

阿尔泰山南缘典型块状硫化物矿床成矿环境浅析

廖启林, 戴塔根, 刘悟辉, 邱冬生

(中南工业大学地质研究所, 长沙 410083)

[摘要]新疆阿尔泰山南缘有较丰富的块状硫化物矿床, 主要分为块状硫化物铜(锌)矿、块状硫化物铅锌矿、块状硫化物铜(金)矿等基本类型, 其代表分别是阿舍勒铜(锌)矿、可可塔勒铅锌矿、乔夏哈拉铜(金)矿。通过对这些矿床基本成矿特征及其成矿环境的分析对比, 认为它们形成于相同的成矿大地构造背景及相近的产出环境, 但又有各自的富集部位及控矿因素, 找矿标志也有差别, 属于阿尔泰山南缘陆缘裂谷带早—中泥盆世海底火山喷流—沉积环境下形成的同一成矿系列产物。

[关键词]块状硫化物矿床 成矿环境 陆缘裂谷带 阿尔泰山南缘 新疆

[中图分类号]P618.4 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2000)06-0023-04

1 概况

本区地处西伯利亚板块与哈萨克斯坦与准噶尔板块的结合部位。主要块状硫化物矿床均产于西伯利亚板块南端的阿尔泰山南缘陆缘扩张构造带或陆缘裂谷带^[1]上, 也有人称之为阿尔泰山南缘 Fe - Cu - Pb - Zn 多金属成矿带^[2], 由西向东依次出现阿舍勒、可可塔勒、乔夏哈拉、喀拉通克等知名矿床(图 1)。本区的块状硫化物矿床按矿种可分为 3 种基本类型: 1) 以阿舍勒为代表的铜(锌)矿床; 2) 以可可塔勒为代表的铅锌矿床; 3) 以乔夏哈拉为代表的铜(金)矿床。其成矿规模以大型为主, 一般都达中型以上, 主矿体多呈层状、似层状, 品位高, 矿床的综合利用价值较大。泥盆纪大陆边缘裂谷带中的海底火山喷流—沉积作用是成矿的先决条件, 火山热液、火山喷气及海底火山喷流诱发的热卤水循环是成矿的重要因素。

2 典型矿床及其成矿环境

2.1 阿舍勒铜(锌)块状硫化物矿床

该矿床地处阿勒泰哈巴河县城北西约 30 km 处, 位于阿尔泰山南缘多金属成矿带西段的阿舍勒泥盆纪火山盆地中^[2], 其矿区北西顺接哈萨克斯坦的矿区阿尔泰山成矿带。该矿区属于额尔齐斯多金属—贵金属聚矿带西端, 与多拉纳萨依金矿、赛都金产于同一矿化集中区。整个矿化集中区明显受近 EW 向的横向构造控制, 近 EW 向构造与近 SN 向构造的汇聚处多为矿床的有利成矿部位。矿床形成于活动大陆边缘早中泥盆世晚期裂谷的早期阶段^[2], 赋存

在下中泥盆统阿舍勒组玄武—英安质海相火山沉积建造内, 区域变质变形属低绿片岩相, 变形强烈。主矿体产于下中泥盆统阿舍勒组第 2 岩性段第 2 岩性层(D₁₋₂a₂₋₂)的沉凝灰岩段与上覆的细碧岩段的界面上, 明显形成于火山作用的间歇期; 其主矿层产于火山喷发沉积顶部与溢流的界面上, 主要为火山喷发间歇期的热卤水沉积产物。矿床的成矿作用与同生断裂活动的关系密切。围岩蚀变主要有绢云母化、绿泥石化、硅化、碳酸盐化。该矿床为一较典型的海相火山喷气—沉积型块状硫化物铜(锌)矿床。

矿区位于阿尔泰山—克兹加尔重磁异常区西端, 表现为重力异常与低负磁异常背景上的局部环形高磁异常的叠合, 反映了中心基性岩套合周边酸性岩的原始火山沉积环境或深部基性岩上覆大量酸性岩的基底背景。矿床及矿化体上表现为高极化、高密度、低阻、弱或无磁的地球物理特征; 矿区属于阿舍勒—克兹加尔—阿克希克 Cu - Pb - Zn - Au 地球化学区的阿舍勒 Cu - Pb - Zn - (Mo) 富集段, 矿床及矿化体上呈现清晰的 Cu - Pb - Zn - Au - Ag - As - Sb - Bi - Hg - Ba - Sn - W - Mo 等多元素组合异常, 且分带清晰, 其分带序列是: 前缘晕 As - Sb - Bi - Hg - Ba, 矿体晕 Cu - Zn - Pb - Ag - Au - Ba, 尾晕 W - Sn - Mo。

