

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

华南某地“含铜砂岩”铜矿地质特征 及矿床成因的初步探讨

邵 克 忠

华南某地震旦系下部的灰色砂岩被指为“含铜砂岩”层。本文初步探讨了该地区“含铜砂岩”的实质及其中铜矿床的成因问题。从矿床地质及矿物-地球化学特征分析,提出了“后生热液成矿”的初步看法。对寻找“含铜砂岩”铜矿,提出了不同的论点。

一、区域地质概况

所论“含铜砂岩”铜矿见于华南某地拗陷褶皱带的南缘。构成区域内古陆基底褶皱的前震旦纪浅变质岩系依北东-南西向出露。震旦纪地层以明显的不整合盖于前震旦纪地层之上。所指“含铜砂岩”层见于震旦系下部的灰色砂岩中。继震旦纪硅质灰岩之上,向北依次见有寒武系下、中部的页岩和灰岩,奥陶系灰岩、志留系页岩、泥盆系上部石英砂岩及石炭二迭系灰岩和页岩。

区域构造线方向,以北东-南西为主,褶皱比较紧密,靠古陆北侧映现有轴面倾趋拗陷一方的倒转褶皱。区内纵向及横向断裂均较发育。区域一带,呈岩脉、岩墙的小侵入体,沿北东-南西区域构造断裂方向累见不鲜,为花岗岩、闪长岩、辉绿岩类,在南部之古陆边缘地带也见有具黄铜矿化的花岗闪长斑岩脉。

二、“含铜砂岩”铜矿区矿床地质特征

(一) 褶皱、断裂图案 (图 1)

震旦系与前震旦系地层间的不整合面向北西陡倾,依北东-南西向发展。向北西,首先是轴部为震旦纪碎屑岩、两翼为砂页岩的倒转向斜,其东南翼岩层倾角较大,一般在 60° 以上,灰色砂岩-含铜层存在于这一翼内。再向北西,这一倒转向斜的北西翼,进入以紫色砂岩为核心所构成的倒转背斜,岩层倾角趋缓。继向北西,入于区域性复向斜。

伴随褶皱作用,层间断裂频繁,并出现北西西及北北西向两组明显的横断裂,矿区南西端有一较大横断层切割区域构造线。这些断裂,均形成于成矿前的构造活动。

地表出露之侵入岩体概为沿层间断裂上侵的小岩脉,以花岗岩为主。钻孔中遇到辉绿岩脉。

(二) “含铜砂岩”

