

内蒙古新巴尔虎右旗沙那根呼都格钼矿 地质特征及找矿前景分析

刘永慧^{1,2}, 刘伟^{3a}, 刘傲然^{3a}, 田冶^{3b}, 田楠^{3a}, 刘振华^{3a}

(1. 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京 100083; 2. 内蒙古自治区地质勘查基金管理中心, 呼和浩特 010020;
3. 石家庄经济学院 a. 资源学院; b. 地质调查研究院, 石家庄 050031)

摘要: 内蒙古新巴尔虎右旗一带受区域性得尔布干断裂影响, 区内分布大量有色金属矿床。在对新巴尔虎右旗宝格德乌拉一带的异常进行查证时发现了沙那根呼都格钼矿, 并对矿化区开展了物化探综合地质剖面测量、激电中梯测量、电测深剖面测量、槽探揭露和钻探深部验证等工作。通过对 S2 激电异常区进行的钻探验证和综合评价, 并与其他激电异常区的对比分析, 认为该区深部及外围找矿前景较好, 钼矿床规模有望达到大型, 找矿潜力巨大。

关键词: 新巴尔虎右旗; 钼矿; 地质特征; 激电异常; 成矿远景

中图分类号: P618.65

文献标志码: A

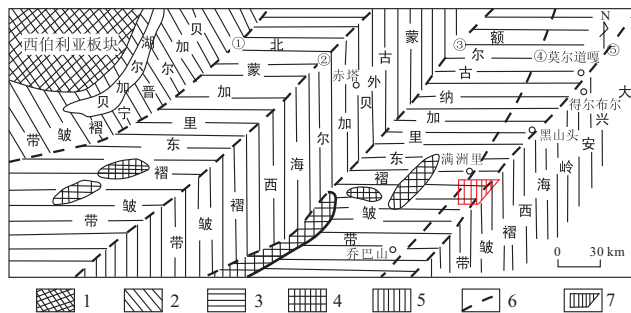
文章编号: 1000-7849(2014)05-0149-07

内蒙古满洲里—新巴尔虎右旗研究区位于大兴安岭成矿省西部。区内中生代构造与岩浆活动强烈, 形成了一系列与火山、次火山有关的热液矿床, 构成了额尔古纳成矿带^[1]。在该成矿带附近已先后发现了乌奴格吐山斑岩铜(钼)矿、甲乌拉大型锌铅银矿、查干布拉根银铅锌矿、额仁陶勒盖银(锰)矿、大坝金银成矿区等大中型矿床及一批矿点^[2-4], 是我国东北地区较重要的有色金属、贵金属成矿带, 具有良好的成矿条件和找矿前景。本文工作区位于新巴尔虎右旗宝格德乌拉一带, 以往的地质工作程度较低。此次通过大比例尺地质填图、磁法和电法扫面、槽探、岩心钻探等方法对该区进行了勘探, 取得了显著的成果。笔者将重点分析沙那根呼都格钼矿地质特征及其找矿远景, 旨在对该区今后找矿工作的开展提供参考。

1 区域背景

研究区位于西伯利亚板块(I级), 东南大陆边缘增生带(II级), 古生代额尔古纳非火山岩型北东陆缘(III级), 得尔布干深断裂带西南段(图1)。该区的地质构造演化主要经历了西伯利亚板块南缘的大陆增生, 鄂霍茨克洋闭合, 并受到后期太平洋板块活动的影响, 发生了前寒武纪克拉通化、古生代多旋

回开合和中生代构造—岩浆活化3个与金属成矿有关的构造旋回^[5]。前两个构造旋回形成了该区中生代构造的双重基底, 为该区后期的多期成矿提供了良好的物质条件。中生代以来, 西太平洋板块不断地俯冲、挤压, 导致在欧亚大陆内部古构造发生多次复活转化, 形成一系列“断隆”和“断陷”交错的网格状构造格局, 并伴生了大规模的岩浆活动, 为成矿物质的活化、迁移和聚集成矿提供了有利的通道、能量和容矿空间。



1. 太古宇; 2. 中元古界; 3. 新元古界—下寒武统; 4. 中元古界变质杂岩岩块; 5. 上古生界; 6. 深断裂带; 7. 测区位置。①贝加尔晋宁造山带东南缘深断裂带; ②北蒙加里东造山带东南缘深断裂带; ③北蒙—外贝加尔海西造山带东南缘深断裂带; ④额尔古纳深断裂带; ⑤得尔布干深断裂带

图1 测区位置图

Fig. 1 District location map of working area

收稿日期: 2014-03-15 编辑: 禹华珍

基金项目: 内蒙古地质调查局项目“内蒙古新巴尔虎右旗宝格德乌拉一带综合方法找矿”(10-3-KC05)

作者简介: 刘永慧(1972—), 女, 现正攻读矿物学、岩石学、矿床学专业博士学位, 主要从事区域成矿学研究。E-mail: yonghui-l@163.com

