

大井锡多金属矿床矿化中心的探讨

王玉往^{1,2}, 曲丽莉¹, 王丽娟^{1,2}, 杨利勇³, 张安立³

(1. 北京矿产地质研究所, 北京 100012; 2. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100101;
3. 内蒙古赤峰市大井银铜矿, 大井 025250)

[摘要] 讨论一个大井矿床、矿体、矿物及元素的空间分带性, 结合对成矿流体物理化学条件空间变化的研究, 推断大井矿区矿化中心。认为矿区主要的矿化中心有两个, 一为矿区中部, 即老区东部—北区南部一带; 另一个矿化中心在矿区的西部。这两个矿化中心分别位于北东向的 F_2 和 F_1 断裂附近, 表明这两条北东向断裂是矿区的导矿构造。

[关键词] 空间分带 矿化中心 大井锡多金属矿床 内蒙古

[中图分类号] P618.44 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0495-5331(2002)02-0023-05

0 引言

矿化中心是矿床学研究的关键问题之一, 它是研究矿床成因机制的根本, 也是矿床成矿预测的主要依据。在大多数锡矿区, 如华南许多与花岗岩有关的锡矿, 矿化中心多以岩体为中心。对于无岩体出露的脉状矿床, 矿化中心就比较难以厘定。如对大井矿床矿化中心的推测, 前人曾作过附带研究: 认为与矿区北部的马鞍子岩体有关, 矿液来自矿区西北(李国华, 1986; 姚德等, 1990); 认为在矿区深部(黄世乾等, 1986); 认为在矿区中部(张德全, 1993), 那里是火山机构的中心; 而大井的矿山地质人员(口头交流讨论) 和在大井勘探的综合普查地质队(1990) 认为, 矿区范围内存在若干个密集的矿体群, 其代表矿化强度大于周边地区的矿化中心, 并圈出 7 个这样的中心, 这一观点对于矿区直接找矿预测工作具有现实意义。笔者认为, 对于大井这样的多元素复合矿床, 存在多个矿化中心是可能的, 但同时对于一个非复合成因、单一主成矿期为主的矿床, 关键是寻找其主成矿中心, 这种主矿化中心不会太多。日本的 Toyoha 矿床是与大井相似的脉状矿床, 但其钻孔中已发现有花岗岩体存在, 其对大井矿床研究应有借鉴意义。Ohta(1991) 认为该矿床流体源与矿液有可能相同, 就是说, 研究流体活动中心可推

测矿化中心。本文试图就矿体、矿物及元素的空间分带的讨论, 结合流体的空间变化的研究, 对矿区矿化中心进行推断。

1 矿床基本地质特征

大井矿床位于内蒙古林西县东北 21 km 处, 为一 Sn、Zn、Ag 大型, Cu、Pb 中型的多元素综合矿床。根据不同时期的勘探范围和目前开采区域的分布, 可将矿床分作老区、东区、北区、西区和南区 5 个矿段。该矿床位于大兴安岭褶皱带南端的黄岗—甘珠尔庙中生代构造成矿带(图 1)。矿区主要出露上二叠统林西组一套淡水湖泊相沉积的粉砂岩、细砂岩夹中粒杂砂岩及泥灰岩, 其中炭质板岩、粉砂岩和细砂岩是主要容矿围岩。矿区广泛发育有侏罗纪英安斑岩、霏细斑岩、辉绿玢岩、玄武玢岩、煌斑岩等浅成、超浅成岩脉, 但未见任何深成岩体。矿区断裂构造发育, 主要有 NW、NWW、NE、及近 W-E 向等 4 组, 其中由多条 NWW 和 NW 向断裂组成平行密集的断裂带, 为主要容矿构造。整个矿床由大小 690 余条矿脉组成, 而实际可开采的主矿脉仅 30 多条, 大部分为隐伏矿, 多呈 NW 或 NWW 走向, 北倾, 倾角变化较大, 多在 $25^\circ \sim 75^\circ$, 一般与容矿地层斜交。主矿体一般长 300~600 m、厚 0.2~2.5 m、延伸 300~400 m。矿脉与围岩界线清楚, 围岩蚀变不

