

文章编号: 0258-7106(2014)04-0847-10

内蒙古赤峰市双尖子山银多金属矿床的基本特征^{*}

匡永生^{1,2}, 郑广瑞³, 卢民杰^{1*}, 刘艳林³, 张少杰³, 李泮洋³, 程文景¹

(1 中国地质科学院地质研究所, 北京 100037; 2 首钢地质勘查院, 北京 100144; 3 赤峰天通地质勘查有限公司, 内蒙古 赤峰 024000)

摘 要 赤峰双尖子山矿床是近年在大兴安岭南段新发现的一处超大型银多金属矿床, 其规模很可能刷新中国银矿规模的记录。文章对该矿床的基本地质特征进行了初步研究, 表明银多金属矿化主要分布在中二叠统大石寨组的泥质、粉砂质板岩中, 呈脉状、细脉浸染状产出, 矿脉成群分布, 构成长大于 2000 m、宽大于 1500 m 的矿脉群。矿化与燕山期花岗岩、闪长玢岩、隐爆角砾岩、大石寨组上覆侏罗系地层的底砾岩具有密切的时空分布关系。根据矿床产出环境及矿化和热液蚀变等特征的初步研究, 认为该矿床为多期次成矿叠加形成的中低温岩浆热液矿床。

关键词 地质学; 超大型银多金属矿; 多期次成矿叠加; 中低温岩浆热液矿床; 双尖子山; 大兴安岭南段

中图分类号: P618.52

文献标志码: A

Basic characteristics of Shuangjianzishan silver polymetallic deposit in Chifeng City, Inner Mongolia

KUANG YongSheng^{1,2}, ZHENG GuangRui³, LU MinJie¹, LIU YanLin³, ZHANG ShaoJie³,
LI RuiYang³ and CHENG WenJing¹

(1 Institute of Geology, CAGS, Beijing 100037, China; 2 Shougang Geological Exploration Institute, Beijing 100144, China; 3 Tiantong Geological Survey Co., Ltd., Chifeng 024000, Inner Mongolia, China)

Abstract

The Shuangjianzishan silver polymetallic deposit in southern Da Hinggan Mountains is a superlarge deposit which is expected to exceed the record of the silver deposit with the largest silver reserves ever discovered in China. The silver mineralization, occurring as veinlets, veins and stockworks, is dominantly distributed in the siltstone and mudstone of the Middle Permian Dashizhai Formation. They constitute an ore vein group, ~2 km in length and ~1.5 km in width. The ore-forming process is spatially and temporally associated with Yanshannian granites, diorite porphyrite, cryptoexplosive brecciated rocks and basal conglomerates in Dashizhai Formation. According to the characteristics of ore geology and hydrothermal alteration, the authors infer that the Shuangjianzishan deposit was formed at several stages, and belongs to the middle-low temperature magmatic hydrothermal-type deposit.

Key words: geology, superlarge silver polymetallic deposit, superimposed mineralization, middle-low temperature magmatic hydrothermal deposit, Shuangjianzishan, southern Da Hinggan Mountains

^{*} 本文得到中国地质调查局国土资源大调查项目“深部地质调查与三维地质填图成果集成与信息平台建设(编号: 1212011140047)”和中国地质科学院地质研究所基本业务费项目“华北东部晚中生代、新生代火山岩对华北岩石圈演化的制约(J1329)”联合资助

第一作者简介 匡永生, 男, 1973年生, 在站博士后, 岩石学、矿物学、矿床学专业, Email: kuangyongsheng@163.com

^{**} 通讯作者 卢民杰, 男, 1955年生, 博士, 岩石学专业。

收稿日期 2013-11-05; 改回日期 2014-07-20。张锦玲编辑。

双尖子山银多金属矿床是近年来在大兴安岭地区新发现的以银为主的超大型矿床之一,位于内蒙古自治区赤峰市巴林左旗北部,地理坐标为东经 $119^{\circ}03'30'' \sim 119^{\circ}10'00''$, 北纬 $44^{\circ}29'30'' \sim 44^{\circ}31'30''$ (图1), 大地构造位置属于天山-蒙古-兴安造山带东部、大兴安岭中南段巴林左旗的北部, 是中亚成矿域和大兴安岭银矿化集中区的重要组成部分(韩仲文等, 1989)。根据赤峰天通地质勘查有限公司 2013 年 10 月提交的《内蒙古自治区巴林左旗双尖子山矿区银铅矿勘探报告》, 该矿床 $(121b) + (122b) + (333)$ 类矿石量达到 $12\,845.43 \times 10^4$ t, 银金属量 21 665.17 t, 银平均品位(质量分数)为 128.53 g/t。双尖子山银多金属矿床及外围的区域地质调查和找矿勘查工作始于 1985 年, 内蒙古第二区域地质调查队在开展 1:5 万乌尔吉幅(L-50-131-C)区域地质矿产调查工作过程中, 在本区发现了多处矿点、矿化

点, 并做了初步踏勘。1990 年 6 月, 内蒙古第三地质大队在乃林坝-富山地区开展多金属矿普查时, 曾对该区进行了资源远景评价。从 2007 年起, 赤峰天通地质勘查有限公司在该区开展了综合性地质找矿勘查工作, 在 2013 年勘查评价中发现矿(化)体 46 条, 对其中的 21 条矿体估算了资源储量(孙奎文等, 2013)。目前双尖子山矿床已经成为超大型银多金属矿床, 随着勘探规模的进一步扩大, 矿床的规模有望进一步扩大, 因此, 了解双尖子山银多金属矿床的基本特征, 总结其成矿规律, 对该地区的找矿工作具有重要意义。