通信作者: 刘伟(1982—), 男, 讲师, 主要从事矿产普查与勘探研究。E-mail: silveralamber@163.com

2 矿区地质

2.1 地层

矿点区内地表被第四系严重覆盖。据槽探和钻孔揭露,本区第四系覆盖层厚 3~10 m。其下发育的地层主要为上石炭统新伊根河组(C_2x)和上侏罗统满克头鄂博组(J_3mk)。前者分布于工作区东南部山前边缘,为一套陆源碎屑岩相,岩性主要为浅变质的石英细砂岩、石英粉砂岩及深灰色泥质粉砂碎屑岩。岩石普遍发育千枚岩化轻微区域变质作用,变余层理发育,与花岗斑岩岩体呈侵入接触,叠加有接触变质和热液变质作用,发育黑云母角岩化、云英岩化和褐铁矿化及钼、钨等金属矿化作用。后者分布于工作区东北部山前边缘,主要由酸性火山熔岩及火山碎屑岩组成,主要岩性为喷溢相的流纹岩。

2.2 构造

研究区内基岩露头较少。比较可靠的褶皱构造见于饶尔苏林呼都格—哈尔喇嘛温多尔一带的背斜构造,但背斜西翼被得尔布干断裂切失。卫星照片解析显示区内断裂构造较为发育,线状构造如织(图 2)。

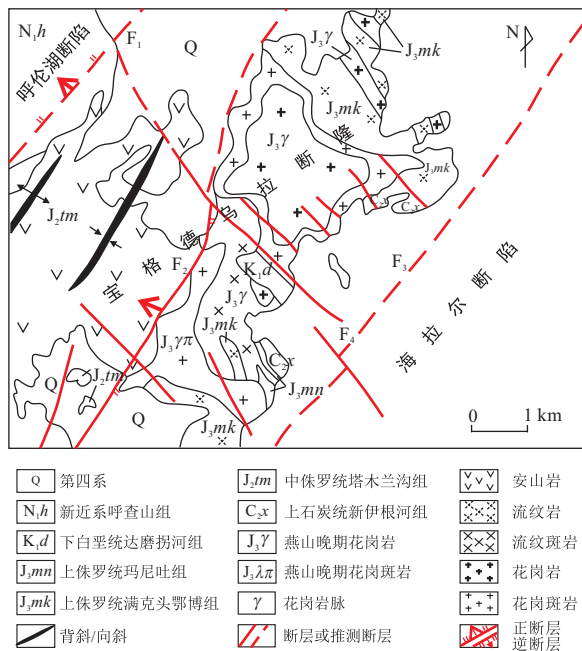


图 2 工作区区域地质构造略图

Fig. 2 Simplified regional geological map of working area

其中以北东—南西走向的主干纵张断裂最为突出,卫片影像特征明显,线痕清晰,延伸较远。该断裂的地貌特征也极其突出,构成洼地与丘陵台地的分界线,是本区主要的控岩、控矿、控制地形地貌的主干断裂。北西向断裂构造数量多,规模小,具有成组分布的特点,是北东向断裂构造的配套构造,两者

呈高角度或近直角相交,将以北东向为主导的构造岩浆带横切成块,形成所谓的“条块”构造,对区内岩浆活动、沉积作用、成矿等方面都起到重要的控制作用。

2.3 侵入岩

矿区侵入岩主要有海西期闪长岩和燕山期花岗斑岩。其中闪长岩体呈岩床、岩脉状顺层侵入于上石炭统新伊根河组岩层中。据钻孔显示,闪长岩与变质粉砂岩呈交互产出,岩脉宽几米至数十米,产状多与围岩层理一致。岩石呈灰绿色,细粒闪长结构、斑状结构,具“层状”分异构造、似片麻状构造。主要由中性斜长石、残余角闪石及后生黑云母、黝帘石、绿泥石、磁铁矿等组成。岩石蚀变强烈,发育黑云母化、绿泥石化、硅化、碳酸盐化及黄铁矿化、萤石化、钨钼矿化等蚀变—矿化现象。另据钻孔揭露,于新伊根河组细碎屑岩深部隐伏有黑云母花岗岩岩株,沿裂隙发育辉钼矿—磁铁矿化。

燕山期中晚期共发生过 2 次岩浆侵入事件。第一次侵入形成酸性花岗岩($J_3\gamma$),呈菱形岩株产出,分布面积约 50 km²,主要分布于宝格德乌拉一带,由一个岩体(宝格德乌拉岩体)和多条岩脉组成,主要岩性为浅黄色、浅灰色细粒不等粒花岗岩。第二次侵入形成花岗斑岩,多呈不规则岩枝、岩脉状产出,分布较为分散,其中较大的岩体有特格乌拉花岗斑岩体和奴温亭屯石格勒花岗斑岩体 2 个岩体;岩石呈浅黄色—浅肉红色,斑状结构,块状构造,斑晶体积分数 5%~20% 不等,主要由正长石,斜长石和石英组成。

