

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

论长江中下游地区成矿条件和成矿规律

刘湘培 常印佛

(安徽省地质矿产局, 合肥)

吴言昌*

(安徽省地质科学研究所, 合肥)

本文论述了我国长江中下游地区的成矿条件和成矿规律。以长江深断裂为主干的带状网络构造系统是成矿带的主导控岩、控矿构造。中生代扬子式同熔型第一成岩序列高钾花岗闪长岩类和第二成岩序列富钠闪长岩类分别与铜矿系列和铁矿系列有成因联系, 并分别产于块断褶皱隆起区和断陷火山岩盆地及两者之间的过渡区。容矿层有特定的岩层组合, 常含同生沉积矿(胚)层, 具一定层控作用。本成矿带的成矿条件和规律可概括为“一断裂, 二序列, 三环境, 四层位”。

长江中下游地区已探明数以百计的铜、铁、硫¹⁾、金(多金属)矿床, 是我国最重要的成矿带之一。

本区的大地构造分区与下扬子台坳(Ⅱ级)吻合, 位于扬子准地台北缘。中生代初, 在南北向和北西-南东向挤压应力影响下, 发生了较强的褶皱变动和断裂活动, 使之成为近东西向朝南突出的弧形拗陷带(图1)。带内除太古界未出露和缺失下中泥盆统外, 各时代地层均发育。本区大地构造演变经历了地槽(前震旦纪)、准地台(古生代一早三叠世)和板内变形(中晚三叠世—第三纪)三个发展阶段。其中, 燕山期强烈的断裂变动和岩浆活动导致了成矿带及其格局的形成。

一、构造与岩、矿的关系

从区域地质条件, 或者从地球物理、地球化学背景分析, 首先是具有深断裂性质的破碎带——长江深断裂带控制了整个成矿带岩浆岩的发生、发展以及一系列重要矿床的形成, 从而成为长江中下游成矿带的主导控岩、控矿构造。

长江深断裂带, 西起大冶, 东迄镇江, 长约 450km; 推测向东与南通-济州岛大断裂连接, 分隔了南黄海和东海海域; 向西过嘉鱼没入江汉平原。其形成经历了长期、复杂的演化过程。时间上, 大致始于元古代末, 至燕山期活动达到高潮。它是在一条古老基底剪切

* 参加部分工作的还有郝洵、陆镜元、陈训雄、梁善荣、徐信、王迎春等。

1) 硫系指黄铁矿(下同)。

本文 1987 年 1 月收到, 11 月改回, 季国容编辑。

带——可能是由其南、北两侧有显著差异的基底所代表的两个不同地体(?) 拼接而产生的——基础上演变、改造而成。平面上表现为近东西(或北西西)和北东(或北北东)方向两组断裂构成的追踪式巨型锯齿状断裂带, 它们之间的拉张部位发育成一系列串珠状断陷火山岩盆地; 并与其它不同方向、不同级次的断裂组成长江深断裂带状网络构造系统。垂向上, 由于地壳变形中发生基底滑移和多层次盖层滑脱, 因而, 断裂面并非平直。这些不同深度的滑移与滑脱空间, 在深部往往成为沿断裂上侵岩浆的停集场所, 形成多层次岩浆房; 在浅部则常与树枝状断裂系统配套成为岩体就位和矿液活动、富集的有利环境。

据区域重力场计算^{[1], [2]}可能是由于幕阜、大别、皖南等山区莫霍面相对大幅度下降引起的均衡补偿作用, 以及南、北古老地体(?) 相互作用的结果, 导致沿长江深断裂带深处形成地幔鼻状隆起, 其主要形成时间大致在印支—燕山期。因此, 长江深断裂带的形成及与其有关的岩浆成矿作用都可能与之有关。从而, 成矿带内 49 个主要内生铜、铁、硫、金(多金属)矿床的分布范围恰与深部地幔隆起带相对应。结合近期大地电磁测深提供的资料³⁾, 长江深断裂与郯庐深断裂的电磁场特征极为相似, 其航磁数据的延拓分析也证实了它的深断裂性质。另外, 与它有关的矿床, 组分复杂, 主要为亲铜、亲铁元素, 同时, 金、银及铂族元素含量高, 穿透性元素硒为克拉克值的 50—100 倍(0.0034—0.0058%), 碲在铜官山、狮子山矿床中含量为 0.001—0.01%³⁾, 并有碲铋矿等独立矿物出现。这些特征说明长江深断裂是一条活动时间很长、切割岩石圈的巨型线型渗透带, 可能为 M. A. 法沃尔斯卡亚、汤姆孙等所称的“聚矿构造”^[2]。

