

桦树沟铁铜矿床铜矿成矿地质条件及成矿模式浅析

王兴保

(中国冶金总局 西北地勘院, 甘肃 酒泉 735000)

摘 要: 桦树沟铁铜矿床铜矿体呈隐伏、半隐伏状态赋存于铁矿体下部, 构成上铁下铜格局。铜矿的形成与海底火山喷气热泉活动关系密切, 成矿物质既有正常沉积岩的特征又有火山源的特征, 并经变质热液和岩浆热液改造使其进一步富集。

关键词: 桦树沟铁铜矿床; 铜矿; 上铁下铜; 热液沉积; 甘肃省

中图分类号: P613; P618.41 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2003)S0-0118-04

桦树沟铁铜矿床铜矿体是我局五队于 1982~1987 年在桦树沟铁矿区开展铁矿勘探时, 打破原有单斜构造控矿理论的局限, 应用全新的复式向斜构造控矿新思维, 不但扩大了铁矿储量远景, 而且在铁矿下部发现了共生铜矿体。该铜矿体的发现, 引起了我国地质界人士的普遍关注, 掀起了新一轮针对镜铁山式铁铜矿床的研究热潮。本文就桦树沟铁铜矿床铜矿成矿地质条件和成矿模式进行浅略分析, 请大家批评指正。

1 区域地质背景

桦树沟铁铜矿床位于华北古板块南缘, 北祁连山西段的加里东地槽褶皱带中。含矿岩系为长城系上岩组浅变质的含火山岩、火山沉积岩的碳酸盐-细碎屑沉积建造。自长城纪以来, 区内经历了多次构造运动, 构造形迹复杂多样, 总体表现为一系列 NWW 向线性紧闭褶皱和走向断裂, 其中断裂以 NWW 向逆断层为主, 常分隔并平行褶皱带出现。沿着断裂带及褶皱构造薄弱地带常有加里东期侵入岩分布, 岩石类型从超基性到碱性均有出露, 其中酸性岩石分布较广, 规模亦较大。在桦树沟矿区则主要以石英闪长斑岩脉和辉绿岩脉为主, 其中石英闪长斑岩脉对铜矿的二次富集具积极意义。

2 桦树沟矿区铜矿体基本地质特征

桦树沟铁铜矿床铁铜矿体分布总体表现为上铁下铜形式, 以铁矿层为标志层的桦树沟复式向斜主向斜在其南翼形成两个次级向斜和两个次级背斜, 主向斜褶皱紧闭, 南翼倾角较陡, 局部倒转, 轴面与区域构造线方向一致, 枢纽具有以 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 倾伏角向 W 倾伏的趋势。铜矿体呈隐伏、半隐伏状产于主向斜北翼, 与铁矿层、地层同步褶曲, 并在深部被成矿期后断裂 F18 破坏(图 1、图 2)。

