

# 铜陵地区层控砂卡岩型矿床 地质特征和成矿条件

夏元法

(铜陵有色地质勘察分公司, 铜陵 244000)

**摘要:** 铜陵地区层控砂卡岩型矿床, 主要分布于中石炭统黄龙组白云岩段。研究分析铜官山、冬瓜山、天马山、新桥等矿区地质特征、成矿物质和含矿流体的来源后, 认为该类矿床属同生沉积—岩浆热液叠加改造成因。

**关键词:** 层控砂卡岩型; 分布; 地质特征; 同位素; 含矿流体; 铜陵

**中图分类号:** P61   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1001- 5663(1999)06- 0338- 05

铜陵地区位于扬子准地台东北部下扬子台坳的中部, 周边由 EW 向与 NE 向区域性深断裂所围限, 呈一菱形地块。经历了活动—稳定—再活动的漫长构造演变。元古代以砂泥质复理石建造为主的沉积物经受区域变质和构造演变构成了褶皱基底。晋宁运动后巨厚层海相(间夹海陆交互)沉积, 印支—燕山强烈的中酸性岩浆活动, 为形成层控砂卡岩型矿床创造了条件。

主要赋矿层位为石炭系中、上统, 二叠系和三叠系中、下统, 其中石炭系中铜的金属储量约占本区总量的50.5% (叶元正, 1983)。

## 1 层控砂卡岩型矿床分布特征

铜陵地区层控砂卡岩型矿床主要赋存于中石炭统黄龙组下部白云岩段, 处于 NE 向背斜的北东端, 受同一 EW 向构造—岩浆岩带控制。如铜官山矿床主矿床(松树山—老庙, 小铜官山—老山—宝山)位于铜官山背斜北东端近轴部及北西翼, 天马山硫金矿床主矿体位于铜官山背斜北东端之南东翼, 冬瓜山铜矿床主矿体位于青山背斜北东端近轴部, 新桥铜(硫)矿床主矿体位于永村桥背斜北东端向东倾伏的尖端, 它们均处于铜陵至南陵 EW 向构造—岩浆岩带上。

## 2 层控砂卡岩型矿床的地质特征

### 2.1 地层层位控制

矿体呈层状, 似层状赋存于中石炭统黄龙组下段白云岩中, 与赋矿围岩呈整合或基本整

收稿日期: 1999- 08- 27。作者简介: 夏元法, 男, 1963年生, 地质工程师。

合,同步和基本同步(褶曲)变化。如铜官山层状矿体走向长2000m以上,宽最大1000m,厚15~60m;冬瓜山层状矿体走向长3000m以上,宽400~1000m,厚6~85m;新桥层状矿体走向长1000~2600m,宽1800m左右,厚20~65m;天马山似层状矿体走向延长1400m,宽1200m,厚5~25m。

## 2.2 矿石特征

矿石矿物成分较复杂,金属矿物主要有:黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、胶黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、磁铁矿、菱铁矿等,金、银矿物主要有:自然金、银金矿、金银矿、银铋矿等。脉石矿物主要有白云石、石英、蛇纹石、镁橄榄石、绢云母、绿泥石、石榴石和透辉石等。

矿石结构构造特征归纳起来有三种类型:一是同生沉积的结构构造,如球粒状、草莓状、胶状、微晶状结构和层纹状、胶状、角砾状构造;二是变质作用下形成的,如变晶结构、填加结构、揉皱状、块状、角砾状构造;三是岩浆期后热液交代作用下形成的,如交代填隙结构、交代溶蚀结构、假象结构等,构造主要为块状、斑杂状、脉状和条带状等。

## 2.3 围岩蚀变

矿床围岩蚀变发育于矿床底板粉砂岩中,主要有硅化、绢云母化、黄铁矿化、角岩化及黄铜矿化。矿体顶板的白云岩、灰岩及岩体接触带部位主要发育有大理岩化、蛇纹岩化、黄铁矿化、碳酸岩化等。

## 2.4 含矿岩系的沉积特征

层控砂卡岩型矿床矿化与原始沉积的黄铁矿层密切相关。据储国正等对比含矿剖面与不含矿剖面,含矿白云岩F、Cl有机碳的含量、Sr/Ba值较高,氧、碳同位素偏低(表1),反映其形成于水体较深、水动力条件较弱、盐度较高的弱还原潮坪洼地环境,由海底厌氧细菌产生的有机物生成H<sub>2</sub>S,其与铁反应生成黄铁矿及胶黄铁矿。而不含矿白云岩形成于水体较浅、蒸发较强的潮坪环境。

