

doi: 10.11720/wtyht.2014.6.09
苏旭亮,马东旭,纪仁忠,等.内蒙古东乌珠穆沁旗多伦沟矿区物化探异常特征及成矿分析[J].物探与化探,2014,38(6):1146-1151.http://doi.org/10.11720/wtyht.2014.6.09
Su X L, Ma D X, Ji R Z, et al. Geophysical-geochemical anomaly characteristics and metallogenic analysis of the Duolungou mining area in Dong Ujimqin Banner, Inner Mongolia[J]. Geophysical and Geochemical Exploration, 2014, 38(6): 1146-1151. http://doi.org/10.11720/wtyht.2014.6.09

内蒙古东乌珠穆沁旗多伦沟矿区 物化探异常特征及成矿分析

苏旭亮¹, 马东旭², 纪仁忠¹, 王刚¹, 仲卫国¹, 胡浩¹

(1. 青岛地质工程勘察院, 山东 青岛 266071; 2. 中国科学院地质与地球物理研究所 兰州油气资源研究中心, 甘肃 兰州 710002)

摘 要: 研究区处于内蒙古东乌珠穆沁旗多金属成矿带, 区域有多个 1:5 万土壤化学测量综合异常分布, 以中低温元素为主, 异常规模大, 数量多, 峰值高。多伦沟矿区分布一个以 Ag、Pb、Zn 为主的 1:5 万土壤测量综合异常, 经 1:1 万土壤测量查证, 分解了多个子异常, 子异常以 Ag 为主, 元素浓度分带明显, 浓集中心套合程度好, 主要子异常区内发育以褐铁矿化为主的蚀变带, 蚀变带中赋存以银为主的多金属矿(化)体。经探槽初步揭露控制, 蚀变带中银单样最高达 $1\,332\times 10^{-6}$, 伴生铅锌矿, 推断异常由以银为主的多金属矿引起, 显示出本区有良好的找矿前景, 区域有望形成内蒙古又一重要的银多金属矿带。

关键词: 多金属矿; 找矿前景; 地球化学特征; 东乌珠穆沁旗; 多伦沟矿区

中图分类号: P632 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2014)06-1146-06

研究区地处东乌珠穆沁旗成矿带中段, 由于地域宽广, 露头较差, 以往地质工作以小比例尺为主。研究区周边发现了几个多金属矿点, 但均没有取得大的突破, 区内的矿产勘查工作程度总体较低^[1]。近年开展的 1:5 万矿调工作不断覆盖此成矿带及周边地区, 区域地质研究程度大大提高, 积累了丰富的资料, 初步取得了一些成果, 显示本区具有良好的成矿条件, 引起了人们在该段找矿的极大兴趣^[2]。多伦沟地区的 1:5 万土壤化探测量成果显示, 该区存在以 Ag、Pb、Zn 等多金属元素为主的有用元素组合, 并圈定了数个综合异常。对个别异常初步检查, 发现了数个蚀变带, 并有银矿(化)体分布其中, 显示异常区具有很好的找矿前景, 本区的 Ag、Pb、Zn 找矿工作有望取得重大突破。笔者通过分析研究区内的化探异常特征, 指出了化探异常对本区找矿的指导作用, 以及区域化探异常的重要意义。

1 地质概况

1.1 区域成矿地质条件

研究区大地构造位置处于兴安地槽褶皱系东乌

珠穆沁旗早华力西地槽褶皱带与燕山期北北东向大兴安岭巨型隆起带的斜接部位(图 1), 属博克图—二连浩特地层小区。区内中上侏罗统火山岩占绝对优势, 包括上侏罗统满克头鄂博组流纹质熔岩、熔结凝灰岩和火山碎屑岩组合, 玛尼吐组安山岩、玄武质安山岩及粗面安山岩组合, 白音高老组角砾凝灰岩、熔结凝灰岩、火山角砾岩组合。岩浆侵入活动仅集中中生代侏罗纪时期。中生代岩浆侵入活动与火山活动密切相关, 岩性主要有花岗斑岩、正长斑岩等, 受控于区域构造, 岩浆岩带总体呈北东向展布^[3]。本区经历了多期构造变动, 燕山运动最强烈, 伴随有大量的火山喷发和岩浆侵入活动, 形成了本区主体构造格局, 主要表现为北北东—北东向断裂构造、沉积盆地以及基底断裂构造继承性活动等所引发的大规模多期次陆相火山活动。此外, 区内北北东—北东向、北西向两组断裂及其交汇部位基本控制了燕山期以来的岩浆活动和成矿作用^[4]。

