

铜陵冬瓜山铜矿床含矿岩石组合与成矿机理探讨

陈良友

(安徽省地矿局 321 地质队·铜陵市)

铜陵地区石炭系地层为重要的成矿层位。冬瓜山铜矿床为区内特大型矿床。本文通过研究成矿地质背景、含矿岩石组合及时空分布特征,认为成矿物质主要来源于地层与下伏地壳,并提出了矿床的形成机理。

关键词 含矿岩石组合 成矿机理 铜陵冬瓜山铜矿床

地质概况

矿床位于下扬子准地台,铜陵断块狮子山矿田的深部。赋矿层位为石炭系船山组和黄龙组,厚 35~69.18m,为一套碳酸盐岩浅海台地相地层。以粉砂岩—白云岩(蒸发岩)—灰岩为主,具海进海退旋回特征。

含矿岩石组合

据矿床勘查资料,自上而下可划分为 A、B、C 三种组合:

A: 灰岩—含铜黄铁矿(磁铁矿)—灰岩组合,分布在主矿体顶部,或单独形成小矿体,并见有矿化穿层现象,相当于船山组地层。近岩体部位出现含铜层状夕卡岩、磁铁矿或磁黄铁矿层。矿石为交代溶蚀结构和粒状变晶结构。铜品位 0.14%~1.5%, S18%~20%, TFe20%~42%。

B: 灰岩—白云岩(蒸发岩)—黄铁矿(菱铁矿)—白云质灰岩—砂砾岩,是重要的含矿岩石组合,相当于黄龙组地层。矿石为含铜黄铁矿、含铜硬石膏、含铜磁黄铁矿及含铜蛇纹石岩。条带状、层纹状构造,变胶状—隐晶质显微结构。铜品位 0.70%~1.94%, S12.9%~42.71%, TFe15%~

18%。

C: 黄铁矿(胶黄铁矿)—粉砂岩、页岩组合,分布零星,仅见于矿体底板,如矿床西北边缘,相当于泥盆系五通组上段。矿石以含铜粉砂岩、含铜角岩为主。浸染状构造,铜品位低。

矿体形态及变化规律

矿体总体上呈层状或似层状,与褶皱形态同步变形呈鞍状(图 1)。从微观上看,矿体形态受含矿岩石及换层界面制约。

1. 产于石灰岩中的矿体呈透镜状,零星分布,与围岩局部呈 40~70° 交角,偶见水蚀现象,肥厚部位常与主矿体相连。

2. 产于石灰岩与白云岩或白云质灰岩界面上下的矿体,呈较稳定的层状。与围岩呈整合接触。该含矿层位具有区域性质。

3. 产于黄龙组与五通组上段界面及其附近的矿体,呈透镜状,不稳定。常与上述的第二种矿体相连接。

4. 产于岩枝与围岩接触带及其旁侧的矿体,形态复杂,受不同形式接触构造控制。

(1) 铜陵—戴家汇断裂,走向近东西;是本区主要的导岩、导矿、布岩、布矿的基底断裂构造。

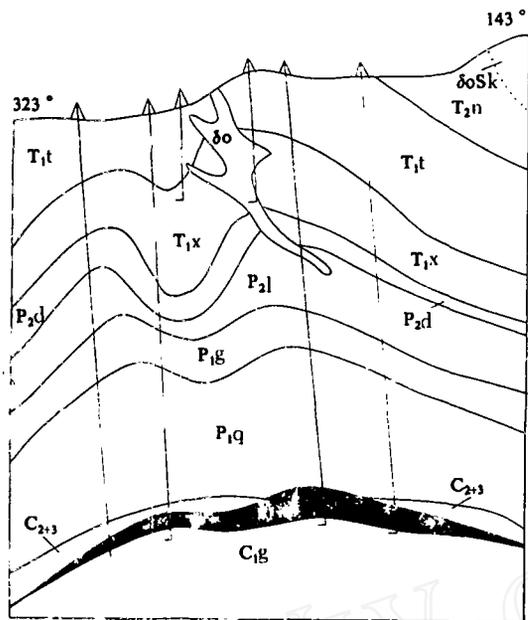


图1 铜陵冬瓜山铜矿床地质剖面图

T_{2n}—南陵湖组; T_{1t}—塔山组; T_{1x}—小凉亭组; P_{2d}—大降组; P_{2l}—龙潭组; P_{1g}—孤峰组; P_{1q}—栖霞组; C₂₊₃—黄龙、船山组; δo—石英闪长岩; δoSsk—夕卡岩化石英闪长岩

