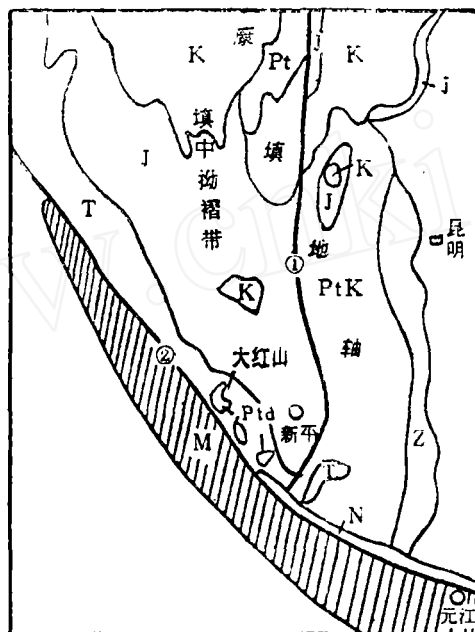


大红山铜矿矿床成因初步探讨

云南省第九地质队 沈远仁

大红山矿区位于康滇地轴南端西缘，介于禄汁江深断裂与红河深断裂夹持的三角地区（图1）。

该区为滇中中生代拗陷褶皱带，盖层为中、下三迭统、侏罗系、白垩系、第三系和第四系，基底为元古界大红山群。后者为一套浅一中变质的火山-沉积岩系，属优地槽型细碧角斑岩、绿色片岩及混杂大理岩建造。这套岩系，自下而上可分为老厂河组（PtdL）、曼岗河组（Ptdm）、红山组（Ptdh）及肥味河组（Ptdf）。



N—上第三系，K—白垩系，J—侏罗系，T—三迭系，Z—震旦系，PtK—昆阳群，Ptd—大红山群，①—禄汁江深断裂，②—红河深断裂，M—哀牢山变质岩带

图1 大红山区域地质略图

英白云石大理岩，厚30~50米。其特征是：含钠质很高，石榴石多而细小（麻点状），上部以钠质层凝灰岩为主，下部以石榴钠长黑云片岩为主，普遍含磁铁矿及黄铜矿， I_3 矿体产于其顶部， I_2 矿体在下部。沿走向，矿区西部以片岩为主，中部为片岩和凝灰岩互层，东部大理岩增厚，凝灰岩中白云石增多，厚度由西向东逐渐增大。沿倾向，浅部、中深部以凝灰岩为主，深部大理岩增多。

2. 灰黑色石榴白

云石黑云片岩及细纹状石榴黑白云石大理岩，中、上部夹炭质、硅质板岩，厚40~100米。其特征是：石榴石多，结晶粗大（直径1~3厘米，牛眼状），上部有一层含钠高的岩石与炭硅质板岩一起，可作为与上部第3岩带的分界标志；底部有一层块状强钠化大理岩，可作为与下部第1岩带的分界标志。 I_2 矿体产于其顶部， I_1 矿体在中上部。岩性和厚度变化较大。沿走向，矿区西部以石榴黑云片岩为主，厚度较小；东部以细纹状石榴黑白云石大理岩为主，厚度增大。沿倾向，矿区西部岩性变化不大，仅向深部厚度增大，东部深处又以石榴白云石黑云片

一、含矿岩系的划分与特征

大红山铜矿主要产于曼岗河组中上部的石榴黑云角闪片岩夹变钠质层凝灰岩段（Ptdm⁶），该岩段自上而下可划分为四个岩性带，现分述如下：

4. 灰白色石榴黑云角闪白云石大理岩与石榴角闪黑云片岩互层，偶夹2~3层炭质硅质板岩，厚20~35米。其特征是：白云石含量高，菱铁矿化强，底部有 I_3 矿体赋存，岩性较稳定，厚度变化不大。