1.2 矿区地质特征

矿区主要出露上侏罗统满克头鄂博组及尼玛图组地层。满克头鄂博组岩性以流纹岩、灰—灰褐色

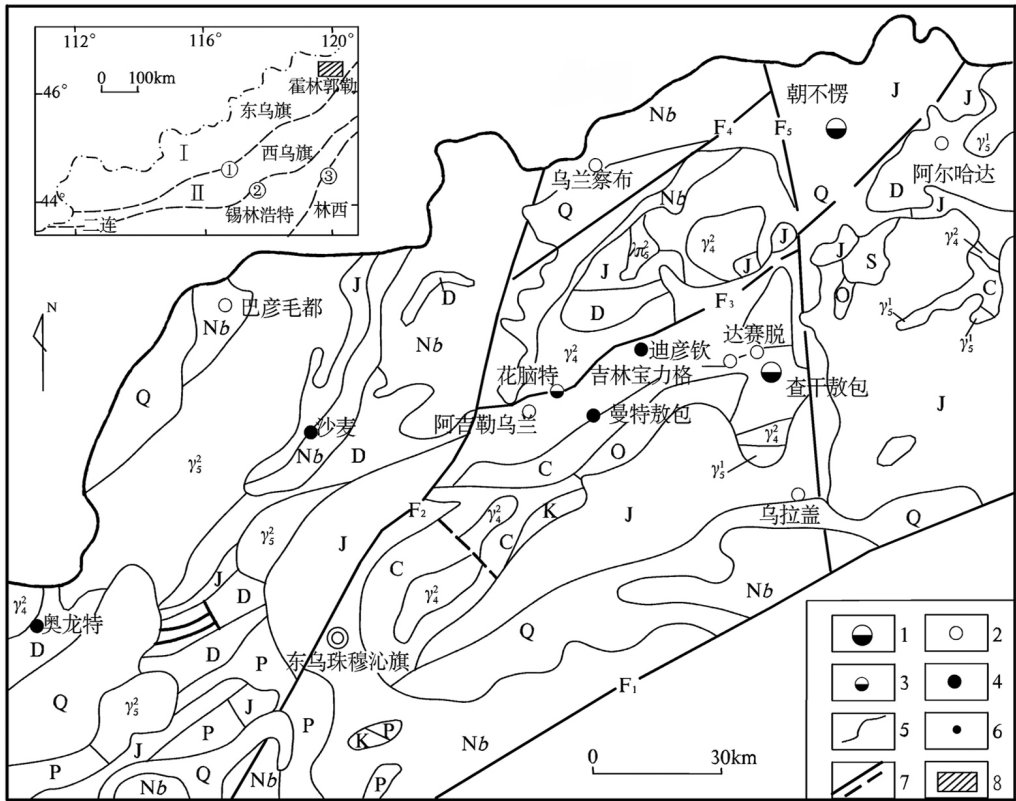


图1 东乌旗地区地质概况(据参考文献[3]修编)

流纹质含火山角砾凝灰岩、酸性凝灰岩为主,尼玛图组以安山岩为主。侵入岩以浅成侵入岩为主,分布于研究区中部,岩性为正长斑岩,呈岩株状产出,侵入满克头鄂博组。区内覆盖较严重,根据局部露头判断,区内存在北东向、近南北向断裂构造,为区域断裂构造的次级构造,沿断裂常有石英脉侵入。构造带内角砾岩普遍以强硅化、钾化、高岭土化为主,褐铁矿化等矿化强,是银多金属矿化富集的有利部位。