这里,“含铜砂岩”系指震旦系下部南沱砂岩内介于紫色砂岩与页岩层之间的灰色砂岩。在底部的砾岩、特别是灰色砂岩层之上的页岩层底部的砾岩-角砾岩层内,也见铜的

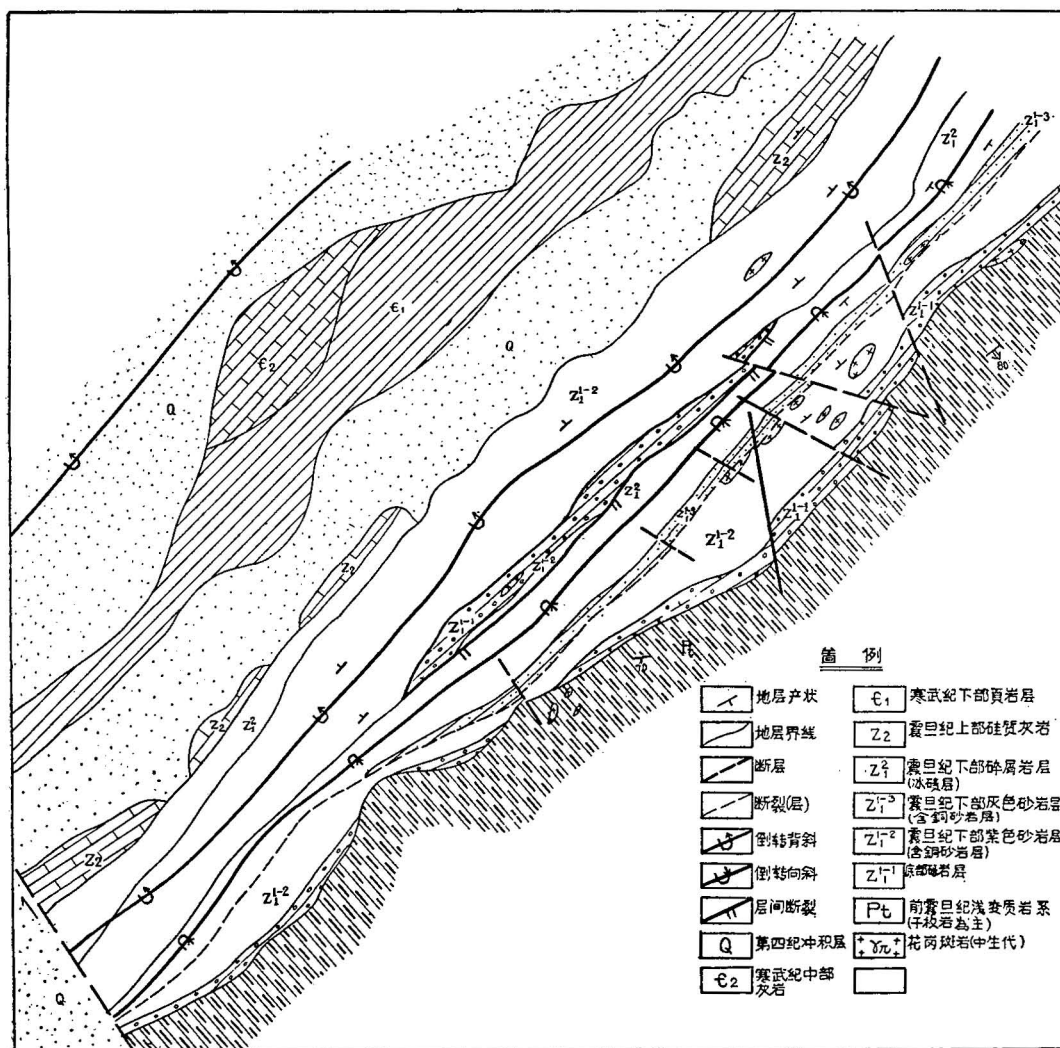


图1 “含铜砂岩”区地质构造略图
(据陈荣阳、孙南生、盖洪庆等原图改编)

局部富集。

“含铜砂岩”主要由长石、石英及少量云母组成,富含钙质,并普遍含锰。概为中粒至中粗粒砂岩。自下向上,砂岩颗粒逐渐由粗变细,顶部有时见砂质页岩。依石英、长石含量的相对变化,可分为石英砂岩及石英长石砂岩。后者一般含铜较高,石英砂岩含铜甚差。