1 成矿地质背景

从大地构造环境上看, 大兴安岭南段位于兴蒙造山带的东段。该区在前中生代期间受到西伯利亚

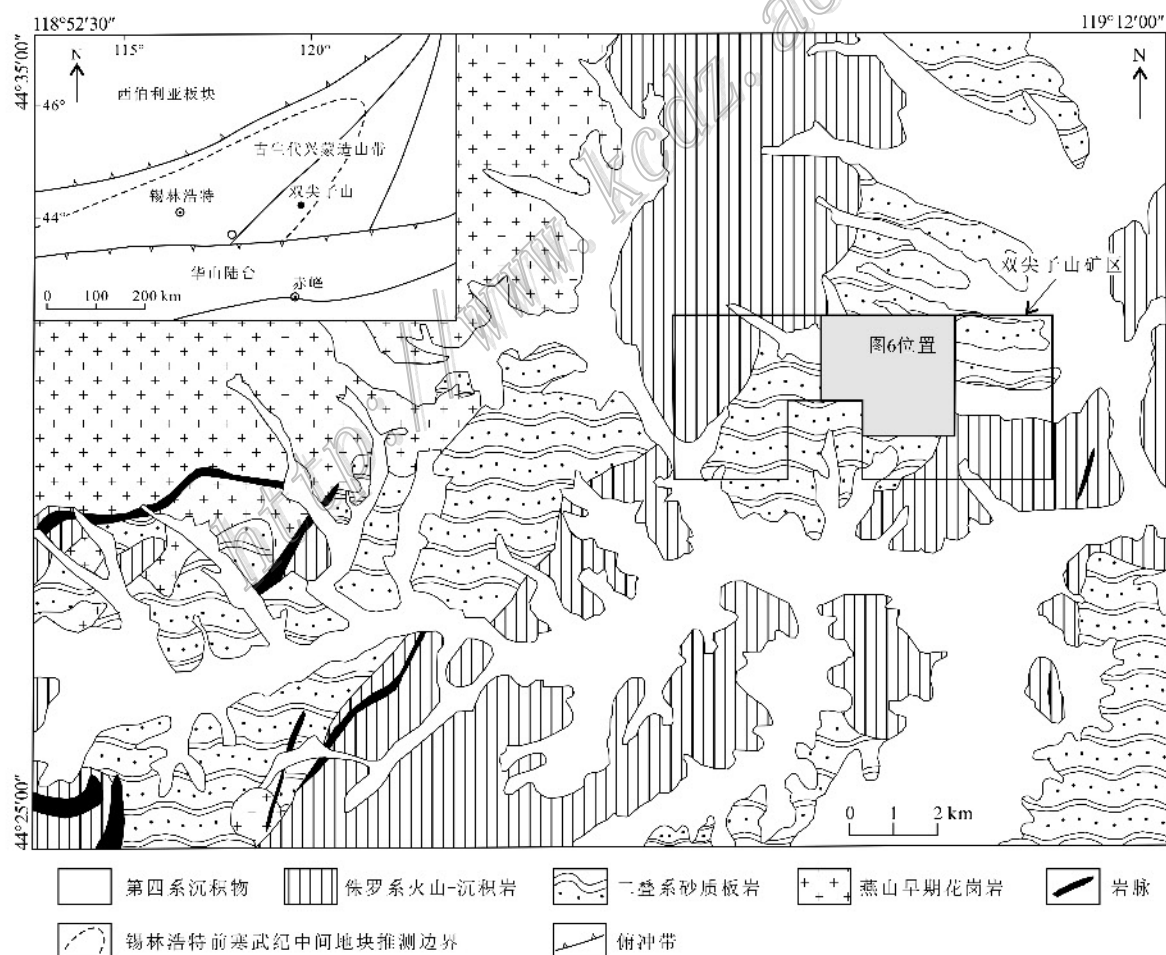


图 1 赤峰双尖子山银多金属矿区地质简图(据赤峰天通地质勘查有限公司, 2010 修改)

Fig. 1 Simplified geological map of the Shuangjianshan Ag-polymetallic deposit (modified after Tiantong Geological Survey Co., Ltd., 2010)

板块与华北板块俯冲碰撞拼接构造体系的控制,其后受到蒙古-鄂霍茨克构造体系和环太平洋构造体系的改造,并在中生代晚期经历了明显的由挤压构造体系向伸展构造体系的转换过程(韩仲文等,1989)。在该构造演化历史之下,区域内构造、岩浆活动强烈,金属成矿作用发育。区域内出露的地层主要有古元古界和新元古界、下寒武统变质岩、二叠系砂质板岩和侏罗系火山-沉积岩。其中,古元古界和新元古界变质岩主要为片麻岩类、混合岩类、大理岩、变质砂岩及变质中基性火山岩;石炭系岩性主要为生物碎屑灰岩、砂岩、页岩和板岩;侏罗系主要为流纹岩、凝灰熔岩和英安岩。区内的侵入岩分布广泛,主要有海西晚期石英闪长岩株、燕山早期黑云母二长花岗岩基和燕山晚期浅成酸性侵入体。区域内断裂构造发育,并明显受区域大地构造格局控制。其中主要断裂呈北东向,控制主要岩体的展布方向,而后期叠加的次级断裂主要呈北西-北东东向及北北东向,为多金属矿床提供了良好的赋矿空间。

2 矿区地质

矿区出露地层主要有:中二叠统大石寨组(P_2d)蚀变安山岩、蚀变安山质凝灰岩夹深灰色粉砂质板岩;中侏罗统新民组(J_{2x})凝灰质砂砾岩、砂砾岩、流纹质角砾凝灰岩等;上侏罗统满克头鄂博组(J_{3m})凝灰质砂岩、流纹质角砾凝灰岩等及第四系全新统(Q_h)冲积物。

在地表出露的岩浆岩仅有闪长玢岩脉、流纹斑岩脉,而花岗岩体隐伏在矿区中部。闪长玢岩脉呈北东向及北西向出露在矿区西部,在东部则为隐伏状,由钻孔和平巷控制。闪长玢岩呈绿灰色,斑状结构,块状构造,斑晶成分以斜长石为主,局部可见少量角闪石分布岩石中,含有浸染状黄铁矿、闪锌矿及星散状方铅矿;流纹斑岩脉出露在矿区东部,总体走向 50° 左右,宽 $30\sim 110$ m,长约 800 m,岩石呈斑状结构,块状构造,斑晶成分以石英、钾长石为主,基质为隐晶质。经钻孔 ZK12-37 揭露证实,肉红色细粒花岗岩体分布在矿区中部,为隐伏岩体。

