

# 萨热阔布—铁米尔特矿区金铅锌成矿系列

马忠美, 仇银江, 郭旭吉

(新疆有色地质勘查局 706 大队, 阿勒泰 836500)

[摘要] 萨热阔布—铁米尔特金铅锌多金属矿床受下泥盆统康布铁堡组上亚组第二岩性段含酸性火山碎屑岩的泥质沉积层和化学沉积层控制, 铁铅锌金矿床的成因类型为火山气液喷流沉积改造型。在时间和空间分布上有明显的规律性: 在成矿时序上有先铁铜、后铅锌、最后为金矿; 在空间分布规律上, 铁铜矿床产于喷口附近, 金产于火山沉积洼地的边缘的火山斜坡上, 铅锌产于沉积洼地之中。

[关键词] 金铅锌成矿系列 喷气沉积改造型 时空分布规律 火山沉积洼地

[中图分类号] P618.4; P618.51 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2001)04-0023-04

## 1 矿区地质特征

### 1.1 地层

区内出露地层有古生界志留系中上统库鲁姆特群( $S_{2-3kl}$ )、泥盆系下统康布铁堡组( $D_1k$ )、泥盆系中统阿勒泰镇组( $D_2a$ ) (图 1)。

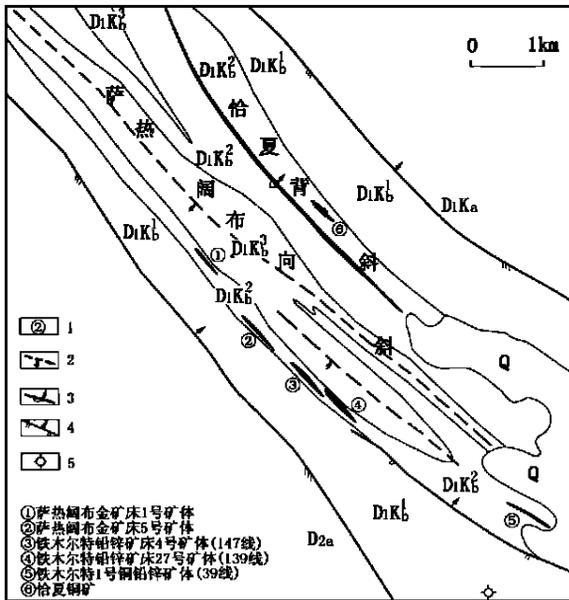


图 1 萨热阔布—铁米尔特矿区地质图

Q—第四系;  $D_2a$ —中泥盆统阿勒泰镇组;  $D_1k_3$ —下泥盆统康布铁堡组上亚组第三岩性段;  $D_1k_2$ —下泥盆统康布铁堡组上亚组第二岩性段;  $D_1k_1$ —下泥盆统康布铁堡组上亚组第一岩性段;  $D_1ka$ —下泥盆统康布铁堡组下亚组; 1—矿床点及编号; 2—倒转向斜; 3—倒转背斜; 4—断层; 5—火山机构

中上志留统库鲁姆特群( $S_{2-3kl}$ ): 仅见其顶部, 主要岩性为瘤状堇青叶蜡黑云石英片岩、方柱叶蜡黑云石英片岩, 厚度大于 100 m。

下泥盆统康布铁堡组( $D_1k$ ): 是一套海相流纹质火山喷发及火山碎屑沉积—陆源碎屑沉积和化学沉积的组合, 可分为两个亚组:

康布铁堡组下亚组( $D_1ka$ ): 中下部为变流纹质晶屑凝灰岩、变流纹质熔岩, 厚度 314 m ~ 737 m; 上部为变凝灰质粉砂岩、变钙质砂岩夹薄层大理岩和变流纹质晶屑凝灰岩, 厚度 0 ~ 146.2 m。

康布铁堡组上亚组第一岩性段( $D_1k_1$ ): 是一套近火山口相—火山斜坡相的酸性火山碎屑岩组合, 与上覆、下伏地层呈整合接触。分布在萨热阔布复向斜两翼的该岩性段岩性差异较大。萨热阔布复向斜南西翼(萨热阔布金矿床侧)是一套近火山口相的流纹质粗—细碎屑岩组合, 厚度 420 m ~ 1657 m, 沿走向岩性和厚度变化大; 萨热阔布复向斜北东翼主要为变流纹质火山细碎屑岩和变沉火山细碎屑岩, 厚度 398.57 m ~ 467.50 m, 沿走向岩性和厚度变化均不大。

