

内蒙古大井铜多金属矿床流体包裹体研究及成矿作用探讨

刘铭涛¹, 陈向平¹, 王居松¹, 曹锦元¹, 牛英杰¹, 程绪江², 左立波³

(1. 天津华北地质勘查局, 天津 300170; 2. 天津市地质调查研究院, 天津 300191;

3. 中国地质调查局天津地质调查中心, 天津 300170)

摘要: 内蒙古林西县大井铜多金属矿是大兴安岭中南段的重要矿床。流体包裹体研究表明, 在铜矿化阶段, 大井矿段的平均均一温度为 179℃, 高于通和矿段的 170℃ 和利拓矿段的 153℃; 大井矿段的平均盐度为 11.20%(NaCl_{eqv.}), 也高于通和矿段的 9.2%(NaCl_{eqv.}) 和利拓矿段的 10.0%(NaCl_{eqv.})。铜矿化阶段的均一温度平均值为 177℃, 高于铅锌矿化阶段的 144℃; 但铜矿化阶段的盐度平均值为 10.53%(NaCl_{eqv.})、密度平均值为 0.97 g/cm³, 却低于铅锌矿化阶段的盐度平均值 13.81%(NaCl_{eqv.}) 和密度平均值 1.02 g/cm³。铜矿化流体和铅锌矿化流体不是同一成矿流体的连续演化, 而是两个不同的成矿流体。大井矿床的成矿作用过程大致是: 锡、铜的成矿流体先侵位卸载成矿, 晚些时候铅锌的成矿流体也叠加进来, 但是铅锌矿化中心与锡、铜的矿化中心并不完全重叠, 只是部分矿体在空间上有叠加。不同期次流体的叠加成矿是大井矿床的 Cu、Pb-Zn、Sn、Ag 均达到大型规模的最重要因素。

关键词: 铜多金属; 流体包裹体; 均一温度; 盐度; 不同成矿流体; 叠加成矿

中图分类号: P618.41

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2019)03-0194-08

内蒙古大井铜多金属矿位于内蒙古赤峰市林西县, 是一个以铜、锡、铅、锌、银为主的多金属矿床, 是内蒙古地区重要的有色金属矿产基地^[1-2]。成矿物质来源及成矿流体方面, 硫、铅的同位素研究表明成矿物质来源于深源岩浆并有少量围岩混染; 碳、氢、氧的同位素研究表明成矿流体为岩浆水与大气降水的混合热液^[3-8]; 氮、氩同位素显示了深部地幔流体参与了成矿作用^[7]。大井矿床成矿温度集中在 140~220℃^[9]。矿床成矿流体具中-低盐度, 较低汽液比, 含石盐子矿物的包裹体很少见, 挥发分的含量较少等特点^[4, 10]。大井矿床锡铜矿体萤石中存在含锡和含铜两种流体包裹体, 其包裹体的分布、气液比、温度-盐度关系初步显示它们是两种不同的流体体系, 表明大井矿床锡铜矿体很可能是两种不同来源的成矿流体在同一空间上的叠加成矿, 因而锡和铜可以形成单独矿体^[11, 12]。大井矿床成因类型, 目前趋于认为是与次火山热液有关的热液脉状矿床^[13-18]。本文对铜矿石和铅锌矿石分别开展流体包裹体开展研究, 根据研究结果认为铜矿化流体与铅锌矿化流体为不同的流体体系, 为大井铜多金属矿的不同期次成矿

流体叠加成矿作用提供了新的科学依据。

1 区域地质背景

内蒙古大井铜多金属矿位于大兴安岭中南段, 构造上位于西拉沐伦河深断裂以北, 二连-贺根山断裂以南, 其南为华北板块。区域内地层主要为二叠系下统黄岗梁组 and 上统林西组, 大井多金属矿就产于林西组地层中。区内还出露侏罗系的陆相沉积碎屑岩和白垩系的陆相酸性火山岩(图1)。海西期、印支期和燕山期的岩体及岩脉发育^[19-24]。区域构造为褶皱和断裂, 主要有北东向背斜、向斜构造, 北西向、北东向和东西向断裂构造。区域矿产有拜仁达坝银铅锌多金属矿、黄岗梁锡铁矿和白音诺铅锌矿等。

2 矿床地质

矿区地层为二叠系上统林西组, 是一套以粉砂岩为主夹板岩、杂砂岩、泥灰岩透镜体的岩石组合。断裂构造发育, 是最为重要的控矿因素, 北西向断裂控制着大部分矿体的产出。矿区内超浅成脉岩十分发育, 在矿区北约十公里处可见马鞍子岩体。

收稿日期: 2019-06-05

资助项目: 地方政府委托项目“赤峰市有色金属成矿规律研究”

作者简介: 刘铭涛(1983-), 男, 硕士, 工程师, 毕业于中国地质大学(北京), 从事矿产勘查及研究工作, E-mail: 187373385@qq.com。



图1 大井矿区域地质简图

Fig.1 Regional geological sketch map of Dajing area

1.第三系泥岩、粉砂岩、砂砾岩;2.上侏罗统酸-中性火山岩;3.中侏罗统砂砾岩、酸性碎屑火山岩;4.上二叠统林西组砂岩、粉砂岩、板岩;5.下二叠统砂岩、粉砂岩;6.志留系片麻岩、板岩、粉砂岩;7.花岗闪长岩;8.花岗岩;9.地质界线;10.深大断裂;11.一般大断裂;12.背斜;13.向斜;14.矿床位置

