

内蒙古中部大黄花夕卡岩型铜多金属矿床特征

李 伟¹, 吴 桐¹, 刘 森¹, 崔天日¹, 陈井胜¹, 李 斌¹, 杨 帆¹, 刘世峰²

1. 中国地质调查局 沈阳地质调查中心, 辽宁 沈阳 110034; 2. 辽宁工程技术大学矿业学院, 辽宁 阜新 123000

摘 要: 大黄花铜多金属矿位于赤峰-朝阳金多金属成矿带南部, 矿化发生在燕山期正长花岗岩与石炭系酒局子组大理岩接触部位, 局部构成铜(铁)矿体。夕卡岩矿物主要为石榴石、透辉石、透闪石、绿帘石、绿泥石、角闪石及阳起石, 金属矿物有黄铜矿、辉铜矿、黝铜矿、斑铜矿、铜蓝及氧化次生矿物蓝铜矿、孔雀石、褐铁矿。围岩蚀变强烈, 呈现清晰的蚀变分带现象, 自接触带向外可分为较强的透闪石-阳起石化带, 较强的透闪石-透辉石化带, 弱蚀变的大理岩化带。金属元素组合特征明显, 为 Cu、Pb、Zn、Au、Ag 组合。该铜多金属矿的形成与正长花岗岩的侵入作用有关, 成矿时代为中侏罗世晚期, 与朝阳-赤峰地区金多金属矿成岩成矿时代一致。
关键词: 铜多金属矿床; 成矿时代; 夕卡岩型; 内蒙古

MINERALOGICAL CHARACTERISTICS OF DAHUANGHUA COPPER POLYMETALLIC DEPOSIT IN CERTRAL INNER MONGOLIA

LI Wei¹, WU Tong¹, LIU Miao¹, CUI Tian-ri¹, CHEN Jing-sheng¹, LI Bin¹, YANG Fan¹, LIU Shi-feng²

1. Shenyang Center of Geological Survey, CGS, Shenyang 110034, China;

2. Mining School of Liaoning Technical University, Fuxin 123000, Liaoning Province, China

Abstract: The Dahuanghua Cu-polymetallic deposit is located in the south of Chifeng-Chaoyang Au-polymetallic metallogenic belt. The mineralization is occurred in the contact between Yanshanian syenogranite and Carboniferous Jiujuzi marble with Cu/Fe orebodies formed locally. The skarn minerals are mainly composed of garnet, diopside, tremolite, epidote, chlorite, hornblende and actinolite; while the metal minerals include chalcopyrite, chalcocite, tetrahedrite, bornite, covellite and oxidized secondary minerals such as azurite, malachite and limonite. The wall rock alteration is intensive, presenting a clear zonation; strongly-altered tremolite-actinolite zone, strong tremolite-diopside alteration zone, and weakly-altered marble zone outwards from the contact zone. The metallic element association of Cu-Pb-Zn-Au-Ag is obvious. This Cu-polymetallic deposit was formed in the late period of Middle Jurassic and related to the intrusion of syenogranite, which is consistent with the diagenetic-metallogenic age of Au-polymetallic deposits in Chaoyang-Chifeng area.

Key words: Cu-polymetallic deposit; metallogenic age; skarn type; Inner Mongolia

内蒙古赤峰地区位于华北板块北缘, 岩浆-构造活动强烈, 是我国东北地区重要金铜多金属成矿带之

一. 处于造山带与地台的交界位置, 是成矿的较好地带. 前人对区内金矿研究程度较高, 发现的矿床主要

收稿日期: 2019-03-21; 修回日期: 2019-04-12. 编辑: 张哲.

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金项目“大兴安岭中段龙江盆地中侏罗统地层新研究”(41702032); 中国地质调查局项目“内蒙古 1:5 万乌日图呼布等四幅区域地质调查”(DD20160048-04).

作者简介: 李伟(1976—), 男, 教授级高级工程师, 从事数字化区域地质矿产调查研究工作, 通信地址 辽宁省沈阳市皇姑区黄河北大街 280 号, E-mail//57907017@qq.com

有金厂沟梁^[1-2]、烧锅营子^[3-4]、撰山子^[5]、二道沟^[6]等金矿床,而铜多金属矿发现数量少,规模小,成矿作用研究程度较低,特别是夕卡岩型的铜矿床研究程度更低.本文通过研究新发现的大黄花铜多金属矿床的矿化组合及夕卡岩矿物学特征,探讨成矿作用特征及成因,以为赤峰地区铜多金属矿的勘查提供借鉴.