矿区蚀变带有数十条,主要赋存于构造带中,主要由硅质角砾岩、石英脉组成,蚀变带断续长0.4~1.8 km,宽50~150 m,走向有北东向、西北向,东倾较陡,蚀变带局部褐铁矿化后呈红褐色。沿岩石裂隙充填一些由热液活动形成的石英细脉,仅数厘米宽,局部形成沥青状的团块,此类充填物铁质发育,风化后呈黑色,一般银含量较高。

矿区已发现数个矿(化)体,以银矿化为主,矿化体长数米至420 m,宽0.5~3 m,走向以北东向为

主,银含量($90.9\sim 1\,332$) $\times 10^{-6}$,伴生铅最高含量为 1.94×10^{-2} ,锌最高 1.16×10^{-2} 。区内矿体主要赋存在硅化角砾岩、硅质岩脉、石英脉内,成因类型为热液充填型。

2 区域地球物理、地球化学特征

2.1 区域地球物理特征

区域总体表现为重力低值区,异常值具西北低、南东高的规律。区域上已知多金属矿点均在这一布格重力异常低值带内及边缘。区域上航磁异常总体走向为北东向,航磁异常特征多与出露地质体的磁性有关,玛尼吐组中基性火山岩、五岔沟组玄武岩和侏罗系岩体表现为正异常,侏罗系中酸性火山岩(满克头鄂博组、白音高老组)反映为低缓的负磁异常。航磁异常对区域上串珠状侏罗系岩体及脉岩、断裂所反映出的北东向线性构造有较清晰的反映。从区域成矿特征来看,已知的局部异常多为非矿异常,在正负异常交接过渡部位及个别异常中心是成

矿有利部位^[6]。

2.2 区域地球化学特征

本区处于 1：20 万达来庙—东乌旗 Cu、Ag、Mo、W 多金属矿和铀矿成矿化学分区,元素组合以 Cu、Ag、Au、Mo、Cu、Pb、Zn 为主,是寻找斑岩型、热液型和矽卡岩型钼锡矿、铜银金锡矿的有利地区^[7]。东乌旗一带以草原为主,基岩零星出露,水系也不发育,给本区的土壤地球化学测量工作造成了一定的难度^[8]。根据以往工作经验及试验,1：5 万土壤化探样品采集,根据实际情况选择不同的采样位置,低山草原区采样点一般布置在山坡、山脚等有利于残坡积物堆积的部位;草原区第四系覆盖相对较厚,采样点布置在地形较高的残坡积物发育地段。采样层位一般为残积层、残坡积层。样品介质主要为残积物、残坡积物或坡积物中粗粒(−4~+20 目)部分^[9]。准平原区地形平坦,第四系覆盖较厚,

当找不到残坡积物时,不采集,局部采集控制点,按 2 个点/1 km² 的密度采集中粗粒级物质,取样深度>60 cm,取样粒级选择−4~+20 目,过筛后样品质量为 160 g。分析了 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Bi、W、Mo、Sn、Hg 共 12 个元素。通过对 1 096 km² 范围内的土壤样品分析,各元素异常数量和异常下限如表 1 所示,并对各元素含量进行了 R 型聚类分析(图 2)。12 个元素在全区的共生组合规律显示,Ag、Pb、Zn、W 的相关性最为明显,其中 Pb、Zn 的相关系数最高(0.601),Pb、W 相关系数次之(0.563),Ag、Pb 相关系数为 0.419,说明区内 Ag、Pb、Zn、W 伴生成矿的可能性较大。土壤地球化学测量显示在东乌珠穆沁旗一带分布有数 10 个综合异常,测量区主要发育 Ag、Pb、Zn 为主的综合异常,沿北东向东乌旗成矿带分布,单元素异常多呈条带状、珠串状、椭圆状,与区域构造方向基本一致。

表 1 东乌旗地区 1：5 万土壤测量异常下限及异常强度分级

元素	异常下限		异常强度分级			
	理论值	实用值	一级	二级	三级	四级
Au	1.004	1.2	1.2	2.4	4.8	9.6
Ag	101.269	120	120	240	480	960
Cu	18.47	20	20	40	80	160
Pb	40.885	50	50	100	200	400
Zn	86.846	100	100	200	400	800
Mo	2.234	3	3	6	12	24
W	2.969	3	3	6	12	24
Hg	25.447	25	25	50	100	200
As	17.445	20	20	40	80	160
Sb	3.006	4	4	8	16	32
Bi	0.464	0.4	0.4	0.8	1.6	3.2
Sn	3.36	3	3	6	12	24