矿体形态比较复杂,但连续性较好,主要以充填不规则脉状为主,串珠状、扁豆状较少。矿脉脉幅一般为数厘米至数米。脉状矿体又可划分成单脉型和复脉型两类。单脉型矿体一般边界整齐,厚度不大,形态较简单,局部有分枝;复脉型矿体又有平行脉型、网脉型、不规则脉型等,复脉型矿体厚度变化较大,边界不规则,形态较复杂。不同形态的矿体沿走向和倾向均可互变。矿体规模大小不等,矿体中最长890 m,最小者100 m,一般200~600 m,其中1号矿体最大。倾斜延深最大530 m,最小50 m,多数100~300 m,一般延长大于延深,小矿体延深大于延长。主矿体真厚度0.06~8.7 m,多为0.80~1.50 m。

矿区铜平均品位约1.84%,最高品位13.19%。铅加锌品位约5%~15%。锡平均品位0.51%。银平均品位109.1 g/t。

矿体总体产状规律性明显,走向290~310°,倾向北东,倾角50~70°。根据部分坑道观察,矿体局

部产状变化较大,表现为沿走向和倾向常常出现急剧转折(走向近东西至325°,倾角40~70°,甚至局部反倾),使矿体在平面上呈折线状,剖面上呈阶梯状。

在大井矿田范围内,铜锡矿体主要集中在中间位置,周围以铅锌矿体为主。

3 成矿阶段划分

根据野外地质现象的观察,且结合前人的总结研究成果^[25-26],将大井铜铅锌多金属矿床的热液成矿作用的矿化期分为三个阶段(图2):

第一阶段:毒砂-石英阶段,主要矿物为毒砂、石英。

第二阶段:黄铜矿-锡石-石英阶段,主要矿物为黄铜矿、锡石和石英,还有黄铁矿、铁闪锌矿和方铅矿。此阶段为铜锡矿化的主要阶段,只有少量的铅锌矿化。

第三阶段:铁闪锌矿-方铅矿-碳酸岩阶段,主要矿物为铁闪锌矿、方铅矿和碳酸岩,碳酸岩多为

铁白云石。可见铅锌矿脉穿插铜锡矿脉现象,此阶段为铅锌矿化的主要阶段。

4 流体包裹体研究

4.1 包裹体样品及测试方法

用于包裹体研究的样品全部采自于井下坑道内,寄主矿物是第二阶段与黄铜矿密切共生的石英和第三阶段的铁闪锌矿。

包裹体冷热台显微测温测试在中国地质大学(北京)地质过程与矿产资源国家重点实验室流体包裹体实验室完成,流体包裹体显微测温仪器为Linkam MDSG600型冷热台配合德国ZEISS偏光显微镜,其控制温度范围为-196~600℃;在0~-196℃温度区间内的测试精度为±0.5℃,0~+600℃温度区间内精度为±2℃;升降温的速率控制范围0.01~130℃/Min;此次测试速率为15℃/Min;变相点处调到0.5~1℃/Min。

