

内蒙古白音诺铅锌矿床地质特征及找矿标志

郝立波

(长春地质学院)

白音诺铅锌矿床是一个大型夕卡岩型铅锌矿床。矿体主要产于花岗闪长斑岩与二叠系地层接触带的富锰夕卡岩中。本文阐述矿床地质特征,花岗闪长斑岩与成矿的关系,围岩蚀变特征等。较系统地研究了矿床原生异常特征,并提出了找矿的地质地球化学标志。

关键词: 夕卡岩型铅锌矿床; 原生异常; 找矿标志

矿区地质概况

内蒙古白音诺铅锌矿床位于大兴安岭海西褶皱带东南段的黄岗梁—甘珠尔庙多金属成矿带的东部。矿区出露地层为浅变质的下二叠统黄岗梁组火山—沉积岩系和中生代酸性火山岩,并发育一系列燕山晚期的中酸性浅成侵入岩体。

矿区东南部为下二叠统黄岗梁组板岩、大理岩、结晶灰岩等。西北部主要为侏罗系白音高老组(J₃b)酸性凝灰熔岩。

整个矿区位于四方城—白音勿拉复背斜的次一级背斜之中,黄岗梁组砂质板岩构成背斜核部,大理岩、结晶灰岩和泥质板岩构成背斜两翼。轴向北东、向南西倾伏。背斜两翼发育一系列倾角70~80°的层间断裂。沿断裂侵入一系列中酸性浅成侵入体,有花岗闪长岩、花岗闪长斑岩、石英正长斑岩、花岗斑岩等(图1)。

1. 成矿岩体

矿区出露的中酸性侵入体均以脉状产出,规模不等。石英正长斑岩规模较大,主要分布在矿区西部,延长1000余m,最宽地段达数百米。花岗闪长岩长约400m,宽100m。花岗闪长斑岩分布广泛,大小不等。常成群出现在矿体附近。其中,花岗闪长斑岩与铅锌矿化关系最为密切,几乎所有的矿

体都产于花岗闪长斑岩与围岩接触带的夕卡岩中。另外,在石英正长斑岩与火山岩接触带及岩体内部常见有细脉状铜矿化。这些浅成侵入体均形成于燕山晚期,侵入侏罗系白音高老组。侵入顺序由早到晚依次为花岗闪长岩→花岗闪长斑岩→石英正长斑岩→花岗斑岩。主要岩体的岩石化学平均成分列于表

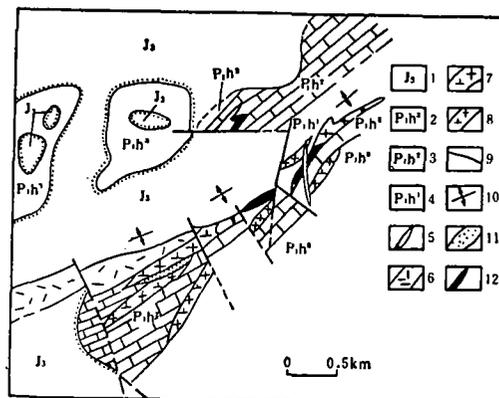


图1 白音诺铅锌矿床地质略图

1—上侏罗统火山岩; 2~4—下二叠统黄岗梁组泥质板岩、大理岩、结晶灰岩和砂质板岩; 5—花岗斑岩、石英斑岩; 6—石英正长斑岩; 7—花岗闪长岩; 8—花岗闪长斑岩; 9—断裂; 10—背斜; 11—夕卡岩; 12—矿体

岩石化学分析结果表明,花岗闪长岩与花岗闪长斑岩成分大体相当,均 $\text{Na}_2\text{O} >$

岩体岩石化学平均成分 (wt%)

表 1

岩石类型	样品数	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	灼失	总量
花岗闪长岩	4	65.71	0.53	16.15	0.46	2.34	0.10	2.16	4.06	3.83	3.09	0.10	1.42	99.95
花岗闪长斑岩	10	66.40	0.51	15.61	0.82	2.32	0.09	2.04	2.39	4.30	3.74	0.13	1.16	99.51
石英正长斑岩	5	68.02	0.30	15.16	1.02	1.50	0.14	0.45	1.88	2.50	8.12	0.03	0.97	100.09

