新疆小热泉子铜矿床的矿石类型及其成因意义

徐新煌^{1*} 温春齐¹ 茅燕石¹
马天林² 孙立倩² 刘国忠³ 王宗社³

(1 成都理工学院, 成都 2 中国地质科学院地质力学研究所, 北京

3 新疆地矿局第11地质队, 托克逊县)

提 要: 详细划分矿石类型是正确连接矿体和探讨成因的基础。小热泉子铜矿床原生硫化物矿石类型复杂, 主要有纹层状和碎屑状闪锌矿矿石, 稀疏浸染状黄铜矿矿石, 石英脉型铜矿石, 硅化和绿泥石化蚀变岩型铜锌矿石和具塑性流变构造的次块一块状黄铜矿矿石等。反映该矿成矿作用复杂, 先后经历了喷流沉积-成岩成矿期, 混合热液叠加期(分为石英硫化物、绿泥石硫化物和碳酸盐硫化物3个阶段), 构造改造富集期和风化淋滤富集等成矿作用。主要成矿期为热液期, 所形成的石英脉型矿体和蚀变岩型隐伏似层状及鞍状矿体在空间上呈“立交桥式”展布。

关键词: 矿石类型 成矿作用 矿体展布 铜矿床 新疆小热泉子

小热泉子铜矿位于新疆自治区吐鲁番市东南约80 km。该矿于1993年发现后, 即被原地矿部列为铜矿重点普查区, 但由于其成矿作用复杂, 加之地处戈壁地貌, 露头零星, 致使成因认识和矿体连接方面均存在不少分歧, 而查明矿石类型及其所提供的成因信息, 是正确解决上述存在问题的基础。

1 成矿地质背景

该矿处于哈萨克斯坦古洋板块之准噶尔微型板块与塔里木古陆板块对接带北侧的哈尔里克-大南湖晚古生代陆缘弧带中, 小热泉子区域断裂的北侧。

含矿地层属下石炭统小热泉子组第一岩性段, 为远源细粒火山碎屑沉积岩层, 具浊流沉积特点, 局部有热液硅质胶结。岩性为火山灰凝灰岩、粉砂质凝灰岩、凝灰质粉砂岩和细砂岩, 夹少量细砾岩。成分上以中酸性岩屑为主, 夹有深灰色中基性岩屑。据出露(包括钻孔揭露)的岩层, 自下而上可细分为火山灰凝灰岩层, 下凝灰质粉砂岩层、条带状凝灰质杂砂岩层、粉砂质凝灰岩层和上凝灰质粉砂岩层等5个岩性层。层状和似层状矿体主要分布于第一、四两个火山灰(或粉砂质)凝灰岩岩性层中。据有关地球化学资料, 小热泉子组第一岩性段的Cu、Pb、Zn、Ba及Zr 5种元素的含量均高于地壳克拉克值(黎彤, 1976), 其中Cu高出15倍以上, Zn大于10倍, Pb为8倍, Ba和Zr分别为5.13和3.08倍, 其余有用元素含量均低于地壳克拉克值。

* 徐新煌, 男, 1939年生, 教授, 从事矿床学教学和研究。邮政编码: 610059

矿区主体构造为一轴向北西的不协调背斜,由小热泉子组一段组成背斜核部,并形成次一级的倒转褶皱束。此外,还发育有一系列宽缓的南北向叠加褶皱。区内断裂构造十分发育,依次有北东向同生断裂、与褶皱伴生的北东向和近南北向张性破碎带、北西向韧性剪切带和脆性断裂。它们对矿化具有不同级别的控制作用。

矿区岩浆岩,除火山岩外,还有规模不一的次火山岩体,呈小型不规则岩株及岩脉产出,但岩石类型简单,主要有流纹斑岩、花岗斑岩,以及部分石英粗安斑岩。它们的含Cu量分别 $<10 \times 10^{-6} \sim 40 \times 10^{-6}$ 和 70×10^{-6} ,总体上和相应侵入岩的平均含Cu量相当或略高。但是,在钻孔岩心中常可观察到流纹斑岩岩枝上下的火山碎屑沉积岩均发育硅化和矿化,局部可见由石英粗安斑岩胶结的矿化隐爆角砾岩。

2 矿石类型

按矿石中矿物的共生组合、矿石组构及产出特征,原生硫化物矿石可分出下列类型。

(1) 纹层状及碎屑状闪锌矿矿石:此类矿石一般分布于深灰色中基性火山灰凝灰岩层中,闪锌矿呈纹层状分布,纹层产状与地层一致。矿石矿物以闪锌矿为主,黄铜矿多以闪锌矿中的固溶体存在。和这类矿石伴生的还有具粒序层理的碎屑状闪锌矿矿石。含矿围岩中存在均匀分布的热液硅质胶结物。

