

铜矿床, 多金属矿床, 成矿特征, 成因

20-25

广东玉水矿田铜多金属矿床成矿特征及成因

陈炳辉 郭 锐* 俞受奎*

(中山大学地质系·广州市)

p618.205

A

玉水矿田铜多金属矿床具明显后生特点,受燕山期形成的北东—北北东向断裂构造控制,与燕山期的辉绿岩关系密切,通过稳定同位素研究,成矿物质和成矿热液主要来源于与辉绿岩同源的岩浆热液,矿床成因类型为与燕山期辉绿岩有关的岩浆期后中温热液充填交代矿床。

关键词 铜多金属矿床 成矿特征 矿床成因 玉水矿田

玉水矿田由玉水矿区和蔡岭矿区组成,是 80 年代中期发现的富铜多金属矿田。其矿床规模较小,但品位特富,是国内外罕见的富

铜的铜多金属矿床。该矿田矿床成因前人多认为属海西期海底火山沉积矿床。

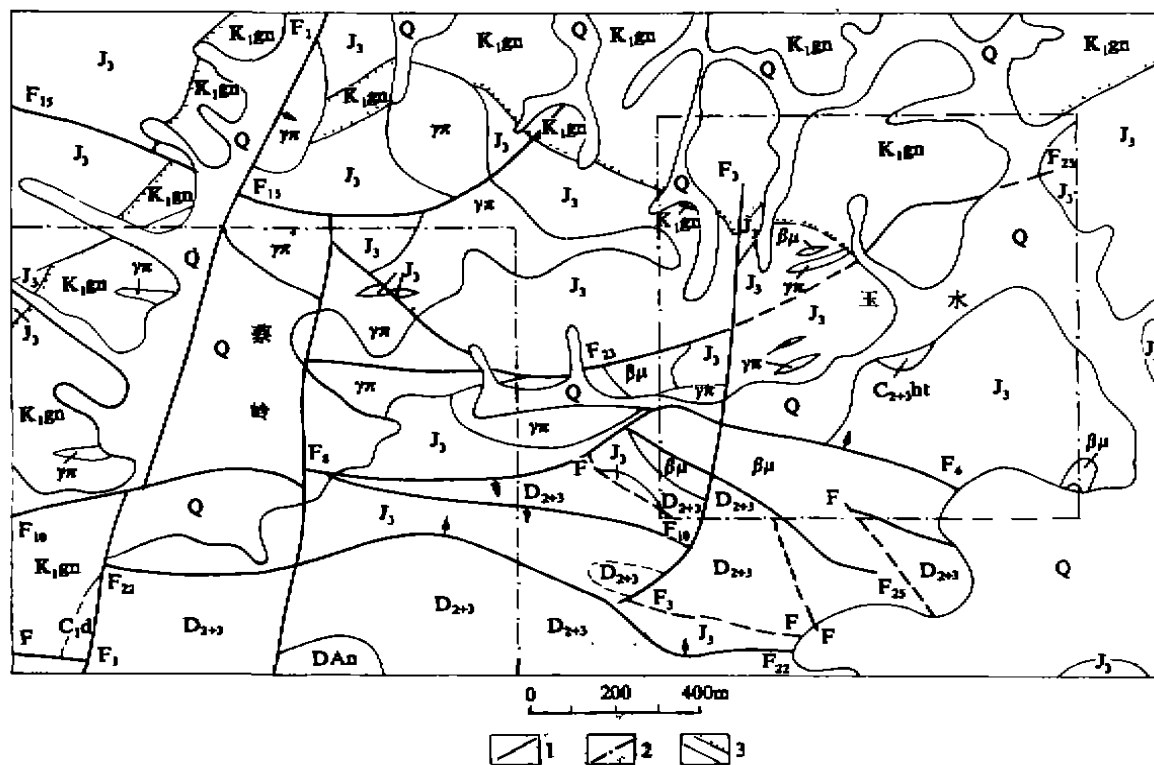


图 1 玉水矿田地质图

Q—第四系;K_{1gn}—白垩统官草湖群;J₃—上侏罗统高基坪群;C_{2+3ht}—中上石炭统壶天群;C_{1d}—下石炭统忠信组;
D₂₊₃—中上泥盆统;DAn—前泥盆系;γn—花岗斑岩;βμ—辉绿岩;1—断层;2—矿区范围;3—地质界线

