



内蒙古狼山地区霍各乞铜多金属矿床 石英流体包裹体研究

王莉娟*

(有色总公司北京矿产地质研究所, 北京; 中科院矿物资源探查研究中心, 北京)

提 要: 该文论述了内蒙狼山霍各乞一号矿床 Cu-1、Pb-3、Pb-1 矿体的流体包裹体镜下特征、包裹体均一温度、流体的酸碱度、氧化还原参数及压力等成矿物理化学条件, 认为 Cu-1、Pb-3 矿体 (产铅为主) 的成矿流体特征与 Pb-1 矿体 (产锌为主) 不同。Cu-1、Pb-3 矿体属海底火山喷气 (流) 沉积变质成矿, 成矿物质主要来自火山热液。Pb-1 矿体属海底热卤水喷溢沉积变质成矿, 成矿物质主要来自热卤水。

关键词: 多金属矿床 流体包裹体 成矿物理化学条件 沉积变质 狼山霍各乞

1 矿区地质概况

霍各乞矿区位于狼山复式背斜构造北翼的次一级霍各乞倒转背斜的两翼。矿区共有四个矿床, 主要矿床矿体均产在狼山群第二岩组中段。二、四号矿床位于倒转背斜的北翼, 一、三号矿床位于南翼, 四号矿床不具工业意义, 实际上矿区内的三个工业矿体赋存在分属于倒转背斜两翼的同一层位上, 矿区绝大部分工业储量集中在一号矿床。本次研究以一号矿床为例, 其余矿床地质特征与一号矿床类似。一号矿床全长约 1500 m, 走向 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$, 倾向 SE, 倾角 70° 。该矿床大小共有 39 个矿体, 分别赋存在四个含矿亚层中, 自上而下分为:

顶板围岩为二云母石英片岩。

(1) 上条带状碳质石英岩: 主要赋存 Cu-1, Cu-6 号矿体。

(2) 透辉、透闪石岩, 结晶灰岩: 主要赋存有 Fe-1, Pb-3 矿体。

(3) 下条带状碳质石英岩: 赋存有 Cu-2 号矿体。

(4) 碳质板岩: 赋存有 Pb-1 矿体。

底板围岩为黑云石英片岩, 局部为千枚岩。

矿体受含矿层的控制, 呈层状、似层状产出。一定的含矿层赋存一定的矿种, 条带状碳质石英岩是 Cu 的“特定”层位, Pb、Zn 在该层中含量低, 一般达不到工业品位; 碳质板岩

* 王莉娟, 女, 1948 年生, 高级工程师, 1982 年毕业于中南工业大学地质系, 主要从事流体包裹体和矿床学研究。
邮政编码: 100012

是 Pb、Zn 的“特定”层位；透辉、透闪石灰岩为 Pb、Zn、Fe 的“特定”层位^{[1]①}。本次研究样品采自一号矿床 5 号勘探线剖面的钻孔中（图 1）。

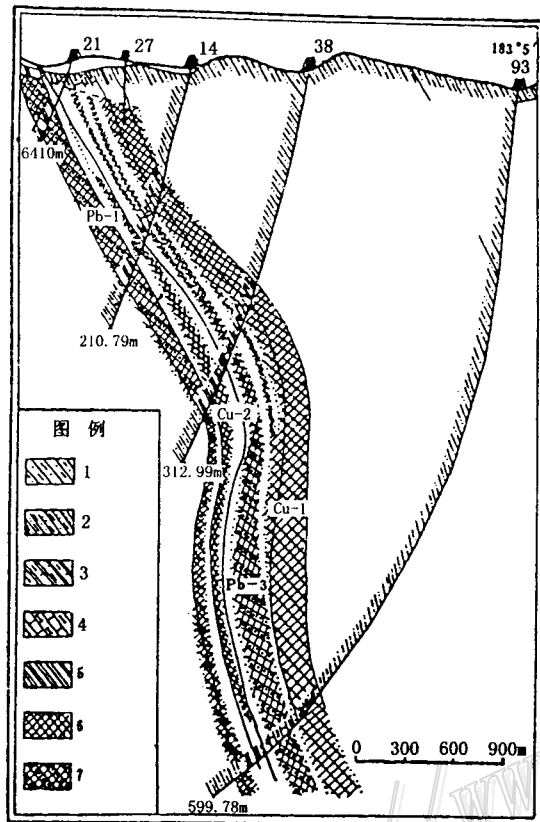


图 1 霍各乞一号矿床 5 号勘探线剖面图

1—黑云母石英片岩；2—二云母石英片岩；3—含铜条带状石英岩；4—含铅锌透辉透闪石化灰岩；5—含铅锌炭质板岩；6—铜矿体；7—铅锌矿体

2 矿物流体包裹体特征

2.1 包裹体镜下特征

矿区不同岩体石英中包裹体丰度不同，碳质板岩石英中包裹体小（多 $<3\mu\text{m}$ ）、少，多分布于石英边部的次生加大边中，难于测定其均一温度；石英岩围岩和夹石石英中包裹体丰富，个体亦较大，最大可达 $20\sim30\mu\text{m}$ ；铜矿体石英中包裹体丰度一般，包裹体多小于 $5\sim10\mu\text{m}$ ，以椭圆形、菱形、不规则状为主，分布不均匀，常见面状、条带状分布。本区石英中包裹体主要有以下几种类型：

