

广东石菴铜矿东段次生矿的地质特征

杨世礼

(广东省石菴铜矿)

石菴铜矿包括原生铜矿和次生铜矿两部分：前者沿着石英闪长玢岩与大理岩的接触带断续分布，系矽卡岩型铜矿床。其规模小，品位低，矿体分散。后者又分为两段：石菴山以西称西段次生矿，由于规模小、品位低，目前尚未开采；石菴山以东称东段次生矿，矿体埋藏浅、品位高，且矿体集中，适于露天开采，是本矿区主要工业矿体。本文试就东段次生铜矿床的地质特征概述如下。

一、矿区地质概况

矿区位于粤中拗陷西缘，阳春地堑复向斜西南端。北西为延绵起伏的西山山脉，最高的莘蓬岭海拔826米。南东为大涌山、茶山。矿区内石菴山海拔95.35米。矿区处于剥蚀堆积山麓倾斜平原中，东段矿区海拔标高26—42米（图1）。

石菴—石根向斜为矿区一级构造。向斜轴部地层为石炭系中统黄龙灰岩，向两翼依次为石炭系下统测水段、石磴子段、孟公坳组及泥盆系上统帽子峰组、天子岭组等。向斜幅宽4—6千米，延长10千米以上。矿区地层自上而下简述如下：

第四系中—上更新统：成因复杂，为一套冲洪积—坡残积沉积物。

石炭系中统黄龙灰岩：分布在向斜轴部，大都被第四系所掩盖。岩性为灰岩和白云岩互层，近接触带则变质为大理岩。与矿床的形成关系密切。

石炭系下统测水段：岩性主要为灰白色细粒石英砂岩、砂质泥质页岩、灰黑色含碳质页岩和碳岩透镜体。

石炭系下统石磴子段：灰黑色中厚层状隐晶质灰岩夹薄层碳质页岩。

石炭系下统孟公坳组：主要为中厚层状隐晶质灰岩夹薄层泥质页岩、碳质页岩。

泥盆系上统帽子峰组：岩性主要为灰黄、灰黑、紫红色细粒石英砂岩、泥质粉砂岩、页岩和碳质页岩、灰岩透镜体。

泥盆系上统天子岭组：灰—灰黑色薄层状泥质灰岩夹白云岩、钙质泥质粉砂岩及石英砂岩。

矿区内以北东向和北西向两组断层较发育，多为逆断层，个别为正断层。断层大都高角度产出，倾角70度左右。断层规模较大，破碎带较发育，被石英闪长玢岩穿入，造成地层缺失。

