

内蒙古中东部铋铜矿主要成因及找矿线索

曹军, 张华川, 周毅

(中国地质调查局国土资源实物地质资料中心, 河北 三河 065201)

摘要: 内蒙古中东部大地构造位置处于内蒙古兴安地槽褶皱系东乌珠穆沁旗早华力西地槽褶皱带柴达木复背斜北东端东南翼。本文通过对该区域地层、岩浆岩、构造及地表矿化等现象的分析, 认为铋铜矿体赋存在印支期二长花岗岩中北东 15° — 45° 和北西向断裂构造中倾向北西和北东倾角较缓 25° — 45° 。勘查区发现的矽卡岩带局部含方铅矿、闪锌矿体。属贫矿Pb+Zn小于5%。矿石自然类型属石英脉型黄铜矿、辉铋矿矿石铅锌矿属矽卡岩型矿石。

关键词: 内蒙古中东部; 兴安地槽褶皱系; 铋铜矿

中图分类号: P618.41

文献标识码: A

文章编号: 1002-5065(2017)13-0083-3

Main causes and prospecting clues of bismuth copper deposits in central and Eastern Inner Mongolia

CAO Jun, ZHANG Hua-chuan, ZHOU Yi

(Physical and geological data center of land and resources of China Geological Survey, Sanhe 065201, China)

Abstract: Eastern Inner Mongolia tectonic location is in the Inner Mongolia Xingan geosyncline Dongwuzhumuqinqi early Variscan geosyncline fold belt at the eastern end of the North Qaidam brachyanticline Southeast wing. Based on the analysis of the regional stratigraphy, structure, magmatite and mineralization of surface phenomena, that bismuth copper ore bodies occur in Indosinian granite in North East two - 15 degrees and 45 degrees north west trending faults in North West and North East inclined angle is 25 degrees, 45 degrees of corrosion. The skarn zone found in the exploration area contains galena and zinc blende ore bodies. A poor Pb+Zn is less than 5%. The natural types of ore are quartz vein type chalcopyrite, bismuth ore and lead zinc ore belong to skarn ore.

Keywords: Middle Eastern Inner Mongolia; Xingan geosyncline fold system; bismuth copper ore

1 区域地质

勘查区古生界地层隶属于北疆—兴安地层大区(I₁)、兴安地层区(I₂)、东乌—呼玛地层分区(I₂³)中生代属滨太平洋地层区(5)大兴安岭—燕山地层分区(5₁)博克图—二连浩特地层小区(5₁²)。主要出露地层有中奥陶统、下泥盆统、下二叠统、上二叠统、上白垩统及第三系更新统。第四系广覆于山间洼地^[1]。

1.1 地层

1.1.1 奥陶系罕乌拉组(O_{2h})

分布矿区及外围西北部, 北东向分布。地层走向北东, 倾向南东或北西, 倾角 30° — 80° 。上部为长石石英砂岩、粉砂岩、变质细砂岩夹泥灰岩透镜体, 厚567m, 下部为绿泥绢云板岩、变质细砂岩、粉砂岩、长石石英砂岩, 厚2246m。

1.1.2 泥盆系敖包亭浑迪组(D_{1a})

分布于矿区和外围西北部、北东部。地层走向北东, 倾向南东或北西, 倾角 30° — 80° 。岩性为泥质粉砂岩、长石石英岩、粉砂质板岩夹灰岩透镜体及蚀变安山岩, 厚度2454m, 与奥陶系罕乌拉组呈断层接触。

1.1.3 下二叠统宝力格组(P_{1b})

分布矿区外围北西、西、西南部, 分布广泛。产状变化大, 走向北西, 东西向, 倾向北东、南西或北倾斜, 倾角较缓, 15° — 64° 变化。可划分三个岩性段:

第一岩性段(P_{1b}¹): 岩性为层凝灰岩、英安质岩屑晶屑凝灰岩、硅泥质粉砂岩、碳泥质板岩。厚度1384m。

第二岩性段(P_{1b}²): 岩性为英安质含角砾岩屑晶屑凝

灰岩, 厚度2102m。

第三岩性段(P_{1b}³): 岩性为凝灰质砂岩、泥质粉砂岩、不等粒砂岩夹凝灰岩, 厚度536m。与下伏地层呈不整合接触。

1.1.4 中生界白垩系上统二连达布苏组(K₂)