3. 深灰色黑云石榴变钠质层凝灰岩与灰黑色石榴钠长黑云片岩互层，底部有一层长

岩为主, 厚达100余米。

1. 灰绿、灰黑色石榴角闪片岩夹薄层白云石大理岩, 厚60~70米。其特征是: 角闪石多, 结晶粗大, 排列不定向。底板有一层8~10米的块状方柱石大理岩 (Ptdm⁶), 有时夹炭质、硅质条带, 可作为本岩带的分界标志 (图2)。

矿区位于近东西轴向的底巴都背斜南翼, 其上为肥味河向斜 (图4)。区内除一套浅中变质的火山-沉积岩系外, 侵入岩也比较发育, 但主要是成矿以后的辉长辉绿岩, 多沿断裂破碎带及层间脆弱带贯入, 呈岩墙、岩床、岩枝、岩脉等产出, 切穿整个大红山群, 破坏了铜矿的完整性。

二、矿床地质特征

大红山铜矿, 按其赋存部位及岩性特征, 可分上、中、下三个互相平行的矿体或矿带, 自上而下为I₃、I₂、I₁, 其中I₃规模

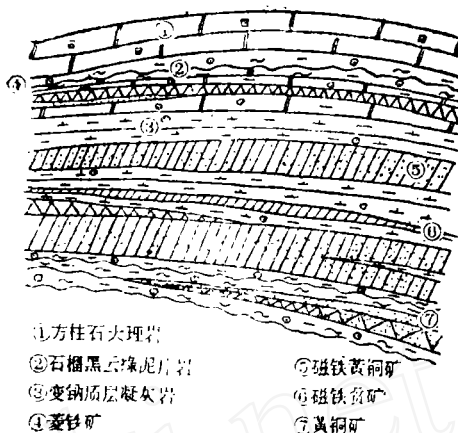


图3 铜矿体结构图

最大, 质量最好, I₂次之; I₁最小最差, 且不稳定, 仅在矿区东边有分布。I₃主要产于石榴黑白云石大理岩及变钠质层凝灰岩 (图3)。I₂主要产于石榴黑云钠长片岩夹凝灰岩中, 两者相距11米左右。I₁主要产于夹炭

地 层	岩 段 号	矿 体 位 置	柱 状 图	岩 性 描 述	厚 度 (米)	备 注
受 岗 河 组	Ptdm ⁷			白色块状方柱石、白云石大理岩, 底部有时显示玫瑰红色。		
				4 石榴角闪黑云片岩与条带状石榴黑云角闪大理岩互层。特点是白云石含量高, 普遍具菱铁矿化。	25	
				3 石榴钠长黑云片岩与石榴黑云变钠质凝灰岩互层。片岩中常夹凝灰岩条带或薄层。特点是石榴石细小, 普遍磁铁矿黄铜矿化, 含钠长石高。	35	底部有时夹长英大理岩透镜体。
				2 石榴白云石黑云片岩, 夹细纹状石榴黑云白云石大理岩, 中上部夹炭质硅质板岩数层。特点是石榴石呈小圆状, 夹数层炭质板岩, 中上部具较弱的磁铁、铁及黄铜矿化。	50	
	Ptdm ⁶			1 石榴黑云角闪片岩夹薄层白云石大理岩。特点是以片岩为主, 角闪石大量出现呈针状定向排列。	70	
	Ptdm ⁵			块状方柱石大理岩夹炭质条带以下石榴黑云绿泥片岩, 往下钠长石增加。		

图2 含矿岩系柱状图

表 1

特征 \ 矿体号	I ₃	I ₂	I ₁
赋存部位	产于第 4 岩性带下部及第 3 岩性带上部	产于第 3 岩性带下部及第 2 岩性带上部或顶部	产于第 2 岩性带中部或中上部
含矿岩石	上部以含石榴黑云白云石大理岩为主, 下部以含石榴黑云变钠质凝灰岩为主	上部为石榴黑云钠长片岩夹凝灰岩, 底部或下部常有钠长大理岩	上部或顶部为炭硅质板岩的长英白云石大理岩, 下部为石榴黑云片岩或细纹状石榴黑云白云石大理岩
铁矿化	主要为磁铁矿化, 顶部具强菱铁矿化	主要为磁铁矿化, 底部具菱铁矿化	菱铁矿化普遍, 磁铁矿化较弱
石榴石	石榴石细而较少	石榴石细, 较多	石榴石多而大, 呈牛眼状
炭硅质板岩	矿体顶部偶见炭硅质板岩	矿体中无炭硅质板岩	矿体中上部常见炭硅质板岩