“含铜砂岩”一般呈灰、淡灰及深灰色,含铜较富集的层带,颜色较淡,一向被指为“褪色砂岩”。深色砂岩内难以察见铜硫化物的显著矿化迹象,但锰质含量显然增高。

这里,厚度近60米的“含铜砂岩”,都有不同程度的铜矿化征象。但铜的富集地段(即铜矿体),却只见于灰色砂岩的底部即“褪色砂岩层”内。

从这里长5,000米左右的一个区段来看,在整个灰色砂岩中,铜的矿染空间,沿岩层

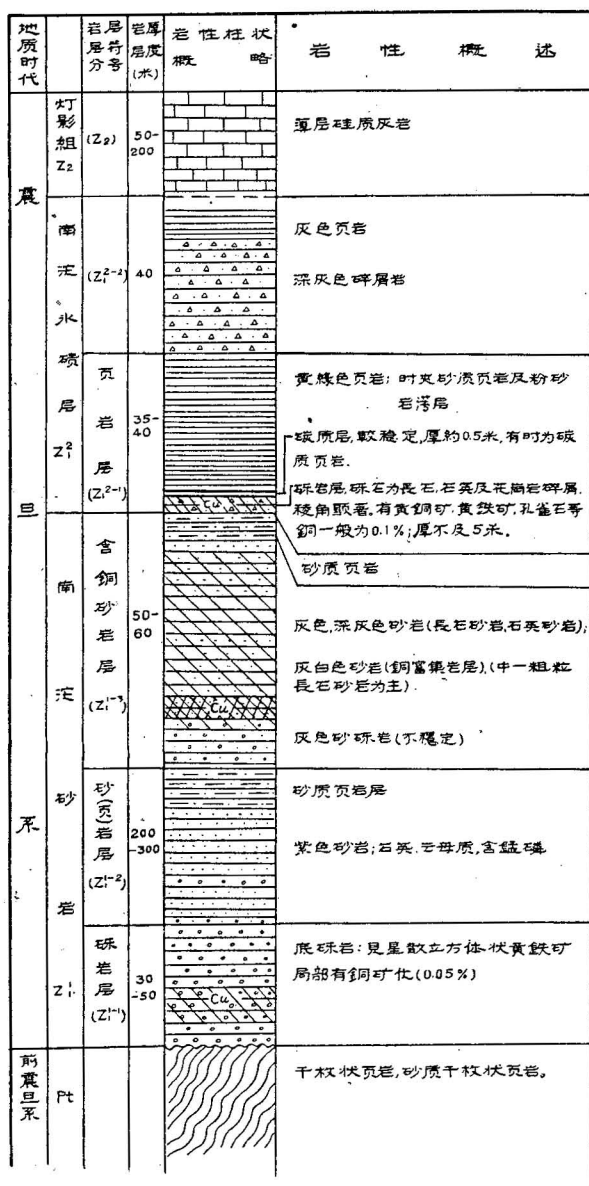


图2 华南某地“含铜砂岩”地层柱状略图

走向的延展比较稳定, 不过矿染的幅度则变化较大, 可从数十米宽度变为十余米, 涨缩无定, 变化规律不明显, 沿倾向的变化更大。

铜的富集“层”, 厚度很小, 只几十厘米, 最多不及2米, 且延走向的连续延伸性不强, 一般从几米到几十米, 最长的不过百米许, 呈散离的、单一的薄条带“矿体”。围绕这些矿体, 铜的含量向两侧逐渐低减。

三、“含铜砂岩”铜矿的矿物学特征

(一) 矿物组合

属铜矿床的矿物组合, 总共有20余种: 含铜矿物——辉铜矿(烟灰状及晶质)、黝铜矿、黄铜矿、斑铜矿、蓝铜矿、孔雀石、黑铜矿; 其它硫化物——方铅矿、黄铁矿、辉钼矿; 氧化物——石英、褐铁矿; 氧盐——方解石、石膏、重晶石、长石、云母、绿泥石、高岭石等。

构成“铜矿体”的最主要含铜矿物, 为辉铜矿(晶质、烟粉)、黝铜矿、蓝铜矿和孔雀石。矿床的主要矿物组合, 应为“辉铜矿-黝铜矿组合”。

(二) 矿床中金属矿物组合及赋存状态

就金属矿物聚集产出状态, 大体上可把矿物组合分做三个类型, 即浸染-条带组合、浸染组合及细脉组合。

1. 浸染-条带组合 金属矿物颗粒(集合体)依不同稀密程度散嵌于砂岩造岩矿物的粒间, 似呈“胶结物”, 交代了部分钙质物, 也交代了一些长石、甚至石英颗粒。散染集合体, 往往沿砂岩层理(片理)构成密集的平行条带, 惟很少密集成团块状及致密状集合体带。组合中以晶质辉铜矿、黝铜矿最重要, 方铅矿次之, 黄铜矿、黄铁矿较少。

2. 浸染组合 金属矿物集合体稀散嵌布, 发育不均, 无顺层理(片理)散延的趋势, 往往在一些小的破碎带内发育较强。黄铜矿、黝铜矿为主, 也有黄铁矿、方铅矿、斑铜矿等。

3. 细脉组合 按脉石种类, 概分为: (1)石英-硫化物组合, 见有石英-黄铜矿、石英-黝铜矿、石英-黄铜矿-黝铜矿、石英-辉钼矿等; (2)碳酸盐-硫化物组合, 有方解石-黄铜矿、方解石-黝铜矿、方解石-辉铜矿等; (3)脉石消失了的纯金属矿物细脉, 以黝铜矿脉、黄铜矿-黝铜矿脉最多, 纯黄铜矿细脉较少。

(三) 矿床矿物及矿物组合的空间分布

“含铜砂岩”铜矿体陡倾在 65° 以上。近400米的探查区间内, 矿床矿物及矿物组合, 显出比较清楚的垂直分带性。这幅“分带”图案自上向下可归纳为:

1. 表部褐铁矿带 褐铁矿发育微弱, 但较普遍, 有时为“铁染”的黄色砂岩。

2. 褐铁矿-孔雀石-烟辉铜矿带 褐铁矿增多, 孔雀石、蓝铜矿、烟辉铜矿大量发育, 有少量硅孔雀石和斑铜矿。空间发育有限, 可构成氧化矿石的富集“层”较薄, 延走向的发育、延伸不稳定。

3. 褐铁矿-烟辉铜矿带 “充填式”的褐铁矿比较发育, 烟辉铜矿多依附褐铁矿产出。

4. 烟辉铜矿-黝铜矿带 发育较好, 一般居地表下5—15米区间内, 为本区矿体重要地段之一。辉铜矿、黝铜矿为主, 斑铜矿较发育, 见少量黄铜矿、方铅矿。辉铜矿主要是无定形烟粉状散染。黝铜矿等构成石英、方解石细脉以及沿层理(片理)的散染-条带状组合。黄铜矿、斑铜矿除见于细脉外, 也散染在砂岩内。

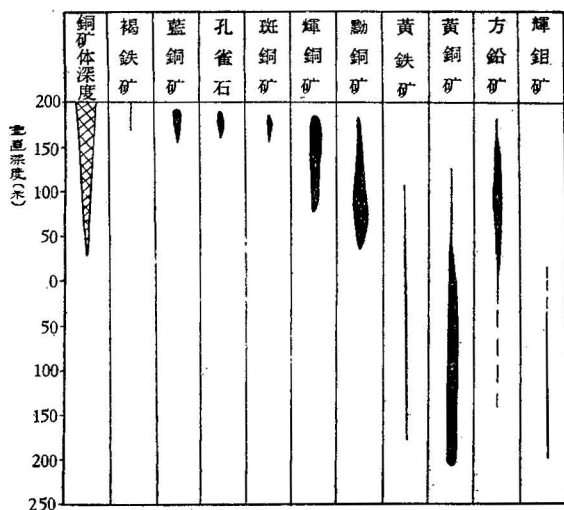


图3 “含铜砂岩”铜矿矿物垂直分布富度示意图

5. 晶辉铜矿-黝铜矿(方铅矿)带 铜矿体的主要区段。晶质辉铜矿、黝铜矿为主。方铅矿较多,其发育富度一般与铜矿物者逆反。辉铜矿、方铅矿和部分黝铜矿呈浸染-条带状集合体,有少量黄铜矿加入。黝铜矿及黄铜矿细脉组合也相当发育。

6. 黄铜矿-辉钼矿带 占陡倾矿化体下部空间。细脉组合发育。石英-黄铜矿脉为主,含黝铜矿的细脉向深部迅速消失。在探测的最深部位,见石英-辉钼矿细脉。黄铁矿、方铅矿数量少,方铅矿向深部也较快消失。

四、“含铜砂岩”铜矿床的成因探讨——后生热液说的初步设想

(一)

截止目前为止,关于这里“含铜砂岩”铜矿床的成因,有三种论点即:1)“严整的”同生成因论;2)同生-后期热液改造论;3)后生热液成因的设想(笔者等的论点)。

为了阐明我们的论点,对前两种立论先扼要予以表述。

1. “严整的”同生论 认为这里“含铜砂岩”铜矿床的原生矿体,完全是沉积作用生成的。其主要论据在于:

(1)“层位控制”:即在本文所论地段内,铜的富集严格局限于上述灰色砂岩层近底部层位中,且在褶皱不同翼的同一层位内,见有铜的矿化地段。向南西数十公里震旦纪冰碛层以下的砂岩层内,见铜矿化现象(孔雀石),且在距本区不远北东一带的同一层位内陆续追索到铜矿点。

(2)除烟辉铜矿外,所有硫化物均为同生沉积产物。陡倾矿化体内各种硫化物相的空间变化,完全是沉积环境所决定了的。辉铜矿及黝铜矿向黄铜矿的转变,是浅海到深海,在氧化-还原条件的相对变异下,矿物-地球化学的必然规律。

上述两点是同生论者的最主要立论。此外,同生论者还认为:

(3) “含铜砂岩”层,也普遍地有同生沉积的锰。铜、锰二元素在不同层位内的贫富更替,是反映了氧化、还原条件的相对变化。“退色砂岩”层位内富含铜的特征,也和碳酸盐质有关。

(4) 主要的铜硫化物,如辉铜矿,系以“胶结物”体态存在。矿石中,脉石矿物“极少”。

(5) 铜的来源出自“古陆”。整个震旦系下部的砂岩、页岩层,均广泛地沉积了铜。灰色砂岩富含铜,则是由于古陆继续上升、继续遭受剥蚀、风化,铜的供应增大所致。

(6) 方铅矿是在与其它硫化物沉淀时的类似环境中沉淀的。层位固定,且沿层理发育。

2. “同生-后期热液改造”的成因观点¹⁾ 作为同生论的变种,这一观点的中心立论在于:

(1) 铜矿床以“同生沉积”为主要造矿过程。砂岩同一层位内,铜矿贫富地段断续延展的景观,是因沉积时这里的大海湾中有小海湾、并古基底的凹凸不平所造成的!黄铜矿主要还是海水深度大的产物。

(2) 同生矿体形成后,随着后来的构造断裂作用,可能有岩浆活动,并伴随有少量矿液上升,从而其中沉淀的硫化物,在部分地段迭置于同生矿体中,最具代表性的莫过于石英-黄铜矿(黝铜矿)脉,并沿断裂派生的羽毛状裂隙带富集。一些纯金属矿物脉,可能是在地下水循环下,原有硫化物被溶解、迁移、再沉淀而生成的。

(3) 作为后期热液改造的另一种说法,则隐示着矿床中的细脉组合,可能是由于“同生铜矿”受后期区域变质作用或动力变质作用下热力的影响,部分硫化物经再造而产生的,对金属矿物交代砂岩造岩矿物(如长石以至石英)而产出的征象、石英和碳酸盐细脉的生成,均归于此。

(二) 作为“后生热液成因”初步设想的一些论据*

对于上述成因论据的几个争论焦点,有必要首先加以探讨:

1. 关于“层位控制”问题 不否认铜的富集带有局限于一定层位的事实。但是,铜硫化物的出现和局部富集,同样见于上、下的砾岩-角砾岩层内(图2)。在该地段北东附近,铜硫化物则见于震旦系下部的页岩层中,因此,铜矿物细脉集合体完全沿裂隙发育。再者,区内寒武纪石灰岩层内也见有黄铜矿细脉散染。

在此地段内,可指为铜矿体的“矿层”连续性差,铜的“矿化”空间是一些凸度颇大的、不连续且不规则的扁豆体,在指为铜矿体的两侧,铜量依次低减,实际上构成了金属的原生扩散晕。

再则,凡铜矿较富集地段,均系断裂、裂隙发育最强的地段。所指浸染-条带状矿物集合体,实质上是沿片理所映现的平行聚合规律,只不过在砂岩层内,层理、片理近于一致、

1) 从事该区勘查工作的部分人员,持这种论点。看来,国内外一些指为“含铜砂岩”铜矿的成因,也有不少学者倡持这一论点的。显然,本文所引述的论点,又有其本身独特之处。

* 封益城同志以及从事勘查工作的大部分同志,围绕这一论点提供了许多资料。封益城,1959,“含铜砂岩”铜矿区岩石及矿石研究(总结报告),从岩矿研究中获得不少实据。

且經受热液变蝕作用后不易分辨而已,而且不少征象表明,即使是这样的条带集合体,也既非順层理、亦非沿片理发育,而是受錯动面系所控制,靠近断裂显著发育地段,更是明显。

此外,从区域范围而言,其南古陆边缘地带的千枚岩中,也陆續見有銅、鉛矿化点。

总之,“层位控制”不足以作为矿床同生沉积的有力論据,即比之对苏联中哈薩克斯坦含銅砂岩及非洲贊比亚“层状”銅矿之同生論,也远逊一筹。我們认为,这里只不过是“有利层”在成矿过程中优惠于銅的矿化而已。