3 矿区物化探异常特征

3.1 地球物理异常

近几十年来,激电法被广泛应用于金属矿勘查和异常评价中,激发极化法是寻找铜、铅、锌、钼等各种有色金属矿产资源最为有效的一种地球物理勘探方法^[6-8]。主要是利用浸染型矿体中所含电子导电体在人工电场作用下产生体极化的特点,使总的极化效应被矿体内无数电子导电体颗粒构成的电偶子场叠加,从而增强了观测场的综合信息,同时又可发现一定深度下的隐伏矿体^[9]。而高精度磁法测量对于寻找到以铁磁性矿物为主成矿母岩体特别有效^[10]。当磁异常平面等值线表现为单峰、规则(圆滑,彼此平行)、正负异常相伴生时,多为由磁铁矿体引起的异常,反之则被认为是非矿引起的异常^[11-12]。与其他物探方法相比,激电异常较好地反映了岩(矿)石的电性特征,可以区分矿(矿化)异常、非矿异常。对于被第四系沉积物覆盖严重的地区,可以追索和圈定出含矿断裂构造,或为划分隐伏地质体岩

相界线提供相应的依据。在金属矿激电法中,比较明显的激电异常总是与岩石中存在电子导电的黄铁矿化、石墨化、磁铁矿化或其他分散的金属矿化有关^[13-16]。因此,在勘查对象与围岩和其他地质体之间具有较为明显的激发极化效应差异的地区,往往有较好的勘探效果。需要注意的是,为了达到好的勘探效果,应首先采集区内有代表性的不同类型的岩(矿)石并对矿化与非矿化体的视极化率特性进行全面细致的了解,然后采用时域激电中间梯度装置开展面积测量,在激电异常区的有利部位布设直流激电测深装置以确定激电异常源并推测矿化体的空间形态^[17-18]。本次研究在工作区先后开展了激电中梯、高精度磁测、激电测深以及 CSAMT 法(CSAMT 法是一种利用不同岩石的电导率差异观测一次场电位和磁场强度变化的电磁勘探方法)测深等方法,取得了显著的成果。

激电异常分布图(图 3)显示区内发育 3 条明显的低阻异常带,一般异常值 $< 360 \Omega \cdot \text{m}$,其走向约为 $\text{NW}315^\circ$,异常明显地将其交叉的高阻异常轴错开。结合野外地质调查推断,这 3 条低阻异常带为区内的断层破碎带,分别为 FS1、FS2 和 FS3。另外在区内还识别出了 5 个极化异常区(S1~S5 号),上述激电异常基本上受其控制,分布于 3 条低阻异常带上部或边部。

(1)在剖面 2 330~2 380 点处的中低阻高极化异常为 S1 异常位置,基于激电异常的非对称性,初步推断地下极化异常体呈南西向陡倾分布,顶深 40

m 左右,宽度 30 m 左右。

(2)在剖面 2 020~2 140 点处的中低阻高极化异常为 S2 异常位置,与其相对应的激电测深剖面上呈现为具有一定延深的、规整中低阻高极化异常, $AB/2=150 \text{ m}$ 处异常值高达 13.6%。

(3)在剖面 1 760 点处的低阻高极化异常为 S3 异常位置,与其相对应的激电测深剖面上呈现为具有一定延深的、规整低阻高极化异常, $AB/2=150 \text{ m}$ 处异常值高达 14.8%。

(4)剖面 1 260 点处的低阻高极化异常为 S4 异常位置,与其相对应的激电测深剖面上呈现为具有一定延深的、规整低阻高极化异常,与 S3 异常靠近并呈叠加分布, $AB/2=150 \text{ m}$ 处异常值高达 8.0%。

(5)剖面 1 020 点处的低阻高极化异常为 S5 异常位置,位于测区的南端,激电异常偏低,最大值为 4.5%,异常单一规整,长约 300 m,宽 150 m,但规模较小。

为了进一步查明异常区的地球物理特征,在与上述异常走向垂直,并通过 S1、S2、S3 和 S4 异常区的部位进行了激电中梯和高精度磁测、激电测深等剖面测量(图 4)。

从 2 201 勘探线反演激电断面(图 4)可以看出,贯穿剖面大部分磁异常较为圆滑平缓,但有两处明显的异常分布,分别位于 1 260 点和 2 200 点,最大异常 T 幅度分别为 200 nT 和 600 nT,异常具有明显的斜磁化特征。根据本次的地质调查和物性资料初步推断,为第四系盖层下部含磁铁矿蚀变带和沿断层破碎带 FS1 侵入的闪长岩脉。近地表 2~15 m 范围内,电阻率 ρ 值在 $3 \sim 20 \Omega \cdot \text{m}$ 间,极化率 η 值小于 2%。结合钻孔资料,认为该异常特征主要反映的是第四系碎石—砂土层、含砾黏土堆积层及黏土层;其下的中间层电阻率值在 $30 \sim 200 \Omega \cdot \text{m}$ 间,极化率值都在 5%~20%之间,属低阻高极化,主要由褐铁矿化蚀变岩、浸染状黄铁矿所引起,层厚在 40~90 m 之间。最下层为粉砂岩、闪长玢岩、角砾岩、闪长岩,电阻率值最高,均大于 $200 \Omega \cdot \text{m}$,而极化率值也不高,一般小于 2%,极化体分布在第二层中。