注: Au、Ag、Hg 含量单位为 10^{−9}, 其余元素含量单位为 10^{−6}

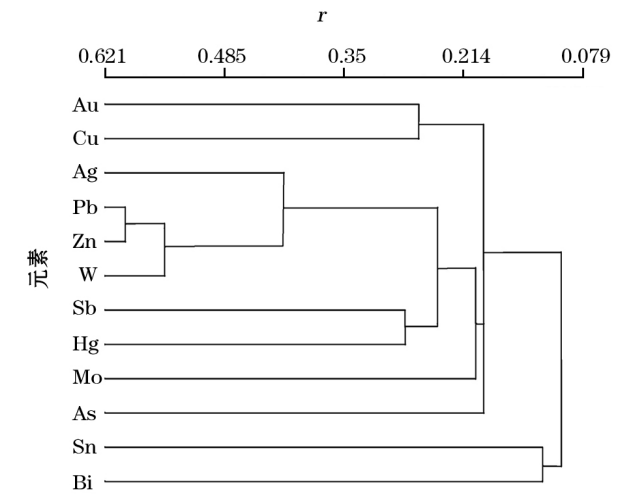


图 2 东乌旗地区 1：5 万土壤化探元素 R 型聚类分析

3 矿区地球物理、地球化学特征

3.1 地球物理特征

矿区位于布格重力负异常区场的梯度密集带上,重力异常变化范围为(−85~−95)×10^{−5} m/s²。重力场带呈北东向展布,与矿区总体构造线方向一致。区域已知大多数金属矿产主要分布于重力异常较高的区域及异常梯度带上,矿体的成矿部位主要为深大断裂及其两侧的次级断裂构造,矿区重力异常梯度较明显,且岩浆、构造活动频繁,与区域中矿床的重力异常特征具相似性。

矿区航磁异常显示为低缓的负异常,与区域内大面积分布的晶屑凝灰岩、角砾凝灰岩地层特征相符。主要出露岩性的磁性特征为:安山岩、英安质凝灰岩类具有较强的感磁和剩磁,其感磁和剩磁变化

范围均较大,这种磁性强弱不均的特性,在实测资料中往往表现为变化幅度大的杂乱磁场现象;流纹岩、花岗斑岩等表现为中等磁性,一般反映为比较平稳的磁场变化特征;流纹质凝灰岩、晶屑凝灰岩等弱磁性岩类,一般反映为升高磁场背景上呈微弱跳跃或呈平缓的低负磁场特性,与矿区对应。另外,由于断裂构造带内岩石破碎磁性降低,或断裂活动伴有岩脉侵入,在断裂带上方往往出现带状低负异常或串珠状正磁异常带。

3.2 1：5 万土壤化探异常特征

矿区分布一个 1：5 万土壤化探综合异常,异常元素组合为 Bi、Ag、Pb、Mo、W、Sn,异常面积 11.82 km²,异常规格化面金属量(NAP)170.06,异常的浓集中心套合程度较好,呈椭圆状,Ag、Pb 吻合程度最好,三级分带明显,主元素峰值高,Ag 极大值 2 492×10⁻⁹,各单元异常呈椭圆状、星散状分布。异常区第四系覆盖较厚,主要出露中酸性凝灰岩,异常北部

出露少量斑岩,北北东向构造发育,构造带具强硅化、褐铁矿化,并有银铅锌矿化,异常的浓集中心与异常内的构造及花岗斑岩体的位置基本吻合,推测该异常可能与构造带及花岗斑岩体有关。异常元素地球化学特征参数见表 2,综合异常剖析见图 3。