1 成矿地质背景

1.1 地层

矿区地层主要为上石炭统酒局子组及上侏罗统张家口组.酒局子组主要为泥质粉砂岩、变质砂岩夹大理岩透镜体,岩石表面见角岩化、碳酸岩化.张家口组主要为浅灰色流纹质晶屑凝灰岩及流纹岩(图1).其中酒局子组又是区域上最重要的含矿围岩.

1.2 构造

矿区大地构造位置处于华北板块与西伯利亚板块拼合部位的兴蒙造山带上,成矿带属于赤峰-朝阳金成矿带东部的次级成矿带——努鲁儿虎成矿带的中部.

赤峰-开原深大断裂带通过矿区,其独特的构造位置决定了本区具有很好的成矿潜力^[7].不同时代的构造叠加作用强烈,北东向断裂是矿区内主要的控矿构造,控制了矿区内矿化带(蚀变带)的分布方向,大部分的物化探异常赋存在断裂带附近及断裂构造交汇部位.同时北西向断裂又是矿区内最好的容矿构造.

1.3 岩浆岩

矿区出露的侵入岩主要为中侏罗世中粒正长花岗岩,出露面积小,呈不规则状.在稀土元素球粒陨石标准化配分图解上可以看出,该岩体具有明显的“四分组效应”,具“四分组效应”的花岗岩经常与区内大规模成矿作用关系密切^[8].区域上,古生代地层与燕山期侵入岩之间接触带附近的蚀变带是成矿的最有利部位,也是明显的找矿标志.

研究区内中生代火山活动频繁,中生代主要发育有侏罗-白垩系基性-酸性火山岩建造^[9].火山热液活动是引起矿化及蚀变异常的主导因素,火山构造和火山断裂提供了后期矿液运移的通道及矿体赋存空间.

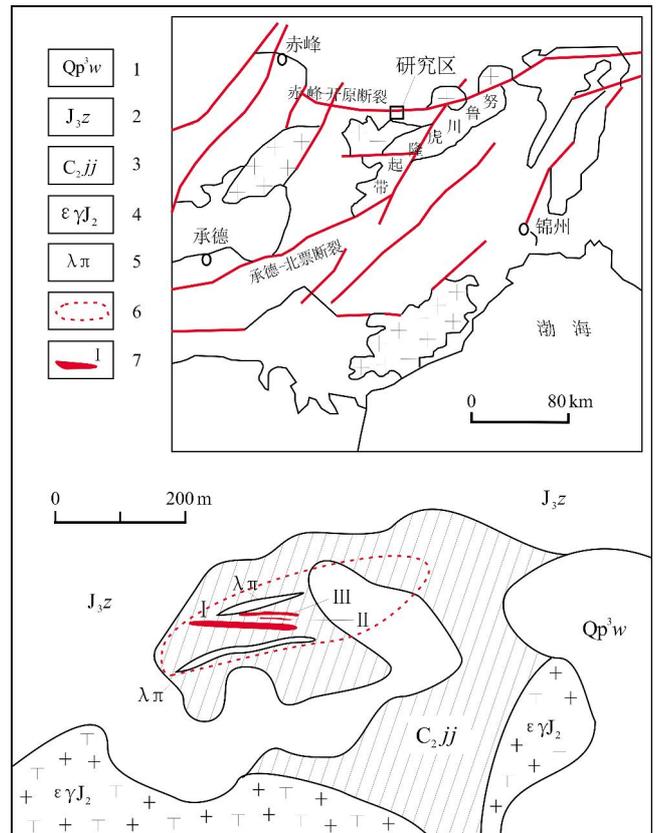


图1 大黄花地区铜多金属矿地质简图

Fig. 1 Geological sketch map of the Cu-polymetallic deposit in Dahuanghua area

1—乌尔吉组(Wuerji fm.); 2—张家口组(Zhangjiakou fm.); 3—酒局子组(Jiujuzi fm.); 4—正长花岗岩(syenogranite); 5—流纹斑岩脉(rhyolite porphyry dyke); 6—蚀变带(alteration zone); 7—主要矿体及编号(main orebody and number)