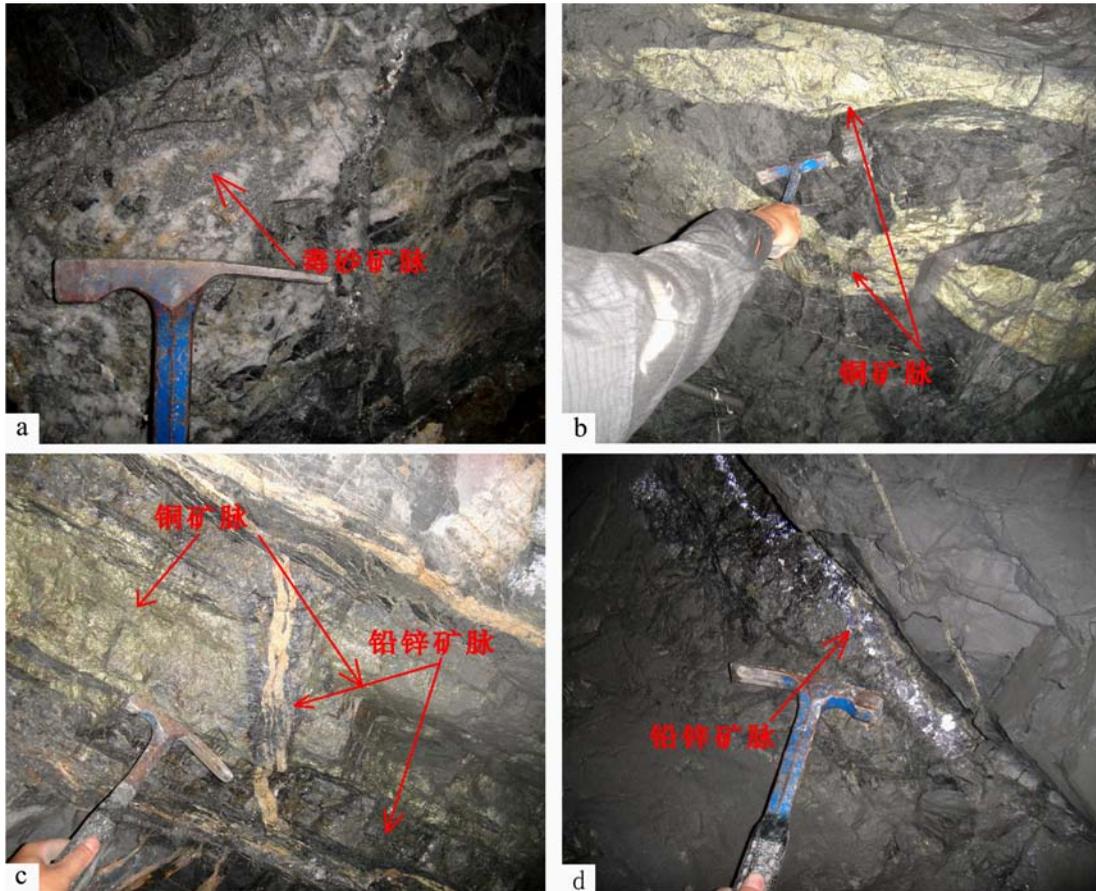


图2 不同矿化阶段矿体图

Fig.2 Photographs of the different mineralization stage orebodies

a. 第一阶段毒砂矿脉; b. 第二阶段铜矿脉; c. 铅锌矿脉切穿铜矿脉; d. 第三阶段铅锌矿脉

均一温度和冰点直接在冷热台测得,盐度、密度根据经验公式^[27]计算获得。

4.2 包裹体岩相特征

包裹体类型几乎全部为水溶液包裹体,未见含子矿物包裹体,极少见含 CO_2 包裹体。本次研究的包裹体全部为原生水溶液包裹体,常温下由液相水和气相水($\text{LH}_2\text{O}+\text{VH}_2\text{O}$)组成,形状多为圆形、椭圆形、四边形、长条形、纺锤形和不规则形(图3),呈群状及孤立状分布。

4.3 测温结果及分析

流体包裹体显微测温结果及对比见表1、表2和表3。黄铜矿化阶段(即第二矿化阶段)中石英的水溶液包裹体均一温度变化范围不大,均一至液相的温度范围为 $124\sim 332^\circ\text{C}$,主要集中在 $135\sim 210^\circ\text{C}$,平均温度为 177°C (包含大井矿段、通和矿段和利拓矿段三个矿段的测温数据);流体盐度范围介于 $1.40\%\sim 21.26\%\text{NaCl}_{\text{eqv}}$,主要集中在 $4.0\%\sim 16.0\%\text{NaCl}_{\text{eqv}}$,平均盐度 $10.53\%\text{NaCl}_{\text{eqv}}$;流体密度范围介于 $0.79\sim$

1.07 g/cm^3 ,主要集中在 $0.92\sim 1.02\text{ g/cm}^3$,平均密度 0.97 g/cm^3 (图4)。

铅锌矿化阶段(即第三矿化阶段)中铁闪锌矿的水溶液包裹体可靠数据只有6组,这也是本次工作的不足之处。根据已获得的数据,包裹体加热均一至液相的温度范围为 $134\sim 160^\circ\text{C}$,平均温度为 144°C ;流体盐度范围介于 $8.28\%\text{NaCl}_{\text{eqv}}\sim 15.86\%\text{NaCl}_{\text{eqv}}$,主要集中在 $13.62\%\text{NaCl}_{\text{eqv}}\sim 15.86\%\text{NaCl}_{\text{eqv}}$,平均盐度 $13.81\%\text{NaCl}_{\text{eqv}}$;流体密度范围介于 $0.98\sim 1.04\text{ g/cm}^3$,主要集中在 $1.01\sim 1.04\text{ g/cm}^3$,平均密度 1.02 g/cm^3 。

大井矿段几乎全部为铜矿体,通和矿段上部以铜矿为主,下部以铅锌矿为主,利拓矿段以铅锌矿为主,含少量铜矿。由表1可知,在铜矿化阶段,大井矿段的平均均一温度为 178.9°C ,高于通和矿段的 170°C 和利拓矿段的 153°C ;大井老区的平均盐度为 $11.2\%\text{NaCl}_{\text{eqv}}$,也高于通和矿段的 $9.2\%\text{NaCl}_{\text{eqv}}$ 和利拓矿段的 $10.0\%\text{NaCl}_{\text{eqv}}$ (图5)。结合铜资源在整个矿区的分布,包裹体的数据说明了:铜矿化的流体中心在