与成矿作用有关的燕山期石英闪长玢岩，沿北西和北东两组断裂构造交汇处产出，岩体呈北东—南西向分布，面积约4平方公里，为一小岩株。地表强烈风化，多被第四系所覆

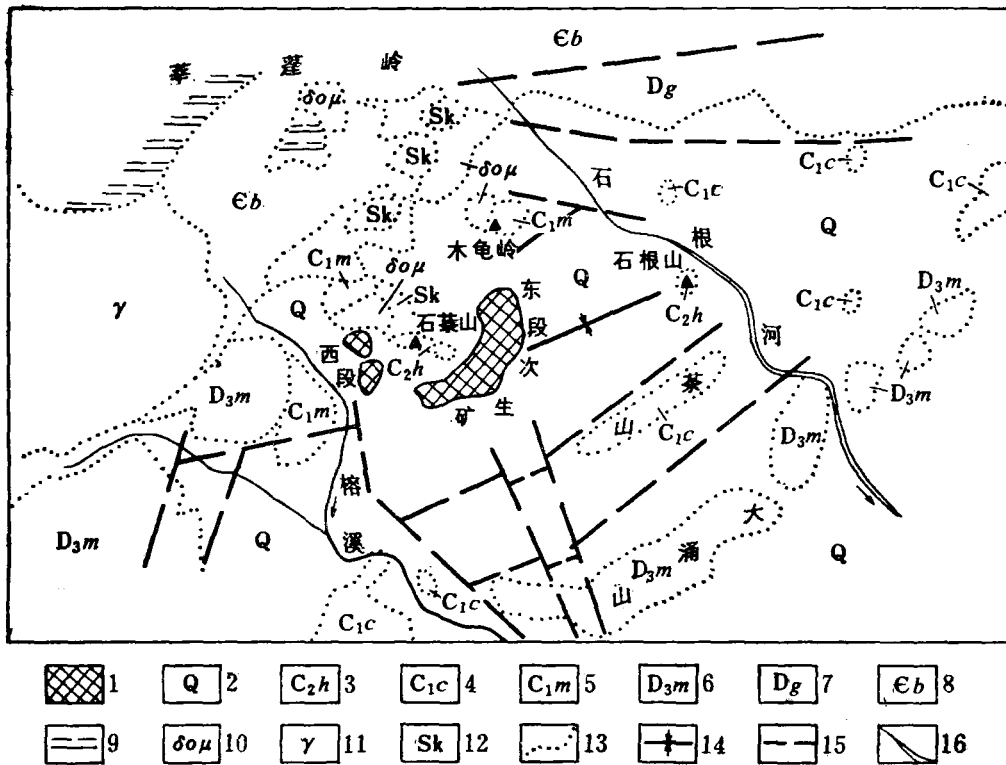


图 1 石菴铜矿地质构造略图

(据广东地矿局704队)

1—次生矿体, 2—第四系, 3—中石炭统黄龙群, 4—下石炭统测水段, 5—下石炭统孟公坳组, 6—泥盆系帽子峰组, 7—泥盆系桂头群, 8—寒武系八村群, 9—花岗片麻岩, 10—石英闪长玢岩, 11—黑云母花岗岩, 12—矽卡岩, 13—地层界线, 14—向斜, 15—推断断层, 16—河流

Fig. 1. Diagrammatic geological and structural map of the Shilu copper mine.

1—secondary orebody; 2—Quaternary; 3—Middle Carboniferous Huanglong Group; 4—Lower Carboniferous Ceshui Section; 5—Lower Carboniferous Menggongao Formation; 6—Devonian Maozifeng Formation; 7—Devonian Guitou Group; 8—Cambrian Bacun Group; 9—granitic gneiss; 10—quartz diorite porphyry; 11—biotite granite; 12—skarn; 13—boundary of strata; 14—syncline; 15—inferred fault; 16—river

盖。在岩体与灰岩的接触带上广泛发育有含铜矽卡岩, 局部形成了具有工业价值的原生矿体, 成为尔后次生铜矿形成的重要物质来源。

本区地表水系为漠阳江流域塘底河水系, 矿区主要水流有裕溪、石菴溪、石根河。由于矿区断裂和岩溶都较发育, 致使水文地质条件非常复杂。

二、矿床地质

东段次生铜矿床面积约0.4平方公里, 矿床中心地面标高海拔36米, 平均埋深30米。矿体被一片农田所覆盖, 地表无露头, 属深掩伏型矿床。矿床底板即洼地灰岩。矿体就产于第四系坡、残积~冲、洪积松散沉积物中。

(一) 赋矿的岩性特征 与次生铜矿床形成有关系的地质主要有石炭系中统黄龙灰岩和第四系中、上更新统松散沉积物。

1. 黄龙灰岩: 据地表零星露头 and 采矿场揭露, 岩性由浅~深灰色中厚层状隐晶~细晶质灰岩、灰白色块状白云岩互层组成。接触带普遍变质为大理岩。近石英闪长玢岩处大都变质成方解石大理岩和白云石大理岩, 与孔雀石的形成有直接的成因关系, 是矿物形成与富集的主要控制因素之一。

2. 第四系中、上更新统为一套坡残积~冲洪积岩溶洼地堆积物, 由粘土、砾石、砂组成。按岩性自下而上大致可分为三层, 即IQ、IIQ、IIIQ (图2)。

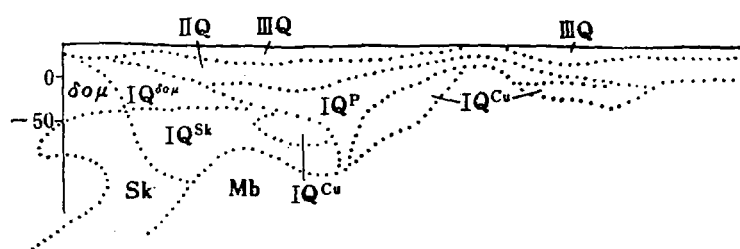


图2 第四系分层示意图

IIIQ—粘土、砾石、砂沉积物; IIQ—砂、砾石松散沉积物; IQ^{δoμ}—风化闪长玢岩; IQ^{Sk}—风化砂卡岩; IQ^{Cu}—富矿层; IQ^P—贫矿层; δoμ—石英闪长玢岩; Sk—砂卡岩; Mb—大理岩

Fig. 2. Diagrammatic section showing division of Quaternary sediments.