表1 含矿白云岩与不含矿白云岩特征

Table 1 Characteristics of ore-containing Dolomite and Dolomite not containing ore Minerals

项目	不含矿白云岩	含矿白云岩
岩性	暗灰色厚—巨厚层泥晶白云岩	灰—深灰色微晶白云岩夹多层暗灰色略具(皱)纹状、纹层状的胶黄铁矿
F	138 × 10 <sup>-6</sup>	318.90 × 10 <sup>-6</sup> (其中 do 162; kp 515)
Cl	58 × 10 <sup>-6</sup>	115.60 × 10 <sup>-6</sup> (其中 do 126.9; kp 102.5)
Sr/Ba	11.60	27.53(其中 do 7.92; kp 9.07)
有机碳	0.23%	0.35%(其中 do 0.44; kp 0.24)
δ <sup>18</sup> O	+ 25.97‰	+ 22.33‰
δ <sup>13</sup> C	+ 2.29‰	+ 1.61‰
Eh m v/αX	+ 155/8.64	81.7/83.4(其中 do 152.1/26; kp 5.25/34.1)
pH/αX	9.74/0.17	8.55/14.0(其中 do 9.71/0.45; kp 7.09/0.58)
环境	局限台地 潮坪	局限台地 潮坪洼地

原始沉积的黄铁矿层,无疑是硫铁矿体的矿胚层,以铜、金等起到沉淀作用,促使岩浆期后的含铜、金等金属热液交代沉淀,形成重要的铜、金硫铁矿体。

## 2.5 岩浆岩特征

在燕山期NE向构造应力场的作用下,与成矿有关的侵入岩发生了多次侵位,成串成带分布,多呈小岩株产出。岩石为中酸性的石英二长闪长岩、花岗闪长岩、石英闪长岩等,化学成分特征为钙碱性、高碱富钾富硅、低铁镁。而当侵入岩与中石炭统黄龙组下段的碳酸盐岩接触时,则在其接触带上或附近形成矽卡岩型矿体。

这些岩石的 $^{87}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$ 初始值为0.7038~0.7097。稀土元素分布模式属于轻稀土富集型,它们的球粒陨石标准化曲线属较陡的右斜式, Eu 异常不显著。表明:岩浆主要来源于上地幔,并可能有部分铝硅质壳源物质混入,属于幔壳混源型。

## 3 成矿物质来源

### 3.1 硫的来源

硫的来源主要有两个方面:一是地层,二是岩浆热液。

地层中的硫,主要是黄龙组白云岩段同生沉积黄铁矿层,该层胶状黄铁矿是细菌还原作用的产物。

#### 3.1.1 黄铁矿中微量元素组成特征

冬瓜山矿床几种黄铁矿的微量元素含量和比值迥然不同。如层纹状胶黄铁矿  $\text{Co}/\text{Ni} < 1$ ,  $\text{S}/\text{Se}$  为  $1.5 \times 10^4 \sim 12 \times 10^4$ , 与沉积弱改造型黄铁矿比值相似; 充填状胶状黄铁矿  $\text{Co}/\text{Ni}$  为  $1.1 \sim 3$ ,  $\text{S}/\text{Se}$  为  $2.7 \times 10^4 \sim 4.6 \times 10^4$  属热液型; 而晶化黄铁矿  $\text{Co}/\text{Ni}$  或  $\text{S}/\text{Se}$  变化范围大, 属不同变质程度的黄铁矿。天马山硫金矿床据朱雅林研究表明: 矿体中黄铁矿  $\text{S}/\text{Se} = 1.126$ , 介于沉积型(1.189)与岩浆型( $< 1$ )之间; 平均  $\text{Co}/\text{Ni} > 1$  (有  $> 1$ ,  $< 1$ ), 显示出沉积改造又具内生成因特征。

#### 3.1.2 硫同位素特征

铜陵地区不同矿区层控矽卡岩型矿体矿石硫化物的硫同位素组成不同, 铜官山  $\delta^4$  为  $+2.29\text{‰} \sim +7.14\text{‰}$  平均  $3.80\text{‰}$ ; 天马山  $\delta^4\text{S}$  为  $+0.7\text{‰} \sim +10.4\text{‰}$ , 平均值  $+6.31\text{‰}$ 。