通过地面激电测深成果并结合 2 201 勘探线钻孔资料,认为 2 201 勘探线反映的异常主要由褐铁矿化、浸染状及细脉状黄铁矿化、细脉状辉钼矿化引起。该断面电性结构简单,深部表现为高阻特征,电阻率值特别高,大于 $63\,000 \Omega \cdot \text{m}$,浅部为低阻覆盖。2 201 勘探线布置在第四系覆盖区,北侧出露侏罗纪中细—细粒黑云母花岗岩,可以认为深部高阻体为隐伏岩体的反映。岩体两侧的中高阻区可能有古生界分布,与岩体接触带是成矿有利部位。

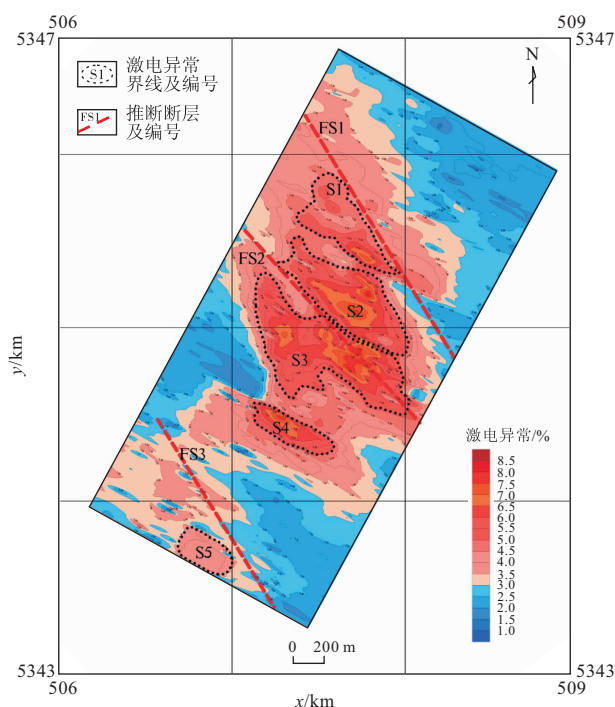


图 3 沙那根呼都格工作区激电异常分布图

Fig. 3 IP anomaly distribution map of Shanagenhudu

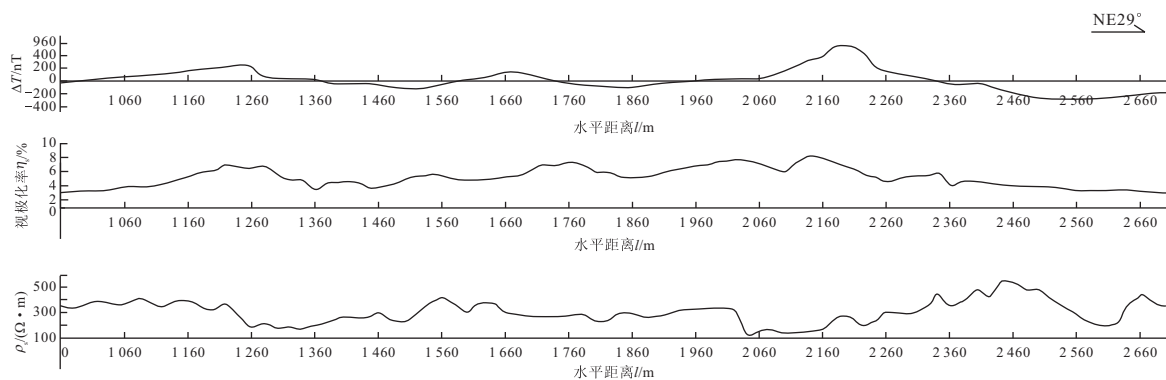


图 4 沙那根呼都格工作区重磁、视磁化率及视电阻率剖面特征示意图

Fig. 4 Diagram of gravity and magnetic, polarizability and apparent resistivity profile of Shanagenhuduge