IIIQ—sediments of clay, gravel and sand; IIQ—loose sediments of sand and gravel; IQ^{δoμ}—weathered diorite-porphyrite; IQ^{Sk}—weathered skarn; IQ^{Cu}—rich ore bed; IQ^P—lean ore bed; δoμ—quartz diorite-porphyrite; Sk—skarn; Mb—marble.

IIIQ: 灰黄~土黄色粘土、砂、砾石松散沉积物。该层厚度变化大,自0—35米不等,以冲、洪积为主。上部主要为粘土砂层和河床漂砾;下部为砂质砾石层。砾石多为半滚圆—滚圆状云母石英片岩。本层不含铜,是矿区第四系主要含水层。

IIQ: 土黄、褐黄、紫红色砂、砾石沉积物。分布在岩溶洼地的中、上部。厚度自0—60米,平均约13米。该层以含粘土砂质砾石为主,局部可见粘土质砂层或砂质粘土层。砾石主要是泥质粉砂岩、泥质石英砂岩、石英云母片岩。砾石呈次圆—次棱角状,已强烈风化,但仍具砾石原形。局部可见水平层理。本层压缩性较好,结构较紧密,透水性差,是本矿床第四系潜水与灰岩的主要隔水层。

IQ: 褐黄、棕褐、棕黑色,主要由含粘土砾石质砂组成。厚2—127米,平均约42米。砂砾状结构,透水性好(其中亦夹有透水性差或不透水的砂质粘土层或粘土层夹层),该层是主要富矿层。

按主要物质组分和含矿性,又可分为IQ^{δoμ}、IQ^{Sk}、IQ^{Cu}、IQ^P层(图2)。

IQ^{δoμ}: 灰白—浅黄—紫红色风化石英闪长玢岩坡、残积物。于接触带呈舌状或犬齿状产出,局部超覆在灰岩之上,大都保留有原岩结构、构造,与原岩呈渐变过渡。一般厚约8—16米,含铜0.1—0.3%。

IQ^{Sk}: 棕褐—黄绿色风化砂卡岩堆积物。不连续地分布在接触带。规模小,形态复杂,厚1—65米,平均27米左右。矿化极不均匀,含铜约0.1—1%,局部可见少量孔雀石、含

铜蛇纹石、矽孔雀石共生或单独出现。在内矽卡岩的局部较浅，近地表处有少量蓝铜矿独自产出。

$I Q^{Cu}$ ：灰绿—褐绿—棕褐色含孔雀石粘土砾石砂沉积物，是本矿床之富矿层，位于岩溶洼地的中、下部。沉积物具有明显的砂砾状结构，层厚0.5—55米。矿石含孔雀石多寡不等，其特点是含铜品位高，但差异大，且CaO和MgO含量较贫矿高。

$I Q^P$ ：褐棕—棕黑色含砾石粘土质砂层或含砾石砂质粘土层。本层一般压缩性较好，透水性差，但矿化均匀，含铜品位0.5—1%，其中结合铜含量高达50%以上。铁的含量也较高，如 Fe_2O_3 一般为30%左右，局部高达40%以上，但CaO、MgO含量较富矿低。该层以不含孔雀石为主要特征，构成本矿床之贫矿体。

虽然分上述各层，实际上各层并不连续，难以分清，充分显示出洼地堆积相的特征。

(二) 矿体的规模、形态及产状 东段次生矿基本上是一个矿体，分布面积0.4平方公里。矿体长1500米，平均宽280米，平均厚24米。呈NNE—SW向展布，倾向北西。矿体形态主要呈似层状、透镜状产出。局部地段矿体呈分叉尖灭(图3)。东南端大都与大理岩直接接触，多为楔形，且较为富集。中部也多与大理岩接触，一般呈似层状，仍很富集。中部和东部构成矿床的主体。矿体的西北部有的呈分叉尖灭，有的与矽卡岩带的坡残积矿连成一体。此外，由于灰岩基面的急骤变化致使矿体边界呈直起直落状。