2.2 可可塔勒铅锌块状硫化物矿床

该矿床位于阿尔泰山南缘陆缘扩张构造带中段的麦兹倒转向斜北东翼之下泥盆统康布铁堡组中, 是以块状硫化物矿床为主的大型铅锌矿床^[1]。矿床受火山喷发活动中心控制, 容矿岩石为康布铁堡组上亚组第 2 岩性段中部(D₁k₂^{2b})的变凝灰岩、黑云母石英片岩、变凝灰质粉砂岩及铁锰质大理岩等组成的

[收稿日期]1999-06-01; [修定日期]1999-07-08; [责任编辑]曲丽莉。

互层带。主矿体赋存于火山喷发旋回与沉积旋回的转换过渡部位,矿化具多层性特点,在一定层位上常成群成带展布。围岩蚀变为碳酸盐化、绢云母化、硅化、黄铁矿化、萤石化等,尤以碳酸盐化与成矿关系更为密切。

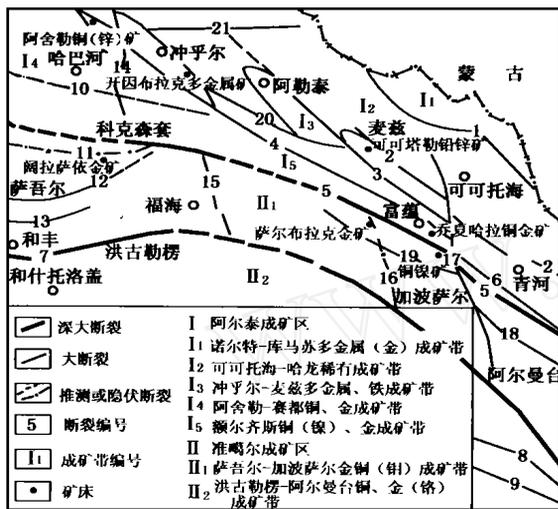


图1 阿尔泰南缘构造-成矿带略图

1—红山嘴断裂;2—巴寨断裂;3—阿巴宫—库尔提断裂;4—克兹加尔断裂;5—额尔齐斯断裂;6—阿拉图拜断裂;7—洪古勒楞—阿尔曼台断裂;8—托让格库都克断裂;9—库布苏断裂;10—克孜勒卡因断裂;11—那林卡拉断裂;12—萨吾尔断裂;13—扎合断裂;14—哈巴河断裂;15—福海断裂;16—哈拉安断裂;17—卡拉先格断裂;18—布尔根断裂;19—喀拉通克断裂;20—海流滩断裂;21—苏木达依里克断裂

矿区属于额尔齐斯断裂以北阿尔泰重力梯级南缘重磁梯级异常区的一部分,航磁场位于一条带状局部正磁异常区内,其东北侧为一片负磁区套合局部弱正磁异常。矿床及矿体上表现为低阻、高极化、中密度、弱磁的地球物理特征^[3]。本区属于冲乎尔—麦兹 Au - As - Sb - Ag - Cu - Pb - Zn 地球化学区之麦兹—富蕴 Cu - Pb - Zn - Ag - (As, Sb) 富集段。矿床上发育有清晰的多元素组合异常:次生异常以 Pb - Zn - Ag - As - (Cd, Mn) 为主;原生异常表现为规模大、强度高的 Pb - Zn - Ag - Cd - As - Hg - Sb - Mo 组合晕, Hg、Mo 为矿上晕, As、Sb 为矿下晕, Pb、Zn、Ag 从上到下都有明显的异常^[4]。

2.3 乔夏哈拉铜(金)块状硫化物矿床

该矿床地处阿尔泰富蕴县南东约 25 km 处,位于额尔齐斯构造混杂岩带旁侧,其南部约 8 km 处,即喀拉通克大型铜镍矿。成矿以含金磁铁型铜矿为主,金铜矿次之,中型规模。矿床主要产于中泥盆统北塔山组中性岩段(D₂b²)玄武岩、安山岩及其火山碎屑岩中,矿区呈一单斜构造。矿体呈层状、似层

状或透镜状与围岩整合产出,矿体上、下盘紧接夕卡岩层,二者呈渐变过渡关系。矿床主要由 10 余个长 100 m ~ 600 m、厚 7 m ~ 25.5 m 的含铜磁铁矿体构成。矿床垂向分带清晰,“上铁下铜”现象明显。铁、铜矿石普遍合金, Cu、Au 向下变富趋势均较明显。围岩蚀变为硅化、绢云母化、夕卡岩化、碳酸盐化及少量电气石化。