2. 关于“矿物相变”及矿物-地球化学規律 这是辯論的主要焦点之一。应再次指出,现实的矿体是一个陡立矿体。对此,如同生論者所指的,在短短二、三百米区間內,矿物沉积时就会出现从浅海到深海的 Cu_2S 和 $\text{Cu}_3[\text{SbS}_3]$ 向 CuFeS_2 的演变、且矿物集合体从浸染-条带状到細脉变化如此之大,这是难以設想的。

“同生-后期热液改造”說之立論,只不过意图調和以上說法的矛盾,但真正的矛盾却在于:

如果說,矿床依同生沉积形成后,由于构造-岩漿活动,带来了稍許含矿的热液,从而只是产生了少量的石英-黃銅矿、黝銅矿細脉,“迭合于”同生矿体内。那么,是什么因素促成了空間上的这种巧合迭置?又如何恰恰与“同生”矿体矿物組合构成了遍及該整个区段內諧和的矿物分带图案?再則,又为什么正是在断裂、裂隙发育地段,矿体含銅最富?

再如,同生矿床生成之后,由于后期热力作用,改造了原来的同生矿床,从而促使銅矿化相对富集,并塑造了現有的矿床矿物-地球化学图案,那么,将遇到以下难解的現象:

一則,从震旦系下部泥砂質岩层經受区域变质作用程度所体现的温度上升梯度,能否促使“同生”銅矿体再造——溶解、运移、再沉淀,是值得怀疑的。

二則,既为成层的“同生”矿体經热液改造,那么,这样一个比較局促而陡傾的空間內,矿物的空間带状分布,不可能这样明显,矿物集合体状态的变化又岂能如此之速?

再則,“同生”之銅化合物既然可被改造、富集,那么,看来确属同生沉积的錳質,没有被改造的迹征。事实上,这种征迹迄未发现。

3. 金属矿物的賦存形式 即以呈浸染-条带状的輝銅矿而言,实非“胶結物”,而是以交代原岩組份为主的方式形成的。金属矿物依长石和石英顆粒的发育,实系热液交代作用所致,从而在矿体内的发展是不平衡的。再者,整个矿化体中,細脉組合相当重要。

4. 关于“褪色砂岩” 所謂“褪色砂岩”的褪色,只是局限于“矿体”賦存的岩层,同生論者,以此正与所謂銅硫化物在还原条件下沉积的說法呼应。究其实,这正是热液蝕变的标志。这样的“褪色”带內,长石質石英砂岩变得更加致密,而这正是硅化作用造成的,碳酸盐化也是比較普遍的。

(三)

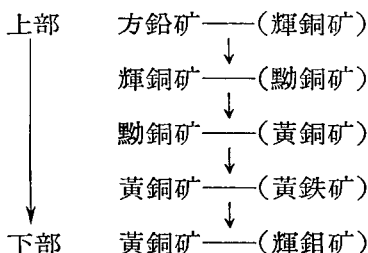
下面试图对本区“含銅砂岩”銅矿床的“后生热液成矿”过程加以綜述:

1. 区域性构造-岩漿活动,带来了含有 Cu、Pb、Sb、(Mo) 等元素的热热水溶液。这种出自深处的溶液,沿古陆边缘的断裂、岩层有利于交代沉淀的地段循环,呈现出以銅硫化物为主的內生(热液)造矿作用。本文所論之“銅矿区”系区域内适于成矿的地带。

2. 含矿热液在断裂、裂隙发育地段，首先沿长石质砂岩（“褪色砂岩”）层，依交代及充填方式沉淀了各种硫化物及脉石矿物，构成了不连续的薄扁豆状铜矿体，并形成了两侧较宽阔的扩散晕。长石质砂岩层，同时遭受到以硅化作用为主的热液蚀变作用，呈现不甚规则、宽度有限的热液蚀变带。

3. 含矿溶液是围绕构造断裂带，在既已陡倾的岩层内，进行其造矿作用的。从深部到浅部，自矿物开始晶出到造矿作用结束，依温度的相对低减和频断裂隙的活动，整个热液矿化空间，出现了规律的矿物-地球化学带及一定的原生（热液）矿物的共生组合。