断裂构造在矿区内十分发育,主要有北西向、北东向及近南北向断裂。北西向断裂带发育在下二叠统大石寨组内,走向 $300\sim 310^\circ$,倾向北东,倾角 $55\sim 65^\circ$,局部较陡,可达 70° 左右,宽 $500\sim 800$ m,长大于 5000 m,东部延出区外,西部被上侏罗统满克头鄂博

组覆盖。受构造作用影响,岩石具有较强的糜棱岩化及韧性变形,岩石具条带状构造,发育糜棱面理及构造透镜体(图2)。糜棱面理及构造透镜体定向排列、平行分布。石英细脉及黄铁矿细脉沿糜棱面理及构造裂隙贯入并有闪长玢岩脉穿插。双尖子山矿床外貌及勘探竖井见图2a、b。据岩芯资料显示,该糜棱岩带被中侏罗统新民组所覆盖。据此判断该构造带的形成时代晚于二叠纪,早于中侏罗世,初步推断其形成时代为中生代早期。该构造带为区内的主要控矿容矿构造,银铅矿(化)体主要受该断裂构造带的控制。北东向断裂构造带:北东向断裂构造在区内较为发育,展布方向一般为 $30\sim 50^\circ$,总体倾向南东,倾角 60° 左右。宽度一般 $1\sim 8$ m,长 $50\sim 300$ m。断层内岩石碎裂较强,构造角砾略具定向排列,发育构造透镜体,显示压扭性特征。矿区内的闪长玢岩脉沿北东向断裂构造带贯入,多呈北东向展布。近南北向构造,发育在矿区东部,断裂构造通过部位地貌显示为一条呈近南北向展布的洼地及沟谷;1:1万物探激电中梯异常图上显示其为近南北向展布的低阻、低极化带。

3 矿床地质

根据矿体分布情况将矿体划分为2个矿段,即西矿段(双尖子山矿段)和东矿段(兴隆山矿段),彼此相距 4.7 km。其中双尖子山矿段矿体规模较小,工作程度较低;兴隆山矿段矿体规模大、矿化较强,工程控制程度高。根据矿脉展布方向和成矿顺序划分为:受北西向韧性剪切带控制的银多金属矿脉群(带);沿双尖子山破火山机构外围环状、放射状断裂充填的北北东向和北西向银多金属矿体。

3.1 矿体分布特征

(1)北西向银多金属矿脉群(带):分布于矿区中东部,发育在北西向韧性剪切带中图2f、g,围岩为大石寨组黑色、深灰色板岩、粉砂质板岩。矿脉群(带)总体走向 $300\sim 310^\circ$,倾向南西,倾角 $50\sim 65^\circ$,控制长度大于 2000 m,宽大于 1200 m。在带内,通过钻探及井巷工程圈定的100多条银多金属矿体呈平行、密集分布(图3)。矿体可以分为银铅锌多金属矿体和银铜多金属矿体。银铅锌多金属矿体呈脉状、透镜状,单脉长 $100\sim 800$ m,厚度一般 $1\sim 10$ m,最大厚度大于 100 m。金属矿物以黄铁矿、闪锌矿为主,方铅矿含量较低。金属硫化物呈浸染状



图 2 赤峰双尖子山矿区及矿石照片

a. 勘探初期矿区的零星露头; b. 荒原上竖起的竖井井架; c. 坑道内的石英-硫化物脉状矿脉; d. 石英-硫化物脉状矿石; e. 细脉浸染状矿石; f. 韧性剪切带特征; g. 韧性剪切带内充填的矿脉; h. 大石寨组与上覆地层间的底砾岩中发现的含矿砾石(大石寨组组分特征明显)

Fig. 2 Representative field photo and ores from the Shuangjianshan deposit

a. Scattered outcrops in the study area; b. Shaft headframe; c. Quartz-sulfide veins; d. Quartz-sulfide vein-like ore; e. Veinlet-disseminated ore; f. Ductile shear zone; g. Ore veins in a ductile shear zone; h. Ore-bearing gravels in the conglomerate between Dashizhai Formation and overlying strata

和细网脉状分布(图 2c), 矿体平均品位(质量分数, 下同): Ag 98 g/t, Zn 1.6%, Pb 0.6%。银铜多金属矿体发育在韧性剪切带的上盘, 控制长大于 300 m, 厚度 0.6~2.8 m。矿石矿物为黄铜矿、闪锌矿、黄铁矿及少量方铅矿。矿体平均品位: Cu 0.65%, Ag 263.45 g/t, Zn 2.15%, Pb 0.86%。

(2) 北北东向矿体: 分布在矿区中东部, 井巷工程控制显示, 有 4~5 条矿体平行分布。总体走向 20~30°, 倾向北西, 倾角大于 65°, 厚度 2~6 m, 控制长度大于 600 m。矿化蚀变以绿泥石化、硅化为主, 后期有石英脉贯入。金属矿物为闪锌矿、方铅矿、黄铁矿等, 多呈脉状产出(图 2d)。矿体平均品位: Ag >

400 g/t, Zn 2.5%, Pb 3.2%。

(3) 北西向矿体: 总体走向 310°左右, 厚度 3~15 m, 控制长度大于 400 m(图 3)。矿化蚀变为绿泥石化、硅化, 后期有叶腊石化、高岭石化。金属矿物以闪锌矿、方铅矿为主, 黄铁矿次之。金属硫化物呈不规则细脉状和浸染状分布(图 2e、f)。矿体平均品位: Ag 一般在 400 g/t 左右, 最高 10 000 g/t; Zn 2.8%; Pb 4.3%。