2 矿床地质特征

2.1 矿体特征

矿区内圈定3条铜多金属矿体,其中I号矿体宽度达8 m,延伸长度200 m以上,从矿石品位来看,该矿体为富矿体;II号矿体宽度达3 m,延伸长度不详,矿石品位显示,该矿体为贫矿体;III号矿体的宽度达9 m,延伸长度在100 m以上,矿石品位为富矿体.矿体走向近东西向,倾角较陡,表现出受控于近东西向的多条破碎带,破碎带主要由断层角砾岩组成,断层面产状 $260^{\circ} \angle 65^{\circ}$.矿体两侧发育近东西向2条流纹斑岩脉,接触面产状 $225^{\circ} \angle 60^{\circ}$.按主要有用金属矿物种类可将矿体划分为:I号含铜铅矿体,II号含铜铅矿体,III号含铜矿体.3条矿体在空间分布上均与夕卡岩

化带有密切关系,各矿体均分布于夕卡岩化带中。

2.2 元素组合特征

矿区夕卡岩型矿床为 Cu、Pb、Zn、Au、Ag 多金属矿床,常伴随 As、W、B 等有益元素,但不同矿床的主要金属组合有所差异^[10]:有的组合以 Cu、Pb、Zn、Ag 为主(如 I 号),有的组合则以 Cu、Fe、Zn 兼有(如 II 号),还有的组合以 Cu、Pb、Ag 为主(如 III 号)。夕卡岩型铜多金属矿化与中侏罗世中粒正长花岗岩关系密切,常产于中酸性岩体与含碳酸盐岩地层的内接触带及外接触带部位,故又可分为内接触带夕卡岩亚型和外接触带夕卡岩亚型^[11]。该类型矿床通常金属元素种类较多,成矿元素组合复杂,成矿元素的组合通常随成矿的部位和深度变化而变化,与被交代的围岩岩性有关。如 I 号矿体成矿元素组合为 Cu-Pb-Zn-Ag,其被交代的围岩主要为酒局子组变泥质粉砂岩,与区域东部烧锅地铜多金属矿床围岩岩性和元素组合相同;II 号矿体成矿元素组合为 Cu-Fe-Zn,其被交代围岩为酒局子组碳酸盐化的砂岩夹透镜体状的大理岩,铅锌铜等成矿物质正好来源于大理岩;而 III 号矿体成矿元素组合为 Cu-Pb-Ag,推测与其南部的花岗岩体有关。夕卡岩矿体多呈透镜体、脉状等产于侵入体接触带或外接触带碳酸盐围岩的层间构造面中,常见有砂岩等碎屑岩夹层,这对控矿十分有利。部分以铜矿为主的矿体可以产于内接触带蚀变花岗斑岩中,伴有钾化、硅化、绢英岩化等蚀变现象,构成斑岩型铜矿(化)体^[12]。

2.3 矿石组合特征

大黄花夕卡岩型铜多金属矿床的矿物种类繁多,且呈不同的矿物组合产出,在空间上具有一定的分带性。矿床矿石品位高,矿石主要为粒状变晶结构及致密块状构造,并发育交代结构、网脉状充填构造。被交代蚀变充填矿物主要为透辉石、石榴石、透闪石、绿帘石、绿泥石、绢云母、阳起石及方解石。与夕卡岩分带性相对应,金属矿化也有分带性。金属矿物有黄铜矿、辉铜矿、黝铜矿、斑铜矿、铜蓝及氧化次生矿物蓝铜矿、孔雀石、褐铁矿,呈不规则粒状。其中黄铜矿最大可达 1.6 mm,含量约 1%;辉铜矿最大粒度可达 0.4 mm,含量约 4%;黝铜矿最大粒度 0.4 mm,含量约 3%;斑铜矿最大粒度 0.4 mm,含量约 3%;铜蓝最大粒度 0.1 mm,微量。在黝铜矿颗粒之间偶见有自然铜分布,含量极低(图 2)。