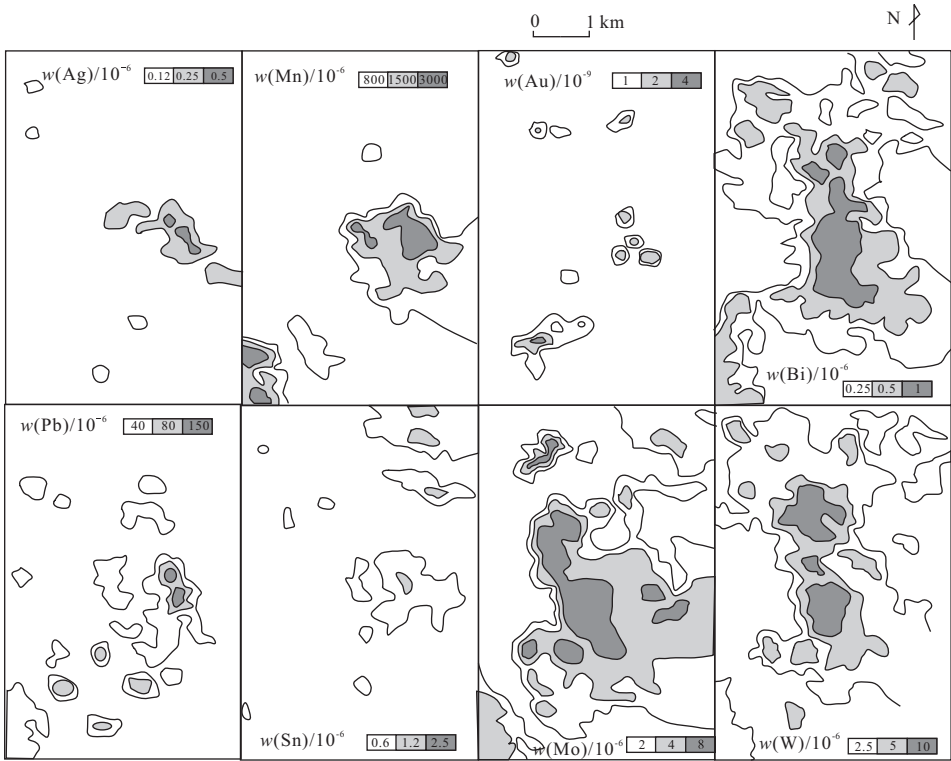
3.2 地球化学异常

矿区处于 Mo、W、Sn、Bi 等高温成矿元素高背景区。考虑到构成矿区内两大地质体——上石炭统新伊根河组粉砂岩和侏罗纪花岗岩，均具有明显富 Mo、W、Bi 等元素特征，因此在确定异常下限值的基础上，参照地球化学图圈定出各个元素的异常，并对各异常进行了编号。同时根据测区地质、矿产和地球化学等特征，进一步对异常进行了元素组合分类、成因划分，并在此基础上圈定了 26 个综合异常区。

矿点位于 Ap17 乙 3-2 异常区内部，因此本文仅以该异常区为例对该矿区发现的化探异常进行描

述。Ap17 乙 3-2 异常总面积 53.85 km²，涵盖沙那根呼都格—岗嘎廷敖包大片地区。按 $w(\text{Mo}) \geq 16 \times 10^{-6}$ 圈定四级异常内带，面积约为 1.8 km²，内带中 $w(\text{Mo})$ 最高为 200×10^{-6} ，平均为 47×10^{-6} ，衬度值达 23.5，规模 42.3。该异常除 Mo、W 等高温元素异常外，其边侧还含有 Pb、Ag、Cu、Zn 等中低温多金属元素异常。主要异常元素有 Mo、W、Bi、Sn、Ag、Pb、As、Sb、Au、Hg、Mn 等，异常主要特征见(图 5，表 1)。

其中 Mo、W、Bi、Sn 4 种元素异常呈近 NNW 向的不规则带状沿侏罗纪花岗岩内外接触带分布，



图中每幅单元元素异常图的坐标：水平方向由 4 km 至 12 km；垂直方向由 40 km 至 52 km

图 5 沙那根呼都格研究区前 8 种主要元素综合异常剖析图

Fig. 5 Eight main elements integrated anomaly analysis diagram of Shanagenhuduge

表 1 沙那根呼都格前 8 种异常元素特征
Table 1 Eight kinds of anomalous elements' feature of Shagenhuduge

元素 异常	面积/ km ²	强 度				浓度 分级	规模 NAP
		最高	平均	衬度值	标准离差		
Mo	54	200.0	8.31	4.16	15.70	四级	224.64
Bi	53	22.3	0.88	3.52	1.62	四级	186.56
W	51	89.0	6.80	2.72	8.77	四级	138.70
Sn	45	78.4	8.24	2.06	8.86	四级	92.70
Pb	35	1 535	91.33	2.28	175.60	四级	79.80
Mn	24	12 081	2 558	3.20	2 214	四级	76.80
Ag	41	0.85	0.22	1.83	0.12	三级	75.30
Au	19	8.02	1.97	1.97	1.32	四级	37.43

注:表中最高、平均、标准离差除 Au 为 10⁻⁹ 之外,其余元素为 10⁻⁶

而 Ag、Pb、As、Sb、Au、Hg 等元素异常则主要出现在异常区的东南部,二者浓集地段有一定差别,后者部分分布于第四系。另外,在区内还发育了 Cu、Ni、Zn、Mn 等元素的异常,特别是锰异常,强度高,规模大,浓度分带清楚,推测与锰的原生及次生富集有关。

地表槽探揭露蚀变岩中普遍发育钼、钨矿化。于 STC1-3 探槽中圈定矿体 4 层,累积厚 9.6 m,品位 0.03%~0.095%,平均 0.047%。在长 55 m 的槽探内,连续拣块采集基岩光谱样,得到 $w(\text{Mo}) \geq 100 \times 10^{-6}$ 的样品 25 个,几乎全探槽显示有 Mo 矿化,代表性矿化宽度 42 m。

对 SZK1 钻孔内连续拣块采集的 118 件基岩样品进行了光谱分析,结果表明 $w(\text{Mo}) \geq 100 \times 10^{-6}$ 的样品达 72 个,占采样总数的 61%;其中 $w(\text{Mo}) \geq 200 \times 10^{-6}$ 样品为 34 个,占 28.8%,累积视厚度 98 m,占孔深的 1/4。在该钻孔共获得矿体 13 层。累积真厚 79.6 m,平均品位 0.05%,其中 122.88~200.67 m 孔段(9 层)连续真厚 55.0 m。平均品位 0.06%,达最低工业品位要求。该孔段内 150.0~162.53 m 之间,连续厚约 9.0 m 矿层;平均品位 0.091%,达到地下开采之矿床平均工业品位要求,已具有现实开采意义。

