铜陵地区构造流体体系初探*

Study of Tectonic-Fluid System in Tongling, Anhui Province

王训诚[1] 姜章平[1] 蒙义峰[2] 杨竹森[2]
曾普胜[2] 田世洪[2] 侯增谦[2]
(1 安徽省地质矿产局 321 地质队，安徽 铜陵 244033；2 中国地质科学院矿产资源研究所，北京 100037)
Wang Xuncheng[1], Jiang Zhangping[1], Meng Yifeng[2], Yang Zhusen[2]
Zeng Pusheng[2], Tian Shihong[2] and Hou Zengqian[2]
(1 No. 321 Team of Bureau of Geology and Mineral Resources of Anhui Province, Tongling 244033, Anhui, China;
2 Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sicences, Beijing 100037, China)

摘 要 铜陵地区存在着威宁期、燕山期两套构造流体体系。前者呈面型分布全区，且以矶头为中心，流体沉淀物以层纹状含黄铁矿、多金属硫化物软泥为主，以中心部位发育的赤铁矿碧玉岩建造为特征，Co/Ni<1，δEu 为负异常，为海底喷流体系，受地层层位控制。后者具多中心特征，以其成生特征可进一步划分为 3 类。超基性夕卡岩浆质流体主要沿南北向基底构造运移，Co/Ni>1，$\Sigma REE=190\times10^{-6}\sim20\times10^{-6}$，$\delta Eu=1.05\sim2.40$，来源于中酸性岩浆的深渊分异。钾硅质流体与中酸性侵入岩相伴，Co/Ni>1，$\Sigma REE=396.18\times10^{-6}\sim50\times10^{-6}$，$\delta Eu=0.4\sim0.24$，来源于中酸性岩浆的气体分异。大气水循环流体受接触带控制，Co/Ni<1，$\delta Eu\leq0.5$，来源于地层物质的淋滤活化。

关键词 流体体系 海底喷流 夕卡岩浆 岩浆热液 大气水循环 安徽铜陵

铜陵地区是我国重要的铜金铁硫成矿区之一，初步研究表明，该区的成矿作用主要与两类成矿流体体系有关，一套为威宁期海底喷发流体体系，一套为燕山期的中浅成岩浆活动体系。

1 地质概况

铜陵地区位于长江中下游铜金铁硫（多金属）成矿带的中部，华北地块与扬子地块的结合部位，地质历史上经历了活动-稳定-再活动的构造演变，前震旦纪形成的基底目前推断为董岭群变质岩系（Pt_1）和上溪群复理石建造（Pt_1）的结合部位。震旦纪—早三叠世为秦岭海的一部分，形成了海陆交互相、海相、滨海—浅海相的碎屑岩-碳酸盐岩、硅质岩巨厚层沉积盖层，其中志留纪为海相沉积碎屑岩类复理石建造，泥盆纪为一套陆相碎屑岩沉积。中、晚石炭世本区处于浅海相，沉积了 6~10 m 厚的白云岩（C_2h）和 70~80 m 厚的石灰岩（C_3c），在石炭系中统黄龙组（C_2h）的底部发育一层厚度 0.2~50 m 不等的含铜、金、铁、硫（多金属）成矿元素的碎屑岩——俗称“矿胚层”。二叠纪—三叠纪，本区继续浅海相碳酸盐岩沉积。侏罗纪发生了大规模的火山喷发和岩浆侵入作用。目前揭露的泥盆系—三叠系地层总厚度大于 1600 m，其中石炭系—三叠系的碳酸盐岩沉积大于 1500 m。

铜陵地区的基本构造格局是棋盘格式的基底断裂和北东-南西向的褶皱、层间滑脱及断裂逆冲相复合。铜陵县—南陵县、木镇—烟墩铺两条东西向的基底断裂构成了铜陵地块的北部和南部边缘，向北与繁昌火山岩盆地相接，向南与皖南花岗岩区相邻。由西向东，铜官山—木镇、狮子山—天屏山、舒家店—杉木岭等南北向的基底断裂与东西向的基底断裂相交错，构成了多个成矿流体活动中心。北东-南西向的背、向斜褶皱控制了流体活动的主要运移方向，层间滑脱及逆冲断裂为流体的富集提供了重要的空间。