3.2 蚀变类型

矿区的主要蚀变有硅化、绿泥石化、黄铁矿化和碳酸盐化。绿泥石化: 本区的主要蚀变类型之一, 分布范围很广。绿泥石呈深绿色或墨绿色, 鳞片状集

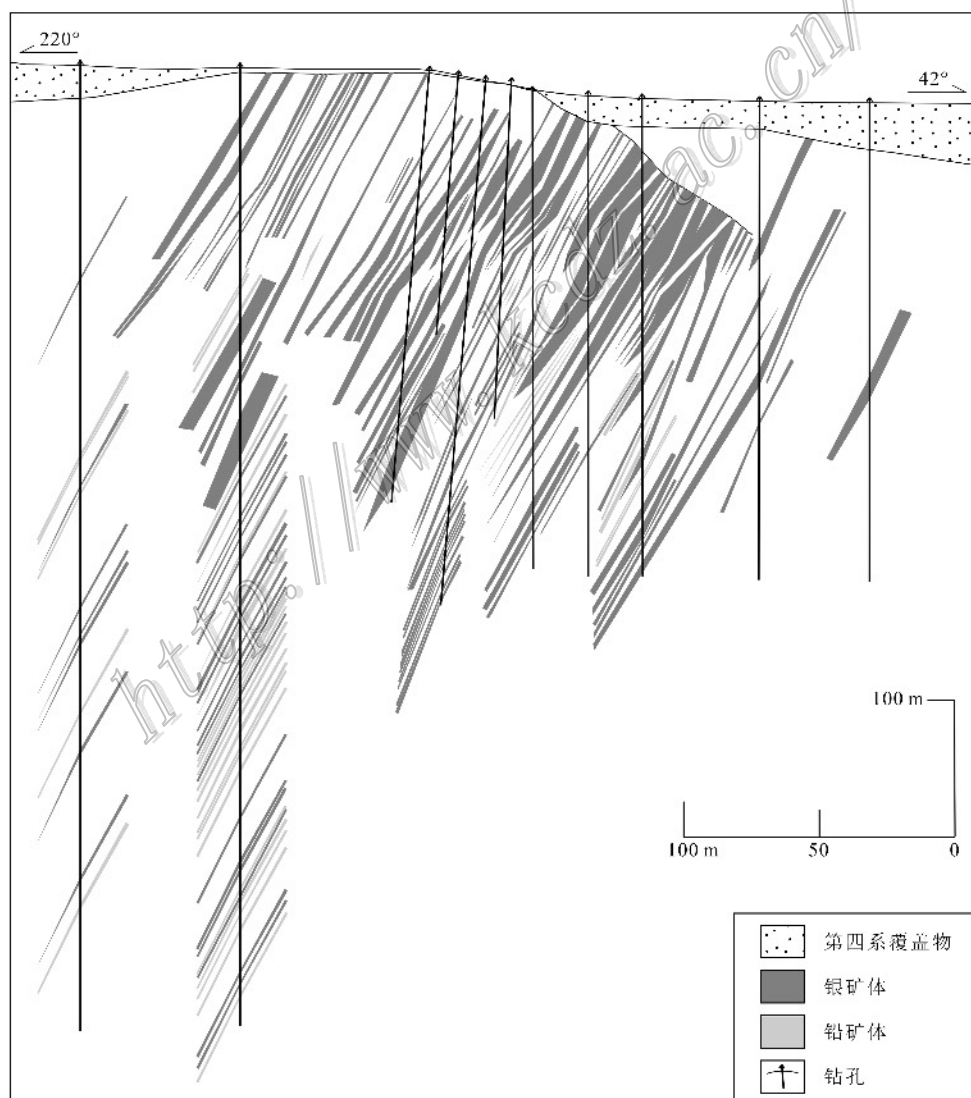


图 3 赤峰双尖子山银多金属矿区 3 号勘探线剖面图(据孙奎文等, 2013 修改)

Fig. 3 Geological section along No. 3 exploration line of the Shuangjianshan Ag-polymetallic deposit (modified after Sun et al., 2010)

合体,粒度 $0.2\text{ mm}\times 0.5\text{ mm}$ 。黄铁矿化: 主要分布在矿体的周围,范围很广,蚀变形式多样,晶形完整或不完整,颗粒有大有小。碳酸盐化: 常以脉状和片状产出,充填在岩石裂隙中,在矿体的裂隙中常常看到有白色的钟乳液流出。蚀变可分为以下几个阶段: ① 硅化-绿泥石化阶段,属最早的围岩蚀变,石英呈脉状在岩体裂隙中充填,绿泥石普遍交代岩体中的长石类矿物以及暗色矿物; ② 硅化-碳酸盐化阶段,表现为方解石、石英交织共生在一起。在破碎带的两侧交代围岩,使原岩组分、结构、构造改变,局部石英集中成团块,使原岩组分基本消失; ③ 黄铁矿化阶段,从早到晚,黄铁矿有3个结晶世代,粒度由大到小,晶体由自形到他形。黄铁矿广泛交代原岩,大范围的出现近矿围岩中。第一世代黄铁矿呈粒径为 $2\sim 8\text{ mm}$ 的三角十二面体和粒径为 $1\sim 4\text{ mm}$ 的立方体,晶形完好,主要出现在矿体的顶部; 第二世代黄铁矿呈致密团块状,晶形较差,硬度较大,含硫较高,与黄铜矿和石英共生,分布于矿体周围或形成相对独立的大规模黄铁矿体沉积; 第三世代黄铁矿呈 $0.01\sim 0.1\text{ mm}$ 的细粒浸染状分布于近矿围岩和导矿通道围岩和原岩中,晶形很差。

3.3 矿石结构、构造

矿区内矿石主要发育块状构造、浸染状构造、条带状构造等。其中块状构造矿石占主要部分,浸染状矿石次之,条带状构造矿石最少。

矿石具他形、半自形粒状结构、残余结构、包含结构等。由结晶和沉淀作用形成的他形、半自形晶结构、自形粒状结构、乳滴结构等较为常见。由交代作用形成的残余结构、镶边结构、文象结构等也比较常见。包含状结构、固溶体分离结构表现为矿石中辉银矿、辉银矿、硫银锡矿、硫银矿、方铅矿以包裹体的形式嵌布在闪锌矿中,或者是辉银矿、硫银锡矿、深红银矿以包裹体的形式嵌布在方铅矿中,多数包裹体的粒度比较细小。此外,由应力作用形成的结构主要指压碎结构。矿石中常见有粗粒黄铁矿在受应力作用后形成的不等粒结构和定向的碎裂结构。

