

新疆琼河坝铜金矿化地质特征及成因机理

陈仁义

(中国地质大学·北京·100083)

刘海光

(中国地质科学院矿床所·北京)

马文义

(新疆第二区调大队·奇台)

通过研究琼河坝地区的含矿岩系、铜金矿化、流体包裹体和氢氧同位素,认为 202 铜矿为斑岩型矿床,绿石沟铜矿为夕卡岩型矿床,剥蚀程度是本区铜金找矿的关键。

关键词 铜金矿化 夕卡岩 斑岩 剥蚀程度 琼河坝

琼河坝位于伊吾县淖毛湖乡以北的边境地区。1988~1989 年,新疆第二区调大队在化探异常的基础上,发现了 202 铜矿点和 201 金矿点。1990 年又在绿石沟发现了品位较高的铜矿体和含铜矿带。1991 年笔者参加国家 305 项目,对绿石沟及其外围异常进行了地质、物化探综合研究。本文是该课题的成果之一。

1 区域地质概况

琼河坝处于北塔山—琼河坝晚古生代早期火山岛弧的东端,额仁山复背斜轴部(陈仁义,1993)。区内出露地层为下泥盆统托让格库都克组、下石炭统黑山头组和上二叠统陆相碎屑岩(图 1)。

区内出露的花岗岩类,从早到晚依次为石英闪长岩、富斜花岗岩、二长花岗岩和花岗斑岩,形成时代为华力西中晚期(据 1:20 万区调资料)。

1.1 含矿围岩

托让格库都克组是铜金矿化的围岩。其下部为长石砂岩和灰岩透镜体,富含生物化石,未见矿化现象。上部为中性火山熔岩和火

山凝灰岩,夹灰岩透镜体,是主要的赋矿层位。

火山岩岩石化学成分: SiO_2 49.70%~54.24%, Al_2O_3 16.21%~18.14%, $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 5.03%~6.79%, $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 1.6~2.6, 属于高铝玄武岩系列,富含碱质,尤其富钠。

火山岩的稀土特征为(表 1): $\Sigma\text{REE} = 71.12 \times 10^{-6} \sim 108.71 \times 10^{-6}$, $\text{LREE}/\text{HREE} = 1.47 \sim 2.90$, $\delta\text{Eu} = 0.967 \sim 1.078$, 说明轻稀土明显富集,几乎没有铈的异常,与 Taylor (1977)的地壳平均稀土总量及配分模式基本接近,反映岩浆中混熔有大量壳源物质。这与其富铝特征是一致的。

1.2 含矿岩体

富斜花岗岩在本区出露广泛。围岩可见广泛的角闪岩化,内接触带不发育。岩体中见大量后期中、基性岩脉。富斜花岗岩呈肉红色中细粒结构,矿物成分中斜长石 47%~56%,钾长石 10%~25%,石英 20%~24%,角闪石 0~8%,黑云母 <3%。

花岗斑岩以暗色矿物少、含云母为特征。钾长石斑晶约占 50%。202 铜矿直接产于花岗斑岩中。

本文 1994 年 2 月收到,张旭明编辑。

琼河坝花岗岩类也显示出高铝、富钠的特征, Al_2O_3 为 19.65%~12.02%, Na_2O/K_2O 平均为 3.2。花岗岩类的稀土化学特征为(表 1); $\Sigma REE = 29.74 \times 10^{-6} \sim 44.46 \times 10^{-6}$, 稀土总量明显偏低; $LREE/HREE = 1.89 \sim 2.68$, 显示轻稀土富集型; $\delta Eu = 0.975 \sim 1.334$, 具弱铕异常; 另外 Tb 出现明显的负异常, 原因尚不清楚。

由此可见, 琼河坝花岗岩类继承了火山岩的高铝、富钠的岩石化学特征, 其稀土配分

模式也基本一致。只是花岗岩的稀土总量偏低, 可能反映经历部分重熔的结果。因此, 推测本区花岗岩类是火山岩或火山碎屑岩经部分重熔后形成的, 缺少深源物质的加入, 说明对成矿不利。