表 2 多伦沟异常区土壤元素异常数量和异常下限

元素	异常下限		异常强度分级		
	理论值	实用值	一级	二级	三级
Ag	503	492	492	984	1968
As	52	29	29	58	116
Au	0.75	0.66	0.66	1.32	2.64
Cu	11	9	9	18	36
Mo	9.76	6.58	6.58	13.16	26.32
Pb	72	126	126	252	504
Sb	7.69	5.17	5.17	10.34	20.68
Sn	4.33	3.68	3.68	7.36	14.72
W	3.64	2.85	2.85	5.7	11.4
Zn	80	66	66	132	264

注: Au、Ag、Hg 含量单位为 10⁻⁹,其余元素含量单位为 10⁻⁶

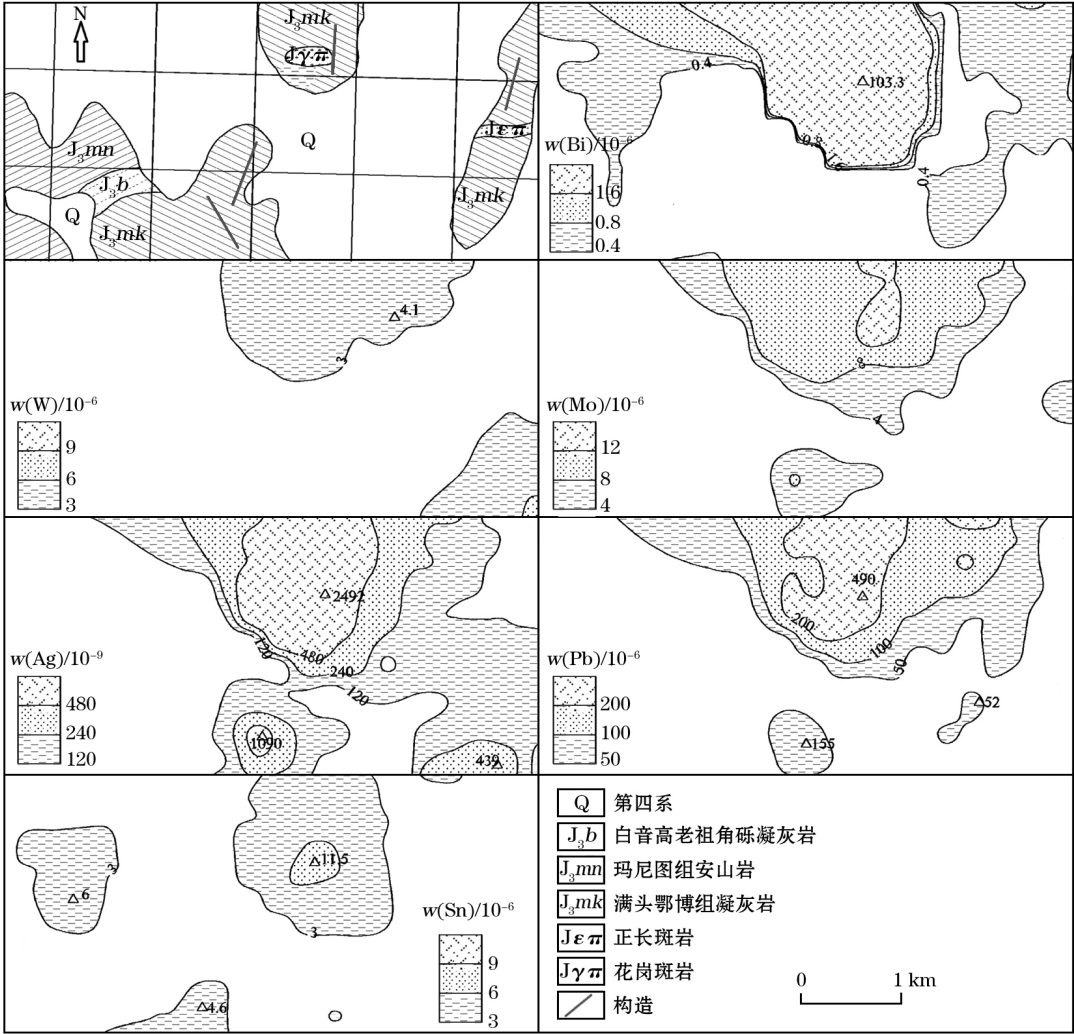


图 3 多伦沟矿区 1：5 万土壤测量综合异常

3.3 1：1 万土壤化探异常特征

通过 1：1 万土壤测量对上述 1：5 万土壤测量异常进行查证,矿区由 6 个 1：1 万子异常组合而成,主要子异常特征见表 3,子异常分布见图 4。

1 号异常元素组合为 Bi、Ag、Pb、Sn、Zn、Hg、Au、Cu、As、Sb、Mo、W,面积 1.45 km²,形状似山丘状。异常元素的浓集中心套合程度较好,部分元素浓度分带明显,单元素异常呈椭圆状、星散状分布,异常向北未封闭。其中 Ag 单元素 NAP 值为 5.65,异常规模 2 155,异常面积 1.27 km²,极大值 7 654×10⁻⁹,异常均值 2 189×10⁻⁹。异常中心有北北西向蚀变带,蚀变带中捡块样 Ag 含量 153×10⁻⁶,伴生 Pb 含