3.4 矿石矿物组合

矿石矿物主要为银矿物、方铅矿(含量 4.40%),其次为闪锌矿(含量 0.62%)、黄铁矿和白铁矿(占 5.13%)等,含少量褐铁矿。银矿物主要为辉银矿-螺状硫银矿(占银矿物的 65%)、自然银(占 15%)、硫银锡矿(占 15%)及硫银铜银矿(占 5%); 脉石矿

物主要为石英(占脉石矿物的 40%)、绿泥石(占 30%)、方解石(占 20%)及绿帘石(占 10%)等; 银矿物的矿石矿物主要为银矿物,铅锌矿物含量明显较少,银矿物及脉石矿物与银铅矿石中的矿物成分基本一致。辉银矿-螺状硫银矿呈不规则粒状、星点状被包裹在方铅矿和闪锌矿中,粒径 $0.005\sim 0.015\text{ mm}$; 自然银常与方铅矿、黄铁矿、闪锌矿共生,少量呈不规则状嵌布在脉石矿物中,粒径 $0.002\sim 0.1\text{ mm}$; 硫银锡矿呈不规则状、星点状包体的形式嵌布在方铅矿和闪锌矿中,粒径小于 0.02 mm ; 硫银铜银矿主要呈不规则状、细脉状以及星点状与闪锌矿、方铅矿密切共生,粒径 $0.01\sim 0.2\text{ mm}$; 方铅矿是矿石中铅的重要载体矿物,粒径 $0.02\sim 0.35\text{ mm}$,与银矿物、闪锌矿共生; 闪锌矿粒径 $0.02\sim 0.5\text{ mm}$,中粗粒闪锌矿中常包裹细粒银矿物、方铅矿以及黄铁矿,细-中粒闪锌矿或与白铁矿呈简单共边结构一同嵌布在脉石矿物中或单独呈不规则状嵌布在脉石矿物中。

3.5 主要矿物特征

3.5.1 银矿物

矿石中银矿物种类较多,包括自然银、辉银矿-螺状硫银矿、硫银锡矿、硫银铜银矿等。

(1) 自然银(Ag): 矿石中自然银比较常见,常与方铅矿、黄铁矿、闪锌矿共生,少量自然银呈不规则状嵌布在脉石矿物中。研究发现,粗粒自然银中常包裹细粒方铅矿,而细粒自然银也常以包裹体的形式嵌布在闪锌矿中。自然银的粒径一般为 $0.002\sim 0.1\text{ mm}$,最大粒径为 0.15 mm 。扫描电镜能谱分析结果显示,自然银中不含杂质,其成分中 $w(\text{Ag})$ 达到 100% 。

(2) 辉银矿-螺状硫银矿(Ag_2S): 矿石中辉银矿的含量少,常见辉银矿呈不规则粒状、星点状被包裹在方铅矿和闪锌矿中,粒径为 $0.005\sim 0.015\text{ mm}$ 。此外,也见有中等粒径的辉银矿与黄铜矿、硫银铜银矿共生。扫描电镜能谱分析结果表明,辉银矿的成分中 $w(\text{S})$ 为 12.75% , $w(\text{Ag})$ 为 87.25% 。

(3) 硫银锡矿: 矿石中硫银锡矿主要以不规则状、星点状包体的形式嵌布在方铅矿和闪锌矿中,多数的硫银锡矿的粒径小于 0.02 mm 。扫描电镜能谱分析结果,硫银锡矿的成分 $w(\text{S})$ 为 17.95% 、 $w(\text{Ag})$ 为 73.29% 、 $w(\text{Sn})$ 为 8.76% 。

(4) 硫银铜银矿: 硫银铜银矿是银矿石中含量最高的独立银矿物,该矿物主要呈不规则状、细脉状

以及星点状与闪锌矿、方铅矿密切共生,多数硫锑铜银矿的粒径分布在0.01~0.2 mm之间,最大粒径可达0.3 mm以上。扫描电镜能谱分析结果表明,硫锑铜银矿的成分中 $w(\text{S})$ 为14.06%、 $w(\text{Sb})$ 为8.77%、 $w(\text{Se})$ 为0.87%、 $w(\text{Ag})$ 为71.81%、 $w(\text{Cu})$ 为4.49%。

从银矿物的种类和嵌布特征来看,矿石中独立银矿物以硫锑铜银矿为主,其次是自然银、辉银矿、硫银锡矿,而辉硒银矿和深红银矿比较少见。矿石中除少量硫锑铜银矿、自然银的粒度稍粗外,其他银矿物和部分自然银、硫锑铜银矿多呈细粒状嵌布在方铅矿和闪锌矿中。

银矿物与方铅矿的共生关系较为密切,按金属量计算,有41.70%的银与方铅矿密切共生,银矿物的嵌布粒径一般为0.002~0.20 mm;其次是银矿物独立嵌布在脉石矿物中,以自然银为主,银金属在脉石矿物中占有率高达37.25%,银矿物的粒径一般在0.002~0.15 mm之间。研究发现多数银矿物以包裹体的形式与方铅矿共生,包裹体的粒径一般为0.001~0.025 mm;与白铁矿、黄铁矿共生的银矿物较少,仅有少量的硫锑铜银矿沿白铁矿的裂隙以及黄铁矿的周边嵌布,粒径在0.01~0.15 mm之间。

3.5.2 其他金属矿物

矿石中除银矿物外,还含有方铅矿、闪锌矿和黄铁矿、白铁矿等金属矿物。从银的嵌布特点来看,方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、白铁矿都是银的重要载体矿物。

(1) 方铅矿: 方铅矿是矿石中银的重要载体矿物,其矿物相对含量为0.62%。矿物粒径一般为0.02~0.35 mm,最大粒径可达0.4 mm。

方铅矿与银矿物、闪锌矿密切共生。方铅矿中常包裹微细粒硫锑铜银矿、辉硒银矿、硫锡银矿、深红银矿。此外,细粒方铅矿也常以包裹体的形式嵌布在闪锌矿中,中粗粒方铅矿与闪锌矿的共生关系一般比较简单,多呈简单的共边结构而共生。