2 铜金矿化地质特征

本区已发现的主要矿床(点)包括: 绿石沟铜矿、202 铜矿、琼河坝铁矿、天工石铜矿点和 201 金矿点等(图 1)。

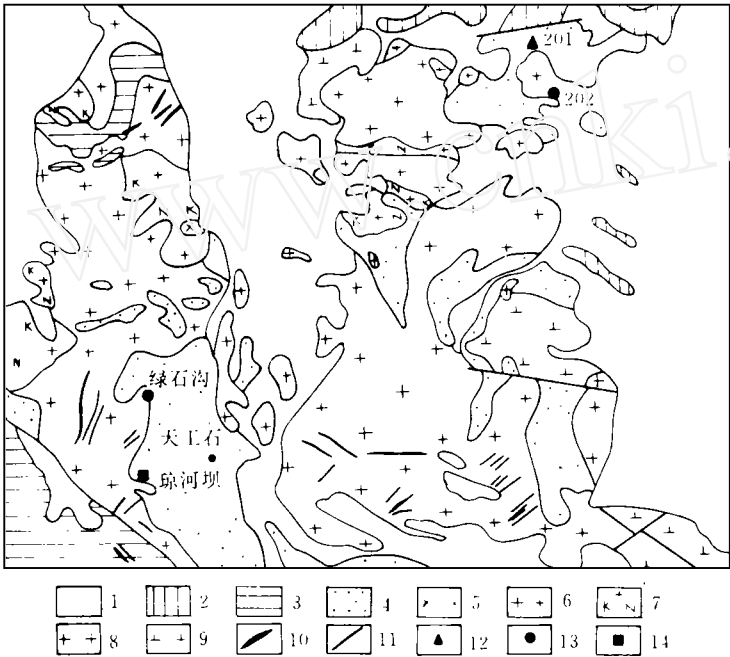


图 1 琼河坝地区地质略图
(据 1:20 万区测图编)

1—第四系;2—二叠系;3—黑山头组;4—托让格库都克组;5—橄榄辉绿岩;6—花岗斑岩;7—二长花岗岩;8—富斜花岗岩;9—石英闪长岩;10—基性岩脉;11—断层;12—金矿化点;13—铜矿点;14—铁矿

表 1 琼河坝岩石稀土元素分析结果($\times 10^{-6}$)

样号	岩石类型	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
B44-20	玄武安山岩	15.6	32.2	3.98	22.4	4.88	1.74	5.04	0.53	3.12	0.58	1.67	0.19	1.56	0.12	15.1
B50-98	凝灰岩	8.05	16.7	2.21	12.4	3.10	1.11	4.07	0.65	3.00	0.62	1.83	0.31	1.99	0.38	16.7
B202-11	花岗斑岩	6.94	14.2	1.61	7.80	1.40	0.42	1.21	<0.3	1.16	0.26	0.87	0.13	1.07	0.17	7.12
B202-40	花岗斑岩	4.03	7.53	0.82	4.92	1.49	0.66	1.5	<0.3	1.18	0.24	0.71	<0.1	0.83	0.21	5.42

样品由地科院测试所秦红、李宇红分析(1992)。

2.1 绿石沟铜矿

如图 2 所示, 托让格库都克组主要为火

山碎屑岩夹碳酸盐岩。花岗岩类以花岗闪长岩和黑云角闪二长花岗岩为主。次火山岩为

玄武玢岩和安山玢岩。压扭性断裂破碎带发育,呈北东向展布,为成矿期后断裂构造。

矿化带呈向北突出的马蹄形,可分为东、西两个矿段。东段长 700m,宽 50~150m;西段长 1500m,宽 50~150m。矿体呈似脉状、透镜状,产状与地层一致。矿体产于花岗岩外接触带的灰岩或其两侧,沿层间裂隙产出。主要

赋矿岩石为钙铁石榴子石夕卡岩、夕卡岩化结晶灰岩和大理岩。

金属矿物以黄铜矿、黄铁矿为主,另有少量斑铜矿、磁铁矿、闪锌矿和方铅矿;次生矿物为孔雀石,次为硅孔雀石、黄钾铁矾等;非金属矿物为石榴子石、透辉石、方解石、石英和绿帘石等。