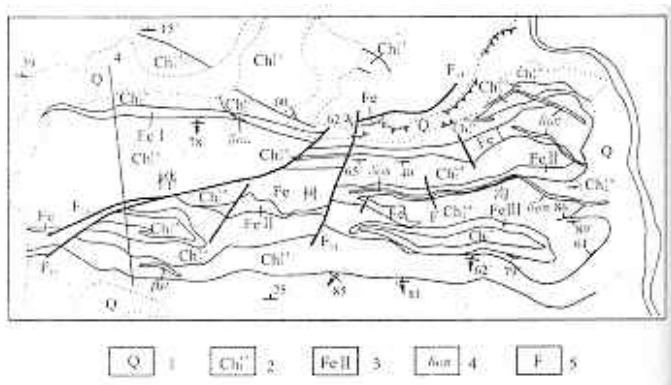


图 1 桦树沟铁铜矿区地质简图

Fig. 1 Geological sketch of Huashugou Fe, Cu mine
1. 第四系 2. 长城系上岩组 3. 铁矿体 4. 断层

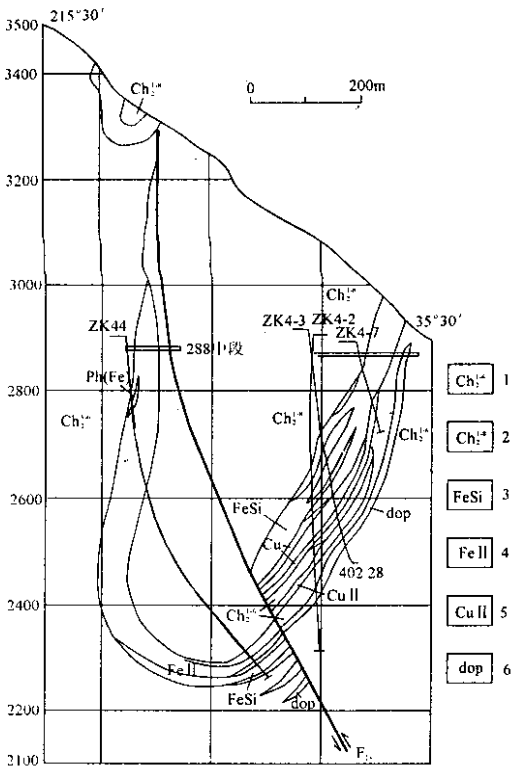


图 2 桦树沟铁铜矿区 4 线剖面图
Fig.2 Section along line 4

区内共发现 9 条铜矿体,规模较大者 2 条,即 Cu I 和 Cu II 矿体,矿体形态较为简单,一般呈透镜状、似层状,沿走向呈舒缓波状延伸。

Cu I 矿体赋存于含铁碧玉岩及铁矿体中,地表零星出露,以深部隐伏矿体为主,矿体长 1 010 m,平均延深 375 m。矿体呈似层状、透镜状产出;浅部连续性较差,深部较稳定。矿体与围岩同型褶曲,并呈现不规则的膨大收缩,局部具分支复合、尖灭再现现象。矿体倾向 210°~230°。厚度最小 0.93 m,最大 51.21 m,厚度变化系数 91.30%; $w(\text{Cu})$ 最高 29.40%,最低 0.2%,平均 1.96%,品位变化系数 160.80%。

CuII 矿体赋存于蚀变千枚岩中,矿体呈似层状、透镜状产出。在走向及倾向上矿体连续性均较差,形态不规则,呈舒缓波状延伸,在倾向上呈“S”形展布。矿体界面不规则,膨大收缩现象常见,局部分支复合或尖灭再现。矿体在深部总长大于 550 m,最大埋深 524 m,最大厚度 19.65 m,平均厚度 4.17 m。 $w(\text{Cu})$ 最高 15.00%,最低 0.20%,一般 0.5%~2.50%,平均 1.33%,品位变化系数 148.91%。矿体走向 300°左右,倾向约 210°,倾角 60°~85°,总体为产状陡倾斜矿体。

桦树沟铜矿体特征对比见表 1。

表 1 桦树沟铜矿体基本特征对比
Table 1 Comparison of Cu ore bodies

矿体 编号	自然 类型	主 要 矿 物 组 合		结 构 构 造	品位 $w(\text{Cu})/\%$	蚀变特征
		金属矿物	脉石矿物			
Cu I	含铁碧玉岩 型铜矿	黄铜矿、斑铜矿、黝铜矿、镜铁矿、赤铁矿、磁铁矿、黄铁矿	石英、碧玉、白云石、铁白云石、方解石	交代结构、他形粒状结构,半自形-自形结构,浸染状、细脉浸染状构造,团块状构造	0.2~29.4	硅化、碳酸盐化、黄铁矿化
Cu II	蚀变千枚岩 型铜矿	黄铜矿、黄铁矿	铁白云石、石英、绢云母、绿泥石	他形粒状结构,镶边结构,包含结构。条带状、浸染状构造、块状构造	0.2~15.00	硅化、碳酸盐化、绢云母化、绿泥石化、褪色蚀变

3 桦树沟矿区铜矿地球化学特性

3.1 铜矿石组成元素地球化学特征

桦树沟铁铜矿区铜矿石化学成分分析结果^[1]见表 2、表 3 所示。从表中可以看出,矿区 CuI、CuII 两种不同类型的铜矿体其常量、微量元素组成具有明显差异。CuII 矿石中的 K_2O 、 CaO 、 Na_2O 、 MgO 、 Al_2O_3 、 TiO_2 普遍高于 CuI 矿体,反映了二矿体在沉积环境及物质