康布铁堡组上亚组第二岩性段( $D_1k_2$ ): 下部为大理岩、绿泥石英片岩、变钙质砂岩, 厚 0 ~ 381 m, 钙质砂岩层和大理岩层内见铅锌矿化; 中部为绿泥石英片岩夹变英安晶屑凝灰岩、变流纹质晶屑凝灰岩, 似夕卡岩等, 厚度 45.8 m ~ 216.8 m, 可见 Au、Pb、Zn、Fe 等矿化; 上部为变黑云层纹流纹质晶屑凝灰岩, 变英安质晶屑凝灰岩、绿泥黑云石英片岩等, 厚度 47.5 m ~ 185.0 m, 层内见金矿化。

康布铁堡组上亚组第三岩性段( $D_1k_3$ ): 分布于萨热阔布金矿床北侧, 组成萨热阔布复式向斜核部, 未见顶, 主要岩性为变流纹质晶屑凝灰岩, 局部见变流纹质火山角砾岩。

中泥盆统阿勒泰镇组( $D_2a$ ): 仅见其上部岩性层, 出露厚度 50 m ~ 200 m 不等, 主要岩性有黑云微

[收稿日期] 2000-07-08; [修订日期] 2001-03-01; [责任编辑] 余大良。

晶石英片岩、变黑云粉砂岩、变长石石英粉砂岩、变粉砂岩,局部地段可见粒序层和波痕。

## 1.2 构造

矿区位于一级构造单元西北利亚板块阿尔泰陆源活动带克兰晚古生代岛弧带内的阿勒泰复式向斜北东翼。区内构造复杂,其构造格架见图 1。

### 1.2.1 褶皱

区内褶皱构造主要为萨热阔布向斜及其次级褶皱。萨热阔布复式向斜横贯矿区,出露长度大于 10 km。核部地层为康布铁堡组上亚组第三岩性段,两翼地层依次为康布铁堡组上亚组第二岩性段、康布铁堡组上亚组第一岩性段。其南翼因受阿巴宫断裂影响未出露全,褶皱南西翼地层正常,北东翼地层倒转,复向斜轴线走向南东-北西,呈舒缓波状,轴面倾向  $38^{\circ} \sim 46^{\circ}$ ,倾角  $65^{\circ} \sim 81^{\circ}$ ,其北西侧转折端位于乌拉斯沟处,南东侧转折端位于工作区外。

次级褶皱有恰夏北斜、红岭向斜等,其倾向倾角与主褶皱一致。

### 1.2.2 断裂

区内断裂较为发育,共有 3 组,其一为成矿前区域性走向断裂,其二为成矿期走向控矿断裂,其三为 SW-NE 向成矿期后断裂。成矿前区域性走向断裂有阿巴宫断裂、克因宫断裂、铁米尔特断裂等,区域性断裂带上,发育糜棱岩化(主要表现为火山岩、火山碎屑岩中的碎屑部分即晶屑和角砾被定向拉长压扁并出现裂纹,胶结物部分围绕碎屑产生塑性流动)、片理劈理化带。

### 1.2.3 火山机构及火山活动中心

铁米尔特铅锌矿 39 线南有一火山机构,中心为变流纹岩,两侧见不对称分布的变流纹质火山角砾岩及变流纹质晶屑凝灰岩。该火山机构是早泥盆世晚期较早阶段(即康布铁堡组上亚组第一岩性段沉积时期)火山作用的结果。

在萨热阔布金矿床 44 线北侧见火山角砾岩,火山角砾岩两侧见不对称分布的变流纹晶屑凝灰岩。该处火山岩十分厚大,而向东西两端火山岩逐渐变薄直至消失。该处可认为是一火山活动中心,时代为早泥盆世晚期(即康布铁堡组上亚组第二岩性段沉积时期)。