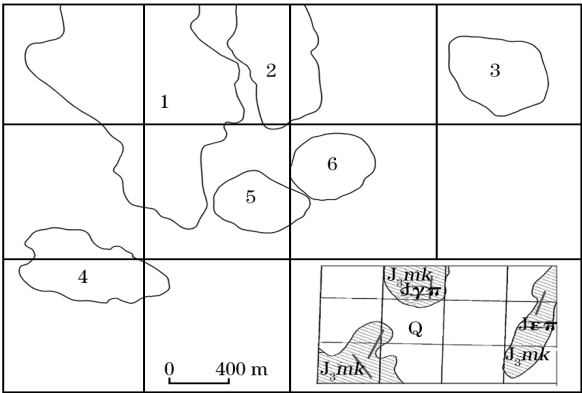


图 4 多伦沟矿区 1：1 万土壤测量子异常分布

表 3 多伦沟矿区综合异常子异常排序

异常编号	元素组合	异常面积/km ²	Σ NAP	异常排序	异常分类	异常成因
1	Bi-Ag-Pb-Sn-Zn-Hg-Au-Cu-As-Sb-Mo-W	1.45	80.75	1	乙	与岩浆活动和热液有关
2	Pb-Mo-Ag-Sb-Hg-As	0.44	7.78	2	乙	与岩浆热液活动有关
3	Zn-W-Cu-Sb	0.31	1.05	4	乙	与深部断裂和热液活动有关
4	Ag-Mo-Cu-As-Sb-Pb	0.38	2.5	3	乙	断裂和热液活动有关
5	Au-Zn	0.21	0.67	6	丙	与岩浆活动有关
6	W-Zn-Sb	0.22	0.98	5	丙	与岩浆活动有关

注:元素组合按 Σ NAP 值由大至小顺序排列

量 1.97×10⁻²。异常是由蚀变带及隐伏构造或岩体引起的矿致异常,异常区周围主要出露浅灰色—褐色凝灰岩、晶屑凝灰岩和火山角砾岩,及少量砖红色流纹岩,裂隙发育,第四系覆盖较厚。

2 号异常元素组合为 Pb、Mo、Ag、Sb、Hg、As,异常面积 0.44 km²,形状似山丘状。异常的浓集中心套合程度较好,但浓度分带不明显,单元素异常呈椭圆状、不规则状分布。Pb 单元素 NAP 值为 4.60,异常规模 448.60,异常面积 1.04 km²,极大值 1 000×10⁻⁶,异常均值 556.63×10⁻⁶。异常区有近南北向的构造带,带中褐铁矿化较强,沿裂面局部充填有黑色胶结物,蚀变带中探槽揭露化学分析 Ag 含量 93.5×10⁻⁶,伴生 Pb 含量 0.70×10⁻²,两侧围岩为凝灰岩。异常系由蚀变带及隐伏构造引起的矿致异常。