(1) I 型气液包裹体：此类包裹体在本区分布最为普遍，气液比多为 $5\%\sim20\%$ ，面状分布为主。

(2) II 型气体包裹体：本区铜矿体中较少出现，Pb-1 矿体中几乎不出现，在顶板围岩石英岩、碳质石英岩夹石以及石英透辉、透闪岩中该类型包裹体含量相对较多。

(3) III 型含子矿物包裹体：此类型包裹体在本区普遍存在，在顶板围岩和石英岩夹石中其含量相对丰富，往铜矿体减少，Pb-1 矿体中有少量出现。

(4) IV 型 CO_2 包裹体：该类型包裹体在本区普遍存在，个体较大，以面状、条带状分布为主。室温下可见到 CO_2 液相圈，有的包裹体仅见 CO_2 气、液两相，为纯 CO_2 包裹体。

(5) V 型有机包裹体：在本区普遍存在。

2.2 温度、压力和盐度

本区包裹体均一温度特征，Cu-1 矿体的顶板围岩平均均一温度为 325°C ，Cu-1 矿体间夹石为 309°C ，且围岩和夹石中测定出了 II 型包裹体，它们的均一温度平均值均比 Cu 矿体（ 246°C ）和 Pb-3 矿体（ 293°C ）高，均一温度从围岩→夹石→矿体逐渐降低。此外，浅色闪锌矿的均一温度为 $278\sim282^\circ\text{C}$ ，与 Pb-3 矿体相近。

天津地调所运用闪锌矿地压-地温计计算霍各乞矿床成矿温度为 $420\sim430^\circ\text{C}$ ，压力为

① 常耀奇，1984，内蒙古冶金地质，第 8 卷，第 2 期，18~33

100 MPa, 本次利用李秉伦先生的气相成分图解法测定的压力亦为 100 MPa 左右, 因而估计成矿压力约为 100 MPa, 而在变质高峰期压力更高。

本区围岩中Ⅲ型含子矿物包裹体丰富, 且个体大, 盐度为 33%~36%。Cu-1 矿体间夹石中Ⅲ型包裹体亦多见, 铜矿体中减少。表明成矿流体的盐度从围岩→夹石→矿体降低。

2.3 成矿流体组分

霍各乞 Cu-1 矿体占一号矿床铜总储量 51%, Pb-1 矿体以产锌为主, 占一号矿床锌总储量 70%, 铅占 44%, Pb-3 矿体以铅为主, 锌次之。上述矿体在一号矿床中为主要矿体, 具代表性, 它们的流体包裹体组分主要特征见表 1。

表 1 霍各乞一号矿床流体包裹体组分特征

矿体	液相组分特征				流体类型	气相组分/ 10^{-6}				物理化学参数		
	Na^+/K^+	$\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$	$\text{Na}^+ / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$	F^- / Cl^-		CO_2	N_2	CH_4	CO	pH	Eh	f_{O_2}
Cu-1	0.94	2.2	1.47	0.02	$\text{K}^+ (\text{Na}^+) - \text{Ca}^{2+} - \text{Cl}^-$	11.1	0.32	0.1	2.02	8.6	-1.03	-25.02
Pb-3	0.95	4.25	3.24	0.06	$\text{K}^+ (\text{Na}^+) - \text{Ca}^{2+} - \text{Cl}^-$	9.05	0.48	0.35	1.58	8.05	-0.95	-24.62
Pb-1	1.43	1.67	0.36	0.02	$\text{Ca}^{2+} (\text{Mg}^{2+}) - \text{Na}^+ (\text{K}^+) - \text{Cl}^-$	47.8	0.32	0	1.58	6.22	-0.065	-23.54
Cu-1 矿体间夹石	2.1~4.15	4.56~25	0.19~3.96	0.02~0.05	$\text{Ca}^{2+} - \text{Na}^+ - \text{Cl}^-$	2.95~11.1	1.88~3.68	1.66~6.05	0.62~5.43	8.6	-1.04~-1.07	-25.35~-25.86