## 2 矿区金铅锌成矿系列及其演化

萨热阔布—铁米尔特金铅锌多金属矿区的主要矿床有:铁米尔特 39 线一带的铜铅锌矿床,铁米尔特 147 线一带的铅锌矿床,萨热阔布金矿床、恰夏铜

矿、乌拉斯沟金矿等。矿床的展布如图 1。

### 2.1 矿区内成矿系列的层控特征及含矿层的演化

矿区内下泥盆统康布铁堡组上亚组第二岩性段地层之中各成矿元素的丰度值较高,变化系数也较大(表 1),矿床均产于该层之中(受特定的层位控制)。其中铜、铁矿床多产于第二岩性段的下部,铅锌矿床产于第二岩性段的中部,金矿床产于第二岩性段的上部。

由表 1 可以看出,萨热阔布矿区金、铜、铅、锌等主成矿元素在下泥盆统康布铁堡组密集,而又以康布铁堡组上亚组,第二岩性段为最,主成矿元素丰度值高,浓集系数大,变化系数大。表明主成矿元素活化迁移较为强烈。在康布铁堡组其它层位中,主成矿元素及其伴生指示元素也有较高丰度值。

矿区内铜矿层位主要产于夕卡岩及变沉凝灰质岩内,受喷流口附近的火山气液交代变质似夕卡岩控制;铅锌含矿层为钙质砂岩及大理岩,形成于火山洼地核心部位,显示出较明显的喷流沉积特征;金矿产于绿泥片岩及变凝灰岩中,区内似夕卡岩和钙质砂岩中金的丰度值也较高,但一般较少在其中形成金矿体,显示出金矿受构造控制的特征较明显,其构造控矿性要强于层位的作用。含矿层内各岩石类成矿元素地化参数特征见表 2。

表 1 萨热阔布—铁米尔特金铅锌矿区微量元素地化特征参数表

时代	参数	Au	Ag	As	Sb	Bi	Cu	Pb	Zn
D <sub>2a</sub>	丰度值	3.69	0.08	2.41	0.24	0.31	24.00	13.29	45.85
	变化系数	7.26	0.09	3.65	0.28	0.71	22.39	15.57	49.36
	浓集系数	220.4	79.78	15.60	25.00	22.54	86.29	19.57	110.3
	变化系数	1.69	1.27	2.03	0.56	3.55	0.48	1.04	0.71
D <sub>1</sub> K <sub>b</sub> <sup>3</sup>	丰度值	15.40	0.41	9.04	0.52	2.91	102.9	102.8	157.1
	变化系数	138.9	326.8	437.3	148.1	244	457.9	332.5	391.4
	浓集系数	3.58	5.85	5.02	1.04	14.55	2.79	6.86	2.24
	变化系数	9.17	0.11	17.93	1.26	1.02	13.63	31.61	118.7
D <sub>1</sub> K <sub>b</sub> <sup>1</sup>	丰度值	162.6	100	335.9	168.3	157.8	67.06	210.0	340.9
	变化系数	2.13	1.57	9.96	2.52	5.10	0.29	2.11	1.70
	浓集系数	2.38	0.08	1.06	0.20	0.67	22.33	18	58.17
	变化系数	12.24	25.00	37.74	5.00	149.3	44.24	36.67	34.78
D <sub>1</sub> ka	丰度值	0.55	1.14	0.59	0.40	3.35	0.48	1.20	0.83
	变化系数	1.98	0.06	1.85	0.37	1.10	1.92	9.46	30.25
	浓集系数	4.3	0.07	1.80	0.50	0.20	47	15	70
	变化系数	4.3	0.07	1.80	0.50	0.20	47	15	70

丰度值单位除 Au 以外为  $10^{-6}$ , Au 为  $10^{-9}$ , 变化系数为 %, 浓集系数为相对于克拉克值之浓集系数。分析单位:西安有色测试中心。

随火山喷流沉积过程从气液交代—气液喷流沉积,成矿系列中的成矿组分从铜铁向铅锌—铅锌金—金的方向演化。

### 2.2 成矿流体及成矿物质的同源特征

如前所述,从宏观上分析,成矿物质来源于火山气液喷流沉积形成的含矿层,矿床成因类型均为喷流沉积改造型矿床。

从微观上判断,矿区内矿床的成矿物质、成矿流体的同源性也反映在包裹体和同位素方面。从包裹

体组分上看,均是  $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$  等阳离子,  $\text{Cl}^- - \text{F}^- - \text{SO}_4^{2-}$  等阴离子。