质硅质板岩的长英白云石大理岩及石榴黑云片岩中, 与 I₂ 间距一般 6~16 米, 各矿体对比特征如表 1。

(一) 矿体形态及产状特征 I₃ 产于 3、4 岩性带接触处, 呈层状、似层状, 最稳定, 倾角 25~35°, 产状变化不大, 是由多个平行矿体组成的矿带。倾向上, 可分两个不同的带: 其一, 赋存于第 4 岩性带下部的石榴黑云白云石大理岩, 常具菱铁矿化, 一般 500 米标高以上均属此类; 其二, 赋存于第 3 岩性带上部石榴黑云凝灰岩中, 多具磁铁矿化, 500 米标高以下的矿体多属此类。两个带产出部位的岩性均有差异, 有时互相消长, 有时在同一部位平行出现, 有时互相靠拢而有合并的趋势, 受岩性控制。走向上, 矿体产出部位变化不大, 但结构变化大, 西段矿集中, 夹层少, 结构较简单, 东段含矿分散, 夹层多而间距稀, 结构复杂。

I₂ 产于 2、3 岩性带交界处的石榴黑云片岩, 受岩性控制, 呈层状、似层状 (局部为透镜状), 较稳定, 与 I₃ 平行产出。矿区中部矿体厚大, 当第 3 岩性带变薄时, 常与

I₃ 靠拢以至合并, 其结构、分布、厚度变化与 I₃ 类似, 但变化幅度大, 矿体西部有时成为孤立的透镜状, 甚至变薄不可采。

I₁ 产于第 2 岩性带中部, 空间上为 2~3 个矿条组成, 往往延伸不长, 互不相连, 成为孤立的小透镜体, 极不稳定。

总的看来, 矿体形态主要呈层状、似层状, 各矿体相互平行, 均受地层岩性控制, 与围岩整合产出, 产状与地层产状一致 (图 4)。

(二) 矿体大小及品位变化特征 I₃ 矿体: 已控制长度 6 公里, 宽 600~1400 米, 最大厚度 29.53 米, 最小 3.81 米, 含铜 0.30~1.25%, 可熔铁平均 22.45% (最低 8.5%, 最高 34.35%), 全铁与可熔铁差值为 2%。以矿区中部 (A18 线—A26 线) 600~800 米标高为准, 沿走向向东西方向, 沿倾向向南北方向, 厚度变薄, 品位变低, 但品位变化小于厚度变化。