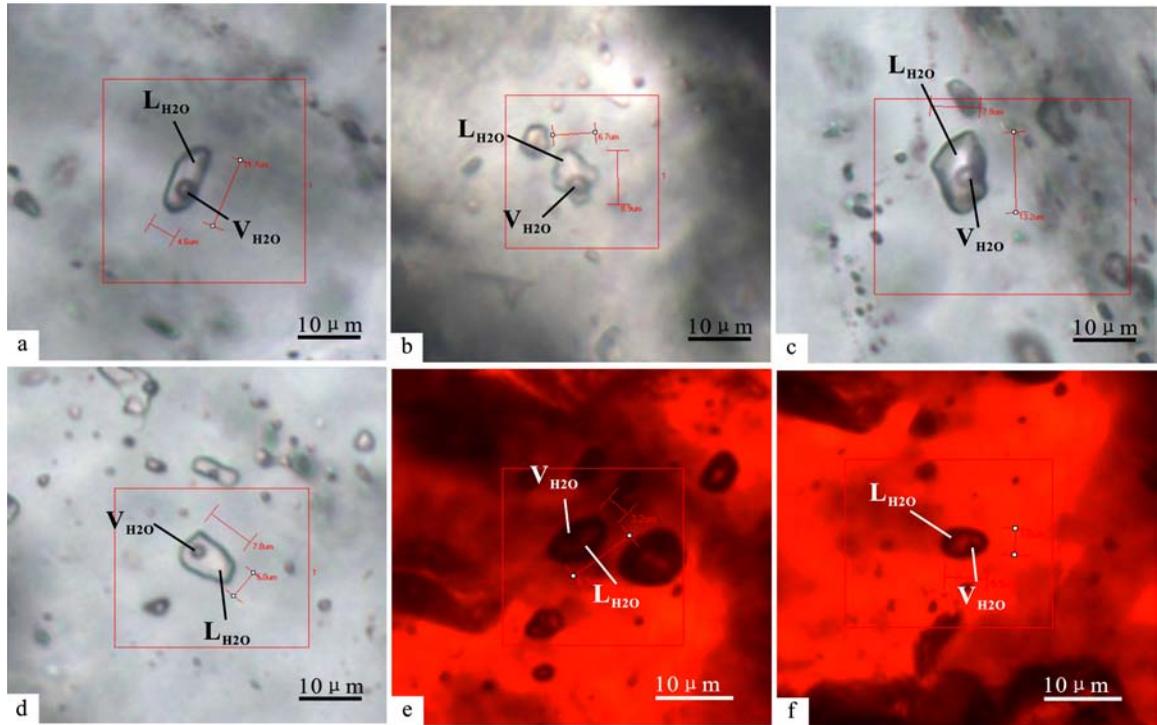


图3 包裹体显微图片

Fig.3 Microphotographs of the fluid inclusions in host minerals of Dajing Cu polymetallic deposit
a、b、c、d. 寄主矿物为石英;e、f. 寄主矿物为铁闪锌矿

表1 大井铜多金属矿床流体包裹体测温结果与估算参数

Tab.1 Analysis results of the fluid inclusions and corresponding estimated date of Dajing Cu polymetallic deposit

矿段	寄主矿物	测试样品数	测试包裹体数	大小/ μm	完全均一温度 $T_h/(\text{ }^\circ\text{C})$		冰点温度 $T_m/(\text{ }^\circ\text{C})$	盐度 / wt%(NaCl _{eqv})		密度/(g/cm ³)	
					范围	均值		范围	均值	范围	均值
大井	石英	8	160	1.5 ~ 14.2	124 ~ 332	179	-18.4 ~ -0.8	1.40 ~ 21.26	11.2	0.85 ~ 1.07	0.97
通和	石英	4	79	1.8 ~ 17.5	135 ~ 252	170	-13.7 ~ -1.1	1.91 ~ 17.52	9.2	0.83 ~ 1.05	0.96
利拓	石英	1	19	1.5 ~ 10.9	139 ~ 200	153	-9.8 ~ -3	4.96 ~ 13.72	10.0	0.94 ~ 1.01	0.99
利拓	铁闪锌矿	1	6	1.7 ~ 10.1	134 ~ 160	144	-11.9 ~ -5.3	8.28 ~ 15.86	13.81	0.98 ~ 1.04	1.02

表2 不同矿化阶段包裹体的均一温度、盐度和密度总体特征表

Tab.2 Characteristics of the fluid inclusions in different mineralization stages

成矿阶段		完全均一温度 $T_h/^\circ\text{C}$	盐度 / wt% (NaCl _{eqv})	密度 / (g/cm ³)
石英-黄铜矿化阶段	范围	124 ~ 332	1.40 ~ 21.26	0.79 ~ 1.07
	平均值	177	10.53	0.97
	集中区间	135 ~ 225	4.0 ~ 16.0	0.92 ~ 1.02
碳酸岩-铁闪锌-方铅矿化阶段	范围	134 ~ 160	8.28 ~ 15.86	0.98 ~ 1.04
	平均值	144	13.81	1.02
	集中区间	134 ~ 157	13.62 ~ 15.86	1.01 ~ 1.04

大井矿段;就铜矿化而言,铜矿越富集,均一温度就越高,盐度也越高,反之则越低。同时也印证了前人认为的铜的矿化中心在大井矿段的认识。

5 讨论

储雪蕾^[5]对矿区内矿石和脉岩的PGE含量和分

表3 包裹体样品统计表

Tab.3 Statistical data of the fluid inclusion samples

样品编号	矿段	中段	矿体	寄主矿物	测试包裹体数
DJ-650-1-1	大井	650	5号	石英	20
DJ-625-1-1	大井	625	S1	石英	19
DJ-5-1	大井	290	88-2	石英	19
DJ-7-1	大井	260	88-1	石英	20
DJ-19-1	大井	595	1	石英	20
DJ-25-1	大井	520	10	石英	21
DJ-34-1	大井	700	3	石英	21
DJ-40-1	大井	230	88-1	石英	20
TH-1-1	通和	630	10-2	石英	20
TH-5-2	通和	450		石英	20
TH-7-1	通和	630		石英	19
TH-8-1	通和	515		石英	20
LT-2-1	利拓	525		石英	19
LT-3-1	利拓	485		铁闪锌矿	6