(2) 在铜陵地区自西向东, 铜官山矿区

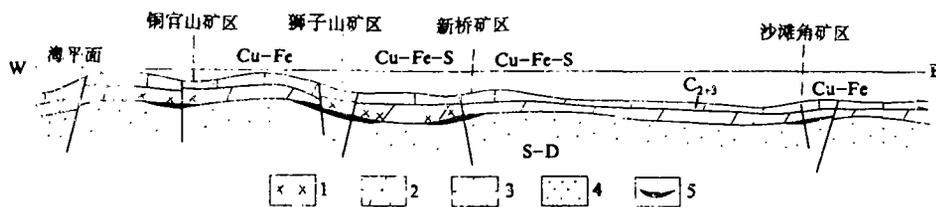


图2 晚石炭世台内盆地的同生沉积与断裂控矿横剖面图

1—石膏透镜体; 2—白云岩; 3—灰岩; 4—砂岩; 5—矿体

主, 下伏地层和地壳中的含矿溶液沿断裂带上侵, 直接与石炭纪海水混合, 在海底界面形成“金属垫”。

2. 岩相古地理

本区是皖南海域下扬子海的一部分。中、晚石炭世, 西北部为淮阳台地, 西南部为江南台隆, 中间为狭长的“喇叭”形拗陷带。海进方向由北东向南西, 经历了相对浅—深—浅的旋回变化。古地形受基底断裂控制, 属相对水下低隆区, 局部形成台内盆地和浅滩。由于蒸发作用, 介质的含盐度不断

主要是 Cu—Fe 组合; 狮子山矿区冬瓜山矿床为 Cu—Fe—S 组合; 新桥矿区为 Cu—Fe—S 多金属组合; 南陵沙滩角矿区为 Cu—Fe 组合。具有一定的规律性, 显然受铜陵—戴家汇断裂带控制 (图 2)。

(3) 垂向上, 一般是矿体底部富铜, 向顶部 Cu 逐渐贫化, 与 F 含量变化相一致。而 Fe 与 S 呈正相关, Co 与 Fe、S 呈负相关, 与 Cu 呈正相关 (图 3)。

沉积环境分析

晚石炭世下扬子海域以陆表海为特征, 为海水较浅的潮坪。影响当时海域碳酸盐岩沉积特征的主要因素为基底构造、岩相古地理和岩石地球化学等, 现分述如下:

1. 基底构造运动

本区加里东期地壳以振荡运动为主, 以高角度逆冲断层为特征, 大多呈北北东向、南北向和东西向展布。泥盆纪之后地壳振荡不定, 海进、海退交替, 以浅水环境沉积为

增高, 海水携带的大量化学物质进入含水盆地, 很快沉淀, 致使化学分异的矿物仅分布在盆地内。

3. 岩石地球化学特征

(1) 微量及稀土元素 含矿岩石与石英闪长岩的各种微量元素含量显示了正常海相沉积特征。从岩石和胶黄铁矿的微量元素分析来看: Co/Ni 小于 1, Sr/Ba 大于 10, 含 Cu 0.1%~0.2% 富 Mn、Cl、F、Au、Ag, 贫 V、Cr、Rb, 有机质含 Cu 可达 0.2%~0.4%, 而石英闪长岩则相反。