氢氧同位素(见表 2)  $\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$  范围从  $-132.9\text{‰}$ ~ $87.3\text{‰}$ ;  $^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$  范围从  $1.27\text{‰}$ ~ $5.55\text{‰}$ ,石英矿物  $^{18}\text{O}$  范围从  $8.6\text{‰}$ ~ $12.5\text{‰}$ ;氢氧同位素值在投影图(图 2)位于大气降水和岩浆水之间,说明成矿热液是海水与火山岩淋滤作用的结果。

表 2 萨热阔布—铁米尔特金铅锌矿区岩石地化特征参数表

岩性	参数	Au	Ag	As	Sb	Bi	Cu	Pb	Zn	样品件数
钙质砂岩	丰度值	19.0	0.12	2.7	0.32	1.24	73.7	46.5	24.5	9
	变化系数	112	50	98	41	110	134	104	163	
大理岩	丰度值	4.12	0.14	10.4	0.52	0.81	37.5	46.5	1016	11
	变化系数	42	36	80	42	74	122	63	166	
硅质岩	丰度值	15.0	0.07	3.3	0.60	0.71	13.3	17.8	25	7
	变化系数	188	24	83	133	127	84	62	157	
似夕卡岩	丰度值	20.6	1.79	2.2	0.58	3.12	30.2	410	857	8
	变化系数	118	161	35	57	102	92	81	57	
绿泥石英片岩	丰度值	13.8	0.16	3.6	2.31	1.37	97.6	21.7	105	15
	变化系数	106	156	21	92	76	112	78	35	
二云石英片岩	丰度值	4.2	0.11	3.5	0.55	1.61	25.2	11.5	65	6
	变化系数	81	73	71	60	86	49	31	27	
黑云石英片岩	丰度值	3.3	0.14	2.4	0.31	2.78	46.2	14.1	67.6	8
	变化系数	28	11	32	40	26	14	25	29	
凝灰质砂岩	丰度值	18	0.21	14.2	1.27	0.34	13	129	258	10
	变化系数	97	98	134	124	53	29	104	137	
沉晶屑凝灰岩	丰度值	11.6	0.10	37.81	1.80	1.09	26.3	21.9	251	9
	变化系数	134	70	250	171	155	147	0.44	265	
流纹质火山角砾岩	丰度值	10.8	0.11	11	2.63	3.48	16.3	25.0	37	6
	变化系数	138	82	160	118	137	60	35	80	
流纹质屑凝灰岩	丰度值	12	0.09	2.42	0.48	0.81	20.6	32.9	35.8	13
	变化系数	211	56	85	135	179	66	189	77	
英安质屑凝灰岩	丰度值	19	0.14	2.90	0.29	0.87	241	16.1	59	7
	变化系数	121	86	105	41	39	224	18	72	

单位:Au 为  $10^{-9}$ ,其它  $10^{-6}$ ,变化系数为 %。表中所述岩石岩性为康布铁堡组亚组第二岩性段地层中采取。

表 3 萨热阔布—铁米尔特矿区氢氧同位素分析结果表

矿床	样号	岩性	D	$^{18}\text{O}$	$^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$
萨热阔布	SK4-2	石英脉	-102.4	12.5	5.55
	SK275-2	含金石英脉	-87.3	12.3	5.35
	KD3-2	石英脉	-132.9	11.0	4.05
铁米尔特铅锌	TM39-8	矿床中石英脉	-89.7	9.3	1.49
	TM99-9	矿床中石英脉	-107.8	8.6	-1.27
	TM273-1	石英脉	-95.8	10.10	-1.17
恰夏		块状乳白色石英脉	-115.3	10.20	

### 2.3 矿区内成矿系列的空间展布规律

该区矿床产出位置受古地理环境和火山岩相的影响。对夕卡岩型铜矿床而言,其多位于气液喷口的附近,显示出离火山机构较近的特征,而对于铅锌矿床多位于火山洼地中心,因其钙质层化学沉积层的厚大,海水相对较深,为一还原环境,氧逸度低,易于形成硫化物型矿床;而金矿多位于火山斜坡与正常沉积的过渡地段。矿床所处的火山岩相位置及古地理环境见图 3。