分布全矿区外围南部、下部为块状气孔状玄武安山岩。上部为泥岩、砂砾泥岩、碳质泥岩粉砂岩。厚度639m。

1.1.5 第三系更新统(β)

气孔状玄武岩、杆榄玄武岩, 厚度53m—217m。呈盖层状分布上述岩层之上, 主要在勘查区北部、西南部大面积分布。

1.1.6 第四系(Q₄)

分布广泛于沟谷、洼地均为第四系覆盖。上部为风成砂黄土冲积物下部为碎石层及残坡积层堆积, 厚度几十米。

1.2 岩浆岩

根据岩体与地层的接触关系和不同岩体间的相互穿插关系, 将岩浆岩划分为华力西期、印支期及燕山期共三期侵入活动, 其中华力西期侵入体规模较小^[2]。

1.2.1 华力西期中细粒斑状花岗岩(γ_{δ4}³)

该岩体呈小岩体分布矿区外围印支期中细粒斑状二长花岗岩中, 岩性为灰色深灰色细粒斑状花岗岩闪长岩。花岗闪长岩: 灰色、灰白色、细粒结构块状构造, 矿物成分主要为斜长石、角闪石、少量石英、黑云母。

1.2.2 印支期中细粒二长花岗岩及黑云母花岗岩(γ₅¹)

分布于矿区南部和矿区外围东南部, 分布较广。为印支期早期侵入岩。矿区呈东西向带状分布, 宽300—650m。岩性为灰黄色、灰红色中细粒斑状二长花岗岩、黑云母花岗岩。岩性为灰黄色、灰红色中细粒结构局部粗粒结构, 矿物成分: 斜长石、正长石含量大于70%, 其次石英10—20%, 黑云母5—10%, 部分长石显斑状, 石英呈球粒状。该岩体是该地区铜铋矿脉主要围岩是成矿母岩之一。

收稿日期: 2017-07

作者简介: 曹军, 男, 生于1983年, 硕士, 中级工程师, 研究方向: 区域地质矿产调查、成矿理论研究。

1.2.3 印支期似斑状中粒二长花岗岩 (γ_5^{1-2})

分布矿区北部及勘查区外围北部大面积分布呈岩基状。岩性灰白色、中粒结构、似斑状结构，块状构造。矿物成分主要为斜长石、正长石含量80%以上，石英20%，局部见很少量黑云母，是成矿主要母岩之一，为成矿提供了热源及物质来源。

1.2.4 燕山期中粗粒花岗岩 (γ_5^2)

分布勘查区东南部骆驼山一带。岩性为灰白色、白色中粗粒二长花岗岩，局部具斑状结构。矿物成分为斜长石、正长石为主见少量黑云母。

1.2.5 脉岩类

矿区及外围脉岩发育种类繁多。有石英脉、花岗岩脉、花岗斑岩脉、闪长玢岩脉、辉绿岩脉等。

1.3 构造

勘查区大地构造位置属内蒙古兴安地槽褶皱系(III)，东乌珠穆沁旗早华力西地槽褶皱带(III 2)柴达木复背斜北东端东南翼次级褶皱带中。

1.3.1 柴达木复背斜

走向北东，由一系列单个背向斜、复式褶皱及单斜组成，大部分褶皱轴线与复背斜轴线基本一致。

1.3.2 断裂构造

区域断裂构造十分发育，主要表现为北东向压性及压扭性结构面以及有共生联系的低序次派生断裂。断裂构造性质多为压扭性，规模长1000—2000m，宽1—10m。倾向南东和北西。表现为明显的挤压片理化带。另外发育一组北西至南北向张性断裂将早期形成的北东向断裂错断。

2 勘查区地质

勘查区位于柴达木复背斜北东段东南翼。出露地层为古生界奥陶系中统罕乌拉组(O_2h)和泥盆系下统敖包亭浑迪组(D_1a)。二者呈断层接触。第四系分布于沟谷低洼处。

2.1 地层

2.1.1 奥陶系中统罕乌拉组(O_2h)