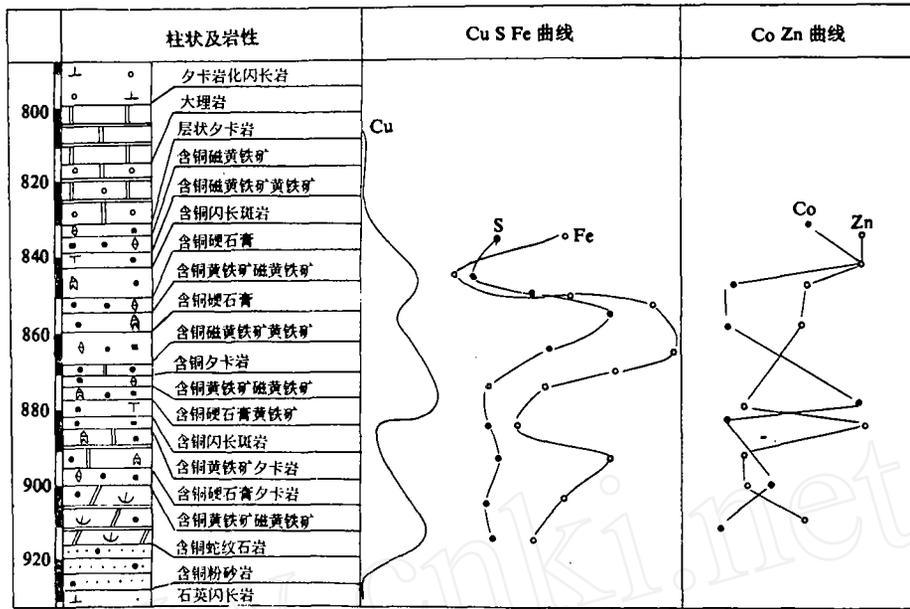


图3 冬瓜山铜矿床 ZK623 赋矿孔段综合柱状图

从岩(矿)石稀土元素分析结果来看, 石英闪长岩 ΣREE 为 $163.5 \times 10^{-6} \sim 179.2 \times 10^{-6}$, LREE 为 $151.30 \times 10^{-6} \sim 180.64 \times 10^{-6}$, HREE 为 $11.85 \times 10^{-6} \sim 33.80 \times 10^{-6}$, $\delta\text{Eu}=1$, 为无异常的平滑曲线; 黄铜矿 ΣREE 为 37.4×10^{-6} , LREE 为 33.6×10^{-6} , HREE 为 3.80×10^{-6} , $\delta\text{Eu} < 1$; 白云岩 ΣREE 为 18.21×10^{-6} , LREE 为 15.47×10^{-6} , HREE 为 2.74×10^{-6} , $\delta\text{Eu} < 1$, 均为负异常曲线(图4)。

(2) 硫、氧、碳同位素分布及组成 黄铁矿中的 $\delta^{34}\text{S}$ 为 $+2.7\% \sim +7.7\%$, 均值 $\delta^{34}\text{S}+4.36\%$; 磁黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}+3.3\% \sim +7\%$, 均值 $\delta^{34}\text{S}+4.5\%$; 黄铜矿 $\delta^{34}\text{S}+3.8\% \sim +5.6\%$, 均值 $\delta^{34}\text{S}+4.57\%$ 。在垂直方向上, 磁黄铁矿与黄铜矿 $\delta^{34}\text{S}$ 同步变化, 为正相关。黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 的变化更能反映当时为半封闭盆地内盆地沉积环境(图5)。

借助于 Keith(1964)对 $\delta^{18}\text{O}$ 、 $\delta^{13}\text{C}$ 变化判别海相灰岩的计算公式: $Z = a(\delta^{13}\text{C}+50) + b(\delta^{18}\text{O}+50)$, Z 值大于 120 为海相, 本矿床 4 个计算值均大于 120, 与矿床内的硬石膏 $\delta^{34}\text{S}$ 为 $+15.7\%$ 及尼尔逊(1968)研究石炭

纪古海水的 $\delta^{34}\text{S}$ 为 $+15\%$ 相一致。

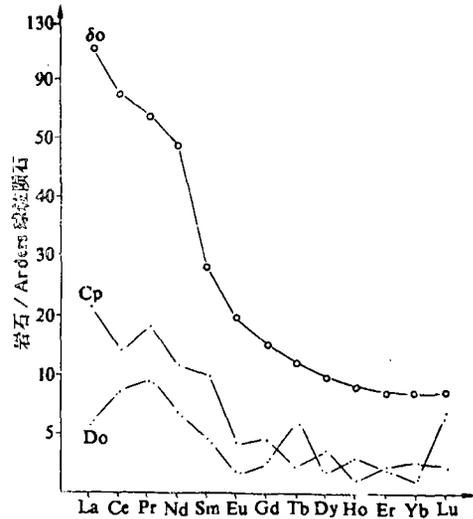


图4 冬瓜山铜矿床岩(矿)稀土元素配分模式线

δo—石英闪长岩; Cp—黄铜矿; Do—白云岩

成矿物质来源

泥盆系五通组顶部的胶黄铁矿层(矿胚层)和黄龙期沉积含矿金属软泥(“金属垫”的早期)为成矿物质的直接来源, 依据是:

1. 据刘裕庆本矿床 Pb 同位素模式年龄

的平均值为 310Ma^[2] 的资料及矿床中白云岩的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 均值为 +24.04‰, $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 均值为 +1.82‰, 说明成矿物质与地层属同源同生沉积。矿石中层纹状、草莓状构造发育, 矿体与围岩呈整合接触, 矿物颗粒自下而上由粗变细, 底部以 Cu 为主, 中上部以 Fe、S 为主, 上部为 S, 分带性明显。

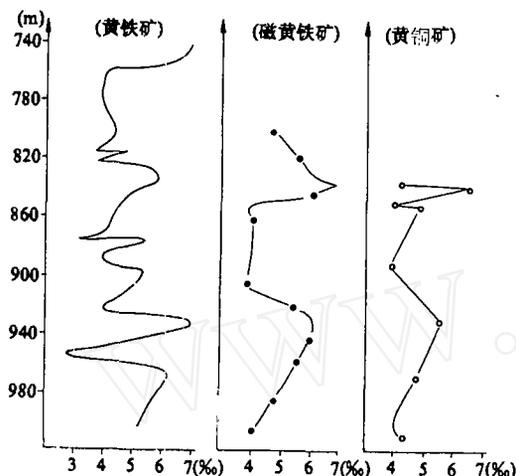


图5 冬瓜山铜矿床 $\delta^{34}\text{S}$ 垂向变化曲线图

2. 铜陵地区同类型矿床分布在铜陵—戴家汇东西向深断裂带附近。因此, 含矿流体沿断裂上侵, 补充部分物质来源。矿体中见到角砾状含矿岩石和裂隙式矿脉是可能的。

成矿机理

对本矿床的成因类型已有许多论述, 对其成矿机理则研究较少。本人初步归结以下几方面。

1. 沉积阶段

含铜、铁、硫的物质, 经海解和有机质等的作用, 以悬浮物和络合物状态搬运, 沿断裂上侵的含矿溶液与底层水混合, 有选择地沉积 (图 6), 故石炭系地层有的区段见矿化, 有的区段无矿, 而在构造有利地段形成不同规模的工业矿床。

石炭系与泥盆系地层呈平行不整合接触, 说明该区有一个上升剥蚀过程, 至晚泥盆世开始下降, 其顶部黄铁矿沉积在当时潜

水面以下, 中、晚石炭世发生广泛海侵, 由地下热水、大气降水、海水的循环作用, 在低洼地段含矿物质首先储存和聚集。由于这一地段的 pH 值呈弱酸性至弱碱性, $\text{Eh} < 0$, F、Cl、有机质含量高, 使 Fe 以 Fe^{2+} 凝胶体沉积, 形成胶黄铁矿或菱铁矿。当含铜溶液沿断裂上侵与硫的催化作用, 交代黄铁矿, 形成黄铜矿、辉铜矿, 构成富铜的松软“金属垫”。随氧化—还原作用的变化, 海水中的硫酸盐不断增加, 水体变浅, 细菌作用明显, “金属垫”加厚, 体积缩小。

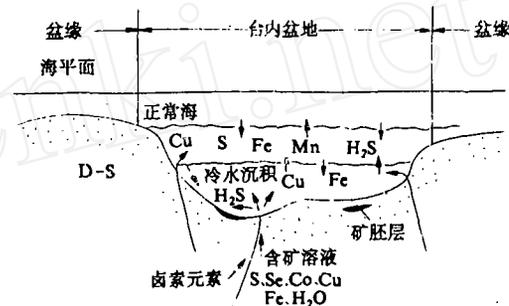


图6 冬瓜山铜矿床成矿模式综合图

2. 成岩阶段

随着地壳下降, 上覆新的沉积物不断堆积。在此阶段, 厌氧细菌增多, 介质为弱碱性—碱性还原条件, 无或很少有外来物质加入, “金属垫”内的成矿元素迁移、富集和沉淀, 形成初级规模的矿床。

3. 成岩期后的变质阶段

随着温度升高、压力增大, 上升热水与地下水、天水不断地循环回流, 贫有机质, 在弱碱性的弱还原环境中, 岩(矿)石发生变质。矿床中胶黄铁矿包体水 $\delta \text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 -133.2% , $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 -17.9% , 说明沉积期后有大量地层水加入, 使含矿岩层发生变质, 白云石蚀变为蛇纹石。菱铁矿变为黄铁矿(磁铁矿), 而且由于矿热的交代作用, 矿体出现穿层现象。

上述特征和论据, 说明冬瓜山铜矿床为典型的同生沉积—改造型矿床。