在矿区内,矿床的分布有南带为金铅锌、北带为

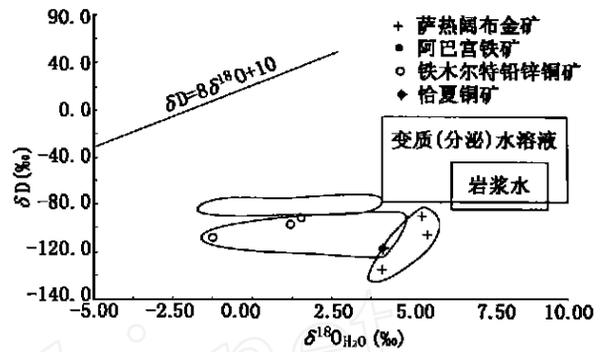


图 2 氢氧同位素值投影图

铁铜的特征,在南带上,又有东部铜铅锌、中部铅锌金、西部金的特征,在矿区相对于萨热阔布向斜而言,其北东翼为铜铁矿床,北东翼沉积环境具开放性特征,氧逸度相对较高,造成了贫硫富氧或氧硫均衡的沉积古地理环境,形成磁铁矿型或磁铁石英岩型和夕卡岩型铁铜矿床(以恰夏铜矿和乌拉斯沟金铜矿为代表);而在萨热阔布复向斜南西翼,其沉积环境具封闭性特征,氧逸度相对较低,并且氧逸度具有东高西低的特征,为还原环境,故而形成以硫化物矿化为主铅锌矿床和金矿床。

### 2.4 成矿系列的成矿温度序列

因成矿系列的控矿条件和成矿机理的差异,矿区内由高而低的成矿温度序列如下:以恰夏铜矿为代表的铜铁矿床(292 ~ 356) — 以 39 线为代表含磁铁矿块状硫化物型铅锌矿床(258 ~ 345) — 以 147 线一带为代表的细脉浸染状-稠密星点状浸染状铅锌金矿床(256 ~ 312) — 以萨热阔布金矿床为代表的金矿床(157 ~ 326)。

因恰夏铜铁矿床是以气热液交代蚀变夕卡岩为赋存围岩的,故其成矿温度相对较高,而铁米尔特 39 线铜铅锌矿床,既以气热液交代变质岩为赋矿岩石,又以热水沉积硅质岩,锰质大理岩为赋矿岩石,因而其成矿温度略低于铁铜矿床,在 147 线一带以具热水沉积特征的铁锰质大理岩为赋矿围岩的矿床,其成矿温度递减,至萨热阔布金矿床,其赋存岩石为火山活动间隙中形成的泥质岩石,其温度相对较低,但因矿石受构造热的叠加从而又产生较高的温度变化范围。