以长江深断裂带为主干, 南、北分别以崇阳—常州深断裂和襄樊—广济深断裂以及宿松—响水口深断裂为边界, 几组不同方向、不同性质、不同级别、不同层次的断裂共同组成的带状网络构造系统, 对区域构造格局的形成和演变有十分重要的作用。燕山期强烈的块断运动形成了块断褶皱隆起和断陷火山岩盆地, 以及相继发展而成“盆山”构造。受带状网络构造系统控制的岩浆—成矿作用, 在块断褶皱隆起区以铜—金为特色, 在断陷火山岩盆地及过渡区以铁(硫)最重要, 并具有成带分布、分段集结、成群出现的特点。因此, 带状网络构造系统及其所控制的块断褶皱隆起区和断陷火山岩盆地, 构成了成矿带内区域控岩、控矿构造的基本格局。由于不同地段所处的构造部位不同, 应力场发生局部变化而影响网络构造出现差异, 不仅盖层中变形构造形式不尽相同, 而且往往和基底构造方向不尽一致, 因而, 岩浆岩和矿床的分布也各具特色。

区内主要成矿区(IV 级)的范围大致与主要块断褶皱隆起区或断陷火山岩盆地吻合, 控岩、控矿基本特征自西向东为:

1) 鄂东南成矿区为深断裂及前期盖层褶皱与后期叠加的横跨褶皱⁴⁾和断裂控岩、控矿, 即鄂城—大磨山北北东正向挠曲构造和断裂叠加于长江深断裂和北西西向盖层褶皱之上, 将后者改造为一系列呈北北东向排列的短轴背、向斜组成的褶皱群, 并使压性断裂发生张性改变或褶皱岩层产生层间虚脱和破碎, 从而控制了一系列岩体和重要矿床的分布。

1) 安徽省地质矿产局物探队主编, 1984, 长江中下游物(化)探成矿区划报告。

2) 据地质矿产部第一物探大队, 1986, 大地电磁测深系统消化吸收。地质矿产部评科研成果 02088 号。

3) 杨敏之等, 1973, 铜陵地区贵金属考察报告。

4) 中国地质科学院宜昌地质矿产研究所一室, 1978, 鄂东南地区铁铜矿床的构造控制规律及其隐伏矿床的预测问题。中南地质科技, 第 5 期, 第 1—15 页。

矿体也常随层间破碎或虚脱带产状变化而呈似层状、叠瓦状、鞍状和锅底(盆状)状。

2) 九瑞成矿区内,北西—北西西向深断裂和基底断裂与盖层中北东—北东东向褶皱和断裂构成菱形网格系统,几乎所有的岩体和主要矿床都分布在该网格系统的结点上,特别是沿 290° 方向的封山洞—武山—城门山—一线集中了该区最主要的矿床。

3) 安庆成矿区受长江深断裂带和近东西向基底断裂的复合控制,盖层中发育了以洪镇岩体为砥柱的帚状构造,其第三、四旋扭带撒开部位控制了一系列杂岩体和铜-铁矿床的分布。

4) 铜陵成矿区,长江深断裂和近东西向的矾山—铜陵深断裂复合,并与其南面的木镇—孤峰近东西向断裂发生左行滑移,导致盖层中北东向褶皱构造产生较强的扭曲而呈“S”形,该北东向褶皱构造与一系列近东西向和近南北向断裂交切部位,常有岩体和重要矿田(床)分布,并展示一定程度的等距性和矿化分带现象。

5) 宁芜和庐枞火山岩盆地成矿区受北东—北北东向和近东西向、北北向阶梯状断裂控制,断裂的交切部位常见有火山机构,并见次火山岩体及与次火山岩有关的重要铁、硫矿床。

6) 宁镇成矿区为近东西向深断裂与弧形构造控制的“断隆”,主要岩体与矿田(床)均受走向逆断层及北西西向断层控制。

长江深断裂带沿延伸方向的急剧转折部位,有时没有侵入体分布,成矿作用与中低温热液活动有关,主要形成沉积-热液叠加改造型矿床。这可能与深断裂走向滑动时,在其锯齿状转折处因方向突然改变引起不均一破裂,导致断裂带不连续或不完全连续有关。

长江中下游地区卫星影象中出现的各种不同大小、不同特征的环形构造,是带状网络构造及岩浆岩的宏观反映。它们往往分布在线性断裂网格的网眼内或在几组不同方向断裂交汇处,也可能出现在由侵入-次火山岩体顶挤围岩形成的穹窿和围岩受岩体烘烤发生热变质处。后二者的影象虽较模糊,但往往是矿田(床)控岩、控矿构造的标志。庐枞盆地北部,环形构造星罗棋布,所有重要矿床均位于不同大小的环形构造接切处。