岩体的微量元素平均含量 (ppm)

表 2

岩石类型	样品数	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Ti	V	Zn	Pb	Rb	Sr	Ba
花岗闪长岩	5	9.00	87.54	16.04	690.2	24.55	2989	66.92	120.7	56.4	133.4	311.9	624.8
花岗闪长斑岩	9	6.40	76.05	22.03	884.6	19.06	4157	57.73	249.1	58.8	110.0	316.4	566.1
石英正长斑岩	4	2.43	22.68	227.8	1149.6	5.50	2816	25.44	1182	144.8	281.4	177.5	1738.8

岩体的稀土元素含量及特征参数*

表 3

岩石类型	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE	$\frac{LREE}{HREE}$	δEu
花岗闪长岩	28.2	47.5	6.7	25.9	4.7	1.1	4.0	0.6	3.1	0.7	1.7	0.4	1.6	6.2	18.3	126.4	9.19	0.76
花岗闪长斑岩	25.0	47.8	6.2	23.6	4.2	0.9	3.6	0.5	2.9	0.6	1.6	0.4	1.6	0.2	16.3	119.1	9.37	0.69
石英正长斑岩	38.3	69.4	9.9	38.3	6.7	0.9	5.7	0.9	5.0	1.1	2.8	0.5	2.9	0.4	28.0	182.8	8.42	0.43

* 原始数据引自张德全等。

K₂O, 分异指数DI分别为65~75, 70~85, 显示出明显的分异特征。石英正长斑岩成分变化较小, 以K₂O>Na₂O为特征, DI变化在85~90范围内。岩石化学成分与花岗闪长岩、花岗闪长斑岩有显著差别。

微量元素分析结果(表2)表明, 花岗闪长岩和花岗闪长斑岩成矿元素Zn、Pb丰度较高, 高于同类岩石2~4倍。且花岗闪长斑岩中Zn和Pb丰度明显高于花岗闪长岩, 表明随岩浆的演化分异成矿元素进一步富集。石英正长斑岩中成矿元素Cu、Zn、Pb均较高, 尤其是Cu, 高于同类岩石近10倍。

各类岩石稀土元素含量及有关参数列于表3。由表可见, 花岗闪长岩与花岗闪长斑岩稀土元素含量相近, 稀土元素总量ΣREE分别为126.4和119.1ppm, 轻、重稀土比值相近, 均有弱的负铈异常。石英正长斑岩以稀土元素总量高、具有较大的负铈异常为特

征, 与前二者有较大差别。

岩石化学、微量元素和副矿物研究结果表明, 花岗闪长岩和花岗闪长斑岩是同一岩浆不同演化阶段之产物, 形成方式以分离结晶作用为主, 并且随岩浆的演化分异, 使晚期花岗闪长斑岩岩浆成矿元素Zn、Pb进一步富集, 为成矿提供了丰富的物质基础。石英正长斑岩与花岗闪长岩、花岗闪长斑岩明显不同, 它们分别来自不同的岩浆源, 虽然, 石英正长斑岩成矿元素丰度较高, 但分异不好, 仅产生规模较小的铜矿化。

2. 围岩蚀变及成矿过程

矿区围岩蚀变以夕卡岩化为主, 并有少量硅化和碳酸盐化。夕卡岩为钙质夕卡岩, 类型较为复杂, 主要有钙铁辉石夕卡岩、钙铁辉石—绿帘石夕卡岩、钙铁辉石—钙石榴石夕卡岩和硅灰石—透辉石—石榴石夕卡岩等。不同类型夕卡岩的空间分布有明显的规律