4 槽探及钻探

4.1 矿体特征

对 S2 激电异常区对应的钼矿体进行了进一步的探槽及钻孔采样查证。S2 矿区异常大致沿 315°~135°方向延伸,长 900 m、宽 100 m,向南西方向倾斜。区内发育的硅化、绿泥石化、黄铁矿化、萤石化等热液蚀变和钨钼矿化,均受上石炭统新伊根河组浅变质粉砂岩千枚理、片理及层间裂隙的控制,矿层产状与控矿岩层产状基本一致,具有“层控”性质。矿体多呈层状一似层状产出,并具有多层叠加特点。

地表产状:100°~200°∠50°~60°,深部稍微变缓,倾角为 40°~50°。矿层厚薄不一,最薄为 0.8 m,最厚近 100 m,厚度变化系数高达 189.85%。

综合 2 201 勘探线剖面探槽及钻孔(SZK1、SZK3)见矿情况,推测出 S2 激电异常区由从上到下共 14 层矿体组成(表 2)。

表 2 2 201 勘探线剖面各工程矿层厚度
Table 2 Seam thickness of surface engineering of 2201 exploration line profile

矿层	探矿工程真厚度/m					矿层平均 值/m
	STC1-2	STC1-3	STC1-4	SZK1	SZK3	
1	0.76					0.76
2	0.76				1.40	1.08
3					4.10	4.10
4		6.13		2.30	6.97	5.13
5		1.15		2.45	3.35	2.30
6			11.38	77.90	99.75	63.01
7					3.10	3.10
8				3.33	1.10	2.22
9				1.17	8.17	4.67
10				1.20	4.36	2.78
11					1.98	1.98
12					5.04	5.04
13					6.77	6.77
14					11.20	11.20

其中 6 号矿层是主矿层,规模大、品位高。因地表揭露、采样控制不全,仅于 STC1-4 探槽见矿厚度 11.38 m,而深部钻孔内见矿真厚度高达 77.9~99.75 m。其中 SZK3 钻孔内,见矿厚度最大(99.75 m),矿化延续性好。SZK1 钻孔矿层下部连续,上半部夹石多,齿状分支明显。总之,从地表到深处矿层逐渐变厚,品位越高,连续性越好,产状趋缓。因此可以预见该矿层向深部扩大,找矿前景较好。

4.2 矿石特征

据肉眼观察及光片鉴定显示,Mo 以微细矿脉和浸染状辉钼矿产出。微细矿脉多与黄铁矿细脉、硅化石英细脉共生,各种细脉多沿泥质粉砂岩千枚岩化面理分布,多与岩石微层理平行。

矿石矿物组成体积分数:黄铁矿(3%~30%)、辉钼矿(1%~15%,多为 3%~5%)、黄铜矿(1%~5%,多为 2%~3%)、方铅矿(2%~10%,多为 2%~5%)、磁铁矿(0~18%)。主要工业矿物辉钼矿,呈片状、鳞片状,颗粒大小<0.01 mm,个别颗粒可达 0.01~0.05 mm。早期辉钼矿呈星散浸染状分布,晚期呈微细脉状与黄铁矿细脉、石英细脉共生。个别孔段,可见到粒径 0.01~0.02 mm 的褐灰色闪锌矿,呈细脉状或团块状产出,与磁铁矿相伴生。

矿石属细脉浸染状矿石。自上而下:0~20 m 为强氧化矿石;20~60 m 为混合矿石(半氧化);60 m 以下为硫化矿石。

4.3 围岩蚀变

矿区围岩蚀变强烈,具有多种蚀变类型叠加的特点。其中主要蚀变类型有:①云英岩化,主要发育于花岗岩体内部或内接触带,沿裂隙呈带状分布。属高温热液交代蚀变类型。②硅化,早期硅化形成次生石英岩。晚期硅化以热液填充石英细脉为主,广泛发育于内外接触带和各种岩石中。蚀变分布十分普遍。③萤石化,萤石以细脉状或团块状产出,通常与石英脉伴生。④绿泥石化,主要发育于粉砂质泥岩和闪长岩脉体中。绿泥石为热液交代泥质岩和闪长岩中的角闪石形成,并以暗色矿物假象集合体或以微细绿泥石脉产出。⑤碳酸盐化,为最晚期的热液蚀变类型,以细脉形式充填于岩石裂隙内,往往切截石英脉和绿泥石脉。⑥黄铁矿化,为区内最为发育的矿化现象。其产出形式有星散浸染状和网脉状 2 种类型,以网脉状为主。浸染状黄铁矿主要见于蚀变闪长岩和部分泥质岩中,多为立方体晶形,自形程度好。网脉状黄铁矿与石英脉关系密切,以顺层片理充填者最发育。

4.4 矿石品位

在 2 201 勘探线剖面中所圈示的 14 条矿层中,各矿层 Mo 平均品位为 0.031%~0.085%(表 3)。参与平均品位计算的单个样品 $w(\text{Mo})$ 为 0.005%~0.396%,品位变化系数为 51.6%~69.1%,属均匀型。