铜陵凤凰山岩体周围和宁芜地区凹山岩体西北边缘,由于岩浆上侵所产生的涡旋运动,导致环状裂隙的形成,控制了大大小小的弧形或环状铁(铜)矿体。

综上所述,不仅岩浆岩及一系列内生矿床的形成和分布受以长江深断裂带为主干带状网络系统的制约,而且“隆”、“坳”格局和演变也受其控制。因而,长江深断裂带聚矿构造及其配套的各种构造形式是本区控岩、控矿的第一重要因素。

二、岩浆成矿系列与成矿地质环境

长江中下游地区内 90% 以上的铜、铁、硫、金等多金属矿床受中生代岩浆作用的控制。不同成矿系列常与一定岩浆岩系(序)列有关,构成一定的成矿专属关系,即所谓岩浆成矿系列^[3,4]。

本区中生代岩浆岩分布广泛,岩石种类繁多,其形成时代始于印支晚期,高潮为燕山期。出露大于 0.2km^2 的岩体有 260 个,连同火山岩地区面积约 10000km^2 。按岩浆物质来源和成岩机制可分为同熔型和重熔(陆壳改造)型两大系列。

1. 同熔型岩浆岩系列

由上地幔经低程度部分熔融生成的碱性玄武岩浆底辟上侵与地壳物质同熔混合而成的混合岩浆,沿一定通道侵入和喷溢而成。分布面积占本区岩浆岩总面积的90%。主要特点是:低硅富碱,基性组分较低,不相容元素丰度较高,稀土配分属轻稀土富集型,球粒陨石标准化曲线为平滑右斜型, ΔEu 近于 1^D ,稳定同位素 $\delta^{18}\text{O}$ 为9.3—9.9‰, $\delta^{34}\text{S}$ 接近陨石值,锶同位素初始值($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i 为0.7050—0.7100。按大地构造环境及原始岩浆组分中幔、壳物质含量可分为两个亚系列。

(1) 扬子式(壳-幔)同熔型亚系列 岩浆原始组分幔源多于壳源,主要分布在沿江一带,是区内最重要的岩浆岩。按其岩性特征、岩石组合、成岩演变及矿化差别又可分为两个成岩序列。其一为高碱富钾的中基性-中性-中酸性-次碱性-碱性(或酸性)成岩序列,简称第一成岩序列,其中早期成岩阶段出现的高钾(花岗)闪长岩类主要与铜(金)矿有关;其二为高碱富钠的基性-中基性-中性-中酸性-酸性(或碱性)成岩序列,简称第二成岩序列,其中早期成岩阶段出现的富钠闪长岩类主要与铁矿有关。

(2) 江南式(幔-壳)同熔型亚系列 岩浆原始组分中幔源少于壳源,分布在成矿带南部,岩石组合为闪长岩、石英二长岩、花岗闪长岩和二长花岗岩,这些岩体与钨、钼、铜、铁等成矿有关,一般规模不大。

2. 重熔(陆壳改造)型花岗岩系列

为陆壳经混合岩化—花岗岩化或重熔—再生岩浆作用而成,岩石类型以钾长花岗岩为主,尚未发现同源火山岩。其特征是高硅富碱($\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$),亲石元素丰度较高,稀土元素配分为重稀土富集型,铈亏损强烈,球粒陨石标准化曲线呈“V”形,锶同位素初始值($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$)_i > 0.7100 。同样也分两个亚系列,一为混合交代型,有关的矿化微弱,仅见于怀宁洪镇;二为重熔—再生岩浆岩型,与铅、锌、银、锡、钨、钼、铁、黄铁矿化有关。

区内岩浆岩系(序)列与成矿系列是相应配套的,其中最主要的是与扬子式同熔型两个成岩序列配套的成矿系列。

第一成岩序列早期成岩阶段的高钾闪长岩类与矽卡岩矿系列——包括层控式矽卡岩^[5]-斑岩-热液交代-充填型铜(硫、铁、金、钼、铅、锌)——有关,成岩过程中出现的钾硅质异常演化与矿床形成有密切的成因联系。本序列中产于庐枞盆地的次火山岩——(云)辉粗安玢岩,其成岩过程中出现了高钾背景下逐渐富集钠硅质的异常演变,则与次火山气液-热液交代-充填型铁、硫(铜、金)矿床有关。