[收稿日期] 2001-09-05; **[修订日期]** 2001-10-06; **[责任编辑]** 余大良。

[基金项目] 知识创新项目(KZCX1-07)和中国科学院资源和生态环境项目(KZ951-B1-404)联合资助。

华北有色地质勘查局综合普查大队第一普查队, 内蒙古自治区林西县官地乡大井矿区铜锡等金属矿控矿因素和矿床成因等问题的初步研究, 1990。

[第一作者简介] 王玉往(1965年-), 男, 1986年毕业于南京大学, 高级工程师, 主要从事矿床地质及找矿预测研究工作。

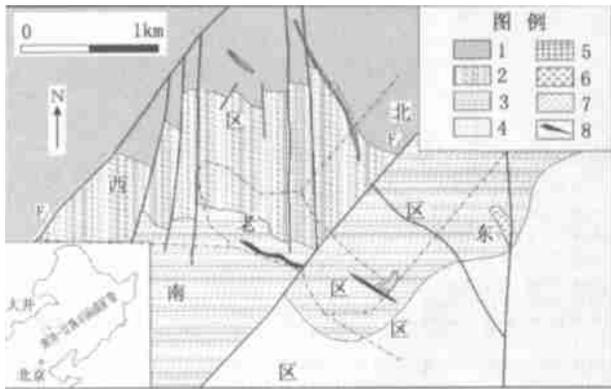


图1 大井矿区地质图
(据谢玉华、张家荫,1990)

1—杂色细碎屑岩段(P_2I^4);2—泥灰岩段(P_2I^3);3—含磷碎屑岩段(P_2I^2);4—暗色碎屑岩段(P_2I^1);5—英安斑岩;6—辉绿岩;7—玄武斑岩;8—矿体露头

强,主要在矿脉两侧围岩中形成充填细脉,有硅化、绿泥石化、绢云母化、碳酸盐化。矿床中已发现的矿物达70余种,主要的金属矿物有黄铁矿、胶状黄铁矿、白铁矿、磁黄铁矿、毒砂、锡石、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿,脉石矿物为石英、碳酸盐(如菱铁矿、方解石、铁白云石、铁方解石等)、粘土矿物(如水白云母、绢云母等)、绿泥石等。该矿床具多期多阶段矿化特征(王玉往等,2000),较明显的有3个矿化期和4个

矿化阶段,其中工业矿化主要形成于3个阶段,即 Sn-Cu(-Sn-Ag)-Zn-Pb-Ag,从早到晚温度呈递降趋势。

2 矿脉的空间分带特点

前人关于矿体的描述仅限于矿体产状、规模和形态等,而对矿体的类型极少提及。笔者初步统计了矿区计有储量的矿体类型主要有铜锡银矿体、铅锌(银)矿体、铜(铅)锌矿体、铜锡(铅)锌(银)矿体,其次有铜矿体、锡矿体、锡锌矿体、铅银矿体等等。根据矿体的集中分布规律可将其大体分为铜锡(银)矿体、铅锌(银)矿体和二者的混合矿体,即铜(锡)铅锌(银)矿体3种类型。其分带特征具有以下主要特点:

1)矿脉沿走向的变化。铜锡矿脉(图2)分布于中部(老区和北区南部),特别是NE向 F_2 断裂的两旁,铅锌矿脉分布于东西两侧,二者之间有一个过渡区,如大井老区西部一坑口主要是铜锡矿体,铅锌含量很低,老区东部二坑口为铜锡—铅锌过渡区,东区官地坑道所见主要为单一的铅锌矿脉,铜锡不具工业利用价值。