铜官山矿床松树山矿体, 总体上自岩体向围岩重硫有增加趋势, 平均  $\delta^4\text{S}$  值依粗晶黄铁矿、细晶黄铁矿、胶状黄铁矿顺序递增。单就胶黄铁矿来说, 远离岩体的一般在  $+4\text{‰} \sim +6\text{‰}$ , 向着岩体方向进入铜矿体中时急降为  $0.1\text{‰} \sim 1.6\text{‰}$ , 低于同一阶段的细晶和粗晶黄铁矿。表明有两种成因的硫, 早期沉积硫以胶黄铁矿为代表,  $\delta^4\text{S}$  在  $+5\text{‰} \sim +6\text{‰}$  之间, 系海水硫酸盐(石膏)还原产物, 随着因接触变质而晶化增强, 重硫递减, 后期热液具较低的  $\delta^4\text{S}$  值, 两者相互叠加作用而出现复杂的过渡状况。

总的来说, 层控矽卡岩型矿体矿石硫同位素变化范围不大, 平均  $+3.80\text{‰} \sim +6.31\text{‰}$ , 说明硫主要来源于岩浆, 同时混染了地层中的硫, 显示出沉积—岩浆热液叠加改造矿床的特点。

### 3.2 铜、金等金属的来源

分析认为铜、金等金属元素主要来源于岩浆, 其依据如下:

(1) 铜、金等金属矿化与岩体在空间上密切伴生, 矿化时间也与侵入岩活动有关。

(2) 金属矿化与岩体 Cu、Au 等金属元素含量有关。铜官山、天马山、冬瓜山和新桥矿区岩体微量元素 Cu、Au 含量分别为  $126.31 \times 10^{-6}$ 、 $2.33 \times 10^{-9}$ 、 $13.29 \times 10^{-6}$ 、 $11.40 \times 10^{-9}$ 、 $125.87 \times 10^{-6}$ 、 $11.60 \times 10^{-9}$  和  $14.24 \times 10^{-6}$ 、 $8.20 \times 10^{-9}$ 。

(3) 方铅矿铅同位素组成较均一, 变化不大, 属正常铅, 为幔源或下地壳源。其模式年龄以

一组 $210 \times 10^6 \text{a} \sim 144 \times 10^6 \text{a}$ 为主,与岩浆侵入年龄相当,亦反映成矿金属元素来源与岩浆作用有关。而黄铁矿中铅同位素组成变化较大,其模式年龄可分为两组,一组 $< 216 \times 10^6 \text{a}$ ,与方铅矿模式年龄相近,来源与方铅矿相同;另一组 $> 300 \times 10^6 \text{a}$ ,与地层年代相当,可能代表地层来源。

总之,铅同位素组成表明:成矿物质有两方面的来源,一是岩浆来源;二是地层来源。金属元素主要来源于岩浆,而硫则来源于岩浆与地层。

### 3.3 含矿流体的来源

本区层控矽卡岩型矿床矿物流体包裹体氢氧同位素组成变化(表2),可以得出如下一些结论。

(1) 石英的 $\delta^8\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值一般在 $+ 3.4\text{‰} \sim + 10.68\text{‰}$ ,与岩浆水范围 $+ 5\text{‰} \sim + 9\text{‰}$ 相近,故可代表该类型矿床岩浆热液的范围。

(2) 从岩浆 矿石中蚀变矿物, $\delta^8\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 负值增加,表明岩浆水体系有外来流体的加入。

(3) 矿石中胶黄铁矿、方铅矿及蛇纹石等蚀变矿物的氢氧同位素负值较大,代表沉积期或岩浆热液晚期的产物。

因此,成矿流体来源应为岩浆热液—天水混合成因,其中早期以岩浆水为主,晚期有地层水的加入。

表2 层控矽卡岩型矿床矿物流体包裹体氢氧同位素特征 (%)

Table 2 Characteristics of Hydrogen and Oxygen isotopes in fluid inclusions of the stratabound skarn-type Ore Deposit