1993 年 10 月收到,林镇泰编辑。

* 现单位为广东地质勘查局地矿处

1 矿田地质特征

矿田位于广东省梅州市北北东方向约13km。矿田出露地层从老到新(图1)有:(1)前泥盆系(DAn)滨海相和陆相砂泥质建造,主要为浅变质的千枚岩、变质石英砂岩、板岩和片岩;(2)中、上泥盆统(D₂₊₃)滨海相和陆相砂页岩建造,以中细粒石英砂岩为主,夹有粉砂岩和泥岩,岩石普遍遭受轻微的变质作用,与前泥盆系呈不整合接触;(3)下石炭统忠信组(C_{1d})滨海相砂质建造,主要为粉砂岩和中细粒石英砂岩,与D₂₊₃呈整合接触;(4)中、上石炭统壶天群(C_{2-3ht})浅海相钙镁质碳酸盐岩建造,以白云岩为主,夹白云质灰岩、石灰岩、生物灰岩;底部含有一层分布不连续、岩性复杂的海相火山碎屑岩组,由碧玉岩、铁碧玉岩、赤铁矿岩、菱铁矿岩、泥岩、粉砂岩、石英砂岩、石英晶屑等组成,厚0~16m。壶天群与下伏地层呈微角度不整合接触;(5)上侏罗统高基坪群(J₃)陆相火山岩建造,不整合覆盖在壶天群之上;(6)下白垩统

官草湖群(K_{2gn})内陆湖泊火山—碎屑岩建造,不整合覆盖在前述各地层之上。

矿田受燕山期构造运动影响明显,断裂发育,主要有北北东向的F₁、F₂、F₃断层,近东西向的F₂₂、F₂₃、F₂₄、F₂₅和F₂₆断层,北西向的F₂₇断层,其中,北北东向断裂早期表现为压扭性,晚期为张扭性。

矿田内出露的岩浆岩主要为花岗斑岩和辉绿岩,均呈脉状产出。据钻孔揭露,花岗斑岩明显被辉绿岩穿插,辉绿岩脉两侧可见宽1cm的冷凝边,说明辉绿岩形成于花岗斑岩之后。辉绿岩钾—氩法同位素年龄150.02Ma^[1],属燕山期。根据辉绿岩的稀土元素分析结果(表1),其稀土总量为117.05×10⁻⁶, $\sum Ce/\sum Y$ 值为3.85, $\delta Eu=-0.68$,与大陆拉斑玄武岩一致。在原始岩浆成分演化过程中REE的分馏特征图(C. J. Allegre等,1974,La/Yb—REE图解)^[2]中投影也落在大陆拉斑玄武岩范围内,其稀土球粒陨石标准化分布型式如图2,特征为左高、右低,具负铈异常,说明来源于大陆拉斑玄武岩浆。

表1 辉绿岩稀土元素含量表(×10⁻⁶)

样号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy
Y70117	22.20	40.20	4.58	21.40	3.82	0.719	3.04	0.520	3.23
Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	$\sum REE$	$\sum Ce/\sum Y$	La/Yb	
0.381	1.74	0.191	1.130	0.180	13.70	117.05	3.85	19.30	

(分析单位:宜昌地质矿产研究所)

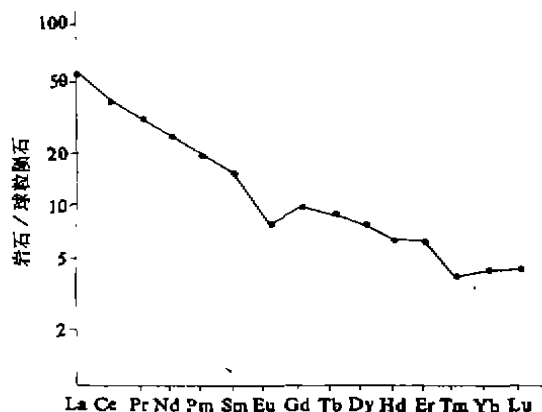


图2 辉绿岩稀土元素球粒陨石标准化分布型式

2 铜多金属矿床成矿特征

铜多金属矿体主要分布于忠信组顶部到壶天群下部的层间断裂破碎带中,其次分布于其他方向的断裂构造带中。其中,分布于忠信组与壶天群界面附近断裂破碎带的矿体呈似层状、透镜状、囊状产出,形成厚度较大、品位极富的主矿体。该矿体延长大于200m,延深大于150m,厚度1~4m。在玉水矿区—58m中段(图3)F₃与F₄之间,矿体厚度最大,可达20m。主矿体沿层间断裂破碎带分布,不