表 3 2 201 勘线剖面上各矿层品位

矿层	探矿工程真厚度品位/%					矿层品位 平均值/%
	STC1-2	STC1-3	STC1-4	SZK1	SZK3	
1	0.078 0					0.078
2	0.033 4				0.031	0.032
3					0.031	0.031
4		0.030		0.012	0.056	0.039
5		0.073		0.024 5	0.044	0.040
6			0.049 7	0.054	0.066 9	0.061
7					0.039	0.039
8				0.039	0.063	0.045
9				0.038	0.045	0.044
10				0.120	0.075	0.085
11					0.039	0.039
12					0.043	0.043
13					0.035	0.035
14					0.042	0.042

其中 6 号主矿层平均品位为 0.061%,达到最低工业品位要求。主矿层地表平均品位为 0.049 7%,浅部(60~200 m)为 0.054%,深部(136~277 m)平均品位为 0.066 9%,显示由浅到深品位逐渐变富的趋势。

主矿层在平均达到最低工业品位要求的基础上,钻孔中均能圈出富矿段,如在 SZK1 钻孔中,于 150.0~162.53 m 孔段可圈出视厚度 12.53 m、平均品位达 0.09%的富矿段,并可延伸至 SZK3 钻孔中。在 SZK3 钻孔中,于 144.73~190.99 m 孔段可圈

出视厚度 46.26 m、平均品位达 0.098%的富矿段。

4.5 伴生有益组分

矿体样品的地球化学分析显示,该矿体中伴生元素 W 含量普遍较低,多达不到综合利用品位要求。对 6 号钼矿主矿体统计, $w(\text{W})$ 最低为 0.001 9%,最高为 0.417 6%,平均为 0.016 8%。按单样品 W 含量,可圈出多层薄层钼矿体(表 4)。剖面上对应性差,各矿层延伸有限。各钼矿层中 $w(\text{Mo})$ 较低,但 W、Mo 则呈现反消涨的趋势。

其他伴生可利用元素,主要有锌和硫。钼矿层中, $w(\text{Zn})$ 普遍较低,多为 0.005%~0.056%,达不到综合利用含量要求。但在个别层段可达到综合利用标准,如在 SZK1 孔 341.02~342.67 m 矿段,真厚 1.06 m,含 Mo 0.038%,含 Zn 0.69%,含 Ag 7.25 g/t。对黄铁矿质量分数达 10%~20%的钼矿层进行硫含量测试, $w(\text{S})$ 为 4.58%~9.18%,达到综合利用($\geq 1\%$)标准。

表 4 沙那根呼都格钼矿层分布

Table 4 Molybdenum ore distribution of Shanagenhuduge

钻孔号	孔深/m	真厚度/m	品位/%	
			W	Mo
SZK1	62.86~65.56	2.06	0.061	0.008 3
	81.58~82.48	0.69	0.086	0.015
	128.78~130.20	1.08	0.096	0.028
	144.76~146.16	1.07	0.130	0.010
	203.4~205.2	1.27	0.130	0.026
SZK3	216.57~218.17	1.13	0.107 72	0.024 0
	238.66~239.37	0.50	0.417 60	0.041 7
	289.41~291.01	1.13	0.083	0.018

通过对 SZK1 钻孔,以 2~5 m 间距连续采集 118 件基岩光谱分析成果显示,多数元素达不到综合利用要求。其中,伴生高温元素 Sn、Bi 含量随深度增大而呈降低趋势;伴生中温元素 Cu、Pb、Zn 含量则随深度增大而呈升高趋势;伴生低温元素 Hg、Sb、As 含量则呈高一低一高的波状变化。

5 找矿前景分析

就沙那根呼都格全矿区而言,现在仅初步解开了 S2 异常区。同类性质的激电异常还有 4 处,尤其是 S3、S4 两处异常,其规模和强度均与 S2 异常相当,甚至强于 S2 异常。因此,该矿区完全有可能晋升到大型钼矿床的行列。通过对该区典型异常区的物化探研究表明,该区的找矿远景如下:

(1)矿区紧邻巴嘎特格北东向大型控矿断裂(得尔布干深大断裂)西侧,位于宝格德乌拉花岗岩—花岗斑岩内、外接触带上,北西向容矿断裂构造和岩石中劈理、片理构造发育,所处成矿地质条件优越。

(2)矿点位于 Ap17 乙 3-2 异常南部中心区,具 Mo、W 主元素,峰值高、面积广、分带清楚、规模大等特点。探槽和钻孔已揭露出有 W、Mo 矿体存在,并已发现有 Zn、Ag 矿化伴生,硫也可以综合利用。在 Ap17 乙 3-2 异常东缘,重合有 Pb、Zn、Ag 套合异常。找矿潜力较大。

(3)该区的激电中梯测量已发现 5 处高峰值异常带。通过钻探和槽探对 S2 异常解剖,已证实激电异常由黄铁矿化和 W-Mo 矿化引起,而电测深发现深部 600~800 m 处存在高阻体的花岗岩体。因此,更有利于 W-Mo 深部找矿。

(4)矿点区围岩蚀变强烈,具高温热液蚀变和低温热液蚀变的叠加和分带性。与围岩蚀变相伴的 W-Mo 矿化和 Pb-Zn-Ag 矿化也具叠加和分带现象,具有良好的找矿远景。

(5)通过钻探和取样化验,已获得厚度大的工业矿体。在矿化带内有望找到更多工业矿体,具有寻找大型钼矿之潜力。

在论文撰写过程中,田立富教授给予诸多支持与帮助,在此表示感谢!