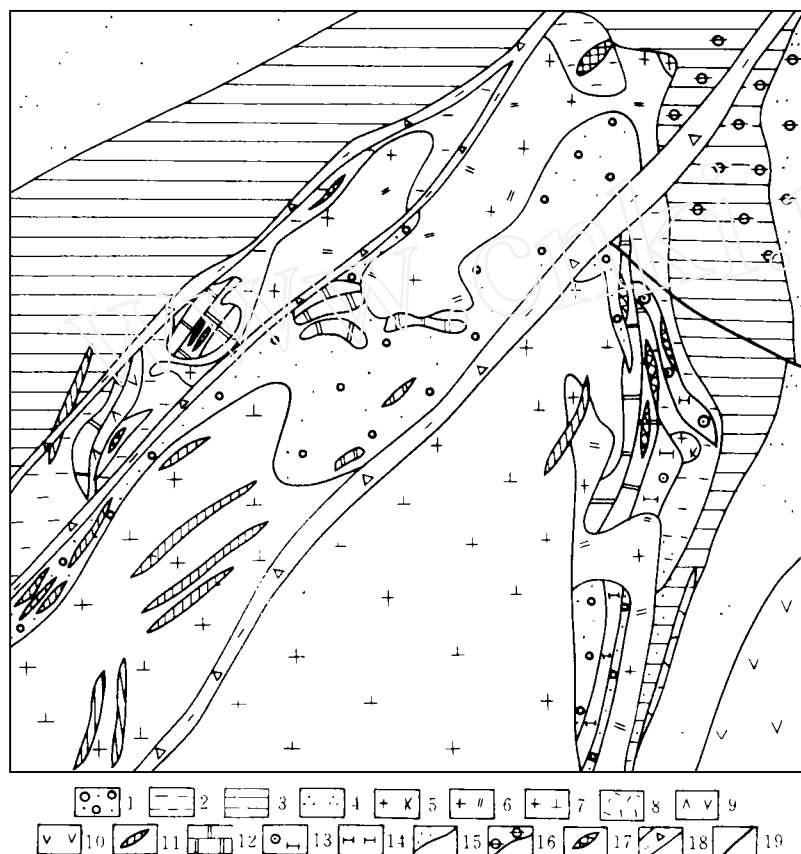


图 2 绿石沟铜矿地质草图

(据新疆第二区调大队 1991 年资料)

1—中细粒砂岩、黑云角闪长英质角岩、长英质角岩;2—结晶灰岩、大理岩、石榴石夕卡岩、粉砂岩;3—粉砂岩、中细粒砂岩;4—砂岩、沉凝灰岩、晶屑凝灰岩;5—碱长花岗岩;6—黑云角闪二长花岗岩;7—黑云母花岗闪长岩;8—流纹斑岩;9—玄武安山岩;10—安山岩;11—辉绿岩脉;12—结晶灰岩;13—透辉石石榴石夕卡岩;14—透辉石夕卡岩;15—角岩化;16—绿帘石化;17—铜矿体;18—压扭性断裂破碎带;19—断层

此外,在东矿段南部,尤其在 TC62 中的结晶灰岩中,发现一种具鲜绿色荧光的白色矿物,呈薄膜状附于方解石表面。该矿物不溶于浓酸,X 射线粉晶分析认为主要成分为石

膏,或含有硼钙石和板硼钙石。但以上矿物不可能发荧光,因此推测是由于含各种稀土元素造成的,值得进一步工作。

矿石构造以星散浸染状为主,次为细脉

浸染状,局部见脉状和块状构造。

夕卡岩分布广泛,大多沿接触带发育。主要夕卡岩矿物为石榴子石、透辉石和绿帘石等。石榴子石主要为钙铁—钙铝系列,几乎不含锰铝榴石分子。石榴子石颗粒间常含少量透辉石、白钛石和方解石等。绿帘石次生石英岩中,绿帘石占 20%~30%。透辉石夕卡岩一般靠近花岗岩,二者常为断层接触关系。此外,区内绿帘石化、绿泥石化、葡萄石化和次闪石化等蚀变普遍可见。

天工石铜矿点的矿化特征与绿石沟相似。

2.2 202 铜矿

托让格库都克组主要为凝灰岩及少量硅质细砂岩。主要断裂为北西向压扭性断裂,并对斑岩体起控制作用。

含矿岩体为花岗斑岩。岩体呈北西—南东向展布的岩枝,与区域构造线方向一致。斑岩体以其含大斑晶为特征。钾长石 50%~70%,斜长石 10%~15%,石英 10%~30%,白云母<3%。