铜锡矿脉在走向上仍有一定的渐变,如富源坑

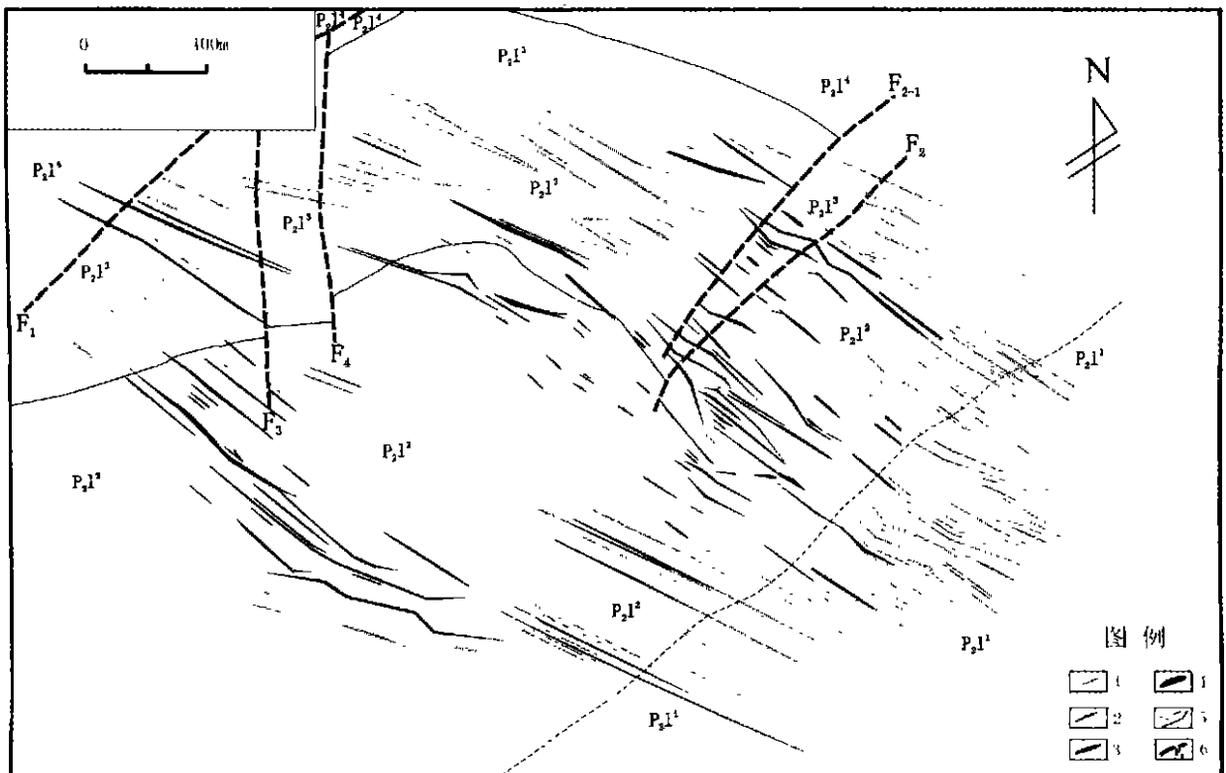


图2 大井矿床600 m标高矿体分布图

1—勘探圈定 PbZn 矿体;2—勘探圈定 CuPbZn 矿体;3—勘探圈定 CuSn 矿体;4—勘探圈定 Sn 矿体;
5—地层界线;6—断层 其它图例同图1

道和老区东部的 Cu Sn 矿体中均可见铅锌矿体,铅锌矿脉多见于脉壁一侧或两侧,随铜锡矿脉逐渐变细尖灭,铅锌矿脉相应变宽,最终取代了铜锡矿脉。

2) 倾向上表现为平行分带。大井矿床的矿体产状、形态特征表明,矿体总体呈 NW 或 NWW 向平行排列,矿区往往出现相邻两条矿体分别为不同的类型,如北区北部兰家沟,10# 矿体以北均为铅锌矿体,但向南相邻的 11# 矿体突然变成了铜锡矿体,10# 与 11# 矿体近平行排列,二者相距仅 40 m。再往南即为北区南部的铜锡矿体群。从 600 m 标高矿体分布图(图 2)看,铜、锡矿体主要分布于矿区中部,而南北两侧则为铅锌矿体,与其在走向上的变化相似,两种类型之间也存在过渡区,只是表现形式为,过渡区多为两个单类矿体交替出现,也可出现混合矿体。矿体的这种空间分布特点,是由于不同阶段成矿流体多次脉动或扩张与矿化分带造成的。