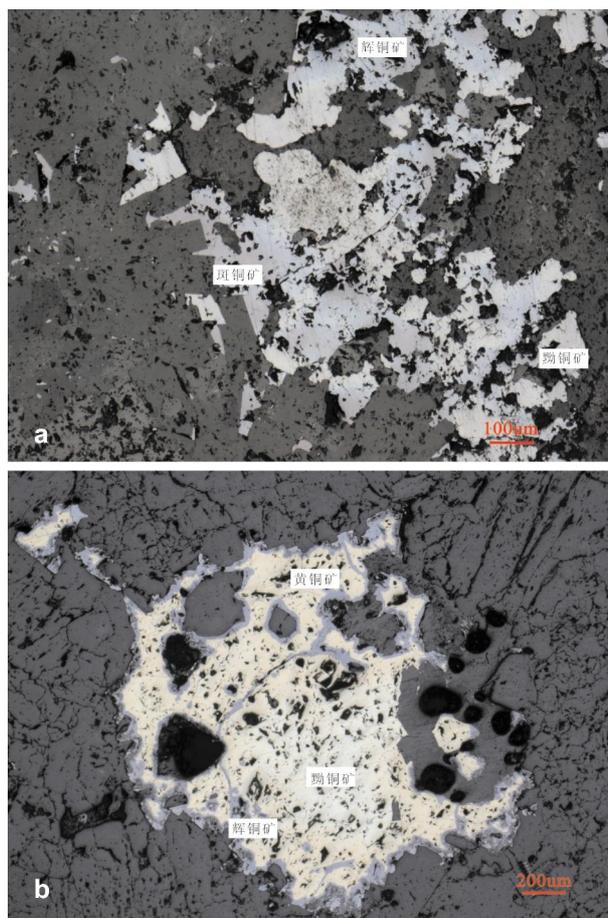


图 2 夕卡岩铜多金属矿石显微照片

Fig. 2 Microphotographs of skarn-type Cu-polymetallic ores
a—辉铜矿、黝铜矿及斑铜矿呈不规则粒状或浸染状 10×10 (-)
(chalcocite, tetrahedrite and bornite in irregular grains or dissemination);
b—辉铜矿、黝铜矿及黄铜矿呈不规则粒状 10×10 (-) (chalcocite,
tetrahedrite and chalcopyrite in irregular grains)

2.4 围岩蚀变

矿化蚀变发生在张家口组与酒局子组地层接触带及酒局子组地层与正长花岗岩外接触带北侧,形成夕卡岩蚀变带,长约 1 km,宽 100~200 m,北东走向。该蚀变带具有明显的分带性,内外构造及交代作用的强度也具有明显的变化,带内有多条近东西方向展布的破碎带,直接制约着矿体的展布方向。矿体位于蚀变带中部,距离接触面 120 m 左右。

与夕卡岩矿物的分带性相吻合,大黄花夕卡岩型铜多金属矿的围岩蚀变也具有分带性,且强弱蚀变带之间均有明显的界线,围岩为泥质粉砂岩、变质砂岩、角岩等。自接触带向外可分为较强的透闪石-阳起石化带,较强的透闪石-透辉石化带,弱蚀变的大理岩化

带. 夕卡岩矿物组合依次表现为:由透闪石-阳起石夕卡岩向外渐变为阳起石-透闪石-绿帘石夕卡岩、绿帘石-透闪石-透辉石夕卡岩、绿帘石-绿泥石夕卡岩.

该成矿作用引起的蚀变主要是角闪岩化及夕卡岩化,各类角闪岩化与夕卡岩化之间为渐变的交代关系,且在夕卡岩化带中偶见有透闪石角岩的残留体.角闪岩化主要发育在矿区正长花岗岩与围岩的外接触带上.

3 夕卡岩矿物及特征

夕卡岩矿物成分能够提供关于夕卡岩和成矿环境的重要信息^[13-14]. 矿区内主要的夕卡岩矿物为石榴石、透辉石、透闪石、绿帘石、绿泥石、角闪石及阳起石.

1)石榴石:是大黄花夕卡岩型铜多金属矿床中主要夕卡岩矿物之一,与透闪石、透辉石共生或组成单矿物夕卡岩.矿物呈粒状结构,粒径一般 0.05~0.2 mm 不等.从镜下观察可见石榴石被另一夕卡岩矿物(如绿帘石或阳起石)、石英及方解石等交代或者被后期流体作用而发生绢云母化和黏土化现象.