(2) 闪锌矿: 闪锌矿的相对含量为4.40%。通过扫描电镜能谱分析,闪锌矿中含锌58.80%,平均含铁7.98%。矿石中闪锌矿的嵌布粒径多数在0.02~0.5 mm之间,最大粒径可达0.8 mm。

中粗粒闪锌矿中常包裹细粒银矿物、方铅矿以及黄铁矿,也常见细粒-中等粒度的脉石矿物嵌布在闪锌矿中。矿石中有41.70%的银矿物与闪锌矿密切共生,其中包括闪锌矿中微细粒-细粒的包裹体以及沿闪锌矿的裂隙及周边嵌布的中细粒银矿物。除

此之外,细粒-中粒闪锌矿或与白铁矿呈简单共边结构一同嵌布在脉石矿物中,或呈不规则状嵌布在脉石矿物中。

(3) 黄铁矿、白铁矿: 黄铁矿、白铁矿是本区矿石中含量较高的硫化物,含量为5.13%。白铁矿是黄铁矿的同质多象变体,是晚期低温成矿阶段的产物。

黄铁矿、白铁矿与银矿物的共生关系比较简单,矿石中仅有8.16%的银矿物与黄铁矿、白铁矿共生。相比之下,黄铁矿、白铁矿与闪锌矿共生比较紧密。矿石中黄铁矿、白铁矿的粒径多数分布在0.02~0.40 mm之间,最大粒径可达0.6 mm。

从矿物特征分析,主要金属矿物的生成顺序为: 黄铁矿→一世代方铅矿→银矿物→二世代方铅矿、硫锑铜银矿→三世代方铅矿、闪锌矿。

矿物中方铅矿经历了3期成矿,这也从矿化带内方铅矿分布较广泛中得到证实。

3.6 化学成分及有用元素组合特征

矿石主要有用元素为Ag、Zn、Pb,它们为共生元素。矿床平均品位: Ag 128.53 g/t, Zn 1.84%, Pb 0.64%。其他伴生有用组分含量低或总量少。矿石中有害元素As的平均含量为0.11%,含量高,经选矿后可明显降低。

从矿区采集了31件样品,分析了Ag、Zn、Pb、Cd、S等元素含量,并对它们的品位变化曲线进行了分析(图4、图5),发现Pb、Zn、Ag、Cd、S诸元素成正相关关系,其中S、Cd、Zn最为明显,Ag与Pb的关系比Ag与Zn的关系更为密切。

4 讨论

4.1 找矿前景

在矿区内采集了代表性岩石、矿石标本66块,对它们的电性参数进行了测定(表1)。测量结果表明,该地区不同的岩石、矿石之间,电性存在明显差异,目标地质体(矿体)具有中-低阻、高极化的电性特征(表1),由此可见,激电测量是该区地质找矿的有效方法。

激电测量工作也取得了良好效果,对矿区内11.25 km²区域进行的1:1万激电中梯测量(图6),在测区内共圈定激电异常10个,分别编号为IP1-1、IP1-2、IP4-1、IP4-2、IP4-3、IP4-4、IP6-1、IP6-2、IP7-1、IP7-2(图6)。对其中4号异常中的IP4-1、IP4-2、

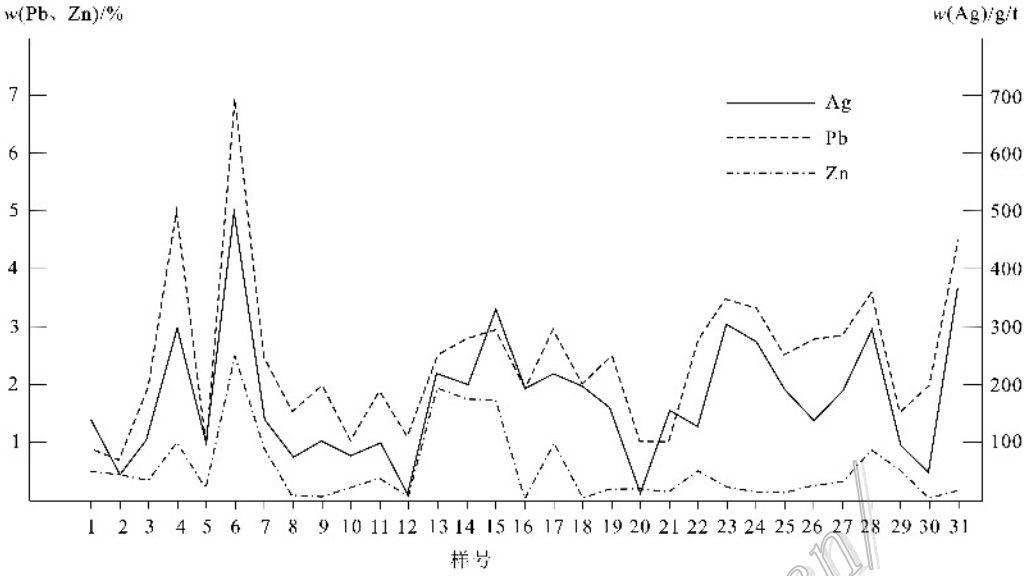


图 4 双尖子山银多金属矿床中 Pb-Zn-Ag 品位变化曲线图

Fig. 4 Pb-Zn-Ag grade variation curve diagram of Shuangjianzishan silver polymetallic deposit