3) 延伸方向上垂直分带不发育。通过系统的坑道观测和室内研究,发现成矿元素缺乏垂直分带。采矿中已证实,同一锡铜矿脉从近地表直至深部尖灭部位仍然是锡铜,铅锌矿脉也是如此,未见上部铅锌下部是锡铜的矿脉。

3 矿物的空间分带

3.1 矿物组合

通过对大井矿床近 200 余件矿物的光片、光薄片鉴定,之后进行统计,结果如表 1。总体来看,主要金属矿物的分带呈现以北区南部—老区东部为中心向外的 3 个环带:内部的锡石、毒砂、黄铜矿高频率带,该带方铅矿、闪锌矿相对较贫;矿区周边的东、

南、西区和北区北部恰好相反,为闪锌矿、方铅矿高频带,锡石、毒砂、黄铜矿相对较贫;二者之间为过渡带。其他矿物如黄铁矿、胶状黄铁矿、白铁矿、磁黄铁矿、磁铁矿等遍布全区。同一矿体上下不同标高的分带则变化不大,如同一矿段区域内钻孔(400 ± 20) m 和(600 ± 20) m 两个标高的对比。可以看出该矿物分带的特征恰与主要成矿期的矿化阶段相对应,这是该矿床的最主要特点之一。

3.2 毒砂成分的空间变化

对于同一矿化阶段或某一阶段为主的同一矿物,可以探讨其空间上的变化。例如黄铜矿主要形成于黄铜矿—黄铁矿阶段、方铅矿主要形成于方铅矿—闪锌矿阶段,其它阶段较为次要。矿石矿物的化学成分在空间上具有分带性(王玉往等,2002)。毒砂的化学成分在平面上由西向东 S、Fe 渐高,As 降低。S/As 比值在西区达到最大,在 400 m 亦有相似的变化;在同一地区不同深度上,由深部到浅部,S、Fe 升高而 As 降低,S/As 增大。毒砂中 As 含量是形成温度的重要参数,根据毒砂中 As 的原子百分数与温度的平衡相图计算(Clark 1960; Kretschmar and Scott, 1976; Sharp et al,1985)的地质温度计,更是被广泛用于成矿地质特征的讨论。简单认为,温度(T)与 As 原子百分数为正相关关系,即 T As。本区的毒砂由于受诸多因素如共生组合或产出特征的影响,不宜作为地质温度计精确计算,但在此不妨作为粗略相对值计算以比较其空间变化(图 3)。从已有数据看,高温区出现于北区南部—老区东部一带和西区北部两个区域,向外温度降低,至最外缘最低(东区东部)。向下温度递增。

表 1 大井各区间主要金属矿物出现频率

		毒砂	锡石	黄铁矿	胶黄铁矿	白铁矿	磁黄铁矿	磁铁矿	黄铜矿	闪锌矿	方铅矿
全部样品	东区	+	+	+++	+	++	+	+	+	+++	++
	北区北部			++		++			+	+++	+
	北区南部	+++	++	+++	+	+++	+		+++	++	+
	老区东部	+++	++	+++	++	++	+		+++	++	++
	老区西部	++	++	+++	+++	++	+	++	+++	+++	++
	西区	++	+	+++	+	++	+	+	++	++	++
	南区	++	++	++		+			+++	+++	++
钻孔样品	北区南部	400m	++	+	+++	++	+	+	+++	++	+
	600m	++	++	+++		+	+		++	+	+
	东区	400m			+++	+	++	+	+	+++	+++
	600m	+		+++	+	++	+	+	++	+++	+++
	西区	400m	++	+	+++	+	++	+	+++	++	++
	600m			++	+	+	+	+	+	++	+
	南区	400m	+++	++	++		+	+	+	+++	+
	600m	+	+	+		+	+		++	++	+