3 号异常元素组合为 Zn、W、Cu、Sb,异常面积为 0.31 km²,呈椭圆状。异常元素的浓集中心套合程度较好,呈椭圆状展布,元素的浓度分带不明显。Zn 单元素 NAP 值为 0.45,异常规模 13.66,异常面积 0.25 km²,极大值 396×10⁻⁶,异常均值 121.45×10⁻⁶。异常中部有北北东向的构造蚀变带,带中褐铁矿化较强,两侧围岩为凝灰岩。异常系由蚀变带及隐伏构造引起的矿致异常。

4 号异常元素组合为 Ag、Mo、Cu、As、Sb、Pb,异常面积 0.38 km²,形状呈椭圆状。异常元素的浓集中心套合程度较好,呈星散状展布。Ag 单元素 NAP

值 1.30,异常规模 519.57,异常面积 0.24 km²,极大值 6 967×10⁻⁹,异常均值 2 637.72×10⁻⁹,异常浓度分带明显。异常为中低高温元素组合,北西、北东向蚀变带位于异常中,可能与多期次的热液活动有关,构造带即矿化蚀变带,利用探槽揭露带中化学分析 Ag 含量 92.2×10⁻⁶,推断该异常是由构造带所引起。

以上子异常以中低温元素为主,异常区有构造蚀变带分布,蚀变带是直接的找矿标志,带内有银、铅、锌矿(化)体产出,异常系由此含矿蚀变带引起,对应关系良好,异常很好地锁定了矿化体分布范围,显示了良好的指示作用^[10]。

4 成矿前景分析

研究区地处东乌珠穆沁旗多金属成矿带,出露岩性主要为晶屑凝灰岩、含角砾的晶屑凝灰岩,岩石普遍具硅化,构造以北东向为主,与区域控矿构造线方向一致,构造带内角砾岩硅化、褐铁矿化等矿化蚀变强,局部有燕山期的正长斑岩体侵入,是热液型矿床形成的有利地区,该带有满都铅锌矿、贺斯格乌拉铜矿点、野猪沟银铅锌等金属矿床(点)分布,区域具有良好的银、铅等成矿地质条件。

通过近年开展的矿调工作,在东乌珠穆沁旗一带圈定了多个 1：5 万土壤化探综合异常,以 Ag 为主,异常衬度较大,主元素的浓集中心明显,套合程度较好,异常呈椭圆状、星散状分布。对矿区内的 1

: 5 万土壤化探综合异常通过 1 : 1 万化探异常查证,与 1 : 5 万异常对应良好,各子异常中元素峰值高,Ag 最大值达 $7\,654\times10^{-9}$,Pb 最大值达 $1\,000\times10^{-6}$,子异常与区内的主要矿化蚀变带相吻合,为矿致异常,异常基本锁定了矿化体的分布范围,显示出良好地球化学成矿条件。

矿区初步圈定蚀变带长 400~1 800 m,宽 5~150 m,以北北东向为主,由硅质角砾岩组成,是直接找矿标志,其矿化以银为主,伴生铅、锌矿化。探槽中揭露矿化体长数米至 420 m,宽 0.5~3 m,化学分析 Ag 最高达 $1\,332\times10^{-6}$,伴生 Pb 最高 1.94×10^{-2} ,Zn 最高 1.16×10^{-2} ,显示具有良好的勘查前景。

地质物化探综合成矿条件显示,东乌珠穆沁旗成矿带具有良好的银铅锌矿找矿前景,1 : 5 万土壤化探综合异常更有指示意义,此带有望成为内蒙重要的银多金属矿产地。

5 结论

乌珠穆沁旗成矿带总体矿产勘查、研究程度较低,近年来 1 : 5 万矿调工作的逐步开展,使本区的矿产勘查研究程度大大提高,尤其是化探工作成果更为突出,在此成矿带中段圈定了众多的以 Ag、Pb、Zn 为主的多金属元素综合异常,异常强度高、规模大,显示出良好的找矿前景。

多伦沟矿区位于矿调圈定的 1 : 5 万土壤化探综合异常中,异常元素组合为 Bi、Ag、Pb、Mo、W、Sn,通过 1 : 1 万土壤测量进一步圈定了 6 个子异常,子异常中均有矿化体与之相对应,异常很好的锁定了矿化体的分布范围,异常在本区具有很好的找矿指导作用。