第二成岩序列早期成岩阶段的富钠闪长岩类与铁矿系列有关,其中中浅成侵入相富钠闪长岩类与岩浆-矽卡岩-热液型铁(铜、硫、钴)矿系列有关;次火山(侵入)相则与岩浆-次火山气液(或接触交代)-热液型铁(硫、钒、磷)矿系列有关。这两类不同产状的富钠闪长岩类,成岩过程中都发育了特征的钠硅质异常演变,并与铁矿系列的形成有密切的成因联系^[2]。

1) 本节中引用的数据均引自安徽等省地质矿产局编,1985,长江中下游铜铁硫金(多金属)成矿带地质特征、成矿规律和成矿预测。

2) 安徽等省地质矿产局编,1985,长江中下游铜铁硫金(多金属)成矿带成矿远景区划。

3. 成岩、成矿系列与地质环境的关系

高钾花岗闪长岩类及与其有关的铜矿系列主要受块断褶皱隆起区制约,见于阳新、九瑞、铜陵、宁镇等地区。次火山(侵入)相富碱(富钠的或高钾背景下富钠的)闪长岩类及与其有关的矿浆-次火山气液-热液型铁矿系列则受断陷火山岩盆地控制,主要见于宁芜、庐枞盆地。而中浅成相富钠闪长岩类及与其有关的矿浆-矽卡岩-热液型铁矿系列主要产于块断褶皱隆起区和断陷火山岩盆地之间的过渡区内,如大冶、灵乡、当涂、雍镇等地。

长江中下游主要成矿区内与成矿有关岩体的特征化学成分和岩石化学指数见表1。

表1 长江中下游主要成矿区成矿岩体有关指数简表

Table 1 Chemical composition and chemical indices of the intrusive bodies of the main metallogenic regions of the middle-lower reaches of the Changjiang river

成矿区		样品数	主要矿种	SiO ₂	Na ₂ O + K ₂ O	Na ₂ O/K ₂ O	岩石中平均铜 (分布范围)含量 (ppm)	S	CA	σ	代表岩体
鄂东南	北部	41	铁	61.07	8.22	2.50		65.6	55.5	3.68	鄂城、铁山、 灵多
	南部	23	铜	63.89	7.39	1.14	390(60—760)	75.6	56.2	2.61	铜录山、铜 山口
九瑞		16	铜	63.82	7.03	0.79	316(30—446)	77.0	57.2	2.37	武山、城门山、 丰山洞
安庆		25	铜-铁	60.41	8.58	1.45	65	67.82	55.8	4.22	月山
铜陵		41	铜	62.82	7.25	1.30	(40—585)	74.35	58.0	2.65	铜官山、狮 子山
庐枞		14	铁	55.05	8.77	1.04		66.50	48.4	6.41	罗河、大鲍庄
宁芜		11	铁	53.98	6.98	2.17		63.10	54.7	4.23	凹山、姑山、白 象山
宁镇		10	铜	63.39	7.57	1.70	60		57.5	3.11	安基山、铜山

注: S 为札瓦里茨基特征数值; CA 为钙碱指数; σ 为组合指数。

综上所述,各成岩系(序)列在其演化的特定阶段出现相应的成矿组分富集,并在不同地质成矿环境形成不同矿种组合和不同矿床类型组合。因而,岩浆活动是成矿的内因,地质成矿环境则为控制成岩、成矿的先决条件,其重要性仅次于“浆矿断裂”。

三、地层与层控作用

长江中下游地区,地层与成矿的关系亦颇密切,其容矿层包括同生沉积成岩形成的“矿胚”层和具特定岩层组合的赋矿层位,对后生矿床的形成有明显的(广义)层控作用。本区以内生成矿作用为主,故地层控矿仅居次要地位,但它在成矿富集中的意义却不容忽视。

据统计除个别矿床外,容矿层位主要有四组:五通组—栖霞组 (D_3w-P_1q);龙潭组一和龙山组 (P_2l-T_1h);下中三叠统 (T_{1+2}) 和上侏罗统一下白垩统 (J_3-K_1)。前二组为海侵旋回的碎屑岩-碳酸盐岩层,是铜矿床的主要赋存层位,其中黄龙组 (C_2h) 和下三叠统 (T_1) 分别占全区铜矿储量的 43.20% 和 48.74%,金、钼矿也主要产于其中。后二组分别为泻湖相碳酸盐—蒸发岩—碎屑岩层和陆相火山岩层,是铁矿床的主要产出层位,分别占全区铁矿石储量的 1/3 和近 2/3。因此,主要容矿层位的时代,从老而新有从赋铜转变为赋铁的趋势。次要容矿层位有上震旦统 (Z_3),上寒武—下奥陶统 (O_3-O_1),象山群 (J_{1+2}) 有时也见到重要铜、铁矿床。