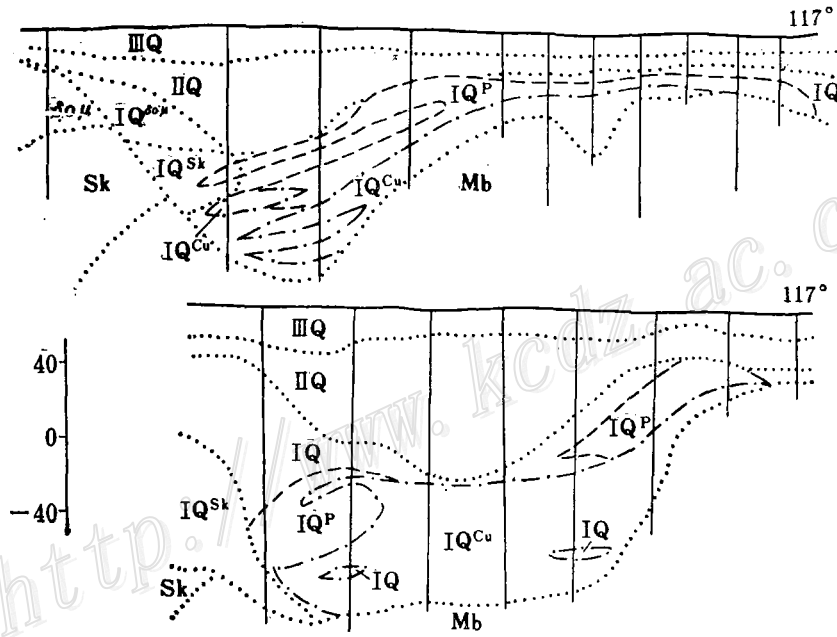


图3 勘探线剖面示意图

(据704队资料，图例同图2，比例尺单位为米)

Fig. 3. Diagrammatic section along the exploration line.

(legend as for Fig. 2)

(三) 矿物成分

1. 矿石的物质组分：

本矿床的矿石物质组分比较复杂, 由于松散沉积物遭受到强烈的风化, 除一些砾石成分外, 其他都不易鉴别。经初步测定, 本段富矿石和贫矿石的物质组分如表1。

表1 东段次生矿主要矿石物质组分表

矿石类型	主要有用矿物		机械组分				含矿特征		
	名称	含量 (%)	名称	含量 (%)	物质成分				
					主要	次要			
富矿石	孔雀石 局部有少量蓝铜矿和矽孔雀石	5—15	砾石	20—30	石榴石 透辉石 石英	云母石英片岩 大理岩、蛇纹岩 孔雀石	有少量孔雀石呈薄膜状附其表面或呈小脉状充填在裂隙中		
		<1		砂	40—60	石英 褐铁矿		石榴石 磁铁矿 透辉石	孔雀石呈各种放射状集合体分布在其中
				粘土	20—30				
贫矿石	结合铜局部有含铜锰土、含铜绿泥石	1—3	砾石	5—20	石榴石、透辉石	砂岩、褐铁矿、砂卡岩	铜呈离子吸附状态产出		
			砂	10—20	石英、褐铁矿	砂卡岩、磁铁矿			
			粘土	60—80					

2. 主要有用矿物: 矿石物质组分复杂, 但工业矿物却非常简单, 几乎由单一的孔雀石组成, 约占次生矿储量的90%以上。伴生矿物, 如矽孔雀石、蓝铜矿以及含铜锰土、含铜绿泥石、含铜蛇纹石等, 由于数量少, 几乎不具工业意义。

孔雀石: 经开采揭露主要呈葡萄状、肾状集合体、块状等形态产出, 含量较高。多分布在矿体东部—4—20米标高的灰岩之上, 厚度自几公分至十几米不等。其位置处于沉积物与灰岩接触面附近。该处由于地下水位的波动作用, 往往形成一些规模不大(多为 $1 \times 1 - 0.5 \times 2$ 米²)的空洞, 给矿物结晶提供了良好的空间条件, 因而出现多种多样的矿物形态, 往往也是矿物最为富集的地段。

孔雀石的细小不规则放射状、粒状集合体, 主要分布在砂砾石空隙中。分布较均匀, 粒径多为2—8毫米。品位中等, 是矿体的主体。

细脉状孔雀石充填于局部灰岩表面裂隙中。脉长1—100厘米不等, 脉厚0.5—5毫米, 亦有充填在粘土裂缝中的, 但极少见。

呈薄膜状被附在砾石表面或细小的粘土裂隙中的孔雀石比较少见。

蓝铜矿: 蓝—深蓝色, 自形晶菱板状结构。在孔雀石矿体中极少出现, 基本独立产出。

矽孔雀石: 据现场观察其生成与蛇纹石关系密切, 多在石英闪长玢岩体与灰岩接触的地段, 尤以岩体呈舌状起伏部分为优。一些较强烈的蛇纹石化大理岩表面可见少量矽孔雀石, 一般呈块状, 少量呈葡萄状产出。