分布勘查区西南角，面积很小。下部为绿泥石绢云母板岩、变质细砂岩、粉砂岩、长石石英砂岩。上部为长石石英砂岩、粉砂岩、变质泥岩夹泥灰岩透镜体。靠近岩体边部岩石具硅化、角岩化。

2.1.2 泥盆系下统敖包亭浑迪组(D_1a)

分布勘查区中部，走向近东西，倾向南，局部南东，倾角 55° — 80° 。由于花岗岩侵入挤压使其地表分布东宽西窄。岩性为泥质粉砂岩、长石石英砂岩、粉砂质板岩夹大理岩透镜体。岩石大部分具硅化或变质为角岩。见铅锌矿体产于砂卡岩下部。

角岩：灰色黑灰色、细粒—粉砂结构，角岩结构，块状构造局部板状构造。矿物成分主要为石英、其次长石，少量绢云母。见脉状硅化。靠近岩体呈带状分布宽几十米—三百米。

2.1.3 第三系玄武岩(β)

分布于勘查区外围北、西北或东北部呈盖层状分布。岩性为灰黑色、深灰色气孔状玄武岩，厚几十米—近百米。

2.1.4 第四系(Q_4)

上部为风成砂、冲积砂、黄土层堆积下部为砂砾石及残坡积物。厚0—几十米。

2.2 岩浆岩

根据矿区岩体与地层的接触关系和不同岩体间的相互穿插关系，将岩浆岩划分为华力西期、印支期及燕山期共三期侵入活动。其中华力西期侵入体规模较小，印支期、燕山期侵入体规模较大呈岩基状产出。

2.2.1 华力西期中细粒斑状花岗闪长岩($\gamma\delta_3^4$)

该岩体分布于矿区北部洼地中呈东西向长椭圆状展布，局部形成突出孤立小山。岩石受后期构造运动破坏呈碎裂、碎斑结构。

2.2.2 印支期

第一次侵入($\eta\gamma_5^1$):该期岩体分布于阿扎哈达山北和1、2号矿体群区域内，南部与奥陶系罕乌拉组地层，北部与泥盆系敖包亭浑迪组呈侵入接触。岩体中含大小不等各异的灰绿色、灰色细粒石英闪长岩和斑状细粒花岗闪长岩两种包体，地表形成球形风化地貌。是铜铋矿脉主要围岩和成矿母岩之一。

第二次侵入($\eta\gamma_5^{1-2}$):分布矿区北部呈东西向侵入泥盆系敖包亭浑迪组和华力西期花岗闪长岩。岩石具球形风化特征。是铜铋矿脉和铅锌矿脉重要围岩和成矿母岩。

2.2.3 燕山期花岗岩(γ_5^2)

该期岩体出露于阿尔浑迪德仑—阿扎哈达山一带东西向分布，为矿区晚期侵入体。侵入奥陶系罕乌拉组和印支期($\eta\gamma_5^1$)二长化岩岩之间。矿物成分长石、石英组成。

2.2.4 脉岩类

矿区内脉岩十分发育种类繁多有石英脉(q)、花岗闪长岩脉($\gamma\delta$)、花岗斑岩($\gamma\pi$)、闪长玢岩($\delta\mu$)等。

2.3 构造

2.3.1 褶皱构造

矿区位置处于柴达木复背斜北东段东南翼，勘查区南部奥陶系罕乌拉组地层明显存在一背斜轴线东西向。而详查区中部泥盆系敖包亭浑迪组则呈单斜、倾向南，局部倾向南东。勘查区东部显示一背斜褶皱。