主要矿田中也常有若干容矿层位,其形成原因是复杂的。如铜陵狮子山矿田容矿层有四个层位(表 2)。

表 2 狮子山矿田容矿层位和主要成矿元素组合

Table 2 Ore-hosted horizons and associations of main ore-forming elements in the Shizhishan orefield

矿床	容矿层位	主要成矿元素组合	同生沉积成矿元素(ppm) 或“矿胚”层
狮子山	和龙山组 (T_1h)	Cu, (Ag, Au, Pb, Zn)	
大团山	大隆组—殷坑组 (P_2d-T_1y)	Cu, (Mo)	Cu 142.3, Mo 77.9
老鸦岭	龙潭组—大隆组 (P_2l-P_2d)	Cu, Mo, (Co, Bi)	Mo 77.9
冬瓜山	黄龙组—栖霞组 (C_2h-P_1q)	Cu, S, (Fe, Au, Ag, Se, Te, As)	Cu, S, Anhy ^[6] “矿胚”层

沉积岩层中容矿层主要为碎屑岩-碳酸盐岩和复杂的含钙质岩-碳酸盐岩组合。前者两类岩层之间往往有沉积间断面或岩性界面。碳酸盐岩化学性质活泼,白云石化后孔隙度增加,以及在构造变形中与碎屑岩的变形、破裂特征不同,特别是不同性质岩层之间的沉积间断面是应力集中或释放部位,易引起层间剥离,对含矿热液的交代和富集也有重要影响。所以,对本区各内生矿床而言,地层的控矿意义主要表现在岩性及其组合特征方面,但在五通组—黄龙组 (D_3w-C_2h) 和周冲村组 (T_2z) 还往往夹有同生沉积成岩“矿胚”层^[6]和膏(盐)层,兼具岩性控矿和同生沉积-热液叠加改造富集成矿的作用,因此是区内主要铜、铁、硫、金矿床的产出层位。下面着重讨论五通组—黄龙组和周冲村组与成矿的关系。

1. “古铜陵岛”与矿产富集的关系

早石炭世初(金陵一和州期)海侵规模较小,繁昌、铜陵至黄梅一带为海岛,有“古铜陵岛”之称。高骊山期扩大为半岛,至黄龙期沦为水下隆起。在海侵沉积层序底部有大量成矿物质聚集,从五通组至黄龙、船山组有五个含“矿胚”层位。区内主要大中型铜(铁、硫、金)矿床中有 21 个分布在“古铜陵岛”范围内(图 2)。古岛北缘的沉积环境适合铁的氧化物和碳酸盐沉积,其所形成的含“矿胚”层经(岩浆)—热液作用叠加改造,形成了繁昌、黄梅一带的赤铁矿、菱铁矿床;其南缘则适合硫化物(主要是黄铁矿)以及硫酸盐沉积,形成了黄铁矿(胚)层和硬石膏层,为后期(燕山期)岩浆—热液成矿作用叠加改造富集成矿奠定了基础。

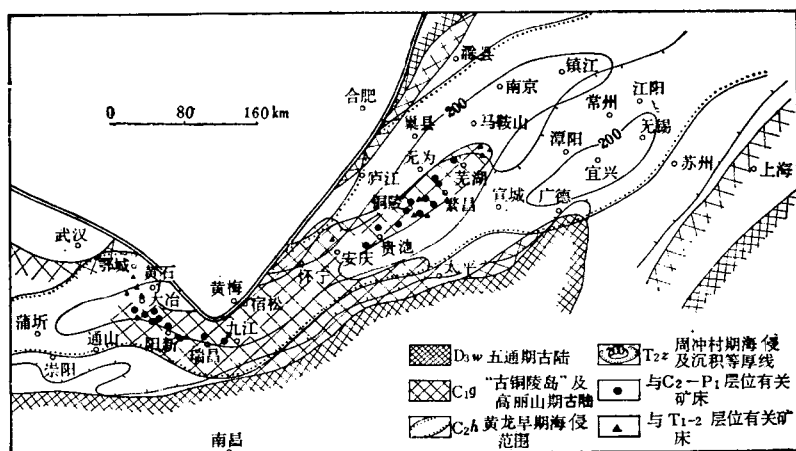


图2 “古铜陵岛”分布范围及其与成矿关系示意图

Fig. 2 Sketch showing relationship between the Tongling palco-island and ore-formation