一幅原生（热液）矿物共生组合及其空间带状分布图案，可从图 3 归纳为：



热液成矿过程中，矿物-元素共生组合，体现了 Fe—Cu—Sb—S 系的主导作用。金属矿物生成的顺序，概为辉钼矿→黄铜矿→黝铜矿→辉铜矿→方铅矿。

4. 矿物集合体状态，显示了一定规律并迅速的变化。矿物开始沉淀时，还只是袭据围岩内的裂隙，呈现一些细脉组合，主要是石英——硫化物及纯金属矿物脉；辉钼矿晶出，囿于下部地段，黄铜矿、黝铜矿循序向上逐渐增多。主要的造矿作用空间，体现在一定“水平”的部位，这里，随围岩热液蚀变作用的进一步发展，造成以黝铜矿（-辉铜矿）以至辉铜矿（-黝铜矿）、并进而以方铅矿为主的交代浸染一条带状集合体，同时也有细脉（碳酸盐细脉为主）集合体沿裂隙生成。

5. 原生（热液）成矿作用之后，遭受次生氧化作用及淋滤作用。

以上就是我们所设想矿床为“后生热液成矿作用过程”的概略图景。

（四）

最后，关于“含铜砂岩”铜矿床内铜的来源，有再加阐述的必要。

现有资料说明，围绕古陆两侧、居板溪羣之上呈现了较完整的震旦系地层。这套地层的下部，都以长石质石英砂岩为主。物质成分来源于“古陆”是显而易见的。

本区所指“含铜砂岩”铜矿所背依的古陆地段，在“双桥山系”内虽尚未查实有震旦纪前火山沉积岩层存在，更无任何震旦纪前的侵入岩体。但向东已确证前震旦系上部有变质安山岩、变质层凝灰岩以及更古老的花岗岩体存在。

古陆南侧一带，早经确定板溪羣上部有变质火山岩层的存在。至于古陆北侧，虽未见前震旦纪火山岩的征迹，但已查明该处花岗闪长岩确系震旦纪早期贝加尔期产物。

不可否认，火山活动产物，一般说来，多少会孕含一些金属组分。但是，从古陆的一些古老岩浆、火山产物来看，是否有足以供给“同生铜矿床”所需求之铜，则需具体分析。

本区北部的震旦纪砂岩中，迄今未闻有“含铜层”之说。古陆南侧一带的古火山产物

中,不但有变質英安岩类,而且有变質玄武岩-輝綠岩类。即使如此,这里相当的长石質石英砂岩层及相邻层位內,銅的金属含量,一般概低于銅克拉克值。而这里发育最多的一套变質中酸性古火山岩类的銅含量,并不明显高于它所間依的千枚岩层。

就古陆背側花崗閃长岩而言,如高秉璋等研究指出的,“造矿元素貧乏是該花崗閃长岩的微量元素特征之一,銅只有微迹出現,或仅在部分样品中呈微迹出現……”。显然,其北側的震旦紀下部砂岩內,銅含量是极低的。而对本文所論銅矿床中之所謂“同生”的銅,指称一部分可能随海浸来自西南之說,更毫无根据。

相反,橫貫古陆的广闊地区內,从地球化学找矿中显見,凡銅次生暈金属量值較高地段,无不是依偎燕山期中酸性侵入岩体出現的,个别地区并見有散存的含銅矿脉。

总之,多方說明,这里所謂“含銅砂岩”銅矿,就“同生”成因而言,是不具备“以銅为主的原始含矿区”的,銅矿床中的銅,不可能是来源于“古陆”。

銅的来源,最大可能是与深部的某种岩浆岩的成岩作用有关。可供追寻的綫索有二:一在鉆探中于深处遇有普遍含少量銅的輝綠岩脉,二在古陆边緣依花崗閃长斑岩类侵入体,多处出現了銅的矿化。从区域性构造-岩浆活动和岩浆期后热液矿床成矿規律、矿床地球化学特征看来,本区“含銅砂岩”层、以及頁岩、石灰岩內的銅矿化作用,很可能与中酸性岩浆岩的成岩作用关系更为密切。

五、几 点 認 識

1. 华南某地北部的震旦系下部(南沱砂岩組)孕育着銅矿床的灰色砂岩层,并非“同生”的含銅砂岩。也不是“同生沉积-后期热液改造”的矿床。这一銅矿床以及附近一带的銅矿化,最可能是与深处岩浆活动及中酸性岩浆岩成岩作用相联系,是后生热液的产物。