2)透辉石:也是大黄花夕卡岩型铜多金属矿床的主要组成矿物之一,偶尔还与符山石共生,有时伴有黄铜矿化和黄铁矿化.镜下观察见大多呈细粒状或短柱状(粒径 0.1~0.6 mm)集合体.

3)透闪石:也是该夕卡岩的主要组成矿物之一,可见黄铁矿化和黄铜矿化.镜下观察见大多呈细粒状(粒径 0.1~0.4 mm)集合体.

4)绿帘石:是大黄花铜多金属矿床夕卡岩的主要组成矿物之一,仅伴生石英,矿物粒径 0.3~1 mm,为柱状集合体.

5)绿泥石:在大黄花铜多金属矿床夕卡岩中呈颗粒集合体集中产出.在正交偏光镜下干涉色为一级灰色,在单偏光下见绿泥石呈浅绿色,有弱多色性.粒径 0.2~0.7 mm.

6)角闪石:大黄花铜多金属矿床夕卡岩中经常出现的矿物之一,一般呈长柱状集合体,经常发生蚀变,在镜下有发生绿泥石化和强碳酸盐化的现象.

7)阳起石:出现在大黄花铜多金属矿床夕卡岩中,常伴生石英.矿物粒径约 0.1~0.7 mm,呈短柱状集合体.

4 讨论

4.1 成矿阶段与成矿时代

据野外宏观和镜下光、薄片观察矿石标本的网脉交代和穿插关系,认为大黄花夕卡岩型铜多金属矿成矿阶段可划分为角岩化、夕卡岩化高温热液成矿期、铅铜高中温热液成矿期.矿物生成顺序为透辉石—石榴石—绿帘石—透闪石—绢云母—方解石—黄铁矿—黄铜矿—斑铜矿—绿泥石—褐铁矿—孔雀石—铜蓝.

夕卡岩型矿床形成通常与岩体侵位带来的热液活动密切相关,其成矿时代大致与岩体侵位时代相同.为确定矿区内岩浆作用时限,李斌等人在矿区分别采集了张家口组流纹岩和正长花岗岩样品,通过锆石 U-Pb 年龄测试结果得出正长花岗岩的锆石生长呈环带发育, Th/U 比值大于 0.4,表明其为岩浆成因锆石, 162.6±1.9 Ma 代表大黄花正长花岗岩的形成年龄,其形成时代为中侏罗世晚期^[15],而张家口组流纹岩年龄为 160.8 Ma,二者成岩时代基本一致,这表明大黄花铜多金属矿床的形成与中侏罗世岩浆作用密切相关.矿化时间上与各自区内最晚一次花岗质岩浆作用同时或稍晚^[16-18].因此认为大黄花夕卡岩型铜多金属矿床的成矿时代应稍晚于中侏罗世,与朝阳-赤峰地区金矿成矿时代的中期(160 Ma)^[19]基本一致,说明中侏罗世后期也是成矿带内铜的重要成矿期.

4.2 矿床成因探讨

夕卡岩是该区主要的赋矿岩石,其成因对矿床成因的研究有着至关重要的作用.正长花岗岩的侵入是大黄花铜多金属矿形成的动因.在燕山期太平洋板块俯冲作用下,出现剧烈的构造运动,随后大量岩浆侵入,使地壳物质活化,携带 Cu、Pb、Zn、Au、Ag 等成矿元素的岩浆不断上侵,然后形成大量的岩浆热液.最后在岩浆热液侵入接触变质作用下,出现了各种大理岩化和角岩化的产物,后发生交代-矿化作用,形成夕卡岩.在热液运移阶段大量矿化作用下,各种金属元素在氧化条件下形成的碳酸盐矿物及硫化物,如孔雀石、铜蓝、蓝铜矿、褐铁矿等不断富集,随着成矿热液受近东西向的构造挤压沿裂隙运移,当运移到地壳浅部时,受后期伸展环境引起的张性断裂影响,开始出现大量金属矿物沉淀,最终形成铜多金属矿体.

5 结论

大黄花夕卡岩型铜多金属矿床围岩蚀变强烈,具有分带性,且强弱蚀变带之间均有明显的界线,自接触带向外可分为较强的透闪石-阳起石化带,较强的透闪石-透辉石化带,弱蚀变的大理岩化带. 金属元素组合特征明显,为 Cu、Pb、Zn、Au、Ag 组合.