2. 膏(盐)层在成矿过程中的作用

前已述及,无论是铜或铁的主要容矿层中均夹有膏(盐)层,周冲村组(T_{2z})已发现石膏和硬石膏产地二十余处。不仅在沉积岩层或是在火山岩层所构成的容矿层中^[7],而且在某些次火山岩气液交代-充填型铁-硫矿床上部均构成了巨大的硬石膏矿体并与铁矿的富集呈反消长关系。这表明膏(盐)层与铜、铁矿床的形成可能有某些成因上的联系。另外,矿石、围岩和岩体中黄铁矿的硫同位素组成也表明:富含 ^{34}S 的沉积硬石膏对它们的形成有重要影响,矿石中黄铁矿的硫可能有相当一部分源于硬石膏。如众所周知的白象山铁矿(接触交代-次火山岩过渡型);矿石和围岩(T_{2z})中黄铁矿的 $\delta^{34}S$ 分别为11.33‰(27个样平均)和11.49‰(9个样平均),两者极为接近;而岩体中为7.5‰(23个样平均)¹⁾。黄清涛对庐枞盆地罗河铁矿的研究^[8]也认为矿石中33—55%的硫来自地层中的沉积硫(硬石膏硫)。石盐易溶,使岩浆及其分馏物中增添大量的挥发组分氯和钠质,对促进富钠闪长岩类成岩过程中钠硅质异常演变,及由其导致的铁岩浆与富钠硅酸盐熔浆分离,以及成矿过程中发生的强烈钠化(钠长石化和钠柱石化)可能有重要作用。本区铁矿系列集中产于含膏(盐)层的容矿层(T_{2z})及其上覆的火山岩容矿层(J_3-K_1)中,可能恰恰是两者有密切内在联系的反映。

四、成 矿 规 律

据上述控矿因素分析,本区成矿条件和成矿规律可概括为“一断裂,二序列,三环境,四层位”。单个看是成矿条件,串起来就是成矿规律。这里的一,二,三,四既是具体数量概念,又有按重要性顺序的含意。综合不同矿种组合和矿床类型的地质、成矿条件,可归

1) 据中国科学院地球化学研究所分析资料。

纳为铜陵、大冶、宁芜三个主要成矿模式(将另文叙述)。它们是区域成矿规律的具体表现,反映了四者的内在联系,也可作为成矿预测的理论依据。

1. 矿化分带规律

区域性矿化分带大致与区内 III 级构造单元吻合,主要受不同岩浆岩系列(序列)制约。南部德安-苏州褶断带为锡、钨、钼、铁、多金属组合,与江南式同熔型岩浆岩和重熔型花岗岩密切相关。中部沿江断褶带主要为铜、铁、硫、金、(多金属)组合,北部滁县褶断带为铜、铁、(金)组合,两者均与扬子式同熔型岩浆岩有关。与扬子式同熔型第一成岩序列早期高钾闪长岩类有关的铜矿系列和与第二成岩序列早期富钠闪长岩类有关的铁矿系列,其区域分布规律是:在九江—南京段内,铜矿系列主要分布在长江深断裂带轴线两侧的块断褶皱隆起区内,铁矿系列则集中分布在长江深断裂带轴线上的断陷火山岩盆地及其块断褶皱隆起区的过渡区内,从而构成了以铁(硫)组合为内带,铜(铁、硫、钼、金、铅、锌)组合为外带的区域性矿化分带。在大冶—九江段内,大致以大冶—灵乡为界,分东、西两带。