2. 該区域并未具备“以銅为主的(前震旦紀)原始含矿区”,在古陆旁側形成“同生的”含銅砂岩銅矿,可能性极小。在該区域乃至古陆两旁、在所謂“含銅砂岩”的层位內,冀望于寻找“含銅砂岩”銅矿床,是不尽合宜的。

該区域銅、鉛硫化物矿床蘊存的远景,看来仍然要追溯到构造岩浆活动上。作为有利的成矿岩层來說,也并不排斥长石質砂岩,但其它岩层,只要在构造断裂及岩浆活动的有力控制下,均有形成矿床的可能。

3. 矿床地質、特别是矿物-地球化学規律——硫化物組合、結構构造、矿物带状分布、围岩热液蝕变等的具体分析研究,是推断本区銅矿床“后生热液成因”的重要論据。而这方面的研究,还有待大大深入一步。

*

*

*

本文資料,除笔者一些不系統的記錄外,多是陈荣阳、封益城等同志提供的,承金泽兰、梁嘉昭同志精心繪制图件。有关本区矿床情况,笔者曾向郭文魁先生請教,这里一并深致謝意。

主 要 参 考 文 献

- [1] 郭文魁 1963 中国含銅砂页岩的成矿規律和找矿方向問題。中国地质,第2期,1—11。
- [2] 薩波日尼科夫,Л. Г. 1955 中哈薩克西部含銅砂岩。(中译本)地质出版社。
- [3] Gilmour, P. 1963 Hydrothermal versus syngenetic theories of ore-deposition. Econ. Geol. Vol. 58 No. 1, 145。

- [4] Knight, C. L. 1957 Ore-genesis The source bed concept. *Econ. Geol.* V. 52 No. 7, 808—817.
[5] Ohle, E. L. 1962 Thoughts on epigenetic versus syngenetic origin for certain copper deposits. *Econ. Geol.* V. 57 No. 5, 831—833.
[6] Sales, R. H. 1962 Hydrothermal versus syngenetic theories of ore-deposition. *Econ. Geol.* V. 57, No. 5, 721—734.

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND GENESIS OF A COPPER-BEARING SANDSTONE DEPOSIT IN SOUTH OF CHINA

SHAO KE-CHANG

Abstract

The Copper-bearing sandstone deposit is mainly composed of gray sandstone beds of the Lower Sinian Nantou group. Ore minerals in association are chalcocite, tetrahedrite, tetrahedrite and other sulphides as well as secondary oxidized products. They occur as disseminato-banded, disseminated aggregates and veinlets. Gangue minerals are mainly quartz and carbonates. Ore bodies are steeply disseminato-banded, disseminated aggregates and veinlets. Gangue minerals are mainly quartz and carbonates. Ore bodies are steeply dipping, in which veins minerals are vertically and regular zonally distributed.

In the first place, so-called stratigraphical control is really the feature of the favorable bed. In fact, coppermineralization occurs not only in the gray sandstones but also in the lower conglomerates (breccia), shales as well as the adjacent Cambrian limestones. The enriched parts of ore-mineralization are exclusively limited to the more fractured patches, and the disseminato-banded aggregates are developed along the schistose planes. Moreover, copper and lead mineralizations are also bound along the north (inner) part of the Old Land, where granodiorite dykes are revealed.

Secondly, the so-called sedimentary syngenetic change of mineral phases, as applied to this ore body which is steeply dipped and limited in extension, seems to be too imaginary. The mineralogical pattern, as in the ascending order, pyrite—(molybdenite)—chalcopyrite — (pyrite) — tetrahedrite — (chalcopyrite) — chalcocite — (tetrahedrite) — galena —(chalcocite), as well as the change of mineral aggregates justly coincide with the general mineralo-geochemical rule of the typical magmatic-hydrothermal metallic ores.

Moreover, most ore minerals in the ore beds are not the so-called cementing materials, but hydrothermal replacing products. The so-called bleached sandstones are really the characteristic feature of hydrothermal wall rock alteration.

Lastly, from the point of view of regional geological environment, it is clear that the primary metal-bearing province, in which copper metal playing the main part, is fundamentally absent, the copper metal cannot be derived from the Old Land.

Hence, the gray sandstones here impregnated with copper ores are the products of the postmagmatic epigenetic hydrothermal activities.