矿区属于局部重力高与负磁场旁侧的某一正磁异常带之叠合区,反映了深大断裂邻区的火山沉积环境。矿床及矿化体表现为强磁、低阻、中极化、中密度的地球物理特征;本区属于喀拉通克—老山口东 Cu - Au - As - Ni - Co - Pb - Zn 地球化学区之乔夏哈拉 Cu - Ni - Co - Pb - Zn - Au 富集段,总体上属于一多元素低背景场区,反映了晚古生代的火山沉积建造。矿体上呈现清晰的 As - Cu - Au - Zn - (Co, Ni) 组合异常。

3 成矿环境对比

3.1 含矿层岩石化学成分对比(表1)

以阿舍勒为代表的铜(锌)块状硫化物矿床主要产在陆缘拉张过渡盆地中的早—中泥盆世火山岩中,其容矿火山岩具有玄武—英安质双峰式火山岩建造特征^[5]及从酸性—中酸性—基性的反向演化特点,其 SiO₂ 含量可分为两组,以 < 50% 为一组(代表基性火山岩)及以 > 65% 为另一组(代表酸性火山岩), Na₂O 含量普遍大于 K₂O, 属典型的贫钾富钠质火山岩;以可可塔勒为代表的铅锌块状硫化物矿床主要产在陆缘裂谷带之具古老陆壳基底的早泥盆世火山—沉积盆地中—以酸性火山岩及其变质岩为主, SiO₂ > 70%, K₂O、Na₂O 均较富,属较典型的富碱酸性火山岩;以乔夏哈拉为代表的铜(金)块状硫化物矿床主要产在陆缘裂谷带之紧邻扩张中心一侧的中泥盆世中基性火山岩中, SiO₂ 含量一般为 50% ~ 60%, 富 K₂O、Na₂O, 但以富 K₂O 为主, 属亚碱性火山岩, 部分为碱性拉斑玄武岩。

3.2 含矿地层主成矿元素含量对比(表2)

从表 2 可知,本区的主要块状硫化物矿床的含矿层主成矿元素 Cu、Pb、Zn、Ag 的平均含量远远高于其北疆区域丰度值,说明在火山岩地层形成之初这些主成矿元素即具备了良好的初始富集基础。

3.3 典型块状硫化物矿床的成矿条件对比(表3)

本区块状硫化物矿床均产于陆缘裂谷带的早—中泥盆世火山岩中,主成矿阶段即块状硫化物矿石形成时均有中高温火山热液的成矿特征,成矿物质

表 1 阿尔泰山地区有关含矿地层岩石化学成分对比

矿床	含矿地层	岩石名称	化学成分 (%)										
			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
阿舍勒铜(锌)矿	D ₁₋₂ a ²⁻²	玄武岩	48.76	1.05	15.10	3.10	7.78	0.26	5.99	5.37	4.71	0.08	0.14
		安山岩	46.50	0.79	15.30	2.96	5.43	0.16	5.56	6.27	4.24	0.05	0.09
		英安岩	66.76	0.26	14.86	2.04	3.45	0.40	3.00	2.43	3.39	0.48	0.04
		石英角斑岩	74.79	0.30	13.00	0.76	2.60	0.04	1.16	0.35	4.76	0.37	0.04
		辉绿玢岩	48.87	0.66	19.79	5.71	4.26	0.14	4.21	8.49	2.37	0.01	0.08
可可塔勒铅锌矿	D ₁ k ₂ ^b	石英角斑岩	74.85	0.27	11.76	0.55	2.09	0.09	0.80	1.50	5.80	0.35	0.06
		角砾晶屑岩	71.70	0.32	11.93	2.31	2.93	0.08	1.59	0.60	1.49	6.08	0.13
		钾质流纹岩	72.11	0.19	13.43	0.14	2.02	0.02	0.1	0.19	0.17	12.12	0.06
		流纹质熔岩	74.76	0.33	1.24	0.00	1.80	0.08	1.22	0.99	5.60	0.90	0.03
		基性火山岩	49.75	1.68	16.02	3.32	9.81	0.22	6.47	4.75	2.65	3.24	0.25
乔夏哈拉铜(金)矿	D ₂ b ²	玄武安山岩	52.03	0.41	17.03	2.55	5.05	0.19	4.92	3.62	0.21	6.51	0.29
		安山玢岩	62.64	0.50	16.29	0.81	0.88	0.05	6.01	0.53	6.78	3.55	0.22
		橄榄玄武岩	43.38	0.28	5.67	7.24	3.60	0.13	5.89	26.67	0.08	0.33	0.23
		安山岩	57.76	0.45	17.40	3.31	1.99	0.06	3.25	2.62	5.14	4.56	0.30
		黄橄岩	41.60	0.62	8.09	5.52	4.89	0.16	5.83	26.11	0.04	0.13	0.21