(2) 稀疏浸染状黄铜矿矿石:特点是金属矿物较简单,以黄铁矿为主,次为黄铜矿,有少量闪锌矿,粒度细小,星散状分布,往往在条带状凝灰质杂砂岩层内形成扁豆状、透镜状矿体。

(3) 石英脉型铜锌矿石:为脉状矿体的主要矿石类型,石英脉宽一般为1~3 cm,部分大于3 cm,矿石具明显的张性角砾状构造。黄铜矿和闪锌矿呈团斑状分布于脉石英中。

(4) 强硅化岩(包括石英细网脉)型细脉-浸染状黄铜矿矿石:矿化分布于强硅化岩中,以黄铜矿和黄铁矿为主,有少量闪锌矿,呈细脉和浸染状分布,往往受层间构造和褶皱轴部控制,构成似层状或鞍状矿体。

(5) 绿泥石岩型铜锌或锌铜矿石:矿化与强绿泥石化形成的绿泥石岩密切相关。黄铜矿和闪锌矿呈稠密浸染状或斑杂状分布,品位高,是构成隐伏似层状矿体的主要矿石类型。

(6) 次块状-块状黄铜矿矿石:矿石以黄铜矿为主,次有黄铁矿。黄铁矿具碎裂构造,而黄铜矿常呈细小透镜体或细条带作定向排列,具塑性流动富集特征。

各类型矿石的化学成分(表1)和矿物组成及组构(表2)有显著差别。概言之,纹层状闪锌矿矿石和稀疏浸染状铜矿石的金属矿物组成较简单,脉石矿物和围岩的矿物组成相同,化学成分主要决定于原岩组成,纹层状矿石中MnO和K₂O的含量明显高于其它矿石类型;而与硅化和绿泥石化有关的矿石,金属矿物组成较复杂,脉石矿物及矿石的化学成分主要决定于蚀变的类型和强度。

在不同矿石类型中的黄铜矿、闪锌矿及黄铁矿,其所含的微量元素也有显著差别。例如石英脉型矿石中的黄铜矿含Au较高,而绿泥石岩型矿石的黄铜矿含Se和As普遍较高。不同矿石类型中的闪锌矿,其Se、As、Co、Ni等微量元素含量亦有明显差异(表3)。

表 1 各类型矿石全分析结果 (%)

样号	矿石类型	成分百分比														烧 失 量
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	Cu	Zn	S	
ZK703-18	纹层状闪锌矿矿石	45.20	0.57	13.89	0.38	15.21	0.65	4.54	1.28	1.09	0.13	0.08	0.42	8.11	4.64	6.81
ZK1202-7	稀疏浸染状铜矿石	70.24	0.32	7.65	0.69	9.63	0.25	1.82	2.41	0.67	0.61	0.04	0.79	0.041	0.98	3.47
ZK401-6	石英脉型铜锌矿石	52.84	0.12	3.88	3.67	7.94	0.53	3.16	8.20	0.51	0.11	0.02	3.96	5.45	7.42	8.44
ZK703-13	硅化细脉-浸染状铜矿石	66.86	0.27	6.83	4.04	8.37	0.30	1.50	1.24	0.62	0.15	0.10	2.75	0.25	5.20	5.40
ZK801-5	绿泥石化硅化铜矿石	48.40	0.27	7.69	10.46	11.64	0.33	2.60	0.90	0.22	0.11	0.22	5.43	0.27	10.60	9.52
ZK801-7	绿泥石岩型铜锌矿石	29.96	0.35	9.86	13.10	16.01	0.39	2.94	1.28	0.21	0.11	0.23	9.48	0.63	14.06	13.05

注：由成都理工学院工程地质研究所实验室分析

表 2 各类矿石的矿物组成及组构

矿石类型		纹层状 闪锌矿矿石	凝灰质杂砂岩中 的稀疏浸染状 铜矿石	石英脉(网脉)型 及硅化细脉-浸染状 铜锌矿石	绿泥石岩型稠密 浸染-斑杂状 铜矿石
主 要	金属矿物	闪锌矿	黄铁矿、黄铜矿	黄铜矿、闪锌矿、黄铁矿	闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿
	脉石矿物	与围岩矿物相同	与围岩矿物相同	石英	绿泥石、绢云母
次 要	金属矿物	黄铜矿、方铅矿、黄铁矿	闪锌矿	方铅矿、蓝辉铜矿、毒砂	磁黄铁矿、方铅矿
	脉石矿物	细小石英			石英、碳酸盐矿物
少 量	主要矿物	金红石、磁铁矿		辉铜矿、斑铜矿、砷黝铜矿	毒砂、方黄铜矿、斑铜矿
	脉石矿物	萤石			萤石
稀有元素矿物				碲铅矿	硒铅矿、碲铅矿、辉砷钴矿、砷铁矿
矿石特征组构		他形一半自形晶粒结构,纹层状和碎屑结构	他形一半自形晶粒结构,星散状构造	交代结构、胶结结构、反应边及交代填隙结构,细脉浸染状构造	交代结构,云杂状、斑点状构造