矿体与斑岩体展布方向一致,呈条带状、脉状产于斑岩体内。矿化以浸染状为主,少量为细脉浸染状,与岩体呈渐变过渡关系。目前已圈出 12 个矿体,Cu 品位大多为 0.2%~0.3%。矿石矿物为黄铜矿、辉铜矿、孔雀石、黑铜矿和黄铁矿等。

围岩蚀变强烈,由内向外可分为钾长石化带→绢英岩化带→青磐岩化带。钾长石化带以发育钾长石脉为特征,含少量黑云母。绢英岩化带以硅化、绢云母化、绿泥石化为主,常叠加于钾长石化带之上。

电子探针分析结果(表 2)表明,花岗斑岩中钾长石斑晶 K₂O 含量明显高于玉龙斑岩铜矿中原生岩浆成因的钾长石^[1],反映其斑晶受到热液改造。此外见少量次生钠长石。矿化花岗斑岩中的黑云母分析结果表明,黑云母中的 SiO₂、Al₂O₃ 含量偏高,而 FeO*、MgO、K₂O 偏低,显示黑云母属于次生矿物,这与岩浆体系中暗色矿物含量极少有关。次生黑云母进一步蚀变后形成的绿泥石,仍然保留黑云母的假象。

表 2 202 铜矿单矿物电子探针分析结果(%)

样 品	矿物名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cr ₂ O ₃	Σ
B202-11 花岗斑岩	钠长石	66.71	—	20.87	—	—	0.03	1.71	10.58	0.03	0.05	99.99
	绢云母	51.15	0.36	31.97	0.11	0.00	1.35	0.02	0.31	11.95	0.02	97.23
	钾长石	66.31	0.00	18.60	0.02	0.16	0.00	0.08	0.92	15.56	0.04	101.70
		65.21	0.04	18.39	0.06	0.01	0.02	0.08	0.93	16.36	0.06	101.18
		64.11	0.01	18.42	0.06	0.01	0.02	0.08	1.33	13.65	0.06	97.79
B202-03 矿化花岗 斑岩	黑云母	49.53	0.06	28.16	3.90	0.00	5.04	0.08	0.07	6.44	0.12	93.40
		44.58	0.76	27.53	8.23	0.37	6.53	0.12	0.00	7.58	0.06	95.77
	绿泥石	30.13	0.06	20.15	17.58	0.00	16.95	0.05	0.00	0.00	0.12	85.03
		33.38	0.09	20.53	17.24	0.31	14.73	0.09	0.00	0.69	0.14	87.13

由此可以看出,202 铜矿的钾化现象是比较普遍的。

2.3 201 金矿点

矿点处于东西向断裂与北东向断裂的交汇处。其南侧为花岗斑岩。破碎蚀变带的围岩为硅化凝灰粉砂岩。

破碎带长 500m,宽 10~30m。其中发现有 2 条石英脉,单脉宽 0.1~2m。石英脉不稳定,呈尖灭再现现象。石英脉两侧的蚀变带

宽大于 5m。主要为褐铁矿化、硅化和绢云母化。

石英脉碎裂较强,含铁较高。呈铅灰色或褐黄色,局部为紫红色。紫红色石英脉更有利于金的富集。石英脉倾向 3~10°,倾角 20~25°,局部可达 40°。

3 成矿机理研究

3.1 流体包裹体特征

对绿石沟铜矿和 202 铜矿的矿物流体包裹体观察表明,包裹体类型均以气液包裹体为主。202 铜矿见少量含 CO_2 的三相包裹体和少量含子晶的多相包裹体。因为子晶体积小,未能观测到子晶的消失温度。

3.1.1 成岩成矿温度

对均一温度的测定结果表明(图 3),202 铜矿的温度范围为 $413\sim 116\text{ }^\circ\text{C}$,主要集中于

$420\sim 240\text{ }^\circ\text{C}$,代表主成矿期的形成温度,相当于上升热流体作用阶段。而 $220\sim 120\text{ }^\circ\text{C}$ 温度范围相当于天水对流循环作用阶段,上升热流体的作用相对较弱。斑岩体中的斑晶与围岩中的石英脉形成温度相近,反映受同一流体系统的支配。