+++ :主要 (> 20%) , ++ :次要 (5% ~ 20%) , + :微量 (< 5%)。



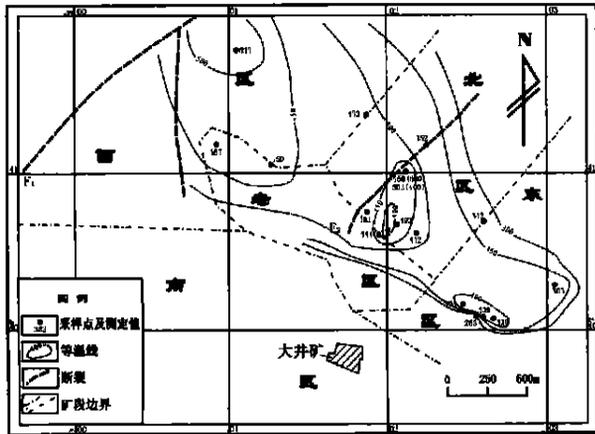


图3 以毒砂地质温度计估算的温度变趋势图

4 元素分带研究

前人对大井矿床成矿元素的分带早已认识,并进行过不同程度的研究(李国华,1986;冯建忠等,1990;艾霞、冯建忠,1992;张德全,1993;等等),普遍看法是:平面上由中心向外、垂向上由下往上依次出现 Sn、Cu Cu、Sn、Pb、Zn Pb、Zn。通过对矿区大量的勘查资料重新统计、核实,确证前人所做成矿元素平面分布规律图基本是可靠的。然而具体到不同矿体、不同地段,元素的分带性则更为复杂。

4.1 元素相关分析

前人曾对元素的相关分析作过报道。黄世乾等(1986)列出了 Cu、Pb、Zn、Sn、Ag、As 6 个元素的相关统计图,但原文未作叙述和讨论。从该图可见,铜、锡、砷、银之间,锌与铅,以及铅与银的相关性较好,而铜锡砷与铅锌、银与锌的相关型较差。冯建忠等(1990)对矿石 19 个微量元素 Cu、Pb、Zn、Fe、Cr、Mn、Co、Ni、V、Ti、As、Sb、Bi、W、Sn、Mo、Au、Ag、Be 进行了相关分析、R 型聚类分析和因子分析统计,尽管其样品数显然要比矿石品位的样品数少得多而代表性不明,但其关于主要矿化元素所得的结果与之前的研究大体一致,并发现在聚类分析图上,Pb、Zn、Sn、Ag 各自分开,而 CuAg 则出现于同一群体;因子分析则表明,Cu Sn - Pb Zn Ag - As Co 分别出现于 3 个因子之中。

4.2 主元素含量等值线图

通过对 400 多个钻孔几百条矿体的品位资料的收集,对 1 万余件 Cu、Pb、Zn、Sn、Ag 等元素建立了包括地理坐标在内的品位及厚度数据库,其中各元素的品位为相隔 10cm 的钻孔长度内取平均值计算所得。以品位 \times 厚度(d 值)为数据点对 5 个元素利用 Sufer 软件进行网格化处理,分别绘制了不同中段和剖面等值线图。通过研究品位变化的趋势以揭