3. 矿石的化学成分及物相组成: 据矿石的光谱分析、全分析及组合分析得知, 除铜具有工业价值外, 其余元素均无利用价值(表2)。

铜矿石按工业分类主要分为含孔雀石富矿和不含孔雀石贫矿两类。其共同特点是氧化程

表 2 矿石化学全分析结果表

矿石类型	分析项目及其含量(%)											备注
	Cu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	As	Pb	Zn	MnO	
富矿	5.34— 5.97	40.92— 44.31	6.39— 6.54	27.69— 28.32	1.66— 1.77	3.61— 4.46	0.15— 0.32	0.10	0.08	0.02	0.60	掘选矿 试验样 品分析 结果
富矿	1.54	38.55	7.15	29.28	0.92	1.00	0.34	0.12	0.125			
贫矿	0.68— 0.80	36.86— 39.38	3.66— 8.46	39.20— 41.15	0.36— 0.78	0.43— 0.72	0.40— 0.44	0.02	0.006— 0.075	0.008	1.07	

度深, 平均达90%以上, 但贫、富矿石的理化性质差异大。据一批试验样品的物相分析资料, 铜的赋存状态如表3。

总的来说, 富矿富集在洼地的灰岩一侧, 以靠近基面部分最富。在平面上侧以中部及东部较好, 向接触带逐步变贫。可以看出这是一种“逆源”富集现象。从剖面看, 中、上部较好, 如-12米—+12米标高区段的矿石量只占总量的34%, 而金属量却占48%。这是由于地下水位的波动变化阶段, 含铜溶液自地下水水位上部开始与大理岩起化学反应逐步形成孔雀石, 且矿物总体上是自上而下逐步析出, 故中、上部成矿条件较佳。据这种成矿理论可推断

表 3 铜的赋存状态

矿石含铜品位 (%)	各种铜占全铜的比 (%)			
	游离氧化铜	结合氧化铜	原生硫化铜	次生硫化铜
0.5—0.99	20—35	40—60	20—40	0—5
1—2.99	50—70	20—40		
3—5.99	55—75	15—30	3—6	<1—0
>6	70—85	10—20	1—3	<1—0

出: 矿体中的有用工业矿物只有孔雀石。实践证明这是正确的。贫矿则矿化均匀, 只是厚度变化较大, 由1.11—69.61米不等。其矿石量占总储量的61%, 而金属量却仅占18%。据查, 其矿石中的铜(结合铜)并不以任何矿物形态产出, 可能是呈铜离子被铁离子或细小微粒所吸附。贫矿主要分布在富矿的顶部及周边, 与富矿和围岩的界线清晰易辨, 有利于贫、富矿的分采。

(四) 成矿控制条件

矿体赋存在石英闪长玢岩与灰岩接触带的岩溶洼地之第四系松散沉积物中。其顶、底板标高自20—-130米, 矿体最大厚度可达50米以上。底板形态主要受岩溶地貌的控制, 而灰岩面往往又是矿体底板, 致使矿体非常复杂。矿体的形态、产状及矿石的结构、构造等均受沉积物的性质、结构、透水性、下伏基岩的岩性、产状、地质构造及地下水水位等外部条件的复合控制。

1. 沉积物的性质、结构、透水性对成矿的控制作用

从矿石的粒测资料可以看出, 富矿主要富集在含粘土砾石砂层和含砾石粘土质砂层中。砂砾状结构透水性好。这种沉积物为矿物形成与富集提供了良好的通道和空间, 而沉积物本身的矿物成分并不重要, 孔雀石是呈寄生状态产于其中的。不难看出, 沉积物中的粘土或亚粘土(不透水或透水性极差)便成了矿体中的夹石。

2. 基岩岩性、产状对成矿的控制作用

从矿体的形态图可以看出, 矿体主要沿大理岩基面富集而成, 富矿体的顶板标高与洼地中大理岩最高埋藏标高基本一致, 其产状也与基底产状基本一致。采剥揭露出的大量资料,