[1] 广东省地矿局723地质大队,1988,广东省梅县玉水铜多金属矿床详细普查地质报告。

仅占据了地层界面,还交代界面上、下的地层,并呈楔状穿入围岩。矿体中含有一些交代残留的团块状、透镜状砂岩、粉砂岩、硅铁质岩及碳酸盐岩岩块。在主矿体的顶、底板壶天

染状矿体,并从块状矿体向外侧,有从条带状、稠密浸染状→细脉浸染状→稀疏浸染状的变化特征,并见有含矿方解石脉和少量含矿石英脉。分布于其他方向(主要是北东—北北东向)断裂构造带中的矿体主要呈脉状产出,规模小,品位也较高。

矿石按空间产出情况和组构特征,可分为层间断裂破碎带中的块状矿石、忠信组砂岩及壶天群碳酸盐岩中的细脉浸染状、条带状矿石和其他断裂构造带中的脉状、块状矿石3种类型。不同类型矿石的矿物成分和组构特征如表2所示。表中固溶体分离结构指黄铜矿与闪锌矿组成乳滴状结构,有的黄铜矿与斑铜矿组成格状结构、雪花状结构等。矿石矿物交代围岩形成残余结构,黄铁矿被黄铜矿、斑铜矿交代形成残骸结构、残余结构。

矿石中常见以方铅矿、闪锌矿组合为主的细脉穿插和交代块状黄铜矿、斑铜矿石,说明矿化可分为早阶段以铜为主和晚阶段以铅锌为主的两个矿化阶段。其中,早阶段铜矿化是主要矿化阶段;晚阶段铅锌矿化以细脉状和细脉浸染状为特征。矿体下部矿化较强,局部构成以铅锌为主的铅锌铜矿体,而浅部铅锌矿化较弱,未构成铅锌为主的矿体。

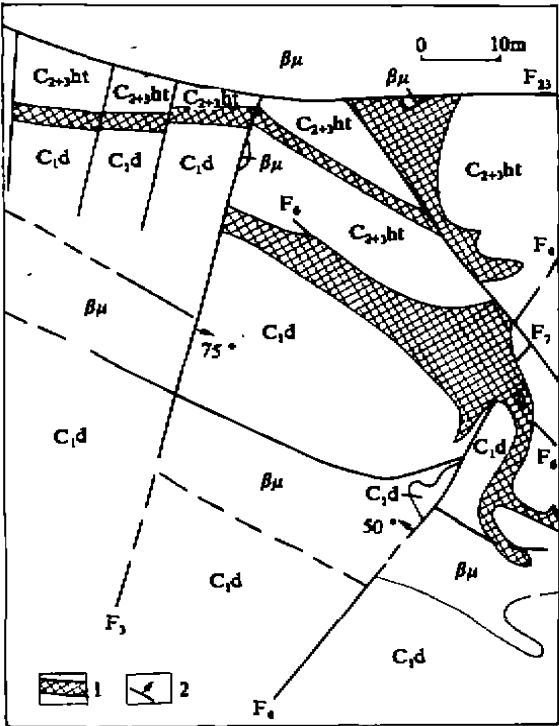


图3 王水铜多金属矿床—58m中段地质略图
1—矿体;2—断层(其示图例同图1)

群碳酸盐岩及忠信组石英砂岩中产有细脉浸

表2 玉水矿田矿石矿物成分及组构特征

矿石类型	矿物成分			矿石构造	矿石结构
	主要	次要	少量		
层间断裂破碎带中的块状矿石	黄铜矿 斑铜矿	辉铜矿 锌黝铜矿 铅硫铜矿 方铅矿 闪锌矿 黄铁矿	硫铜银矿 硫镍钴矿 硫铋铜矿 硫铋铜铅矿 辉银矿	块状构造	共生结构 固溶体分离结构 残余结构 残骸结构
忠信组砂岩及壶天群碳酸盐岩中的细脉浸染状、条带状矿石	黄铜矿 辉铜矿 斑铜矿	方铅矿 闪锌矿 锌黝铜矿 黄铁矿	硫铅铜矿 (暂名*)	细脉浸染状构造 脉状构造 条带状构造 团块状构造	共生结构 固溶体分离结构 残余结构
其他断裂构造带中的块状、脉状矿石	辉铜矿 斑铜矿 黄铜矿	方铅矿 闪锌矿 锌黝铜矿	自然铜	条带状构造 脉状构造	共生结构 固溶体分离结构