示矿化在空间的分布规律。

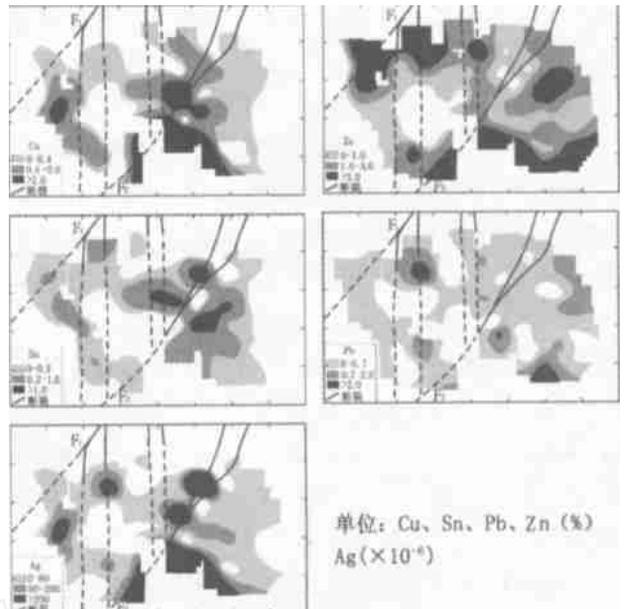


图4 600 m 标高元素含量等值线图

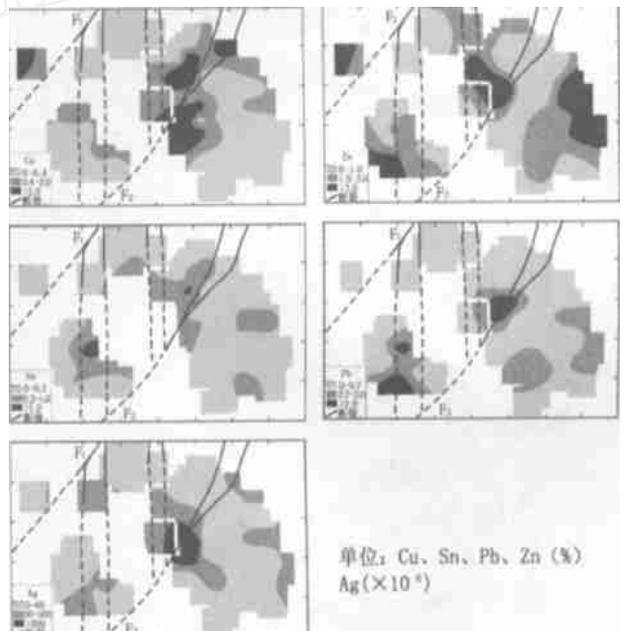


图5 400 m 标高元素含量等值线图

矿化在平面上大致表现为,Cu 与 Sn、Pb 与 Zn 的富集区大致相同,且 Cu Sn 区与 Pb Zn 区在上部标高常常互补,此高彼低、此长彼消(图4);但向深部二者有合拢的趋势(图5)。Ag 的范围则基本附和于该两个富集区。此规律与矿体及金属矿物的分带基本一致。由于早期 Sn 及 Sn - Cu 阶段形成温度较高(艾霞、冯建忠,1992;张德全,1993),因此 Sn 或 Sn - Cu 的富集区应代表本区主矿化中心。Cu 或/和 Sn 基本呈现两个富集区,一个在矿区中部的老区东—北区南一带,另一个为矿区西部,向下部标高向西北偏移。此两高值区应大体代表了两个主要

的矿化中心。值得注意的是两个矿化中心分别与 NE 向 F₂、F₁ 相对应,且靠近 NE 向与其派生的南北向断裂的交汇部位。

5 结论

从以上的叙述中可以看出矿区主要的矿化中心有两个(图 6);一为矿区中部,即老区东部—北区南部一带,矿体、矿物及元素变化呈现出自内向外的分带变化规律,其在成矿的物理化学条件上表现出成矿温度降低趋势;另一个矿化中心在矿区的西部,尽管该区的现有资料不多,但其元素分带的特征初步表明与矿区中部的矿化中心极为相似。这两个矿化中心分别位于北东向的 F₂ 和 F₁ 断裂附近,表明两条北东向断裂作为矿区导矿构造的推断是合理的。另外,据物探及数学地质计算结果推测,矿区深部可能存在两个隐伏岩株(黄世乾等,1986)。值得注意的是,这两个隐伏岩体分别位于矿区的两条 NE 向断裂带 F₂ 和 F₁ 的部位,为矿区导矿构造的推论提供了矿源证据。矿化中心是建立该矿床成矿模式的重要依据,亦将为矿区成矿预测工作提供最可靠的证据。