布进行过研究,结果表明铜矿化阶段与铅锌矿化阶段的矿石间的PGE分布差别较大,反映源区物质和岩浆成分有差异,即不同成矿阶段的金属是由不同物源和不同成分的岩浆所提供。大体上,锌与基性-

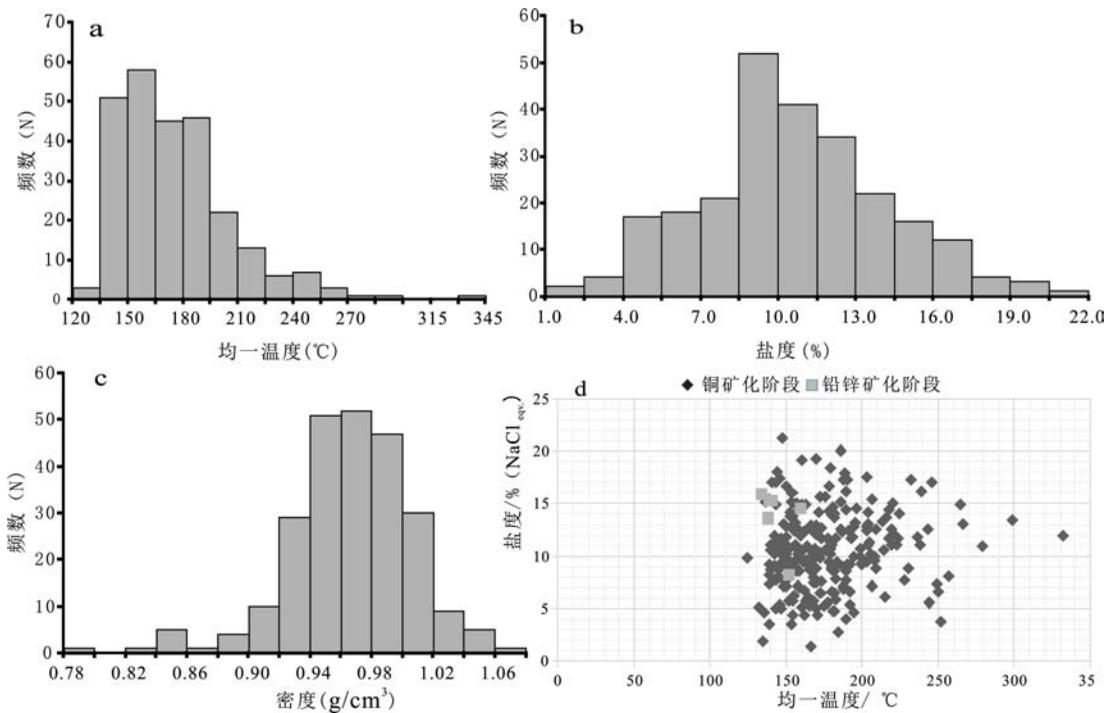


图4 大井矿床铜矿化阶段流体包裹体均一温度(a)、密度(b)、盐度(c)直方图和流体包裹体温度-盐度散点图(d)

Fig.4 Histogram of homogenization temperatures、salinities、densities of fluid inclusions in Cu mineralization stage and temperature-salinity scatter plot of fluid inclusions



图5 铜矿化阶段不同矿段流体包裹体特征变化图

Fig.5 Feature change graph of the fluid inclusion from different ore block of Cu mineralization stage

超基性脉岩的岩浆同源,铜主要来自硫饱和或接近饱和的中-基性岩浆,还有一部分来自地幔物质。

对矿化元素的分布,前人的总结是:平面上,铜锡在中心,铅锌银在外围;垂向上铅锌银在上部,铜锡在下部,由深到浅,有明显的中高温到中低温的变化。随着采矿工程的加深和勘查力度的加大,矿化元素的分布有了新变化,平面上,铜锡在依旧中心,只是在外围发现了新的铅锌矿体,主要是在垂向上,大井矿段在470 m中段及以下开始见到铅锌矿体,通和在545 m中段及以上以铜为主,在545 m中段以下逐渐过渡到以铅锌为主,钻孔ZK74-25的岩芯在950

米(约100 m中段)深处仍然可见铅锌矿脉(图6)。在铜锡矿体下部仍然有大规模的铅锌矿体。对于铜锡矿体在球心,外围是铅锌银矿体的现象,笔者认为铜矿体和其上部的少量的铅锌银矿体是同一次成矿过程形成的,而铜矿体下部及外围的铅锌银矿体则是另一次成矿作用的结果。

对于成矿流体,本次包裹体研究结果表明:铜矿化流体与铅锌矿化流体相比,其温度高,但盐度和密度低,显示它们并不是同一成矿流体从高温到低温,高盐度到低盐度的连续演化,而是两种不同的流体体系。王莉娟等^[11,14],认为大井矿床锡铜矿体萤石中存在含铜和含锡两种流体包裹体,其包裹体的气液比、分布、温度-盐度关系显示它们是两种不同的流体体系,表明大井矿床铜锡矿体可能是两种不同来源的成矿流体在同一空间上的叠加成矿。