品位的变化情况是: 东段 (A8 线以西) 矿体平均厚约 5 米, 平均含铜 0.53%; 中段 (A18—A43) 矿体平均厚 6~9 米,

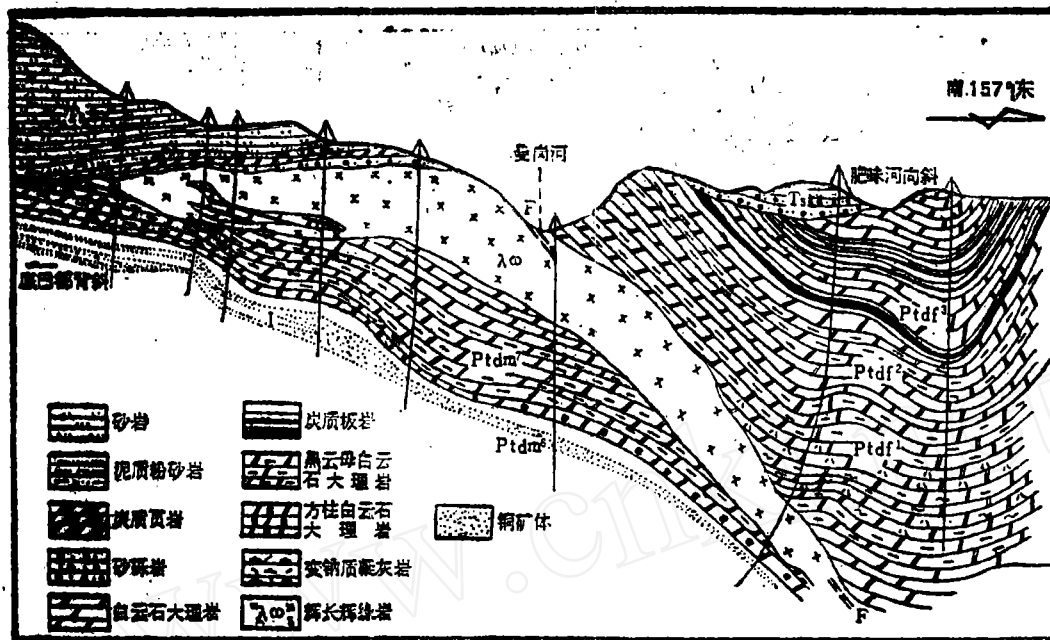


图4 大红山铜矿地质剖面图

平均含铜0.6~0.70%；东段(A43—A45)矿体平均厚2.75米，平均含铜0.47%。沿倾向的变化情况是：200米标高以下，矿体平均厚度2~5米，平均含铜0.3~0.6%，200~600米标高矿体平均厚度7~8米，平均含铜0.60~0.65%；600~800米标高以上，矿体平均厚度2~5.5米，平均含铜0.65~0.50%。

I₂矿体：最大厚度32.29米，最小1.04米，含铜0.31~1.38%，可熔铁9.23~34.45%，平均18.27%，其厚度、品位变化与I₃类似，但变化幅度较大。

I₁矿体：厚度小于15米，含铜0.40%左右，可熔铁13.26%，很不稳定。

以上各矿体都有铁、铜共生的特点，属贫铁黄铜矿，其变化特点是：沿走向，矿区中部较富厚，东西两端较贫薄；沿倾向，200~600米标高范围内较富厚，上下较贫薄；沿矿体厚度方向，中部较富，顶、底部较贫。矿体的厚度和品位，铁与铜的含量，均为正相关关系，这与矿床成因、含矿岩性及铁铜地球化学特性有关。

(三) 矿物成分、结构构造与矿石类型

1. 矿物成分：主要金属矿物有黄铜矿、斑铜矿（多出现于铜矿富集地段）、黄铁矿、磁铁矿、菱铁矿，次为铜蓝、赤铁矿、钛铁矿及白铁矿等，尚有少量辉砷矿、硫砷钴矿及金、银等；主要非金属矿物有钠长石、白云石、黑云母、石榴石、绿泥石、石英、绢云母，角闪石，次有磷灰石、电气石等，均与含矿岩石有关。

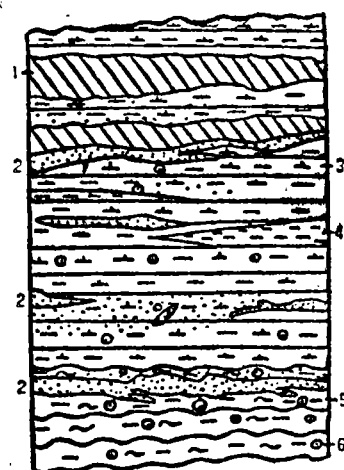
2. 矿石结构、构造：矿石结构主要为他形细粒、不等粒结构、交代残余结构及细脉、网脉交代结构等；矿石构造以条纹条带构造为特征，铜矿物及铁矿物成条带状、条带浸染状及星点、斑点状分布（图5）。