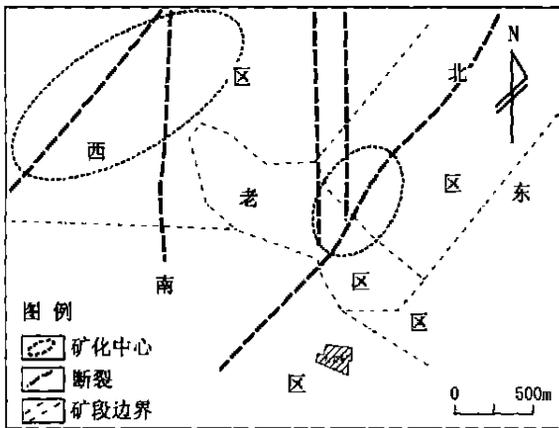


图 6 大井矿区矿化中心位置示意图

大井矿区中的大井银铜矿、中兴铅锌矿、富源铜矿、小城子铜矿等矿山为野外工作提供了大力支持和帮助,工作中还得到了王京彬研究员、姜能博士、毛骞博士、赵利青博士、刘红涛研究员以及日本专家上本武、岛崎英彦、河内洋佑、相泽直人、冢越重明、秋山伸一的帮助和指导,在此深表感谢!

[参考文献]

[1] 李国华. 大井锡—多金属矿田控矿因素及找矿方向初步探讨[J]. 地质与勘探, 1986, 22(2): 29~30.

[2] 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.

[3] 张家荫, 谢玉华, 林达富, 等. 大井锡多金属矿床成因新探[J]. 华北有色金属地质, 1988, 1~2: 8~14.

[4] 姚德, 李鹤年, 段国正. 赤峰北部大井锡多金属矿床成矿作用地球化学及找矿方向[J]. 地质与勘探, 1990, 26(2): 5~9.

[5] 艾霞, 冯建忠. 内蒙大井锡多金属矿床成矿地质特征及成因探讨[J]. 有色金属矿产与勘查, 1992, 1~2: 82~92.

[6] 冯建忠, 艾霞, 吴俞斌. 内蒙大井多金属矿床微量元素特征及地质意义[J]. 有色金属矿产与勘查, 1990, (4): 47~52.

[7] 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): 37~47.

[8] Ohta E. Polymetallic mineralization at the Toyoha mine, Hokkaido, Japan. Mining Geol[J]. 1991, 41(5): 279~295.

[9] Clark, L A. The Fe - As - S system: phase relations and applications[J]. Economic Geology, 1960, 55: 1345~1381.

[10] Kretschmar, U, Scott, S D. Phase relations involving arsenopyrite in the system Fe - As - S and their application[J]. Canadian Mineralogist, 1976, 14: 364~382.

[11] Sharp, Z D, Essene, E J, Kelly, W C. A re-examination of the arsenopyrite geothermometer: pressure considerations and applications to natural assemblages[J]. Canadian Mineralogist, 1985, 23: 517~534.

[12] 王玉往, 王京彬, 王莉娟. 大井矿床成矿阶段划分[A]. 中国地质学会编, “九五”地质科技重要成果学术交流会议论文集, 北京: 地质出版社, 2000, 408~411.

[13] 王玉往, 曲丽莉, 王京彬, 等. 大井锡多金属矿床矿石矿成分及时空演化[J]. 矿床地质, 2002, 21: (1).

STUDY ON THE MINERALIZATION CENTER OF DAJING TIN- POLYMETALLIC DEPOSIT, INNER MONGOLIA

WANG Yu - wang^{1,2}, QU Li - li¹, WANG Li - juan^{1,2}, YANG Li - yong³, ZHANG An - li³

(1. Beijing Institute of Geology for Mineral Resources, Beijing 100012; 2. Institute of Geology and Geophysics, CAS, Beijing 100101; 3. Dajing Silver and Copper Mining Company, Chifeng, Inner Mongolia, Dajing 025250)

Abstract :Based on the discussion on ore bodies, ore minerals and major elements, combined with metallogenic spatial variation of metallogenic physical - chemical condition, this paper has inferred the mineralization center of Dajing mining district. It is considered that there exist two major mineralization centers which are located in middle part (i. e., around eastern Laoqv block to southern North block) and western part of mining area respectively. Those two mineralizing centers just approach NE trending faults of F₂ and F₁, which reasonably evinces that those faults could be regarded as the channel - way for ore - fluid of this area.

Key words :spatial zoning, mineralization center, Dajing tin - polymetallic deposit, Inner Mongolia.