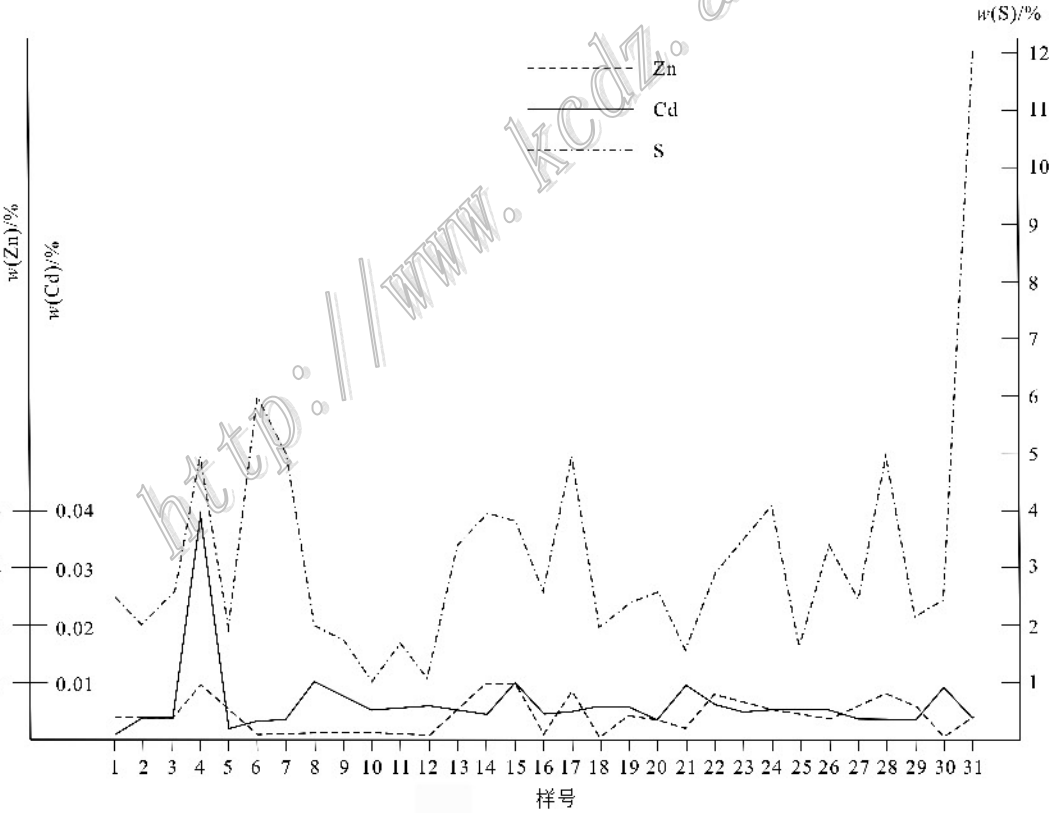


图 5 双尖子山银多金属矿床中 Zn-Cd-S 品位变化曲线图

Fig. 5 Zn-Cd-S grade variation curve diagram of Shuangjianzishan silver polymetallic deposit

IP4-3 和 IP4 进行钻孔查证,已证明是矿化异常。根据矿山工作的最新进展,在矿区内共发现矿体46条,对其中的 21 条矿体估算了金属资源储量,结果

为:银金属量21 665.17 t,铅金属量858 486 t,锌金属量2 329 998 t。由于已做激电测量的区域只占矿区面积的1/3,其余激电异常还未开展工作,因此该

表 1 岩石、矿石电性参数统计表

Table 1 Statistics of electric character parameters of rocks and ores in the silver-lead ore from the Shuangjianshan ore district

岩性	数量/个	$\rho/\Omega\cdot\text{m}$			$\eta/\%$			备注
		$\rho_{\min}$	$\rho_{\max}$	$\bar{\rho}$	$\eta_{\min}$	$\eta_{\max}$	$\bar{\eta}$	
板岩	8	861	6912	2567	0.70	10.20	4.35	围岩
矿石	19	146~626	1477~2436	674~1018	6.75~12.27	45.79~61.71	24.91~25.32	矿体
粉砂质板岩	4	1300	4649	2591	0.72	3.73	1.90	围岩
深灰色板岩	18	366	2767	1713	0.80	6.54	2.79	围岩
(蚀变)板岩	12	306	3602	1305	7.11	16.89	10.40	近矿围岩
粉砂质板岩	5	189	3149	1218	10.23	20.87	15.33	近矿围岩

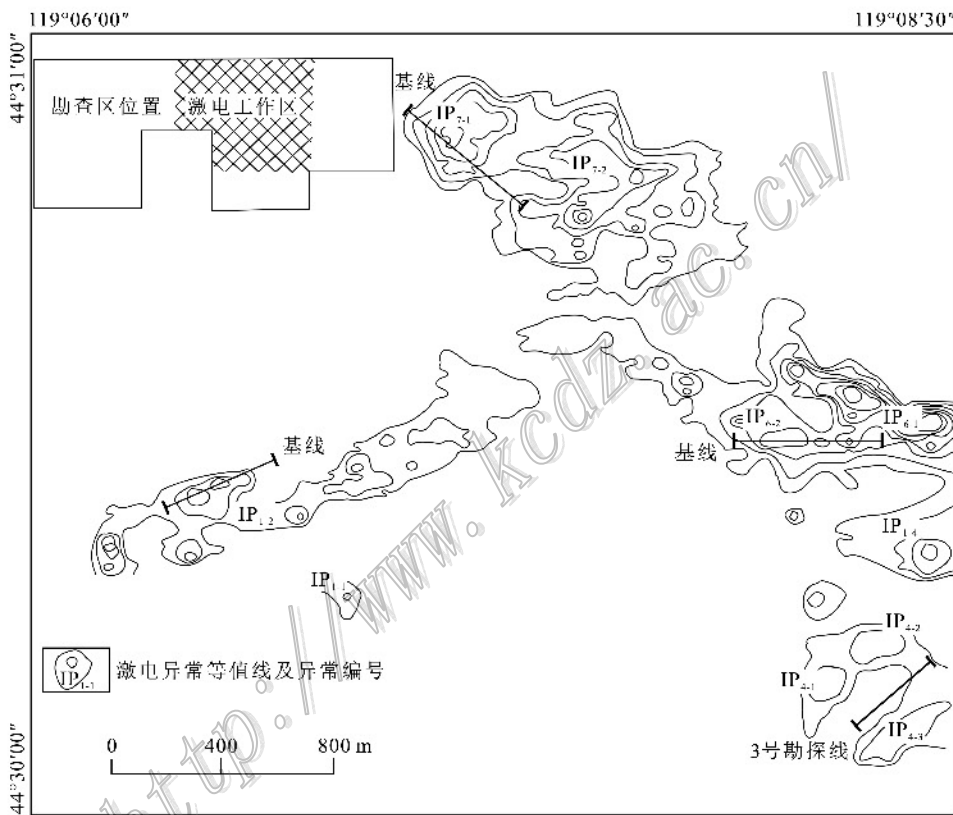


图 6 1:10 000 激电测量异常图

Fig. 6 Anomaly diagram by 1:10 000 IP measurement

矿区的找矿潜力很大。而且矿山金属资源量的数据会随着地质勘探的深入和矿山生产而不断提高,这些都说明该矿区的找矿前景良好。

4.2 成矿期次的认识

大兴安岭地区燕山期岩浆岩十分发育,同时发育众多相关的金属矿床(张德全等, 1991; 赵一鸣等, 1997)。这些矿床多是多期次成矿,但由于燕山期成矿作用强烈而容易造成燕山期以前的成矿地质事件被掩盖(张炯飞等, 2002),从而认为矿床的形成只是在燕山期(吴冠斌等, 2013)。不少学者都认为