王玉往等^[28],认为矿床中的流体成矿作用很可能不是同一流体在不同的时间段内温度递减生成的,而可能是不同来源的成矿流体多次脉动成矿的结果。本文综合分析地质现象、流体包裹体特征及矿石与脉岩的PGE特征,认为大井矿床的锡矿化流体、铜矿化流体和铅锌银矿化流体分别是三种不同的成矿流体体系,大井矿床的成矿是多个不同成矿流体

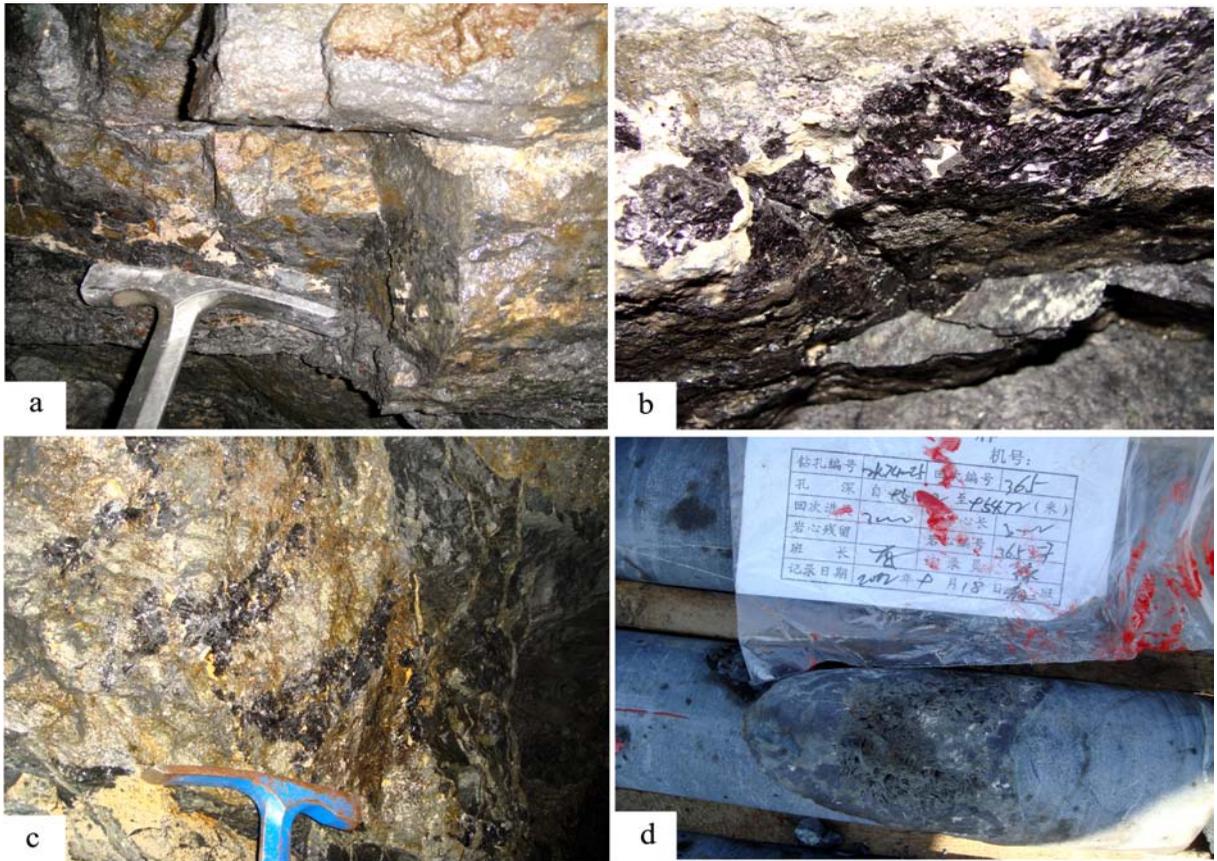


图6 大井矿床深部铅锌矿体图

Fig.6 Photographs of Pb-Zn orebody in the deep of Dajing deposit

- a. 通和矿段480中段铅锌矿体; b. 大井矿段260中段铅锌矿体; c. 大井矿段200中段铜铅锌矿体;
- d. 钻孔ZK74-25在950 m(约100 m中段)处铅锌矿脉

在同一或相邻的空间位置叠加而成。锡、铜的成矿流体先在同一空间上近乎同时叠加成矿, 晚些铅锌银的成矿流体也叠加进来, 但是铅锌矿化中心与锡、铜的矿化中心并不在一处, 只是部分矿体在空间上有叠加。

6 结论

(1) 在铜矿化阶段, 铜矿富集的大井矿段的平均均一温度为 179℃, 高于通和矿段的 170℃ 和利拓矿段的 153℃; 大井矿段的平均盐度为 11.2%NaCl_{eqv.}, 也高于通和矿段的 9.2%NaCl_{eqv.} 和利拓矿段的 10.0%NaCl_{eqv.}。大井矿段是铜矿化流体中心, 且铜矿越富集, 其相应的均一温度和盐度越高。

(2) 大井矿床的锡矿化流体、铜矿化流体和铅锌银矿化流体分别是三种不同的成矿流体体系, 大井矿床的成矿是多个不同成矿流体在同一或相邻的空间位置叠加而成(图7)。大井矿床的成矿作用过程