测试单位:新疆地矿局测试中心,1994~1997。

表 2 有关含矿地层主成矿元素含量对比

地层	样品数	Cu	Pb	Zn	Ag	对应矿体
康布铁堡组 D ₁ k ²	55	58	56	80	0.16	可可塔勒铅锌矿
阿舍勒组 D ₁₋₂ a	275	72	23.6	79	0.22	阿舍勒铜(锌)矿
北塔山组 D ₂ b	38	76	33	87	0.064	乔夏哈拉铜(金)矿
北疆区域丰度值	3805	23	12	65	0.059	
地壳丰度(1964,泰勒)		55	13	70	0.07	

据程忠富,涂光炽,等.1990。

表 3 阿尔泰山缘典型块状硫化物矿床条件对比^[1,2,6]

成矿条件	阿舍勒铜(锌)矿	可可塔勒铅锌矿	乔夏哈拉铜(金)矿
成矿背景	阿尔泰山南缘陆缘裂谷带之阿舍勒火山盆地(阿舍勒向斜)	阿尔泰山南缘陆缘裂谷带之麦兹向斜(麦兹构造火山盆地)转折端	阿尔泰山南缘陆缘裂谷带之额尔齐斯构造带旁侧,相当于准洋壳基地的扩张中心附近
含矿层与含矿建造	以 D ₁ a ²⁻² 为主要含矿层,为一套英安质角砾岩与凝灰岩互层,即细碧-角斑岩建造	以 D ₁ k ₂ ^b 为主要含矿层,为一套酸性熔岩-喷发碎屑岩-碳酸盐岩建造(细碧-石英角斑岩建造)	以 D ₂ b 为主要含矿层,为一套中基性火山岩建筑(火山-沉积岩、夹少量熔岩)
成矿温度及盐度	分多个成矿阶段,黄铜矿成矿温度 T = 280~385; 盐度 < 4%, 少量可达 10% 以上	分多个成矿阶段,块状铅锌矿石成矿温度 T = 300~350; 高盐度,成矿热卤水平均盐度达 40%	中高温,中低盐度
硫同位素	³⁴ S = 1.3‰~6.3‰, 平均 4.6‰; 硫来源于上地幔或深部地壳	³⁴ S = -15.8‰~+5.1‰, 平均 -10.5‰, 硫主要来自细菌还原海水中的 SO ₄ ²⁻ 盐之硫,少量来自岩浆	³⁴ S = 0.73‰~2.92‰, 平均 -1.63‰, 硫主要来自深源岩浆硫
氢氧同位素	¹⁸ O _水 = 1.47‰~2.5‰, D = 43‰~47‰, 反映含矿溶液为岩浆水加海水的混合溶液	¹⁸ O _水 = 11.4‰~12.9‰, 水 = -28‰~-16‰, 反映成矿流体主要来自海水	D = -107.4‰~-80.9‰, ¹⁸ O _水 = -9.43‰~-11.49‰, 说明其成矿流体为岩浆水加大气降水的混合水
铅同位素	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb = 17.85~18.28, ²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb = 15.47~15.63, ²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb = 37.64~38.02, 推断其 Pb 主要来自上地幔	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb = 17.95~18.34, ²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb = 15.48~15.84, ²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb = 37.73~38.87, 反映 Pb 主要来自深部及火山岩本身	
稀土元素 (w _B /10 ⁻⁶)	ΣREE = 45.54~83.67, L/H = 3.41~3.76, Eu = 0.76~1.03; 反映成矿物质来源于上地幔或深部地的基性富钠火山岩浆	REE = 118.51~96.49, L/H = 1.59~3.67, Eu = 0.46~0.63; 预示成矿物质主要来自早期火山岩	与成矿石同时形成的硅质岩之 ΣREE = 11.12, L/H = 2.46, Eu = 1.02, 反映了其硅质岩为火山喷流所形成
矿质来源	多来源,以深源+矿源层为主	多源,以矿源层为主	多来源,以矿源层+岩浆源为主