本区与流体活动关系密切的主要是中酸性石英二长闪长岩侵入体，其次为辉石二长闪长岩和花岗闪长岩，其同位素年

* 本文得到地质调查项目（编号：200110000004）资助
第一作者简介 王训诚，男，1954 年生，硕士，高工，从事金属矿物学和矿石学研究工作。

龄为 195~100 Ma, 为燕山期侵入体。个别小岩脉同位素年龄为 67 Ma，可能为喜山期侵入体。燕山期以前的侵入体目前尚没有同位素年龄证据。石英二长闪长岩具中、细粒似斑状结构，主要矿物成分为中长石-拉长石、奥长石、黑云母、石英、角闪石，岩石中含有细粒闪长质包体，形成于 t =997℃，$p_{总}$=0.43 GPa 条件，相当于地表以下 1～3 km 深度。辉石二长闪长岩亦具中—细粒结构，其中包含有辉石岩包体（形成于 t =1126℃，$p_{总}$=0.8 GPa 条件）和辉石巨晶包体（形成于 t =1068℃，$p_{总}$=0.81 GPa 条件），分别形成于地下深度 10～20 km 和 20～30 km。在岩浆的结晶分异过程中辉石首先晶出，其次为斜长石、角闪石，深源岩浆房中晶出的部分矿物被岩浆携带上侵而形成岩石包体。

2 构造流体体系特征

2.1 威宁期构造流体体系特征

铜陵地区威宁期早期缺失，中—晚期形成了白云岩和石灰岩沉积，属海侵阶段浅海相沉积。在石炭系中统黄龙组（C_2h）白云岩底部发育一套富含铜、铁、硫、金（多金属）成矿物质的碎屑岩。由西向东，在铜官山背斜（矿区）表现为含铜蛇纹石滑石岩，厚度 3～10 m；在狮子山矿田（青山背斜）冬瓜山矿床表现为矿床底部的含铜蛇纹石、滑石岩，厚度 10～20 m；在大成山背斜（新桥硫铁矿）表现为铁碧玉赤铁矿（黄铁矿）岩→含黄铁矿角砾的块状菱铁矿层→含黄铁矿黑色软泥层韵律层理的海底喷发堆积岩，厚度 30～80 m，是一种逐步增厚的趋势。以铜陵地区矶头岩体为中心，向北东进入舒家店背斜，向南东经永村桥背斜，到盛公山背斜，表现为一带多中心海底喷发作用。以矶头地区喷发作用最强，其次为寺门口硫铁矿。矿物成分以赤铁矿和铁碧玉的大量产出为特征，伴生有辉铜矿、胶黄铁矿、黄铁矿、重晶石、闪锌矿等。成矿流体穿过泥盆系地层上涌，并在涌道中留下黑色的硅质空洞。矿石形成 4～5 个韵律堆积，表达了 4～5 个脉动阶段的喷发周期。

由矶头岩体向西，该层沉积变薄，逐渐形成比较明显的细层纹状含硫化物软泥层，厚度比较稳定，表现了相对稳定的沉积环境。

取自冬瓜山和铜官山矿床的蛇纹石岩，都具有明显的沉积岩地球化学特征，Co/Ni<1，ΣREE<80×10^{-6}，δEu<0.8，稀土元素球粒陨石配分模式呈平缓的右斜型，δ^{34}S=+2.0‰～+6.0‰，硬石膏可达到δ^{34}S=+14.8‰～+20.5‰较高值。表明这些沉积物质都经历了海水的充分浸滤。

2.2 燕山期构造流体体系特征

铜陵地区燕山期的构造流体活动在威宁期流体活动的基础上，向大成山背斜东西两侧发展，以狮子山、凤凰山矿田较为强烈，其次为铜官山矿田和沙滩角地区。伴随着强烈的中酸性岩浆侵入活动，超基性流体、SiO_2 过饱和的钾硅质流体以及大气水循环流体大规模侵位。