2.3.2 矿区断裂构造

①早期断裂F1为泥盆系敖包亭浑迪组与印支期第二次侵入岩(γ_5^{1-2})二长花岗岩间断裂。靠近断层含大理岩层位已被交代形成透辉石石榴石砂卡岩、石榴石硅灰石砂卡岩带。后期含铅锌矿液充填交代砂卡岩形成较贫铅锌矿脉。②成矿期断裂：由于印支期第一次中细粒二长花岗岩侵入之后，受区域构造动力影响和印支期第二次侵入岩侵入挤压，而使先期形成的两组节理裂隙发育成断裂，而印支期第二次侵入期后含矿热液充填于石英脉裂隙和石英角砾孔隙中，而该期断裂是重要成矿断裂。控制了1号矿体群，2号矿体群的分布。③成矿后期断裂：F3发育勘查区西南部二长花岗岩($\eta\gamma_5^1$)中，由探矿钻孔和施工水井控制，揭露岩性全为碎石状、细砂状细粒二长花岗岩。

3 勘查成果

该区共发现矿脉14条，而其中1号矿脉的1-1号脉及2号矿脉的2-1号脉规模最为可观，为勘查区主要矿体。

3.1 矿体地质特征

1-1号矿脉分布于二长花岗岩北东向断裂构造中。分布0-4勘探线间。走向 15° — 45° 断裂构造中，倾向南东，

倾角 45° - 22° 。地表由九个探槽控制, 间距14-26m, 控制长158m, 厚度1.20-1.50m, 平均1.30m。品位Cu 0.55-1.94%、Bi 0.53-0.71%、Ag 11.3-74.9g/t, 平均Cu 1.12%、Bi 0.62%、Ag 24.60g/t。

2-1号脉走向 340° , 倾向北东, 倾角 36° - 44° , 矿体形态呈脉状。分布于5-8号勘探线间, 为一隐伏矿脉由SJ2竖井穿脉发现并有穿沿脉控制长103m, 取样间距8-30m, 矿体延深, 由二个钻孔控制长70m, 距坑道段高60m。控制了矿脉斜深103m。

3.2 矿石质量

根据肉眼和镜下观察矿区各矿脉的矿物成分可分两种类型。一种是1号矿脉。2号矿脉为黄铜矿、辉铋矿石英脉型。

3.3 矿石结构、构造

矿区矿石以各种结晶粒状结构为主, 其次有交代结构、固溶体分离结构、包裹结构等。

矿区各矿脉构造特征基本相同, 以团块状、脉状、角砾状为主, 其次为块状、交代脉状构造。

3.4 矿石类型

地表见含孔雀石、蓝铜矿、褐铁矿石英脉为铜铋氧化矿, 氧化深度通过SJ1竖井样品物相分析, SJ1H101三个物相分析样, 铜氧化率26-10%, 10m以下为原生硫化物矿石, 混合矿不足1m。按矿物成分分为铜铋石英脉型矿石、铜石英脉型矿石和矽卡岩型铅锌矿、矽卡岩型铅矿石。矿石工业类型按化学成分分为脉状铜铋矿、铜矿石、铅锌矿、铅矿石。

(上接82页)

2.2.2 成矿时代

撒纳龙哇矿区ZK1601孔内安山岩锆石样品测定中, 对8个锆石点年龄数据进行了谐和图解的生成和加权平均年龄的计算, 其年龄为 $222.8 \pm 2.2\text{Ma}$, 与领区多彩铜铅锌矿床测得的含角砾英安岩锆石U-Pb年龄 $221 \pm 1\text{Ma}$ 年龄基本一致, 表明该区域内在晚三叠世发生过一次大规模的岩浆活动事件, 厘定矿床的形成年代为晚三叠世。

3 找矿标志

3.1 岩性标志

矿区出露的火山熔岩有英安玢岩、英安岩、安山岩、角砾熔岩、流纹岩。在矿区分布较广泛, 与火山碎屑岩交替分布。火山碎屑岩主要为英安质岩屑晶屑凝灰岩, 安山质岩屑晶屑凝灰岩, 熔结凝灰岩, 流纹质角砾凝灰岩。矿区内出露的沉积岩有灰岩, 白云岩、硅质岩、铁硅质岩和重晶石以及经变质作用后形成的变余细砂岩, 泥质板岩。白云岩、硅质岩、铁硅质岩和重晶石为化学沉积岩和热水沉积岩, 出露于矿体附近, 与成矿关系密切。重晶石岩、铁硅质岩、硅化黄铁矿化英安质凝灰岩、白云质灰岩为重要找矿岩性, 也是区内最直接、最明显的标志。