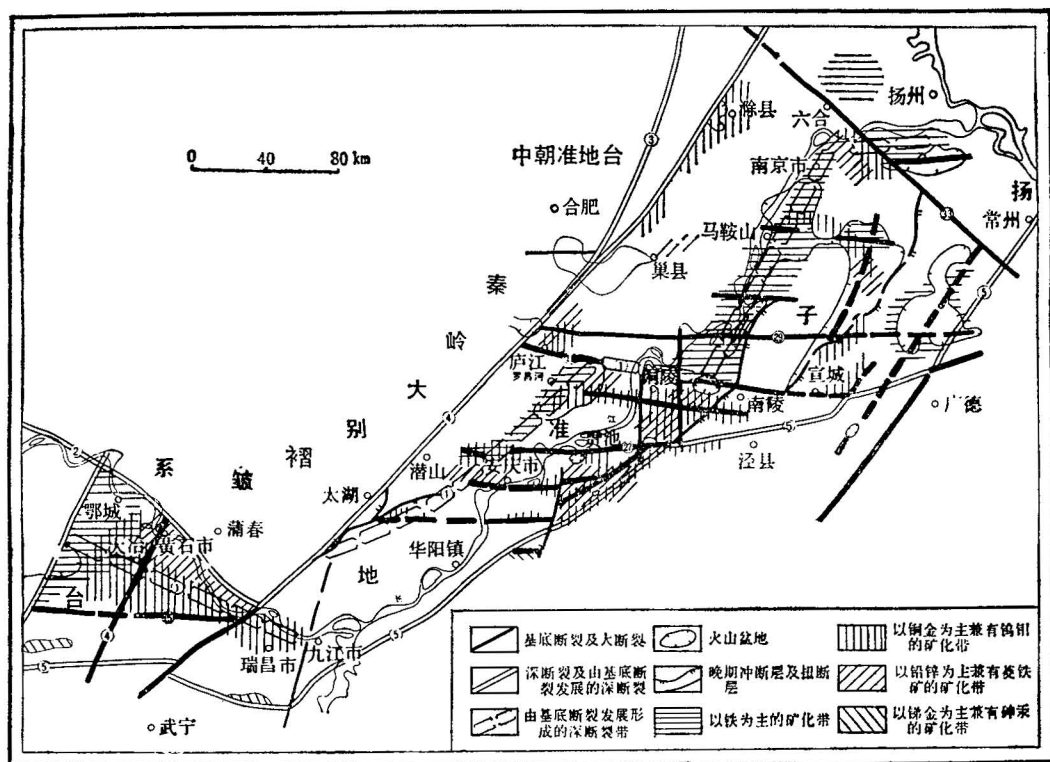


图 3 长江中下游“T”型构造成矿略图

Fig. 3 Schematic metallogenic map of the "T"-type structures of the middle-lower reaches of the Changjiang River

- ① 长江深断裂带; ② 襄樊-广济深断裂带; ③ 郟城-庐江深断裂带; ④ 宿松-响水口深断裂; ⑤ 崇阳-常州深断裂; ⑥ 团凤-温泉深断裂; ⑦ 矾山-铜陵断裂; ⑧ 高桥-广济断裂; ⑨ 枞阳-青阳断裂; ⑩ 庐江-郎溪断裂; ⑪ 六合-溧水断裂

西部为铁、(铜、钴、硫)带;东部为铜、(金、铁、硫、钼、钨、铅、锌)带。

局部性矿化分带,以铜陵地区为例,围绕铜官山构造-岩浆活动中心,可分三个金属带:内带为铜、铁(铜官山矿床);中带为铜(铅-锌)(狮子山、焦冲、五贵桥等矿床);外带为铅、锌、铜。又如宁镇地区,西部为铅-锌带;中部为铜(钼)带;东部为铁带。

特殊性矿化分带,纵贯长江中下游地区,带状网络构造系统控制了矿产分布,铜、铁和铅、锌平面上呈“T”或“Π”形分带(图3)。内生系列铜矿田(床)主要受 270° — 290° 方向的断裂控制。这是一组活动时间较早,延续较长的主要控岩、控矿构造,一般具挤压封闭性质。内生系列铁矿田(床)则受与前者近垂直的北北东方向的断裂和横跨褶皱构造控制,这一组构造活动时间较晚,常具开放引张性质。这两组不同方向的构造相互交切,形成控制内生矿床生成的“T”或“Π”形的横和竖,而热液型或沉积-叠加改造型铅-锌矿,菱铁矿田(床)则分布于这些“T”或“Π”形断裂网格之间及其外侧空间,从而构成了区内颇具共性但又相当特殊的金属矿化分带。

2. 铜、金配对现象

本区铜矿床常伴生金矿,但以金为主与以铜为主的矿床配对出现的现象是近几年来才逐渐被认识的。1) 岩浆-热液成矿过程中,金、铜相伴出现可能是二者具有相似的地球化学性质,如二者均具强共价键特性、相近的离子半径和电离势等。但金比铜具有更强的亲铁性和亲基性岩特性,当金、铜配对出现时,与金有关的侵入岩偏基性,岩石中含金量常高出中性岩平均值^[9] 1—2 个数量级,如洋鸡山岩体中金含量为 187ppb,天马山岩体为 11.4ppb;而与铜有关者则较酸性,岩石中金含量近于中性岩平均值,如铜官山、贵池铜山等岩体。区内主要铜矿成矿区内,与成矿有关的中偏基性和中偏酸性岩体常相伴产出,因而与之有关的金和铜矿床配对出现也就比较常见。如丰山洞铜矿与鸡笼山金矿,丁家山铜矿与洋鸡山金矿,西马鞍山铜矿与总铺金矿,铜官山铜矿与天马山金矿,狮子山铜矿与鸡冠石金矿等,都是配对出现的。2) 金和铜在构造地球化学特征上也有明显差异,金具有很大的原子序数和密度,趋向于集中在承受应力最强的构造部位¹⁾,而铜的原子序数和密度比金小得多,因此往往富集于中—弱应力区,从而导致金、铜在同一物质场条件下,分别集中在不同应力强度的构造部位,成对出现。产于同一侵入体和围岩条件下的铜录山铜(金)矿和鸡冠咀金-铜矿床可能系这一原因。