大黄花铜多金属矿床的夕卡岩矿物成分主要由石榴石、透辉石、透闪石、绿帘石、绿泥石、角闪石及阳起石组成,且不同的成分的夕卡岩指示着成矿环境等重要信息. 黄花铜多金属矿的形成与正长花岗岩的侵入作用有关,矿床成因类型为夕卡岩型.

大黄花铜多金属矿床成矿时代为中侏罗世晚期,与朝阳-赤峰地区金多金属矿成岩成矿时代一致.

参考文献:

- [1]牛树银,王宝德,张建珍,等. 内蒙古金厂沟梁金矿的构造特征及深部找矿预测[J]. 大地构造与成矿学,2011,35(3):348-354.
- [2]宋维民,邢德和,郭胜哲,等. 内蒙古金厂沟梁西对面沟岩体岩石地球化学特征及意义[J]. 地质与资源,2009,18(2):134-139.
- [3]郑超,王建国,赵纯福,等. 建平烧锅营子金矿区矿化地质特征及找矿标志[J]. 沈阳黄金学院学报,1995,14(2):101-109.
- [4]李鹏飞. 烧锅营子金矿区构造控矿规律与成矿预测[D]. 沈阳:东北大学,2009.
- [5]李秀琴,杨吉. 内蒙撰山子金矿赋存规律及成矿预测[J]. 长春科技大学学报,1998:30(1):32-35.
- [6]庞奖励,裴榆卓. 辽宁二道沟金矿床成矿地球化学条件研究[J]. 地质地球化学,1996,30(4):25-29.
- [7]王时麒,孙承志. 内蒙古赤峰地区金矿地质[M]. 呼和浩特:内蒙古人民出版社,1994:375.
- [8]吴福元,李献华,杨进辉,等. 花岗岩成因研究的若干问题[J]. 岩石学报,2007,23(6):1217-1238.
- [9]邵积东,王守光,赵文涛,等. 大兴安岭地区成矿地质特征及找矿前景分析[J]. 地质与资源,2007,16(4):252-256.
- [10]丰成友,赵一鸣,李大新,等. 青海西部祁漫塔格地区夕卡岩型铁铜多金属矿床的夕卡岩类型和矿物学特征[J]. 地质学报,2011,85(7):1108-1115.
- [11]丰成友,李东生,吴正寿,等. 东昆仑祁漫塔格成矿带矿床类型、时空分布及多金属成矿作用[J]. 西北地质,2010,43(4):10-17.
- [12]王松,丰成友,李世金,等. 青海祁漫塔格卡尔却卡铜多金属矿区花岗岩闪长岩锆石 SHRIMP U-Pb 测年及其地质意义[J]. 中国地质,2009,36(1):74-84.
- [13]Einaudi M T, Meinert L D, Newberry R J. Skarn deposits [J]. Economic Geology,1981,75:317-391.
- [14]刘晓菲,袁顺达,吴胜华,等. 湖南金船塘锡铋矿床矿物化学特征及其地质意义[J]. 中国地质,2012,39(6):1759-1777.
- [15]李斌,陈井胜,张建伟,等. 内蒙古敖汉旗大黄花正长花岗岩锆石 U-Pb 年代学及地球化学特征[J]. 地质与资源,2016,25(2):113-120.
- [16]阎志军,阴翠珍,孙洪礼,等. 撰山子金矿田燕山期花岗岩特征及其与金矿的关系[J]. 黄金,1997,18(2):8-15.
- [17]苗来成,范蔚茗,翟明国,等. 金厂沟梁-二道沟金矿田内花岗岩类侵入体锆石的离子探针 U-Pb 年代学及意义[J]. 岩石学报,2003,19(1):71-80.
- [18]孙珍军. 华北克拉通北缘赤峰-朝阳地区金矿成矿作用研究[D]. 长春:吉林大学,2013.
- [19]陈井胜,彭艳东,刘森,等. 辽西建平烧锅营子金矿花岗岩的锆石 U-Pb 年代学、地球化学特征及地质意义[J]. 中国地质,2016,43(1):395-409.