绿石沟铜矿的温度范围 $466\sim 90\text{ }^\circ\text{C}$,其中石榴子石夕卡岩的形成温度为 $420\sim 260\text{ }^\circ\text{C}$,石英—碳酸盐阶段为 $220\sim 100\text{ }^\circ\text{C}$ 。

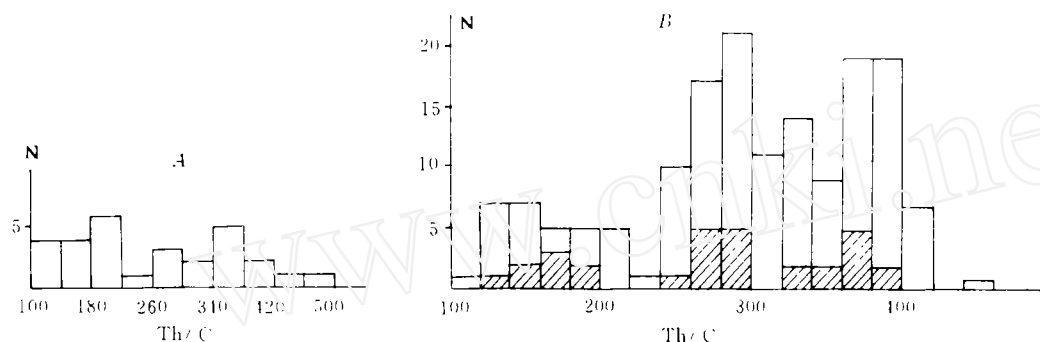


图 3 均一温度直方图

A—绿石沟;B—琼河坝 202;N—频数;Th/°C—均一温度

总之,两铜矿主成矿温度大致相近。

3.1.2 流体的盐度

202 铜矿气液包裹体盐度为 $1.2\sim 12.3\text{wt}\%\text{NaCl}$,峰值为 $4\sim 6\text{wt}\%\text{NaCl}$ 。从盐度—均一温度关系图解可以看出,二者成正相关关系,即流体主要是沿被稀释的趋势线演化。由于天水作用不断增强,造成流体盐度缓慢降低。

绿石沟铜矿的流体盐度为 $1.7\sim 17\text{wt}\%\text{NaCl}$,没有明显的峰值。

3.1.3 成矿压力

根据含 CO_2 三相包裹体和共生的主要含 H_2O 包裹体的密度值,在 $\text{CO}_2\text{—H}_2\text{O}$ 等容线图求得压力值。202 铜矿的成矿压力为 $80\sim 115\text{MPa}$,估算其成矿深度大约 $3\sim 4\text{km}$ 。

3.1.4 成矿流体的成分

流体包裹体成分分析结果表明(表 3),202 铜矿的液相成分以 K^+ 和 SO_4^{2-} 为主,另

含少量 Na^+ 、 F^- 、 Cl^- ,说明流体属于 $\text{K}^+ - \text{SO}_4^{2-}$ 体系。 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 含量极少,与斑岩体中暗色矿物含量极少有关。总体上反映流体受斑岩体系的控制,与黑云母成分中 MgO 和 FeO^* 含量偏低相吻合。气相成分以 CO_2 和 CO 为主, $\text{CO}_2/(\text{CO} + \text{CH}_4 + \text{H}_2) = 2.8\sim 10.3$,反映流体处于弱还原环境。

绿石沟铜矿的液相成分以 K^+ 、 Ca^{2+} 和 SO_4^{2-} 为主,含少量 Na^+ 、 F^- 、 Cl^- ,流体属于 $\text{K}^+ - \text{Ca}^{2+} - \text{SO}_4^{2-}$ 体系。气相成分中含丰富的 CO_2 及少量 CO , $\text{CO}_2/(\text{CO} + \text{CH}_4 + \text{H}_2)$ 为 37.8 ,说明绿石沟铜矿处于较氧化环境。

由此可以看出,202 铜矿与绿石沟铜矿的成矿流体成分和氧化还原环境均有所差异。

3.2 氢氧同位素组成

对 202 铜矿的石英进行氢、氧同位素研究,结果为 $\delta\text{D} = -75.5\text{‰}\sim -86.7\text{‰}$, δ^{18}