注：由北京矿产地质研究所分析室分析

3 成矿物质来源

本区硫同位素组成 $\delta^{34}\text{S}$ 值范围为 $-3\text{‰} \sim +24\text{‰}$, 平均 $+12.64\text{‰}$, 并有小的集中区, 反映硫主要来自海水硫, 后期经历了变质作用, 成矿物质最初是沉积成因的特点。铅同位素为正常铅, 主要分布在克拉通化地壳区边部, 造山带铅平均演化线附近, 指示铅源可能是狼山群下伏的太古宙基底^[1]。本区两个石英样品中包裹体水的氢同位素组成 δD 为 -131‰ 和 -126‰ ; 包裹体水的氧同位素组成 $\delta^{18}\text{O}_\text{H}$ 为 13.4‰ 和 12.1‰ , 落在 $\delta\text{D}-\delta^{18}\text{O}$ 关系图上变质水区域的下方, 表明本区成矿流体主要来自变质水并渗杂有大量的地下循环水。

4 几点认识

(1) 霍各乞矿床石英包裹体富含 CO_2 包裹体、纯 CO_2 包裹体以及含盐类子矿物包裹体; 包裹体以面状、条带状分布为主; 包裹体气相中含有 CH_4 、 N_2 等组分以及 Pb-1 矿体石英流体包裹体分布在石英的次生加大边中等特征都表明了成矿流体与变质作用有关^[2,3]。

(2) 流体包裹体均一温度及盐度特征表明从围岩→夹石→矿体, 温度、盐度逐渐降低, 这与属热卤水改造层控型的荒沟山铅锌矿床类似^[4], 体现了变质改造层控型矿床携带矿质

的成矿流体从高温、高盐度至中—低温、中—低盐度变化过程中在适宜的温度、盐度等一系列物理化学条件控制下矿质沉淀成矿的特征,属退化变质作用成矿。

(3) Cu-1 矿体和以产 Pb 为主的 Pb-3 矿体成矿流体类型、pH、Eh 值等与产 Zn 为主的 Pb-1 矿体及 Cu-1 矿体间夹石中石英包裹体流体不同,包裹体镜下特征等亦不同。Cu-1 和 Pb-3 矿体流体类型为 $K^+(Na^+)-Ca^{2+}-Cl^-$ 型, K^+ 含量相对较高,在弱碱性、弱还原条件下成矿,包裹体相对大,气液比亦较大,出现气体包裹体等,表明其成矿物属来源与岩浆热液有关,属海底火山喷气(流)作用成矿;Pb-1 矿体流体类型为 $Ca^{2+}(Mg^{2+})-Na^+(K^+)-Cl^-$ 型,在弱酸性和相对更弱的还原条件下成矿,包裹体小、少,分布于石英次生加大边中,其包裹体及流体特征类似于属海底热卤水成矿的高板河变质锌硫矿床(芮宗瑶, 1990),流体中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 含量相对高,成矿主要与海底热卤水喷流有关,成矿物质来自热卤水,这种热卤水携带了下伏太古宙地层中的矿物质。Cu-1 矿体间的夹石石英中流体类型为 $Ca^{2+}-Na^+-Cl^-$ 型,与 Cu-1、Pb-3、Pb-1 矿体的流体类型都不尽相同,是一种在该地质条件下不成矿的变质流体类型。

(4) Cu-1、Pb-3、Pb-1 矿体成矿流体及 Cu-1 矿体间夹石中流体的变化反映了当时成矿环境及成矿物理化学条件的变化。表明当时霍各乞地区海底火山活动间歇过程中既有火山喷气(流),又夹杂着被火山活动加热的地下热卤水的喷溢,这些活动具有多期性、反复性,在它们分别携带的矿物质沉淀后又经历了后期沉积变质作用,形成了目前的不同矿种不同来源的层状的铜多金属矿床。但归根结底,成矿与海底火山活动和后期的变质作用密切相关。

综上所述,霍各乞矿床的石英流体包裹体初步研究并结合前人的研究成果,表明霍各乞铜多金属矿床成矿时压力约 100 MPa,成矿温度约 300~450℃,在弱碱—弱酸性,弱还原条件下退化变质作用过程成矿。成矿物质既有来自海底火山喷气(流),又有来自海底喷溢的热卤水。在海底火山喷气(流)、热卤水喷溢的反复交替作用的环境中,所携带的矿质初始沉淀富集,经后期变质改造作用矿质进一步富集形成了霍各乞铜、铅、锌、铁共生的大型多金属矿床。矿床属多成因、多来源层状沉积变质矿床。

参 考 文 献

- 1 芮宗瑶,施林道,方如恒等. 华北陆块北缘及邻区有色金属矿床地质. 北京:地质出版社,1994,115~121,511~528.
- 2 E ROEDDER 著. 流体包裹体(下). 卢焕章,王卿铎等译. 长沙:中南工业大学出版社,1986,31~54.
- 3 芮宗瑶,沈昆等译. 流体包裹体在岩石学和矿床学中的应用. 北京:地质出版社,1986,162~184.
- 4 杨松年,廖远兴等. 辽吉南部下元古界铅锌成矿地质特征及矿床控制因素. 地质与勘探,1986,22(10):15~18.