本文图件由常丹燕同志清绘特此志谢。

参 考 文 献

- [1] 孙德梅、闵志,1984,三维密度界面反演的一个近似方法。物探与化探,第1期,第89—97页。
- [2] 袁见齐、朱上庆、烈裕生,1979,矿床学。第413页,地质出版社。
- [3] 烈裕生、姚韦振、林新多,1983,长江中下游地区铁铜矿床类型、形成条件和成矿演化。武汉地质学院院报,第4期,第95—106页。
- [4] 程裕洪、陈楚川、赵一鸣,1983,再论矿床的成矿系列问题——兼论中生代某些矿床的成矿系列。地质论评,第2期,第127—139页。
- [5] 常印佛、刘学圭,1983,关于层控式矽卡岩矿床。矿床地质,第1期,第11—19页。

1) 杨开庆,1984,动力成岩成矿中的地球化学作用。矿物岩石地球化学通讯,第1期,第5—6页。

- [6] 刘裕庆、刘兆廉、杨成兴, 1984, 铜陵地区冬瓜山铜矿的稳定同位素研究。中国地质科学院矿床地质研究所刊, 第 1 号, 第 70—101 页。
- [7] 蔡本俊, 1980, 长江中下游三叠系蒸发岩特点及其对形成铁铜的意义。地质论丛(1), 地质出版社。
- [8] 黄清涛, 1984, 论罗河铁矿地质特征及矿床成因。矿床地质, 第 2 期, 第 9—19 页。
- [9] Boyie. R. W., 1979, The Geochemistry of gold and its deposits. Geological Survey Bulletin 280, Canadian Government Publishing Centre p.38.

METALLOGENIC CONDITIONS AND REGULARITIES IN THE MIDDLE AND LOWER REACHES OF THE CHANGJIANG RIVER

Liu Xiangpei, Chang Yinfo

(Anhui Bureau of Geology and Mineral Resources)

Wu Yanchang

(Anhui Institute of Geological Sciences)

Abstract

The middle and lower reaches of the Changjiang River is one of the important metallogenic provinces in China. The tectonic unit underwent three different development stages, the geosynclinal, paraplatformal and interplate stages. During the interplate deformation stage, a nearly E-W trending arcuate downwarped zone convex toward the south was formed under the N-S-trending and NW-SE-trending compression. On the basis of the prominent difference between the southern and the northern basements by the end of Proterozoic, there formed a system of belted network structure with the Yangtze deep fault zone as its mainstay, which is of prime importance for controlling the formation and location of igneous rocks and ores. The rocks and the mineral deposits are characterized by their zonal distribution, but aggregation intervals along the various belts into groups at certain.

Mesozoic magmatic activity is intense and widespread in the region. The rocks belong to two main magmatic series: the syntectic type and the anatectic type. The former is the most important and subdivisible into the Yangtze style (crust-mantle type) and the Jiangnan style (mantle-crust type). The Yangtze style may be further divided into two evolutionary suites. The first, which is rich in alkalis and especially potassium is related to the formation of copper ores and the second, which is rich in alkalis and particularly sodium, is related to the formation of iron ores. The geological environments are directly related to ore formation. Copper deposits generally occur in relatively uplifted fold zones and skarn iron deposits occur in uplift-depression transitional zones, whereas sub-volcanic pneumato-hydrothermal iron deposits occur in volcanic depressions. Many deposits are of stratabound nature and occur as "multi-storeyed deposits". The ore-hosted horizons may be divided into four groups. The formation of the Early Carboniferous "Palaeo Tongling-Island" is related closely to the ore formation. The Middle Triassic gypsum (salt)-bearing layers have important influence on the formation of iron and sulphur deposits.

It may be concluded that there are three main metallogenic models, viz: "Tongling model", "Daye model" and "Ningwu model", when we consider the respective combined influences of the following ore-controlling factors, i.e. fractures, sequences of magmatic rocks geological environments and specific ore-hosted horizons.