$O_{H_2O}=4.3\% \sim 5.8\%$,属于原生岩浆水范围。矿床提供有力的证据。
这说明成矿流体主要来自岩浆水,为斑岩型

表 3 流体包裹体的成分分析结果

产地	样号	矿物	液相成分*(μg/10g)							气相成分(μg/g)					
			Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₂	H ₂ O	H ₂	N ₂	CH ₄	CO
202	B202-02	石英	2.00	15.00	<0.01	0.00	1.12	5.50	16.22	18.46	118.23	0.00	0.66	0.26	1.53
	B202-10		2.25	14.55	<0.01	0.00	2.05	1.16	18.52	10.45	413.35	0.15	0.51	1.22	2.29
	B202-13		25.12	78.81	<0.01	0.00	18.36	2.09	113.16	14.10	318.77	0.00	0.46	0.36	2.23
绿石沟	BTC20-2	石榴石	3.46	11.54	15.39	0.62	7.32	8.46	81.10	104.55	549.34	0.00	1.52	0.55	2.21

* 液相成分中 Br⁻、PO₄³⁻、NO₃⁻ 的分析值为 0.00。

样品由中国地质科学院矿床所陶恭益、徐玉琳测试。

3.3 矿床成因探讨

绿石沟铜矿和 202 铜矿同处于华力西褶皱带,成矿均与华力西期造山花岗岩有关,矿化围岩均与托让格库都克组有关。表明二者可能受同一构造运动的控制。绿石沟铜矿接触带角岩化和夕卡岩化极为发育,并叠加绿帘石化和绿泥石化。矿化常与透辉石夕卡岩和石榴子石夕卡岩密切伴生。石榴子石的形成温度为 420~260℃,最高达 466℃;成矿流体的盐度为 1.7~17wt%NaCl,流体体系为 K⁺-Ca²⁺-SO₄²⁻ 型;流体处于相对氧化环境。因此,本文认为绿石沟铜矿属于夕卡岩型矿床,而不可能是火山热液型矿床。火山热液型矿床的流体温度较低,不足以形成较广泛的夕卡岩。

202 铜矿矿化呈浸染状直接产于花岗岩斑岩体内,具较明显的斑岩铜矿床的蚀变分带特征,广泛的钾长石细脉,钾质对钾长石斑晶的改造作用,以及次生黑云母的存在,都说明 202 铜矿存在较典型钾硅酸盐蚀变。主成矿温度为 420~240℃,流体盐度以 4~6wt%NaCl 为主,成矿压力达 80~115MPa,流体体系为 K⁺-SO₄²⁻ 型;流体的氢、氧同位素组成显示流体主要为岩浆水。以上特征均表明

202 铜矿具斑岩型铜矿的地质特征和成矿条件⁽²⁾。因此,202 铜矿为斑岩铜矿类型是不容置疑的。

4 结论与讨论

绿石沟铜矿和 202 铜矿分别属于夕卡岩型和斑岩型矿床。但是夕卡岩型矿床的含矿部位主要是在其上部的硅化、葡萄石化的石榴子石夕卡岩中。而已施工的钻孔和物探资料表明,绿石沟铜矿矿化深度极为有限。花岗岩岩基大面积出露说明本区已遭受较强的剥蚀。

类似地,作为斑岩铜矿主要含矿部位是钾硅酸盐蚀变上部的绢英岩带和泥英岩带;物探异常也表明该矿化延深有限。这也是 202 铜矿品位偏低的原因。

由此可见,在琼河坝地区铜金找矿工作中,确定剥蚀深度是今后找矿的关键。

本文工作期间得到芮宗瑶研究员的指导,在此深表谢意。

参考文献

1 马洪文,西藏玉龙斑岩铜矿带花岗岩类与成矿,武汉:中国地质大学出版社,1990,45~53。
2 芮宗瑶等,中国斑岩铜(钼)矿床,北京:地质出版社,1984。

Geological Characteristics and Genetic Mechanism of Cu-Au Mineralization in Qionghaba, Xinjiang

Chen Renyi, Liu Haiguang, Ma Wenyi

After studying ore-bearing rock series, Cu-Au Mineralization, fluid inclusion and H-O isotopes, it is believed that 202 Cu deposit is a porphyry one, and that Lushigou Cu deposit is a skarn. Then, it is pointed out that the key to prospecting Cu and Au in studied area is the depth of denudation.

Key words: Cu-Au mineralization, skarn, porphyry, the depth of denudation, Qionghaba