3. 矿石类型：按主要金属矿物划分有黄铜矿型、黄铜-磁铁矿型；按非金属矿物划分有钠长石英型、石榴石英黑云母型及炭质、硅质板岩型。I₃多为钠长石英型，I₂多为石榴石英黑云母型，I₁多为炭质板岩型。

矿区东部，铜矿渐为菱铁矿取代，菱铁矿矿石类型多为长英型及钠长白云石型。

(四) 矿物生成顺序

大体上是：先铁的氧化物（几乎全是磁铁矿），后铜的硫化物（以黄铜矿、斑铜矿



1—斑铁矿条带；2—黄铜矿条带；3—变钠质层凝灰岩；4—黑云母条带；5—石榴黑云绿泥片岩；6—石榴子石

图5 铜矿石素描图(2K26)

为主)，最后是铁的碳酸盐（主要是菱铁矿）。矿石中常见斑铁矿成细粒散点状，沿层理、片理呈条纹条带状分布，说明其生成时间最早，黄铜矿及斑铜矿常与黄铁矿呈星点状、斑团浸染状散布，或沿层理、片理与斑铁矿组成交替出现的条纹条带，这是早期的（斑铜矿有时溶蚀黄铜矿，说明其生成大体同时，而略晚于黄铜矿）；也有的与黄铁矿呈细脉状切割早期生成的斑铁矿与铜的硫化物所组成的条带或包裹原有的矿物颗粒，这是晚期的，同时常见铁的碳酸盐（菱铁矿或铁白云石）呈不规则短脉状切割斑铁矿与黄铜矿组成的条带，其生成时间最晚。

(五) 矿石化学成分及有益有害组分

矿石中可供工业利用的有益元素除铜和铁外，还有钴、镓、金、银、钡等可以考虑，有害组分均未超过要求。

伴生有益组分钴、镓、金、银、钡等的赋存概况，经初步了解为：

钴：一般含量0.01~0.52%，其中 I_3 为0.012%， I_2 、 I_1 略高，平均0.015%，通过选矿和人工重砂可提高钴的品位5~10倍。钴主要赋存在硫化物，与铜的含量成正相关关系。钴的单矿物有辉钴矿及硫钴矿，与黄

铁矿及黄铜矿密切共生。黑云母、绿泥石含钴稍高，而钠长石、白云石等浅色粒状矿物含钴较低。

镓：分布极普遍，矿石含镓较围岩稍高，一般为0.0014%。

金与银：与硫化物有关，金一般为0.1~0.38克/吨，硫化物精矿为1.86克/吨，银1~2克/吨，选后铜精矿合金可达7克/吨。

钡：分布不均匀，含量较低，一般为0.01~0.08克/吨，通过人工重砂富集，品位可提高4~6倍。

三、矿床成因初步探讨

大红山铜矿，1970年前一直认为是与矿区后期的辉长辉绿岩有关的中低温热液矿床。近年来，我队广大地质人员，经过反复实践，获得了大量实际资料，认为成矿物质主要来源于古海底的火山作用，应属受变质的火山喷发沉积层状矿床，其依据如下：

1. 本类铜矿主要产于大红山群曼岗河组中上部。曼岗河组系一火山喷发沉积旋回。矿体受地层层位及沉积旋回控制。

2. 矿体形态主要为层状、似层状，常多层产出，相互平行，分布面积大，厚度、品位比较稳定，与围岩成整合接触。

3. 矿化与火山物质关系密切，多富集于火山凝灰岩夹层或其上下富含火山物质的岩石中（含矿大理岩及片岩常含钠质火山碎屑及砾块），矿体厚度和品位与火山物质的多寡成正相关关系。

4. 据桂林冶金地质研究所对本区铜矿中几个样品硫同位素组成的测定结果（表2），表明富集重同位素 S^{34} ，说明硫质来源与古海底火山作用有关。

5. 含矿段属过渡岩相，位于灰绿色石榴黑云角闪片岩之上的灰黑色及灰色石榴黑云片岩及层凝灰岩当中，底部常有薄层炭质硅质板岩，上部为灰白色块状方柱石大理岩，矿床产于氧化环境与深水还原环境的过渡带。