来源上的差异,CuII 矿体物质来源更偏重于壳源。二矿体矿石中 Pb、Zn、Ag、Ga、Te、Bi、In、Cd 都明显高于克拉克值,而且 $w(\text{Ge}) > 0.0001\%$,Ba 在矿石中显著富集,说明铜矿的形成与洋底热液活动密切相关。二矿体 Co/Ni 比值均大于 1,显示了火山沉积矿床的特点,但 Ti/V 的值却都大于 10,又显示为陆源沉积的特征。因而桦树沟铁铜矿床铜矿物质来源具有火山源和壳源复合的特征。

3.2 铜矿稳定同位素特性

3.2.1 硫同位素特征

矿区硫同位素样品测试结果^[1,2]见表 4。从表中统计数据可见本区条带状或纹层状矿石的 $\delta(^{34}\text{S})$ 变化为 $+14.6\times 10^{-3}\sim +18.3\times 10^{-3}$, 均值为 16.6×10^{-3} , 离差 3.7×10^{-3} 。表明其中的硫来自海水。角砾状、网脉状矿石其 $\delta(^{34}\text{S})$ 的变化为 $+2.2\times 10^{-3}\sim +19.7\times 10^{-3}$, 均值为 11.4×10^{-3} , 离差 21.9×10^{-3} 。表明其中的硫的来源较复杂, 硫一部分来自海水, 一部分可能来自地壳深部。层状重晶石的 $\delta(^{34}\text{S})$ 离差较小, 为 7.5, 均值为 28.24。矿石中重晶石的出现表明成矿溶液中 SO_4^{2-} 逐步增加, 也是造成本区 $\delta(^{34}\text{S})$ 值增大的原因之一。

3.2.2 氧同位素特性

矿区氧同位素样品测试结果见表 5。从表 5 中可以看出, 碧玉、石英、菱铁矿 $\delta(^{18}\text{O})$ 值相近, 说明三者形成时物质来源一致, 而三者与赤(镜)铁矿 $\delta(^{18}\text{O})$ 值相差悬殊, 不仅表明其形成环境的不同, 也说明其来源略有差异, 或与分馏作用有关, 同时也显示出某些火山成因特征。

3.2.3 碳同位素特性

矿区碳同位素测定结果^[3]见表 6。从表中分析结果可以看出, 矿区菱铁矿和铁白云石中的 $\delta(^{13}\text{C})$ 的变化范围介于 $-4.98\sim -6.52$ 间, 低于正常沉积成因的灰岩, 反映了半封闭的沉积环境。

表 2 铜矿体常量元素分析结果

		Table 2 Common element analysis for Cu ore										$w_{\text{B}}/\%, w(\text{Au})/10^{-6}$			
矿体号	样品数		FeO	K ₂ O	CaO	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	TiO ₂	BaO	FeO	Cu	Pb	Zn	Au
Cu I	138	平均值	7.87	0.69	0.93	0.11	2.07	1.58	0.11	4.54	13.83	1.9	0.007	0.028	0.12
		最大值	13.27	2.92	4.58	1.23	7.11	6.72	0.38	20.7	24.2	8.39	0.05	0.18	0.6
		最小值	1.1	0	0.07	0	0.31	0.13	0	0.2	7.7	0.2	0	0	0
Cu II	65	平均值	5.54	1.71	1.71	0.15	2.86	4.76	0.18	0.57	13.55	1.13	0.008	0.027	0.19
		最大值	9.91	3.62	9.52	0.5	5.35	7.88	0.48	1.65	19.9	4.02	0.03	0.17	1.3
		最小值	2.88	0	0.08	0	0.59	0.35	0	0.09	8.35	0.24	0	0	0

表 3 铜矿石微量元素化学成分

		Table 3 Micro-element analysis for Cu ore												$w_B/10^{-6}$		
矿体号	Pb	Zn	Ag	Co	Ni	As	V	Ga	In	Ge	Sc	Bi	Cd	Ti	Te	Au
Cu I	11	49	2.0	16	2.6	7.1	0.12	6.5	0.1	6.0	0.8	0.2	1.1	0.3	0.03	0.92
Cu II	9	70	3.44	44	8.0	9.3	0.25	26.55	0.2	5.2	0.8	0.07	1.1	0.67	0.07	0.91

表 4 硫同位素样品测试结果

Table 4 S-isotope analysis					
产 状	样品数	测 定 矿 物	$\delta(^{34}\text{S})/10^{-3}$	平均值/ 10^{-3}	离差
条带状、纹层状矿石	8	黄铁矿、黄铜矿	+14.6~+18.3	16.6	3.7
角砾状、网脉状矿石	9	黄铁矿、黄铜矿	+2.2~+19.7	11.4	21.9
层状重晶石	8	重晶石	+24.5~32.00	28.24	7.5