### 2.5 成矿系列成矿时序

矿区内成矿系列中矿床形成由早而晚的时序如下:铁铜矿床 39 线铜铅锌矿床 147 线铅锌金矿床 萨热阔布金矿床。

39 线铜铅锌矿床形成的铅同位素年龄为 359.6 Ma ~ 389.8 Ma,平均年龄为 369.4 Ma,成矿作

用在区域变质年龄 (376 ± 3.2) Ma 之前后,而晚于火山喷发年龄 392.1 Ma ~ 407.3 Ma。

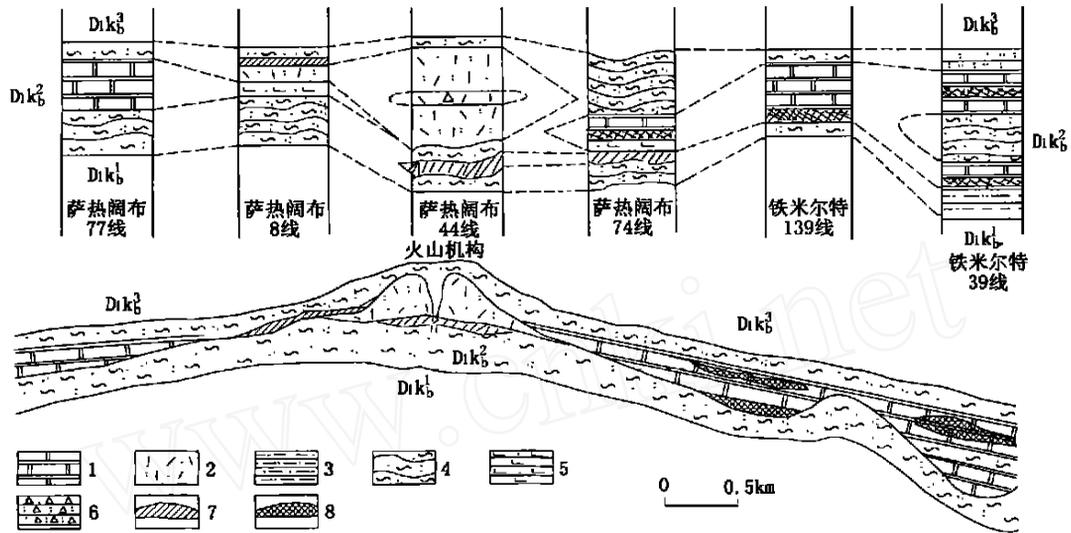


图 3 地层对比及古地理环境分析图

1—大理岩;2—晶屑凝灰岩;3—泥质粉砂岩;4—绿泥石英片岩;5—钙质砂岩;6—角砾凝灰岩;7—金矿体;8—铅锌矿体

147线一带铅锌金矿床铅同位素成矿年龄: 306.7 Ma ~ 389.7 Ma,其成矿作用时间跨度大,迭加改造的过程长,其铅锌主成矿作用仍为区域变质年龄,但在后期有构造改造活动的迭加,并形成有金矿化。

萨热阔布金矿床<sup>40</sup>Ar - <sup>39</sup>Ar 中子活化法测定年龄为 (320.4 ± 6) Ma,成矿作用晚于区域变质作用。在萨热阔布金矿床中作为主要矿化蚀变的矿物阳起石、透闪石等针状、放射束状矿物之长轴往往穿载片理,足以佐证这一现象。

### 3 结论

萨热阔布—铁米尔特金铅锌成矿系列受层位控制,在层位内各成矿元素又与特定的岩性有关,成矿

物质来源于中酸性—酸性火山岩及火山沉积,成矿热液是海水与火山岩淋滤作用的结果;成矿系列中主成矿作用为火山气液喷流沉积作用,并存在气液交代成矿作用、区域变质成矿作用、构造成矿作用;矿区内矿床的形成从宏观上分析均与火山气液喷流作用有关,其成因类型均为喷流沉积改造型矿床。

矿床产出位置受古地理环境和火山岩相的影响。自火山口中往外,依次为铜、金、铅锌金、铅锌;在矿区内,矿床的分布有南带为金铅锌、北带为铁铜的特征,在南带上,又有东部铜铅锌、中部铅锌金、西部金的特征。

成矿系列中成矿温度自铜铁—铅锌铜—铅锌—铅锌金—金依次降低;成矿系列的由早而晚的时序为铁铜—铜铅锌—铅锌金—金。

## SAREKUOBU - TIEMIERTE GOLD POLYMETALLIC METALLOGENETIC SERIES IN XINJIANG

MA Zhong - mei, QIU yin - jiang, GUO Xu - ji

**Abstract:** Sarekuobu - Tiemuerte gold polymetallic ore deposits are located in Altai late Paleozoic volcano - sedimentary basin in Xinjiang. These deposits are controlled by argillaceous and chemical sediments containing volcano clastic rocks in low Devonian system Kangbutiebao group, and show a volcano - exhalation - sedimentary metallogenetic series. Iron and copper mineralization formed at the beginning and gold formed at the end of this series. Iron and copper deposits were situated near volcano vent. Lead and zinc deposits were in sediment depression. Gold deposit was in outer margin of sediment depression.

**Key words:** gold - polymetallic metallogenetic series, volcano exhalation - sedimentary deposits, space - time distribution regular



[第一作者简介]

马忠美 (1963 年 - ), 男, 地质工程师, 1983 年 6 月和 1993 年 12 月分别毕业于湖南省地质学校地质地球化学专业和新疆大学汉语言文学专业, 现从事金矿、铅锌矿和稀有金属矿勘查和研究工作。

通讯地址: 新疆阿勒泰市团结路 12 号 新疆有色地质勘查局 706 大队 邮政编码: 836500