表 3 闪锌矿中子活化分析结果

样号	单 元 素	%					10 ⁻⁶										备 注
		Fe	Na	K	Ca	Ti	Sc	Cr	Co	Ni	Rb	Sr	Cs	Ba	Zr		
401-6		4.144	0.007	0.169	8.21	3.99	0.91	30.3	15.6	982	67	<40	14.5	<40	793		
703-4		12.553	0.038	<0.012	22.89	<0.01	1.70	20.4	397.2	2798	1.88	5421	7.3	381	1184		
702-18-1		6.879	0.147	5.194	7.82	0.39	6.11	81.7	30.1	4160	155	2947	6.7	366	518		
样号	单 元 素	10 ⁻⁶												10 ⁻⁹	备 注		
		Hf	Ta	Th	U	As	Sb	Ag	Mo	W	Cd	Se	Au				
401-6		1.3	0.5	6.47	1.9	10.6	1.9	66.4	6.5	11.9	10.5	15.3	379.5		石英脉型 绿泥石岩型 碎屑状闪锌矿		
703-4		8.0	4.7	2.14	4.7	2743.5	3.8	29.3	4.0	55.1	<0.1	1008.0	2229.3				
702-18-1		3.8	2.8	<0.01	1.0	77.4	3.2	31.1	3.4	49.7	20.2	26.6	473.6				

注：由成都理工学院三系核分析实验室分析

3 成因意义

上述6种矿石类型共存于同一矿床中,表明小热泉子铜矿床的成矿作用比较复杂。纹层状和具粒序层的碎屑状闪锌矿矿石显示沉积成矿特征;赋存于凝灰质砂岩中的星散状黄铜矿矿石具有类似于“砂岩型铜矿”的特点,可能为成岩成矿作用的产物;石英脉型及硅化、绿泥石化等蚀变岩型矿石,显然是热液成矿作用的产物;具碎裂构造及塑性流变构造特征的次块状一块状黄铜矿矿石反映构造改造成矿作用的存在。

小热泉子铜矿床的形成经历了4期6个阶段。即喷流沉积-成岩期的多金属硫化物阶段;混合热液叠加期(分为石英硫化物、绿泥石硫化物和碳酸盐硫化物3个阶段);成矿期后构造改造期黄铜矿塑性流动富集阶段和风化期次生淋滤富集阶段。

早石炭世,区内发生了较强烈的拉张活动,形成北东向较深水沉积盆地,同时存在强度不大的喷流活动,造成了小热泉子组第一岩性段的Zn、Cu矿源层,局部形成纹层状闪锌矿矿石。此类矿化主要发育于第一和第四火山灰或粉砂质凝灰岩岩性层内,往往与深灰色中基性凝灰岩关系密切。

石炭纪一二叠纪的次火山活动引起了热液叠加成矿作用。据石英和闪锌矿流体包裹体水的氢氧同位素研究,成矿流体为次火山热液和地下水热液的混合流体。早期(石英硫化物阶段)以次火山热液为主,它充填于张性破碎带中形成石英脉矿体,主要呈北东向展布,而在层间构造,尤其是背斜轴部,形成硅化蚀变岩(包括石英细网脉)型铜矿,常呈似层状和鞍状,矿体延伸方向和北西向褶皱轴向一致。中晚期(绿泥石化阶段)以地下水热液为主,常导致深灰—黑灰色偏基性凝灰岩层强烈绿泥石化,使铜锌进一步富集形成稠密浸染-斑杂状矿石,其层位往往和纹层状闪锌矿矿石赋存的层位一致。矿体也呈似层状和鞍状,长轴方向和北西向褶皱轴向一致。因此,地表的石英脉矿体和隐伏的蚀变岩型似层状、鞍状矿体在空间上构成“立交桥式”的展布,这是该矿区的一大特点。

在绿泥石岩型铜锌矿体和北西向片理化带交汇地段,在韧性变形过程中,黄铁矿发生碎裂,而黄铜矿发生塑性流动进一步集中,形成次块一块状黄铜矿矿石,局部具条带状构造。矿体多呈孤立的圆柱状。

矿体地表露头在风化过程中发生淋滤,沿次生裂隙分布有氯铜矿石英细脉,使矿体露头的宽度明显增大。

在上述诸成矿过程中,热液期的石英硫化物阶段和绿泥石硫化物阶段是最重要的成矿阶段;隐伏似层状和鞍状矿体是最重要的矿体形态;脉状矿体和似层状、鞍状矿体呈“立交桥式”展布。这些特点值得勘查工作中注意。

参 考 文 献

- 1 刘德权,唐延龄,周汝洪.中国新疆矿床成矿系列.北京:地质出版社,1990,156~165.
- 2 刘英俊,曹励明.元素地球化学.北京:地质出版社,1987,176~192.
- 3 陈正.矿石学(上篇).北京:北京科学技术出版社,1990,220~287.