序号	矿床	样号	矿物	T	$\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$	$\delta^8\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$	$\delta^8\text{O}_{\text{矿}}$	资料来源
1	冬瓜山	d- 89a	石英	350	- 94.3	7.6		321队
2	冬瓜山	d- 98	石英	350	- 86.3	3.4	11.5	321队
3	冬瓜山	d- 108	胶黄铁矿		- 133.2	- 17.9		刘裕庆
4	冬瓜山	d- 110	方铅矿		- 139.1	- 18.6		刘裕庆
5	铜官山	1.2- 1- 2	石英	375	- 87.7	10.66	15.54	崔彬
6	铜官山	1- 175.6	蛇纹石	200	- 110.7	- 15.1		崔彬
7	铜官山	1.215- 9	石英	380	- 62.0	6.9	11.84	崔彬
8	天马山	81- 2	石英	300		5.85	12.80	王道华
9	天马山		石英		- 77.48~ - 99.49			薛建环

## 4 矿床成因

综上所述,铜陵地区中石炭统黄龙组白云岩段层控矽卡岩型矿床的形成可以分为两期:沉积成岩期和岩浆热液叠加改造期。

沉积成岩期:中石炭世早期,本区处于潮坪—局限台地的环境,区域内可能存在若干个不相连的水下凹地,水动力微弱,有机质较多,铁、硫富集成矿,而相对浅水区则可能只有白云石沉淀。

岩浆热液叠加改造期:印支—燕山运动,使地台型沉积地层发生褶皱隆起、断裂拗陷,尤其是燕山期的岩浆侵入作用,使原始沉积层受到了变质作用。沉积黄铁矿遭受变质而成磁黄铁矿

甚至磁铁矿。当含 Cu、Au 等金属热液交代、充填原沉积成因的胶状黄铁矿层,则形成了沉积—岩浆热液叠加改造型矿床,即层控矽卡岩型矿床。

通过对铜陵地区中石炭统黄龙组白云岩段层控矽卡岩型矿床的地质特征及矿床成因的分析,笔者认为开展铜陵地区的地质找矿工作,应继续加强中石炭统层位的找矿工作。首先,要分析研究铜陵乃至整个长江中下游地区中石炭统岩相古地理环境,寻找白云岩段有利沉积胶状黄铁矿的场所,进而继续加强构造—岩浆活动的研究,寻找中石炭统层位或附近的隐伏岩体所在,这样找矿工作会有重大突破!

### 参考文献

- [1] 周真 铜陵马山金矿床成因的研究[J]. 地质评论, 1984, 30(5): 467~ 475.
- [2] 黄华盛, 师其政, 等 铜官山铜矿床的组合特征及成因[J]. 矿床地质, 1985, 4(1): 13~ 20.
- [3] 王道华, 等 长江中下游区域铜、金、铁、硫矿床基本特征及成矿规律[J]. 地质专报, 四, 矿床与矿产, 第七号, 北京: 地质出版社, 1987: 15~ 110.
- [4] 吴言昌 安徽省沿江地区矽卡岩型金矿初步研究[A]. 沈阳地质研究所编《金矿地质论文选集》, 第1集[C]. 北京: 地质出版社, 1990: 193~ 203.
- [5] 储国正, 黄许陈, 等 安徽铜陵地区成矿控制因素的探讨[J]. 安徽地质, 1995, 5(1): 47~ 57.
- [6] 赵一鸣, 林义蔚, 等 中国含金矽卡岩矿床的分布和主要地质特征[T]. 矿床地质, 1997, 193~ 201.
- [7] 夏元法 试论天马山硫金矿床的矿物质来源[J]. 矿产与地质, 1997, 13(1): 34~ 38.

## GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND ORE-FORMING CONDITION OF STRATABOUND SKARN-TYPE ORE DEPOSITS IN TONGLING DISTRICT

Xia yuanfa

*(Branch of Tongling Geological Exploration Company for Nonferrous Metal Resources, Tongling, 244000)*

**Abstract:** Stratabound Skarn-type Ore Deposits in Tongling district are mainly distributed in dolomite layers of Huangling Group mid-Carboniferous System. It is believed that the type of ore deposit is of origin of synchronous deposit-magmatic hydrothermal replacement, after studying regional geological features, ore-forming material and source of mineral-containing fluid in Tongguanshan, Dongguashan, Tianmashan and Xinqiao etc.

**Key words:** Stratabound Skarn-type; Geological features; Isotope; Mineral-containing fluid; Tongling