*表中硫铅铜矿(暂名)可能为一种新矿物,与已知的针硫铅铜矿(Betekhtinite)及硫铅铜矿(Larosite)有明显区别,详细研究工作将另文发表。

矿体围岩遭受明显的热液蚀变作用,主要有硅化、赤铁矿化、绿泥石化、绢云母化和碳酸盐化,壶天群碳酸盐岩局部见石榴子石夕卡岩化。其中以硅化较强,发育在近矿体的两侧围岩中;绿泥石化和绢云母化主要发育在辉绿岩、泥质岩和砂岩中;碳酸盐化以网脉状方解石化为主,分布较广;赤铁矿化主要发育于壶天群下部硅铁层及邻近地层中,其蚀变产物赤铁矿以星点状、粉尘状、自形粒状交代原生沉积的黄铁矿,并保留有黄铁矿假象,以此可区别于呈胶状、鲕粒结构的原生赤铁矿。蚀变在空间上从矿体向两侧围岩大致有从硅化、赤铁矿化→绢云母化、绿泥石化→碳酸盐化的分带现象。

3 成矿地质条件和矿床成因

3.1 成矿地质条件

3.1.1 矿体与围岩的关系

铜多金属矿体沿壶天群与忠信组地层界面及其附近的层间断裂破碎带呈似层状、透镜状产出,矿体沿断裂破碎带充填交代形成。在坑道中普遍见到矿体穿插、交代地层的现象。块状矿体与围岩的界线清楚,且矿体中常见及交代残留的围岩碎块。而靠近块状矿体的围岩中均发生了不规则的团块状、细脉状、浸染状铜多金属矿化和热液蚀变,且随着与矿体距离的增加,矿化和蚀变强度减弱。

在坑道所揭露的各中段中,主矿体的上部与壶天群接触部位,可见矿体呈楔状尖灭于碳酸盐岩中或穿插交代碳酸盐岩及硅质赤铁矿岩,且矿体边部常含有不规则团块状的碳酸盐岩和硅质赤铁矿岩碎块,其中含有沿岩石裂隙充填交代形成的脉状、团块状、浸染状铜矿化,说明这些碎块是热液交代围岩所形成的“残留体”。矿体下部则常含有透镜状的砂岩、粉砂岩碎块,其中见细脉状、浸染状铜矿化沿斜交层理的裂隙分布。而矿体中的条带状矿石则为热液沿围岩层理交代而形成的。此外,围岩中还见有含矿方解石脉和含矿

石英脉产出。

因此,矿床的形成明显地晚于围岩,具后生热液矿床的特征。

3.1.2 矿体与构造的关系

矿体隐伏于北北东向 F_3 断裂东侧约 500m 范围内和 F_5 西侧约 400m 范围内(图 1),而其派生的次一级北东—北北东向的断裂与矿体的分布关系密切。矿田内矿体虽主要沿壶天群与忠信组不整合界面及其附近产出,但并不遍及整个矿田,而只限于特定的部位,这些部位往往即为层间断裂破碎带。而且主矿体的厚度也不稳定,变化在 0~20m,钻孔所揭露的顺层产出的似层状、透镜状矿体也没有固定的层位,延伸也较小,受层间裂隙所控制。

根据坑道地质观察,矿体变厚的部位,常存在有北东—北北东向断裂,且玉水矿区产于界面附近的主矿体最厚处位于 F_3 和 F_4 两条断裂之间的层间断裂破碎带中(图 3)。而存在于忠信组和壶天群地层中较远离界面的似层状、透镜状矿体均赋存于与北东—北北东向断裂相交的地层层间断裂破碎带中。在玉水矿区—58m 中段,见有一产于壶天群碳酸盐岩中的厚约 3m 的似层状斑铜矿体,分布于 F_3 与 F_4 之间的层间破碎带中。北东—北北东向 F_3 、 F_2 、 F_1 等断裂带中均见有铜多金属矿化,说明是成矿前断裂。

因此, F_3 、 F_5 等断裂控制了矿体的分布范围,而其次一级的北东—北北东向断裂控制了矿体的分布。北西向地层层间断裂破碎带提供了矿体的赋存空间。特别是北东—北北东向断裂与北西向断裂的复合部位是最主要的控矿构造。北北东向的 F_3 、 F_5 为铜多金属矿床的导矿构造,其派生的次一级北东—北北东向断裂为配矿构造,而北西向地层界面及其附近的层间断裂破碎带为良好的容矿构造。

