 个铅锌(银)多金属成矿远景区,即一级成矿远景区 1 个,二级成矿远景区 2 个(图 1)。

I_1 成矿远景区与兰城子、阎巨沟和蔡家营矿床同处于云州—公会大型倒转复向斜北翼,成矿地质条件较好;在成矿地质条件相似的向斜南翼提出了 II_1 与 II_2 两个二级成矿远景区。

(1) I_1 成矿远景区。位于兰阎和蔡家营矿床的中间部位,邻区分布多个多金属矿床(点)。航放复合比高值区分布面积较广且晕值突出。存在强磁异常体,推测与铁磁性矿物的局部富集有关或为强磁性小岩体引起,为寻找铁磁性矿物的线索。另外,发育锌、铜化探异常,具有较好的示矿意义。

(2) II_1 成矿远景区。邻区分布 1 个铅锌矿点。

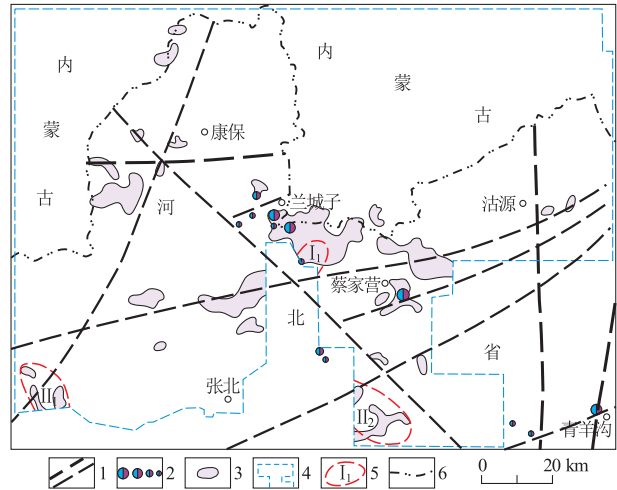


图 1 成矿远景预测图

Fig. 1 Pb, Zn (Ag) prognosis map

1. 推断区域断裂及一般断裂; 2. 大、中、小型铅锌(银)矿床(点);
3. 复合比值异常区; 4. 航放数据范围; 5. 成矿远景区及编号; 6. 省界

临近近 EW 向崇礼—赤城区域性断裂,区内分布有半椭圆状强磁性块体,强度最高达 1 000 nT,推测由变质程度较高且有多次陆壳改造型侵入岩发育的中基性杂岩体引起,构造形态为穹隆状。强磁场中部及边缘发育 2 片面积不大的航放复合比高值区,呈近 SN 向狭长带状展布,多为断裂控制,具较好的找矿意义。

(3) II_2 成矿远景区。邻区分布 1 个铅锌矿点。处于 NE 向及 NW 向构造交汇部位,伽玛能谱复合比高值晕呈团块状,高值突出。存在近 EW 向不规则带状强磁异常体,由基底红旗营子群强磁性岩类引起。区内大面积出露与成矿密切相关的正长斑岩。另外,环形构造密集发育,大环套小环,其成因多与多期次岩浆活动有关。另发育银、锌、铜、金化探异常,晕值较突出。

此外,在张北县北部、康保县西南部及蔡家营北部存在较大面积航放复合比高值区,但由于第四系面积覆盖较为广泛,其他成矿地质信息较少,应在进一步找矿工作中引起重视。

5 结论

(1)在对已知铅锌(银)矿床地质、航放特征分析的基础上,建立合适的评价铅锌(银)多金属矿产成矿远景的航放参数模型,圈定 3 个成矿远景区,为区内进一步找矿指出了方向。

(2)航放复合比参数模型在该区对于寻找大、中型矿床比较适用,对于寻找小型、孤立的矿点存在缺陷。

(3)航放参数模型具有多解性,在实际应用中应结合如地质、地球物理、非放射性元素地球化学等方法,实现多种信息综合研究,丰富成矿预测依据,才能提高找矿实效。

参考文献:

- [1] 陈中华. 应用航放资料寻找非放射性金属矿产效果探讨[J]. 铀矿地质, 2003, 19(2): 106-113.
- [2] 辛福成, 李志勇, 黄福学. 放射性物探方法在辽宁团山子地区金矿找矿中的应用[J]. 地质与资源, 2007, 16(3): 218-221, 225.
- [3] 毕伏科, 肖文暹. 河北省成矿区带和找矿远景区[J]. 地质调查与研究, 2006, 29(2): 107-114.
- [4] 杜俐, 沈光银, 林银山. 河北省张家口市铀多金属矿成矿规律及找矿方向[J]. 有色金属(矿山部分), 2012, 64(3): 46-50.
- [5] 王正邦, 罗毅. 沽源火山岩盆地铀成矿地质条件分析及远景评价[C]//核工业部地质局. 华北地台铀成矿条件和找矿远景. 北京: 原子能出版社, 1987: 63-67.
- [6] 全旭东. 张家口市北部金及多金属矿产遥感航测集成找矿[R]. 石家庄: 核工业航测遥感中心, 2007.
- [7] 汪冰, 张恩, 王瑞军, 等. 河北省沽源县小河子和赤城县独石口地区铀及多金属资源调查评价[R]. 石家庄: 核工业航测遥感中心, 2009.
- [8] 杜俐, 沈光银, 林银山. 华北地台北缘火山岩型铀钼矿床找矿模型研究[J]. 地质找矿论丛, 2012, 27(4): 458-462.

Application of air-borne radiometric data to prediction of Pb, Zn, Ag mineral resources for the north Hebei province

ZHANG En, WANG Bing, QUAN Xudong

(Airborne Survey and Remote Sensing Center of Nuclear Industry, Shijiazhuang 050002, China)

Abstract: The north Zhangjiakou area is one of the Pb, Zn, Ag deposit-clustered areas in Hebei province. In this paper we build the air-borne radiometric parameter model of Pb, Zn, Ag deposits based on analysis of geological characteristics and gamma spectrum of Pb, Zn, Ag deposits in Qingyanggou-Caijiaying-Lanyan ore belt. Combined with geological, geophysical and geochemical survey results 1 prospect of class I and 2 prospects of class II are proposed for further exploration.

Key Words: Air-borne radiometric data; Pb-Zn-Ag mineral resources; ore prediction; the north Hebei province