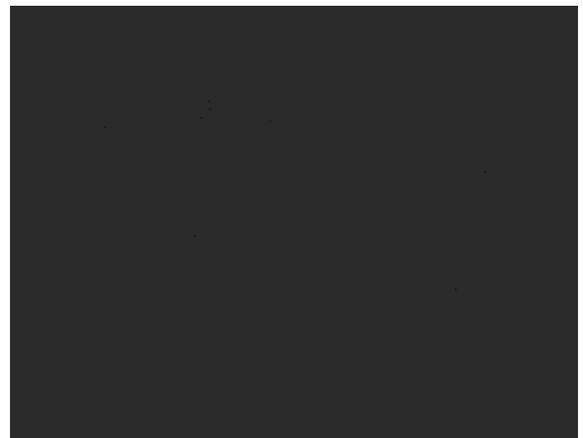


图7 大井铜多金属矿床成矿模式简图

Fig.7 Metallogenic model diagram of Dajing Cu polymetallic deposit

大致是: 锡、铜的成矿流体先侵位卸载成矿, 后期富含铅锌的成矿流体的叠加, 但是铅锌矿化中心与锡、铜的矿化中心并不完全重叠, 只是部分矿体在空间上有叠加。不同期次流体的叠加成矿是大井矿床的

Cu、Pb-Zn、Sn、Ag均达到大型规模的最重要因素。

(3)铜矿化阶段的均一温度平均值为177℃,高于铅锌矿化阶段的144℃;但铜矿化阶段的盐度平均值为10.53%NaCl_{eqv}、密度平均值为0.97 g/cm³,却低于铅锌矿化阶段的盐度平均值13.81%NaCl_{eqv}和密度平均值1.02 g/cm³。铜矿化流体和铅锌矿化流体不是同一成矿流体的连续演化的结果,属于不同期次流体。

致谢:野外工作中得到赤峰大井子矿业有限公司副总范国有、吴井辉,工程师胡玉民、高宏玉、尹竹连、王敬伟、王志伟、孟凡盛、叶田祖等人的大力支持,在此一并致以衷心的感谢。

参考文献:

- [1] 王莉娟,王玉往,王京彬,等.大井矿床锡铜矿体成矿流体研究及其成因意义[J].岩石学报,2000,16(4):609-614.
- [2] 王永争,覃功炯,欧强.内蒙古林西大井铜锡多金属矿区构造与成矿[J].地质与勘探,2001,30(5):19-23.
- [3] 冯建忠,艾霞,吴俞斌,等.内蒙大井多金属矿床稳定同位素地球化学特征[J].吉林地质,1994,13(3):60-66.
- [4] 储雪蕾.大井铜-锡多金属矿床成矿作用与岩浆流体关系[J].地质评论,1999,45:1166-1171.
- [5] 储雪蕾,孙敏,周美夫.内蒙古林西大井铜多金属矿床矿物的铂族元素分布及物质来源[J].科学通报,2002,47(6):457-461.
- [6] 刘伟,李新俊,谭骏.内蒙古大井铜-锡-银-铅-锌矿床的流体混合作用—流体包裹体和稳定同位素证据[J].中国科学(D辑),2002,32(5):405-414.
- [7] 牛树银,孙爱群,王宝德,等.内蒙古大井铜锡多金属矿成矿物质来源及成矿作用探讨.中国地质,2008,35(4):714-723.
- [8] Wang Changming. Carbon and Oxygen Isotopic Composition and Its Genetic Significance in the Dajing Deposit, Inner Mongolia[J]. China. Journal of Jilin University(Earth Science Edition), 2010, 40(4):810-820.
- [9] 王莉娟,王京彬,王玉往,等.蔡家营、大井多金属矿床成矿流体和成矿作用[J].中国科学(D辑),2003,33(10):941-950.
- [10] 刘伟,储雪蕾,赵善仁.大井铜-锡多金属矿成矿流体的流体包裹体和稀土元素地球化学[C].寸丹集—庆贺刘光鼎院士工作50周年学术论文集.1998.
- [11] 王莉娟,王玉往,王京彬,等.内蒙古大井锡多金属矿床流体成矿作用研究:单个流体包裹体组分LA-ICP-MS分析证据[J].科学通报,2006,51(10):1203-1210.
- [12] 王莉娟,王京彬,王玉往,等.内蒙古大井锡铜多金属矿床流体成矿机理及外围找矿预测[J].岩石学报,2015,31(4):991-1001.
- [13] 黄世乾,林达富,晏汝逊,等.大井锡-银-铜矿床及其成因[J].地质与勘探,1986,22(6):28-32.
- [14] 张德全.大井银铜锡矿体—一个潜火山热液矿床的特征和成因[J].火山地质与矿产,1993,14(1):37-46.
- [15] 王汉生,李欲晓.岩组分析在大井矿床构造研究中的应用[J].地质找矿论丛,1995,10(1):16-24.
- [16] 任耀武,曹倩雯.再论内蒙古大井锡铜多金属矿床成因[J].吉林地质,1996,15(2):45-51.
- [17] 郑波.内蒙古大井锡多金属矿床次火山岩脉与成矿[J].矿产与地质,2009,23(4):335-339.
- [18] 张会琼,王京彬,王玉往,等.内蒙古大井锡多金属矿床脉岩的成矿与找矿意义[J].地质与勘探,2011,47(3):344-352.
- [19] 廖震,王玉往,王京彬,等.内蒙古大井锡多金属矿床锡石LA-MC-ICP-MS U-Pb测年及其意义[J].矿床地质,2014,33(增刊):421-422.
- [20] 张吉衡.大兴安岭中生代火山岩年代学及地球化学研究[D].武汉:中国地质大学,2009.
- [21] 孙立新,张云,李影,等.内蒙古赤峰地区晚泥盆世双峰式火山岩地球化学特征与板内伸展事件[J].中国地质,2017,44(2):371-388.
- [22] 江思宏,梁清玲,聂凤军,等.内蒙古林西双井子杂岩锆石LA-MC-ICP-MS测年初步研究[J].中国地质,2014,41(4):1108-1123.
- [23] 田强国,吴煜,高凯,等.内蒙古苏尼特左旗阿尔善黑云二长花岗岩LA-ICP-MS锆石U-Pb年龄及其地质意义[J].地质调查与研究,2017,40(04):263-273.
- [24] 陶继雄,李文圣,柴辉,等.内蒙古苏尼特左旗白音乌拉地区霓石碱性花岗岩地质特征及构造环境[J].地质调查与研究,2017,40(01):13-21.
- [25] 王玉往,王京彬,王莉娟,等.大井矿床成矿阶段划分[C].“九五”全国地质科技重要成果论文集,2000:408-411.
- [26] 刘铭涛.内蒙古大井铜多金属矿床成矿时代与成矿作用探讨[D].北京:中国地质大学,2013.
- [27] 刘斌,段光贤.NaCl-H₂O溶液包裹体的密度式和等容式及其应用[J].矿物学报,1987,7(4):345-352.
- [28] 王玉往,曲丽莉,王京彬,等.大井锡多金属矿床矿石矿物成分及时空演化[J].矿床地质,2002,21(1):23-35.