说明矿体富集的部位大都是紧贴大理岩基面或其附近,尤以漏斗状岩溶地貌最利于矿石的富集。由孔雀石生成的反应式得知,碳酸盐岩基岩是矿物形成的直接因素(主要外部条件)。没有碳酸盐源就不能形成孔雀石;缺乏足够的碳酸盐源就不可能形成大的孔雀石矿床。

3. 地质构造对矿床形成的控制作用

东段次生矿床所处的地质构造环境,是位于石英闪长玢岩与黄龙灰岩接触带的一个准封闭式侵蚀岩溶洼地(图4)。其走向NNE~SW,倾向NW,洼地长约2千米,宽0.4~0.8千米,基底最低标高-118米。洼地西部为石英闪长玢岩与砂卡岩,上部已严重风化,构成洼地西部的隔水边界。这是一个侵蚀、剥蚀、溶蚀多因素作用形成的洼地。由于本区断裂发育和火成岩的侵入,致使接触带灰岩非常破碎,加之地处莘蓬岭、石菴山和木龟岭水系交汇处,受到强烈的山洪冲刷作用。其次是灰岩的可溶性较好,岩溶率平均达8.5%,这不但与岩石节理发育有关,而且与地下水的pH值(6.7)也有关系,促使岩溶加速与深化。此外,该岩溶垂深如此之大(-118米),以至大大超过了当地最低侵蚀基准面(12米),其重要原因可能是它处在向斜轴部的末端,与向斜轴部的继续沉降有关,造成轴部黄龙灰岩普遍处在水平面以下。

整个洼地都处在该区地下水位线(现代)以下,构成了封闭式的岩溶洼地(虽有断裂带与外部沟通,但在自然状态下,由于地下水位线标高为20米,故20米标高以下,实际上呈静止的封闭式洼地),为矿液的聚集提供了理想的空间条件。没有这样的地质环境,就失去了聚集大量矿源的客观条件,更不可能形成较大的工业矿床。

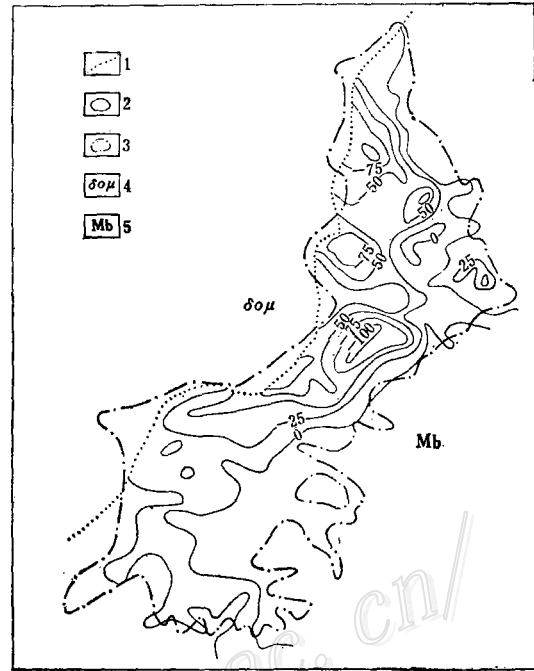


图4 东段次生铜矿床基岩等高线略图

1—地质界线; 2—基岩等高线; 3—矿体界线; 4—石英闪长玢岩; 5—大理岩

Fig. 4. Map showing bedrock isolines of secondary copper deposit in eastern sector.

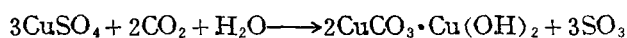
1—geological boundary; 2—isoline of bedrock; 3—boundary of orebody; 4—quartz diorite porphyrite; 5—marble.

四、东段次生矿的成因简析

1. 铜的来源

次生铜矿床的物质来源主要有三个方面:

① 石菴山的原生铜矿床是次生矿形成的主要物质来源之一。原生铜矿石主要有石榴石-黄铜矿、透辉石-黄铜矿和蛇纹石-黄铜矿。黄铜矿颗粒一般为0.1~0.15毫米,他形晶,呈星点状及细脉浸染状沿石榴石或透辉石粒间及裂隙浸染,不均匀分布,与黄铁矿、磁铁矿等连



蓝铜矿

此外,在本区地下水位以下的巨厚孔雀石矿体中,靠近接触带偶而也见到少量黄铜矿,但矿物表面仍然残留有玢岩风化物。蓝铜矿呈天蓝色、板状,棱角大都被磨钝,显然是经过搬运,天蓝色是因为长期“泡”在地下水中所致。