大兴安岭地区印支期成矿似乎不应该是一个孤立的地质事件(曾庆栋等, 2009),如距离双尖子山矿区仅 15 km 的白音诺尔铅锌矿床的主要成矿期是在印支期,到燕山期也有成矿作用,它是一个多期次成矿的矿床(江思宏等, 2011)。因此,划分矿床成矿期次对了解大兴安岭地区矿床的成矿规律具有重要意义。

综合起来看,双尖子山矿区主要有 3 类含矿构造,即北西向韧性剪切带、北东-北北东向断裂构造带和北西向压扭断裂构造。北西向韧性剪切带为区

内的主要控矿容矿构造,主要发育细脉浸染状银多金属矿(化)体;北东-北北东向和北西向断裂构造内主要发育石英-硫化物脉体金属矿脉。统计矿区内矿体的构造穿插关系,发现北西向矿(化)体被北西向和北东向矿脉穿插,北西向矿脉被北东向矿脉穿插,因此确定矿体的形成至少经历了3个期次,这与矿石中紧密共生的方铅矿、黄铁矿经历了3期结晶过程相一致。同时,在赋矿大石寨组 and 上覆地层中侏罗统新民组间的底砾岩中发现了细脉浸染状矿石的砾岩成分(图2h),说明双尖子山成矿早期至少早于中侏罗世,而距双尖子山矿区15 km 的白音诺尔铅锌矿床的主成矿期是印支期,双尖子山矿床中的细脉浸染状矿体的形成是否为印支期还需进一步研究。

5 总结

(1) 双尖子山银多金属矿床的矿石中 Ag、Zn 和 Pb 为共生元素,银随方铅矿、闪锌矿的富集而富集,少量的银矿物与黄铁矿、白铁矿共生,独立银矿物主要为辉银矿-螺状硫银矿(占银矿物的65%)、自然银(占15%)、硫银锡矿(占15%)及硫锑铜银矿(占5%),主要金属矿物的生成顺序为:黄铁矿→一世代方铅矿→银矿物→二世代方铅矿、硫锑铜银矿→三世代方铅矿、闪锌矿。

(2) 双尖子山矿区的岩石蚀变以硅化和绿泥石化为主,少量碳酸盐化,局部发育叶腊石化,矿区岩石蚀变分为硅化-绿泥石化、硅化-碳酸盐化、黄铁矿化3个阶段,黄铁矿化从早到晚也有3个结晶世代,粒度由大到小,晶体由自形到他形,这些特征显示出矿床形成的温度较低,三世代黄铁矿化特征显示成矿温度可能在不同期次上有变化。

(3) 根据矿区主要发育细脉浸染状银多金属矿(化)体,北东-北北东和北西向石英-硫化物脉体3期金属矿脉,矿区岩石经历了硅化-绿泥石化、硅化-碳

酸盐化、黄铁矿化3个阶段蚀变以及经历3期结晶过程的方铅矿、黄铁矿,指示矿体的形成至少经历3个期次,暗示赤峰双尖子山银多金属矿床是多期次成矿作用叠加的结果。

(4) 矿区地质勘探的程度还有待提高,已进行的激电中梯测量作业的范围只占整个矿区的1/3,目前发现的10个激电异常中也只有4个进行了勘探查证,研究区岩浆活动期次繁多,岩浆作用强烈,随着地质勘探的深入,矿区将逐渐显示出更大的找矿前景。

参考文献/References

- 赤峰天通地质勘查有限公司. 2010. 内蒙古自治区巴林左旗双尖子山矿区银铅矿区域地质图[R]. 内部资料.
- 韩仲文,陈素贞,郭天威. 1989. 中国银矿成矿规律研究[M]. 沈阳: 沈阳地质矿产研究所资料室内部发行. 1-198.
- 江思宏,聂凤军,白大明,刘翼飞,刘妍. 2011. 内蒙古白音诺尔铅锌矿床印支期成矿的年代学证据[J]. 矿床地质, 30(05): 787-798.
- 孙奎文,杨绍勋,刘艳林,张少杰,张绿彪,李志永. 2013. 内蒙古自治区巴林左旗双尖子山矿区银铅矿勘探报告(矿山勘探报告)[R]. 赤峰天通地质勘查有限公司. 1-96.
- 吴冠斌,刘建明,曾庆栋,孙华山,刘铭涛. 2013. 内蒙古大兴安岭双尖子山铅锌银矿床成矿年龄[J]. 矿物学报, 32: 619.
- 曾庆栋,刘建明,张作伦,覃锋,陈伟军,张瑞斌,于昌明,叶杰. 2009. 华北克拉通北缘鸡冠山斑岩铜矿床成矿年代及印支期成矿事件[J]. 岩石学报, 25(2): 393-398.
- 张德全,雷露芬,罗太阳,鲍修坡,王胜利. 1991. 内蒙古白音诺尔铅锌矿床地质特征及成矿作用[J]. 矿床地质, 10(3): 204-216.
- 张炯飞,朱群,武广,邵军,祝宏臣,金成洙. 2002. 大兴安岭热液矿床成矿时代[J]. 矿床地质, 21(增刊): 309-311.
- 赵一鸣,张德全,等. 1997. 大兴安岭及其邻区银多金属矿床成矿规律与远景评价[M]. 北京: 地震出版社. 1-318.