均具多来源,矿源层是其重要矿质来源之一,海底火山喷流-沉积是其最基本的成矿作用。铜(金)块状硫化物矿床主要产于阿尔泰山缘陆缘裂谷带扩张中心(靠近洋壳)附近,容矿岩石为一套中泥盆世的中基性的以富钾为主的亚碱性火山岩;铜(锌)块状硫化物矿床主要产于陆缘裂谷带北侧距扩张中心有一定距离的过渡壳火山盆地中,容矿岩石为一套早一中泥盆世中偏基性的富钠火山岩;铅锌块状硫化物矿床主要产于陆缘裂谷带北侧靠近西伯利亚板块南端的火山构造盆地中,距裂谷带扩张中心相对更远一点,此类盆地多具较厚的古老陆壳基底,容矿岩石为一套早泥盆世的富钾富钠酸性为主的火山岩(经过了后期的变质改造)。

4 结论

作为产于阿尔泰山缘陆缘裂谷带之早一中泥盆世火山岩中、为海底火山喷流-沉积作用所形成的块状硫化物矿床,其成矿具有相同的大地构造背景及类似的形成环境,可看做是阿尔泰山缘陆缘裂谷带上晚古生代早期海底火山喷流-沉积所形成的一个成矿系列。据其产出的地质、地球物理、地球化学环境,现已发现了3个基本成矿类型,分别是:产于

洋壳附近之中泥盆世中偏基性火山岩中、表现为区域弱正磁及多元素低背景场的铜(金)矿床,以乔夏哈拉为代表;产于拉张过渡壳之早一中泥盆世“双峰式”火山岩建造中、表现为区域低负磁场上套合弱高磁异常及Cu-Pb-Zn-Au-(Mo)等元素局部富集场的铜(锌)矿床,以阿舍勒为代表;产于裂谷带上具古老岩石基底的早泥盆世酸性火山岩建造中、表现为区域负磁场及Cu-Pb-Zn-Ag-(As,Sb)等元素富集场的铅锌矿床,以可可塔勒为代表。

成文中引用了“新疆准噶尔北缘重点成矿区带地物化综合找矿及靶位优选(准北区带)”项目(李博泉,王京彬等,1993~1996)的部分研究资料,在此一并向本文所引用资料的单位及作者们诚表敬谢。

[参考文献]

- [1] 王京彬,秦克章,吴志亮,等.阿尔泰山南缘火山喷流沉积型铅锌矿床[M].北京:地质出版社,1998,14~17,61~92.
- [2] 陈哲夫,成守德,梁云海,等.新疆开合构造与成矿[M].新疆:新疆科技卫生出版社,1997,219~224.
- [3] 王昭辉.可可塔勒铅锌矿的发现及勘查-物探找矿史例[J].矿产与地质,1994,8(5):348~354.
- [4] 胡剑辉,孙星红.可可塔勒铅锌矿床地球化学异常模式研究[J].矿产与地质,1994,8(5):355~362.
- [5] 王登红.新疆阿舍勒铜矿区火山岩与成矿[J].地质科学,1996;3(12):163~169.

PRELIMINARY STUDY ON METALLOGENETIC ENVIROMENT OF TYPICAL MASSIVE SULFIDE DEPOSITS IN SOUTHERN MARGIN OF ALTAY MOUNTAINS

LIAO Qi - lin, DAI Ta - gen, LIU Wu - hui, QIU Dong - sheng

Abstract: In southern margin of Altay Mountains, Xingjiang, there exist a series of massive sulfide deposits which are divided into three basic types named copper - (zinc) deposits, lead - zinc deposits and copper - (gold) deposits. Its representatives of these deposits are respectively Ashele copper - (zinc) massive sulfide deposit, Keketale lead - zinc massive sulfide deposit and Qiaoxihala copper - (gold) massive sulfide deposit. By analysing and comparing their preliminary minerogenetic characteristics and environment, the authors think these deposits have same metallogenetic tectonic background and similar forming environment, and their enrichment space, ore - control factors and prospecting criteria are different from each other basically. These massive sulfide deposits belong to the same minerogenetic series formed in volcanic - exhalative - sedimentary environment hosted in early - middle Devonian epoch volcanic strata related to epicontinental rift zone in southern margin of Altay Mountains.

Key words: massive sulfide deposits, metallogenetic environment, epicontinent rift zone, Southern margin of Altay Mountains, Xinjiang

第一作者简介:

廖启林(1964年-),男,高级工程师,在读博士生,矿产普查勘探及地球化学专业。
通讯地址:长沙市岳麓山 中南工业大学地质研究所 邮政编码:410083