表 5 氧同位素测定成果

Table 5 O-isotope analysis					
矿物名称	碧 玉	石 英	菱铁矿	赤铁矿	镜铁矿
样品数	6	6	6	9	1
$\delta(^{18}\text{O})/10^{-3}$	+12.87~+19.54	12.32~16.69	+16.12~+17.46	+15.8~12.72	+6.15
$\delta(^{18}\text{O})$ 均值/ 10^{-3}	+16.63	+15.06	+16.68	+5.75	+6.15
极 差	6.67	4.37	1.34	11.14	

表 6 碳同位素测定结果
Table 6 C-isotope analysis

矿物名称	黄色菱铁矿	紫红色菱铁矿	青灰色菱铁矿	铁白云石
$\delta(^{13}\text{C})/10^{-3}$	-5.8~-6.52	-5.44	-5.71	-4.98
样品	4	1	1	1
平均/ 10^{-3}	-6.02	-5.44	-5.7	-4.98

4 成矿模式

根据桦树沟矿床铜矿体地质及地球化学特征,可将本区铜矿的成矿模式总结如下:

(1)海底喷气热泉沉积成矿期。中晚元古代,祁连海槽处于相对活跃的时期,海底断裂构造发育,沿着断裂构造不断喷出大量的汽水热液。这些汽水热液在运移过程中,不断溶解、淋滤围岩中的 Cu,Fe 等金属元素,形成富含矿质的含矿汽水热液。

桦树沟地区处于大洋边缘盆地,在盆地内,由断裂构造形成的富含 Cu,Fe 等矿质的热泉活动异常活跃,使海盆内聚集了大量的含矿汽水热液。由于海盆内物理、化学条件的改变,一部分 Cu,Fe 等金属元素以硫化物的形式随同一些壳源碎屑物质逐步沉淀下来,形成层状铜矿体;一部分热液直接在热泉附近形成块状硫化物型铜矿。其后由于热水溶液中硫的大量析出,海盆中的化学条件由还原向氧化转变,促使大量的 Fe 以重碳酸盐的形式形成菱铁矿并进而

氧化分解成赤(镜)铁矿。
(2)后期热液改造期。至加里东晚期,祁连海槽发生强烈的挤压褶皱,使铁矿层下部的碧玉岩型铜矿层发生碎裂,在地层褶皱过程中形成的变质热液以及沿同期断裂构造上侵的石英闪长岩脉所提供的岩浆热液进一步携带富铜矿质,沿前期铜矿层裂隙进行交代充填,也使前期铜矿石的品位进一步富集。
综上,桦树沟铁铜矿床应为与海底火山作用有关的热液沉积、后期叠加改造矿床。

参考文献:

[1] 刘华山,李新辉,李秋林,等. 甘肃肃南裕固族自治县镜铁山铁矿桦树沟矿区 14-2 线补充勘探暨 10-2 线铜矿详查报告[R]. 西安:中国治勘总局西北地勘院,1997.
[2] 李生泉,王兴保,刘宏信,等. 甘肃省肃南裕固族自治县镜铁山铁矿桦树沟矿区 12-2 线铜矿地质勘探报告[R]. 西安:中国治勘总局西北地勘院,2000.
[3] 闫积惠,康慧. 桦树沟铁铜矿床成矿地质环境及成矿预测研究[R]. 天津:冶金部天津地质研究院,1994.

ELEMENTARY ANALYSIS OF METALLOGENIC GEOLOGICAL
CONDITION AND ORE GENESIS OF HUASHUGOU Fe-Cu DEPOSIT
WANG Xing-bao

(Northwest Geological Exploration Institute of CEEB, Xi'an 735000, China)

Abstract: Cu ore bodies occur blindly or semi-blindly beneath Fe ore bodies in Huashugou Fe-Cu ore district. The formation of Cu ore body is closely related to marine volcano exhalation and hot springs. Metallogenic material has not only the signatures of sedimentary rock but also volcanic rock, and the metallogenic material is enriched by the metamorphic and magmatic hydrothermal rework.
Key words: Huashugou Fe-Cu mine; Cu ore body; Fe ore at top and Cu ore at bottom; hydrothermal sediment; Gansu province