3.1.3 矿体与辉绿岩的关系

前人认为辉绿岩是成矿后的。在坑道中

个别地方辉绿岩脉幅较小处,矿体明显穿插辉绿岩,而更多地方则是辉绿岩阻挡矿体,这种现象在野外若不仔细观察,很容易被误为辉绿岩穿插了矿体。实质上这是一种“阻挡”关系,而不是“穿插”关系,即辉绿岩先形成,而后对形成矿体的热液起阻挡作用。通过仔细观察,在两者交截处,矿体边部明显有铜铅锌细脉穿入辉绿岩,而且交截处附近辉绿岩遭受蚀变作用,主要是绿泥石化和绢云母化。此外,接触处矿体局部发生膨大,辉绿岩蚀变作用越远离矿体越弱。因此,坑道中所见到的或是矿体明显穿插辉绿岩,或是辉绿岩对矿体起阻挡作用,都说明辉绿岩是成矿前的。此外,有些地方,矿体虽未穿过辉绿岩,但呈楔状尖灭于辉绿岩中,并在矿体边部见有辉绿岩角砾。这些都说明铜多金属矿化发生在辉绿岩形成之后。

矿体与辉绿岩脉在空间分布上也有密切的关系,两者均受断裂控制,矿化发生在辉绿岩附近,并在玉水矿区—100m 中段还见有铜铅锌矿化沿着辉绿岩脉内部呈尖灭再现的断续脉状、细脉状及浸染状产出,两者关系密

切。

未遭受蚀变和矿化的新鲜辉绿岩和花岗斑岩成矿元素分析结果如表 3 所示,辉绿岩中 Cu、Pb、Zn 含量均比较高,说明形成辉绿岩的大陆拉斑玄武岩浆成矿元素背景值较高,这从另一个侧面反映了辉绿岩与成矿的关系。此外,矿石铅同位素与辉绿岩铅同位素十分一致(表 4)。

表 3 辉绿岩和花岗斑岩成矿元素含量($\times 10^{-4}$)

样号	岩石类型	Cu	Pb	Zn
Y70117	辉绿岩	62.0	43	148
YZK4-5-17	花岗斑岩	9.0	27	40

(分析单位:宜昌地质矿产研究所)

3.2 稳定同位素特征

各种矿石的铅同位素组成比较稳定(表 4),具壳幔混合铅特征,说明成矿物质来源较深,与岩浆活动有关。而从矿石、辉绿岩和花岗斑岩的铅同位素组成来看,辉绿岩铅同位素组成与矿石铅一致,而花岗斑岩的铅同位素组成与矿石铅相差较大,说明,成矿物质主要来源于与辉绿岩同源的岩浆。

表 4 矿石及岩浆岩铅、硫同位素组成表

样号	测定矿物	岩石、矿物类型	铅同位素组成			硫同位素组成 $\delta^{34}\text{S}_{\text{‰}}$	数据来源
			$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$		
R29	方铅矿	碳酸盐岩中的团块状矿化	18.2468	15.7985	39.0114	-34.23	723 队
R21	辉铜矿	碳酸盐岩、硅铁质岩中的团块状矿化	18.0440	15.6480	38.4980	-3.47	
R24	斑铜矿	矿化铁硅质岩中的薄层状矿层	18.0633	15.6884	38.5985	-0.83	
R22	方铅矿	块状铜多金属矿体	18.0340	15.5910	38.2800	-3.44	
R25	斑铜矿	块状铜多金属矿体	18.0100	15.6230	38.3630	-3.10	
R23	黄铜矿	块状铜多金属矿体	18.0750	15.6780	38.5370	-2.85	
R28	黄铜矿	中细粒石英砂岩中的细脉浸染状矿化	18.3030	15.6594	38.4373	-10.04	
Y58189	方铅矿	块状铜多金属矿体	18.050	15.651	38.629	—	本文
Y45056	辉绿岩	辉绿岩全岩	18.353	15.630	38.700	—	
YZK4-5-17	钾长石	花岗斑岩	18.589	15.746	39.143	—	

(中科院地球化学研究所分析)