3.2 地球物理标志

该区激电效果较明显, 含矿岩性呈现低阻高极化特征, 通过电性标本含矿岩性比围岩值高出3-5倍, 含炭板岩比其余岩性值高出15-20倍, 同时由于块体效应, 激电异常特征显示为规模较大的低阻、高极化特征。因此, 低阻高极化异常区为找矿有利地段。

4 矿床成因及找矿线索

通过对矿区宏观、微观、物理、化学、岩矿等资料综合分析认为该矿床成因类型为中高温热液状铜铋矿床和矽卡岩型铅锌矿床。

热液脉状铜铋矿床产于二长花岗岩中, 严格受断裂控制, 矿脉形态以脉状为主, 与围岩界线清楚, 矿石交代构造不发育、结构构造显示了热液脉状充填的特点。印支期第二次侵入和燕山早期花岗岩侵入为矿床提供了物质来源和热力条件。

矽卡岩型铅锌矿床产于印支期侵入岩与泥盆系下统敖包亭浑迪组灰岩、钙质砂岩接触带形成外矽卡岩或在侵入岩中形成内矽卡岩, 而矽卡岩期只形成少量磁铁矿毒砂等。矽卡岩期后局部矽卡岩破碎呈砾状、角砾状又被后期方铅矿、闪锌矿、黄铜矿石英脉或碳酸盐脉充填胶结。从矿物组合显示中低温成矿特点。

伴随着矿脉的形成也显示了直接或间接找矿标志。地表的含孔雀石、蓝铜矿、褐铁矿、石英脉是铜铋氧化带直接找矿标志。褐铁矿化的硅化带也是铜铋矿直接找矿标志。蜂窝状褐铁矿、含褐铁矿矽卡岩是铅锌矿氧化带直接找矿标志, 矽卡岩也是铅锌矿直接找矿标志。激电异常与含矿石英脉及矽卡岩带走向一至是较好的间接找矿标志。■

参考文献

- [1] 杨林, 田晓燕, 唐凤英等. 内蒙古铜矿时空分布浅析[J]. 内蒙古科技与经济. 2005年第2卷第23期. 77-78.
- [2] 杨斌, 彭秀红, 倪师军等. 内蒙古莫若古铜矿地质特征及控矿因素初探[J]. 矿物学报. 2015年第2期. 10650-107.

从1:1万高精度磁异常特征看, 工作区内磁异常基本显示低缓正磁异常, 并且工作区东南端磁异常高值区与激电异常区、矿化带相吻合, 说明磁异常与矿化有密切关系, 因此, 磁异常高值区间接指示了找矿工作。

3.3 化探异常标志

元素套合好、分带性强、峰值高、浓集中心明显的Cu、Pb、Zn、Au、Ag综合异常, 是区内化探找矿标志。

3.4 蚀变和矿化标志

矿区围岩蚀变普遍发育, 是区域变质作用和热液对围岩进行选择交代的结果。绿泥石化、绿帘石化在整个矿区内广泛发育, 蚀变矿物含量变化不明显; 硅化、绢云母化在矿体两侧最为发育, 近矿围岩同时伴生黄铁矿化, 碳酸盐化仅在矿体上盘部分岩石中发育。强绢云母化、绿泥石化、高岭土化、硅化地段是本区以找Pb、Zn为主的多金属矿的重要标志。

矿石类型按矿物组成可分为铜矿石、铜铅锌矿石、铅锌矿石和氧化矿石等。矿物生成顺序: 黄铁矿—闪锌矿—黄铜矿—方铅矿—铜蓝—褐铁矿。蓝铜矿、孔雀石、褐铁矿、黄铁矿等的矿化组合是直接的找矿标志。

4 结语

综上所述, 撒纳龙哇铜多金属矿工作区内有色金属成矿与火山活动关系密切, 基于工作区火山熔岩及火山碎屑岩地层存在的多个喷发韵律, 并在间歇期有白云岩、重晶石岩、铁硅质岩等的沉积形成的盖层作用导致了VMS型矿床的产生。由此本次工作区工作结果来看, 该区具有良好的成矿地质条件, 成矿潜力较大。■