性。硅灰石—透辉石—石榴石夕卡岩规模小，仅见于深部，系双交代的产物，含矿性差。钙铁辉石夕卡岩、钙铁辉石—绿帘石夕卡岩分布广，规模大，是主要含矿夕卡岩，产于中—浅部位。钙铁辉石—石榴石夕卡岩主要分布在浅部。钙铁辉石以富含MnO为特征，MnO均在4%以上，计算成钙锰辉石分子均在15%以上。平均化学成分： SiO_2 -46.86； Al_2O_3 -0.31； Fe_2O_3 -4.04； FeO -16.11； MnO -8.17； MgO -0.87； CaO -21.58； Na_2O -0.36； K_2O -0.14。

围岩蚀变、矿物组合等研究结果表明：该矿床成矿具有多期多阶段特点。主成矿期与花岗闪长斑岩有关，形成主要铅锌工业矿体。另外，在石英斑岩侵入之后，又叠加了一次铜矿化，规模较小，呈细脉状产于石英正长斑岩中或围岩接触带附近。主要分布在矿区西部，尚未发现有工业意义的独立铜矿体。主成矿期可分为夕卡岩阶段和石英—硫

化物阶段。

夕卡岩阶段又可进一步分出无水夕卡岩阶段和含水夕卡岩阶段。无水夕卡岩阶段形成夕卡岩主体；含水夕卡岩阶段形成绿帘石—阳起石夕卡岩，同时伴有Mo、Sn矿化。

石英—硫化物阶段可划分出二个阶段：早期硫化物阶段，是主成矿阶段，形成浸染状、团块状矿石，成矿温度为350~400℃；晚期石英—硫化物阶段，规模小，形成方铅矿、闪锌矿、石英和方解石组成的脉状矿石。成矿温度为300~350℃。

为了深入研究蚀变、成矿过程及蚀变与矿化关系，对含矿夕卡岩26种元素进行了R型因子分析，正交旋转因子解列于表4。结果表明， F_1 因子高载荷变量为TFeO、CaO、MnO、Ni。其中FeO、CaO、MnO是该矿床夕卡岩的主要成分，代表夕卡岩组份特征； F_2 因子高载荷变量为Zn、Pb、Ag、Cd、Sb及Cu，代表主成矿阶段元素组合特征； F_3

含矿夕卡岩因子载荷及元素组合

表 4

因子	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	F_6	F_7
元素组合及载荷	TFeO (0.79)	Cd(-0.86)	Al_2O_3 (0.72)	Cr(0.42)	Cu(0.54)	MgO(-0.77)	Ba(0.85)
	CaO (0.49)	Cu(-0.46)	Cr (0.54)	Sn(0.50)	La(0.41)	Be (-0.77)	La(-0.55)
	MnO (0.82)	La(0.56)	P (0.77)	Mo(0.83)	As(0.73)		
	Ni (0.62)	Pb(-0.86)	Sr (0.68)		Hg(0.63)		
	Sr (-0.40)	Zn(-0.84)	Ti (0.82)				
	Ag(-0.80)	V (0.72)					
	Sb(-0.75)	Y (0.71)					
因子贡献	5.13	4.55	3.56	1.91	1.67	1.63	1.59
累计贡献	0.21	0.40	0.55	0.63	0.70	0.78	0.83

注：TFeO为全铁。

因子高载荷变量为 Al_2O_3 、Cr、P、Ti、V、Y和Sr，这些元素大多属于蚀变过程中的惰性组份，代表蚀变原岩特点； F_4 因子载荷变量为Sn和Mo，代表含水夕卡岩阶段Mo、Sn矿化过程； F_5 因子高载荷变量为Cu、La、As和Hg，可能反映与石英正长斑岩有关的铜矿化部分特征； F_6 因子地质意义不

明确。 F_7 因子高载荷变量为Ba和La，与花岗闪长斑岩蚀变Ba升高相对应。由此可见，几个主要因子的元素组合特征均与主要地质过程相对应：即围岩 (F_3)→花岗闪长斑岩蚀变 (F_7)→无水夕卡岩化阶段 (F_1)→含水夕卡岩阶段 (F_4)→石英硫化物阶段 (F_2)→与石英正长斑岩有关的铜矿化。