参考文献:

- [1] 段明新,任云生,侯召硕,等. 内蒙古新巴尔虎右旗圣荣铜矿流体包裹体特征与矿床成因[J]. 矿物学报,2013,33(增刊 2): 438-439.
- [2] 李云刚. 内蒙古新巴尔虎右旗德布干地区典型矿床特征成矿机制分析[J]. 西部资源,2013,52(1):105-108.
- [3] 王军,韩亮. 内蒙古新巴尔虎右旗甲一查矿区控矿因素及找矿方向探析[J]. 西部探矿工程,2011,23(3):131-134.
- [4] 李德胜. 内蒙古新巴尔虎右旗大坝金银成矿区找矿远景浅析

- [J]. 矿产与地质,2003,17(增刊 1):436-438.
- [5] 周建波,张兴洲,马志红,等. 中国东北地区的构造格局与盆地演化[J]. 石油与天然气地质,2009,30(5):530-538.
- [6] 李金铭. 激发极化法方法技术指南[M]. 第 1 版. 北京:地质出版社,2004:345.
- [7] 杨天春,吕绍林,姚成华,等. 金属因素在激电异常评价中的应用[J]. 物探与化探,2003,27(4):305-306.
- [8] 单承恒,刘国兴,韩江涛,等. 金属因素在敦化团北地区激电异常评价中的应用[J]. 世界地质,2010,29(2):323-326.
- [9] 夏辉,代晓龙,刘学清,等. 新疆阿拉托别石墨矿激电异常特征及找矿效果的初步研究[J]. 西部探矿工程,2013,25(11):150-152.
- [10] 张征,庄道泽,杨俊毅,等. 利用“激电异常-铜矿体-磁异常”有序分带的模式判断铜矿体赋存位置[J]. 物探与化探,2007,31(增刊 1):81-84.
- [11] 李树文,郝旭,金敏昆,等. 激电异常的形态解释方法及其应用研究[J]. 地质与勘探,2000,36(1):48-50.
- [12] 邵昌盛,冯永来,李大虎. 青海忠阳铜矿床的激电异常特征及解释[J]. 成都理工大学学报:自然科学版,2012,39(6):617-622.
- [13] 庄道泽,孟贵祥,陈蜀雁,等. 成矿带 1:5 万激发极化法普查的初步尝试:以东天山铜矿带 1:5 万电法快速普查示范为例[J]. 地质通报,2004,23(7):707-713.
- [14] 李帝铨,王光杰,底青云,等. 大功率激发极化法在额尔古纳成矿带中段找矿中的应用[J]. 地球物理学进展,2007,22(5):1621-1626.
- [15] 刘爱平,楚福录,郭秀芬,等. 激发极化法在冀北某铜钼矿勘查中的应用[J]. 物探与化探,2008,32(4):363-365.
- [16] 焦方谦,赵新生,陈川. 激电异常解释中金属因素的应用[J]. 物探与化探,2013,30(5):848-852.
- [17] 许远平,杨秀梅,孙晓轩,等. 西藏冈底斯成矿带斯弄多铅锌矿区激电异常特征及找矿意义[J]. 地质找矿论丛,2011,26(3):328-336.
- [18] 曹新志,孙华山,赵颖弘. 矿区深部找矿前景快速评价的基本方法和有效途径[J]. 地质科技情报,2009,28(3):58-62.

Geological Characteristics and Prospecting Potential of Shanagenhuduge Molybdenum Deposits, Xinbaerhuyouqi, Inner Mongolia

Liu Yonghui^{1,2}, Liu Wei^{3a}, Liu Aoran^{3a}, Tian Ye^{3b}, Tian Nan^{3a}, Liu Zhenhua^{3a}

(1. School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;
2. Geological Exploration Fund Management Center of Inner Mongolia Autonomous Region, Hohhot 010020, China; 3a. College of Resources; 3b. Geological Survey Institute, Shijiazhuang University of Economics, Shijiazhuang 050031, China)

Abstract: Influenced by the regional Derbugan Fracture, a high number of nonferrous metal deposits are distributed in the area of Xinbaerhuyouqi, Inner Mongolia. Shanagenhuduge molybdenum deposit had been found when an inspection of the anomaly area of Baogedewula in Xinbaerhuyouqi was conducted. A further investigation using 1:1 million geological mapping, comprehensive geophysical and geochemical profile surveys, IP intermediate gradient measurements, electrical sounding profiles and trenching and drilling confirmed this deposit was especially towards the S2 IP anomaly area. Compared with other IP anomaly areas, the results predicted that there is a great potential for discovering the large sized deposit in future exploration program in the depth and peripheral areas.

Key words: Xinbaerhuyouqi; molybdenum deposit; geological characteristics; IP anomaly; prospecting potential