6. 矿石具明显的沉积成因的条纹条带状

硫同位素组成测定结果

表2

标本号	层位	矿体	含矿岩石名称	测定对象	测定结果		备注
					$\delta S^{34}\%$	S^{33}/S^{34}	
S-3	Ptdm°	I ₁	炭质硅质板岩	黄铁矿	+11.1	21.976	
S-5	Ptdm°	I ₂	白云石钠长黑云片岩	黄铜矿	+8.0	22.043	
S-7	Ptdm°	I ₂	磁铁黑云母钠长片岩	黄铜矿	+9.2	22.017	
S-9	Ptdm°	I ₂	长英二云母片岩	黄铜矿	+3.7	22.138	

造,磁铁矿多形成条带,硫化物多呈星点状、斑点状、条带状沿层理、片理分布。金属硫化物组合较简单。

7.矿带展布受曼岗河组地层和近东西轴向的底巴都背斜控制,含矿段岩层与上下岩层变质程度一致。

8.该铜矿为铁铜共生矿体,铁矿物有重结晶和变晶加大现象,铜矿物呈细短脉状沿层理、片理及微细裂隙分布,但极少越出含矿层。

对于成矿机理,笔者初步设想是:本区古海底的火山喷发(喷气)作用是提供成矿物质的主要来源,当时从火山管道中带出的铜、铁、硫等,进入海盆,经过一系列化学反应,在适宜的地质环境与地球化学条件下,与周围的成岩物质(火山灰、炭泥质、碳酸盐等)同时沉积下来,从而形成此类铜矿的雏形,尔后,由于构造运动及变质作用(主要是区域的浅一中变质作用)等影响,使原生铜矿层产生一定程度的富化、改造(变质活化),而呈现今日之面貌。故本铜矿应属古海底火山喷发(喷气)沉积变质成因。

四、对找矿方向的几点认识

1.本类铜矿产于元古界大红山群。大红山群或与之相当的下会理群,主要分布于川南、滇中呈南北向延伸的安宁河—绿汁江深断裂以西,应注意在这些地区寻找此类铜矿。

2.除上述地区外,凡有细碧角斑岩(即

本区的灰绿色角闪变钠质熔岩及其火山碎屑岩与浅灰色变钠质熔岩及其火山碎屑岩),绿色片岩及长英大理岩所构成的海相火山—沉积建造分布的地区,也应予以注意。

3.含矿层位于火山沉积旋回中上部的灰黑色及绿色片岩夹变钠质层凝灰岩的岩石组合中,钠质火山岩,特别是其中的碎屑岩具铜的成矿专属性。因而,在普查找矿时应加强对地层、岩石的研究,划分沉积旋回,寻找火山碎屑岩的产出部位,进而确定有利的含矿地段。

4.在有利的含矿地段,可根据以下标志,选择有利的含矿层:

①含矿段的特征岩性为灰黑色、灰绿色片岩及炭、硅质板岩。炭、硅质板岩一般位于含矿层底部。因而,以上特征岩性的存在可考虑作为确定含矿层的标志之一。

②火山碎屑沉积岩(钠质凝灰岩),与铜关系密切,在确定含矿层时应予考虑。

5.根据此类铜矿系铁、铜共生,且具有较明显的条带状构造,在有条带状贫铁矿的地方,应注意是否有伴生铜矿的存在。总之,根据此类铜矿矿床地质特征,在找矿、勘探方面,应注意在有望地区,采用地质、物化探等综合手段进行沿层找矿。

本文引用的材料是我队广大地质人员几年来的工作成果,并参考陈邦鉴、梁承德等同志的阶段性小结初步整理而成。由于水平所限,且矿区普查、勘探工作尚在进行,以上肤浅认识欠妥和错误之处,请批评指正。