从矿石的硫同位素组成来看,除了碳酸盐岩中团块状矿化方铅矿和砂岩中细脉浸染状矿化的黄铜矿 $\delta^{34}\text{S}$ 变化较大,成矿硫部分来源于地层之外,块状矿体中矿石矿物 $\delta^{34}\text{S}$

变化较小,其范围为 $-3.47\text{‰} \sim -0.83\text{‰}$,说明硫主要来源于岩浆。

从碳同位素特征来看(表 5),壶天群碳酸盐岩的 $\delta^{13}\text{C}$ 值是 $+4.08\text{‰}$;而壶天群碳酸

盐岩和辉绿岩中含矿方解石脉的方解石 $\delta^{13}\text{C}$ 值为 -1.06‰ , -2.18‰ 和 -2.22‰ , 均为负值, 两者组成完全不同。而根据穆治国等 (1981) 对西华山漂塘钨矿的研究, 矿床成矿溶液以岩浆水为主, $\delta^{13}\text{C}$ 平均值为 -3.70‰ , 而我国某些不同种类斑岩型矿床碳同位素的平均 $\delta^{13}\text{C}$ 值为 $-1.11\text{‰} \sim -3.82\text{‰}$ (表 6)。

表 5 玉水矿田铜多金属矿床碳同位素组成

样号	样品产出部位	岩石或矿物	$\delta^{13}\text{C}, \text{‰}$
Y160167	壶天群碳酸盐岩	白云质灰岩	+4.08
Y38068	辉绿岩中含矿方解石脉	方解石	+2.18
			-2.22
Y28009	壶天群脉岩中含矿方解石脉	方解石	-1.06

(分析单位: 中科院地球化学研究所)

表 6 某些钨矿及斑岩型矿床的碳同位素组成

矿床类型	样品数	$\delta^{13}\text{C}, \text{‰}$
西华山漂塘钨矿	14	-3.70
多宝山斑岩型钨矿	10	-2.48
团结沟斑岩型金矿	5	-1.11
冷水坑斑岩型铅锌矿	4	-3.82

(资料引自参考文献^[3])

上述同位素数据表明, 玉水矿田 Cu、Pb、Zn 等成矿物质主要来源于与辉绿岩同源的岩浆; 成矿溶液也以深部岩浆来源为主。

3.3 矿物包裹体特征及成矿温度

根据含矿方解石脉和含石英脉的方解石和石英中包裹体的研究结果, 其原生包裹体呈各种不规则状、长条状和椭圆状, 大多为气-液二相包裹体, 少数为含有子晶的三相包裹体, 大小一般在 $15 \sim 25\mu$ 之间, 气液二相包裹体中气相占体积 $10\% \sim 20\%$ 。测定了 7 个二相包裹体, 其均一化温度变化于 $200 \sim$

这些矿床的一个共同特征是在以岩浆水为主的成矿溶液中, 混入不同数量的大气降水, 而且矿床的围岩中都含有碳酸盐岩类岩石。以上各矿床的碳同位素组成与本矿田含矿方解石脉中方解石碳同位素组成很接近。由此也说明本矿田成矿溶液主要来源于岩浆。

300℃ 之间, 说明成矿温度基本上是中温的。

综上所述, 玉水矿田与燕山期辉绿岩关系密切, 矿体受构造控制明显, 具明显的后生热液矿床的特征, 成矿物质和成矿热液均主要来源于与辉绿岩同源的岩浆。矿床成因类型属与燕山期辉绿岩有关的岩浆期中中温热液充填交代矿床。

本文在野外工作期间得到玉水铜矿山和广东省地矿局 723 地质大队的大力支持和帮助, 谨在此表示衷心感谢!

参考文献

- 1 何耀基. 广东地质, 1990(1).
- 2 陈德苗等. 实用稀土元素地球化学. 北京: 冶金工业出版社, 1990.
- 3 沈渭洲等. 稳定同位素地质. 北京: 原子能出版社, 1987.

Metallogenic Features and Genesis of Cu-Polymetallic Deposit of Yushui Field, Guangdong

Chen Binghui, Guo Rui, Yu Shouyun

Cu-polymetallic deposit of Yushui field possess obvious epigenetic feature, and was under the control of NE-NNE fracture structures of Yanshan episode, and was closely correlated to Yanshan diabase. By means of stable isotope research, metallogenic materials and hydrothermal solution came mainly from magmatic hydrothermal solution which was homologous to diabase. Metallogenic type is a post-magmatic mesothermal hydrothermal solution filling metasomatic ore deposit correlated with diabase.