（1）超基性流体的侵入作用：超基性流体具有含量低于 40%，钙、铁、硫含量很高为特征，在其贯入充填（封闭条件）形成的块状体中，以块状石榴石夕卡岩、块状磁铁矿、块状磁黄铁矿、块状黄铁矿等形式产出。Co/Ni>1，ΣREE=160×10^{-6}～20×10^{-6}，δEu=1.0～2.4，结晶温度在 1020～200℃范围。主要受南北向基底断裂的控制，形成南北向带状分布。

在狮子山矿田，从深部到浅部，从北向南，依次形成了冬瓜山铜铁矿床（-700～-1100 m）、东狮子山铜矿床（-600～-50 m）、白芒山金矿床（-150～+50 m）、鸡冠石银金矿床（-100～+50 m）等，成矿温度分别为 1020～800℃、910～680℃、600～300℃、400～200℃，δEu 分别为 1.00～1.20、1.10～1.80、1.80～2.00、1.50～2.40，主要矿物共生组合分别为石榴石+磁铁矿+磁黄铁矿、磁黄铁矿+菱硫铁矿+黄铜矿+石榴石+透辉石+黄铁矿+方解石、毒砂+磁黄铁矿+黄铁矿+自然金+自然银+方解石、黄铁矿+方解石+自然银+自然金+石英+黝铜矿，成矿温度从高到低，相对应于岩浆结晶分异演化的岩浆期、伟晶期、高温热液期、中低温热液期，受南北向基底断裂——狮子山-天屏山基底断裂的控制形成南北向成矿带，且向北侧伏。伴随着从南向北侧伏的南北向超基性夕卡岩贯入充填成矿带，在其上覆岩石（沉积岩和侵入岩）中形成了一带多筒（隐爆角砾岩筒）的超基性夕卡岩浆气体分异气液交代型铜金矿床，分别是东狮子山隐爆角砾岩筒型铜矿床、龙塘山气液交代型金铜矿床、包村气液交代型金矿床（下伏冬瓜山隐爆角砾岩筒型铜矿床）、龙虎山气液交代型金矿床、小金山气液交代型金矿床等。矿石具交代角砾状、交代浸染状、交代细脉浸染状、块状等构造，Co/Ni>1，ΣREE=129.82×10^{-6}～ 8.535×10^{-6}，δEu=2.868～1.077，δCe=0.91～0.587，从南向北依次形成铜矿、铜金矿、金矿等，受南北向基底断裂的控制形成南北向超基性夕卡岩浆气体分异作用气液流体交代型矿床。

与狮子山矿田相对比，在铜官山矿田形成了从北向南依次为小铜官山→老庙基山→松树山→笔架山→戴家冲→古松铁金矿床等南北向超基性夕卡岩浆流体贯入充填铁铜、铜、铜金、金、金硫矿床（体）。从小铜官山向北依次形成了老山→天

鹅抱蛋山等铜金、金矿体，这些以交代作用为主要成矿方式的矿床，都属于超基性夕卡岩浆气体分异作用气液（流体）交代作用的产物。与狮子山矿田不同，东西向铜陵县-南陵县基底断裂具有明显的限制作用，造成铜官山北部各矿床呈东西向展布。

燕山期超基性夕卡岩质流体的侵入和气液（流体）交代成矿作用在凤凰山矿田以及沙滩角地区没有形成较好的东西向和南北向分布规律性，仅形成分散面型分布的矿床（点），推测是由于东西向基底断裂的活动由西向东减弱所致，以致在上述两区表现不明显，但是两区的超基性流体贯入充填和气液交代成矿作用是很强烈而且明显的。

（2）燕山期钾硅质流体体系特征：铜陵地区燕山期钾硅质流体具有来源于岩浆的明显特征，Co/Ni>1，具有较高的形成温度。但这些钾硅质流体明显区别于超基性夕卡岩质流体，ΣREE 很高，可达 396.91×10^{-6}，稀土元素强烈富集，δEu<0.4，可达 0.24，流体从岩浆中的分异是在长石类矿物大量晶出以后，黑云母、钾长石、石英、绢云母等为其主要矿物组成，表明流体富含 K_2O、SiO_2 等岩浆晚期残余气液成分。早期形成气液交代矿体，晚期形成岩浆期后残余热液充填-交代型铜金矿床。流体的运移方向呈北东→南西或北→南向，与中酸性岩浆侵入体一致。从北向南，由深向浅部，流体的温度逐渐降低，说明流体及热动力活动中心在北部，在深部。