蓝铜矿不受大理岩影响的一个有力证据是,在开采区内的大理岩面上都有一层厚薄不一的孔雀石矿层覆盖,而矿层中却见不到一粒蓝铜矿。说明 CuSO_4 溶液处在碳酸钙环境中只能生成孔雀石而不能生成蓝铜矿,它们各有严格的控制因素。

4. 矿床成因类型:

综上所述,本矿床的成因类型为:淋滤~化学沉积型矿床,即以化学沉积为主,伴有淋滤成矿作用的复合成因矿床。

参 考 文 献

- [1] C.C. 斯米尔诺夫 1951 硫化矿床氧化带 地质出版社
- [2] A. Г. 别捷赫琴 1959 矿物学教程 地质出版社
- [2] 蒋良俊 1960 矿物学 冶金工业出版社
- [4] 成都地质学院 1978 矿床学 地质出版社
- [5] 南京大学地质系 1979 地球化学 科学技术出版社

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SECONDARY COPPER DEPOSIT IN EASTERN PART OF THE SHILU COPPER MINE IN GUANGDONG PROVINCE

Yang Shili

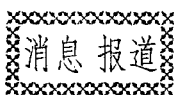
(Shilu Copper Mine, Guangdong Province)

Abstract

The Shilu copper Mine, up to now, has been the only mine in China operated exclusively for secondary copper minerals. It differs from the common oxidized enrichment zone of sulfide deposits in that it has been formed in a special geological environment and shows a unique style. The whole orebody occurs in loose Quaternary sediments of slope-eluvial-alluvial-diluvial depression accumulation facies. The geological environment for formation of this deposit is quite similar to that of placer. These sediments are composed of heterogeneous materials consisting of clay, gravel and sand. The foot wall of the orebody is governed in shape by the paleogeomorphology of karst in the erosional depression.

This secondary copper deposit has malachite as almost the only economic mineral and is 5 times bigger than the primary orebody in size. The hanging wall or the rich orebody coincides basically with the present groundwater table in limestone. In other word, the orebodies are wholly located in the stagnation zone of groundwater or beneath the boundary surface of the oxidation zone. This kind of enrichment in oxidized copper minerals is rarely seen.

Copper of this secondary deposit is derived from the primary copper deposit and the extensively developed copper-bearing skarn zone, both of which occur around the boundary surface of the catchment depression. In addition, this area is situated in subtropical zone characterized by the natural condition of humid, hot and much rainfall climate which is extremely favorable for the reformation of the primary copper sulfide deposit. It is therefore conceivable that this secondary copper deposit has been formed as a result of the erosion, denudation, dissolution, transportation and reconcentration of the copper sulfide minerals. An analysis of large quantities of data available indicates that this secondary copper deposit is genetically of leaching-sedimentary type, i. e., a mixed sedimentary type dominated by chemical sedimentation accompanied by leaching mineralization.



国产显微镜冷热台研制成功

由吉林省浑江光学仪器厂研制的TRL-01型显微镜冷热台, 于1984年10月7日至10月14日在北京通过鉴定。

显微镜冷热台在包裹体研究中是至关重要的仪器设备。它不仅可以用来加高温测量包裹体的均一温度, 也可以用来做包裹体的冷冻实验测定冰点。这种冷热台的最大优点是可以从负温到正温连续操作和测试, 因而便于对某一个包裹体从测定冰点再连续测定出均一温度, 以便取得同一个包裹体的盐度和均一温度, 再通过此盐度和均一温度可求得相应的密度以及其他物理化学参数, 研究岩石矿物中流体包裹体的其他物理化学性质、状态, 进而了解成岩成矿的机制, 尤其对了解成矿溶液的性质以及用热晕、蒸发晕、盐晕等找矿勘探等实际应用方面和矿床成因的理论研究和成矿规律的探讨方面, 都会起到积极的和重要的作用。

TRL-01型冷热台的整套设备主要由三大部分组成: ①冷热台; ②数字温度调节仪; ③液氮的容器。其中冷冻和加热用的冷热台可安装到显微镜载物台上, 被测的矿物包裹体光薄片即放入台内待测。数字温度调节仪的作用之一是显示温度数字。此外, 数字测量调节仪设有正温、负温的控制的旋钮以及自控和外控系统。当需要在某一温度“暂停”显示时, 可通

(下接87页)