矿床原生异常特征

1. 原生异常

本文重点研究了矿区1号矿体和11号隐伏矿体两个主要工业矿体原生异常特点。研究表明,主要成矿元素Zn、Pb、Ag及伴生元素Sb、As、Hg、F在矿体周围均形成规模较大的原生异常。在不同围岩中异常发育程度有所不同。在侏罗纪火山岩中,元素异常规模较大。Zn、Pb异常形态与矿体形态一致,其中Zn、Ag异常规模较大,在矿体上盘火山岩中Zn异常宽达150m。Ag除在矿体周围形成异常外,在矿体上盘常出现较大规模的异常,且浓度分带明显,高浓度带可达10ppm以上,是寻找隐伏矿体的良好指示元素。伴生元素Sb、As异常规模大,尤其在矿体上盘火山岩中,可形成200m宽的异常带,是寻找隐状矿体的间接指示元素。另外,F、Hg在矿体上盘常形成规模较大的异常,F在火山岩中平均含量为111ppm,而在矿体上盘火山岩中平均含量高达596ppm。在同类岩石中,距矿体远近不同,F、Hg含量明显不同。根据59/79钻孔资料,在矿体上盘火山岩围岩中,距矿体240m处,F含量为600ppm;距矿体200m处为650ppm;距矿体160m处为680ppm。在矿体下盘的板岩中,距矿体120m处F含量为772ppm;距矿体80m处为1100ppm。

Hg在矿区内各类岩石中的背景含量是:板岩44ppb;大理岩28ppb;火山岩为51ppb。Hg在矿体上部有明显异常显示,在矿体上部的钻孔中,不同标高Hg含量明显不同。如距矿体250m处火山岩中Hg含量为125ppb,200m处为68.7ppb,160m处为52.6ppb;距矿体100m处板岩中为82.2ppb,60m处板岩中为26.9ppb,即往矿体上部,Hg含量有增高的趋势。由此可见,F、Hg的异常也是寻找隐伏矿体的重要指示元素。

2. 元素的轴向分带

系统研究1号矿体原生异常表明,该矿床原生异常具有相当明显的三度空间分带性。根据分带性指数建立一个由上而下元素分带序列:Ba—As—Sb—(Zn、Pb)—Cd—Mn—Co—Ag—Sn—Mo—Ni—Cu。

这个元素轴向分带序列与大多数热液矿床元素轴向分带序列基本一致,但Ag位于Zn、Pb之后,主要是由于该矿床中Ag主要以类质同象赋存于方铅矿中,很少以独立矿物出现所致。

找矿标志

1. 与成矿有关的花岗闪长斑岩以 $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$ 为特征,DI>65,成分变化较大,分异良好。成矿元素丰度高,一般高于同类岩石的2~5倍。

2. 含矿夕卡岩为富锰的钙质夕卡岩,主要类型为富锰的钙铁辉石夕卡岩和钙铁辉石—绿帘石夕卡岩。

3. 不同赋矿围岩元素原生异常发育程度不同。因而在不同岩石中应选用不同的指示元素评价异常、解释异常。在中生代和火山岩、二叠纪板岩中,Zn异常规模较大,可作为找矿的直接指示元素,而As、Sb、F和Hg往往在矿体上盘围岩中可形成较大规模的异常,可作为寻找隐伏矿体的间接指示元素,对于深度小于200m的隐伏矿体可取得较好的效果。在二叠纪大理岩和结晶灰岩中,上述元素异常规模均较小,研究表明,Mn在大理岩和结晶灰岩中异常较发育,因而可作为找矿的间接指示元素。

4. 矿体具有良好元素分带性,As、Sb往往在矿体顶部富集,而Sn、Cu和Mo则在底部富集,依据这一特征,根据地表铁锰帽元素组合特征,可大体推断深部矿体远景。

参考文献

- [1] 李鹤年等,长春地质学院学报,1988,第18卷,第3期。
- [2] 张德全等,地质评论,1990,第36卷,第4期。