在狮子山矿田，从冬瓜山深部斑岩铜矿床（-1000 m）到大团山铜金矿床（-680 m）到西狮子山铜金矿床（-500 m）、老鸦岭（-300 m）、胡村（-150 m）形成了一条从北东向南西的成矿带，主要矿物组合依次为黑云母+钾长石+石英+磁铁矿+磁黄铁矿+黄铁矿、透辉石+石榴子石+石英+黄铜矿+磁黄铁矿+自然金、石榴子石+石英+磁黄铁矿+黄铜矿+自然金、黄铜矿+黄铁矿+石英+方解石+石榴子石+自然金+闪锌矿+辉钼矿、石英+黄铜矿+黄铁矿，矿石中石英大量出现，甚至形成含金石英脉（胡村铜矿）是这一体系的重要矿物与特征之一。

在凤凰山矿田，从舒家店斑岩铜矿床到黑子坑矿（床）点，到李冲矿（床）点，到药园山II号矿体，形成从北向南的钾硅质流体交代成矿带，与舒家店南北向基底断裂有一定的联系，推测深部是一条南北向的中酸性侵入岩浆活动带。

（3）大气水循环流体体系：伴随燕山期岩浆和高温热流体的上侵活动，形成了一系列岩浆热动力中心，岩浆及热流体侵入就位以后，在接触带形成热对流中心，在岩浆及流体热源的驱动下，大气水淋滤携带成矿元素开始从低温向温度升高的梯度方位流动——形成了大气水循环流体体系。地层中的部分物质如 $CaSO_4$ 等具有低温溶解、高温沉积的性质，因之在侵入体的内外接触带沉淀成矿。

铜陵新华山铜矿床具有这些特征，矿体位于石英二长闪长岩侵入体的内外接触带，矿物组合为石榴子石+黄铁矿+白铁矿+黄铜矿+方解石+自然金（成色大于 780）+砷黝铜矿，矿石δEu<1，稀土元素配分模式与围岩地层一致。

冬瓜山铜矿床中的硬石膏分布广泛，但是在石英二长闪长岩侵入体外接触带富集并形成硬石膏，近接触带硬石膏的分布层位逐步升高并穿过 P_1q/C_{2+3} 地层界线。

在小铜官山露采坑，沿磁铁矿岩墙两侧对称分布有石膏+石英+黄铁矿晶洞，表现了比较完好的大气水循环热对流流体体系的特征。

3　几点认识

（1）铜陵地区存在着威宁期和燕山期两套构造流体体系，前者的沉淀过程以海水为介质，在区域上具有沉积成矿特征，但是在大成山背斜及盛公山背斜这条北东-南西向构造活动带上，表现为海底喷发和流体喷涌特征，体系以矶头岩体为中心，但是矶头岩体是后期追踪早期流体通道侵入就位的。

（2）铜陵地区燕山期构造流体体系具有多中心特征，受东西、南北向基底断裂控制。

（3）燕山期构造流体对早期的威宁期体系进行了广泛的改造和沉积变质作用，形成了铜陵地区普遍存在的 C_{2+3} 含铜蛇纹石滑石岩矿层。

参　考　文　献

王训诚, 周育才, 谢超国, 等. 2001. 安徽铜陵鸡冠石银金矿床 REE 特征[J]. 安徽地质, (2).

王训诚, 周育才. 1994. 安徽省安庆铜铁矿床地质特征及成因探讨[J]. 地质与勘探, (3).

Wang Xuncheng, Zhang Chenghuo, Zhou Yucai et al. 1996. Geological characteristics and origin of Shizishan supersized Cu-Au deposit, Tongling, China[J]. International Geological Congress Abstracts, 1(3): 413.