Study on fluid inclusions and the mineralization of Dajing copper polymetallic deposit in Inner Mongolia

LIU Ming-tao¹, CHEN Xiang-ping¹, WANG Ju-song¹, CAO Jin-yuan¹,
NIU Ying-jie¹, CHENG Xu-jiang², ZUO Li-bo³

(1. *Tianjin North China Geological Exploration Bureau, Tianjin 300170, China;*

2. *Tianjin Institute of Geological Survey, Tianjin 300191, China;*

3. *Tianjin Center, China Geological Survey, Tianjin 300170, China)*

Abstract: The Dajing Cu polymetallic deposit, located in Linxi County, Inner Mongolia, is an important deposit in middle-southern Great Hing'an Range. Results on fluid inclusion indicate that during the Cu-forming process, the average homogenization temperature and salinity in the Cu-rich ore block are 179°C and 11.2% NaCl_{eqv.}, higher than 170°C and 9.2% NaCl_{eqv.} of Tonghe ore block, 153°C and 10.0% NaCl_{eqv.} of Lituo ore block, where Cu ore is both less densely distributed. During the Cu-forming process, the average homogenization temperature is 177°C, higher than 144°C of the Pb-Zn forming process; but salinity and density are 10.53% NaCl_{eqv.} and 0.97 g/cm³, lower than 13.81% NaCl_{eqv.} and 1.02 g/cm³ of the Pb-Zn forming process. Cu ore-forming fluid and Pb-Zn ore-forming fluid in Dajing Cu polymetallic deposit are independent from each other and formed in same place, rather than evolved from one kind of metallogenic fluid source. In general, the mineralization process of Dajing Cu polymetallic deposit is as follows: Sn and Cu ore-forming fluids formed in the same place, after which Pb-Zn ore-forming fluid superimposed later, resulting in Cu, Pb-Zn, Sn, Ag reaching a large scale in Dajing.

Key words: Cu polymetallic; fluid inclusion; homogenization temperature; salinity; various metallogenic fluids, superimposed mineralization

Geological genesis and prospecting direction of Shanxi Youyu gold deposit

HUANG Jin-rong, CHEN Zhi-fang, JIANG Yu

(*Shanxi Institute of Geological Survey, Taiyuan 030006, China*)

Abstract: The Shanxi youyu gold deposit is mainly produced in the strong deformation domain of ductile (brittle) shear zone, which is composed of gneisses from the neoproterozoic Jining group and metamorphic garnet granitoids from neoproterozoic to paleoproterozoic. The deposit is strictly controlled by the shear zone structure, which is not only a favorable ore guide structure, but also a good ore host structure. Under the influence of multi-stage and multi-stage regional tectonic activities in Wutai, Lvliang and later stages. The gold mineralization also experienced the superposition process of tectonic evolution from ductile, brittle to ductile to brittle with shear tectonic belt. The ore-forming fluid mainly comes from metamorphic hydrothermal fluid, and the gold mineralization can be divided into four stages. It is considered that the genesis of the deposit is a metamorphic hydrothermal gold deposit closely related to the structure of brittle ductile shear zone. This research can provide a guidance to find the mining area both inside and outside the study area.

Keywords: ductile (brittle) shear zone; ore-bearing rock series; pyrite; ore-forming fluid; prospecting mark