通过研究分析区域及矿区地球化学异常特征认为,此成矿带中的化探异常分布数量多,强度高,与矿化体对应明显,利用 1 : 1 万土壤测量解译 1 : 5 万异常可进一步提高找矿准确性,化探测量异常对找矿具有良好的指导意义,异常特征显示乌珠穆沁旗成矿带具有良好的找矿前景,此带有望成为内蒙古重要的多金属成矿带。

参考文献:

[1] 陈英富,王根厚,段炳鑫.内蒙古东乌珠穆沁旗辉音敖包一带晚侏罗世火山岩特征及时代[J].中国地质,2012,39(6):1690-1697.

[2] 聂凤军,江思宏,张义,等.中蒙边境中东段金属矿床成矿规律和找矿方向[M].北京:地质出版社,2007:193-244.

[3] 李生,李俊健,王建平.内蒙古东乌旗地区铜多金属成矿系列分析[J].矿床地质,2010,29(增刊):14-15.

[4] 梁玉伟,余存林,沈国珍,等.内蒙古东乌旗索纳嘎铅锌银矿区花岗岩地球化学特征及其构造与成矿意义[J].中国地质,2013,40(3):767-776.

[5] 内蒙古自治区地质矿产局.内蒙古区域地质志[M].北京:地质出版社,1991:630-652.

[6] 常忠耀,赵文涛,李虎平,等.内蒙古东部重力场特征以及寻找内生矿床的意义[J].物探与化探,2007,31(4):317-319.

[7] 兰强,赵元雅,冷福荣.内蒙古地质地球化学分区及地球化学成矿预测[J].物探与化探,2012,36(1):39-44.

[8] 攀连杰,马生明,岑况.内蒙古中东部草原景观区多金属矿地球化学勘查方法对比研究[J].现代地质,2012,26(5):1117-1124.

[9] 刘汉粮,迟清华,王伟,等.内蒙古中东部残山丘陵草原覆盖区化探方法研究[J].物探与化探,2013,37(3):382-388.

[10] 王秋印,程华生,朱梅.土壤地球化学测量在内蒙古东乌旗查干楚鲁银铅锌多金属矿区的找矿效果[J].物探与化探,2009,33(6):652-656.

Geophysical-geochemical anomaly characteristics and metallogenic analysis of the Duolungou mining area in Dong Ujimqin Banner, Inner Mongolia

SU Xu-Liang¹, MA Dong-Xu², JI Ren-Zhong¹, WANG Gang¹, ZHONG Wei-Guo¹, HU Hao¹

(1. Qingdao Geo-engineering Exploration Institute, Qingdao 266071, China; 2. Lanzhou Center for Oil and Gas Resources, Institute of Geology and Geophysics, CAS, Lanzhou 710002, China)

Abstract: The study area lies in the Dong Ujimqin Banner iron polymetallic ore belt. Quite a few 1 : 50 000 geochemical anomalies are distributed in this area and characterized by predominant medium-low temperature elements, large anomaly sizes, large quantities, and high peak values. The Duolungou mining area has a 1 : 50 000 composite geochemical anomaly of Ag, Pb and Zn. The 1 : 10 000 soil survey shows that the anomaly has element concentration zoning and a good consistency with the concentration center, and can be decomposed into several secondary anomalies characterized by predominant Ag. Several alteration belts are developed in secondary anomalies, in which there exist polymetallic orebodies dominated by silver. The preliminary trenching demonstrates that the quantity of silver in a single silver sample is up to $1\,332\times10^{-6}$, associated with Pb-Ag orebodies. The anomalies might result from the polymetallic orebodies dominated by Ag, suggesting that this area has good prospecting potential and is expected to form another important silver polymetallic ore belt in Inner Mongolia.

Key words: polymetallic ore; prospecting potential analysis; geochemical characteristics; Dong Ujimqin Banner; Inner Mongolia; Duolungou mining area

作者简介: 苏旭亮(1983-),男,甘肃庄浪人,工程师,从事地质矿产勘查工作。